

# ANALISIS PENGARUH PERUBAHAN INDEKS KERAPATAN VEGETASI DAN TUTUPAN LAHAN TERHADAP PENINGKATAN SUHU PERMUKAAN DI KOTA BATU

**Fardiah Qonita Umami Naila**

Institut Teknologi Nasional, Malang

*e-mail:* fardiahqonita123@gmail.com

**DOI:** <https://doi.org/10.58411/pangripta.v6i1.123>

**Abstrak:** Evaluasi komprehensif hubungan antara vegetasi dan suhu permukaan di Kota Batu disajikan dengan menggunakan analisa korelasi, dari hasil analisa ditemukan adanya korelasi antara suhu permukaan tanah dan perubahan indeks kerapatan vegetasi yang kuat pada keseluruhan wilayah di Kota Batu, dimana penurunan indeks vegetasi yang terjadi di Kota Batu mempengaruhi kenaikan suhu. Penelitian ini memberikan panduan praktis guna menyelidiki dampak peningkatan aktivitas pariwisata terhadap kenaikan suhu di Kota Batu pada kurun waktu Tahun 2016 - Tahun 2018 - Tahun 2020 - Tahun 2022 dengan menggunakan analisa korelasi suhu permukaan tanah - perubahan indeks kerapatan vegetasi menggunakan sensor satelit *landsat* pada Tahun 2016 - Tahun 2018 - Tahun 2020 - Tahun 2022.

**Kata Kunci:** Kota Wisata, *Land surface temperature* (LST), *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI).

**Abstract:** A comprehensive evaluation of the relationship between vegetation and surface temperature (LST) in Batu City is presented using correlation analysis, from the results of the analysis it was found that there is a strong correlation between LST and NDVI in the entire area of Batu City, where the decline in the vegetation index that occurred in Batu City affected the increase. temperature. This study provides practical guidance to investigate the impact of increasing tourism activities on temperature increases in Batu City in the period 2016-2018-2020 -2022 by using LST-NDVI correlation analysis using Landsat satellite sensors in 2016-2018-2020 -2022.

**Keywords:** Tourism City, *Land surface temperature* (LST), *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI)

## PENDAHULUAN

Saat ini kita telah memasuki abad kota dan istilah urbanisasi akan menjadi perspektif yang lebih banyak digunakan dalam memandang fenomena sosial, ekonomi dan karakteristik lingkungan dimasa mendatang (Seto *et al.*, 2010). Para ilmuwan setuju, kita saat ini hidup pada era perkotaan baru yang diistilahkan sebagai “*Astycene*” yang merujuk pada makna manusia yang merubah fungsi lingkungan secara global (*What Does Astycene Mean - Definition of Astycene - Word Finder*, n.d.). Konteks urbanisasi ini juga dapat dibawa dalam konteks pariwisata, dimana saat ini pariwisata perkotaan (*urban tourism*) cenderung meningkat dengan pesat dibandingkan dengan bentuk pariwisata lainnya (Aall, 2011, 2014; Aall & Koens, 2019).

Disamping menjadi destinasi penting, kota memiliki peranan yang cukup signifikan dalam pariwisata secara keseluruhan sistem, dengan menjadi pintu gerbang bagi wisatawan internasional, domestik serta menjadi simpul dalam sistem transportasi (Edwards *et al.*, 2008). Lebih jauh mengenai peranan kota sebagai entitas yang multifungsi dan daya tarik bagi wisatawan untuk dapat berkunjung berpeluang dalam membentuk hubungan antara urbanitas dan berbagai kegiatan pariwisata. Hal ini dikarenakan adanya perpotongan antara kebutuhan penduduk dan wisatawan sehingga kota menghadapi tuntutan yang berbeda dalam penyediaan layanan dan fasilitas. Beban turis di sebuah kota dapat

memberikan dampak dalam menurunkan kualitas hidup perkotaan.

Perkembangan industri pariwisata yang begitu pesat merupakan ancaman nyata bagi isu perubahan iklim (*The Link Between Tourism and Climate Change - Sea Going Green*, 2020). Hal ini dibuktikan dengan data mengenai sejumlah negara yang rentan terhadap perubahan iklim merupakan destinasi wisata baik domestik maupun internasional (Edwards *et al.*, 2008), kondisi juga akan menyebabkan perubahan drastis pada penurunan kunjungan wisata diantaranya yaitu pada daerah pesisir, pegunungan dan daerah kutub akibat kekeringan, gelombang panas dan angin topan (*The Link Between Tourism and Climate Change-Sea Going Green*, 2020). Besarnya ketergantungan dengan sektor lain, menyebabkan industri pariwisata akan menjadi yang pertama menerima dampak dari adanya bencana. Disisi lain, sektor pariwisata merupakan salah satu faktor yang melanggengkan pemanasan global dan bencana alam.

Sektor pariwisata merupakan penyumbang 8% dari emisi gas rumah kaca (GRK) sebagai akibat dari penerbangan (40%), transportasi (30%), dan konsumsi barang dan jasa (30%) termasuk kebutuhan akomodasi (Lenzen *et al.*, 2018). Hal ini menyebabkan sektor pariwisata sebagai sektor pencemar yang lebih besar dibandingkan sektor konstruksi.

Fenomena yang sama juga terjadi pada lokasi studi, Kota Batu, Jawa Timur. Penetapan Kota Batu sebagai Destinasi Pariwisata Nasional (DPN) dengan jenis daya tarik wisata alam pada Rencana Induk Pembangunan Kepariwisata Nasional Tahun 2010-2025 yang tertuang dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 50 Tahun 2011 berdampak langsung pada pembangunan infrastruktur, prasaranan dan fasilitas umum, peningkatan pemberdayaan

masyarakat serta pengembangan investasi. Mendukung hal tersebut, pembangunan sejumlah infrastruktur pendukung sektor pariwisata di Kota Batu akan mendorong tingkat pertumbuhan dan perkembangan kota ditandai dengan penambahan jumlah penduduk, peningkatan interaksi ekonomi dan sosial antar wilayah yang saling terhubung yang mengarah pada transformasi spasial dan a-spasial pada wilayah Kota Batu. Pada transformasi aspek spasial, dapat diketahui Kota Batu mengalami penambahan luasan tutupan lahan permukiman mencapai 33% pada kurun waktu Tahun 2013 sampai Tahun 2022. Sementara pada aspek a-spasial Kota Batu terus mengalami pertumbuhan dan perkembangan kota terutama pada sektor perdagangan, pertanian, konstruksi dan penyediaan akomodasi ditinjau dari data PDRB menurut harga konstan pada Tahun 2013-2019 serta pertumbuhan penduduk. PDRB sebagai salah satu tolak ukur pertumbuhan ekonomi di Kota Batu mengalami peningkatan namun disisi lain, perkembangan pariwisata di Kota Batu terus menerus berakibat pada perubahan tutupan lahan di Kota Batu hal ini juga secara langsung berdampak pada kenaikan suhu permukaan bumi.

Dalam penelitian ini analisa *Land surface temperature* (LST) digunakan sebagai indikator yang digunakan dalam mengukur suhu permukaan bumi (Gao *et al.*, 2011; Liang & Wang, 2020). Peningkatan suhu permukaan dapat terjadi secara langsung maupun tidak langsung akibat kegiatan manusia. Peningkatan jumlah penduduk akan diiringi dengan banyaknya proses pembangunan. Dalam proses pembangunan ini lahan vegetasi akan diubah menjadi lahan non-vegetasi, yang digunakan sebagai destinasi wisata dan permukiman. Akibat dari semakin sedikitnya lahan non-vegetasi, maka suhu permukaan menjadi meningkat

karena tidak ada vegetasi yang menyerap panas. Selain itu, dengan lahan terbangun dan penambahan jumlah populasi mengakibatkan kadar CO<sub>2</sub> semakin banyak di atmosfer dan suhu permukaan pun menjadi ikut meningkat.

Adapun maksud dan tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui daya tarik Kota Batu sebagai pilihan investasi pada sektor pariwisata, perubahan tutupan lahan pada kurun waktu Tahun 2016, Tahun 2018, Tahun 2020, dan Tahun 2022, serta pengaruh perubahan indeks kerapatan vegetasi (NDVI) terhadap suhu permukaan pada kurun waktu Tahun 2016 - Tahun 2018 - Tahun 2020 - Tahun 2022 sehingga dapat memberikan rekomendasi terhadap kebijakan penggunaan dan pemanfaatan lahan yang mendukung *sustainable tourism* di Kota Batu, Jawa Timur.

## METODE

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

### 1. Data dan Lokasi

Penelitian perubahan suhu permukaan di Kota Batu hanya dibatasi di Kota Batu menggunakan citra Landsat Tahun 2016, Tahun 2018, Tahun 2020, Tahun 2022 Kota Batu dengan format *shapefile* (shp), sumber peta adalah *United States Geological Survey* (USGS)

### 2. Metodologi

Penelitian ini akan dilakukan sebagaimana diagram alir pada gambar 1 Diagram Alir Penelitian.

#### a. Studi Literatur

Merupakan tahapan awal dalam penelitian ini, dilakukan dengan tujuan untuk memperdalam materi serta wawasan peneliti

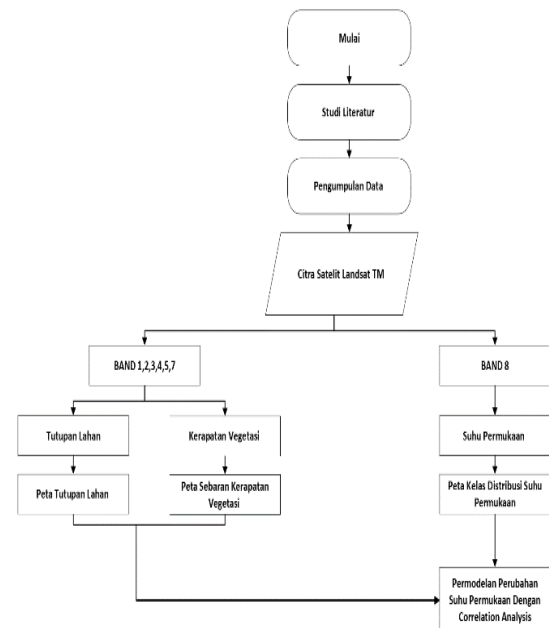
#### b. Pengumpulan Data

Pada tahapan pengumpulan data sekunder dilakukan dengan pengunduhan data citra satelit landsat, peta RBI, batas administrasi kota Batu.

### c. Tahap Pengolahan Citra Satelit, dilakukan dengan:

- 1) pemilihan Band
- 2) Klasifikasi Tutupan Lahan
- 3) Klasifikasi NDVI
- 4) Klasifikasi *supervised*
- 5) Reklasifikasi
- 6) Perhitungan luasan

Gambar 1 Diagram Alir Penelitian



sumber: Hasil Analisis Peneliti, 2022

3. Analisa korelasi mengenai pengaruh perubahan indeks kerapatan vegetasi (NDVI) dan suhu permukaan pada kurun waktu 2016 – 2018 – 2020 – 2022.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Perubahan Tutupan Lahan Kota Batu

Berdasarkan interpretasi citra *Landsat 8* menggunakan kombinasi *band* terbaik untuk klasifikasi tutupan lahan, pengamatan kebenaran objek-objek tutupan lahan secara visual di lapangan di Kota Batu, Jawa Timur teridentifikasi menjadi empat (4) jenis tutupan lahan diantaranya yaitu lahan terbangun, hutan, perkebunan dan lahan terbuka.

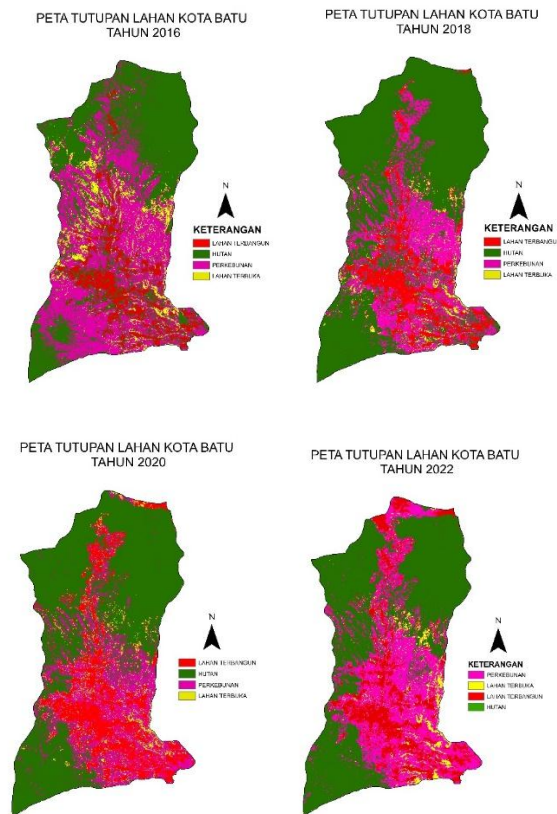
Kenampakan jenis tutupan lahan pada citra ditampilkan dengan warna yang berbeda yaitu 1) merah mewakili tutupan lahan terbangun 2)

hijau mewakili tutupan lahan hutan 3) merah muda mewakili tutupan lahan perkebunan dan 3) kuning mewakili tutupan lahan, lahan terbuka

**Tabel 1 Luasan Tutupan Lahan Kota Batu Tahun 2016 - 2018 - 2020 – 2022 (Ha)**

Tahun	Jenis Tutupan Lahan (Ha)			
	Lahan Terbangun	Hutan	Perkebunan	Lahan Terbuka
2016	1363	11424	5839	1263
2018	2278	11300	4676	1634
2020	3356	10261	4349	1922
2022	7056	9024	3061	747

Sumber: Hasil Analisis Peneliti, 2022



**Gambar 2 Peta Perubahan Tutupan Lahan Kota Batu Tahun 2016 - 2018 - 2020 – 2022**  
sumber: Hasil Analisis Peneliti, 2022

2. Perubahan Indeks Vegetasi Kota Batu, Jawa Timur

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan citra penginderaan jauh *landsat* 8 dan data elevasi digital (DEM). Setelahnya dilakukan pemotongan citra sesuai dengan

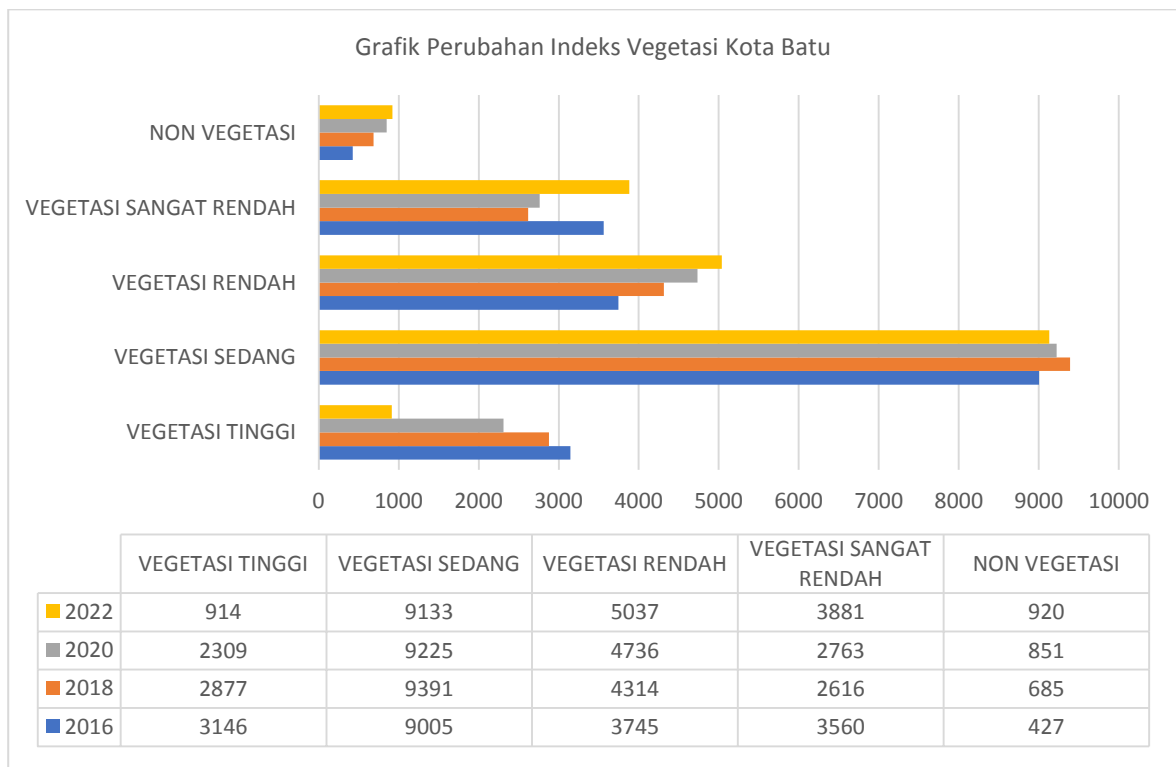
batas administrasi Kota Batu untuk kemudian diekstraksi menjadi data NDVI dan LST.

Dari gambar 3 Grafik Perubahan NDVI Kota Batu pada Tahun 2016- Tahun 2018 - Tahun 2020 - Tahun 2022 diketahui bahwa Kota Batu

mengalami perubahan signifikan indeks vegetasi. Diketahui persentase indeks non vegetasi Kota Batu mengalami peningkatan, pada tahun 2016 sebanyak 2%, pada Tahun 2018 sebanyak 3%, pada Tahun 2020 sebanyak 4% dan pada Tahun 2022 sebanyak 5%. Sementara pada indeks vegetasi tinggi mengalami penurunan pada Tahun 2016 sebanyak 16%, pada Tahun 2018 sebanyak 14%, pada Tahun 2020 sebanyak 12% dan pada Tahun 2022 sebanyak 5%.

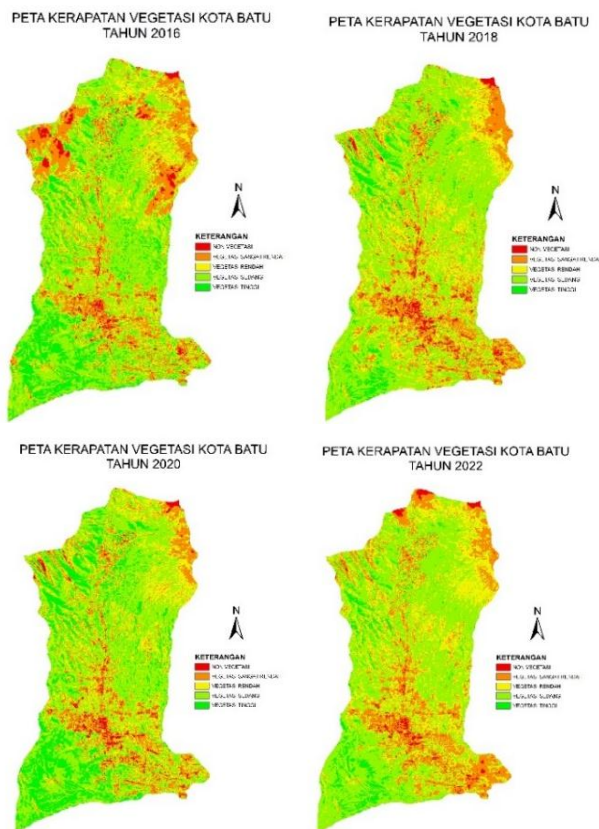
Lebih jelas mengenai perubahan indeks vegetasi di Kota Batu pada Tahun 2016 - Tahun 2018 – Tahun

2020 – Tahun 2022 dapat dilihat pada gambar 4 Peta *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)* Kota Batu Tahun 2016 – Tahun 2018 – Tahun 2020 – Tahun 2022 dengan pembagian 5 warna yaitu hijau untuk vegetasi tinggi, hijau muda untuk vegetasi sedang, kuning untuk vegetasi rendah, orange untuk vegetasi sangat rendah dan merah untuk non vegetasi. Berikut merupakan hasil nilai NDVI rata – rata Kota Batu pada tahun 2016 – Tahun 2018 – Tahun 2020 – Tahun 2022:



**Gambar 3 Grafik Perubahan *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)* Kota Batu Tahun 2016 – Tahun 2018 – Tahun 2020 – Tahun 2022**

Sumber: Hasil Analisis Peneliti, 2022



**Gambar 4** Peta *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) Kota Batu Tahun 2016 – Tahun 2018 – Tahun 2020 – Tahun 2022

Sumber: Hasil Analisis Peneliti, 2022

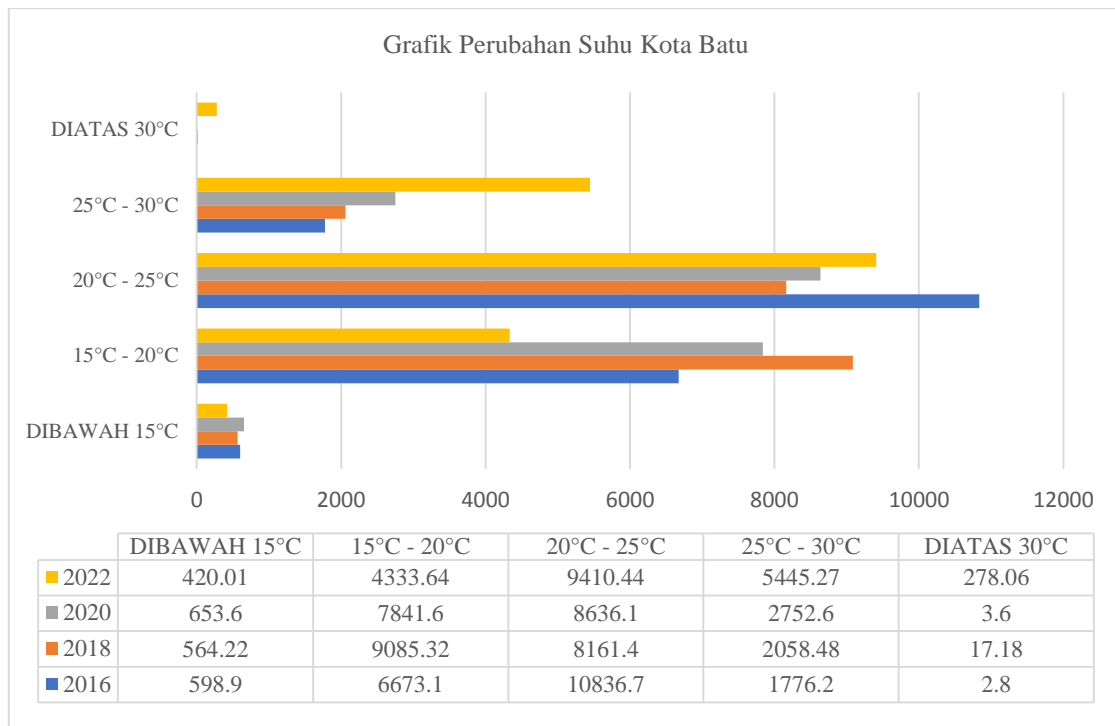
3. Perubahan Suhu Permukaan Kota Batu.

*Land surface temperature* (LST) sebagai indikator yang digunakan dalam mengukur suhu permukaan bumi dengan faktor perubahan suhu antara lain yaitu kegiatan manusia. Distribusi LST perlu diketahui pada suatu wilayah, agar dapat diketahui daerah mana saja yang mengalami kenaikan suhu permukaan dan selanjutnya dapat digunakan dalam proses perencanaan penggunaan dan pemanfaatan lahan. Dalam konteks Kota Batu, pada Tahun 2016 - Tahun 2018 - Tahun 2020 - Tahun 2022 grafik LST dibagi menjadi 5 yaitu dibawah 15°C, 15°C-20°C, 20°C-25°C, 25°C-30°C, diatas 30°C.

Pada gambar 5 Grafik Perubahan *Land Surface Temperature* (LST) Kota Batu Tahun 2016 – Tahun 2018 – Tahun 2020 – Tahun 2022 dapat diketahui bahwa

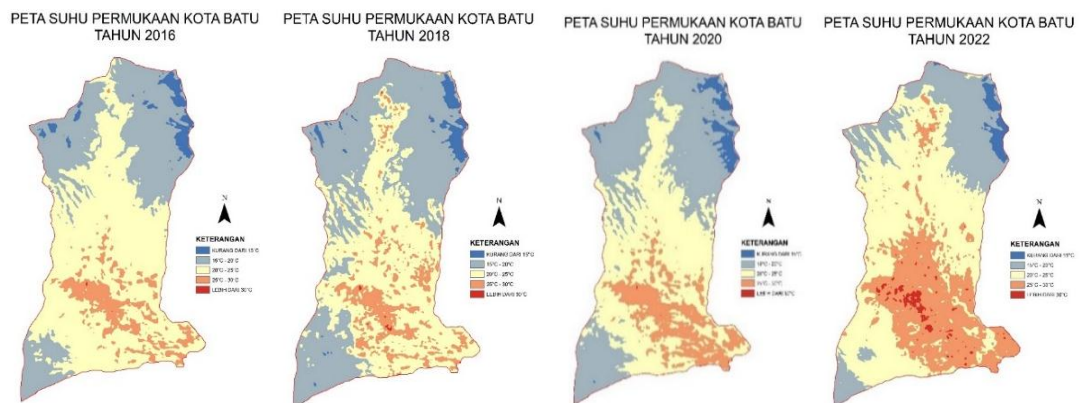
pada Tahun 2016 Kota Batu memiliki suhu rata-rata 20°C-25°C, pada Tahun 2018 Kota Batu memiliki suhu rata-rata 15°C-20°C tetapi mengalami penambahan luasan pada suhu diatas 30°C, pada tahun 2020 suhu rata-rata Kota Batu adalah 20°C-25°C dan mengalami penurunan luasan untuk suhu diatas 30°C hal ini dimungkinkan karena adanya pandemi covid-19 yang menyebabkan penurunan aktivitas pariwisata di Kota Batu, dan Kembali pada tahun 2022 aktivitas pariwisata yang mulai meningkat berakibat langsung pada kenaikan suhu di Kota Batu rata-rata berada pada suhu 20°C-25°C dan mengalami peningkatan luasan pada suhu diatas 30°C sebagaimana dapat dilihat pada gambar 5 Grafik Perubahan *Land surface temperature* (LST) Kota Batu Tahun 2016 – Tahun 2018 – Tahun 2020 – Tahun 2022.





**Gambar 5 Grafik Perubahan Land surface temperature (LST) Kota Batu Tahun 2016 – Tahun 2018 – Tahun 2020 – Tahun 2022**

Sumber: Hasil Analisis Peneliti, 2022



**Gambar 6. Peta Perubahan Land surface temperature (LST) Kota Batu Tahun 2016 - Tahun 2018 Tahun 2020 dan 2022**

Sumber: Hasil Analisis Peneliti, 2022

4. Analisis Korelasi Perubahan Indeks

Kerapatan Vegetasi Kota Batu (NDVI) dengan Perubahan Suhu Permukaan pada Tahun 2016 – Tahun 2018 – Tahun 2020 – Tahun 2022.

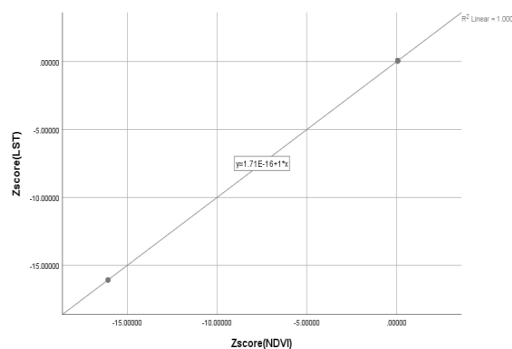
Analisis korelasi bertujuan untuk menyatakan derajat kekuatan hubungan antara dua variabel dengan besaran nilai koefisien korelasi

berkisar antara -1 hingga 1, dengan detail interpretasi sebagai berikut:

- a. 0 – 0.19 = korelasi antar variabel sangat lemah
- b. 0.20 – 0.39 = korelasi antar variabel lemah
- c. 0.40 – 0.59 = korelasi antar variabel cukup kuat
- d. 0.60 – 0.79 = korelasi antar variabel kuat
- e. 0.80 – 1.00 = korelasi antar variabel sangat kuat

Berdasarkan hasil analisa korelasi NDVI dan LST Pada Tahun 2016 – 2018 – 2020 – 2022 diketahui LST membangun korelasi positif kuat hingga sedang dengan NDVI di seluruh Kota Batu sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 7, 8, 9, 10. Pada Tahun 2016 analisis korelasi NDVI & LST menunjukkan koefisien korelasi bernilai +1 artinya koefisien korelasi memiliki hubungan linear positif sempurna. Nilai

*pearson correlation* menunjukkan nilai 1 artinya ada hubungan yang sangat kuat antara NDVI dan LST pada tahun 2016. Berdasarkan nilai probabilitas (*P-Value*) yang ditunjukkan oleh tabel nilai Sig antara NDVI dan LST adalah 0.000. Dibandingkan dengan nilai alpha sebesar 5% artinya nilai *P-Value* < 0.05 artinya H0 ditolak. Bisa disimpulkan bahwa korelasi antara NDVI dan LST memiliki hubungan yang signifikan.



		Zscore(NDVI)	Zscore(LST)
Zscore(NDVI)	Pearson Correlation	1	1.000**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	1557	1557
Zscore(LST)	Pearson Correlation	1.000**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	1557	1557

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

**Gambar 7. Analisis Korelasi NDVI & LST Tahun 2016**

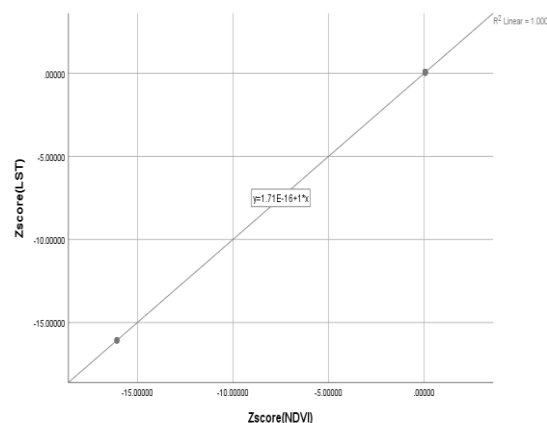
Sumber: Hasil Analisis Peneliti, 2022

Pada Tahun 2018 analisis korelasi NDVI & LST menunjukkan koefisien korelasi bernilai +1 artinya koefisien korelasi memiliki hubungan linear positif sempurna. Nilai *pearson correlation* menunjukkan nilai 1 artinya ada hubungan yang sangat kuat antara NDVI dan LST pada tahun 2018.

Berdasarkan nilai probabilitas (*P-Value*) yang ditunjukkan oleh tabel nilai Sig antara NDVI dan LST adalah 0.000. Artinya nilai *P-Value* < 0.05 artinya H0 ditolak.

Correlations			
		Zscore(NDVI)	Zscore(LST)
Zscore(NDVI)	Pearson Correlation	1	1.000**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	1557	1557
Zscore(LST)	Pearson Correlation	1.000**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	1557	1557

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).



**Gambar 7. Analisis Korelasi NDVI & LST Tahun 2018**

Sumber: Hasil Analisis Peneliti, 2022

Pada Tahun 2020 analisis korelasi NDVI & LST menunjukkan koefisien korelasi bernilai +1 artinya koefisien

korelasi memiliki hubungan linear positif sempurna. Nilai *pearson correlation* menunjukkan nilai 1 artinya



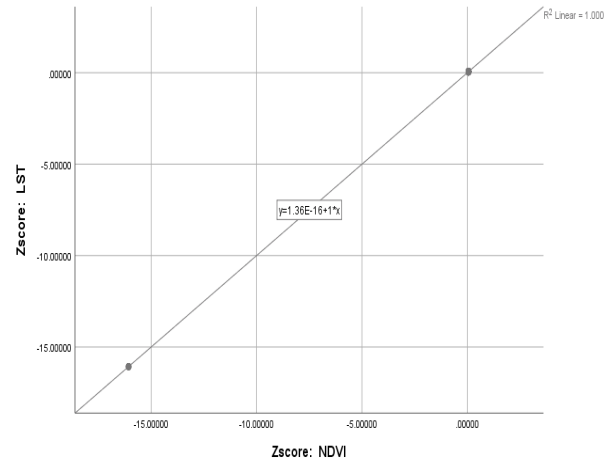
ada hubungan yang sangat kuat antara NDVI dan LST pada tahun 2020. Berdasarkan nilai probabilitas (*P-Value*) yang ditunjukkan oleh tabel nilai Sig antara NDVI dan LST adalah 0.000.

Dibandingkan dengan nilai alpha sebesar 5% artinya nilai *P-Value* < 0.05 artinya  $H_0$  ditolak. Bisa disimpulkan bahwa korelasi antara NDVI dan LST memiliki hubungan yang signifikan.

**Correlations**

		Zscore: LST	Zscore: NDVI
Zscore: LST	Pearson Correlation	1	1.000**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	1557	1557
Zscore: NDVI	Pearson Correlation	1.000**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	1557	1557

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).



**Gambar 8. Analisis Korelasi NDVI & LST Tahun 2020**

Sumber: Hasil Analisis Peneliti, 2022

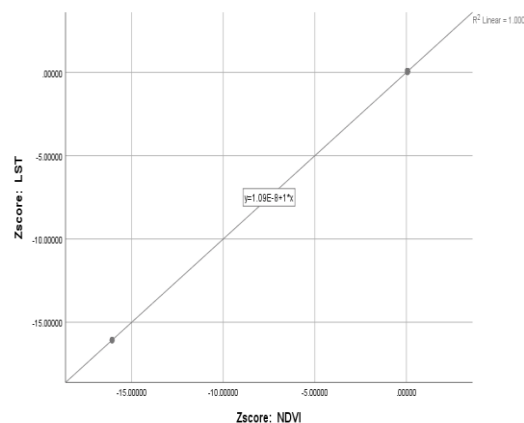
Pada Tahun 2022 analisis korelasi NDVI & LST menunjukkan koefisien korelasi bernilai +1 artinya koefisien korelasi memiliki hubungan linear positif sempurna. Nilai *pearson correlation* menunjukkan nilai 1 artinya ada hubungan yang sangat kuat antara NDVI dan LST pada tahun 2022.

Berdasarkan nilai probabilitas (*P-Value*) yang ditunjukkan oleh tabel nilai Sig antara NDVI dan LST adalah 0.000. Dibandingkan dengan nilai alpha sebesar 5% artinya nilai *P-Value* < 0.05 artinya  $H_0$  ditolak. Bisa disimpulkan bahwa korelasi antara NDVI dan LST memiliki hubungan yang signifikan

**Correlations**

		Zscore: LST	Zscore: NDVI
Zscore: LST	Pearson Correlation	1	1.000**
	Sig. (2-tailed)		.000
	N	1557	1557
Zscore: NDVI	Pearson Correlation	1.000**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	
	N	1557	1557

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).



**Gambar 9. Analisis Korelasi NDVI & LST Tahun 2022**

Sumber: Hasil Analisis Peneliti, 2022

## KESIMPULAN

Penelitian ini memberikan panduan praktis guna menyelidiki dampak peningkatan aktivitas pariwisata terhadap kenaikan suhu di Kota Batu pada kurun waktu Tahun 2016-Tahun 2018-Tahun 2020-Tahun 2022 dengan menggunakan analisa korelasi LST-NDVI menggunakan sensor satelit landsat pada Tahun 2016-Tahun 2018-Tahun 2020-Tahun 2022. Pada penelitian ini, ditemukan bahwa adanya korelasi antara LST dan NDVI yang kuat pada keseluruhan wilayah di Kota Batu, dimana penurunan indeks vegetasi yang terjadi di Kota Batu mempengaruhi kenaikan suhu.

Penelitian ini memberikan gambaran penelitian yang dapat dilakukan dimasa mendatang dengan mengisi kesenjangan (gap) dalam pengetahuan mengenai pariwisata perkotaan dan tantangan yang dihadapi Kota Wisata dari perspektif pariwisata berkelanjutan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aall, C. (2011). Energy use and leisure consumption in Norway: An analysis and reduction strategy. *Journal of Sustainable Tourism*, *19*(6), 729–745. <https://doi.org/10.1080/09669582.2010.536241>
- Aall, C. (2014). Sustainable Tourism in Practice: Promoting or Perverting the Quest for a Sustainable Development? *Sustainability 2014, Vol. 6, Pages 2562-2583*, *6*(5), 2562–2583. <https://doi.org/10.3390/SU6052562>
- Aall, C., & Koens, K. (2019). The discourse on sustainable urban tourism: The need for discussing more than overtourism. *Sustainability (Switzerland)*, *11*(15), 1–12. <https://doi.org/10.3390/su11154228>
- Edwards, D., Griffin, T., & Hayllar, B. (2008). Urban Tourism Research. Developing an Agenda. *Annals of Tourism Research*, *35*(4), 1032–1052. <https://doi.org/10.1016/j.annals.2008.09.002>
- Gao, Z., Gao, W., & Chang, N. Bin. (2011). Integrating temperature vegetation dryness index (TVDI) and regional water stress index (RWSI) for drought assessment with the aid of LANDSAT TM/ETM+ images. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, *13*(3), 495–503. <https://doi.org/10.1016/J.JAG.2010.10.005>
- Lenzen, M., Sun, Y. Y., Faturay, F., Ting, Y. P., Geschke, A., & Malik, A. (2018). The carbon footprint of global tourism. *Nature Climate Change 2018 8:6*, *8*(6), 522–528. <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0141-x>
- Liang, S., & Wang, J. (2020). Land surface temperature and thermal infrared emissivity. In *Advanced Remote Sensing*. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-815826-5.00007-6>
- Seto, K. C., Sánchez-Rodríguez, R., & Fragkias, M. (2010). The New Geography of Contemporary Urbanization and the Environment. *Http://Dx.Doi.Org/10.1146/Annurev-Environ-100809-125336*, *35*, 167–194. <https://doi.org/10.1146/ANNUREV-ENVIRON-100809-125336>
- The Link Between Tourism and Climate Change — Sea Going Green*. (2020, March 3). <https://www.seagoinggreen.org/blog/the-link-between-tourism-and-climate-change>
- What does astycene mean - Definition of astycene - Word finder*. (n.d.). Retrieved September 14, 2022, from <https://findwords.info/term/astycene>