



Analisis Spasial Temporal *Environmental Critical Index* (ECI) Kota Kendari

Spatial Temporal Analysis of Environmental Critical Index (ECI) in Kendari

LIES INDRIYANI¹, LA GANDRI¹, NUR ARAFAH², SAHINDOMI BANA², VIVI FITRIANI^{3*}, BASUKI³

¹Program Studi Ilmu Lingkungan, Fakultas Kehutanan dan Ilmu Lingkungan, Universitas Halu Oleo, Kendari.

²Program Studi Kehutanan, Fakultas Kehutanan dan Ilmu Lingkungan, Universitas Halu Oleo, Kendari

³Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Jember, Jl. Kalimantan No.37, Kab. Jember.

*fitriani.vivi88@gmail.com

ARTICLE INFO

Article history:

Received 19 October 2022

Accepted 6 July 2023

Published 31 July 2023

Keywords:

Environment Critical Index

Land Surface Temperature

Normalized Difference Vegetation Index

ABSTRACT

Changes in land use from vegetated land to developed land can reduce environmental quality such as increasing air temperature and trigger disasters such as landslides and floods. Land conversion from vegetated land to developed land have an impact on microclimate changes in urban areas. Analysis to determine the quality of the environment is to identify the environmental criticality index (ECI). ECI is defined as an index to determine critical areas based on the distribution of surface temperature and vegetation cover. The purpose of this study was to analyze the environmental criticality index of Kendari city based on Land Surface Temperature (LST) and Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) algorithms. Observation of the dynamics of surface temperature and vegetation density in Kendari City in two periods, 2014 and 2021, using Landsat-8 satellite imagery. This study uses Band 10 to estimate the brightness temperature value and convert it to surface temperature and Band 4 and Band 5 to calculate NDVI. In this study, the ECI class was divided into 3 classes, Low, Medium, and High, with range 0–10, 10–30, and > 30 respectively. In 2021, there was an increase in the area that experienced high environmental criticality when compared to the conditions in 2014. The area that experienced a high ECI in 2014 was 11.81 ha, and in 2021 it increasing to 103.95 ha. The increase in the area of high environmental criticality could be caused by changes in LST and vegetation density

INFORMASI ARTIKEL

Histori artikel:

Diterima 19 Oktober 2022

Disetujui 6 Juli 2023

Diterbitkan 31 Juli 2023

Kata kunci:

Environment Critical Index

Land Surface Temperature

Normalized Difference Vegetation Index

ABSTRAK

Perubahan alih fungsi lahan dari lahan bervegetasi ke lahan terbangun dapat menurunkan kualitas lingkungan seperti suhu udara yang meningkat dan dapat memicu timbulnya bencana seperti kejadian longsor dan banjir. Alih fungsi lahan dari lahan bervegetasi menjadi lahan terbangun memberi dampak pada perubahan iklim mikro di kawasan perkotaan. Analisis yang dapat dilakukan untuk mengetahui kualitas lingkungan adalah dengan mengidentifikasi *Environmental Critical Index* (ECI). ECI didefinisikan sebagai indeks untuk menentukan kawasan area kritis berdasarkan distribusi suhu permukaan dan ketersediaan tutupan vegetasi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis indeks kekritisan lingkungan Kota Kendari berdasarkan algoritma *Land Surface Temperature* (LST) dan *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). Pengamatan dinamika suhu permukaan dan kerapatan vegetasi di Kota Kendari dilakukan pada dua periode, yakni pada tahun 2014 dan 2021 dengan memanfaatkan citra satelit Landsat-8. Penelitian ini menggunakan *Band 10* untuk mengestimasi nilai *brightness temperature* dan dikonversi ke suhu permukaan serta *Band 4* dan *Band 5* untuk menghitung NDVI. Pada penelitian ini, kelas ECI dibagi menjadi 3 kelas yaitu Rendah, Sedang, dan Tinggi dengan rentang berturut-turut yaitu 0–10, 10–30, dan > 30. Pada tahun 2021, terjadi peningkatan luas wilayah yang mengalami kekritisan lingkungan yang tinggi bila dibandingkan dengan kondisi di tahun 2014. Peningkatan luasan wilayah yang mengalami ECI tinggi yaitu pada tahun 2014 seluas 11,81 ha mengalami peningkatan luasan pada tahun 2021 menjadi 103,95 ha. Peningkatan luasan wilayah yang mengalami kekritisan lingkungan tinggi dapat diakibatkan oleh perubahan LST dan kerapatan vegetasi.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dampak negatif yang ditimbulkan akibat perkembangan kawasan perkotaan dan industrialisasi adalah menurunnya kualitas lingkungan yang dapat memicu peningkatan suhu udara. Hal ini disebabkan oleh beragam aktivitas manusia yang berperan dalam meningkatnya suhu udara dan pelepasan gas rumah kaca (Dede *et al.*, 2019). Alih fungsi lahan dari lahan bervegetasi menjadi lahan terbangun memberi dampak pada perubahan iklim mikro di kawasan perkotaan, dapat dilihat dari suhu udara di perkotaan yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan suhu udara di kawasan sekitarnya (Hermawan, 2015). Vegetasi memiliki peran besar dalam menjaga ekosistem. Semakin rapat vegetasi di suatu kawasan maka akan semakin nyaman untuk ditinggali. Namun, perubahan hutan/lahan akibat pembangunan berbagai fasilitas maupun akibat aktivitas lainnya yang menggunakan/mengubah bentang alam, dapat menyebabkan terjadinya fragmentasi habitat, sehingga mengubah siklus ekologi dari suatu ekosistem (Yanti *et al.*, 2020). Hasil penelitian menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara tutupan vegetasi terhadap nilai suhu udara permukaan, semakin rendah tutupan atau kerapatan vegetasi maka semakin tinggi suhu udara di kawasan tersebut (Zhang *et al.*, 2010).

Perubahan alih fungsi lahan dari lahan bervegetasi ke lahan terbangun dapat menurunkan kualitas lingkungan seperti suhu udara yang meningkat dan dapat memicu timbulnya bencana seperti longsor dan banjir. Menurut Gandri (2019), tingkat bahaya banjir di Kota Kendari pada tahun 2013 menunjukkan luasan sebesar 13,62 % dan daerah yang berpotensi banjir sebesar 52,43% dari total wilayah. Hal ini terjadi karena adanya ekspansi kawasan ruang terbangun yang menyebabkan terjadinya bencana banjir di Kota Kendari. Sejalan dengan hal tersebut, penelitian yang dilakukan oleh Alwi *et al.* (2022) menyatakan bahwa Kota Kendari mengalami peningkatan UHI pada tahun 2019 sebesar 18,9% yang terjadi pada lahan-lahan terbangun, dan wilayah yang berpotensi mengalami fenomena UHI sebesar 20,65% dan akan terus meningkat apabila tutupan lahan bervegetasi, khususnya semak belukar, terkonversi menjadi lahan terbangun. Berdasarkan hal tersebut, maka sangat penting untuk mengetahui kondisi dan kualitas lingkungan Kota Kendari. Analisis yang dapat dilakukan untuk mengetahui kualitas lingkungan adalah dengan mengidentifikasi *Environmental Criticality Index* (ECI) atau indeks kekritisitas lingkungan.

ECI didefinisikan sebagai indeks untuk menentukan kawasan area kritis berdasarkan distribusi suhu permukaan dan ketersediaan tutupan vegetasi. Kondisi kekritisitas lingkungan terjadi akibat peningkatan suhu permukaan dan berkurangnya tutupan vegetasi. Secara mudahnya, dapat dijelaskan bahwa ECI berbanding lurus dengan dengan peningkatan suhu dan berbanding terbalik dengan tutupan vegetasi (Fadlin *et al.*, 2020; Senanayake *et al.*, 2013). Kajian kekritisitas lingkungan dilakukan berdasarkan algoritma suhu udara dan kerapatan vegetasi. Secara

spasial, pengamatan keduanya dapat dilakukan secara efektif dan efisien dengan memanfaatkan data citra satelit penginderaan jauh yang memiliki resolusi multi-temporal dan multi-spektral. Estimasi *land surface temperature* (LST) diperoleh dari saluran (*Band*) termal yang dianalisis menggunakan *radiative transfer equation*, sedangkan informasi kerapatan vegetasi diperoleh melalui *normalized difference vegetation* (NDVI) (Anbazzhagan S & Paramasivam CR, 2016; Nugroho *et al.*, 2016).

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah untuk mengetahui indeks kekritisitas lingkungan Kota Kendari berdasarkan algoritma LST dan NDVI. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi pemerintah daerah untuk penataan ruang serta menetapkan sebaran ruang terbuka hijau (RTH) secara efektif.

2. BAHAN DAN METODE

2.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa data citra Landsat-8 OLI serta *data ground check* untuk melakukan validasi data citra satelit.

2.2 Metode

Penelitian ini dilaksanakan di Kota Kendari, yang secara astronomis terletak di bagian selatan garis khatulistiwa di antara 3°54'30"-4°3'11" Lintang Selatan dan membentang dari Barat ke Timur di antara 122°23'-122°39' Bujur Timur (BPS Kota Kendari, 2015). Kota Kendari terdiri dari sepuluh kecamatan, namun penelitian ini hanya mengambil sampel penelitian pada empat kecamatan yaitu Kecamatan Baruga, Kecamatan Kambu, Kecamatan Kadia, dan Kecamatan Wua-Wua sebagai daerah perkembangan baru wilayah perkotaan. ECI dianalisis berdasarkan algoritma LST dan NDVI. Pengamatan dinamika suhu permukaan dan kerapatan vegetasi di Kota Kendari dilakukan pada dua periode yakni pada tahun 2014 dan 2021 dengan memanfaatkan citra satelit Landsat-8 OLI dengan *path* 112/*row* 635 yang diperoleh dari *United States Geological Survey* (USGS) (USGS, n.d.-a). Penelitian ini menggunakan *Band* 10 untuk mengestimasi nilai *brightness temperature* dan dikonversi ke suhu permukaan serta *Band* 4 dan *Band* 5 untuk menghitung NDVI. Metadata dari citra satelit yang digunakan dalam penelitian ini ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Metadata citra satelit Landsat 8 untuk *Band* 10

Konstanta termal	Nilai
K1	1321,08
K2	777,89
Faktor radiasi skala ulang	
M_i	0,000342
A_i	0,1
Nilai koreksi	
O_i	0,29

Untuk menghasilkan nilai ECI, langkah yang dilakukan adalah mengidentifikasi LST dan NDVI. Adapun tahapan identifikasi sebagai berikut:

1. Penentuan *spectral radiances* atau *Top of Atmosphere (ToA) Radiance* (Lλ).

Tahap awal dalam algoritma ini adalah input *Band 10*, yaitu konversi *digital number* (DN) menjadi *spectral radiances* (Lλ) dengan rumusan berikut (Avdan & Jovanovska, 2016):

$$L\lambda = ML \times Qcal + AL - Oi \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

- ML = faktor *multiplicative rescaling* pada spesifik *Band*,
- Qcal = Digital Number (DN)
- AL = faktor *additive rescaling* pada spesifik *Band*
- Oi = faktor koreksi *Band 10*

2. Penentuan *Brightness Temperature* (BT).

Tahapan selanjutnya adalah konversi nilai *spectral radiances* yang diperoleh dari persamaan (1) menjadi nilai *at-Satellite Brightness Temperature* dengan menggunakan algoritma sebagai berikut (Weng, 2014):

$$BT = K2 / \ln (K1 / L\lambda + 1) \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

- BT = *Brightness Temperature* dalam satuan kelvin,
- K1 = Konstanta kalibrasi suhu absolut (K)
- K2 = Konstanta kalibrasi spektral radian (W/(m².sr.μm) pada spesifik *Band* yang terdapat pada metadata citra,
- Lλ = *spectral radiances* (W/(m².sr.μm).

Nilai BT kemudian dikonversi ke dalam satuan derajat Celsius dengan persamaan:

$$BT (^{\circ}C) = BT(K) - 273,15 \dots\dots\dots (3)$$

3. Penentuan Indeks Kerapatan Vegetasi (NDVI).

NDVI adalah untuk mengukur kehijauan vegetasi yang berguna dalam memahami kerapatan vegetasi dan menilai perubahan kesehatan tanaman. NDVI dihitung sebagai rasio antara nilai dari *Band* merah (RED)(*Band 4*) dan *Band* inframerah dekat (NIR)(*Band 5*) dengan persamaan berikut(USGS, n.d.-b):

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED) \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

- NDVI = (*Band 5* – *Band 4*) / (*Band 5* + *Band 4*),
- RED = nilai DN pada *Band* merah
- NIR = nilai DN pada *Band* Inframerah dekat

4. Penentuan *Land Surface Emissivity*.

Untuk menghitung emisivitas permukaan, perlu dilakukan perhitungan *proportional vegetation* (Pv) terlebih dahulu, yaitu proporsi vegetasi yang memberikan estimasi setiap area dibawah tutupan lahan. Proporsi vegetasi dan tanah gundul diperoleh dari nilai *pixel* NDVI. Nilai Pv dapat diperoleh menggunakan

rumusan berikut (Jeevalakshmi et al., 2017; Sobrino et al., 2004)

$$Pv = [(NDVI - NDVI_s) / (NDVI_v + NDVI_s)]^2 \dots\dots(5)$$

atau

$$Pv = [NDVI - NDVI_{min}) / (NDVI_{max} + NDVI_{min})]^2(6)$$

Keterangan:

- NDVI_s = nilai *pixel* untuk tanah gundul atau nilai minimum dari *pixel* NDVI
- NDVI_v = nilai *pixel* untuk tutupan vegetasi atau nilai maksimum dari *pixel* NDVI

Nilai Pv selanjutnya digunakan untuk menghitung nilai *Land Surface Emissivity*, dengan persamaan berikut (Sobrino et al., 2004):

$$E = 0,004 \times PV + 0,986 \dots\dots\dots (7)$$

Keterangan:

- 0,004 = nilai rata-rata emisivitas vegetasi yang berkategori rapat
- 0,986 = nilai emisivitas standar lahan terbuka

5. Estimasi *Land Surface Temperature* (LST).

Perhitungan nilai LST menggunakan nilai BT dari *Band 10* dan emisivitas yang diperoleh dari Pv dan NDVI menggunakan rumusan sebagai berikut (Jeevalakshmi et al., 2017):

$$LST = BT / [1 + ((\lambda \times BT / \rho) * \ln(E))] \dots\dots\dots(8)$$

Keterangan:

- BT = *Brightness Temperature* (°C),
- λ = panjang gelombang rata-rata *Band 10*,
- E = emisivitas yang dihitung pada persamaan (5)
- P = (h*c/σ) sebesar 14.380 mK,
- C = kecepatan cahaya (3×10⁸ m/s),
- σ = konstanta Boltzmann senilai 1,38×10⁻²³ J/K,
- h = konstanta Plank senilai 6,626×10⁻³⁴

6. Penentuan Indeks Kekritisian Lingkungan (ECI).

Perbandingan antara nilai suhu permukaan lahan dengan nilai indeks vegetasi menunjukkan tingkat kekritisian lahan pada suatu area. Semakin tinggi nilai yang dihasilkan, maka semakin tinggi kekritisian lahan di area tersebut. Kedua nilai piksel antara LST dan NDVI harus disamakan terlebih dahulu dengan cara *stretching* ke nilai 1–255. Formula ECI dapat dijabarkan sebagai berikut (Senanayake et al., 2013):

$$ECI = \frac{LST_{stretch\ 1-255}}{NDVI_{stretch\ 1-255}} \dots\dots\dots (9)$$

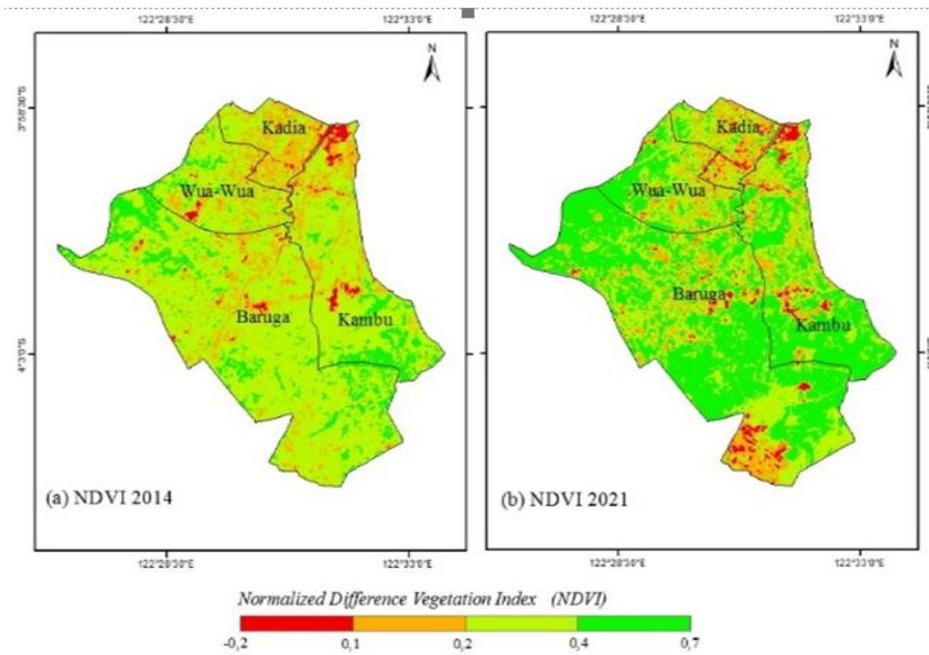
Kelas kekritisian lahan dibagi menjadi 4 kelas, yaitu non-kritis, rendah, sedang, dan tinggi. Nilai rata-rata dari ECI pada area kajian digunakan sebagai *threshold* atau batas untuk area yang termasuk dalam kategori non-kritis. Kelas lainnya dikategorikan sebagai area yang mengalami kekritisian lingkungan dengan tiga tingkatan yang dibagi menggunakan *quantile classification method*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Normalized Vegetation Index (NDVI) Kota Kendari

Keberadaan vegetasi menandakan adanya potensi stok biomassa dan karbon. NDVI dapat digunakan untuk merepresentasikan keberadaan vegetasi (Zaitunah *et al.*, 2018). Nilai NDVI memiliki rentang dari -1 hingga 1, dimana nilai -1 menunjukkan ketiadaan vegetasi sama

sekali sedangkan nilai 1 menunjukkan keberadaan vegetasi sempurna (Gorgani *et al.*, 2013). Nilai kerapatan vegetasi selanjutnya ditentukan dengan melakukan pengklasifikasian pada hasil analisis dari *Band 5* dan *Band 4*. Berdasarkan hasil analisis, ditentukan terdapat empat kelas tingkat kerapatan vegetasi di Kota Kendari pada empat wilayah sampel, yaitu Baik (0,4–0,7), Normal (0,2–0,4), Buruk (0,1–0,2), dan Sangat Buruk (-0,07–0,1). Dinamika sebaran NDVI secara spasial ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Sebaran Spasial NDVI Kota Kendari: (a) Tahun 2014, (b) Tahun 2021

Gambar 1a menunjukkan peta sebaran spasial NDVI pada tahun 2014 sedangkan Gambar 1b menunjukkan sebaran spasial NDVI tahun 2021. Berdasarkan Gambar 1, diketahui bahwa nilai NDVI minimum pada empat wilayah sampel Kota Kendari adalah -0,2 sedangkan nilai NDVI maksimum adalah 0,7. Semakin tinggi nilai NDVI maka tingkat kerapatan vegetasi semakin baik, sedangkan semakin rendah nilai NDVI menunjukkan tingkat

kerapatan yang sangat buruk atau tidak bervegetasi. Sebaran spasial NDVI pada empat wilayah sampel berfluktuatif. Warna merah pada peta menunjukkan nilai NDVI yang sangat buruk, yang pada tahun 2014 terlihat didominasi di bagian utara Kota Kambu, sedangkan pada Tahun 2021 lebih banyak ditemukan di bagian timur wilayah Baruga.

Tabel 2. Tingkat kerapatan vegetasi (NDVI) Kota Kendari tahun 2014

Tingkat kerapatan vegetasi	Kelas NDVI	Luas (ha)				Total luas (ha)
		Baruga	Kadia	Kambu	Wua-Wua	
Sangat buruk	-0,07-0,1	29,03	52,64	99,06	23,70	204,43
Buruk	0,1-0,2	455,96	402,72	541,56	445,07	1.845,31
Normal	0,2-0,4	5.834,92	5.947,89	5.931,47	5.758,90	23.473,18
Baik	0,4-0,7	734,54	5,15	301,15	208,10	1.248,94
Total Luas		7.054,45	6.408,40	6.873,23	6.435,76	26.771,85

Hasil klasifikasi tingkat kerapatan vegetasi tahun 2014 ditunjukkan pada Tabel 2. Terdapat empat kelas yaitu Sangat Baik dengan rentang nilai 0,4–0,7, yang secara umum tersebar seluas 1.248,94 ha, kelas Baik dengan rentang nilai 0,2–0,4 seluas 2.3473,18 ha, kerapatan Buruk dengan rentang nilai 0,1–0,2 seluas 1.845,31 ha, dan kerapatan sangat buruk dengan rentang -0,07–0,1 seluas

204,43 ha. Pada tahun 2014 diketahui bahwa wilayah yang memiliki kerapatan vegetasi yang baik adalah Baruga mencakup luasan sebesar 734,54 ha dari luas totalnya yaitu sebesar 7.054,45 Ha, sedangkan Kambu menjadi wilayah yang tingkat kerapatan vegetasinya sangat buruk yang mencakup luasan 99,06 ha dari luas total wilayah yang sebesar 6873,23 ha.

Tabel 3. Tingkat kerapatan vegetasi (NDVI) Kota Kendari tahun 2021

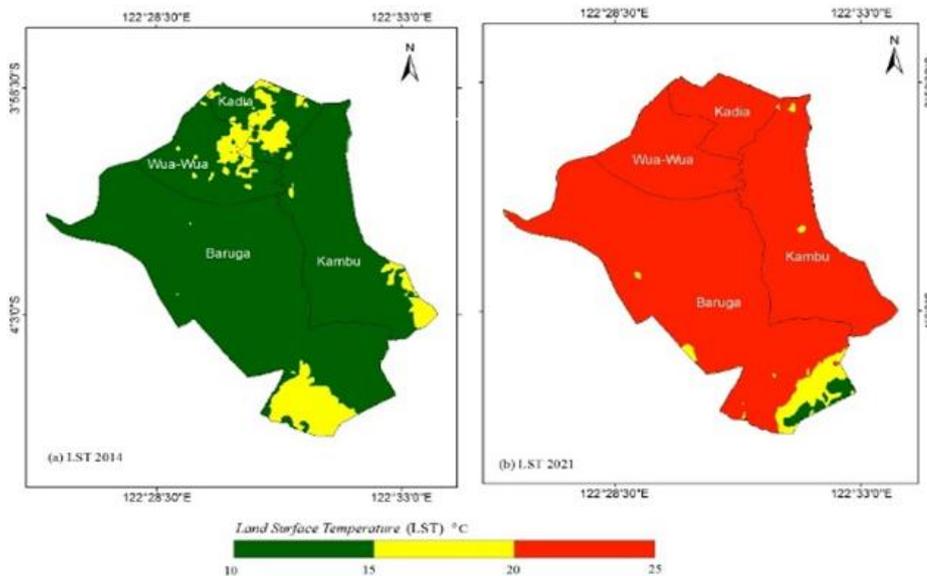
Tingkat kerapatan vegetasi	Kelas NDVI	Luas (ha)				Total luas (ha)
		Baruga	Kadia	Kambu	Wua-Wua	
Sangat buruk	-0,22-0,1	113,48	80,10	91,26	21,89	306,73
Buruk	0,1-0,2	497,95	252,73	271,47	213,91	1.236,06
Normal	0,2-0,4	2.244,65	1.103,28	1.508,15	955,90	5.811,99
Baik	0,4-0,7	3.536,57	71,09	2.368,53	1.114,32	7.090,52
Total Luas		6.392,65	1.507,21	4.239,42	2.306,02	14.445,29

Tabel 3 menunjukkan NDVI Kota Kendari tahun 2021. Berdasarkan Tabel 3, tingkat kerapatan vegetasi Kota Kendari di wilayah sampel diklasifikasikan menjadi empat kelas, yaitu Sangat Baik dengan luasan sebesar 7.090,52 ha, tingkat kerapatan Baik seluas 5.811,99 ha, tingkat kerapatan Buruk seluas 1.236,06 ha, dan tingkat kerapatan Sangat Buruk mencakup luasan sebesar 306,73 ha. Jika dibandingkan dengan tingkat kerapatan pada tahun 2014, tingkat kerapatan vegetasi Sangat Buruk mengalami peningkatan pada tahun 2021 yang semula seluas 204,43 ha

bertambah menjadi 306,73 ha, sedangkan tingkat kerapatan Baik berkurang menjadi 5.811,99 ha dari tahun 2014.

3.2 Land Surface Temperature (LST) Kota Kendari

Dinamika sebaran spasial LST Kota Kendari pada empat wilayah sampel bervariasi dengan suhu minimum 10 °C hingga suhu maksimum 25 °C seperti yang ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Sebaran Spasial LST Kota Kendari (a) Tahun 2014, (b) Tahun 2021

Gambar 2a menunjukkan dinamika spasial LST Kota Kendari tahun 2014, sedangkan Gambar 2b menunjukkan dinamika spasial Kota Kendari tahun 2021. Berdasarkan Gambar 2, terlihat bahwa Kota Kendari, khususnya Kecamatan Wua-Wua, Kadia, Kambu dan sebagian besar

Kecamatan Baruga memiliki LST yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan LST Kota Kendari pada tahun 2014. Perbedaan yang cukup signifikan terlihat pada sebaran LST Kota Kendari antara tahun 2014 dan tahun 2021.

Tabel 4. Kelas LST Kota Kendari tahun 2014

Tingkatan LST	Kelas LST	Luas (ha)				Total luas (ha)
		Baruga	Kadia	Kambu	Wua-Wua	
Rendah	10-15	7.611,70	7.603,20	7.592,93	7.604,78	30.412,61
Sedang	15-20	408,06	350,70	127,31	337,31	1.223,38
Tinggi	20-25	-	-	-	-	-
Total luas		8.019,76	7.953,90	7.720,24	7.942,09	31.635,99

Tabel 5. Kelas LST Kota Kendari tahun 2021

Tingkatan LST	Kelas LST	Luas (ha)				Total luas (ha)
		Baruga	Kadia	Kambu	Wua-Wua	
Rendah	10-15	112,22	-	-	-	112,22
Sedang	15-20	266,21	1,49	12,68	-	280,37
Tinggi	20-25	8.139,92	8.137,45	8.137,45	8.137,45	32.552,26
Total luas		8.518,35	8.138,93	8.150,12	8.137,45	32.944,85

Klasifikasi LST Kota Kendari tahun 2014 dapat dilihat pada Tabel 4. Terdapat tiga kelas yaitu kelas rendah, kelas sedang, dan kelas tinggi. Berdasarkan Tabel 3, diketahui bahwa pada tahun 2014, suhu terendah kota Kendari pada wilayah sampel adalah 10–15 °C meliputi sebagian besar wilayah yaitu seluas 30.412,61 ha, sedangkan suhu tinggi tidak terdapat di empat wilayah sampel, dan suhu sedang yaitu 15–20 °C dengan luas wilayah sebesar 1.223,38 ha.

Berdasarkan Tabel 5 yaitu kelas LST tahun 2021, diketahui bahwa suhu rendah hanya terdapat di wilayah Kecamatan Baruga dengan luasan sebesar 112,22 ha, sedangkan tiga kecamatan lainnya yaitu Kadia, Kambu dan Wua-Wua tidak terdapat suhu rendah. Sedangkan untuk suhu tinggi, semua wilayah mengalami suhu tinggi 20–25 °C meliputi Sebagian besar wilayah yaitu sebesar 32.552,26 ha dari total luas wilayah 32.944,85 ha. Berdasarkan Tabel 5 juga terlihat bahwa Kecamatan Wua-Wua secara keseluruhan mengalami suhu tinggi dengan total luas wilayah 8.137,45 ha. Jika dibandingkan dengan LST pada tahun 2014, maka terjadi peningkatan LST yang signifikan dari empat wilayah sampel, dimana pada tahun 2014 tidak terdapat suhu tinggi tetapi pada tahun 2021, semua wilayah sampel didominasi LST yang tinggi.

3.3 Indeks Kekritisn Lingkungan (ECI) Kota Kendari

ECI atau indeks kekritisn lingkungan merupakan indeks yang digunakan untuk mengetahui kualitas dari suatu lingkungan. Nilai ECI diperoleh dari nilai rasio antara LST dan NDVI. Apabila tutupan vegetasi berkurang, maka suhu permukaan meningkat (Aprilia et al., 2021). Pada penelitian ini, kelas ECI dibagi menjadi tiga kelas yaitu Rendah, Sedang, dan Tinggi dengan rentang nilai berturut-turut yaitu 0–10, 10–30, dan > 30. Dinamika spasial sebaran ECI Kota Kendari ditunjukkan pada Gambar 3.

Gambar 3a menunjukkan dinamika spasial ECI Kota Kendari Tahun 2014, dan Gambar 3b menunjukkan dinamika spasial ECI kota Kendari Tahun 2021. Berdasarkan Gambar 3, terlihat bahwa dinamika spasial tingkat kekritisn lingkungan (ECI) Kota Kendari bervariasi.

Tabel 6 menunjukkan klasifikasi ECI di Kota Kendari pada tahun 2014. Berdasarkan tabel tersebut, diketahui bahwa hasil analisis ECI dengan menggunakan algoritma LST dan NDVI terdapat luasan total sebesar 33.389,16 ha. Wilayah yang memiliki tingkat kekritisn lingkungan yang sangat tinggi adalah wilayah Wua-Wua dengan luasan sebesar 6,73 ha dari total luas wilayah, sedangkan tingkat kekritisn sedang paling banyak ditemukan di wilayah Kadia seluas 186,41 Ha. Secara umum Kota Kendari khususnya wilayah sampel lebih didominasi tingkat kekritisn rendah yaitu mencakup luasan 32.838,31 ha dari total luasan wilayah keempat sampel.

Tabel 6. Indeks Kekritisn Lingkungan (ECI) Kota Kendari tahun 2014

Tingkat kekritisn lingkungan	Klasifikasi	Luas (ha)				Total luas (ha)
		Baruga	Kadia	Kambu	Wua-Wua	
Rendah	0–10	8.205,77	8.215,56	8.211,40	8.205,58	32.838,31
Sedang	10–30	91,39	186,04	163,41	98,20	539,04
Tinggi	>30	0,15	4,26	0,66	6,73	11,81
Total Luas		8.297,31	8.405,87	8.375,47	8.310,51	33.389,16

Tabel 7. Indeks Kekritisn Lingkungan (ECI) Kota Kendari tahun 2021

Tingkat kekritisn lingkungan	Klasifikasi	Luas (ha)				Total luas (ha)
		Baruga	Kadia	Kambu	Wua-Wua	
Rendah	0–10	6.579,39	6.942,32	6.798,89	6.595,11	26.915,70
Sedang	10–30	889,83	472,27	392,56	436,19	2.190,86
Tinggi	>30	40,50	21,52	35,94	6,00	103,95
Total Luas		7.509,72	7.436,10	7.227,39	7.037,30	29.210,51

ECI Kota Kendari Tahun 2021 ditampilkan pada Tabel 7. Berdasarkan tabel tersebut diketahui bahwa indeks kekritisitas lingkungan Rendah mencakup luasan 26.915, 70 ha, indeks Sedang 2.190,86 ha, dan indeks ECI Tinggi seluas 103,95 ha. Pada tahun 2021, wilayah dengan indeks kekritisitas lingkungan Tinggi adalah Baruga dengan luasan 40,50 ha, sedangkan wilayah dengan Indeks kekritisitas Rendah adalah wilayah Kambu dengan luasan 6.798,89 Ha.

Bila dibandingkan dengan tahun 2014, terjadi peningkatan luasan wilayah yang mengalami kekritisitas lingkungan yang tinggi yaitu pada tahun 2014 seluas 11,81 ha mengalami peningkatan luasan pada tahun 2021 menjadi 103,95 ha. Peningkatan luasan wilayah yang mengalami tingkat kekritisitas lingkungan tinggi dapat diakibatkan oleh perubahan LST dan kerapatan vegetasi. Peningkatan jumlah penduduk dapat menyebabkan perubahan tutupan lahan yang mengakibatkan wilayah bervegetasi semakin berkurang akibat bertambahnya jumlah pemukiman menyebabkan peningkatan suhu udara akibat kepadatan penduduk. Berdasarkan data BPS Kota Kendari, (2021), Laju pertumbuhan penduduk tahun 2010–2021 diketahui bahwa laju pertumbuhan di empat kota sampel yaitu Baruga sebesar 5,39%, Kadia sebesar -0,67%, Kambu sebesar -0,90 %, dan Wua-Wua sebesar 3,10%. Faktor peningkatan laju pertumbuhan penduduk menjadi salah satu penyebab mengapa pada tahun 2021 Kecamatan Baruga mengalami tingkat kekritisitas lingkungan tinggi dengan luasan sebesar 40,50 ha.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dalam penelitian ini adalah pada tahun 2014, Kota Kendari khususnya wilayah sampel lebih didominasi tingkat kekritisitas rendah yaitu mencakup luasan 32.838,31 ha dari total sedangkan nilai Indeks kekritisitas lingkungan di Kota Kendari pada tahun 2022 yaitu indeks kekritisitas lingkungan Rendah mencakup luasan 26.915,70 ha, indeks ECI Sedang 2.190,86 ha, dan indeks ECI Tinggi seluas 103,95 ha. Pada tahun 2021, wilayah dengan indeks kekritisitas lingkungan Tinggi adalah Baruga dengan luasan 40,50 ha, sedangkan wilayah dengan indeks kekritisitas Rendah adalah wilayah Kambu dengan luasan 6.798,89 Ha. Pada tahun 2021, terjadi peningkatan luas wilayah yang mengalami kekritisitas lingkungan yang tinggi bila dibandingkan dengan kondisi di tahun 2014.

DAFTAR PUSTAKA

Alwi, L.O., Gandri, L., Hidayat, H., Rahmatiah Tuwu, E., Bana, S., Fitriani, V., & Indriyani, L. (2022). Analisis Spasial Fenomena Urban Heat Island Kota Kendari Menggunakan Algoritma Land

Surface Temperature. *Jurnal Meteorologi Dan Geofisika*, 23(2), 109–118.

Anbazzhagan S, & Paramasivam CR. (2016). Statistical Correlation between Land Surface Temperature (LST) and Vegetation Index (NDVI) using Multi-Temporal Landsat TM Data. *Cloud Publications International Journal of Advanced Earth Science and Engineering*, 5(1), 409. <http://scientific.cloud-journals.com/index.php/IJAESE/article/view/Sci-409>

Aprilia, H. C., Jumadi, J., & Mardiah, A. N. R. (2021). Environmental Critical Analysis of Urban Heat Island Phenomenon Using ECI (Environmental Critically Index) Algorithm in Surakarta City and Its Surroundings. *International Journal for Disaster and Development Interface*, 1(1). <https://doi.org/10.53824/ijddi.v1i1.4>

Avdan, U., & Jovanovska, G. (2016). Algorithm for automated mapping of land surface temperature using LANDSAT 8 satellite data. *Journal of Sensors*, 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/1480307>

BPS Kota Kendari. (2015). *Statistik Daerah Kota Kendari 2015*.

BPS Kota Kendari. (2021). *Kota Kendari Dalam Angka 2021*.

Dede, M., Pramulatsih, G. P., Widiawaty, M. A., Ramadhan, Y. R., & Ati, A. (2019). Dinamika Suhu Permukaan dan Kerapatan Vegetasi di Kota Cirebon. *Jurnal Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika*, 6(1), 23–30.

Fadlin, F., Kurniadin, N., & Astrolabe Sian Prasetya, F. (2020). Analisis Indeks Kekritisitas Lingkungan di Kota Makassar Menggunakan Citra Satelit Landsat 8 Oli/Tirs. *Jurnal Geodesi Dan Geomatika*, 03(01), 55–63.

Gandri, L., Jawardi Purwanto, M. Y., Sulistyantara, B., & Medrial Zain, A. F. (2019). Pemodelan Bahaya Banjir Kawasan Perkotaan (Studi Kasus di Kota Kendari). *Jurnal Keteknik Pertanian*, 7(1).

Gorgani, S. A., Panahi, M., & Rezaie, F. (2013). The Relationship between NDVI and LST in the urban area of Mashhad, Iran. *International Conference on Civil Engineering Architecture & Urban Sustainable Development*.

Hermawan, E. (2015). Fenomena Urban Heat Island (Uhi) Pada Beberapa Kota Besar Di Indonesia Sebagai Salah Satu Dampak Perubahan Lingkungan Global. *Jurnal Citra Widya Edukasi*, VII, 33–45.

Jeevalakshmi, D., Narayana Reddy, S., & Manikiam, B. (2017). Land surface temperature retrieval from LANDSAT data using emissivity estimation. *International Journal of Applied Engineering Research*, 12(20), 9679–9687. <http://www.ripublication.com>

- Nugroho, S., Wijaya, A., & Sukmono, A. (2016). Analisis Pengaruh Perubahan Vegetasi Terhadap Suhu Permukaan Di Wilayah Kabupaten Semarang Menggunakan Metode Penginderaan Jauh. *Jurnal Geodesi Undip*, 5(1), 253–263.
- Senanayake, I. P., Welivitiya, W. D. D. P., & Nadeeka, P. M. (2013). Remote sensing based analysis of urban heat islands with vegetation cover in Colombo city, Sri Lanka using Landsat-7 ETM+ data. *Urban Climate*, 5, 19–35. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2013.07.004>
- Sobrino, J. A., Jiménez-Muñoz, J. C., & Paolini, L. (2004). Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5. *Remote Sensing of Environment*, 90(4), 434–440. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2004.02.003>
- USGS. (n.d.-a). EarthExplorer - USGS.gov. Retrieved August 20, 2022, from <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- USGS. (n.d.-b). Landsat Normalized Difference Vegetation Index . Retrieved August 11, 2022, from <https://www.usgs.gov/landsat-missions/landsat-normalized-difference-vegetation-index>
- Weng, Q. (2014). A remote sensing – GIS evaluation of urban expansion and its impact on surface temperature in the Zhujiang Delta , China. *International Journal of Remote Sensing*, 22(10), 1999–2014.
- Yanti, D., Megantara, D., Muhamad, A., Meiwanda, S., Izzul, S., Sugandi, M. D., & Ridwana, R. (2020). Analisis Kerapatan Vegetasi di Kecamatan Pangandaran melalui Citra Landsat 8. *Jurnal Geografi, Edukasi Dan Lingkungan (JGEL)*, 4(1), 32–38. <https://doi.org/10.29405/jgel.v4i1.4229>
- Zaitunah, A., Samsuri, Ahmad, A. G., & Safitri, R. A. (2018). Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) Analysis for Land Cover Types Using Landsat 8 OLI in Besitang Watershed, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 126, 012112. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/126/1/012112>
- Zhang, X. X., Wu, P. F., & Chen, B. (2010). Relationship between vegetation greenness and urban heat island effect in Beijing City of China. *Procedia Environmental Sciences*, 2, 1438–1450. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2010.10.157>