
Identifikasi Urban Heat Island dan Faktor yang Mempengaruhinya Menggunakan *Google Earth Engine*

(Studi Kasus Kabupaten Karawang)

Ervan Ferdiansyah¹, Willy Ratno Penggalih²

^{1,2}Program Studi Klimatologi, STMKG, Indonesia

ABSTRACT

Karawang merupakan salah satu kota industri di Indonesia. Jumlah lahan industri di kabupaten karawang terus meningkat dan berpotensi menyebabkan terbentuknya Urban Heat Island (UHI) di wilayah tersebut. Terbentuknya UHI di kabupaten karawang dapat berdampak pada kenyamanan termal. Identifikasi UHI di wilayah kabupaten Karawang dapat dilakukan melalui analisis spasial dengan memanfaatkan *Google Earth Engine* Sehingga didapatkan peta UHI dan peta tutupan lahan. Pada periode 2015-2019 wilayah urban atau perkotaan mengalami peningkatan sebesar 1,49% disertai penurunan wilayah lahan kosong sebesar 0,01% dan lahan pertanian sebesar 0,78%. Pada periode 2015 hingga 2019, kondisi UHI di kabupaten karawang terpusat di Kecamatan Karawang Barat hingga Kecamatan Cikampek, hal ini dikarenakan UHI terdeteksi di wilayah kawasan industri, pusat kota, kawasan dengan lalu lintas padat dan tingkat aktivitas penduduk yang tinggi.

Kata kunci: *Urban Heat Island*, *Google Earth Engine*, Suhu

Ervan Ferdiansyah,
Program Studi Klimatologi,
Sekolah Tinggi Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika, Indonesia,
Jl. Perhubungan I No.5 Pondok Betung, Bintaro, Kec. Pd. Aren, Kota Tangerang Selatan, Banten 15221.
Email: corresp-author@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Karawang merupakan salah satu kota industri di Indonesia yang terus berkembang. hingga tahun 2018 terdapat 13.756,358 hektar luas lahan yang dialokasikan sebagai lahan industri [1]. Meningkatnya jumlah pabrik yang ada di Kabupaten Karawang menyebabkan terjadinya konversi lahan. Lahan-lahan kosong diubah menjadi kawasan perumahan guna memenuhi kebutuhan manusia. Apabila penutupan lahan bervegetasi dan badan air dikonversi menjadi daerah non vegetasi seperti pemukiman akan menyebabkan meluasnya daerah panas dan kering [2]. Selain itu berkurangnya RTH dapat juga menyebabkan terjadinya UHI (*Urban Heat Island*).

Fenomena UHI merupakan bentuk dari adanya perubahan iklim lokal. menurut EPA (Environmental Protection Agency) pada tahun 2005 [3], UHI merupakan permasalahan utama kota-kota di dunia. UHI dapat menyebabkan lingkungan menjadi tidak nyaman, kualitas udara menjadi buruk, kesehatan manusia terganggu dengan adanya gelombang panas, dan juga pencemaran air serta lingkungan.

Untuk menganalisis UHI dan persebarannya dapat dilakukan analisis secara spasial dengan memanfaatkan citra satelit. Era digital saat ini memberikan dampak positif bagi pengolahan data secara spasial. Google Earth Engine hadir sebagai platform analisis geospasial berbasis *cloud*, yang memungkinkan para penggunanya untuk memvisualisasikan dan menganalisis hasil citra satelit dan dapat digunakan untuk berbagai macam kepentingan ilmu pengetahuan.

Indikasi fenomena UHI di Kabupaten Karawang dapat dilihat dan dianalisis menggunakan *Google Earth Engine*. Dengan melihat perubahan luasan area terdampak UHI kita dapat mengaitkannya dengan peta perubahan penggunaan lahan, dan dapat melakukan perencanaan pembangunan kota yang lebih baik. Sehingga nantinya hasil penelitian ini dapat dijadikan bahan pertimbangan dalam perencanaan pembangunan kota karawang dengan memperhatikan kondisi UHI.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Wilayah Kajian

Wilayah penelitian terdapat di Kabupaten Karawang Berdasarkan geografisnya wilayah Kabupaten Karawang terletak di antara 107°02' – 107°40' BT dan 5°56' – 6°34' LS. Kabupaten Karawang memiliki luas wilayah keseluruhan 1.753,27 km². Secara wilayah administratif, Kabupaten Karawang terdiri dari 30 kecamatan [1]

2.2. Alat dan Bahan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah beberapa perangkat lunak seperti Ms. Excel 2016, *Google Earth Engine*, dan ArcGIS 10.5. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini berupa data iklim dan data citra satelit. Data iklim yang digunakan adalah data suhu udara rata-rata dan suhu udara minimum harian yang didapat dari hasil observasi stasiun Meteorologi Soekarno Hatta dengan periode 2001-2019. Data citra satelit yang digunakan adalah data dari *Landsat-8* yang didapat dari USGS (*United States Geological Survey*) dengan waktu perekaman tahun 2015 dan tahun 2019 *path* 120 *row* 65. Data citra yang digunakan adalah data Band 4, Band 5, Band 10 dan Band 11.

2.3. Prosedur Penelitian

Secara garis besar prosedur penelitian ini meliputi perhitungan pendugaan suhu udara rata-rata, perhitungan pendugaan kelembaban rata-rata, dan perhitungan Urban Heat Island (UHI). Pendugaan suhu udara pada penelitian ini dilakukan karena tidak terdapat stasiun Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) di wilayah Karawang. Pendugaan suhu udara dilakukan dengan rumus yang dikemukakan oleh Braak [4] dimana setiap kenaikan 100 m terjadi penurunan suhu udara sebesar 0,6 C [5] sebagaimana ditulis dalam rumus di bawah ini:

$$T_n = T_x - (0,01 \times h \times 0.6 \text{ } ^\circ\text{C}) \quad (1)$$

Keterangan:

T_n : Suhu udara yang diduga ($^\circ\text{C}$)

T_x : Suhu udara stasiun referensi ($^\circ\text{C}$)

h : Selisih ketinggian lokasi pendugaan dengan stasiun referensi ($^\circ\text{C}$)

Pendugaan kelembaban relatif ini menggunakan pedoman FAO 56 dengan menggunakan nilai suhu maksimum, minimum, dan rata-rata dari data suhu dengan asumsi titik embun suhu hampir sama dengan suhu minimum harian [6].

$$e_a = 0,6108 \exp \exp \left[\frac{(17,27 \times T_{min})}{T_{min} + 237,3} \right] \quad (2)$$

$$e_x = 0,6108 \exp \exp \left[\frac{(17,27 \times T)}{T + 237,3} \right] \quad (3)$$

$$RH = \frac{e_a}{e_x} \times 100 \quad (4)$$

Keterangan:

e_a : Tekanan uap udara sebenarnya (hPa)

e_x : Tekanan uap jenuh udara (hPa)

T_{min} : Suhu udara ($^\circ\text{C}$)

T : Suhu udara minimum ($^\circ\text{C}$)

RH : Kelembaban relatif (%)

Brightness Temperature diperoleh dari hasil konversi nilai reflektan, dalam perhitungan ini data yang digunakan adalah data reflektan dari *Band* 10 dan *Band* 11 dan juga konstanta termal (Tabel 1) sehingga menghasilkan dua nilai yaitu TB10 (band 10) dan TB11 (band 11). Perhitungan *Brightness temperature* (TB) dapat menggunakan formula sebagai berikut (USGS, 2013[7]).

$$TB = \frac{K2}{\ln \ln \left(\frac{K1}{L_\lambda} + 1 \right)} \quad (5)$$

Keterangan:

TB : *Brightness temperature (K)*

L_λ : *TOA Spectral radiance*

$K1$: *Selisih ketinggian lokasi pendugaan dengan stasiun referensi (°C)*

$K2$: *Band-specific thermal conversion constant from the metadata*

Tabel 1. Nilai *Radiance* dan Konstanta

Keterangan	Band 10	Band 11	Band 4	Band 5
<i>Radiance Multiplier</i>	0,0003342	0,0003342	Lihat pada metadata	Lihat pada metadata
<i>Radiance Add</i>	0,1	0,1	Lihat pada metadata	Lihat pada metadata
K1	774,89	480,89	-	-
K2	1321,08	1201,14	-	-

Sumber: [7], [8]

Perhitungan NDVI dilakukan sebagai pertimbangan vegetasi di wilayah penelitian. Nilai NDVI berkisar dari -1 sampai +1, semakin mendekati 1 menandakan wilayah tersebut memiliki nilai kerapatan vegetasi yang tinggi [9]. Berdasarkan Latif [10] nilai NDVI dapat diperoleh menggunakan persamaan berikut:

$$NDVI = \frac{Band\ 5 - Band\ 4}{Band\ 5 + Band\ 4} \quad (6)$$

Keterangan:

$NDVI$ = *Normalized Difference Vegetation Index*

$Band\ 4$ = *Saluran merah pada Landsat 8*

$Band\ 5$ = *Saluran inframerah dekat pada Landsat 8*

Untuk mengestimasi nilai *Land Surface Temperature (LST)* diperlukan data *Brightness Temperature band 10* dan *band 11*, serta nilai rata-rata dan nilai selisih dari *LSE 10* dan *LSE 11* [10].

$$m = \frac{LSE\ B10 + LSE\ B11}{2} \quad (7)$$

$$\Delta m = LSE\ B10 - LSE\ B11 \quad (8)$$

Keterangan:

m = *mean of LSE / nilai rata-rata LSE*

Δm = *difference of LSE/ nilai selisih LSE*

$LSE\ B10$ = *Nilai LSE band 10 yang telah diperoleh*

$LSE\ B11$ = *Nilai LSE band 11 yang telah diperoleh*

Perhitungan LST adalah sebagai berikut (Rajeshwari, 2014):

$$LST = TB10 + C1(TB10 - TB11) + C2(TB10 - TB11)^2 + C0 + (C3 + C4W)(1 - M) + (C5 + C6W)\Delta M \quad (9)$$

Keterangan:

LST = *mean of LSE / nilai rata-rata LSE*

$C0 - C6$ = *difference of LSE/ nilai selisih LSE*

$TB10, TB11$ = *Nilai LSE band 10 yang telah diperoleh*

m = *Nilai LSE band 11 yang telah diperoleh*

W = *Atmosphere Water Vapour Content = 0,013*

Δm = *Selisih nilai LSE band 10 dan band 11*

Dengan menggunakan data LST hasil ekstraksi data Landsat 8 maka akan didapat UHI.

Selain itu nilai UHI juga dapat ditentukan menggunakan memodifikasi persamaan yang disampaikan oleh Rajasekar dan Weng (2009) dan memasukan persamaan yang disampaikan oleh Ma, dkk (2010) sebagai berikut (Jatmiko, 2015 [7]):

$$UHI = T_{mean} - (\mu + 0,5\alpha) \quad (10)$$

Keterangan:

UHI = Urban Heat Island

T_{mean} = Land Surface Temperature ($^{\circ}C$)

μ = Nilai rerata Land Surface Temperature ($^{\circ}C$)

α = Nilai standar deviasi LST ($^{\circ}C$)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Tutupan Lahan

Klasifikasi tutupan lahan di Kabupaten Karawang dari tahun 2015 hingga 2019 mengalami perubahan, dapat dilihat pada tabel 2 Luas lahawn perkotaan mengalami peningkatan sedangkan luas lahan basah permanen, pertanian, sayuran dan lahan kosong mengalami penurunan.

Tabel 2. Klasifikasi tutupan lahan Kabupaten Karawang tahun 2015 dan 2019

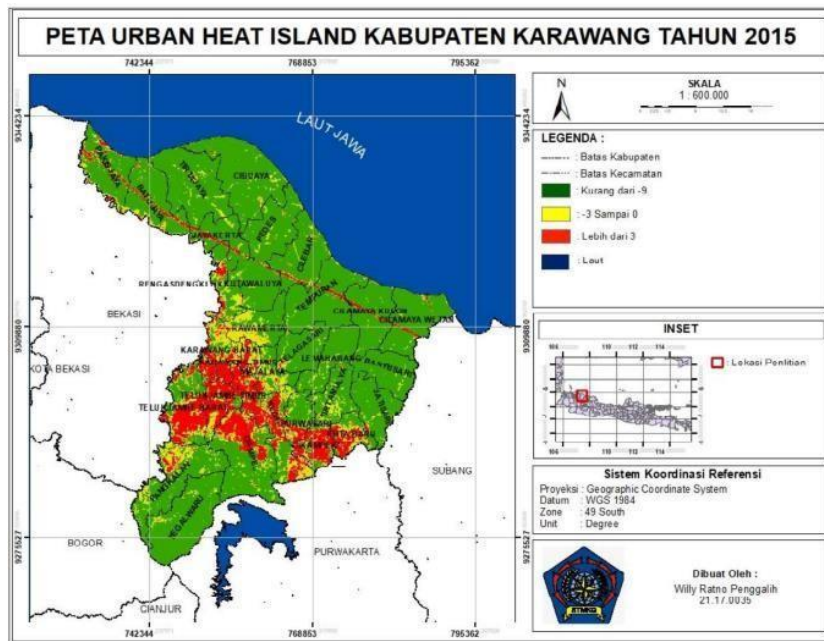
Klasifikasi	Luas (Ha)	
	2015	2019
Hutan daun lebar	3526,63	5766,02
Sabana berkayu	3885,51	2957,31
Sabana	5741,12	7529,15
Padang rumput	399,39	371,711
Lahan basah permanen	6512,62	5842,78
Lahan pertanian	104039	102520
Perkotaan	31191,3	34052,4
Pertanian sayuran	21054,1	17297,4
Lahan kosong	42,9317	21,4659
Tidak diketahui	15520,7	15527,1

Wilayah urban atau perkotaan mengalami peningkatan sebesar 1,49% disertai penurunan wilayah lahan kosong sebesar 0,01% dan lahan pertanian sebesar 0,78%. Selain itu terdapat peningkatan wilayah hutan sebesar 1,17% disertai penurunan luas lahan pertanian sayuran sebesar 1,96%. Dari data tersebut dapat dilihat adanya aktivitas konversi lahan di Kabupaten Karawang. Nilai konversi yang ada dari tahun 2015 menuju tahun 2019 memang kecil dalam persentasenya, namun jika dilihat luas dalam satuan hektar (Ha) nilai perubahannya sangat luas.

Konversi lahan ini dapat mempengaruhi keadaan iklim mikro pada Kabupaten Karawang. Dengan berubahnya lahan menjadi lahan terbangun atau perkotaan dapat mempengaruhi nilai albedo sehingga kemampuan permukaan untuk menyerap dan menyimpan panas menjadi lebih tinggi. Akibat dari itu kondisi suhu di Kabupaten karawang juga akan semakin meningkat yang menjadi indikasi terbentuknya urban heat island (UHI).

3.2. Analisis Urban Heat Island (UHI)

Analisis urban heat island (UHI) di kabupaten karawang dilakukan dengan running script pada google earth engine (GEE) dengan menggunakan data citra satelit Landsat-8. Perhitungan dalam google earth engine untuk mendapat nilai urban heat island melalui beberapa perhitungan dimulai dari perhitungan temperature brightness, perhitungan NDVI, perhitungan FVC, kemudian perhitungan land surface emissivity (LSE). Dari perhitungan tersebut didapat nilai TB dan LSE yang digunakan untuk mendapatkan nilai land surface temperature (LST) dengan menggunakan split window coefficient. Dari hasil perhitungan LST digunakan untuk menghitung urban heat island (UHI) di Kabupaten Karawang.



Gambar 1. UHI Kabupaten Karawang tahun 2015

Pada Gambar 1 dapat dilihat fenomena urban heat island di Kabupaten Karawang pada tahun 2015 yang didapat dari perhitungan dalam GEE. Indikasi wilayah yang terdampak UHI disimbolkan dengan warna kuning dan merah. Dengan warna kuning merupakan UHI 1 yang berarti terdapat peningkatan suhu permukaan tanah dengan interval $0^{\circ}\text{C} - 3^{\circ}\text{C}$. Sedangkan untuk warna merah UHI 2 menunjukkan adanya peningkatan suhu permukaan tanah di atas 3°C . UHI muncul dikarenakan peningkatan suhu permukaan tanah dari normalnya.

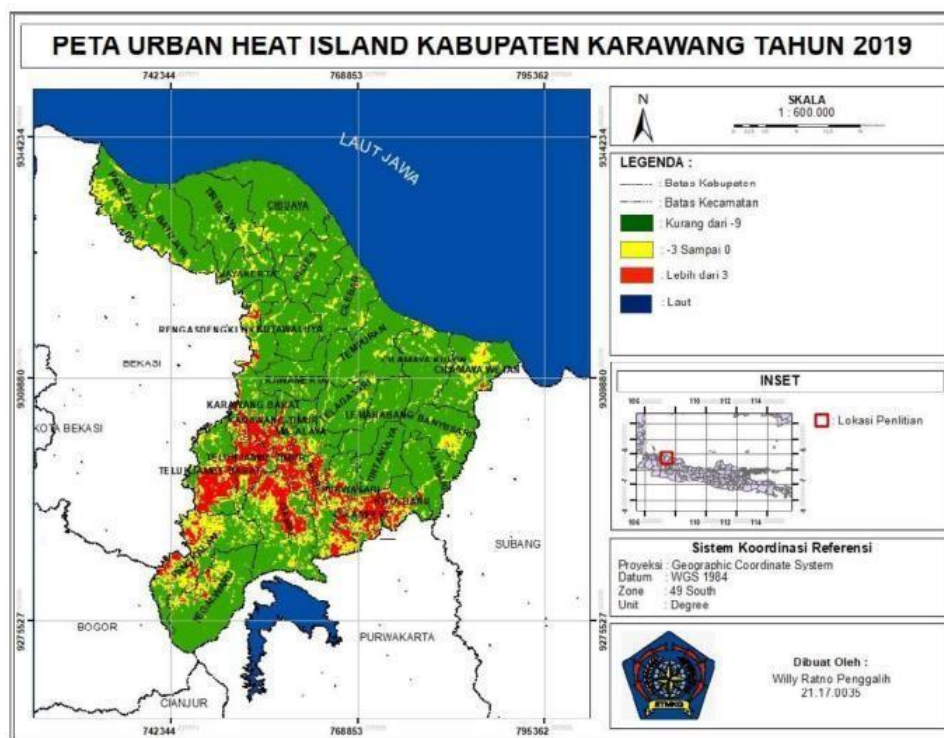
UHI muncul di Kecamatan Karawang Barat, Kecamatan Karawang Timur, Kecamatan Telukjambe Barat, Kecamatan Telukjambe Timur, sekitar Bekasi, Kecamatan Telukjambe hingga Kecamatan Cikampek.

Gambar 2 menunjukkan fenomena urban heat island di Kabupaten Karawang pada tahun 2019. Indikasi UHI disimbolkan dengan warna kuning dan merah, sedangkan warna hijau menggambarkan kondisi non-UHI. Kondisi UHI Kabupaten Karawang pada tahun 2019 hampir sama dengan tahun 2015, namun cenderung meluas ke arah selatan kabupaten Karawang.

Luas wilayah terdampak UHI secara keseluruhan (UHI 1 dan UHI 2) hingga 2019 mengalami peningkatan sebesar 1606 Ha. Hal ini menandakan bahwa luas area terdampak UHI berbanding lurus dengan luas area perkotaan. Ketika luas areal perkotaan di kabupaten Karawang meningkat dari tahun 2015 hingga 2019 maka luas wilayah terdampak UHI pun ikut meningkat. Perubahan luas wilayah terdampak UHI dapat dilihat pada Tabel 3.

Meningkatnya luasan wilayah UHI di Kabupaten Karawang yang paling utama adalah dipicu oleh konversi lahan. Salah satu penyebab utama karakteristik UHI adalah pada bentuk dan fungsi perkotaan itu sendiri. Konversi lahan menjadi perkotaan disertai dengan meningkatnya jumlah penduduk dan aktivitas penduduk seperti lalu lintas, industri, dan aktivitas penduduk dapat konversi lahan menjadi perkotaan disertai dengan meningkatnya jumlah penduduk dan aktivitas penduduk seperti lalu lintas, industri, dan aktivitas penduduk.

UHI akan muncul di daerah perkotaan yang seluruhnya tertutup urban dibandingkan pedesaan yang vegetasinya masih rapat. Dapat dilihat pada gambar tutupan lahan dan UHI, dari gambar tersebut dapat terlihat jelas bahwa nilai UHI akan semakin kecil apabila menuju ke kondisi tutupan lahan dengan vegetasi yang rapat pada hal ini dari pusat kota menuju ke pedesaan.



Gambar 2. UHI Kabupaten Karawang tahun 2019

Tabel 3. Luas wilayah terpapar UHI

	Luas (Ha)	
	2015	2019
non UHI	143026	141422
UHI 1	25847,7	33378.2
UHI 2	23079,7	17154,8

4. KESIMPULAN

Kondisi Urban Heat Island di Kabupaten Karawang terlihat di pusat perkotaan, wilayah UHI melintang dari Kecamatan Karawang Barat hingga Kecamatan Cikampek. Pada tahun 2015 kondisi UHI memiliki intensitas yang tinggi sedangkan pada tahun 2019 kondisi UHI semakin meluas dengan pertambahan luas sebesar 1.606 Ha. Konversi lahan bervegetasi menjadi lahan urban dapat menyebabkan meluasnya wilayah terdampak UHI, hal ini ditunjukkan oleh kondisi tutupan lahan yang berbanding lurus dengan konsisi luasan wilayah terdampak UHI. Sehingga dapat disimpulkan bahwa salah satu aktor yang mempengaruhi meluasnya urban heat island adalah Konversi lahan.

REFERENSI

- [1] BPS (Badan Pusat Statistik) Provinsi Jawa Barat, "Luas daerah Industri di setiap kabupaten 2018," 2018. <https://jabar.bps.go.id/dynamictable/2020/06/03/608/luas-daerah-menurut-kabupaten-kota-di-provinsi-jawa-barat-2018.html>
- [2] Y. Kalfuadi, "Analisis Temperature Heat Index (THI) Dalam Hubungannya Dengan Ruang Terbuka Hijau. (Studi Kasus : Kabupaten Bungo - Propinsi Jambi)," Institut Pertanian Bogor, 2009. [Online]. Available: <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/59923>
- [3] R. Iovanna, A. Maguire, and K. McGartland, "The pace of PACE at the Environmental Protection Agency," Amerika Serikat, 2003. [Online]. Available: <https://www.epa.gov/sites/default/files/2014->

- 12/documents/the_pace_of_pace_at_the_environmental_protection_agency.pdf
- [4] C. Braak, *The Climate of The Netherlands Indies*. 1928.
- [5] I. Herdiat, S. D. N.P., and D. R. Kendarto, "Evaluasi Kesesuaian Lahan Tanaman Jambu Kristal Sebagai Upaya Perluasan Lahan di Kabupaten Sumedang," *Keteknikan Pertan. Trop. dan Biosist.*, vol. 7, no. 1, pp. 43–54, 2019.
- [6] H. Upreti and C. shekhar prasad Ojha, "Estimation of Relative Humidity and Dew Point Temperature Using Limited Meteorological Data," *J. Irrig. Drain. Eng.*, vol. 143, no. 9, 2017, doi: 10.1061/(ASCE)IR.1943-4774.0001225.
- [7] I. Guntara, "Analisis Urban Heat Island Untuk Pengendalian Pemanasan Global di Kota Yogyakarta Menggunakan Citra Penginderaan Jauh," Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2016. [Online]. Available: <http://eprints.ums.ac.id/46727/>
- [8] A Rajeshwari and M. N. D, "Estimation of Land Surface Temperature of Dindigul District Using Landsat 8 Data," *Int. J. Res. Eng. Technol.*, vol. 03, no. 05, pp. 122–126, 2014, doi: 10.15623/ijret.2014.0305025.
- [9] Rindi Kurnianti, "Ketersediaan Ruang Terbuka Hijau dan Urban Heat Island di Kota Makassar," *J. Litbang Sukowati Media Penelit. dan Pengemb.*, vol. 3, no. 2, p. 14, 2019, doi: 10.32630/sukowati.v3i2.78.
- [10] M. S. Latif, "Land Surface Temperature Retrival of Landsat-8 Data Using Split Window Algorithm- A Case Study of Ranchi District," *Intern. J. Eng. Dev. Res.*, vol. 2, no. 4, pp. 3840–3849, 2014.