

Variasi spasiotemporal *urban heat island* di kawasan perkotaan Yogyakarta tahun 2015-2017

Haura Zahro, Sobirin, Adi Wibowo

Departemen Geografi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Indonesia

Email: haura.zahro@gmail.com; adi.w@sci.ui.ac.id

Abstrak. Keterbatasan Kota Yogyakarta untuk memenuhi permintaan akan lahan yang terbangun membuat perkembangannya meluas ke Kabupaten Sleman dan Bantul sehingga terbentuk Kawasan Perkotaan Yogyakarta. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pola suhu permukaan, hubungannya dengan kehijauan vegetasi dan terjadinya fenomena Urban Heat Island (UHI) di Kawasan Perkotaan Yogyakarta tahun 2015-2017. Temperatur permukaan tanah diperoleh dari pengolahan citra Landsat 8 OLI/TIRS dengan metode mono-window dan divalidasi dengan pengukuran temperatur udara langsung, greenness vegetasi dengan algoritma NDVI dan fenomena UHI ketika suhu permukaan di atas 30°C. Hasilnya menunjukkan bahwa semakin jauh dari pusat kota, suhu permukaan turun menjadi 0,93°C per kilometer. Temperatur permukaan tertinggi terjadi pada bulan Oktober 2015 dan September 2017. Suhu permukaan memiliki nilai korelasi yang kuat dengan vegetasi hijau dengan koefisien korelasi hingga -0,709 yaitu semakin tinggi vegetasi greenness maka semakin rendah suhu permukaan. Fenomena UHI terjadi setiap bulan dengan variasi 11,85-4,01°C dan fenomena UHI permukaan tertinggi terjadi pada bulan Oktober 2015 dengan 41,85°C. Kesimpulannya, fenomena UHI terjadi setiap bulan dengan suhu tertinggi dan area paling intensif dari fenomena UHI adalah pada Oktober 2015.

Kata kunci: Suhu Permukaan Daratan; Landsat 8 OLI/TIRS; Mono-Window; Urban Heat Island

Abstract. The limitation of Yogyakarta City to meet the demand for impervious land make the development expands to Sleman and Bantul regency so that formed the Urban Area of Yogyakarta. This study aims to determine the pattern of surface temperature, its relationship with the vegetation greenness and the occurrence of the UHI phenomenon in the Urban Area of Yogyakarta in 2015-2017. The surface temperature was obtained from Landsat 8 OLI / TIRS image processing by the mono-window method and validated by direct air temperature measurement, vegetation greenness with NDVI algorithm and UHI when the surface temperature above 30 °C. The results show that the farther from the city center the surface temperature drops to 0.93°C per kilometer. The highest surface temperatures occur in October 2015 and September 2017. The surface temperature has a strong correlation value with vegetation greenness with correlation coefficient up to -0.709 that is the higher the vegetation greenness the lower surface temperature. UHI phenomenon occurs every month with variation 11,85-4,01°C and the highest surface UHI phenomenon occurs in October 2015with 41,85°C. In conclusion, the UHI phenomenon occurs every month with the highest temperature and most intensive area of the UHI phenomenon is in October 2015.

Keywords: Land Surface Temperature; Landsat 8 OLI/TIRS; Mono-Window; Urban Heat Island

1. Pendahuluan

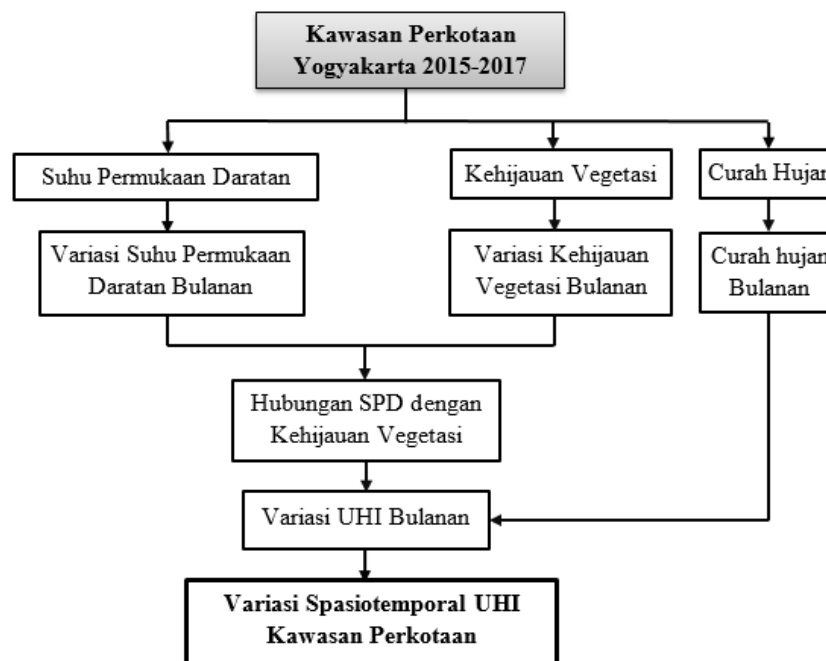
Perubahan penggunaan tanah akibat dari aktivitas manusia dapat digambarkan sebagai perdesaan atau daerah peralihan desa-kota menjadi Kawasan perkotaan (Wibowo *et al.*, 2013). Terbentuknya Kawasan Perkotaan Yogyakarta (KPY) dapat menimbulkan berbagai masalah perkotaan salah satunya adalah peningkatan suhu perkotaan dibandingkan perdesaan disekitarnya. Peningkatan suhu perkotaan ini disebut dengan fenomena pulau panas perkotaan atau *Urban Heat Island* (UHI) (Kaloustian & Diab, 2015; Li & Norford, 2016; Zhang, *et al.*, 2009). Istilah UHI dideskripsikan sebagai kenaikan suhu wilayah perkotaan yang lebih tinggi dibandingkan dengan wilayah perdesaan disekitarnya (Oke, 1982; Wibowo, *et al.*, 2013; Pandey, *et al.*, 2014).

Adanya variasi curah hujan terhadap kehijauan vegetasi yang membentuk variasi UHI bulanan membuat penelitian mengenai variasi UHI bulanan dilakukan, dengan hasil UHI tertinggi terjadi pada pergantian bulan kering ke bulan basah (Chen & Zyang, 2017). Penurunan kelembaban tanah dan kehijauan vegetasi akan mengakibatkan peningkatan suhu permukaan (Owen, *et al.*, 1997). Nilai kehijauan vegetasi bulanan dengan metode NDVI mempunyai korelasi linear dengan nilai curah hujan bulanan dalam kurun waktu satu sampai dua bulan (Malo & Nicholson, 1990; Richard & Pocard, 1998). Variasi curah hujan setiap bulan yang mempengaruhi kehijauan vegetasi sehingga terdapat variasi spasial dan temporal suhu permukaan daratan dan menimbulkan fenomena UHI di Kawasan Perkotaan Yogyakarta selama tahun 2015-2017. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian mengenai variasi spasiotemporal Urban Heat Island di Kawasan Perkotaan Yogyakarta tahun 2015-2017 perlu dilakukan.

2. Metode Penelitian

2.1. Alur Pikir Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis variasi spasiotemporal UHI di Kawasan Perkotaan Yogyakarta pada tahun 2015-2017. Alur Pikir Penelitian terdapat pada Gambar 1. Suhu permukaan daratan sebagai variabel dependen, kehijauan vegetasi sebagai variabel independen dan curah hujan sebagai variabel yang mempengaruhi kehijauan vegetasi. Variasi nilai kehijauan vegetasi dapat mempengaruhi variasi suhu permukaan daratan bulanan sehingga menghasilkan variasi UHI bulanan yang pada penelitian ini dikaitkan dengan curah hujan bulanan.



Gambar 1. Alur pikir penelitian

2.2. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini adalah data citra Landsat 8 OLI/TIRS dengan *path* 120 dan *row* 65 terdapat pada Tabel 1. Data citra ini digunakan untuk memperoleh suhu permukaan daratan dan kehijauan vegetasi, data suhu udara untuk validasi suhu permukaan, dan data sekunder berupa data curah hujan dan penggunaan tanah. Data suhu udara diperoleh melalui pengukuran langsung di lapangan pada pukul 10.00 sampai 14.00 berdasarkan waktu Landsat 8 mengambil data citra di KPY yaitu pada pukul 10.00, dengan jumlah 19 titik sampel yang telah dipilih berdasarkan klasifikasi kelas penutup lahan.

Tabel 1. Citra satelit yang digunakan 2015 dan 2017

Tahun/Bulan	Tanggal											
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des
2015	-	22	-	-	-	14	16	-	-	4	-	-
2017	-	-	-	-	18	-	-	6	7	-	-	-

2.3. Pengolahan Data

Suhu permukaan didapatkan dengan menggunakan metode *mono-window* pada pita 10 dengan algoritma *mono-window*. Pada algoritma ini tahap pertama yaitu melakukan konversi *digital number* kedalam radian spektral menggunakan rumus berikut:

$$L_{\lambda} = L_{min}(\lambda) + \left\{ L_{max}(\lambda) - \frac{L_{min}(\lambda)}{Q_{max}} \right\} \times Q_{DN} \quad \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

L_{λ} : Radian spectral

$L_{max}(\lambda)$: Maksimum *spectral radiance*

$L_{min}(\lambda)$: Minimum *spectral radiance*

Q_{DN} : *Digital number*

Q_{max} : Nilai maksimum *digital number*

Kemudian konversi radian spektral menjadi nilai suhu permukaan dengan rumus berikut:

$$T_b = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_{\lambda}} + 1\right)} \quad \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

T_b : *Brightness* Temperatur satelit (Kelvin)

K_1 : Konstanta kalibrasi radian spektral

K_2 : Konstanta kalibrasi suhu absolut (Kelvin)

L_{λ} : Radian spektral

Suhu permukaan dengan satuan kelvin kemudian di konversi menjadi celcius dengan rumus:

$$T_{Celcius} = T_{Kelvin} - 272.15 \quad \dots\dots\dots (3)$$

Nilai suhu permukaan kemudian di uji akurasi dengan metode *Normalized Mean Absolute Error* (NMAE) dengan membandingkan suhu permukaan daratan sebagai nilai estimasi dan suhu udara sebagai nilai pengukuran. Metode NMAE mempunyai rumus:

$$NMAE (100\%) = \frac{1}{n} \sum \left| \frac{x_{esti} - x_{meas}}{x_{meas}} \right| \times 100 \quad \dots\dots\dots (4)$$

NMAE : *Normalized Mean Absolute Error*

N : Jumlah Data

Xesti : Nilai estimasi yang merupakan hasil pengolahan

Xmeas : Nilai pengukuran lapangan yang dianggap benar

Untuk mendapatkan nilai kehijauan vegetasi, digunakan algoritma NDVI sebagai berikut:

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

Hasil nilai kehijauan vegetasi di diuji korelasinya dengan menggunakan *raster correlation*.

2.4. Analisis Data

Analisis untuk mengetahui pola sebaran suhu permukaan daratan adalah analisis berdasarkan jarak dari pusat kota (Susilo, 2016). Pusat kota adalah titik nol kilometer Kota Yogyakarta, kemudian dibuat wilayah jangkauan setiap 3 km sehingga menghasilkan 4 wilayah yaitu wilayah A dengan jarak 0-3 km, wilayah B dengan jarak 4-6 km, wilayah C dengan jarak 7-9 km dan wilayah D dengan jarak >9km. Pemilihan jangkauan berdasarkan tingkat kepadatan penduduk dan penggunaan lahan permukiman yang mendominasi pada jarak 0-3. Pada jangkauan selanjutnya diambil jarak setiap 3 km untuk melihat pola jarak dari pusat kota. Analisis kedua yaitu analisis hubungan antara suhu permukaan daratan dengan kehijauan vegetasi dengan menggunakan analisis kuantitatif dengan metode korelasi dengan menggunakan statistik. Analisis ketiga yaitu analisis ambang batas untuk menentukan secara spasial dan temporal wilayah terjadi nya fenomena UHI. Pada analisis ini dibuat gambaran UHI setiap bulannya sehingga dapat diketahui bagaimana variasi UHI secara temporal dan spasial.

3. Hasil dan Pembahasan

Data hasil pengukuran suhu permukaan pada tahun 2015-2017 dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan ketiga tahun tersebut, maka tahun 2015 adalah tahun dengan rata-rata suhu tertinggi dengan rata-rata 28,57 °C. Pada tahun 2016 terjadi penurunan rata-rata suhu dibandingkan tahun 2015 sebesar 4,37 °C. Pada tahun 2017 suhu kembali meningkat sebesar 3,46 °C.

Tabel 2. Suhu permukaan daratan 2015-2017

Bulan	Min	Max	Rerata
Februari 2015	23,60	37,84	30,28
Juni 2015	22,43	35,13	30,20
Juli 2015	24,69	35,24	29,28
Oktober 2015	28,99	41,85	33,68
Mei 2017	25,39	35,14	29,74
Agustus 2017	22,54	34,01	28,16
September 2017	24,72	37,54	30,68

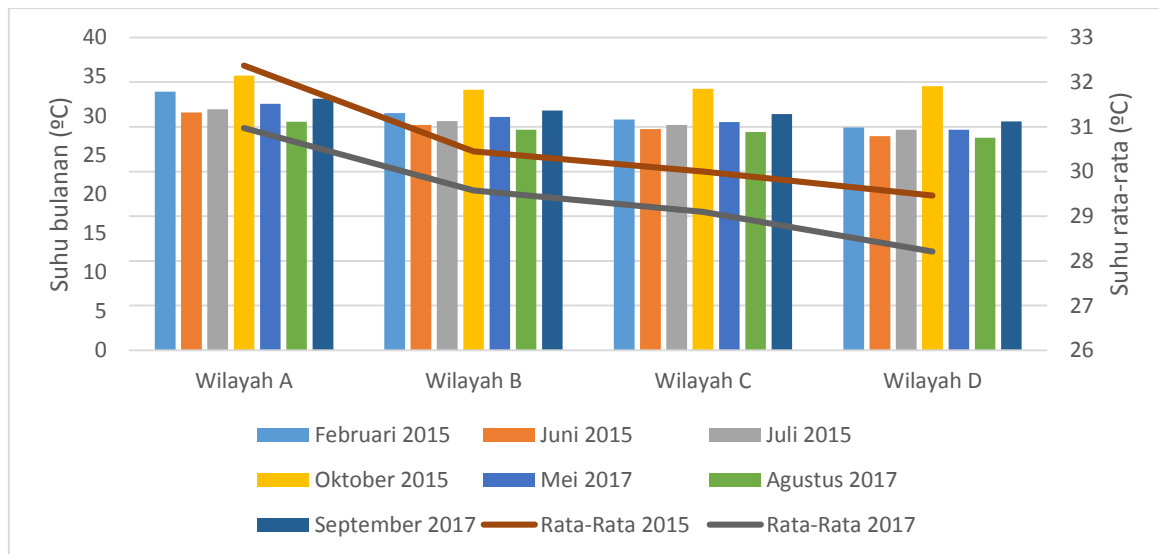
3.1. Pola Suhu Permukaan Daratan

Berdasarkan jarak dari pusat kota pada tahun 2015-2017 mempunyai karakteristik yang sama yaitu mengalami penurunan seiring dengan jauhnya jarak dari pusat kota. Pada tahun 2015, berdasarkan jarak dari pusat kota rata-rata suhu permukaan tertinggi pada setiap bulannya terjadi pada jarak 0-3 km dari pusat kota (Wilayah A) dengan nilai 32,37 °C dan terus mengalami penurunan suhu seiring bertambahnya jarak dari pusat kota. Pada jarak 4-6 km dari pusat kota (Wilayah B) terjadi penurunan suhu permukaan sebesar 1,9 °C menjadi 30,45 °C dibandingkan wilayah A, pada jarak 7-9 km dari pusat kota (Wilayah C) terjadi penurunan suhu permukaan 0,45 °C menjadi 30 °C dibandingkan wilayah B, dan pada jarak >9 km (wilayah D) terjadi penurunan suhu permukaan 0,53 °C menjadi 29,4 °C dibandingkan wilayah C. (Gambar 2)

Pada tahun 2017, berdasarkan jarak dari pusat kota rata-rata suhu permukaan tertinggi pada setiap bulannya terjadi pada jarak 0-3 km dari pusat kota (Wilayah A) dengan nilai 30,98 °C dan terus mengalami penurunan suhu seiring bertambahnya jarak dari pusat kota. Pada jarak 4-6 km dari pusat

kota (Wilayah B) terjadi penurunan suhu permukaan sebesar $1,40\text{ }^{\circ}\text{C}$ menjadi $29,58^{\circ}\text{C}$ dibandingkan wilayah A, pada jarak 7-9 km dari pusat kota (Wilayah C) terjadi penurunan suhu permukaan $0,48^{\circ}\text{C}$ menjadi $29,10\text{ }^{\circ}\text{C}$ dibandingkan wilayah B, dan pada jarak >9 km (wilayah D) terjadi penurunan suhu permukaan $0,89\text{ }^{\circ}\text{C}$ menjadi $28,21\text{ }^{\circ}\text{C}$ dibandingkan wilayah C.

Berdasarkan grafik pada Gambar 2 pada tahun 2015-2017 dapat diketahui bahwa rata-rata pada tahun 2015 lebih tinggi dibandingkan pada tahun 2017. Perbedaan suhu pada kedua tahun tersebut dikarenakan adanya perbedaan kondisi iklim. Pada tahun 2015 terjadi fenomena El Nino yang menyebabkan menurunnya curah hujan dan mundurnya kedatangan musim kemarau pada wilayah Indonesia, termasuk KPY. Dapat dilihat pada tabel 2 musim hujan yang pada semestinya datang pada bulan Oktober mundur menjadi bulan November. Pada bulan Oktober juga terjadi puncak dari El Nino tahun 2015 yang dapat dibuktikan pada Gambar 2 yang menunjukkan suhu pada bulan tersebut mencapai 41°C dan dapat dilihat bahwa rata-rata suhu permukaan pada tahun 2015-2017 tertinggi terjadi pada bulan Oktober 2015.



Gambar 2. Grafik suhu permukaan berdasarkan jarak dari pusat kota tahun 2015-2017

Suhu permukaan tertinggi kedua pada tahun 2015-2017 juga terjadi pada tahun 2015 yaitu pada bulan Februari suhu mencapai $37\text{ }^{\circ}\text{C}$. Bulan Februari merupakan awal mula kecenderungan datangnya fenomena ENSO dan pengurangan curah hujan pada beberapa wilayah di Indonesia akibat *vortex borneo* dan pembentukan pusat tekanan rendah di Samudera Hindia.

Suhu permukaan tertinggi ketiga berada pada bulan September 2017. Pada bulan September suhu lebih tinggi daripada bulan Mei dan Agustus. Hal ini mungkin dikarenakan karena terjadinya fenomena *equinox* disaat yang bersamaan dengan tanggal satelit menangkap gambar citra pada KPY. Pada bulan lainnya urutan suhu dari tertinggi ke terendah adalah Mei 2015, Juni 2015, Agustus 2017. Pada bulan Agustus merupakan suhu terendah pada tahun 2015-2017. Hal ini dikarenakan banyaknya tutupan awan yang menutupi KPY pada bulan ini.

Pengolahan data citra Satelit Landsat 8 yang telah dilakukan diatas dengan metode *mono-window* pada pita 10 diuji akurasi berdasarkan nilai pengukuran suhu udara yang diperoleh dari survei lapangan pada 19 lokasi titik sampel pada yang dapat dilihat pada Tabel 3. Uji akurasi dengan menggunakan metode NMAE menghasilkan nilai 12,4% pada suhu minimum, 15,9% pada suhu maksimum dan 13,7% pada suhu rata-rata. Berdasarkan hasil tersebut ketiga nilai suhu dinilai memenuhi standar akurasi yang baik yaitu kurang dari 30%. Jika dibandingkan, akurasi nilai suhu maksimum merupakan yang paling tinggi, diikuti oleh nilai suhu rata-rata dan suhu minimum.

Tabel 3. Suhu udara dan suhu permukaan daratan tahun 2017

No	Titik Sampel	Suhu Udara °C			Suhu Permukaan Daratan °C		
		Min	Maks	Rerata	Min	Maks	Rerata
1	Stadion Mandala Krida	31,72	34,12	32,87	29,75	30,88	30,49
2	Alun-alun	31,76	32,86	32,31	29,64	30,91	30,26
3	Bandara	30,60	31,90	31,43	28,84	30,91	29,96
4	Hotel	36,60	40,10	38,80	31,34	32,13	31,84
5	Hutan 1	28,75	32,85	30,15	24,83	25,83	25,30
6	Indomart	33,42	36,52	34,90	29,68	31,38	30,60
7	Jalan	35,10	36,40	35,73	30,44	31,04	30,66
8	Lap. Minggiran	35,31	39,51	37,29	30,25	31,11	30,74
9	Permukiman 1	31,36	32,76	31,89	26,57	27,32	26,97
10	Jembatan sungai	30,30	31,10	30,70	27,81	28,63	28,22
11	Tugu	32,20	33,30	32,70	27,43	27,69	27,58
12	Hutan 2	30,11	30,81	30,51	23,46	23,62	23,55
13	Depan ISI	34,16	36,16	35,36	28,60	29,33	28,95
14	Hutan 3	27,58	30,58	30,33	26,43	27,88	27,09
15	Permukiman 2	29,86	37,76	30,04	27,45	28,17	27,88
16	Sawah	32,70	34,90	33,48	27,97	28,35	28,10
17	BMKG Mlati	35,30	37,90	37,03	24,67	24,97	24,84
18	Pinggir Jalan	34,52	35,82	35,15	30,28	31,05	30,72
19	Danau UGM	29,32	31,62	30,32	27,90	28,96	28,50

3.2. Korelasi antara pola SPD bulanan dengan kehijauan vegetasi di Kawasan Perkotaan Yogyakarta tahun 2015

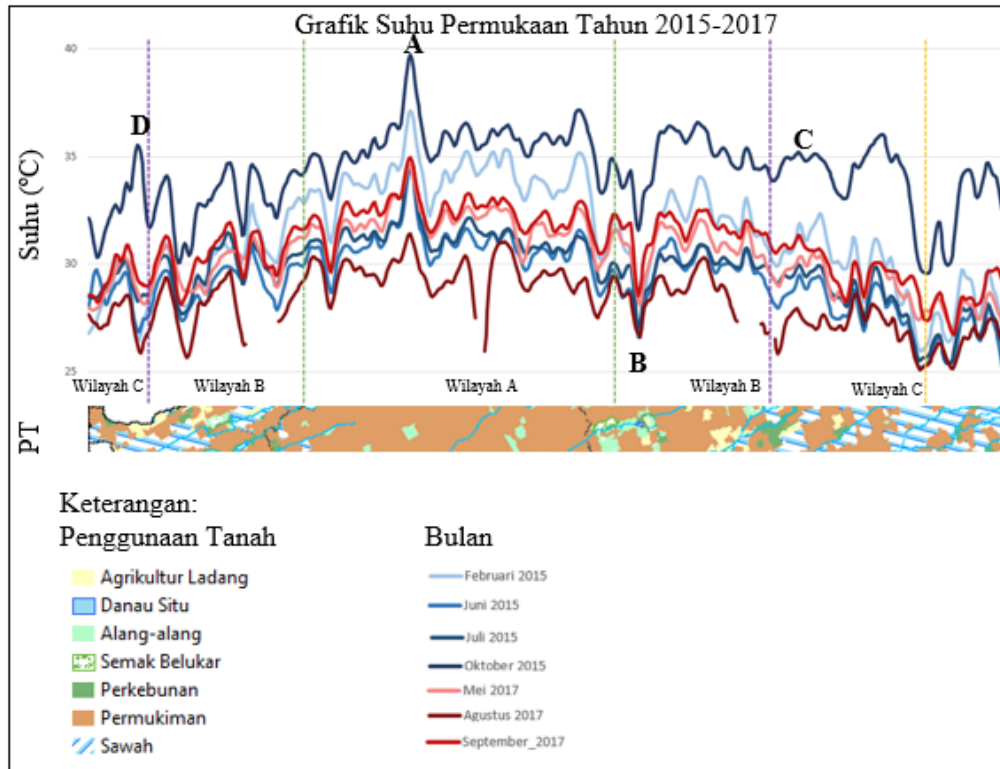
Nilai uji korelasi pada Tabel 4 menunjukkan bahwa hasil koefisien korelasi antara suhu permukaan daratan dengan kehijauan vegetasi setiap bulannya pada tahun 2015-2017 mempunyai rentang -0,610 sampai -0,709. Hasil koefisien korelasi pada tahun 2015-2017 mempunyai rata-rata -0,67. Hasil koefisien korelasi pada setiap bulannya menunjukkan nilai diatas 0,6 yaitu adanya hubungan kuat antara suhu permukaan daratan dengan kehijauan vegetasi. Hasil koefisien korelasi pada setiap bulannya juga menunjukkan nilai negatif yaitu semakin rendah kehijauan vegetasi maka semakin tinggi suhu permukaan daratan.

Tabel 4. Nilai koefisien korelasi antara SPD dan kehijauan vegetasi tahun 2015-2017

Bulan	Nilai Koefisien Korelasi (r)
Februari 2015	-0,709
Juni 2015	-0,693
Juli 2015	-0,702
Oktober 2015	-0,638
Mei 2017	-0,672
Agustus 2017	-0,610

3.3. Fenomena UHI tahun 2015-2017

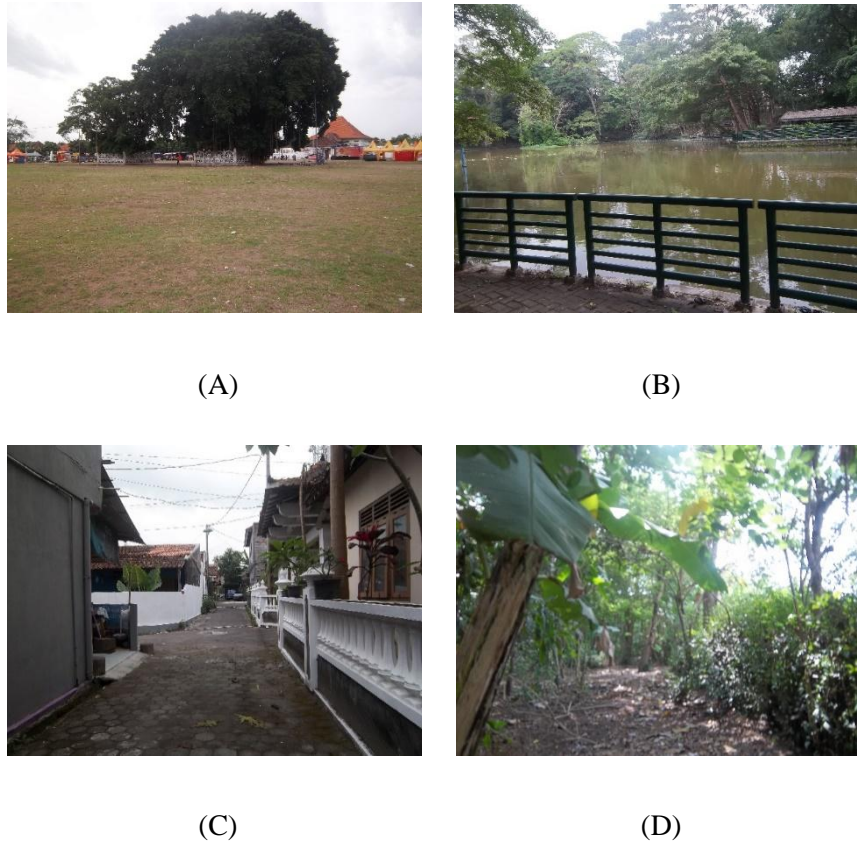
Pada Gambar 3 menunjukkan grafik suhu permukaan pada penampang melintang yang melintang pada arah barat laut ke timur laut bulan Februari, Juni, Juli dan Mei tahun 2015 dan Mei, Agustus, dan September 2017. Penampang melintang ini mempunyai pola tutupan lahan dari barat laut ke timur laut berupa vegetasi-lahan terbangun-vegetasi. Berdasarkan grafik tersebut suhu permukaan dari arah barat laut ke timur laut mempunyai pola parabola terbalik. Pola ini Grafik menunjukkan bahwa suhu rendah pada arah barat laut, meningkat di tengah dan kembali menurun pada arah timur laut. Pola ini sesuai dengan pola suhu permukaan berdasarkan tutupan lahan yaitu tutupan lahan vegetasi memiliki suhu lebih rendah dibandingkan dengan lahan terbangun. Secara temporal, suhu permukaan tertinggi terjadi pada bulan Mei, diikuti oleh bulan Februari, Juli dan Juni.



Gambar 3. Grafik penampang melintang suhu permukaan daratan Tahun 2015-2017

Bentuk parabola pada Gambar 3 tidak terbentuk secara sempurna. Pada beberapa titik suhu pada puncak parabola mempunyai nilai yang signifikan meningkat atau menurun. Peningkatan dan penurunan suhu bergantung pada nilai kehijauan vegetasi dan tutupan lahannya. Salah satu titik pada puncak parabola yang mempunyai nilai yang signifikan meningkat yaitu pada titik A. Titik A mempunyai beda suhu hingga 3 °C dibandingkan dengan wilayah sekitarnya. Titik A adalah Alun-Alun Kidul Yogyakarta yang merupakan lahan terbuka dengan vegetasi rumput dengan tingkat kehijauan NDVI kurang dari 0,2 (Gambar 4.A). Titik pada puncak parabola yang memiliki nilai suhu permukaan signifikan menurun adalah titik B. Pada titik ini terjadi penurunan suhu hingga 2 °C. Titik ini merupakan wilayah kampus UGM dengan vegetasi yang lebat dan badan air (Gambar 4.B). Titik C adalah permukiman pada Kabupaten Sleman yang mempunyai nilai 35 °C (Gambar 4.C). Pada titik D menunjukkan hutan di Kabupaten Bantul dengan suhu 33 °C (Gambar 4.D)

Berdasarkan batasan wilayah penelitian ini yaitu fenomena UHI terjadi apabila suhu lebih dari 30°C, maka secara umum UHI terjadi pada wilayah A, B dan C kecuali pada bulan oktober 2015 fenomena UHI terjadi di semua wilayah yaitu A-D. Hasil bahwa UHI terjadi pada wilayah A-C dikarenakan pengambilan garis transek yang dilakukan dari barat daya - timur laut. Arah ini merupakan arah perkembangan kota Yogyakarta yaitu dari bagian utara kota Yogyakarta ke arah timur laut di Kabupaten Sleman.

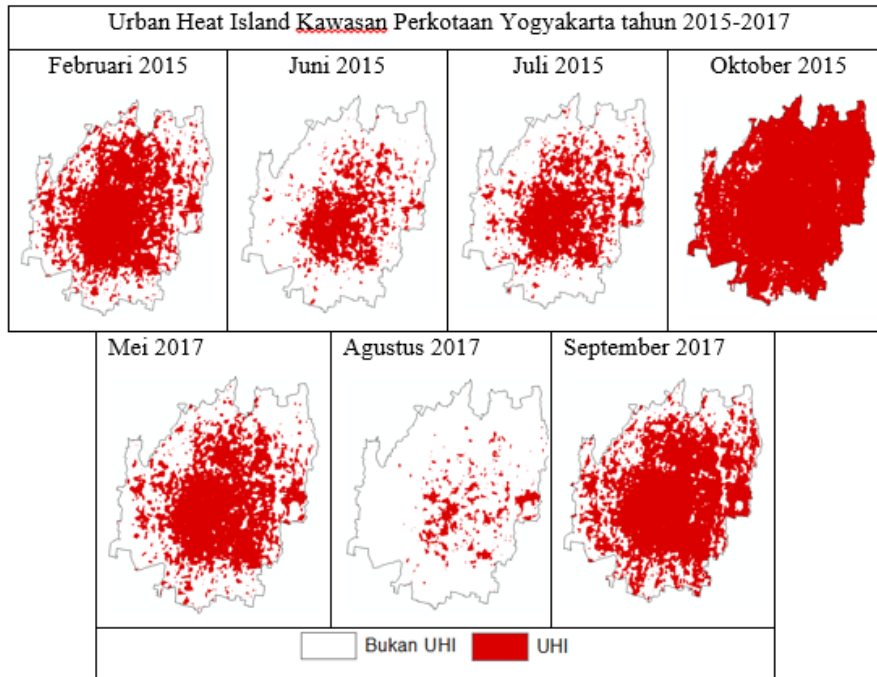


Gambar 4. (A) Alun-alun Kidul Yogyakarta, (B) Danau UGM, (C) Permukiman, (D) Hutan

Fenomena UHI secara temporal dapat dilihat pada gambar 5 yang menunjukkan bahwa UHI terjadi di pada setiap bulan di tahun 2015-2017 namun dengan luasan yang berbeda. Pada tahun 2015 UHI terluas terjadi pada bulan Oktober yaitu dengan proporsi 96,14 dari total wilayah. Pada bulan Februari UHI terjadi pada 54,42 % KPY, menurun menjadi 24,40 % pada bulan Juli, lalu naik kembali menjadi 36,31 %, dan memuncak pada bulan Oktober 2015. Pada tahun 2017 fenomena UHI terluas memuncak pada bulan September. Pada bulan Mei UHI terjadi pada 45,66 % KPY lalu pada bulan Agustus UHI menurun cukup signifikan menjadi 7,60 % dan pada bulan september UHI mengalami masa puncaknya untuk tahun 2017 yaitu seluas 63 % dari KPY (lihat tabel 5).

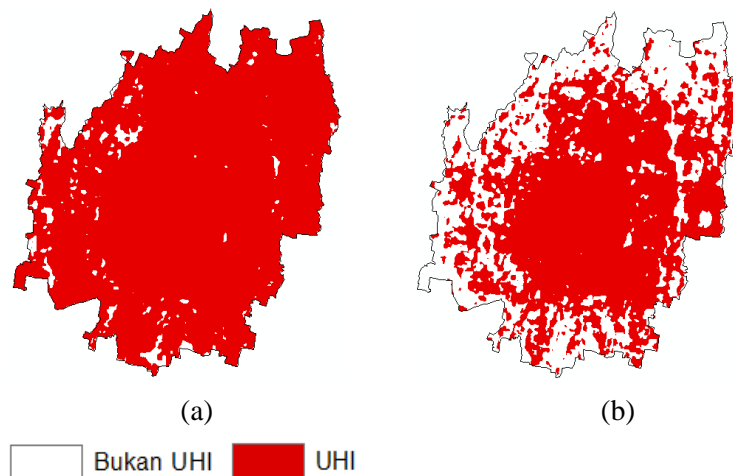
Tabel 5. Proporsi UHI tahun 2015-2017

Bulan	Luas (Km ²)	UHI Proporsi (%)
Februari 2015	100,23	54,42
Juni 2015	44,93	24,40
Juli 2015	66,87	36,31
Oktober 2015	177,05	96,14
Mei 2017	84,08	45,66
Agustus 2017	14,00	7,60
September 2017	117,32	63,70



Gambar 5. *Urban heat island* di Kawasan Perkotaan Yogyakarta Tahun 2015-2017

Berdasarkan hasil *overlay* antara luas UHI setiap bulan pada masing-masing tahun pada tahun 2015-2017 maka diperoleh peta UHI setiap tahunnya yang dapat dilihat pada Gambar 6. Berdasarkan gambar tersebut terlihat jelas bahwa luasan fenomena UHI yang terjadi pada tahun 2015 (Gambar 6.a) lebih tinggi dibandingkan pada tahun 2017 (Gambar 6. b). Luas Fenomena UHI pada tahun 2015 yaitu 180,23km² dan pada tahun 2017 berkurang menjadi 120,17 km². Berkurangnya luasan UHI pada tahun 2017 dibandingkan tahun 2015 seiring dengan curah hujan yang lebih tinggi pada tahun 2017 yaitu jika diakumulasikan mencapai 2.171 m²/tahun dibandingkan dengan tahun 2015 yang jika diakumulasikan sebesar 1.999 m²/tahun.



Gambar 6. Luas *urban heat island* (a) Tahun 2015 dan (b) Tahun 2017

4. Kesimpulan

Suhu permukaan Kawasan Perkotaan Yogyakarta mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya jarak dari pusat kota. Semakin jauh dari pusat kota suhu permukaan menurun hingga 0,93 °C setiap kilometernya. Suhu tertinggi berada pada jarak 0-3 km dari pusat kota yang mempunyai tutupan lahan lahan terbangun dan kepadatan penduduk tinggi. Suhu tertinggi pada setiap bulannya terjadi di Alun-

alun Kidul dan Bandara Adi sutjipto. Suhu terendah berada pada jarak lebih dari 9 km dari pusat kota yang mempunyai tutupan lahan vegetasi berupa sawah.

Suhu permukaan mengalami penurunan seiring dengan tingkat kehijauan vegetasi. Semakin tinggi kehijauan vegetasi maka semakin rendah suhu permukaan. Pada tutupan bukan vegetasi mempunyai suhu tertinggi dengan rata-rata 31,1 °C lalu menurun 1,79 °C pada tingkat vegetasi rendah dan menurun kembali 1,56 °C pada tingkat vegetasi sedang. Hubungan antara kehijauan vegetasi dengan suhu permukaan mempunyai nilai korelasi yang kuat dengan nilai hingga -0,709 yang menunjukkan semakin rendah nilai kehijauan vegetasi maka semakin tinggi nilai suhu permukaan.

Secara spasial, fenomena UHI terjadi pada jarak 0-3 km yang didominasi oleh lahan terbangun. Pada jarak 6-9 km UHI terjadi hanya pada bagian timur laut yang mempunyai jumlah penduduk tertinggi. Pada jarak 9-12 km UHI terjadi pada Bandara Adisucipto. Secara temporal, fenomena UHI terjadi pada setiap bulannya di tahun 2015-2017. Fenomena UHI dengan luasan terluas terjadi pada bulan Oktober 2015 dengan luas 96,14% dan September 2017 dengan luas 63,70% dari total luas KPY. Luasnya Fenomena UHI seiring dengan rendahnya curah hujan pada bulan tersebut.

Daftar Pustaka

- Chen, X., & Zyang, Y. (2017). Impacts of urban surface characteristics on spatiotemporal pattern of land surface temperature in Kunming of China. *Sustainable Cities and Society*, 32, 87-99.
- Kaloustian, N., & Diab, Y. (2015). Effects of urbanization on the urban heat island in Beirut. *Urban Climate*, 14(2), 154-165.
- Li, X.-X., & Norford, L. K. (2016). Evaluation of a cool roof and vegetations in mitigating urban heat island in a tropical city, Singapore. *Urban Climate* 16, 59-74.
- Malo, A. R., & Nicholson, S. (1990). A study of rainfall dynamics in the African Sahel using normalized difference vegetation index. *Journal of Arid Environments*, 19, 1-24.
- Oke, T. R. (1982). The Energetic Basis of The Urban Heat Island. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 108(455), 1-24.
- Owen, T. W., Carlson, T. N., & Gillies, R. R. (1997). An assessment of satellite remotely-sensed land cover parameters in quantitatively describing the climatic effect of urbanization. *International Journal of Remote Sensing*, 19(9), 1663-1681.
- Pandey, A. K., Sigh, S., Berwal, S., Kumar, D., Pandey, P., Prakash, A., Lodhi, N., Maithani, S., Jain, V. K., & Kumar, K. (2014). Spatio-temporal variations of urban heat island over Delhi. *Urban Climate*, 10, 119-133.
- Richard, A. Y., & Pocard, I. (1998). A statistical study of NDVI sensitivity to seasonal and interannual rainfall variation in southern Africa. *International Journal of Remote Sensing*, 19(15), 2907-2720.
- Susilo, B. (2016). Map Analysis and Spatial Statistic: Assessment of Spatial Variability of Agriculture Land Conversion at Urban Fringe Area of Yogyakarta. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 47.
- Wibowo, A., Rustanto, A., & Shidiq, I. P. A. (2013). Spatial temporal Analysis of Urban Heat Island in Tangerang City, *Indonesian Journal of Geography*, 45(2), 101-115
- Zhang, Y., Odeh, I. O., & Han, C. (2009). Bi-temporal characterization of land surface temperature in relation to impervious surface area, NDVI, and NDBI, using a sub-pixel image analysis. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 11, 256-264.