

ANALISIS HUBUNGAN *URBAN HEAT ISLAND* TERHADAP *EFFECTIVE DROUGHT INDEX* DI DAERAH ISTIMEWA YOGYAKARTA PADA TAHUN 2013

Dyah Dhani Mustikarini^{1,a}, Karlina², dan Joko Sujono²

¹⁾ Magister Teknik Pengelolaan Bencana Alam, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada
Jl. Grafika 2, Sinduadi, Mlati, Sleman, Yogyakarta, 55284

²⁾ Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada
Jl. Grafika 2, Sinduadi, Mlati, Sleman, Yogyakarta, 55284

^{a)} email korespondensi: dyah.dhani@mail.ugm.ac.id

ABSTRAK

Laju urbanisasi yang tidak dikendalikan dengan baik dapat menyebabkan pertumbuhan kawasan perumahan dan industri yang sangat cepat. Hal tersebut dapat menyebabkan kenaikan suhu permukaan dan mempercepat terjadinya perubahan iklim. Salah satu akibat dari perubahan iklim adalah terjadinya kekeringan meteorologis. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui hubungan fenomena *Urban Heat Island* (UHI) terhadap kekeringan meteorologis yang ditinjau berdasarkan nilai *Effective Drought Index* (EDI). Analisis UHI dilakukan berdasarkan pengolahan band-10, band-5, dan band-4 pada citra Landsat-8 yang akan menghasilkan nilai *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) dan *Land Surface Temperature* (LST). Analisis indeks kekeringan dilakukan dengan mengolah data hujan harian pada 20 stasiun hujan di wilayah DIY berdasarkan metode EDI. Metode Korelasi Pearson digunakan untuk mendapatkan kekuatan hubungan UHI dan EDI. Hasil analisis Pearson menunjukkan bahwa UHI berhubungan kuat dengan EDI. Hubungan yang paling kuat terdapat pada Bulan Agustus tahun 2013 dengan nilai korelasi -0,85. Hasil analisis hubungan EDI dan UHI menunjukkan bahwa pada wilayah urban dengan suhu tinggi memiliki indeks kekeringan yang rendah dan negatif. Berdasarkan hasil penelitian, UHI dapat dipertimbangkan sebagai parameter tambahan dalam hal *monitoring* kekeringan meteorologis. Penelitian lanjutan diperlukan untuk melihat indeks kekeringan apa saja yang dapat merepresentasikan nilai UHI dengan lebih baik.

Kata kunci: UHI, EDI, Kekeringan Meteorologis

PENDAHULUAN

Laju pertumbuhan penduduk di Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) semakin meningkat berdasarkan hasil sensus penduduk pada tahun 2015. Hal ini diikuti dengan arus migrasi masyarakat dari dalam dan luar DIY yang terus meningkat jika dibandingkan dengan data tahun 2010 (BPS, 2015). Sehingga, percepatan urbanisasi di wilayah DIY menyebabkan berkurangnya lahan terbuka hijau sebagai akibat dari meningkatnya kebutuhan manusia akan ruang.

Berkurangnya lahan terbuka hijau ini dapat menyebabkan fenomena *Urban Heat Island* (UHI) atau biasa dikenal dengan istilah Pulau Bahang di Perkotaan (EPA, 2011). UHI merupakan kondisi pada saat suhu permukaan di daerah urban lebih tinggi daripada lingkungan sekitarnya. Kenaikan suhu permukaan yang terus menerus dapat mempercepat perubahan iklim dan menimbulkan bencana alam (Union of Concerned Scientists, 2011). Salah satu bencana alam yang dapat disebabkan oleh perubahan iklim adalah kekeringan meteorologis. Kekeringan ini terjadi ketika intensitas hujan yang terjadi berada di bawah rata-rata pada kondisi normal.

Oleh karena itu penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui kekeringan historis yang terjadi pada tahun 2013 berdasarkan analisis indeks kekeringan meteorologis dengan metode *Effective Drought Index* (EDI). Tahun 2013 dipilih untuk digunakan sebagai dasar waktu analisis penelitian. Pada tahun tersebut

tidak terdapat gangguan iklim yang berasal dari La Nina dan El Nino berdasarkan nilai *Oceanic Nino Index*. Analisis UHI dan EDI dilakukan berdasarkan nilai indeks kekeringan yang paling kering pada musim kemarau tahun 2013. Hubungan UHI dan EDI dianalisis dengan menggunakan metode korelasi Pearson.

METODE PENELITIAN

Wilayah penelitian dapat dilihat pada Gambar 1. Wilayah DIY yang termasuk di dalam wilayah penelitian merupakan wilayah yang rekaman citra Landsat-8 pada *path* 120 dan *row* 65. Kecamatan di sekitar Gunung Merapi tidak termasuk ke dalam wilayah penelitian untuk menghindari efek hujan orografis.



Gambar 1. Peta wilayah penelitian

Metadata citra Landsat-8 digunakan untuk mendapatkan nilai UHI di DIY, yang diunduh dari laman *USGS Earth Explorer*. Sebagian wilayah DIY yang tidak digunakan sebagai cakupan penelitian adalah Kecamatan Semin, Ponjong, Rongkop, Girisubo, Semanu, Tepus, Ngawen, Pakem, Cangkringan, Turi dan Kaliurang. Sebelum melakukan perhitungan untuk UHI, dilakukan kalibrasi radiometrik menggunakan *software ArcMap* 10.4.1. Dilakukan perhitungan untuk mendapatkan nilai *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) berdasarkan pengolahan data *band-4* dan *band-5* dengan persamaan (1) (USGS, 2016).

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (1)$$

Dengan *NIR* merupakan saluran inframerah pada *band-5*, dan *RED* adalah saluran merah pada *band-4*. Dilanjutkan dengan menghitung *Proportion of Vegetation* (PV) menggunakan persamaan (2).

$$PV = \left(\frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} \right)^2 \quad (2)$$

Berdasarkan nilai PV kemudian diperoleh nilai *Land Surface Emissivity* berdasarkan persamaan (3).

$$LSE = 0,004 \times PV + 0,986 \quad (3)$$

Metadata citra Landsat-8 pada *band-10* digunakan untuk mendapatkan nilai *Land Surface Temperature* (LST) (Fawzi, 2017). Data dari *band-10* diolah untuk mendapatkan nilai *Brightness Temperature* (BT) dalam Celsius berdasarkan persamaan (4).

$$BT = \frac{K_2}{\ln \left(\frac{K_1}{\text{Hasil Kalibrasi}} + 1 \right)} - 273,15 \quad (4)$$

K merupakan konstanta *band thermal* (*band-10*) Landsat-8. Hasil perhitungan *BT* digunakan untuk memperoleh nilai *Land Surface Temperature* (LST) berdasarkan persamaan (5).

$$LST = \frac{BT}{\left(1 + \left(\lambda \times \frac{BT}{\rho} \right) \times \ln(LSE) \right)} \quad (5)$$

Dengan λ merupakan rata-rata panjang gelombang *band-10*. ρ merupakan hasil perhitungan berdasarkan persamaan $\rho = h \times c / \sigma$, *h* merupakan konstanta Planck's, *c* merupakan kecepatan cahaya, dan σ merupakan konstanta Boltzmann. Sehingga diperoleh nilai UHI dengan cara mengurangkan LST pada titik penelitian dengan LST rata-rata seluruh wilayah penelitian berdasarkan persamaan (6) (Wibowo, 2013).

$$UHI = LST \text{ titik penelitian} - LST \text{ rata-rata} \quad (6)$$

Untuk mendapatkan nilai EDI pada wilayah studi, digunakan analisis data hujan harian untuk memperoleh nilai EDI Bulanan (Deo et al., 2017). Data hujan yang digunakan berasal dari 20 stasiun hujan yang terdapat di DIY. Data hujan yang digunakan bersifat pangkah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis indeks kekeringan EDI, Bulan Agustus sampai dengan Oktober tahun 2013 merupakan periode paling kering selama musim kemarau. Nilai EDI yang menunjukkan kondisi paling kering adalah -1,1, yang berada pada kategori agak kering menurut Deo et al. (2017). Berdasarkan hal tersebut, analisis UHI juga dilakukan pada Bulan Agustus sampai dengan Oktober tahun 2013.

Hasil pemetaan UHI dan EDI dapat dilihat pada Gambar 2. Berdasarkan hasil pemetaan tersebut dilakukan pemberian skor untuk menghitung kekuatan hubungan antara kedua variabel. Pemberian skor pada hasil pemetaan UHI dilakukan berdasarkan Tabel 1. Pemberian skor pada hasil pemetaan EDI dilakukan berdasarkan Tabel 2.

Tabel 1. Pemberian skor berdasarkan klasifikasi UHI

Klasifikasi UHI	Skor
Tidak ada efek UHI	1
UHI sangat rendah	2
UHI rendah	3
UHI menengah	4
UHI tinggi	5
UHI sangat tinggi	6

Tabel 2. Pemberian skor berdasarkan klasifikasi EDI

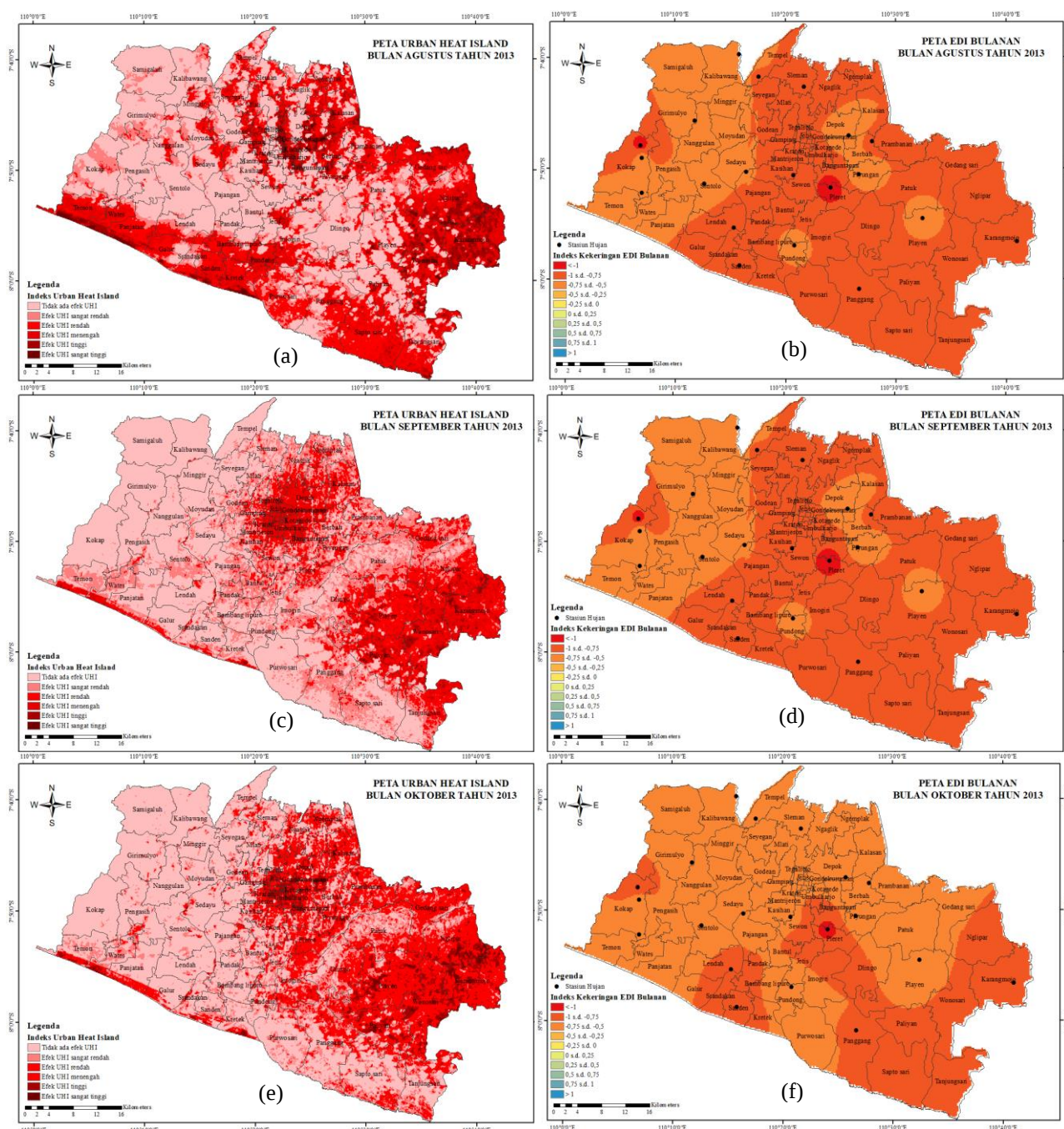
Klasifikasi EDI	Skor
(-1,5) s.d. (-1,0)	1
(-1,0) s.d. (-0,5)	2
(-0,5) s.d. 0	3
0 s.d. 0,5	4
0,5 s.d. 1,0	5
1,0 s.d. 1,5	6

Hasil korelasi Pearson UHI terhadap EDI pada Bulan Agustus tahun 2013 dapat dilihat pada Tabel 3. Pemberian skor dilakukan berdasarkan Gambar 2(a) dan Gambar 2(b). Hasil korelasi Pearson yang diperoleh adalah -0,85. Nilai 0,85 menunjukkan hubungan yang sangat kuat antara UHI dengan EDI. Tanda negatif menunjukkan bahwa EDI dapat merepresentasikan UHI di wilayah studi. Wilayah yang memiliki efek UHI tinggi juga memiliki nilai EDI yang rendah dan negatif. Nilai EDI yang rendah dan negatif menunjukkan kondisi yang kering.

Wilayah dengan efek UHI yang paling tinggi terdapat di Kota Yogyakarta. Wilayah tersebut merupakan kawasan urban dan merupakan pusat pemerintahan Daerah Istimewa Yogyakarta. Kawasan urban tersebut memiliki lahan terbuka hijau yang paling rendah dibandingkan wilayah lain di DIY. Nilai rata-rata EDI pada wilayah tersebut juga paling rendah.

Tabel 3. Hasil korelasi Pearson UHI dan EDI Bulan Agustus tahun 2013

Kabupaten	UHI	EDI
Sleman	2,5	1,4
Bantul	2,4	1,2
Kulon Progo	2,1	1,8
Gunung Kidul	3,3	1,1
Kota Yogyakarta	3,4	1,0
Korelasi Pearson		-0,85



Gambar 2. (a) UHI Bulan Agustus, (b) EDI Bulan Agustus, (c) UHI Bulan September, (d) EDI Bulan September, (e) UHI Bulan Oktober, dan (f) EDI Bulan Oktober tahun 2013.

Hasil korelasi Pearson UHI terhadap EDI pada Bulan September tahun 2013 dapat dilihat pada Tabel 3. Pemberian skor dilakukan berdasarkan Gambar 2(c) dan Gambar 2(d). Hasil korelasi Pearson yang diperoleh adalah -0,84. Nilai 0,84 menunjukkan hubungan yang sangat kuat antara UHI dengan EDI. Tanda negatif menunjukkan hubungan yang tidak searah. Wilayah yang mengalami efek UHI tinggi juga memiliki nilai EDI yang rendah. Nilai EDI yang rendah menunjukkan kondisi wilayah yang kering. Hal ini menunjukkan bahwa EDI dapat merepresentasikan UHI pada Bulan September tahun 2013 di DIY.

Wilayah Kulon Progo mendapatkan efek UHI yang paling rendah. Sebagian besar wilayahnya tidak mendapatkan efek UHI. Hal tersebut disebabkan oleh lahan terbuka hijau yang luas di Kabupaten Kulon Progo. Kondisi vegetasi di wilayah tersebut juga

mempengaruhi hasil pengukuran NDVI. Pada musim kemarau, jenis vegetasi di wilayah tersebut tetap dapat tumbuh dengan baik, terutama vegetasi non pertanian. Hal tersebut berkebalikan dengan kondisi wilayah Kabupaten Gunung Kidul yang didominasi tumbuhan jati yang akan meranggas saat musim kemarau.

Tabel 4. Hasil korelasi Pearson UHI dan EDI pada Bulan September tahun 2013

Kabupaten	UHI	EDI
Sleman	1,6	1,4
Bantul	1,6	1,2
Kulon Progo	1,2	1,8
Gunung Kidul	2,5	1,1
Kota Yogyakarta	3,0	1,0
Korelasi Pearson		-0,84

Hasil korelasi Pearson UHI terhadap EDI pada Bulan Oktober tahun 2013 dapat dilihat pada Tabel 5. Pemberian skor dilakukan berdasarkan Gambar 2(e) dan Gambar 2(f). Hasil korelasi Pearson yang diperoleh adalah -0,48. Nilai 0,48 menunjukkan hubungan yang moderat antara UHI dengan EDI pada Bulan Oktober tahun 2013. Nilai negatif menunjukkan sebagian besar wilayah yang memiliki efek UHI tinggi juga memiliki nilai EDI yang rendah. Hal tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah di DIY yang memiliki suhu tinggi berada pada kondisi yang kering berdasarkan indeks kekeringan EDI.

Tabel 5. Hasil korelasi Pearson UHI dan EDI pada Bulan Oktober tahun 2013

Kabupaten	UHI	EDI
Sleman	3,0	2,0
Bantul	1,6	1,8
Kulon Progo	1,2	2,0
Gunung Kidul	4,0	1,4
Kota Yogyakarta	5,0	1,8
Korelasi Pearson		-0,48

Berdasarkan hasil penelitian, wilayah di DIY yang memiliki efek UHI tinggi pada Bulan Agustus sampai dengan Oktober tahun 2013 adalah Kota Yogyakarta, Kecamatan Depok, Kalasan, Ngaglik, Ngemplak, Prambanan, Berbah, Piyungan, Banguntapan, Pleret, Wonosari, Karangmojo, Gedangsari, Nglipar, Patuk, Playen dan Paliyan. Sebagian besar wilayah tersebut memiliki nilai indeks kekeringan EDI yang rendah atau cenderung lebih kering dibandingkan wilayah lain di DIY. Nilai EDI dapat merepresentasikan nilai UHI di DIY, terutama di wilayah Kabupaten Gunung Kidul.

Berdasarkan nilai korelasi Pearson, hubungan antara UHI dan EDI yang paling baik diperoleh pada Bulan Agustus tahun 2013. Hubungan yang moderat diperoleh pada Bulan Oktober tahun 2013. Hubungan moderat tersebut disebabkan oleh musim pancaroba. Kabupaten Sleman dan Kabupaten Kulon Progo telah mengalami curah hujan bulanan lebih dari 100 mm pada Bulan Oktober tahun 2013. Hal tersebut menunjukkan bahwa wilayah tersebut telah melalui musim kemarau. Pada Kabupaten Gunung Kidul dan Bantul masih mengalami efek dari musim kemarau tahun 2013. Hal tersebut dapat terlihat pada hasil pemetaan EDI Bulan Oktober.

UHI yang tidak terwakili oleh nilai EDI terdapat di wilayah Kabupaten Sleman dan Kota Yogyakarta. Hal tersebut disebabkan oleh tidak adanya data hujan di

wilayah Kota Yogyakarta. Hasil perhitungan EDI di wilayah tersebut diperoleh berdasarkan nilai interpolasi. Penelitian lanjutan dengan jumlah stasiun hujan yang lebih banyak diperlukan untuk mendapatkan hasil yang lebih baik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa UHI berhubungan dengan indeks kekeringan EDI. Hubungan yang paling kuat terdapat pada Bulan Agustus tahun 2013, dengan nilai -0,85. Hubungan UHI dan EDI bernilai negatif. Nilai negatif pada Korelasi Pearson menunjukkan hubungan yang tidak searah. Sebagian besar wilayah di DIY yang memiliki efek UHI tinggi juga memiliki nilai EDI yang rendah. Nilai EDI yang rendah menunjukkan kondisi yang kering. Wilayah urban di DIY memiliki suhu permukaan yang tinggi dan berada dalam kondisi kering berdasarkan indeks kekeringan EDI. Oleh karena itu, hasil pemetaan EDI dapat merepresentasikan hasil pemetaan UHI dengan baik pada Bulan Agustus sampai dengan Oktober tahun 2013.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS, 2015. *Statistik Migrasi di Yogyakarta*.
- Deo, R.C., Byun, H.R., Adamowski, J.F. and Begum, K., 2017. Application of effective drought index for quantification of meteorological drought events: a case study in Australia. *Theoretical and Applied Climatology*, 128(1–2), pp.359–379.
- EPA, 2011. *Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies. Urban Heat Island Basics*.
- Fawzi, N.I., 2017. Mengukur Urban Heat Island Menggunakan Penginderaan Jauh, Kasus Di Kota Yogyakarta. *Majalah Ilmiah Globe*, 19(2), pp.195.
- Union of Concerned Scientists, 2011. *Rising Temperatures , Worsening Ozone Pollution*. Climate Ch ed. [online] Available at: <<https://www.ucsusa.org/sites/default/files/2019-09/climate-change-and-ozone-pollution.pdf>>.
- USGS, 2016. *Landsat 8 OLI and TIRS and their uses*. Available at: <<https://www.usgs.gov/media/images/landsat-8-oli-and-tirs-and-their-uses>>.
- Wibowo, A., 2013. Spatial - Temporal Analysis of Urban Heat Island in Tangerang City. *Indonesian Journal of Geography*, 45(2), pp.101–115.