

PENGENALAN *URBAN HEAT ISLAND* PADA PESERTA DIDIK SEBAGAI UPAYA MITIGASI BENCANA KLIMATOLOGIS DI KOTA SURAKARTA

Siti Azizah Susilawati¹, Baharudin Syaiful Anwar², Nanda Khoirunisa³

Pendidikan Geografi

Universitas Muhammadiyah Surakarta

azizah.susilawati@ums.ac.id

ABSTRACT: Surakarta is one of the major cities in Central Java, which is currently experiencing rapid growth. The development of Surakarta indicated by an increase of 3.66% from 2007 to 2011, this resulted in the threat of disruption micro-climate in the region. One of the threats of climate change on a regional micro is the Urban Heat Island phenomenon. Based on the analysis of Landsat 7 in 2003 and 2011 the threat of Urban Heat Island can be determined by analyzing the NDVI and LST where the analysis shows that the average density of the vegetation index Surakarta in 2003 is -0.4 - 0.1 (vegetation density is sparse - medium) and 0.4 - 0.1 (vegetation density is sparse - being) in 2011, the overall area of Surakarta area of sparse vegetation density increases evenly on every kecamatan. Berdasarkan analisis of LST on Landsat 7 in 2003 showed that the mean average land surface temperature Surakarta 33,1° C - 35° C and increase to 36° C - 37° C in 2011, while the average land surface temperature around Karanganyar, Sukoharjo, Klaten and Boyolali was 29.1 - 31 37° C. participatory effort by learners in the Urban Heat Island mitigation can be participatory field measurements, instrument making socialization, forming study groups and implementation of disaster curriculum.

Keywords: Urban Heat Island, learners climatological disasters

ABSTRAK: Kota Surakarta merupakan salah satu kota besar di Jawa Tengah yang saat ini tengah mengalami perkembangan yang pesat. Perkembangan Kota Surakarta ditunjukkan dengan adanya peningkatan sebesar 3.66 % dari tahun 2007 sampai dengan tahun 2011, hal ini mengakibatkan adanya ancaman gangguan iklim mikro di wilayah tersebut. Salah satu ancaman perubahan iklim mikro pada suatu kawasan adalah fenomena Urban Heat Island. Berdasarkan analisis citra landsat 7 tahun 2003 dan 2011 ancaman Urban Heat Island dapat diketahui dengan menganalisis NDVI dan LST dimana hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata indeks kerapatan vegetasi Kota Surakarta pada tahun 2003 adalah -0,4 – 0,1 (vegetasi kerapatan jarang – sedang) dan -0,4 – 0,1 (vegetasi kerapatan jarang – sedang) pada tahun 2011, secara keseluruhan wilayah Kota Surakarta luasan vegetasi kerapatan jarang meningkat merata pada setiap kecamatan. Berdasarkan analisis LST pada citra landsat 7 tahun 2003 menunjukkan bahwa rata-rata suhu permukaan tanah Kota Surakarta 33,1° C – 35° C dan meningkat menjadi 36° C - 37° C pada tahun 2011, sedangkan Rata-rata suhu permukaan daratan di sekitar Kabupaten Karanganyar, Sukoharjo, Klaten dan Boyolali adalah 29,1 – 31 37° C. Upaya partisipatif oleh peserta didik dalam mitigasi Urban Heat Island dapat berupa partisipatif dalam pengukuran di lapangan, pembuatan instrumen sosialisasi, pembentukan kelompok studi dan implementasi kurikulum bencana.

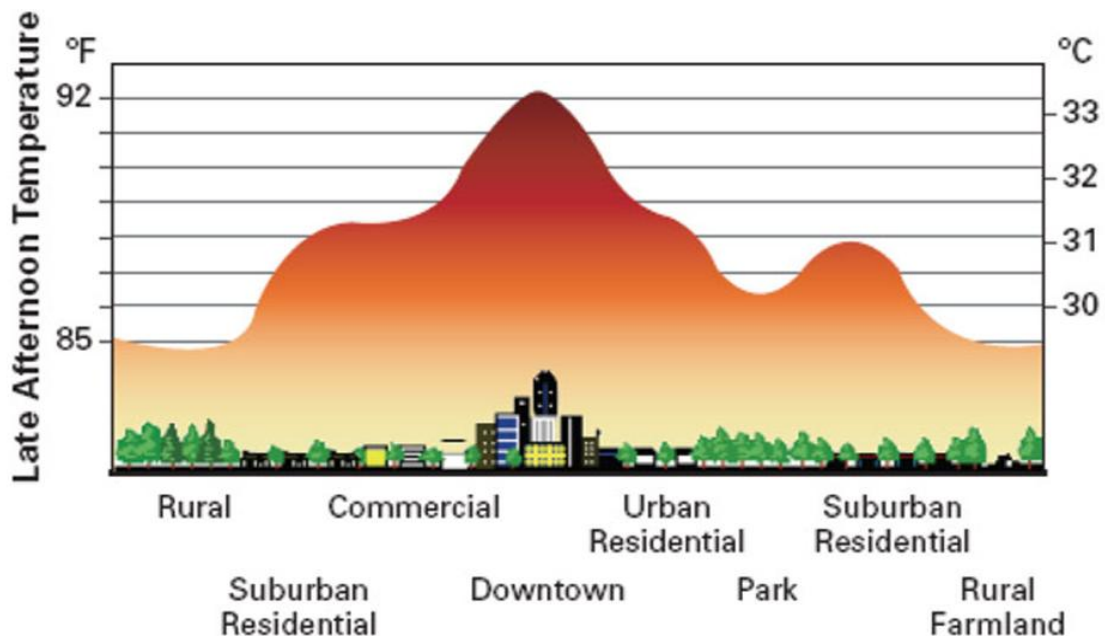
Katakunci : Urban Heat Island, peserta didik bencana klimatologis

PENDAHULUAN

Kota Surakarta merupakan salah satu kota besar di Jawa Tengah yang memiliki letak strategis dimana Kota Surakarta merupakan simpul pertemuan Jalur Surabaya-Semarang dan Surabaya-Yogyakarta dimana jalur tersebut merupakan jalur nasional yang memiliki kepadatan aktifitas yang tinggi. Luas Kota Surakarta mencapai 44,04 km² yang secara administratif terdiri dari 5 kecamatan yaitu : Kecamatan Laweyan, Kecamatan Serengan, Kecamatan Pasar Kliwon, Kecamatan Jebres dan Kecamatan Banjarsari. Kota Surakarta saat ini tengah mengalami perkembangan kota dengan pesat dimana perkembangan ini ditunjukkan dengan semakin meningkatnya permukiman sebagai akibat semakin meningkatnya penduduk. Kawasan permukiman Kota Surakarta mengalami peningkatan sebesar 3.66 % dari tahun 2007 sampai dengan tahun 2011 (Bappeda, 2011). Peningkatan kawasan permukiman Kota Surakarta dapat diindikasikan sebagai salah satu faktor pemicu terganggunya iklim mikro perkotaan jika tidak disertai oleh pengelolaan Ruang Terbuka Hijau yang tepat. Data rata-rata temperatur Kota Surakarta dari Tahun 2005 – 2012 menunjukkan pola fluktuasi dimana pada tahun 2005 rata-rata suhu adalah 27°C kemudian mengalami penurunan suhu mencapai

26,3°C pada tahun 2008, selanjutnya mengalami peningkatan kembali pada tahun 2010 dengan rata-rata suhu mencapai 27,1°C tapi mengalami penurunan hingga 26,3°C pada tahun 2011 dan mengalami kenaikan kembali mencapai 26,9°C pada tahun 2012.

Adanya indikasi peningkatan rata-rata temperatur Kota Surakarta disertai dengan tingginya alih fungsi lahan menjadi permukiman mengakibatkan adanya ancaman gangguan iklim mikro di wilayah tersebut. Salah satu ancaman perubahan iklim mikro pada suatu kawasan adalah fenomena *Urban Heat Island*. Menurut *Environmental Protection Agency (EPA)* pada tahun 2005 *Urban Heat Island* adalah suatu wilayah perkotaan yang lebih hangat dibandingkan dengan wilayah sekitarnya. Temperatur yang hangat pada suatu kota tersebut terbentuk sebagai akibat peningkatan material penyerap panas dan pemantul panas yang tinggi. Perubahan penggunaan lahan sehingga mengakibatkan berkurangnya RTH akan mengakibatkan berganti vegetasi menjadi beton/aspal/semen dimana material-material tersebut mempunyai kemampuan penyerap panas yang tinggi juga kemampuan memantulkan panas yang tinggi pula.



Gambar.1. Ilustrasi Urban Heat Island (http://explow.com/urban_heat_island)

Kota Surakarta saat ini terus mengalami perkembangan kota dengan ditandai semakin meningkatnya lahan-lahan terbangun. Perkembangan Kota Surakarta tersebut berdampak pula terhadap perubahan iklim berupa perubahan iklim mikro di kota tersebut. Data luas permukiman Kota Surakarta pada Tahun 2011 mencapai 63,82 % sedangkan kawasan terbuka yang berupa lahan pertanian sawah dan tegalan mencapai 5,93 % (Bappeda, 2011), lebih lanjut hasil penelitian Pratama (2013) mengemukakan bahwa suhu permukaan Kota Surakarta berkisar antara $< 27^{\circ}\text{C}$ sampai 14°C , sedangkan suhu permukaan pada RTH berkisar antara 28°C sampai $< 31^{\circ}\text{C}$. Berdasar data-data tersebut menunjukkan bahwa saat ini Kota Surakarta tengah mengalami ancaman *Urban Heat Island* sebagai akibat semakin meningkatkan kawasan terbangun.

Peserta didik di Sekolah Dasar merupakan salah satu kelompok rentan bencana, selain itu, peserta didik juga merupakan salah satu komponen terdidik dalam masyarakat bagian dari aset generasi bangsa yang dapat dilibatkan dalam mitigasi bencana salah satunya adalah mitigasi *Urban Heat Island*. Hasil penelitian Sunarhadi dkk (2015) tentang pengembangan model sekolah (*Prepare and Safe*) dalam pendidikan pengurangan risiko bencana menunjukkan bahwa peserta didik dapat berpartisipasi dalam penentuan model sekolah PAS. Partisipasi siswa dalam peningkatan kesiapsiagaan serta aman bencana melalui peran siswa sekolah dalam mengidentifikasi sumber ancaman/bahaya, pengembangan kebijakan dan prosedur kedaruratan serta mobilisasi sumberdaya.

Urban Heat Island merupakan salah satu ancaman yang berada di sekitar peserta didik dimana peserta didik adalah salah satu komponen masyarakat yang rentan terhadap suatu bencana. Sosialisasi *Urban Heat Island* di lingkungan sekolah diperlukan untuk dapat menciptakan empati pihak sekolah terutama peserta didik untuk ikut terlibat mengurangi ancaman bencana klimatologis perkotaan tersebut. Pembentukan karakter peserta didik melalui model partisipasi akan meningkatkan *environment sense belonging* sehingga peserta didik dapat sebagai pelaku mitigasi *Urban Heat*

Island. Kementerian Pemberdayaan Perempuan Tahun 2006 menetapkan Kota Surakarta sebagai Kota Layak Anak dimana kota ini dinilai berhasil melaksanakan komitmen *a world for children* (WFC) atau "satu dunia yang layak bagi anak-anak". Implementasi program ini telah dilakukan oleh semua komponen masyarakat Kota Surakarta termasuk pemerintah Kota Surakarta, bahkan di beberapa sekolah di Kota Surakarta telah ditetapkan sebagai Sekolah Ramah Anak. Tingginya komitmen untuk menciptakan Surakarta Layak Anak secara berkelanjutan merupakan stimulasi yang tepat pula untuk melibatkan anak untuk berpartisipasi dalam mitigasi *Urban Heat Island* yang tengah mengancam mereka.

Pengenalan fenomena *Urban Heat Island* pada peserta didik merupakan salah satu upaya *climate literacy* bagi masyarakat. *Climate literacy* pada peserta didik dapat menjadi jalan terbukanya kesadaran masyarakat akan ancaman bahaya klimatologis yang semakin tahun terus mengalami peningkatan.

METODE

Identifikasi *Urban Heat Island* Kota Surakarta didasarkan pada analisis NDVI yaitu analisis citra terhadap kerapatan vegetasi serta analisis LST yaitu analisis citra untuk menduga suhu permukaan tanah.

Analisis NDVI

Identifikasi *Urban Heat Island* Kota Surakarta dilakukan menggunakan penginderaan jauh dengan Landsat 7 Tahun 2003 dan Landsat 7 Tahun 2011. Data citra Landsat diolah dengan menggunakan ArcGIS 10.2 Analisis citra dilakukan dengan menganalisis kerapatan vegetasi pada citra dengan metode *Normalize Difference Vegetation Index* (NDVI). NDVI adalah suatu persamaan yang memperhitungkan nilai pantulan dari band inframerah yang dipantulkan oleh tanaman hasil fotosintesis. Pendekatan matematis NDVI dapat dituliskan pada rumus berikut ini:

$$\text{NDVI} = \frac{(\text{band4}) - (\text{band3})}{(\text{band4}) + (\text{band3})}$$

Nilai pantulan spektral adalah rasio dari pantulan radiasi yang masuk dalam masing-

masing band spektral secara individu dengan rentan nilai antara 0,0 sampai 1,0, dengan kata lain nilai NDVI bervariasi antara -1,0 sampai +1,0. Nilai negatif (-1) sesuai dengan nilai pantulan air pada lautan. Nilai mendekati nol (-0,1 sampai 0,1) biasanya merupakan daerah tandus, batuan, pasir bahkan salju. Nilai yang mempunyai harga positif merupakan daerah belukar dan padang rumput (vegetasi kerapatan sedang). Untuk wilayah hutan nilai NDVI mendekati 1

Analisis LST

Land surface temperature(LST) merupakan metode pendugaan suhu permukaan pada daratan dengan memanfaatkan saluran atau band thermal yang ada pada citra. Pendugaan suhu dengan menggunakan satelit landsat 7 ETM dengan memanfaatkan saluran 6. Pengolahan Radian spektral menurut Reeves, et, al (1975) merupakan nilai fluks radian per unit pada sudut tertentu yang di radiasikan oleh suatu objek ke arah tertentu. Oleh karena itu nilai dari *digital number* pada citra landsat harus dikonversi menjadi nilai radian spektral (chander, et, al., 2007) dengan persamaan sebagai berikut:

$$L_{\lambda} = \left(\frac{L_{max} - L_{min}}{QCAL_{max} - QCAL_{min}} \right) \times (Q_{cal} - QCAL_{min}) + L_{min}$$

Keterangan :

- L_{λ} = radian spektral pada sensor (W/(m²sr.µm))
- L_{max} = nilai maksimal radian spektral (W/(m²sr.µm))
- L_{min} = nilai minimal radian spektral (W/(m²sr.µm))
- $QCAL_{max}$ = nilai maksimum piksel yang mengacu pada LMAX_λ (DN)
- $QCAL_{min}$ = nilai minimum piksel yang mengacu pada LMIN_λ (DN)
- Q_{cal} = nilai piksel (DN) pada citra acuan

Setelah mengkonversi nilai radian langkah selanjutnya adalah melakukan koreksi atmosfer. Koreksi atmosfer berguna untuk mengembalikan nilai spektral sebenarnya dari obyek yang diakibatkan gangguan atmosfer seperti awan, partikel debu, air, dan lain sebagainya. Rumus yang digunakan untuk koreksi atmosfer dapat disajikan berikut ini :

$$L_T = \frac{L_{\lambda} - L_u}{\tau \epsilon} - \frac{1 - \epsilon}{\epsilon} L_d$$

Keterangan :

- L_T = radiance dari kinetik blackbody
- L_{λ} = nilai radian spektral pada sensor (DN citra yang telah dirubah menjadi nilai radian)
- L_u = nilai upwelling radiance (W/(m²sr.µm))
- τ = nilai transmisivitas
- ϵ = nilai emisivitas (0.95)
- L_d = nilai downwelling radiance (W/(m²sr.µm))

Hasil dari *koreksi* atmosfer kemudian diolah menjadi data temperatur dengan satuan Kelvin yang kemudian dikonversi lagi menjadi data suhu udara dengan satuan Celcius. Adapun rumus untuk merubah nilai koreksi atmosfer adalah :

$$T = \frac{K_2}{\ln \left(\frac{K_1}{L_T} + 1 \right)}$$

Keterangan :

- T = temperature dalam kelvin (K)
- K_2 = konstanta pada band 10
- K_1 = Konstanta pada band 10
- L_T = DN citra hasil koreksi atmosfer

Setelah dirubah *menjadi* data suhu udara permukaan tanah dengan satuan celvin kemudian dirubah menjadi satuan derajat celcius dengan rumus:

$$T \text{ celvin} - 273$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis NDVI pada tahun 2003 menunjukkan *bahwa* sebagian besar wilayah Kota Surakarta didominasi oleh vegetasi kerapatan jarang sebesar 26,38 km². sebagian besar wilayah dengan vegetasi kerapatan jarang sampai rendah berada di bagian selatan wilayah Kota Surakarta yang berada pada kecamatan Laweyan, Serangan dan Pasar Kliwon. Pada sebagian kecamatan Banjarsari dan Jebres bagian utara masih terdapat vegetasi dengan tingkat kerapatan sedang sampai rapat dengan luas 19,94 km².

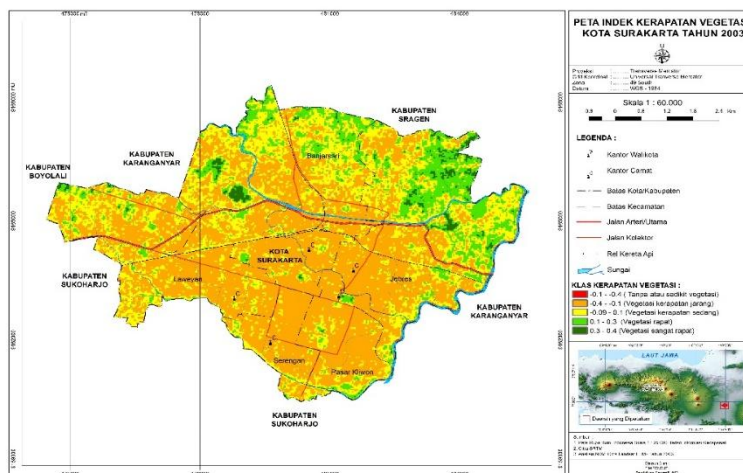
Tabel 1 Luas Kerapatan Vegetasi Tahun 2003

Nilai NDVI	Klas NDVI	Luas (Km ²)
< -0.4	SedikitVegetasi	0.07
-0.4 - -0.1	Vegetasikerapatanjarang	26.38
-0.09 - 0.1	Vegetasikerapatanrendah	13.98
0.1 - 0.3	Vegetasirapat	5.96
0.3 - 0.4	Vegetasisangatrapat	0.71
TOTAL		47.10

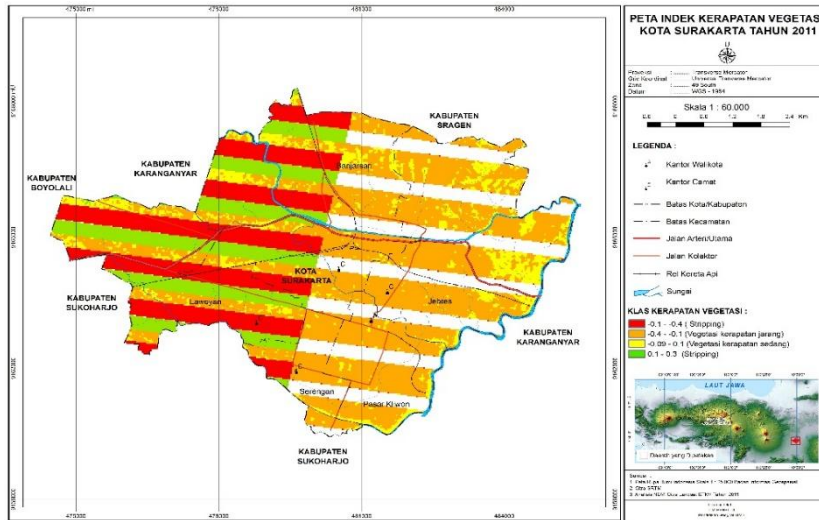
Sumber : perhitungan data primer,2016

Berdasarkan analisis NDVI menunjukkan bahwa kerapatan vegetasi di wilayah Kota Surakarta baik tahun 2003 sampai tahun 2011 sangat rendah, hal ini dikarenakan perkembangan kota ke arah artifisial yang sangat cepat. Perkembangan ini dipengaruhi oleh jalan utama yang menghubungkan dari kota Yogyakarta, Semarang dan Surabaya. Kota Surakarta merupakan pusat kegiatan bagi wilayah di sekitarnya sehingga pertumbuhan fasilitas sosial dan ekonomi menjadi agenda

utama bagi pemerintah untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Rata-rata indeks kerapatan vegetasi Kota Surakarta pada tahun 2003 adalah -0,4 – 0,1 (vegetasi kerapatan jarang – sedang) dan -0,4 – 0,1 (vegetasi kerapatan jarang – sedang) pada tahun 2011, secara keseluruhan wilayah Kota Surakarta luasan vegetasi kerapatan jarang meningkat merata pada setiap kecamatan.



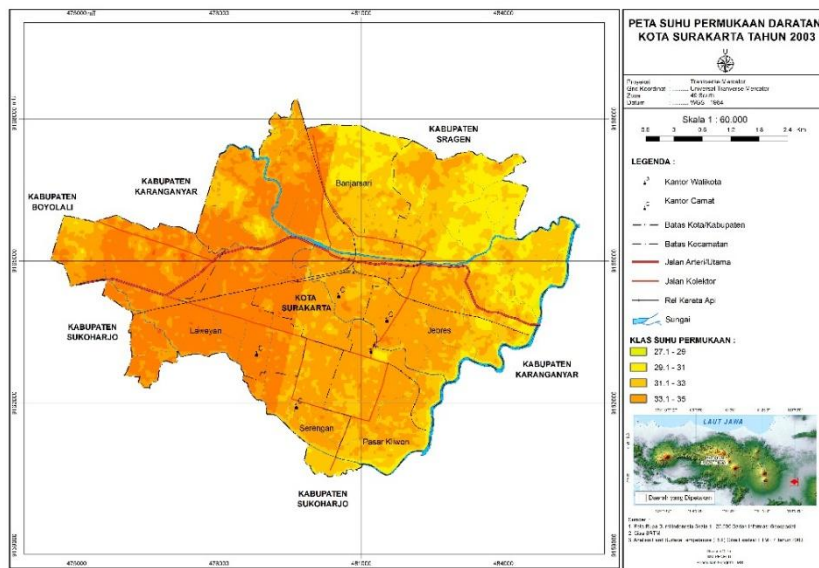
Gambar.2. Peta Indeks Kerapatan Vegetasi Kota Surakarta Tahun 2003
 Sumber : analsis NDVI, 2016



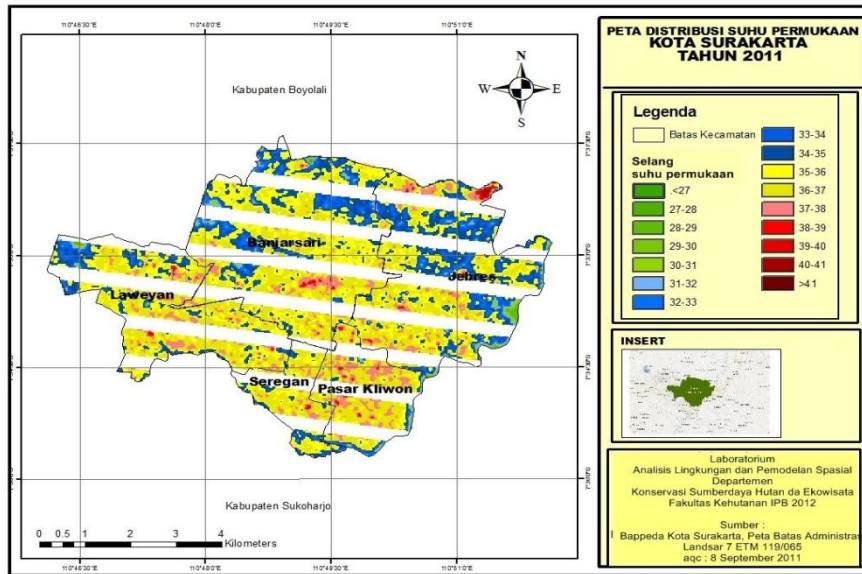
Gambar.3. Peta Indeks Kerapatan Vegetasi Kota Surakarta Tahun 2011
 Sumber : analisis NDVI, 2016

Berdasarkan analisis LST pada citra landsat 7 tahun 2003 menunjukkan bahwa rata-rata suhu permukaan tanah Kota Surakarta 33,1°

C – 35° C dan meningkat menjadi 36° C - 37° C pada tahun 2011.



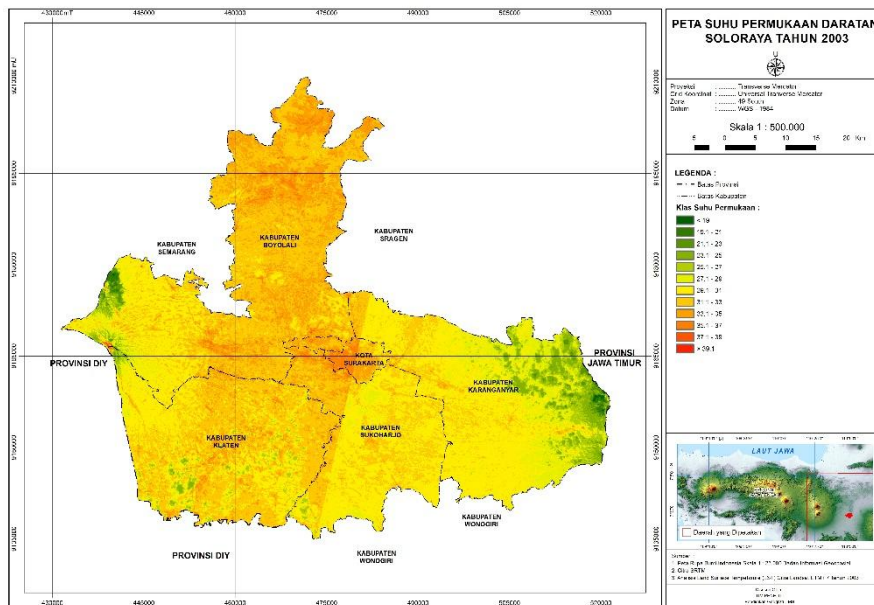
Gambar.4. Peta Suhu Permukaan Daratan Kota Surakarta Tahun 2003
 Sumber : analisis LST, 2016



Gambar.4. Peta Suhu Permukaan Daratan Kota Surakarta Tahun 2003
 Sumber : analisis LST, 2013

Fenomena *Urban Heat Island* Kota Surakarta teridentifikasi melalui citra landsat 7 baik tahun 2003 dan 2011 bahwa suhu daratan permukaan Kota Surakarta lebih tinggi dibandingkan dengan wilayah yang berada di

sekitar Kota Surakarta. Rata-rata suhu permukaan daratan di sekitar Kabupaten Karanganyar, Sukoharjo, Klaten dan Boyolali adalah 29,1 – 31 37° C.



Gambar.4. Peta Suhu Permukaan Daratan Kota Surakarta Tahun 2003
 Sumber : analisis LST, 2016

Pentingnya Pengenalan *Urban Heat Island* pada Peserta Didik sebagai Upaya Mitigasi Bencana Klimatologis

Peserta didik sebagai salah satu komponen masyarakat mempunyai peran penting dalam mensosialisasikan masalah lingkungan. Peserta didik dapat mentransfer pemgetahuannya di dalam keluarga dan selanjutnya dapat berkembang di lingkungan tempat tinggal/masyarakat. Ancaman bencana klimatologis perlu disadarkan baik secara individu maupun komunitas (masyarakat). Upaya kesadaran klimatologis terhadap kehidupan atau sering dikenal sebagai *Climate Literacy* diperlukan untuk meningkatkan kesiapan respon dari dampak fenomena klimatologis yang timbul.

Urban Heat Island merupakan salah satu fenomena bencana klimatologis yang terjadi di wilayah perkotaan. Aktifitas perkotaan dengan tingginya gas buang CO₂, SO_x dan NO_x serta peningkatan suhu mikro akibat perubahan penggunaan lahan menyebabkan tingginya suhu perkotaan dibanding dengan wilayah sekitarnya. Suhu panas pada saat siang hari dan sedikit menurun pada saat malam hari. Kondisi suhu yang tinggi pada malam hari dikarenakan terperangkapnya suhu panas dalam wilayah tersebut.

Peserta didik sebagai komponen masyarakat dapat dilibatkan dalam upaya mitigasi bencana diatas dengan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Peserta didik ikut berpartisipasi dalam melakukan identifikasi fenomena *Urban Heat Island*

Partisipasi indentifikasi *Urban Heat Island* oleh peserta didik dapat dilakukan dengan melibatkannya dalam pengukuran suhu di lapangan dengan menggunakan termometer. Pengukuran suhu di lapangan di lakukan dalam periode waktu yang berbeda dengan penggunaan lahan yang berbeda. Berdasarkan hasil pengukuran suhu di lapangan peserta didik dapat membedakan suhu mikro wilayah perkotaan ruang terbuka hijau dan wilayah penggunaan lahan terbangun.
2. Peserta didik dapat berpartisipasi dalam membuat instrumen sosialisasi bencana klimatologis kota.

Partisipasi peserta didik dalam membuat instrumen sosialisasi ancaman bahaya *Urban Heat Island* sangat diperlukan untuk menumbuhkan empati terhadap permasalahan lingkungan di sekitar mereka. Peserta didik dilibatkan dalam FGD untuk mempersiapkan materi instrument.

3. Pembentukan kelompok Studi yang terdiri dari peserta didik yang tertarik dalam masalah bencana klimatologis.

Pelibatan langsung peserta didik dalam aktifitas dan diskusi kelompok tentang *global warming* khususnya bahaya *Urban Heat Island* menumbuhkan *environment sense belonging*.

4. Melakukan implementasi mitigasi bencana klimatologis dengan melibatkan pihak sekolah.

Implementasi dapat dilakukan dengan memasukkan muatan bencana alam terutama bahaya *Urban Heat Island* ke dalam pelajaran ataupun dalam kegiatan ekstra kurikuler.

KESIMPULAN

Ancaman bencana klimatologis saat ini terus meningkat salah satunya adalah ancaman bahaya urban heat island di wilayah perkotaan. Peserta didik sebagai komponen dalam masyarakat dapat berperan aktif dengan mitigasi bencana klimatologis sehingga diperlukan upaya pengenalan bahaya urban heat island kepada peserta didik.

Kota Surakarta merupakan salah satu kota besar di Jawa Tengah yang telah terindikasi terancam bahaya *urban heat island*, hal ini didapat dari hasil analisis NDVI dan LST. Rata-rata indeks kerapatan vegetasi Kota Surakarta pada tahun 2003 adalah -0,4 – 0,1 (vegetasi kerapatan jarang – sedang) dan -0,4 – 0,1 (vegetasi kerapatan jarang – sedang) pada tahun 2011, secara keseluruhan wilayah Kota Surakarta luasan vegetasi kerapatan jarang meningkat merata pada setiap kecamatan.

Berdasarkan analisis LST pada citra landsat 7 tahun 2003 menunjukkan bahwa rata-rata suhu permukaan tanah Kota Surakarta 33,1° C – 35° C dan meningkat menjadi 36° C - 37° C pada tahun 2011, sedangkan Rata-rata suhu permukaan daratan di sekitar Kabupaten Karanganyar,

Sukoharjo, Klaten dan Boyolali adalah 29,1 – 31
37° C

DAFTAR PUSTAKA

- Chander, G., L. B. & Barsi, J. A., 2007. Revised Landsat-5 Thematic Mapper Radiometric Calibration. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, 4(3), pp. 490-494.
- Chander, G., Markham, B. L. & Helder, D. L., 2009. Summary of current radiometric calibration coefficients for Landsat MSS, TM, ETM+, and EO-1 ALI sensors. *Remote Sensing of Environment*, Volume 113, pp. 893-903.
- Pratama, GE, 2013, *Rencana Pengembangan Ruang Terbuka Hijau Berdasarkan Distribusi Suhu Permukaan dan Temperature Humidity Index (THI) di Kota Surakarta*, Skripsi IPB, Bogor.
- Reeves, R. G., Anson, A. & Landen, D., 1975. *Manual of Remote Sensing*. First Edition ed. Virginia: American Society of Photogrammetry.
- Sunarhadi, M.A., Halwat, Mauliy H, Supriyadi, Agus. 2014. Empowering Student Participation in Disaster Risk Reduction (DRR). *International Progress Workshop of Child Rights, Classroom and School Management*, Lund University, Kerala. India.
- Sunarhadi, M.A., Halwat, Mauliy H, Supriyadi, Agus, Rosmusson, Bodil. 2015. Pengembangan Model Sekolah PAS (Prepare and Safe) dalam Pendidikan Pengurangan Risiko Bencana. *Pertemuan Ilmiah Tahunan Ikatan Ahli Bencana Indonesia* Tahun 2015.