

PEMANFAATAN DATA CITRA SENTINEL-3 SEA AND LAND SURFACE TEMPERATURE RADIOMETER (SLSTR) PAGI DAN MALAM HARI UNTUK ANALISIS INTENSITAS FENOMENA PULAU BAHANG PERMUKAAN (Studi Kasus: Kota Bandung)

(UTILIZATION OF SENTINEL-3 SEA AND LAND SURFACE TEMPERATURE RADIOMETER (SLSTR) IMAGERY DAY AND NIGHT TO ANALYSIS SURFACE URBAN HEAT ISLAND INTENSITY (Case Study: Bandung City))

Mirnayani^{1,a}, Sry Kurnia Rapang^{1,a}, Andi Nursuasri Aini^{1,a}, Athar Abdurrahman Bayanuddin^{2,a}

¹Departemen Geofisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin

²Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN)

^aKontributor utama, ^bkontributor anggota

e-mail: mirnayani17h@student.unhas.ac.id

Diterima: 21 Oktober 2020; Direvisi: 12 Desember 2020; Disetujui: 22 Januari 2021

ABSTRAK

Suhu permukaan tanah perkotaan lebih tinggi dibanding pedesaan merupakan fenomena alam yang dikenal sebagai *Surface Urban Heat Island* (SUHI). SUHI memberikan dampak negatif yang besar seperti mempengaruhi kesehatan manusia, kualitas air, udara serta konsumsi energi makhluk hidup sehingga perlu ditemukan solusi yang tepat. Penelitian ini bertujuan untuk : (1) menganalisis pola spasial SUHI *Intensity* (SUHII) Kota Bandung pada pagi dan malam hari menggunakan data citra Sentinel-3 *Sea and Land Surface Temperature Radiometer* (SLSTR) dan (2) rancangan mitigasi iklim perkotaan bagi pemerintah dan masyarakat Kota Bandung. Penelitian SUHII ini menggunakan data multiwaktu *Land Surface Temperature* (LST) citra Sentinel-3 SLSTR pagi dan malam hari musim kemarau tahun 2019 (Agustus-Oktober) untuk menghitung selisih LST *urban* (Kota Bandung) dan area *sub-urban*. Berdasarkan pengolahan data tersebut, diperoleh SUHII maksimum pagi dan malam hari musim kemarau mencapai 5,6°C dan 2,1°C. Selain itu, diperoleh pula pola spasial SUHII di Kota Bandung menunjukkan dua area cenderung terjadi fenomena SUHI yaitu di pusat kota di sisi barat (Kecamatan Babakan Ciparai) dan di area permukiman padat (Kecamatan Antapani dan sekitarnya). Rancangan mitigasi pada area terindikasi SUHII tinggi bagi pemerintah dan masyarakat Kota Bandung yaitu berupa penambahan vegetasi.

Kata kunci: surface urban heat island intensity (SUHII), sentinel-3 SLSTR, Kota Bandung, land surface temperature (LST), mitigasi

ABSTRACT

The land surface temperature (LST) in urban areas higher than rural is a phenomenon of Surface Urban Heat Island (SUHI). There are many negative effects of SUHI that can influence environmental sustainability, such as human health, water and air quality, and energy consumption for human life. Due to the impacts of SUHI, the right solution is required to resolve this problem. This research focused on: (1) analyzing spatial pattern SUHI Intensity (SUHII) in Bandung for day and night by utilizing Sentinel-3 SLSTR (2) urban climate mitigation strategies for the government and communities in Bandung. This research uses multi-temporal data LST day and night especially the peak of dry season (August - October) for SUHII determination by applying method of the difference LST between urban (Bandung city) and sub-urban area. Based on data processing, the maximum SUHII day and night for dry season reach 5°C dan 2°C. Furthermore, the spatial pattern of SUHII in Bandung City shows that there are two areas where the SUHI phenomenon tends to occur, the city center on the west side (Babakan Ciparai District) and dense settlements (Antapani District and its surroundings). The mitigation strategy for the government and community is to increase vegetation.

Keywords: surface urban heat island intensity (SUHII), sentinel-3 SLSTR, Bandung City, land surface temperature (LST), mitigation

1 PENDAHULUAN

Wilayah perkotaan di era ini terus dikembangkan guna meningkatkan kesejahteraan dan kehidupan masyarakat utamanya dalam hal ekonomi. Perkembangan kota-kota di seluruh dunia terus melesat dengan sangat cepat. Hal ini mendasari PBB menetapkan titik fokus pengembangan kota dan permukiman yang inklusif, aman, tangguh dan berkelanjutan pada poin ke-11 dari 17 Tujuan Pembangunan Berkelanjutan atau SDGs (*Sustainable Development Goals*) yang dikeluarkan pada tahun 2015 (United Nations, 2015). Terkait dengan tujuan tersebut dibutuhkan indikator yang valid secara global untuk perbandingan antarkota. Indikator yang memungkinkan yakni perubahan tutupan lahan dan iklim perkotaan yang mencakup UHI (*Urban Heat Island*) (Ravanelli et al., 2018). Faktor utama dalam perubahan iklim adalah urbanisasi (El-Hattab et al., 2018).

UHI merupakan suatu fenomena yang menunjukkan temperatur wilayah perkotaan lebih tinggi dibanding wilayah pedesaan terdekat (Azevedo et al., 2016; H. Li et al., 2018). UHI menjadi masalah serius karena secara perlahan UHI mempengaruhi tiga komponen ekosistem yaitu pangan, air dan energi (Shumilo et al., 2019). Kerapatan bangunan yang tinggi dan rendahnya vegetasi menimbulkan UHI pada wilayah perkotaan (Y. Li et al., 2020; Magli et al., 2015; Shumilo et al., 2019). Mitigasi UHI perlu dirancang untuk meminimalkan dampak buruk yang dapat terjadi (Darlina et al., 2018). UHI

secara khusus dibagi menjadi tiga jenis yaitu: *canopy* UHI, *boundary* UHI dan *surface* UHI (Renard et al., 2019).

Surface Urban Heat Island (SUHI) merupakan fenomena suhu permukaan perkotaan yang lebih tinggi dibandingkan suhu pedesaan sekitarnya (J. A. Sobrino et al., 2012). SUHI mengacu pada perubahan suhu permukaan dengan variabilitas spasial dan temporal yang terkait jenis material dan orientasi permukaan sesuai penyinaran matahari (Pichierri et al., 2012). SUHI dapat ditentukan berdasarkan LST (*Land Surface Temperature*) (Shumilo et al., 2019). *SUHI Intensity* (SUHII) merupakan selisih antara LST wilayah perkotaan dan pedesaan sekitarnya (Peng et al., 2012; J. A. Sobrino et al., 2012). SUHII terbentuk karena adanya perbedaan antara LST (suhu permukaan tanah) alami wilayah pedesaan dengan permukaan kedap air (*impervious surface*) perkotaan (H. Li et al., 2018).

Satelit penginderaan jauh memiliki misi yang salah satunya mendukung perhitungan LST dengan menyajikan data secara multiwaktu (Shumilo et al., 2019). Pada tahun 2016, Badan Antariksa Eropa mulai melakukan pemantauan permukaan bumi menggunakan Satelit Sentinel-3. Satelit Sentinel-3 melakukan perekaman di daerah yang sama pada siang hari dan malam hari (European Space Agency, 2020). Sentinel-3 membawa instrumen penginderaan jauh *Sea and Land Surface Temperature Radiometer* (SLSTR) yang dirancang untuk pemantauan *Sea Surface Temperature*

(SST) dan LST secara global (ACRI-ST, 2018). Sentinel-3 SLSTR mengorbit pada ketinggian 815 km pada pukul 10:00 pagi dengan arah orbit sinkron terhadap matahari. Siklus orbit berulang pada 27 hari. Dimensi cakupan selebar 1420 km, dengan cakupan global setiap 4 hari. Sentinel-3 SLSTR memiliki resolusi spasial 500 m (0,5 km) untuk saluran tampak maupun inframerah gelombang pendek (SWIR) dan 1 km untuk saluran inframerah termal (TIR) (European Space Agency, 2020).

Data citra Sentinel-3 SLSTR dapat digunakan untuk menentukan UHI karena memiliki saluran termal inframerah. Penelitian UHI dengan sumber data informasi suhu permukaan tanah citra Sentinel-3 SLSTR telah dilakukan oleh Shumilo et al. (2019) dengan studi kasus di Kota Kyiv, Ukraina. Penelitian fenomena UHI saat ini sedang marak dikaji oleh para akademisi dan peneliti di Indonesia. Hal ini terlihat pada publikasi mengenai kajian UHI untuk Kota Jakarta, Kota Tangerang, Kota Bandung, Kota Semarang, Kota Yogyakarta, Kota Surabaya dan Kota Makassar. Namun, berdasarkan studi kasus jurnal penelitian UHI di Indonesia tersebut, sebagian besar menggunakan data citra Landsat 5 dan Landsat 8 (Darlina et al., 2018; Guntara, 2019; Karlengie et al., 2018; Kurniati & Rahmi, 2020; Naf & Hernawati, 2018; Syamsudin & Lestari, 2017; Wibowo & Rustanto, 2013). Hingga saat ini di tahun 2020, analisis UHI menggunakan data citra Sentinel-3 masih sangat minim. Bahkan di Indonesia belum ditemukan adanya publikasi mengenai analisis UHI menggunakan data citra Sentinel-3 SLSTR, meskipun sudah bisa diakses secara gratis sejak tahun 2016. Citra Sentinel-3 SLSTR memiliki resolusi spasial lebih rendah dibanding citra Landsat-5 dan Landsat-8, namun memiliki keunggulan yaitu: 1) dua saluran TIR dan satu saluran MIR (*Middle Infrared*) yang dirancang khusus untuk pengamatan suhu permukaan bumi sehingga tersedia data LST pagi hari dan malam hari di hari yang sama (Zheng et al., 2019); 2) kemampuan mengukur LST dengan tingkat akurasi < 1 Kelvin (ACRI-ST, 2020); 3) resolusi temporal (*revisit time*) kurang dari satu

hari pada daerah ekuator (European Space Agency, 2020). Dengan demikian, data LST Sentinel-3 SLSTR berpotensi untuk digunakan sebagai data kajian SUHII di Indonesia.

Peneliti melakukan kajian mengenai SUHII di Indonesia melalui pemanfaatan data citra multiwaktu Sentinel-3 SLSTR level 2 LST dengan studi kasus Kota Bandung dengan beberapa pertimbangan yaitu: 1) adanya indikasi fenomena UHI di Kota Bandung berdasarkan perubahan fungsi lahan menjadi lahan terbangun di wilayah Kota Bandung (Naf & Hernawati, 2018); 2) Kota Bandung merupakan salah satu wilayah dengan jumlah penduduk terbesar yang memiliki laju pertumbuhan ekonomi paling tinggi di Jawa Barat, sehingga dampak UHI akan sangat berpengaruh (BPS Kota Bandung, 2019); 3) kurangnya ruang terbuka hijau. Ruang hijau di Kota Bandung pada tahun 2011 hanya mencakup 11% dari luas kota yang disebabkan oleh pertumbuhan populasi yang sangat cepat dan kawasan perumahan baru yang terus dibangun (Wardana, 2015). Berdasarkan penelitian sebelumnya terkait UHI di Kota Bandung, pada tahun 2018 dari estimasi LST di Kota Bandung telah terjadi fenomena UHI dengan suhu mencapai 26°C - 30°C di tengah perkotaan (Naf & Hernawati, 2018). Sejauh ini, penelitian terkait SUHII di Kota Bandung dengan memanfaatkan data citra LST siang dan malam belum dilakukan. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini yaitu : 1) menganalisis pola spasial SUHII Kota Bandung pada pagi dan malam hari menggunakan data citra Sentinel-3 SLSTR; 2) rancangan rekomendasi mitigasi iklim perkotaan bagi pemerintah dan masyarakat Kota Bandung.

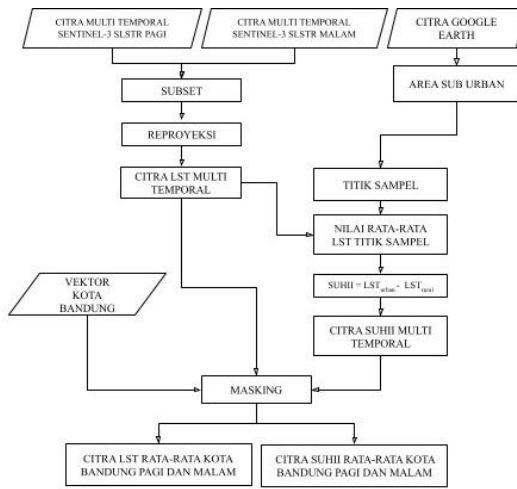
2 METODOLOGI

2.1 Lokasi dan Data

Penelitian mengenai SUHII menggunakan data citra Sentinel-3 SLSTR dilakukan pada wilayah administratif Kota Bandung. Kota Bandung merupakan ibukota Provinsi Jawa Barat, secara geografis terletak antara 107°36'BT dan 6°55'LS dengan luas wilayah 167.31 km² dan terbagi menjadi 30 kecamatan (Gambar 2-1) (BPS Kota Bandung, 2019). Dengan jumlah

perkotaan dengan LST area referensi dikurangkan untuk memperoleh nilai

Adapun langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian ini yaitu (Gambar 2-2):



Gambar 2-2: Diagram alir

1. Menggunakan data sekunder citra Sentinel-3 SLSTR sebanyak 12 data citra LST masing-masing untuk pagi dan malam hari, dengan resolusi spasial 1x1 km agar diperoleh rata-rata citra LST pagi hari dan malam hari untuk periode puncak musim kemarau (Agustus – Oktober), minimal satu citra LST siang dan malam pada tanggal yang sama untuk satu pekan.
2. Menentukan 25 lokasi titik sampel di wilayah *sub-urban* yaitu objek nonartifisial (bukan buatan manusia). Lokasi titik diambil pada jarak minimum 2-3 km dari area Kota Bandung.
3. Penentuan titik sampel dilakukan dengan bantuan citra resolusi tinggi *Google Earth* untuk memudahkan identifikasi objek artifisial dan non-artifisial. Tiap titik sampel mewakili LST pada area 1 km² sesuai ukuran piksel citra Sentinel-3 SLSTR. Berdasarkan titik tersebut diperoleh nilai rata-rata LST area *sub-urban* dan dihitung rata-ratanya pada masing-masing data citra LST multiwaktu pagi dan malam hari untuk menghitung nilai SUHII (Tabel 2-1).
4. Menghitung SUHII masing-masing tanggal dengan cara mengurangkan LST Kota Bandung (LST_{urban}) baik pagi hari maupun malam hari dengan nilai rata-rata titik sampel ($LST_{sub-urban}$), sesuai dengan

SUHII (Peng et al., 2012; J. A. Sobrino et al., 2012; Zhou et al., 2019).

persamaan berikut (José Antonio Sobrino & Irakulis, 2020; Zhou et al., 2018):

$$SUHII = LST_{urban} - LST_{sub-urban} \quad (2-1)$$

5. Setelah diketahui nilai SUHII untuk masing-masing citra multiwaktu yang digunakan, selanjutnya merata-ratakan nilai SUHII dari seluruh data citra untuk masing-masing data pagi dan malam hari sehingga diperoleh citra SUHII rata-rata Kota Bandung untuk periode puncak musim kemarau.
6. Berdasarkan *Google Earth* dan *Street View* ditinjau penggunaan lahan yang berpengaruh pada lokasi SUHII di Kota Bandung. Selain itu digunakan Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Bandung sebagai dasar pertimbangan agar bisa ditentukan mitigasi yang relevan.

Tabel 2-1: Nilai minimum, maksimum dari rata-rata LST titik sampel area sub-urban

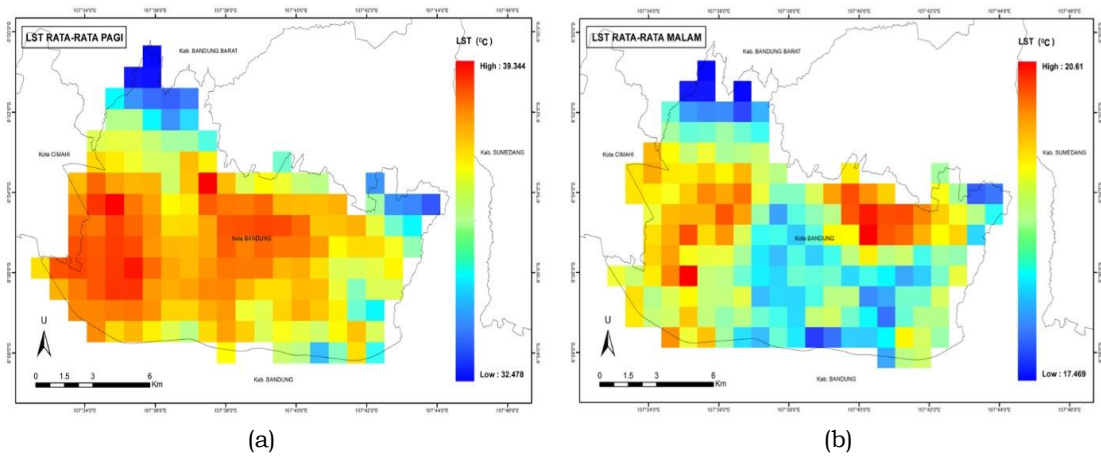
Waktu Perekaman	LST rata-rata (°C) Min	LST rata-rata (°C) Maks
Pagi	27.873	38.475
Malam	14.947	21.712

3 HASIL PEMBAHASAN

3.1 Perbandingan LST

Hasil pengamatan citra Satelit Sentinel-3 SLSTR (Gambar 3-1) menunjukkan rata-rata intensitas LST pagi hari maupun malam hari di puncak musim kemarau (Agustus – Oktober) Kota Bandung di tahun 2019. Rata-rata intensitas LST bulan Agustus – Oktober 2019 pagi hari berada pada kisaran (32,48°C - 39,34°C) dan rata-rata intensitas LST bulan Agustus – Oktober 2019 malam hari berada pada kisaran (17,47°C - 20,61°C).

Berdasarkan periode waktu perekaman bulan Agustus-Oktober 2019 sebagai sampel dari LST saat musim kemarau, tampak bahwa intensitas LST pagi hari lebih tinggi dibandingkan malam hari. Intensitas LST pagi hari musim kemarau paling tinggi karena radiasi matahari maksimum terjadi pada pagi hari saat musim kemarau (Azevedo et al., 2016).



Gambar 3-1: Peta rata-rata LST Kota Bandung pada pagi hari (a) dan malam hari (b) saat musim kemarau 2019 (Agustus – Oktober)

3.2 Perbandingan SUHII

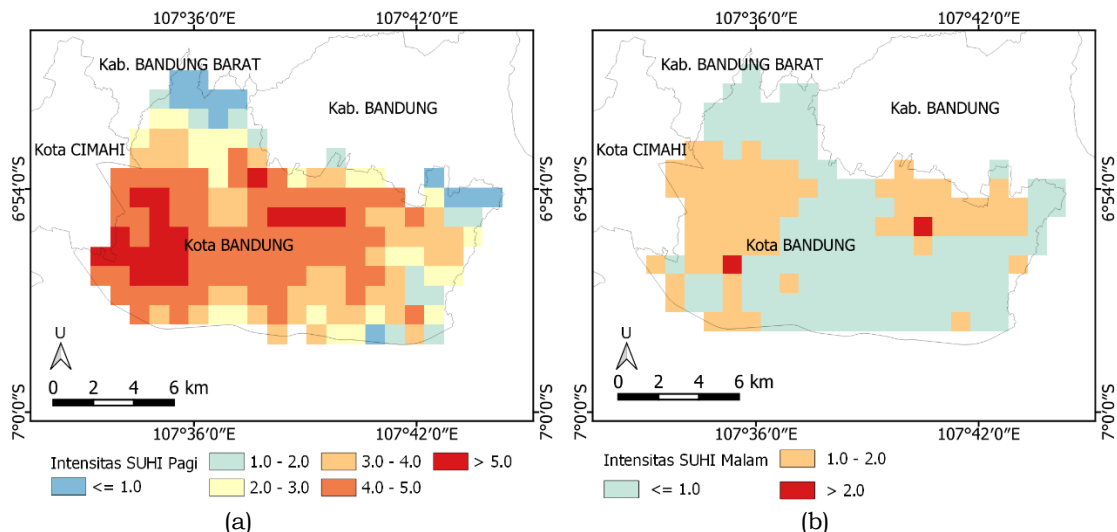
Pengolahan data citra Sentinel-3 SLSTR level 2 LST pagi hari dan malam hari pada puncak musim kemarau (Agustus – Oktober) Kota Bandung di tahun 2019 setelah dikurangi dengan rata-rata nilai suhu permukaan tanah titik sampel menghasilkan SUHII (Gambar 3-2). Terlihat pada peta bahwa SUHII musim kemarau pagi hari tahun 2019 maksimum sebesar 5,6°C. Sementara intensitas SUHII malam hari musim kemarau Kota Bandung tahun 2019 sebesar 2,1°C.

Berdasarkan hasil pengolahan data citra Sentinel-3 SLSTR level-2 LST Kota Bandung dari periode waktu perekaman pagi hari dan malam hari musim kemarau diperoleh bahwa SUHII pagi hari lebih tinggi dibanding malam hari. Besarnya SUHII pagi hari maupun malam hari umumnya dipengaruhi oleh kondisi geografis, tutupan lahan,

intensitas pembangunan, jumlah vegetasi dan ukuran kota (Clinton & Gong, 2013; Farina, 2012). Selain itu, faktor yang memengaruhi SUHII berdasarkan nilai LST yaitu kelembapan tanah (Shi et al., 2012). Pertumbuhan vegetasi memerlukan tingkat kelembapan tertentu, misalnya saat musim kemarau kelembapan tanah kecil sehingga hanya vegetasi tertentu yang dapat tumbuh (Nugroho, 2011).

3.3 Pola Sebaran SUHII

Hasil pengolahan data citra Sentinel-3 SLSTR pagi hari dan malam hari saat musim kemarau menunjukkan pola persebaran SUHII di Kota Bandung, diperoleh lokasi SUHII tertinggi yaitu berada di Kecamatan Antapani, Kecamatan Cicendo, Kecamatan Andir, Kecamatan Bandung Kulon, Kecamatan Bojongloa Kaler, dan Kecamatan Babakan Ciparay. Wilayah



Gambar 3-2: Peta SUHII Kota Bandung pagi hari (a) dan malam hari (b) saat musim kemarau 2019 (Agustus - Oktober)

sebelah barat Kota Bandung ini didominasi oleh lahan terbangun yang padat, diantaranya adalah pusat perbelanjaan, bandara dan beberapa pabrik besar, serta wilayah ini berbatasan langsung dengan wilayah Cimahi yang juga memiliki lahan terbangun yang cukup padat berdasarkan hasil pengamatan *Street View* dan citra resolusi tinggi melalui *Google Earth*.

Selain itu, terdapat pula wilayah di sebelah selatan yang teridentifikasi sebagai wilayah yang memiliki intensitas suhu permukaan tinggi yaitu di Kecamatan Antapani, wilayah ini padat akan permukiman dan perumahan penduduk. Menurut Widiawaty et al., (2018) Kecamatan Antapani memiliki laju fungsi lahan yang sangat tinggi sehingga teridentifikasi sebagai wilayah *urban sprawl* (fenomena pembangunan lahan terbangun yang tidak terkontrol di area perkotaan) yang mempengaruhi keadaan suhu permukaan di wilayah tersebut. Sedangkan untuk wilayah lainnya yang teridentifikasi menjadi wilayah SUHII di sebelah barat, laju fungsi lahannya tidak terjadi secara signifikan. Pemerintah Kota Bandung membatasi pembangunan perumahan dan konsentrasi perkantoran dan pengembangan perguruan tinggi sejak tahun 2012 pada wilayah barat karena kawasan yang sudah sangat padat, mengacu pada dokumen Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kota Bandung (Pemerintah Kota Bandung, 2012).

Lokasi yang tidak teridentifikasi SUHII terdapat di wilayah utara dan timur Kota Bandung yaitu di sekitar Kecamatan Cidadap, Kecamatan Sukasari, Kecamatan Cibiru, Kecamatan Panyileukan, Kecamatan Gedebage, Kecamatan Rancasari, Kecamatan Buahbatu, dan Kecamatan Bandung Kidul. Wilayah-wilayah tersebut memiliki penggunaan lahan yang didominasi oleh pegunungan, hutan, wilayah pertanian serta kurangnya lahan terbangun. Pada penelitian ini diperoleh pula hasil dari pengolahan data malam hari, SUHII di seluruh wilayah Kota Bandung relatif menurun. Penurunan SUHII yang lebih besar terjadi pada daerah padat permukiman atau bangunan namun masih memiliki banyak vegetasi seperti

pada Kecamatan Kiaracondong, Kecamatan Batununggal, dan Kecamatan Lengkung.

Kajian SUHII dengan menggunakan citra Sentinel-3 SLSTR ini juga memiliki keterbatasan yakni memiliki resolusi spasial 1 km (resolusi spasial rendah) dan hasil interpretasi belum bisa secara langsung ditentukan tingkat keakuratannya. Serta masih memungkinkan terdapat bias dari LST yang diturunkan dari citra tersebut. LST Sentinel-3 SLSTR diperkirakan memiliki eror sebesar 1 Kelvin dengan data malam hari tingkat erornya lebih rendah sebesar 0,5 Kelvin dibanding data pagi hari (Zheng et al., 2019).

3.4 Mitigasi SUHII

Citra SUHII siang dan malam yang diperoleh dan pengamatan citra *Google Earth* resolusi tinggi menunjukkan bahwa lokasi SUHII tertinggi yang berada di Kecamatan Antapani, Kecamatan Cicendo, Kecamatan Andir, Kecamatan Bandung Kulon, Kecamatan Bojongloa Kaler, dan Kecamatan Babakan Ciparay penggunaan lahannya didominasi oleh permukiman padat dan gedung tinggi. Wilayah barat Kota Bandung yang sangat padat membuat pemerintah melakukan pembatasan pembangunan perumahan namun pada fasilitas umum pembangunannya tetap berjalan seperti pembangunan jembatan layang dan pembangunan rel kereta api yang membuat kondisi Kota Bandung bagian barat tetap saja padat dan memiliki suhu yang tinggi, walaupun pemerintah telah melakukan peremajaan kualitas fisik bangunan serta meningkatkan sarana dan prasarana untuk pejalan kaki namun hal itu kurang memberikan efek yang besar untuk Kota Bandung (Pemerintah Kota Bandung, 2012). Sehingga, untuk mengurangi dampak fenomena SUHII dapat dirancang mitigasi berupa penataan kondisi bangunan melalui penambahan vegetasi di area perumahan dan kawasan padat lainnya. Mitigasi di daerah perumahan dapat dilakukan dengan penyebaran tanaman di beberapa tempat seperti pada halaman rumah menggunakan tanaman Asam Ranji atau Kiara Payung dapat digunakan yang umumnya mampu mengurangi kadar NO, SO₂ dan CO₂, kemudian pada pagar rumah sebaiknya

dibuat konsep pagar hijau atau pagar hidup dengan memanfaatkan tanaman jenis perdu seperti Kembang Sepatu, Puring, Sablo, Soka dan Mussaenda (Suyanto, 2011).

Rekomendasi mitigasi ini selain mampu mengurangi dampak SUHI juga mampu mereduksi pencemaran udara dan menata lingkungan menjadi lebih teratur, indah dan rapi. Penanganan mitigasi SUHI di Kecamatan Antapani utamanya direkomendasikan untuk Jalan Cibatu Raya, Jalan Ahmad Yani dan Jalan Antapani Lama (Gambar 3-3). Selain itu, direkomendasikan mitigasi SUHI lainnya untuk wilayah lahan sangat sempit khususnya pada wilayah yang padat akan gedung-gedung yang tinggi, antara lain: 1) penerapan *green wall*, yaitu menghias dinding luar rumah ataupun di ruas-ruas jalan trotoar bagi pejalan kaki dengan menggunakan tanaman jenis merambat seperti bunga *morning glory* dan *common ivy*; 2) penerapan *reflective wall* seperti penggunaan cat berwarna putih pada dinding luar rumah; 3) penggunaan material dengan albedo tinggi pada jalan, trotoar dan bangunan (Pratiwi & Safitri, 2019) serta rekomendasi berupa penerapan *green roof* dan *cool roofs* (Aflaki et al., 2017; EPA, 2014).

Bebagai ruang terbuka hijau yang ditanami vegetasi terdapat di beberapa wilayah terutama di pusat Kota Bandung, sehingga dapat mengurangi

SUHII di Kota Bandung. Hal serupa bisa dilakukan sebagai upaya mitigasi SUHI oleh Pemerintah Kota Bandung untuk wilayah lain yang masih memiliki SUHII tinggi.

4 KESIMPULAN

Fenomena SUHI teridentifikasi di wilayah Kota Bandung baik pagi hari maupun malam hari berdasarkan hasil kajian SUHII di Kota Bandung dengan memanfaatkan citra multiwaktu Sentinel-3 SLSTR. Namun, fenomena tersebut mengalami penurunan intensitas SUHI saat malam hari. Pola spasial SUHII di Kota Bandung menunjukkan dua area cenderung terjadi fenomena SUHI yaitu di pusat kota di sisi barat (Kecamatan Babakan Ciparai) dan permukiman padat (Kecamatan Antapani dan sekitarnya).

Rekomendasi mitigasi iklim perkotaan yang relevan di lokasi SUHI Kota Bandung ialah berupa penambahan vegetasi, hal tersebut berdasarkan hasil pemetaan SUHII dan validasi penggunaan lahan. Pada kawasan permukiman padat yang minim ruang dan kawasan *urban* yang didominasi gedung-gedung tinggi seperti pada wilayah Kecamatan Antapani, pemerintah dapat mengimbau masyarakat serta membantu masyarakat untuk membuat kawasannya lebih asri dengan menerapkan *green wall* dan *reflective wall*.



Gambar 3-3: Sampel kondisi lapangan di Kecamatan Cicendo, Bandung kulon, Andir, dan Antapani

Pada kawasan yang didominasi oleh perumahan dengan lahan kosong, masyarakat secara mandiri dapat mengatasi fenomena SUHI dengan menanam beberapa jenis tanaman di halaman rumah, pagar rumah dan bahkan luar halaman rumah yang juga mampu berfungsi mengurangi kadar NO, SO₂ dan CO₂.

Awan-awan tipis sulit untuk diidentifikasi pada data citra malam hari sehingga memungkinkan terjadinya bias pada data LST Citra Sentinel-3 SLSTR level 2, sehingga menjadi keterbatasan dalam penelitian ini. Penggunaan algoritma selain SWA juga dapat diterapkan untuk meningkatkan keakuratan hasil penurunan LST dari data citra Sentinel-3 SLSTR.

UCAPAN TERIMAKASIH

Dalam penulisan hasil penelitian ini, penulis mendapatkan banyak bantuan, dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ferman Setia Nugroho, S.Si. dan Zylshal, S.Si., M.Sc. dari Stasiun Bumi Penginderaan Jauh Pangepare, Pustekdata, LAPAN atas saran dan masukannya terkait tema penelitian. Serta kepada Dion Markus Papulung dari Universitas Kristen Maranatha Bandung atas saran dan masukannya terkait kondisi aktual Kota Bandung.

DAFTAR RUJUKAN

- ACRI-ST. (2018). *Product Data Format Specification-SLSTR Level 1 Land Products* (Issue January, pp. 1-83). ESA and EUMETSAT. www.acri-st.fr
- ACRI-ST. (2020). S3MPC OPT Annual Performance Report - Year 2019. In *Preparation and Operations of the Mission Performance Centre (MPC) For The Copernicus Sentinel-3 Mission*. European Space Agency.
- Aflaki, A., Mirnezhad, M., Ghaffarianhoseini, A., Ghaffarianhoseini, A., Omran, H., Wang, Z. H., & Akbari, H. (2017). Urban heat island mitigation strategies: A state-of-the-art review on Kuala Lumpur, Singapore and Hong Kong. *Cities*, 62, 131-145. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2016.09.003>
- Azevedo, J. A., Chapman, L., & Muller, C. L. (2016). Quantifying the daytime and night-time urban heat Island in Birmingham, UK: A comparison of satellite derived land surface temperature

- and high resolution air temperature observations. *Remote Sensing*, 8(2). <https://doi.org/10.3390/rs8020153>
- BMKG. (2015). *Data online - Pusat database - BMKG*. Pelayanan Terpadu Satu Pintu Badan Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika. <http://dataonline.bmkg.go.id/>
- BMKG. (2019). Prakiraan Musim Kemarau 2019 Di Indonesia. In *BMKG*.
- BPS Kota Bandung. (2019). *Kota Bandung Dalam Angka 2019*.
- BPS Kota Bandung. (2020). *Kota Bandung Dalam Angka 2020*.
- Clinton, N., & Gong, P. (2013). MODIS detected surface urban heat islands and sinks: Global locations and controls. *Remote Sensing of Environment*, 134, 294-304. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2013.03.008>
- Darlina, S. P., Sasmito, B., & Yuwono, B. D. (2018). Analisis Fenomena Urban Heat Island Serta Mitigasinya (Studi Kasus : Kota Semarang). *Jurnal Geodesi Undip*, 7(3), 77-87.
- Deilami, K., Kamruzzaman, M., & Liu, Y. (2018). Urban Heat Island Effect: A Systematic Review of Spatio-temporal Factors, Data, Methods, and Mitigation Measures. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 67, 30-42. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2017.12.009>
- Dinas Komunikasi dan Informatika Pemerintah Kota Bandung. (2018). *Survei Data Basis Pembangunan Daerah Kota Bandung tahun 2018*. Open Data Kota Bandung. https://issuu.com/opendatabdg/docs/survei_data_basis_pembangunan_daera/148
- Du, C., Ren, H., Qin, Q., Meng, J., & Zhao, S. (2015). A Practical Split-Window Algorithm for Estimating Land Surface Temperature from Landsat 8 Data. *Remote Sensing*, 7, 647-665. <https://doi.org/10.3390/rs70100647>
- El-Hattab, M., Amany, S. M., & Lamia, G. E. (2018). Monitoring and assessment of urban heat islands over the Southern region of Cairo Governorate, Egypt. *Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 21(3), 311-323. <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2017.08.008>
- EPA. (2014). Reducing Urban Heat Islands : Compendium of Strategies. In *Urban Heat Island Basics*. Climate Protection Partnership Division Environmental Protection Agency's Office. <https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-06/documents/basicscompendium.pdf>
- European Space Agency. (2020). *Sentinel Online - ESA*. European Space Agency - Earth Online. <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-3-slstr/coverage>
- Farina, A. (2012). Exploring the Relationship

- Between Land Surface Temperature and Vegetation Abundance for Urban Heat Island Mitigation in Seville, Spain. In *Thesis*. Lund University.
- Guntara, I. (2019). *Jauh, Analisis Urban Heat Island Untuk Pengendalian Pemanasan Global Di Kota Yogyakarta Menggunakan Citra Penginderaan*. 1(4), 626–636.
- Hu, L., & Brunsell, N. A. (2013). The impact of temporal aggregation of land surface temperature data for surface urban heat island (SUHI) monitoring. *Remote Sensing of Environment*, 134, 162–174. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2013.02.022>
- Karlenie, P. K., Rijanta, & Iskandar, D. (2018). *Pemodelan Urban Heat Island di Kota Surabaya* [Universitas Gadjah Mada]. <http://etd.repository.ugm.ac.id/>
- Kurniati, R., & Rahmi, D. H. (2020). Ketersediaan Ruang Terbuka Hijau dan Urban Heat Island di Kota Makassar. *Jurnal Litbang Sukowati*, 3(2), 1–14.
- Li, H., Zhou, Y., Li, X., Meng, L., Wang, X., Wu, S., & Sodoudi, S. (2018). A new method to quantify surface urban heat island intensity. *Science of the Total Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.11.360>
- Li, Y., Schubert, S., Kropp, J. P., & Rybski, D. (2020). On the influence of density and morphology on the Urban Heat Island intensity. *Nature Communications*, 11(1), 1–9. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-16461-9>
- Magli, S., Lodi, C., Lombroso, L., Muscio, A., & Teggi, S. (2015). Analysis of the urban heat island effects on building energy consumption. *International Journal of Energy and Environmental Engineering*, 6(1), 91–99. <https://doi.org/10.1007/s40095-014-0154-9>
- Naf, M. Z. T., & Hernawati, R. (2018). Analisis Fenomena UHI (Urban Heat Island) Berdasarkan Hubungan Antara Kerapatan Vegetasi Dengan Suhu Permukaan (Studi Kasus: Kota Bandung, Jawa Barat). *Indonesian Journal of Geospatial*, 5(1), 25–36.
- Nugroho, S. A. (2011). *Analisis Kelembaban Tanah dengan Citra Landsat 7 ETM +* (Issue August 2011). Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Pemerintah Kota Bandung. (2012). *Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Bandung 2011-2031*. <http://library1.nida.ac.th/termpaper6/sd/2554/19755.pdf>
- Peng, S., Piao, S., Ciais, P., Friedlingstein, P., Otle, C., Bréon, F. M., Nan, H., Zhou, L., & Myneni, R. B. (2012). Surface urban heat island across 419 global big cities. *Environmental Science and Technology*. <https://doi.org/10.1021/es2030438>
- Pichierri, M., Bonafoni, S., & Biondi, R. (2012). Satellite air temperature estimation for monitoring the canopy layer heat island of Milan. *Remote Sensing of Environment*. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2012.08.025>
- Pratiwi, S. N., & Safitri, R. A. (2019). Upaya Mengurangi Urban Heat Island Melalui Pemilihan Material (Studi Kasus: Rprta Meruya Selatan). *Jurnal Abdi Masyarakat Indonesia*, 1(2), 42–47. <https://doi.org/10.25105/jamin.v1i2.5857>
- Putra, Y. M. P. (2019). *BMKG: Musim Kemarau di Jabar Hingga Oktober 2019*. Republika. <https://nasional.republika.co.id/berita/pudecg284/bmkg-musim-kemarau-di-jabar-hingga-oktober-2019>
- Ravanelli, R., Nascetti, A., Cirigliano, R. V., Di Rico, C., Leuzzi, G., Monti, P., & Crespi, M. (2018). Monitoring the impact of land cover change on surface urban heat island through Google Earth Engine: Proposal of a global methodology, first applications and problems. *Remote Sensing*, 10(9), 1–21. <https://doi.org/10.3390/rs10091488>
- Renard, F., Alonso, L., Fitts, Y., Hadjisof, A., & Comby, J. (2019). Evaluation of the effect of urban redevelopment on surface urban heat islands. *Remote Sensing*, 11(3), 1–31. <https://doi.org/10.3390/rs11030299>
- Rosyadi, A., & Azahra, M. F. (2020). Pemetaan Presentase Kepadatan Bangunan Menggunakan Model Regresi Berdasarkan Citra Landsat 8 (Studi Kasus Kota Bandung). *Jurnal Penginderaan Jauh Indonesia*, 02(01), 7–12.
- Shi, B., Tang, C. S., Gao, L., Liu, C., & Wang, B. J. (2012). Observation and analysis of the urban heat island effect on soil in Nanjing, China. *Environmental Earth Sciences*, 67(1), 215–229. <https://doi.org/10.1007/s12665-011-1501-2>
- Shumilo, L., Kussul, N., Shelestov, A., Korsunskaya, Y., & Yailymov, B. (2019). Sentinel-3 Urban Heat Island Monitoring and analysis for Kyiv Based on Vector Data. *2019 10th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT)*, 131–135. <https://doi.org/10.1109/DESSERT.2019.8770042>
- Sobrino, J. A., Oltra-Carrió, R., Sòria, G., Bianchi, R., & Paganini, M. (2012). Impact of spatial resolution and satellite overpass time on evaluation of the surface urban heat island effects. *Remote Sensing of Environment*, 117, 50–56. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.04.042>
- Sobrino, José Antonio, & Irakulis, I. (2020). A methodology for comparing the surface urban heat Island in selected urban agglomerations around the world from Sentinel-3 SLSTR data. *Remote Sensing*, 12(12). <https://doi.org/10.3390/RS12122052>

- Suyanto, H. (2011). *Pengelolaan Kualitas Udara di Perkotaan*. 16(2), 93–98.
- Syamsudin, F., & Lestari, S. (2017). Dampak Pemanasan Pulau Perkotaan (Urban Heat Island) pada Peningkatan Tren Curah Hujan Ekstrem dan Aerosol di Megapolitan Jakarta Sejak 1986. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 18(1), 54–61.
- United Nations. (2015). *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. <http://www.un.org/>
- Wardana, I. K. (2015). *Analysis of Urban Surface Temperature For Green Spaces Planning In Bandung City, Indonesia*. University of Twente.
- Wibowo, A., & Rustanto, A. (2013). Spatial-Temporal Analysis Of Urban Heat Island in Tangerang City. *Indonesian Journal of Geography*, 45(2), 101–115.
- Widiawaty, M. A., Dede, M., & Ismail, A. (2018). Analisis Tipologi Urban Sprawl Di Kota Bandung Menggunakan Sistem Informasi Geografis. *Seminar Nasional Geomatika 2018: Penggunaan Dan Pengembangan Produk Informasi Geospasial Mendukung Daya Saing Nasional*, 547–554.
- Yuan, Y., Xi, C., Jing, Q., & Felix, N. (2017). Seasonal Variations of the Urban Thermal Environment Effect in a Tropical Coastal City. *Advances in Meteorology*, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/8917310>
- Zheng, Y., Ren, H., Guo, J., Ghent, D., Tansey, K., Hu, X., Nie, J., & Chen, S. (2019). Land Surface Temperature Retrieval from Sentinel-3A Sea and Land Surface Temperature Radiometer, Using a Split-Window Algorithm. *Remote Sensing*, 11(6), 650. <https://doi.org/10.3390/rs11060650>
- Zhou, D., Bonafoni, S., Zhang, L., & Wang, R. (2018). Science of the Total Environment Remote sensing of the urban heat island effect in a highly populated urban agglomeration area in East China. *Science of the Total Environment*, 628–629(219), 415–429. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.02.074>
- Zhou, D., Xiao, J., Bonafoni, S., Berger, C., Deilami, K., Zhou, Y., Frolking, S., Yao, R., Qiao, Z., & Sobrino, J. A. (2019). Satellite remote sensing of surface urban heat islands: Progress, challenges, and perspectives. *Remote Sensing*, 11(1), 1–36. <https://doi.org/10.3390/rs11010048>