

Pengaruh perubahan kerapatan bangunan dan vegetasi terhadap *Urban Heat Island* di Kota Bekasi menggunakan citra penginderaan jauh multitemporal

Ananda Rianti Dewi, Didik Taryana*, Ike Sari Astuti

Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang No. 5 Malang, Jawa Timur, Indonesia

*Penulis korespondensi, Surel: didik.taryana.fis@um.ac.id

Paper received: 14-03-2023; revised: 21-04-2023; accepted: 09-05-2023

Abstract

Bekasi City is one of the metropolitan cities and hinterlands of Jakarta which is experiencing fairly rapid population growth. Population growth requires the development of infrastructure and residential areas that cause changes in land use from vegetation to built-up land. The rapid changes in building density and vegetation density caused by changes in land use cause climate conditions in the Bekasi City area to turn uncomfortable and tend to get hotter, this is one of the factors for the Urban Heat Island (UHI) phenomenon in Bekasi City. Remote sensing methods can be used to analyze changes in building density, vegetation density, Land Surface Temperature (LST) and UHI. This study aims to determine the effect of changes in building density and vegetation density on UHI in Bekasi City from 2001-2021. The method for obtaining building density data is using NDBI, vegetation density using NDVI, and LST using the Single Channel Algorithm (SCA) method. The LST value is used to identify UHI. The results showed that the building density of Bekasi City in 2001-2021 continued to experience changes in the increasing area, while the vegetation density experienced changes in the decreasing area. There is a 49 percent effect of changes in building density and vegetation density on UHI in Bekasi City. The variable density of buildings has a stronger influence than the variable density of vegetation.

Keywords: Urban Heat Island; land surface temperature; building density; vegetation density

Abstrak

Kota Bekasi merupakan salah satu Kota Metropolitan dan hinterland Jakarta yang mengalami pertambahan jumlah penduduk yang cukup pesat. Pertambahan penduduk mengharuskan adanya pembangunan infrastruktur dan kawasan permukiman yang menyebabkan perubahan penggunaan lahan vegetasi menjadi lahan terbangun. Pesatnya perubahan kerapatan bangunan dan kerapatan vegetasi yang diakibatkan oleh perubahan penggunaan lahan menyebabkan kondisi iklim di wilayah Kota Bekasi berubah menjadi tidak nyaman dan cenderung semakin panas, hal tersebut menjadi salah satu faktor terjadinya fenomena Urban Heat Island (UHI) di Kota Bekasi. Metode penginderaan jauh dapat digunakan untuk analisis perubahan kerapatan bangunan, kerapatan vegetasi, Land Surface Temperature (LST) dan UHI. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perubahan kerapatan bangunan dan kerapatan vegetasi terhadap UHI di Kota Bekasi pada tahun 2001-2021. Metode untuk memperoleh data kerapatan bangunan menggunakan NDBI, kerapatan vegetasi menggunakan NDVI, dan LST menggunakan metode Single Channel Algorithm (SCA). Nilai LST digunakan untuk identifikasi UHI. Hasil penelitian menunjukkan kerapatan bangunan Kota Bekasi tahun 2001-2021 terus mengalami perubahan kenaikan luasan, sedangkan kerapatan vegetasi mengalami perubahan penurunan luasan. Terdapat 49 persen pengaruh dari perubahan kerapatan bangunan dan kerapatan vegetasi terhadap UHI di Kota Bekasi. Variabel kerapatan bangunan memiliki pengaruh yang lebih kuat dibandingkan dengan variabel kerapatan vegetasi.

Kata kunci: *Urban Heat Island*; *land surface temperature*; kerapatan bangunan; kerapatan vegetasi

1. Pendahuluan

Urban Heat Island (UHI) adalah fenomena dimana kawasan perkotaan memiliki suhu yang lebih tinggi dibandingkan dengan kawasan sekitarnya atau pedesaan (Kurnianti, 2019). Konsep dasar dari fenomena UHI yaitu adanya hubungan antara energi termal yang berasal dari matahari yang diterima oleh objek permukaan bumi, memberikan level termal yang tidak sama antara wilayah perkotaan dengan wilayah pedesaan, hal tersebut diakibatkan dari adanya perbedaan konduktivitas termalnya. UHI dapat menyebabkan dampak negatif diantaranya yaitu, dapat mengakibatkan kualitas kesehatan menjadi menurun, terjadi degradasi kualitas udara serta lingkungan, pemanasan global, peningkatan polusi, terjadi dinamika iklim yang dapat mempengaruhi kegiatan wilayah perkotaan. Oleh sebab itu perlu untuk dilakukan identifikasi fenomena UHI.

Identifikasi fenomena UHI dapat dilakukan menggunakan data *Land Surface Temperature* (LST). LST adalah rata-rata suhu permukaan bumi yang divisualkan dalam bentuk piksel dengan jenis permukaan bumi yang berbeda-beda (Guntara, 2016). Fenomena UHI dapat diidentifikasi dengan menggunakan informasi data LST, data LST tersebut didapat dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh atau dengan melakukan pengukuran suhu secara langsung di lapangan. Teknologi penginderaan jauh memiliki kemampuan dalam mengekstraksi data LST secara cepat dan efisien, oleh sebab itu pemanfaatan penginderaan jauh untuk identifikasi UHI perlu dimaksimalkan (Schwarz et al., 2011).

UHI dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti tingginya tingkat urbanisasi akibat pertumbuhan penduduk, perubahan penggunaan lahan, derajat panas bahan bangunan, ketinggian dan jarak antar bangunan, transportasi dan aktivitas industri, ukuran dan struktur kota (Fawzi, 2017). Tingginya tingkat urbanisasi di Kawasan perkotaan akan menyebabkan bertambahnya kebutuhan ruang untuk tempat tinggal penduduk. Hal tersebut dapat menyebabkan perubahan lingkungan, diantaranya yaitu perubahan penggunaan lahan bervegetasi menjadi lahan terbangun. Alih fungsi lahan tersebut dapat menyebabkan meningkatnya pembangunan infrastruktur dan menyebabkan semakin banyak bangunan dengan kerapatan yang tinggi.

Kerapatan bangunan yang tinggi menyebabkan perubahan suhu permukaan menjadi naik. Kerapatan bangunan dapat mempengaruhi penyimpanan dan pemantulan radiasi panas matahari (Beatrice, 2018). Material bangunan memiliki kapasitas panas yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan tanah atau bahan-bahan alami lainnya. Kerapatan bangunan dalam penginderaan jauh dapat diidentifikasi menggunakan indeks lahan terbangun yaitu *Normalized Difference Built-up Index* (NDBI). NDBI merupakan algoritma yang dirancang untuk lebih menunjukkan kenampakan lahan terbangun dibandingkan dengan objek lainnya, hal tersebut dikarenakan NDBI merupakan indeks yang sangat sensitif terhadap lahan terbangun (As-syakur et al., 2012).

Kondisi vegetasi pada suatu wilayah merupakan salah satu faktor penentu terjadinya UHI. Suhu permukaan pada suatu wilayah akan cenderung semakin rendah jika tingkat kerapatan vegetasi tinggi. Sedangkan suhu permukaan akan semakin tinggi jika tingkat kerapatan vegetasi semakin rendah (Indrawati et al., 2020). Tingkat kerapatan vegetasi dalam penginderaan jauh dapat diidentifikasi menggunakan indeks vegetasi. Untuk mendapatkan nilai indeks vegetasi dapat menggunakan beberapa algoritma, salah satunya adalah algoritma *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). NDVI merupakan algoritma yang umum

dimanfaatkan untuk mendapatkan nilai indeks vegetasi, karena NDVI memiliki kemampuan dalam meminimalkan kesalahan akibat dari kondisi topografi yang buruk.

Kota Bekasi merupakan salah satu Kota Metropolitan dan hinterland Jakarta, selain Bogor, Tangerang, dan Depok. Kota Bekasi memiliki luas wilayah sebesar 2.104.900 Ha atau 210,49 km² dan terdiri dari 12 Kecamatan. Sebagai hinterland Jakarta menjadikan Kota Bekasi sebagai salah satu zona pelancong para penduduk yang melakukan urbanisasi untuk mendapat pekerjaan baru yang mengakibatkan banyak pekerja Jakarta yang bertempat tinggal di Kota Bekasi. Hal tersebut menyebabkan Kota Bekasi mengalami penambahan jumlah penduduk setiap tahunnya. Pertambahan jumlah penduduk mendorong pembangunan kawasan permukiman dan infrastruktur penunjang yang mengakibatkan terjadinya perubahan penggunaan lahan.

Kota Bekasi pada tahun 2010 memiliki jumlah penduduk sebanyak 2.334.870 jiwa, sedangkan pada tahun 2020 adalah sebanyak 2.543.680 jiwa. Pada tahun 2010 – 2020, penduduk Kota Bekasi mengalami peningkatan jumlah sebanyak 208.810 jiwa. Laju pertumbuhan penduduk Kota Bekasi per tahun 2010-2020 adalah 0,83% (BPS Jawa Barat, 2021). Perubahan penggunaan lahan vegetasi menjadi non vegetasi Kota Bekasi pada tahun 1990-1998 lebih tinggi dibandingkan dengan sub urban Jakarta lainnya, yaitu Tangerang dan Bogor (Cahyaningtyas, 2015). Kota Bekasi merupakan wilayah agraris yang seiring dengan berjalannya waktu berubah menjadi kota yang didominasi oleh permukiman dan kegiatan industri.

Pada tahun 2013, lahan terbangun Kota Bekasi memiliki luas cakupan mencapai 59,6% dari total keseluruhan wilayah, 47% diantaranya adalah kawasan permukiman (Pambudi, 2021). Pada tahun 2016, Ruang Terbuka Hijau (RTH) Kota Bekasi baru mencapai 16% dari total keseluruhan wilayah (Cahya *et al.*, 2016). Pesatnya perubahan kerapatan bangunan dan kerapatan vegetasi yang diakibatkan oleh perubahan penggunaan lahan menyebabkan kondisi iklim di wilayah Kota Bekasi berubah menjadi semakin tidak nyaman dan cenderung semakin panas, kondisi tersebut menjadi salah satu faktor dalam terbentuknya UHI di Kota Bekasi.

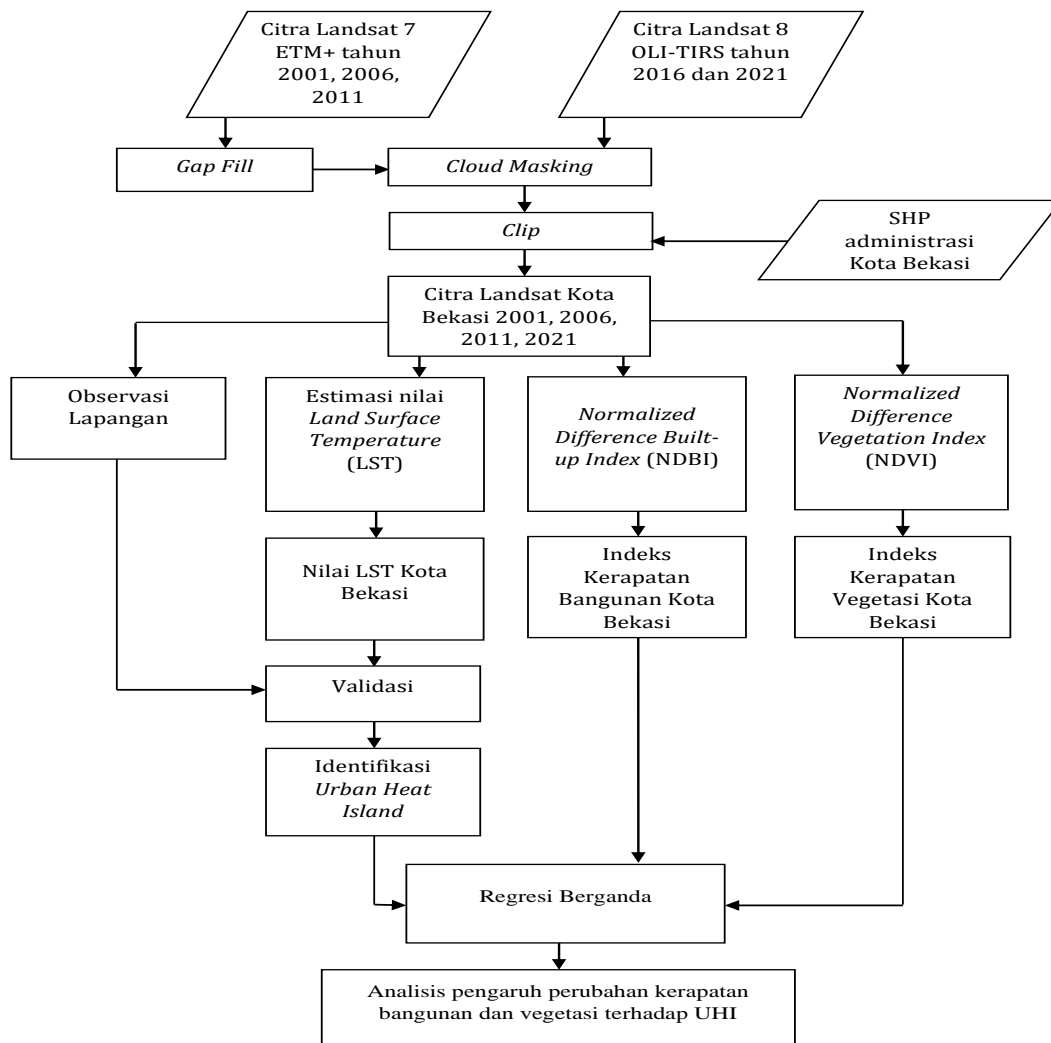
Penelitian mengenai fenomena UHI menggunakan citra penginderaan jauh sudah banyak dilakukan oleh berbagai peneliti di seluruh dunia. Mishra, *et al.* (2019), melakukan penelitian mengenai UHI di Kathmandu, Nepal, hasil penelitian ini menunjukkan nilai koefisien korelasi spasial antara variabel NDVI dengan LST yang dikaitkan dengan fenomena UHI. Macarof & Statescu (2017) melakukan penelitian mengenai indikator penyebab *Surface Urban Heat Island* di Kota Lasi, Italia dengan mengkaji hubungan antara variabel LST, NDBI, dan NDBI menggunakan citra Landsat 8. Hasil penelitian ini menunjukkan terdapat korelasi linier yang kuat antara LST dan NDBI, sedangkan korelasi antara variabel NDVI dan LST bervariasi menurut musim.

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan di atas serta melihat begitu pentingnya penelitian mengenai dampak dari meningkatnya perubahan penggunaan lahan vegetasi menjadi penggunaan lahan terbangun terhadap terjadinya fenomena UHI. Maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan kerapatan vegetasi, kerapatan bangunan, mengetahui wilayah yang terdampak UHI serta untuk menganalisis pengaruh perubahan kerapatan bangunan dan kerapatan vegetasi terhadap UHI di Kota Bekasi tahun 2001-2021.

2. Metode

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder dan primer. Data sekunder terdiri dari data data citra Landsat 7 ETM+ dan Landsat 8 OLI-TIRS yang didapat dari catalog Google Earth Engine. Data primer yang digunakan dalam penelitian ini adalah data yang didapat dari kegiatan pengukuran di lapangan, yaitu data suhu permukaan aktual. Titik pengambilan sampel di lapangan ditentukan menggunakan Teknik *purposive sampling*.

Teknik pengambilan sampel *purposive sampling* adalah metode pengambilan sampel yang dipilih secara cermat dengan karakteristik tertentu tertentu dari suatu populasi, sehingga bisa dinilai cukup representative, karakteristik tersebut tergantung oleh keinginan peneliti (Yunus Hadi, 2016). Uji validasi hasil pengolahan data LST citra dilakukan dengan cara membandingkan data LST hasil pengukuran di lapangan dengan data LST hasil pengolahan citra landsat. Uji validasi tersebut dilakukan untuk mengetahui hubungan antara data LST lapangan dengan data LST citra. Untuk mengetahui hubungan tersebut dilakukan uji regresi sederhana (Indrawati, 2020). Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

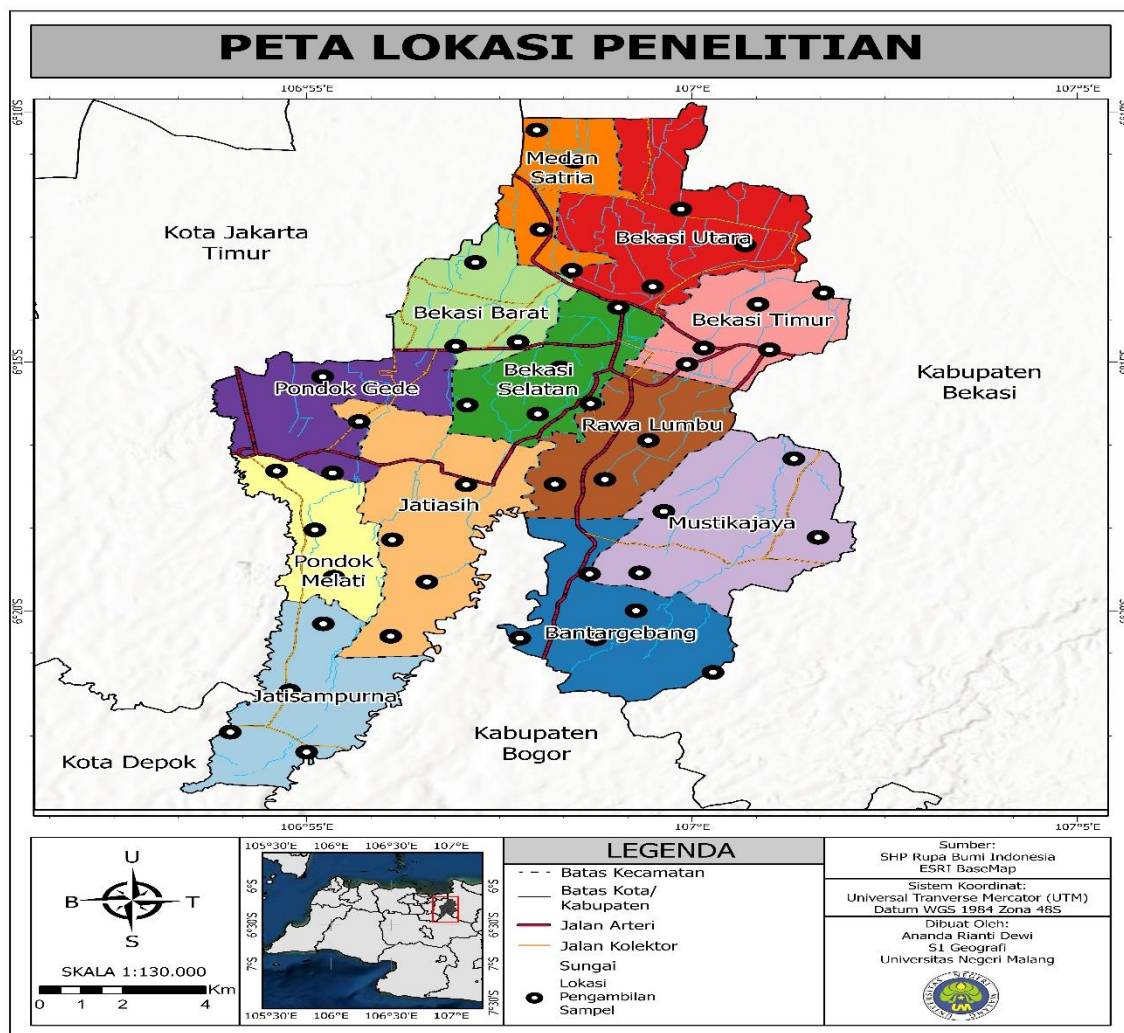


Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Lokasi penelitian ini adalah seluruh wilayah Kota Bekasi yang terdiri dari 12 Kecamatan. Secara geografis wilayah Kota Bekasi berada pada 106°48'28" - 107°27'29" Bujur Timur (BT) dan 06°10'06" - 06°30'06" Lintang Selatan (LS). Menurut dokumen Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) kota Bekasi tahun 2011-2031, pusat Kota Bekasi terletak di Kecamatan Medan Satria, Bekasi Utara, Bekasi Barat, Bekasi Selatan, Bekasi Timur, dan Rawalumbu. Sedangkan sub pusat Kota Bekasi adalah Kecamatan Pondok Gede, Jatiasih, Pondok Melati, Jatisampurna, Mustika Jaya, dan Bantargebang.

Periode tahun citra yang digunakan pada penelitian ini adalah tahun 2001, 2006, 2011, 2016, dan 2021. Pemilihan periode tahun tersebut di dasari dari pola trend data rata-rata NDVI, NDBI, dan LST tahun 2001-2021 yang mengalami penurunan atau kenaikan yang signifikan. Penentuan lokasi pengambilan sampel dipertimbangkan berdasarkan lahan yang mengalami perubahan kerapatan vegetasi dan kerapatan bangunan dari tahun 2001-2021. Selain itu, juga didasari oleh keterwakilan masing-masing kelas penggunaan lahan. Pengambilan sampel disesuaikan dengan waktu perekaman citra Landsat, yaitu pukul 09.00 - 10.00 WIB.



Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian

2.2. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini dijabarkan dalam Tabel 1 dan bahan serta sumber data penelitian dijabarkan pada Tabel 2.

Tabel 1. Alat dan Fungsi Alat Penelitian

No.	Alat	Fungsi
1	Google Earth Engine	Pengolahan data citra Landsat untuk estimasi nilai LST, NDBI, dan NDVI
2	ArcGIS Pro	Analisis UHI, perhitungan luas, dan pembuatan peta
3	Google Colab	Analisis regresi berganda dan sederhana
4	Microsoft Excel	Pembuatan diagram dan grafik
5	Infrared Thermometer	Pengukuran suhu permukaan di lapangan
6	GPS	Penentu titik pengambilan sampel di lapangan

Tabel 2. Bahan dan Sumber Data Penelitian

No.	Bahan	Sumber Data
1	Citra Landsat 8 OLI-TIRS tahun 2021 dan 2016	Data diperoleh dari Katalog Google Earth Engine
2	Citra Landsat 7 ETM+ tahun 2011, 2006, dan 2001	
3	Shape file area penelitian	File shape file didapat dari data shape file Rupa Bumi Indonesia yang diperoleh dari BIG

2.3. Pengolahan Data

Tahap pengolahan data dalam penelitian ini terdiri tahap *preprocessing* data dan tahap *processing* data. Adapun tahapannya adalah sebagai berikut:

2.3.1. Tahap Preprocessing Data

2.3.1.1. Gap Filling

Beberapa data citra Landsat 7 ETM+ yang digunakan pada penelitian mengalami kerusakan yang diakibatkan hasil perekaman sensor *Scan Line Corrector* (SLC). Kerusakan tersebut mengakibatkan munculnya *stripping* atau garis hitam pada area perekaman sehingga citra tidak utuh. Metode yang digunakan untuk mengatasi *stripping* adalah metode *Mosaicking*.

2.3.1.2. Cloud Masking

Cloud Masking merupakan proses untuk untuk menentukan batas spasial antara bukan awan dan awan (Ni'amillah *et al*, 2017). Proses *Cloud Masking* pada Landsat 7 dan 8 dilakukan dengan menggunakan band QA (*Quality Assessment*). Dalam penelitian ini algoritma *cloud masking* yang digunakan adalah Fmask.

2.3.1.3. Clip Citra

Clip citra Landsat 7 dan Landsat 8 dilakukan sesuai dengan kawasan Kota Bekasi. Proses Pemotongan ini bertujuan untuk mempercepat proses pengolahan data.

2.3.2. Tahap *Processing Data*

Tahap processing data terdiri dari ekstraksi data *Land Surface Temperature (LST)*, identifikasi *Urban Heat Island (UHI)*, identifikasi kerapatan vegetasi, dan identifikasi kerapatan bangunan.

2.3.2.1. Land Surface Temperature (LST)

Estimasi nilai *Land Surface Temperature (LST)* dilakukan menggunakan metode *Single Channel Algorithm (SCA)*. Pengolahan untuk memperoleh nilai LST meliputi tahapan konversi digital number menjadi ToA radian, konversi suhu kecerahan (BT), ekstraksi emisivitas permukaan, dan ekstraksi data LST. Estimasi nilai LST menggunakan Landsat 7 ETM+ dilakukan menggunakan band 6 dan Landsat 8 OLI-TIRS menggunakan band 10.

Konversi *Digital Number (DN)* Menjadi *Top of Atmosphere (ToA) Radians*

Konversi *Digital Number (DN)* menjadi *Top of Atmosphere (ToA) radian* dilakukan menggunakan rumus sebagai berikut (USGS,2016):

$$L\lambda = ML Qcal + AL \quad (1)$$

Keterangan:

$L\lambda$: *TOA spectral radiance* (Watts/ (m² * srad * μ m))

ML: *Radiance_Mult_Band*

Qcal: *Quantized and calibrated standard product pixel values (DN)*

AL: *Radiance_Add_Band*

Konversi Suhu Kecerahan

Konversi radian spektral ToA menjadi suhu kecerahan atau *brightness temperature (BT)* dilakukan menggunakan rumus 2 dan 3. Rumus yang digunakan merupakan rumus menurut USGS (2016). Rumus tersebut bertujuan untuk merubah nilai radian spektral ToA menjadi suhu kecerahan (*brightness temperature*) dalam satuan derajat kelvin (° K) dan kemudian diubah menjadi satuan derajat celcius (° C), proses tersebut dilakukan untuk mempermudah proses analisis. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut (Fawzi, 2017).

$$BT = \frac{K2}{Ln(\frac{K1}{L\lambda})+1} \quad (2)$$

Keterangan:

BT: Suhu kecerahan TOA / *brightness temperature (K)*

K2: Konstanta spesifik band termal dari metadata

K1: Konstanta spesifik band termal dari metadata

$L\lambda$: Radiansi spektral TOA (Watt/m²*srad * μ m)

$$BT_{celcius} = BT - 273.15 \quad (3)$$

Keterangan:

BT_{celcius} : Suhu dalam satuan derajat celcius

BT : Suhu dalam satuan kelvin

Menentukan nilai *Proportion of Vegetation* (P_v)

Proportion Of Vegetation (P_v) adalah fraksi vegetasi yang memiliki nilai bervariasi dari rentang 0,00 hingga 1,00. Nilai P_v didapat dari proses menskalakan NDVI untuk meminimalkan gangguan dari fluks energi permukaan dan kondisi tanah yang lembab. Nilai NDVI_v adalah nilai spektral vegetasi pada NDVI pada objek bervegetasi penuh. Nilai NDVI_v didapat dari nilai NDVI max yang diperoleh dari statistik citra. Nilai NDVI_s adalah nilai spektral tanah pada NDVI pada objek tanah, nilai NDVI_s dalam penelitian ini mengacu pada penelitian Latif (2014), yaitu 0.20. Rumus untuk menentukan nilai P_v dilakukan secara berurutan menggunakan rumus 4 dan 5 (Jiménez-Muñoz et al., 2009 dalam Fawzi, 2014).

$$NDVI = NIR-RED/NIR+RED \quad (4)$$

Keterangan:

NIR: Reflektansi Band Near Infrared

RED: Reflektansi Band Red

$$P_v = \frac{(NDVI-NDVI_s)^2}{(NDVI_v-NDVI_s)} \quad (5)$$

Keterangan:

P_v : Proportion of Vegetation

NDVI: Normalized Difference Vegetation Index

NDVI_s : Nilai spektral tanah pada NDVI pada objek tanah

NDVI_v: Nilai spektral vegetasi pada NDVI pada objek bervegetasi penuh

Koreksi Emisivitas Permukaan

Koreksi emisivitas permukaan dilakukan untuk mendapatkan nilai LST secara lebih akurat. Metode yang digunakan untuk proses koreksi emisivitas dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan indeks vegetasi NDVI (Dewantoro *et al*, 2021). Penggunaan metode koreksi emisivitas menggunakan NDVI memerlukan nilai emisivitas vegetasi dan emisivitas tanah. Nilai emisivitas vegetasi dan emisivitas tanah mengacu pada penelitian Valor & Casellers (1996) dalam Fawzi (2014), yaitu untuk nilai emisivitas vegetasi adalah 0.985 dan nilai emisivitas tanah adalah 0.960. Rumus yang digunakan dalam proses ekstraksi emisivitas permukaan dilakukan menggunakan rumus 6.

$$\varepsilon = \varepsilon_v * P_v + \varepsilon_s (1 - P_v) + 4*d\varepsilon* P_v (1- P_v) \quad (6)$$

Keterangan:

ε : Emisivitas permukaan

ε_v : Emisivitas vegetasi (0.985)

ε_s : Emisivitas tanah (0.960)

P_v : *Proportion of Vegetation*

$d\varepsilon$: *Surface roughness* (0.015)

Ekstraksi Data *Land Surface Temperature* (LST)

Proses ekstraksi data suhu permukaan dilakukan dengan menggunakan nilai emisivitas hasil proses koreksi emisivitas permukaan dan nilai suhu kecerahan yang sudah diubah menjadi satuan celcius. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut (Salih *et al*, 2018):

$$LST = \frac{BT}{1 + \left(\frac{BT}{p}\right) \ln \epsilon} \quad (7)$$

Keterangan:

LST : Land Surface Temperature (°C)

BT : Suhu Kecerahan/*Brightness Temperature* (°C)

p : Konstanta $1,488 \times 10^{-2}$

ϵ : Emisivitas permukaan

2.3.2.2. Identifikasi *Urban Heat Island* (UHI)

Urban Heat Island (UHI) dapat dibedakan menjadi UHI atmosfer dan UHI permukaan (U.S. Environmental Protection Agency, 2008). Analisis UHI dalam penelitian ini dilakukan menggunakan data LST, oleh sebab itu dalam penelitian ini akan berfokus pada UHI permukaan. Persamaan yang akan digunakan untuk mendapatkan ambang batas suhu pada area yang terjadi UHI dapat dilihat dalam rumus (8). Sedangkan rumus (9) digunakan untuk mendapatkan ambang batas pada area yang tidak terjadi UHI (Ma *et al*, 2010).

$$T > \mu + 0,5 \alpha \quad (8)$$

$$0 < T \leq \mu + 0,5 \alpha \quad (9)$$

Keterangan:

T : Suhu permukaan (LST)

μ : Nilai rata-rata suhu permukaan

α : Standar deviasi suhu permukaan

Persamaan yang digunakan untuk mengetahui distribusi intensitas UHI disajikan dalam persamaan (10) (Fauzi, 2017).

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

Keterangan:

T_{mean} : Citra termal (LST)

μ : Nilai rerata LST

α : Standar deviasi LST

Tabel 3. Klasifikasi *Urban Heat Island* (UHI)

No	Klasifikasi UHI	Nilai Intensitas UHI
1.	Non UHI	<0
2.	UHI intensitas rendah	0 - 1,5
3.	UHI Intensitas sedang	1,5 - 3
4.	UHI intensitas tinggi	<3

Sumber: Dewantoro (2021)

2.3.2.3. Identifikasi Indeks Kerapatan Bangunan

Identifikasi indeks kerapatan bangunan dilakukan menggunakan algoritma *Normalized Difference Built-up Index* (NDBI). Algoritma NDBI menggunakan persamaan 11. Klasifikasi kelas tingkat kerapatan bangunan dapat dilihat pada tabel 4.

$$NDBI = \frac{SWIR - NIR}{SWIR + NIR} \quad (11)$$

Keterangan:

SWIR : Reflektansi Band Short Wave Infrared

NIR : Reflektansi Band Near Infrared

Tabel 4. Klasifikasi Kerapatan Bangunan

No	Nilai Indeks Kerapatan	Tingkat Kerapatan Bangunan
1.	<-0,15	Sangat Rendah
2.	-0,15 - -0,1	Rendah
3.	-0,1 - 0,1	Sedang
4.	>0,1	Tinggi

Sumber: Wibowo (2015)

2.3.2.4. Identifikasi Indeks Kerapatan Vegetasi

Identifikasi indeks kerapatan vegetasi dilakukan menggunakan algoritma *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). Algoritma NDVI menggunakan persamaan 12. Klasifikasi kelas tingkat kerapatan vegetasi dapat dilihat pada tabel 5.

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED} \quad (12)$$

Keterangan:

NIR: Reflektansi Band Near Infrared

RED: Reflektansi *Band Red*

Tabel 5. Klasifikasi Kerapatan Vegetasi

No	Nilai Indeks Vegetasi	Tingkat Kerapatan Vegetasi
1.	<0,3	Sangat Rendah
2.	0,3 - 0,4	Rendah
3.	0,4 - 0,6	Sedang
4.	>0,6	Tinggi

Sumber: Wibowo (2015)

2.4. Tahap Analisis Data

Analisis pengaruh perubahan kerapatan bangunan dan kerapatan vegetasi terhadap UHI dilakukan dengan melakukan uji regresi linier berganda. Variabel *dependen* yang digunakan dalam analisis regresi adalah variabel LST. Sedangkan, variabel *independen* adalah variabel kerapatan bangunan (NDBI), dan kerapatan vegetasi (NDVI). Rumus regresi linier berganda dapat dilihat pada persamaan 13.

$$y = a + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_n x_n \quad (13)$$

Keterangan:

y: Variabel *dependen*

x: Variabel *independen*

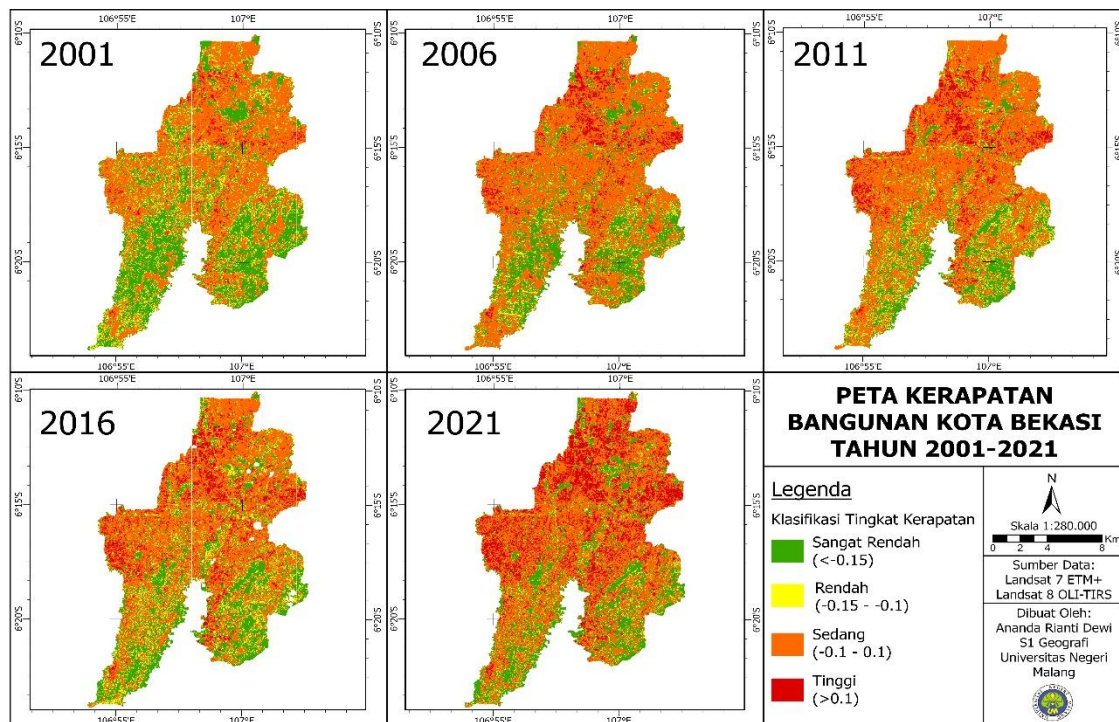
a: Konstanta (*intersep*)

b: Konstanta regresi

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Kerapatan Bangunan Kota Bekasi Tahun 2001-2021

Analisis kerapatan bangunan di Kota Bekasi dilakukan dengan melakukan transformasi NDBI menggunakan data citra Landsat 7 dan Landsat 8. Berdasarkan analisis yang sudah dilakukan, kerapatan bangunan diklasifikasikan ke dalam 4 kelas, yaitu kerapatan tinggi, sedang, rendah, dan sangat rendah. Semakin tinggi tingkat kerapatan bangunan menunjukkan bahwa jenis penggunaan lahannya berupa bangunan yang memiliki kerapatan yang tinggi. Berdasarkan peta pada gambar 3, dapat diketahui bahwa tingkat kerapatan bangunan kota Bekasi tahun 2001 sampai 2021 semakin bertambah. Pertambahan kerapatan bangunan terjadi di wilayah yang merupakan pusat kota Bekasi. Perubahan lahan vegetasi menjadi lahan terbangun tersebut, diakibatkan oleh berbagai faktor, salah satunya yaitu meningkatnya laju urbanisasi. Laju urbanisasi yang semakin meningkat setiap tahunnya menyebabkan bertambahnya pembangunan wilayah terbangun.



Gambar 3. Peta Kerapatan Bangunan Kota Bekasi Tahun 2001-2021

Tabel 6. Perubahan Luas Kerapatan Bangunan Tahun 2001-2021

Tingkat Kerapatan Bangunan	2001		2006		2011		2016		2021		Perubahan Luas (ha)
	Luas (ha)	%	Luas (ha)	%	Luas (ha)	%	Luas (ha)	%	Luas (ha)	%	
Sangat Rendah	6890,25	32	4769,00	22	3832,89	18	4932,70	23	4453,46	20	2436,79
Rendah	3073,24	14	1569,86	7	2308,23	11	2943,08	13	1526,00	7	1547,24
Sedang	11185,19	51	13870,38	64	13858,96	63	11669,20	54	11623,06	53	437,87
Tinggi	584,25	3	1579,67	7	1789,37	8	2216,41	10	4345,73	20	3761,48

Berdasarkan data perubahan luas kerapatan bangunan pada tabel 6, dapat diketahui pada tahun 2001-2021 kelas kerapatan bangunan yang memiliki cakupan luasan tertinggi adalah kelas kerapatan sedang, yaitu untuk tahun 2001 sebesar 11185,19 ha atau 51% dari total luas wilayah, tahun 2006 sebesar 13870,38 ha atau 64% dari total luas wilayah, tahun 2011 sebesar 13858,96 ha atau 63% dari total luas wilayah, tahun 2016 sebesar 11669,20 ha atau 54% dari total luas wilayah, dan pada tahun 2021 sebesar 11623,06 ha atau 53% dari total luas wilayah.

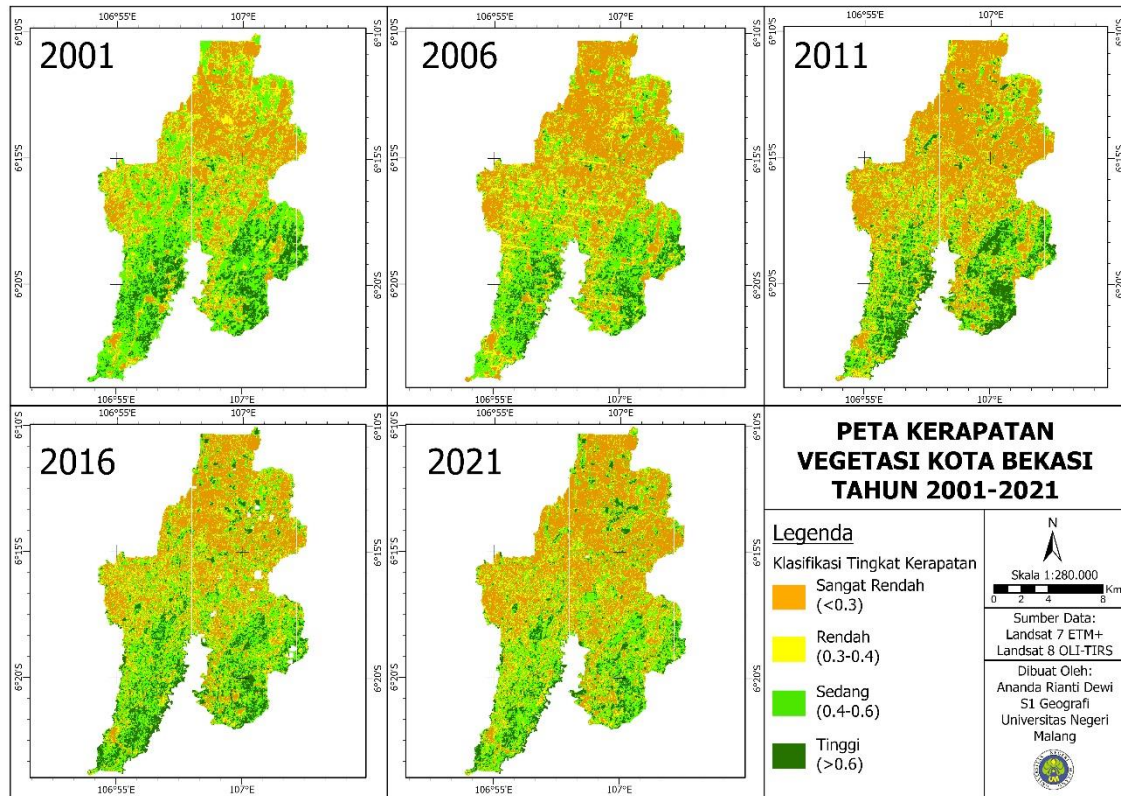
Jika dilihat dari perubahan cakupan luas lahan pada tahun 2001-2021, kelas kerapatan bangunan sangat rendah mengalami perubahan berupa berkurangnya luas sebesar 2436,79 ha. Kelas kerapatan bangunan rendah mengalami perubahan berupa berkurangnya luasan sebesar 1547,24 ha. Kelas kerapatan bangunan sedang mengalami perubahan berupa penambahan luasan sebesar 437,87 ha. Kelas kerapatan bangunan tinggi mengalami perubahan berupa penambahan luasan sebesar 3761,48 ha.

3.2. Kerapatan Vegetasi Kota Bekasi Tahun 2001-2021

Klasifikasi kerapatan vegetasi dibagi menjadi 4 kelas klasifikasi yaitu kerapatan vegetasi sangat rendah, kerapatan vegetasi rendah, kerapatan vegetasi sedang, dan kerapatan vegetasi tinggi. Semakin tinggi tingkat kerapatan vegetasi menunjukkan jenis penggunaan lahannya memiliki vegetasi yang padat, Sebaliknya, jika tingkat kerapatan vegetasi semakin rendah menunjukkan jenis penggunaan lahannya memiliki vegetasi yang jarang bahkan tidak terdapat vegetasi. Berdasarkan peta kerapatan vegetasi pada gambar 4, dapat diketahui bahwa tingkat kerapatan vegetasi Kota Bekasi dari tahun 2001 sampai 2021 semakin berkurang. Wilayah yang mengalami perubahan tingkat kerapatan vegetasi yang cukup pesat, merupakan wilayah yang menjadi pusat kota Bekasi. Semakin berkurangnya tingkat kerapatan vegetasi, disebabkan oleh laju urbanisasi yang semakin meningkat setiap tahunnya yang mendorong bertambahnya pembangunan wilayah terbangun dan menyebabkan wilayah bervegetasi semakin berkurang.

Table 7. Perubahan Luas Kerapatan Vegetasi Tahun 2001-2021

Tingkat Kerapatan Vegetasi	2001		2006		2011		2016		2021		Perubahan Luas (ha)
	Luas (ha)	%	Luas (ha)	%	Luas (ha)	%	Luas (ha)	%	Luas (ha)	%	
Sangat Rendah	6402,26	29	9071,95	42	9928,34	45	7611,12	35	9489,61	43	3087,35
Rendah	4433,55	20	4384,09	20	4184,05	19	4095,48	19	4007,30	18	426,25
Sedang	8385,81	38	6427,06	29	4782,73	22	6878,01	31	6264,25	29	2121,56
Tinggi	2727,61	13	1904,56	9	3055,83	14	3174,44	15	2186,47	10	541,13



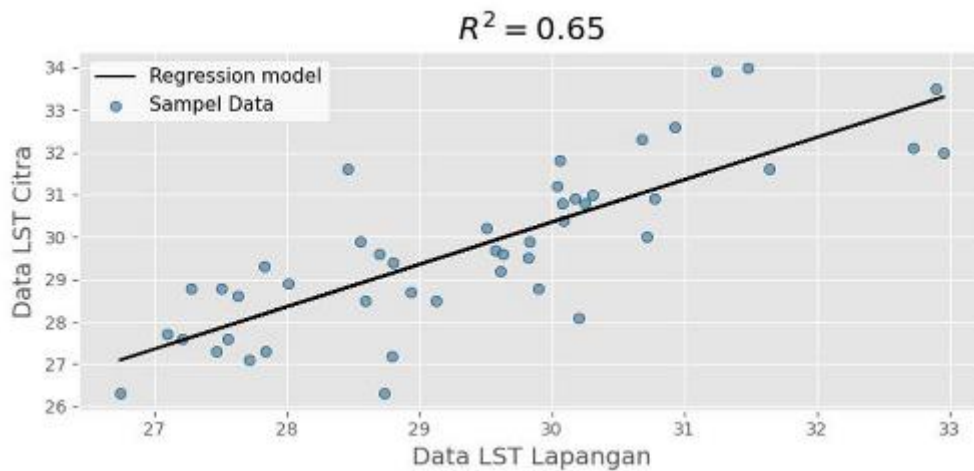
Gambar 4. Peta Kerapatan Vegetasi Kota Bekasi Tahun 2001-2021

Berdasarkan data perubahan luas kerapatan vegetasi pada tabel 7, dapat diketahui pada tahun 2001 kelas kerapatan vegetasi yang memiliki cakupan luasan tertinggi adalah kelas kerapatan sedang yaitu sebesar 8385,81 ha atau 38% dari total luas wilayah. Pada tahun 2006, 2011, 2006, 2021 kelas kerapatan yang memiliki cakupan luasan tertinggi adalah kelas sangat rendah, yaitu untuk tahun 2006 kelas kerapatan vegetasi yang memiliki cakupan luasan tertinggi adalah kelas sangat rendah yaitu sebesar 9071,95 ha atau 42% dari total luas wilayah, untuk tahun 2011 sebesar 9928,34 ha atau 45% dari total luas wilayah, pada tahun 2016 sebesar 7611,12 ha atau 35% dari total luas wilayah, dan tahun 2021 sebesar 9489,61 ha atau 43% dari total luas wilayah.

Jika dilihat dari perubahan cakupan luas lahan pada tahun 2001-2021, kelas kerapatan vegetasi sangat rendah mengalami perubahan berupa pertambahan luas cakupan sebesar 3087,35 ha. Kelas kerapatan vegetasi rendah mengalami perubahan berupa berkurangnya luas cakupan sebesar 426,25 ha. Kelas kerapatan vegetasi sedang mengalami perubahan berupa berkurangnya cakupan luas sebesar 2121,56 ha. Kelas kerapatan vegetasi sangat tinggi mengalami perubahan berupa berkurangnya cakupan luas sebesar 541,13 ha.

3.3. Land Surface Temperature (LST) Kota Bekasi Tahun 2001-2021

3.3.1. Uji Validasi Data Land Surface Temperature

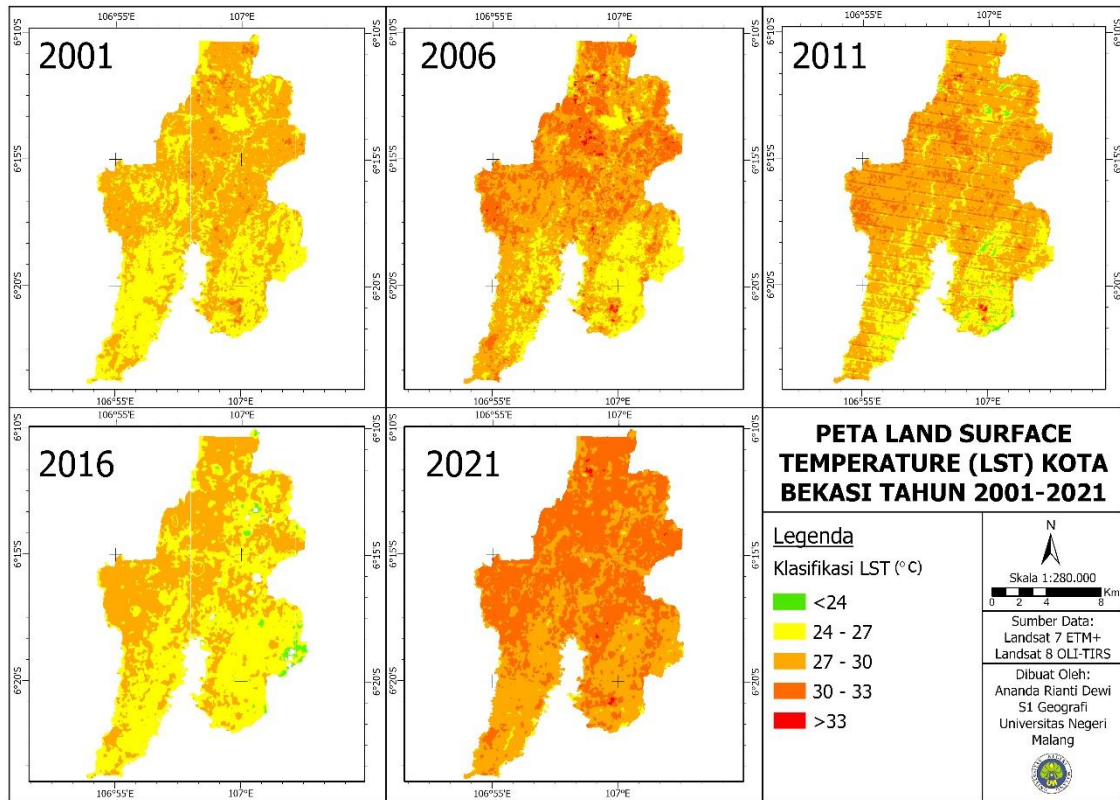


Gambar 5. Plot Regresi Uji Validasi Data Land Surface Temperature (LST)

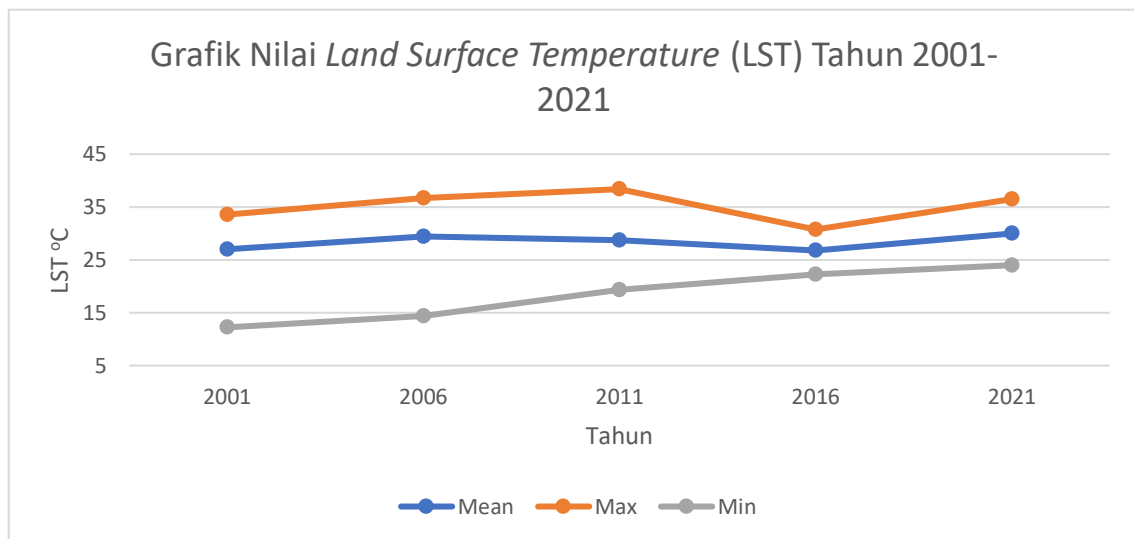
Validasi hasil pengolahan data LST dari citra Landsat 7 dan 8, dilakukan dengan cara membandingkan data LST aktual hasil pengukuran di lapangan dengan data LST hasil pengolahan data citra, kemudian melakukan analisis hubungan antara kedua data tersebut. Untuk mengetahui hubungan tersebut dilakukan uji regresi sederhana. Berdasarkan hasil uji regresi sederhana antara variabel data X yaitu LST citra dengan variabel Y yaitu data LST lapangan, didapat nilai R^2 0.65. Nilai tersebut menunjukkan hubungan antar variabel memiliki hubungan yang kuat dan memiliki arah hubungan positif atau berbanding lurus. Hasil tersebut menunjukkan semakin tinggi nilai LST lapangan maka nilai LST citra akan semakin tinggi pula. Berdasarkan hasil tersebut maka dapat diketahui nilai LST citra dengan LST lapangan memiliki hubungan dan saling memiliki keterkaitan. Oleh sebab itu, nilai LST pengolahan data citra dapat digunakan dalam penelitian ini.

3.3.2. Perubahan Land Surface Temperature Kota Bekasi Tahun 2001-2021

Berdasarkan analisis yang sudah dilakukan dapat diketahui bahwa variasi suhu Kota Bekasi pada tahun 2001 berada pada rentang 12-33° C dengan suhu rata-rata 26,97° C. Pada tahun 2006 rentang suhu Kota Bekasi adalah 14-36° C dengan suhu rata-rata 29,43° C. Pada tahun 2011 rentang suhu Kota Bekasi adalah 19-38° C dengan suhu rata-rata 28,75° C. Pada tahun 2016 rentang suhu Kota Bekasi adalah 22-30° C dengan suhu rata-rata 26,77° C. Pada tahun 2021 rentang suhu Kota Bekasi adalah 24-36° C dengan suhu rata-rata 29,99° C.



Gambar 5. Peta Land Surface Temperature (LST) Kota Bekasi Tahun 2001-2021

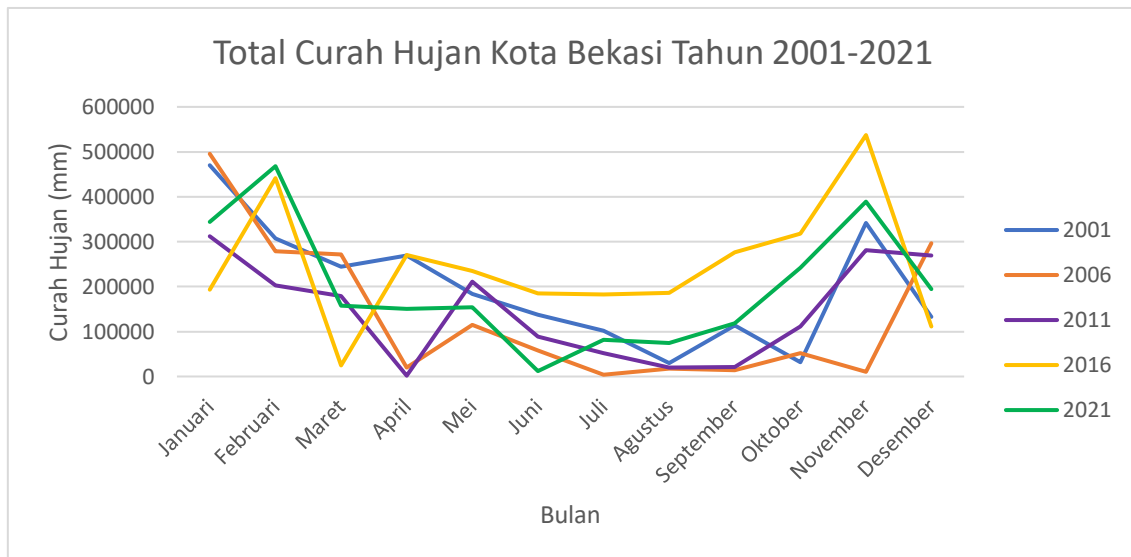


Gambar 6. Grafik Nilai LST Tahun 2001-2021

Berdasarkan grafik dan peta LST, dapat diketahui bahwa pada tahun 2001-2006 suhu rata-rata Kota Bekasi mengalami kenaikan sebesar 2,46°C, pada tahun 2011 mengalami sedikit penurunan suhu rata-rata sebesar 0,68°C, pada tahun 2016 mengalami penurunan suhu rata-rata yang cukup signifikan sebesar 1,98°C, dan pada tahun 2021 mengalami kenaikan suhu rata-rata sebesar 3,22°C. Penurunan suhu dapat disebabkan oleh beberapa faktor seperti berkurangnya tutupan awan, berkurangnya penyinaran matahari, angin yang datang

membawa massa udara yang umumnya lebih kering dan lebih dingin, gerak semu matahari sedang berada di bumi belahan utara, berkurangnya aktivitas industri dan transportasi, bertambahnya tingkat kerapatan vegetasi, dan fenomena la nina. Sedangkan kenaikan nilai suhu dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kenaikan tingkat urbanisasi, perubahan penggunaan lahan, peningkatan pembangunan gedung, fenomena el nino, dan pelepasan panas antropogenik yang berasal dari aktivitas perkotaan seperti aktivitas transportasi dan industri (Rahim et al, 2016).

Penurunan suhu yang cukup signifikan yang terjadi pada tahun 2016 disebabkan oleh fenomena la nina dan bertambahnya tingkat kerapatan vegetasi. Menurut BMKG pada tahun 2016 terjadi fenomena la nina di beberapa wilayah di Indonesia, salah satunya di pulau Jawa. Fenomena la nina menyebabkan meningkatnya curah hujan. Peningkatan curah hujan tersebut dapat menyebabkan suhu udara menjadi lebih dingin (Nkuna, 2016), untuk lebih jelas mengenai fenomena la nina dapat dilihat pada gambar 8. Selain itu, jika dilihat pada tabel 3, dapat diketahui bahwa tingkat kerapatan vegetasi sedang dan tinggi mengalami peningkatan cakupan luas dibandingkan tahun 2006 dan 2011.



Gambar 7. Grafik Total Curah Hujan Kota Bekasi Tahun 2001-2021

Tabel 8. Perubahan Luas LST Tahun 2001-2021

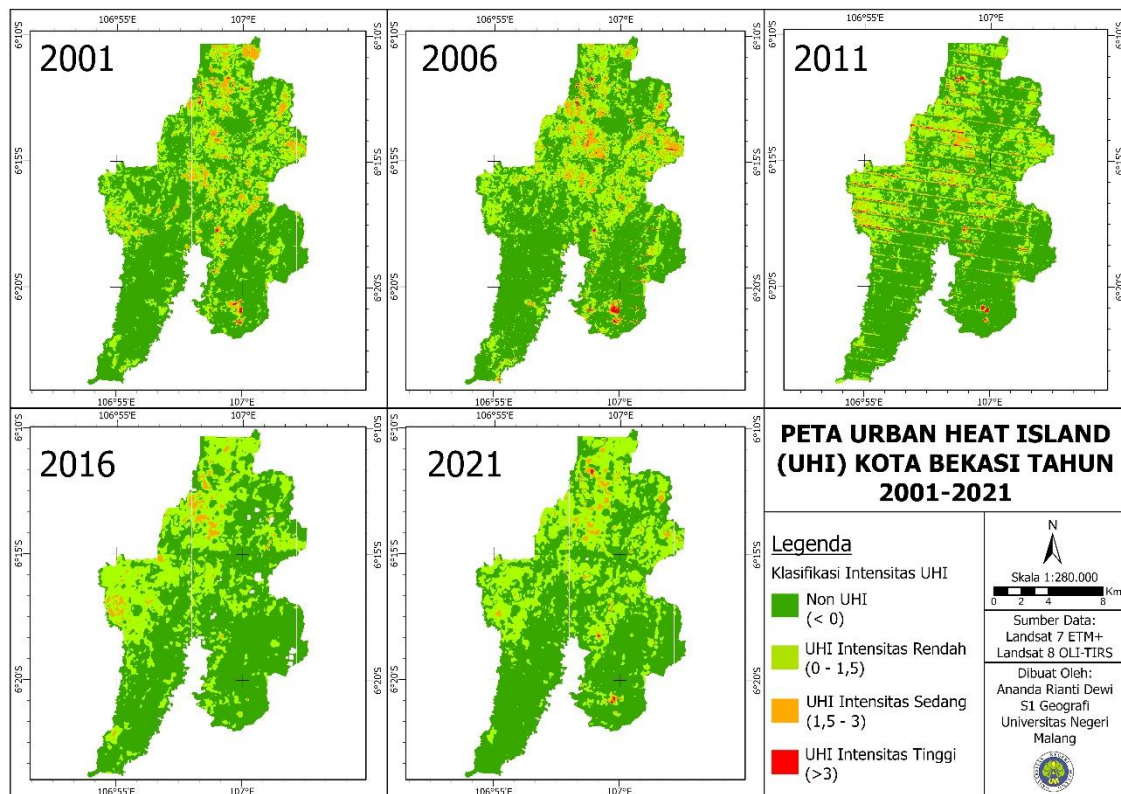
Land Surface Temperature (°C)	2001		2006		2011		2016		2021		Perubahan Luas (ha)
	Luas (ha)	%	Luas (ha)	%	Luas (ha)	%	Luas (ha)	%	Luas (ha)	%	
>22	5	0,03	12	0,06	200	0,92	255	1,19	0,00	0,0	5
23-25	9152	42	4806	22	5038	23	11444	53	274	1	8877
26-28	12195	56	11318	52	13972	64	9852	46	9869	45	2326
29-31	384	2	5515	25	2548	12	0	0	11544	53	11160
>32	0	0	137	0,63	31	0,15	0	0	46	0,21	46

Jika dilihat dari cakupan luasnya, dapat diketahui bahwa pada tahun 2001-2011 kelas LST yang memiliki cakupan luas tertinggi adalah 26-28°C, untuk tahun 2001 sebesar 12195 ha atau 56% dari total luas wilayah, tahun 2006 sebesar 11318 ha atau 52% dari total luas wilayah, dan tahun 2011 sebesar 13972 ha atau 64% dari total luas wilayah. Pada tahun 2016

kelas LST yang memiliki cakupan luas tertinggi adalah kelas 23-25° C yaitu sebesar 11444 atau 53% dari total luas wilayah. Dan tahun 2021 yang memiliki cakupan luas tertinggi adalah kelas 29-31° C yaitu sebesar 11544 ha atau 53% dari total luas wilayah.

3.4. Urban Heat Island (UHI) Kota Bekasi Tahun 2001-2021

Penentuan wilayah yang terdampak UHI dan intensitasnya dilakukan dengan menggunakan nilai LST. Wilayah yang tidak termasuk kedalam kategori terdampak UHI, memiliki nilai intensitas UHI dibawah 0, hal tersebut disebabkan nilai LST pada wilayah tersebut lebih rendah dari nilai ambang batas UHI. Sedangkan, wilayah yang termasuk kedalam kategori terdampak UHI memiliki nilai intensitas UHI diatas 0. Semakin tinggi nilai intensitas UHI menunjukkan semakin tinggi intensitas UHI yang terjadi. Penentuan ambang batas UHI dilakukan menggunakan data rata-rata nilai LST dan standar deviasi LST. Berdasarkan perhitungan ambang batas yang sudah dilakukan, dapat diketahui bahwa ambang batas UHI pada tahun 2001 adalah 27,77° C, tahun 2006 adalah 30,34° C, tahun 2011 adalah 29,59° C, tahun 2016 adalah 27,37° C, dan pada tahun 2021 adalah 30,64° C.



Gambar 8. Peta Urban Heat Island (UHI) Kota Bekasi Tahun 2001-2021

Berdasarkan peta intensitas UHI, dapat diketahui bahwa wilayah yang terdampak UHI dengan tingkat intensitas rendah sampai tinggi cenderung berada di pusat Kota Bekasi. Sedangkan wilayah yang tidak terlalu terdampak UHI berada pada sub pusat Kota. Fenomena UHI yang terjadi di Kota Bekasi juga dapat dilihat dari tabel 10. Berdasarkan tabel tersebut dapat diketahui Kecamatan yang termasuk kedalam pusat Kota Bekasi memiliki nilai LST yang lebih tinggi dibandingkan dengan Kecamatan yang termasuk kedalam sub pusat Kota Bekasi. Tingginya tingkat intensitas UHI pada pusat kota dibandingkan dengan sub pusat kota

disebabkan karena wilayah pusat kota Bekasi merupakan wilayah pusat kegiatan ekonomi, pemerintahan, pendidikan, dan lainnya oleh sebab itu cenderung mengalami perkembangan yang signifikan diberbagai bidang, salah satunya yaitu perubahan lahan bervegetasi menjadi lahan terbangun yang disebabkan oleh meningkatnya pembangunan infrastruktur dan permukiman.

Tabel 9. Land Surface Temperature (LST) Pusat dan Sub Pusat Kota Bekasi

Pusat/Sub Pusat Kota	Kecamatan	Rata-rata <i>Land Surface Temperature</i> (°C)				
		2001	2006	2011	2016	2021
Pusat	Medan Satria	27,96	30,29	28,88	27,61	30,77
	Bekasi Utara	27,7	29,71	28,28	26,9	30,52
	Bekasi Barat	27,79	30,8	29,23	27,6	30,87
	Bekasi Selatan	27,96	30,55	28,93	27,2	30,41
	Bekasi Timur	28,14	30,64	28,85	26,78	30,59
	RawaLumbu	28,06	30,07	28,81	26,73	30,5
Sub Pusat	Pondokgede	27,66	30,55	29,4	27,88	30,62
	Jatiasih	26,87	28,93	27,84	26,64	29,43
	Pondok Melati	27,66	29,62	28,45	27,44	30,13
	Jatisampurna	26,31	28,64	27,06	26,34	28,72
	Mustikajaya	26,71	27,73	27,43	25,57	29,31
	Bantargebang	27	28,06	26,75	26,1	29,3

Meskipun wilayah yang terdampak UHI dengan tingkat intensitas rendah sampai tinggi cenderung berada di pusat Kota Bekasi, namun berdasarkan peta dan tabel dapat dilihat terapat wilayah di sub pusat Kota Bekasi yang memiliki nilai intensitas UHI yang lebih tinggi dibandingkan dengan wilayah pusat Kota. Salah satu wilayah sub pusat tersebut adalah kawasan industri di kecamatan Batargebang. Adanya kawasan indutri di wilayah tersebut menyebabkan tingkat aktivitas transportasi dan industri di Kecamatan Batargebang lebih tinggi dibandingkan wilayah lain, sehingga menyebabkan nilia LST lebih tinggi.

Tabel 10. Perubahan Luas Daerah Terdampak UHI Tahun 2001-2021

Daerah	2001		2006		2011		2016		2021		Perubahan Luas (ha)
	Luas (ha)	%	Luas (ha)	%	Luas (ha)	%	Luas (ha)	%	Luas (ha)	%	
Non UHI	14617,12	67	13890,71	64	14548,43	67	14163,55	66	14132,71	65	484,41
UHI	7122,729	33	7902,818	36	7245,99	33	7390,46	34	7604,364	35	481,64

Jika dilihat dari cakupan luasnya, dapat diketahui bahwa pada tahun 2001-2021 kelas area UHI yang memiliki cakupan luasan tertinggi adalah kelas Non UHI, yaitu untuk tahun 2001 sebesar 14617,12 ha atau 67% dari total luas wilayah, tahun 2006 sebesar 13890,71 ha atau 69% dari total luas wilayah, tahun 2011 sebesar 14548,43 ha atau 66% dari total luas wilayah, tahun 2016 sebesar 14163,55 ha atau 65% dari total luas wilayah, dan pada tahun 2021 sebesar 14132,71 ha atau 65% dari total luas wilayah. Jika dilihat dari perubahan cakupan luas lahan pada tahun 2001-2021, wilayah non UHI mengalami perubahan berupa berkurangnya luas cakupan sebesar 484,41 ha, dan wilayah yang terdampak UHI mengalami perubahan berupa bertambahnya cakupan luas sebesar 481,64 ha.

3.5. Pengaruh Perubahan Kerapatan Bangunan dan Kerapatan Vegetasi terhadap *Urban Heat Island*

Analisis pengaruh perubahan kerapatan bangunan dan kerapatan vegetasi terhadap UHI dilakukan dengan melakukan uji regresi linier berganda. Persamaan regresi linier berganda yang didapat adalah sebagai berikut:

$$Y = 30.547 + 8.654 X1 - 3.458 X2 \quad (14)$$

Keterangan:

Y: Land Surface Temperature (LST) °C

X1: Kerapatan bangunan (NDBI)

X2: Kerapatan vegetasi (NDVI)

Persamaan tersebut menunjukkan bahwa hubungan antara variabel LST dengan NDBI bersifat positif, hal tersebut menunjukkan hubungan yang berbanding lurus. Hasil tersebut juga menunjukkan bahwa semakin tinggi atau semakin meningkatnya tingkat kerapatan bangunan, maka LST dan intensitas UHI akan semakin tinggi atau meningkat juga. Persamaan antara variabel LST dengan NDVI menunjukkan hubungan yang bersifat negatif, hal tersebut menunjukkan hubungan yang berbanding terbalik. Hasil tersebut menunjukkan semakin tinggi atau semakin meningkatnya kerapatan vegetasi, maka LST dan intensitas UHI akan semakin rendah atau semakin menurun.

Nilai *R Square* adjusted hasil uji regresi linier berganda adalah sebesar 0.494. Nilai tersebut menunjukkan terdapat 49% pengaruh perubahan kerapatan bangunan dan vegetasi terhadap UHI yang terjadi di Kota Bekasi. Diantara kerapatan bangunan dan kerapatan vegetasi, faktor yang paling mempengaruhi LST dan UHI adalah kerapatan bangunan. Hal tersebut diketahui dari nilai koefisien regresi. Nilai koefisien regresi variabel kerapatan bangunan (NDBI) adalah 8.654, sedangkan nilai koefisien regresi variabel kerapatan vegetasi (NDVI) adalah 3.458. Nilai tersebut menunjukkan jika tingkat kerapatan bangunan bertambah sebesar 1 ha, maka akan berdampak terhadap kenaikan suhu permukaan sebesar 8.65°C. Sedangkan jika tingkat kerapatan vegetasi bertambah 1 ha, maka akan terjadi penurunan suhu permukaan sebesar 3.45°C.

Kerapatan bangunan menjadi faktor yang paling mempengaruhi LST dan UHI karena menurut Darlina (2018), UHI terbentuk apabila permukaan yang seharusnya menyerap suhu panas dari matahari lebih banyak memantulkan kembali ke udara dan terperangkap di dalam lingkup perkotaan. Permukaan tersebut lebih banyak memantulkan panas karena terjadinya alih fungsi lahan dari vegetasi menjadi lahan terbangun sehingga menyebabkan tingkat kerapatan bangunan bertambah. Kawasan yang memiliki tingkat kerapatan bangunan yang tinggi memiliki konduktivitas termal yang lebih tinggi dibandingkan dengan kawasan yang memiliki tingkat kerapatan bangunan yang rendah. Kerapatan bangunan juga dapat mempengaruhi penyimpanan dan pemantulan radiasi panas matahari dan juga material bangunan memiliki kapasitas panas yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan vegetasi, tanah atau bahan-bahan alami lainnya (Beatrice, 2018).

Kerapatan vegetasi yang tinggi dapat menyebabkan intensitas UHI dan suhu permukaan menurun, hal tersebut disebabkan karena vegetasi memiliki peran untuk meminimalkan suhu udara dengan memanfaatkan sinar matahari untuk fotosintesis dan dapat menahan sinar

matahari di atas kanopi yang dapat menyebabkan suhu di bawah tegakan lebih rendah karena naungan, dan memanfaatkan proses evapotranspirasi untuk mendinginkan diri dan lingkungan (Indrawati et al, 2020). Selain itu menurut Kosasih et al (2020), vegetasi juga merupakan komponen alam yang mampu mengendalikan iklim melalui pengendalian fluktuasi atau perubahan unsur-unsur iklim yang ada disekitarnya misalnya suhu, kelembaban, angin dan curah hujan, serta menentukan kondisi iklim setempat dan iklim mikro. Vegetasi dapat mengurangi konsentrasi karbondioksida (CO₂) melalui proses fotosintesis. CO₂ merupakan salah satu gas rumah kaca yang menjadi penyebab kenaikan suhu dan pemanasan global (Ardhitama, 2017), oleh sebab itu tingkat kerapatan vegetasi yang tinggi pada suatu daerah sangat berperan dalam penurunan suhu perumukaan.

4. Simpulan

Kerapatan bangunan Kota Bekasi tahun 2001-2021 terus mengalami perubahan meningkatnya tingkat kerapatan dan kenaikan cakupan luas yang didominasi oleh kelas kerapatan bangunan sedang. Kerapatan vegetasi Kota Bekasi tahun 2001-2021 mengalami perubahan semakin menurunnya tingkat kerapatan vegetasi dan perubahan penurunan cakupan luas yang didominasi oleh kelas kerapatan vegetasi sangat rendah. Perubahan tersebut banyak terjadi pada wilayah yang menjadi pusat kota Bekasi. Wilayah yang terdampak *Urban Heat Island* (UHI) dengan tingkat intensitas rendah sampai tinggi berada di pusat Kota. Sedangkan wilayah yang tidak terdampak UHI cenderung berada pada sub pusat Kota. Terdapat 49% pengaruh perubahan kerapatan bangunan dan vegetasi terhadap UHI yang terjadi di Kota Bekasi pada tahun 2001-2022. Perubahan kerapatan bangunan merupakan faktor yang paling mempengaruhi terjadinya UHI di Kota Bekasi.

Daftar Rujukan

- Ardhitama, A. (2017). *Analisis Pengaruh Konsentrasi Gas Rumah Kaca Terhadap Kenaikan Suhu Udara di Kota Pekanbaru dan Kota Padang*.
- Aslan, N. A. G. I. H. A. N., & Koc-San, D. I. L. E. K. (2016). Analysis of relationship between urban heat island effect and land use/cover type using Landsat 7 ETM+ and Landsat 8 OLI images. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing & Spatial Information Sciences*, 41.
- As-syakur, A., Adnyana, I., Arthana, I. W., & Nuarsa, I. W. (2012). Enhanced built-up and bareness index (EBBI) for mapping built-up and bare land in an urban area. *Remote sensing*, 4(10), 2957-2970.
- Badan Pusat Statistika Kota Bekasi. (2020). *Kota Bekasi Dalam Angka 2020*. Bekasi: Badan Pusat Statistika.
- Badan Pusat Statistika Provinsi Jawa Barat. (2021). *Jawa Barat Dalam Angka 2020*. Bandung: Badan Pusat Statistika.
- Basics, U. H. I. (2011). *Reducing Urban Heat Islands: Compendium of Strategies*. US EPA.
- Beatrice, I. S. (2018). *Pengaruh Massa Bangunan dan Pola Bayangan Terhadap Kondisi Termal Ruang Luar Bangunan Apartemen di Surabaya* (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Cahyaningtyas, Y. N., & Rahayu, S. (2015). Kajian Perkembangan Penggunaan Lahan dan Fungsi Bangunan Sekitar Pusat Perbelanjaan (Mal) di Kota Bekasi. *Teknik PWK (Perencanaan Wilayah Kota)*, 4(2), 305-318.
- Cahya, D. L., Widyawati, L. F., & Ayodhia, F. W. (2016). Evaluasi ketersediaan ruang terbuka hijau di Kota Bekasi. *Jurnal Planesa*, 7(1), 1-9.
- Danoedoro, P. (2012). *Pengantar Penginderaan Jauh Digital*. Yogyakarta: CV. Andi Offset.
- Dewantoro, B. E. B., Mahyatar, P., & Hayani, W. N. (2021). Detection and Analysis of Surface Urban Cool Island Using Thermal Infrared Imagery of Salatiga City, Indonesia. *International Journal of Remote Sensing and Earth Sciences (IJReSES)*, 17(2), 115-126.
- Fawzi, N. I. (2017). Mengukur urban heat island menggunakan penginderaan jauh, kasus di Kota Yogyakarta. *Majalah Ilmiah Globe*, 19(2), 195-206.

- Febrianti, N., & Sofan, P. (2014). Ruang terbuka hijau di DKI Jakarta berdasarkan analisis spasial dan spektral data Landsat 8. In *Seminar Nasional Penginderaan Jauh* (Vol. 2014, pp. 499-504).
- Guntara, I., & Priyana, Y. (2016). *Analisis Urban Heat Island untuk Pengendalian Pemanasan Global di Kota Yogyakarta Menggunakan Citra Penginderaan Jauh* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Hokao, K., & Phonekeo, V. (2012). Assessing the impact of urbanization on urban thermal environment: A case study of Bangkok Metropolitan. *International Journal of Applied*, 2(7).
- Indrawati, D. M., Suharyadi, S., & Widayani, P. (2020). Analisis Pengaruh Kerapatan Vegetasi Terhadap Suhu Permukaan dan Keterkaitannya Dengan Fenomena UHI. *Media Komunikasi Geografi*, 21(1), 99-109.
- Kosasih, D., Nasihin, I., & Zulkarnain, E. R. (2020). Deteksi Kerapatan Vegetasi dan Suhu Permukaan Tanah Menggunakan Citra Landsat 8 (Studi Kasus: Stasiun Penelitian Pasir Batang Taman Nasional Gunung Ciremai). *Prosiding Fahutan*, 1(01).
- Kurnianti, R. (2020). Ketersediaan ruang terbuka hijau dan urban heat island di Kota Makassar. *Jurnal Litbang Sukowati: Media Penelitian dan Pengembangan*, 3(2), 14-14.
- Latif, M. S. (2014). Land Surface Temperature Retrieval of Landsat-8 Data Using Split Window Algorithm-A Case Study of Ranchi District. *International Journal of Engineering Development and Research*, 2(4), 2840-3849.
- Ma, Y., Kuang, Y., & Huang, N. (2010). Coupling urbanization analyses for studying urban thermal environment and its interplay with biophysical parameters based on TM/ETM+ imagery. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 12(2), 110-118.
- Maru, R., Baharuddin, I. I., Umar, R., Rasyid, R., Uca, U., Sanusi, W., & Bayudin, B. (2015). Analysis of the heat island phenomenon in Makassar, South Sulawesi, Indonesia. *American Journal of Applied Sciences*, 12(9).
- Mishra, B., Jeremy, S., & Buddhi, R. G. (2019). Urban heat island in Kathmandu, Nepal: Evaluating relationship between NDVI and LST from 2000 to 2018. *International Journal of Environment*, 8(1), 17-29.
- Oke, T. R. (1982). The energetic basis of the urban heat island. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 108(455), 1-24.
- Pambudi, B. P., & Tambunan, M. P. (2021). Evaluasi Kesesuaian Lahan Ruang Terbuka Hijau terhadap RTRW Kota Bekasi. *Media Komunikasi Geografi*, 22(2), 183-194.
- Purwanti, N., & Hartono, R. (2019). *Pengaruh perubahan penggunaan lahan, kerapatan bangunan dan kerapatan vegetasi terhadap sebaran Urban Heat Island (UHI) di Kota Surabaya*. Universitas Negeri Malang. Program Studi Geografi.
- Sari, R., Anurogo, W., & Lubis, M. Z. (2018). Pemetaan sebaran suhu penggunaan lahan menggunakan citra Landsat 8 di Pulau Batam. *Jurnal Integrasi*, 10(1), 32-39.
- Saputro, E. A., Rifani, A., Invanni, I., & Maru, R. (2017). Study of Land Surface Temperature Using Remote Sensing Satellite Imagery in Makassar, South Sulawesi. In *Proceeding of 9th International Graduate Students and Scholars' Conference in Indonesia (IGSSCI), The 9th In* (pp. 179-190).
- Schwarz, N., Lautenbach, S., & Seppelt, R. (2011). Exploring indicators for quantifying surface urban heat islands of European cities with MODIS land surface temperatures. *Remote Sensing of Environment*, 115(12), 3175-3186.
- Salih, M. M., Jasim, O. Z., Hassoon, K. I., & Abdalkadhum, A. J. (2018). Land surface temperature retrieval from LANDSAT-8 thermal infrared sensor data and validation with infrared thermometer camera. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(4.20), 608-612.
- Sobrino, J. A., Jiménez-Muñoz, J. C., Sòria, G., Romaguera, M., Guanter, L., Moreno, J., ... & Martínez, P. (2008). Land surface emissivity retrieval from different VNIR and TIR sensors. *IEEE transactions on geoscience and remote sensing*, 46(2), 316-327.
- Solihin, M. A., & Putri, N. (2020). Keragaman Penggunaan lahan eksisting di hulu sub DAS Cikapundung berdasarkan indeks vegetasi dan temperatur permukaan lahan. *Agrikultura*, 31(3), 251-262.
- Tsou, J., Zhuang, J., Li, Y., & Zhang, Y. (2017). Urban heat island assessment using the Landsat 8 data: A case study in Shenzhen and Hong Kong. *Urban Science*, 1(1), 10.

- Utomo, A. W., Suprayogi, A., & Sasmito, B. (2017). Analisis hubungan variasi land surface temperature dengan kelas tutupan lahan menggunakan data citra satelit Landsat (studi kasus: Kabupaten Pati). *Jurnal Geodesi Undip*, 6(2), 71-80.
- Valor, E., & Caselles, V. (1996). Mapping land surface emissivity from NDVI: Application to European, African, and South American areas. *Remote sensing of Environment*, 57(3), 167-184.
- Wahrudin, U., Atikah, S., Al Habibah, A., Paramita, Q. P., Tampubolon, H., Sugandi, D., & Ridwana, R. (2019). Pemanfaatan Citra Landsat 8 untuk identifikasi sebaran kerapatan vegetasi di Pangandaran. *Geodika: Jurnal Kajian Ilmu dan Pendidikan Geografi*, 3(2), 90-101.
- Wang, M., Zhang, Z., Hu, T., & Liu, X. (2019). A practical single-channel algorithm for land surface temperature retrieval: application to landsat series data. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 124(1), 299-316.
- Wibowo, A., Raditya, A., Harmantyo, D., & Semedi J. M. (2015) Land Surface Temperature as Urban Hazard in Education Area (A Case Study: University of Indonesia). *Proceeding the First International Conference of Indonesian Society for Remote Sensing (Surabaya, Indonesia)*.
- Yunus, H. S. (2016). *Metodologi Penelitian Wilayah Kontemporer*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.