



## ANALISIS *URBAN HEAT ISLAND* MENGGUNAKAN CITRA LANDSAT DI KOTA PEKANBARU

Muliadi\*, Idham Nugraha, Faizan Dalilla

*Program Studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik Universitas Islam Riau, Jalan Kaharuddin Nasution No. 113 Perhentian  
Marpyan Pekanbaru, Propinsi Riau, Indonesia, 28284*

\*Corresponding Author: [muliady2501@gmail.com](mailto:muliady2501@gmail.com)

Article Info	Abstract
<p><b>Article history:</b></p> <p>Received : Jun 01, 20xx Revised : Jun 14, 20xx Accepted : Jun 20, 20xx</p>	<p><i>Urban Heat Island</i> (UHI) adalah suatu fenomena suhu pada daerah perkotaan yang lebih tinggi atau panas dibandingkan wilayah sekitarnya. Fenomena UHI banyak dijumpai pada daerah-daerah perkotaan termasuk Kota Pekanbaru yang merupakan ibukota Provinsi Riau. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat fenomena perubahan suhu yang terjadi di Kota Pekanbaru DARI TAHUN 2013 sampai 2019 dengan menggunakan data penginderaan jauh berupa citra Landsat. Dari citra Landsat dianalisis kemudian diperoleh nilai dari <i>Land Surface Temperature</i> (LST). Berdasarkan hasil analisis diperoleh selama kurun waktu enam tahun dari 2013-2019 terjadi kenaikan suhu sebesar 3°C, dengan sebaran spasial wilayah yang mengalami kenaikan suhu meningkat sebesar 20.000 Ha.</p> <p><b>Keywords:</b> Urban Heat Island, Perkotaan, Pekanbaru, Landsat, Land Surface Temperature</p>

### 1. INTRODUCTION

Urban Heat Island (UHI) atau fenomena panas perkotaan merupakan isotherm tertutup yang menunjukkan daerah permukaan yang relatif hangat, yakni sebagai suhu yang hangat pada daerah perkotaan dibandingkan dengan wilayah pedesaan atau rural sekitarnya [1]. Peningkatan suhu pada kawasan perkotaan ini disebabkan oleh berbagai faktor, seperti permukaan yang ditutupi oleh semen, beton, atau aspal yang menyerap dan menyimpan panas dibandingkan dengan tutupan permukaan lainnya seperti tanah dan vegetasi. Material semen, beton, dan aspal ini memiliki kapasitas tanah yang tinggi dan rendahnya kemampuan untuk memantulkan sinar matahari (albedo), sehingga memiliki kecenderungan menyerap radiasi matahari dan menyimpannya sebagai panas [2]. Aktivitas yang intensif pada kawasan perkotaan seperti penggunaan kendaraan bermotor dan barang elektronik, pendingin udara, industri juga menjadi faktor yang mempengaruhi fenomena UHI karena melepaskan panas langsung ke lingkungan [3]. Kurangnya ruang terbuka hijau seperti taman, area hutan, taman dan tutupan non-urban lainnya serta perubahan tutupan lahan dari lahan non-terbangun menjadi lahan terbangun turut andil dalam fenomena UHI [4]. [5] menjelaskan bahwa keberadaan vegetasi dapat mempengaruhi fenomena UHI, dimana vegetasi berfungsi sebagai pendingin kawasan perkotaan dikarenakan pada saat proses evapotranspirasi vegetasi mengeluarkan air dan menghasilkan efek pendinginan. [2] menjelaskan kondisi meteorologi dapat mempengaruhi intensitas dari UHI, UHI akan berada pada intensitas tinggi ketika tutupan awan yang minim (intensitas matahari tinggi), kecepatan angin rendah dan stabilitas vertikal yang tinggi.

Fenomena UHI memiliki dampak yang signifikan terhadap kesehatan manusia, seperti peningkatan resiko penyakit terkait panas, khususnya bagi populasi rentan seperti anak-anak dan lansia [6]. Selain itu, UHI dapat meningkatkan konsumsi energi lebih banyak penggunaan pendingin udara, dan mempengaruhi kualitas udara dengan meningkatkan produksi polutan seperti ozon di permukaan tanah. [7] melakukan penelitian bahwa interaksi antara UHI dan gelombang panas dapat memperburuk dampak di kota-kota, sehingga dampaknya lebih besar apabila kedua bencana ini terjadi dalam waktu yang bersamaan. Oleh karena itu, memahami dan mengelola fenomena UHI menjadi sangat penting dalam perencanaan kota dan kebijakan lingkungan. Salah satu yang menjadi hal utama adalah dengan memetakan distribusi spasial atau sebaran UHI pada kawasan perkotaan.

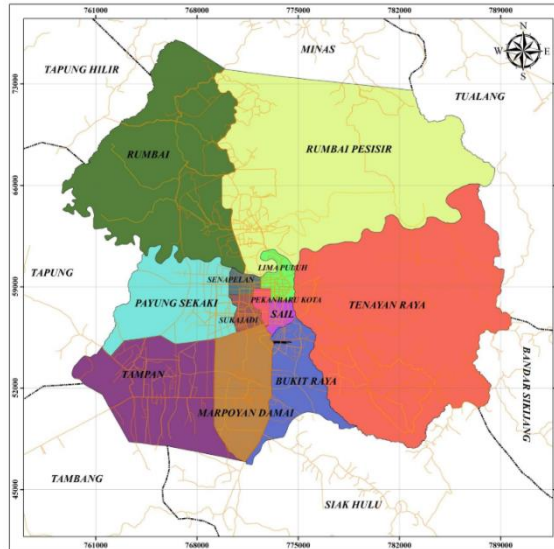
Penggunaan data penginderaan jauh dalam kaitannya dengan UHI sudah banyak dilakukan. Salah satu citra penginderaan jauh yang banyak digunakan adalah citra Landsat. [8] melakukan penelitian dengan menggunakan citra Landsat untuk mengidentifikasi dan memetakan area UHI serta hubungannya dengan penggunaan lahan dan tutupan vegetasi. Studi ini menemukan bahwa permukaan yang tertutup oleh aspal atau beton (*impervious surfaces*) memiliki suhu yang lebih tinggi dibandingkan dengan tutupan lahan lainnya. [9] menggunakan citra Landsat untuk memantau distribusi suhu di kota-kota besar dan menemukan peningkatan urbanisasi meningkatkan fenomena UHI di wilayah tersebut. [10] melakukan penelitian dengan menggunakan citra Landsat untuk mengukur dinamika UHI dan menemukan bahwa variasi musiman dan perubahan penggunaan lahan mempengaruhi intensitas UHI. [11] melakukan penelitian dengan melakukan penilaian terhadap efektivitas ruang hijau perkotaan dalam mengurangi suhu permukaan.

Kota Pekanbaru merupakan ibukota Provinsi Riau yang menjadi pusat aktivitas yang sangat sentral bagi penduduk wilayah Kota Pekanbaru maupun wilayah sekitarnya. Kota Pekanbaru mengalami peningkatan jumlah penduduk setiap tahunnya yang tidak hanya didominasi oleh faktor kelahiran namun juga dipengaruhi oleh faktor perpindahan penduduk menuju kota yang cukup besar. Pada tahun 2019, Kota Pekanbaru memiliki jumlah penduduk sebanyak 1.143.359 jiwa meningkat sebanyak 105.241 jiwa dalam rentan waktu 3 tahun dari tahun 2016. Fenomena pembangunan dan pertumbuhan di Kota Pekanbaru akan mengakibatkan kondisi suhu permukaan yang ada di Kota Pekanbaru. Suhu rata-rata kota Pekanbaru berkisar antar 22.4°C-36.8 °C. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kota Pekanbaru tahun 2015 dan 2019, menunjukkan bahwa telah terjadi peningkatan suhu rata-rata perkotaan sebesar 1-1.4%. Atas dasar ini, maka kajian tentang sebaran suhu permukaan atau UHI di Kota Pekanbaru sangat dibutuhkan untuk dapat dijadikan acuan dalam proses perencanaan kota dan kebijakan lingkungan, serta dapat melakukan proses mitigasi yang tepat terkait dampak dari UHI.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Lokasi Penelitian

Kota Pekanbaru adalah ibukota provinsi Riau yang terletak di Pulau Sumatera. Kota Pekanbaru memiliki luasan sekitar 632,26 Km<sup>2</sup> yang berbatasan dengan kabupaten Siak pada sebelah utara dan timur, Kabupaten Kampar pada sebelah utara, selatan dan barat dan Kabupaten Pelalawan pada sebelah selatan (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi Penelitian

### 2.2. Pengolahan Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah citra Landsat 8 yakni band 4 (*Near Infrared*) atau NIR, band 5 (*Shortwave Infrared-1*) atau SWIR-1, dan band 7 (*Shortwave Infrared-2*) atau SWIR-2. Sebagai dasar analisis, pada penelitian ini akan membandingkan perubahan *Urban Heat Island* pada tahun 2013 dan 2019. Tahapan pertama yang dilaksanakan untuk mendapatkan *Urban Heat Island* adalah menghitung *Land Surface Temperature* (LST). Adapun tahapan untuk mendapatkan nilai LST adalah:

- a. Perhitungan *Brightness Temperature*

Chander et al., (2007) dalam Pratama (2014) menjelaskan bahwa *Brightness Temperature* adalah tingkat intensitas radiasi termal yang diemisikan oleh objek yang diturunkan dari nilai *spectral radiance* saluran termal. Persamaan untuk nilai *Brightness Temperature* adalah sebagai berikut:

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

Keterangan:

- T : Nilai *Brightness Temperature*
- $L_\lambda$  : TOA Spectral Radiance
- K1 : Band-Specific Thermal
- K2 : Band-Specific Thermal

b. Estimasi Nilai Indeks Vegetasi (NDVI) dan *Fractional Vegetation Cover* (FVC)

NDVI atau *Normalized Difference Vegetation Index*s adalah indeks yang memberikan informasi mengenai tingkat kehijauan tanaman atau vegetasi. NDVI diperoleh dengan menggunakan band inframerah dekat (band 5) dan band merah (band 4) dengan persamaan sebagai berikut:

$$NDVI = \frac{(NIR - R)}{(NIR + R)} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

NDVI : *Normalized Difference Vegetation Index*s

NIR : Saluran Inframerah Dekat (Band 5)

R : Saluran Merah (band 4)

*Fractional Vegetation Cover* (FVC) adalah indeks yang digunakan untuk mengetahui fraksi di area yang memiliki vegetasi. Nilai FVC dapat diturunkan dengan menggunakan nilai NDVI dengan persamaan berikut:

$$FVC = \frac{NDVI - NDVI_s}{NDVI_v - NDVI_s} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

FVC : *Fractional Vegetation Cover*

NDVI : *Normalized Difference Vegetation Index*s

NDVI<sub>v</sub> : Nilai NDVI Maksimum

NDVI<sub>s</sub> : Nilai NDVI Tanah

c. Estimasi Nilai *Land Surface Emissivity* (LSE)

*Land Surface Emissivity* (LSE) adalah emisivitas permukaan tanah untuk memancarkan energi termal yang dimiliki (Mallick et al., 2012). Adapun persamaan untuk memperoleh nilai LSE adalah sebagai berikut:

$$LSE = es * (1 - FVC) + ev * FVC \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

LSE : *Land Surface Emissivity*

FVC : *Fractional Vegetation Cover*

Es : Emisivitas Tanah pada band 10 dan 11

Ev : Emisivitas Vegetasi pada band 10 dan 11

Nilai dari LSE ini kemudian diproses untuk mendapatkan nilai rata-rata dan selisih dari nilai LSE menggunakan persamaan:

$$X_{\epsilon} = \frac{LSE\ 10 + LSE\ 11}{2}$$

$$\Delta\epsilon = LSE\ band\ 10 - LSE\ band\ 11 \quad \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan:

- LSE 10 : Nilai LSE pada band 10
- LSE 11 : Nilai LSE pada band 11
- X $\epsilon$  : Nilai rerata LSE
- $\Delta\epsilon$  : Nilai selisih LSE

d. Estimasi Nilai *Land Surface Temperature* (LST)

*Land Surface Temperature* (LST) diperoleh dengan menggunakan split-window algorithm menggunakan dua band termal pada Landsat 8. Persamaan untuk mendapatkan nilai LST adalah sebagai berikut:

$$LST = TB10 + C1 ( TB10 - TB11 ) + C2 ( TB10 - TB11 )^2 + C0 + (C3+C4W) ( 1-X_{\epsilon} ) + ( C5 + C6 W ) \Delta\epsilon \quad \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan:

- LST : *Land Surface Temperature*
- C0-C6 : Koefisien *Split Windows*
- TB10-Tb11: *Brightness Temperature* pada band 10 dan 11
- X $\epsilon$  : Nilai rerata LSE
- W : *Atmospheric Water Vapour Content* (0,013)
- $\Delta\epsilon$  : Nilai selisih LSE

e. Perhitungan *Urban Heat Island* (UHI)

Nilai dari UHI diperoleh dari hasil perhitungan analisis sebelumnya yakni nilai rerata dari LST. Persamaan yang digunakan merupakan modifikasi persamaan Rajasekar dan Weng (2009) dan Ma et al., (2010) sebagai berikut:

$$UHI = T_{mean} - ( \mu + 0,5 \alpha ) \quad \dots\dots\dots(7)$$

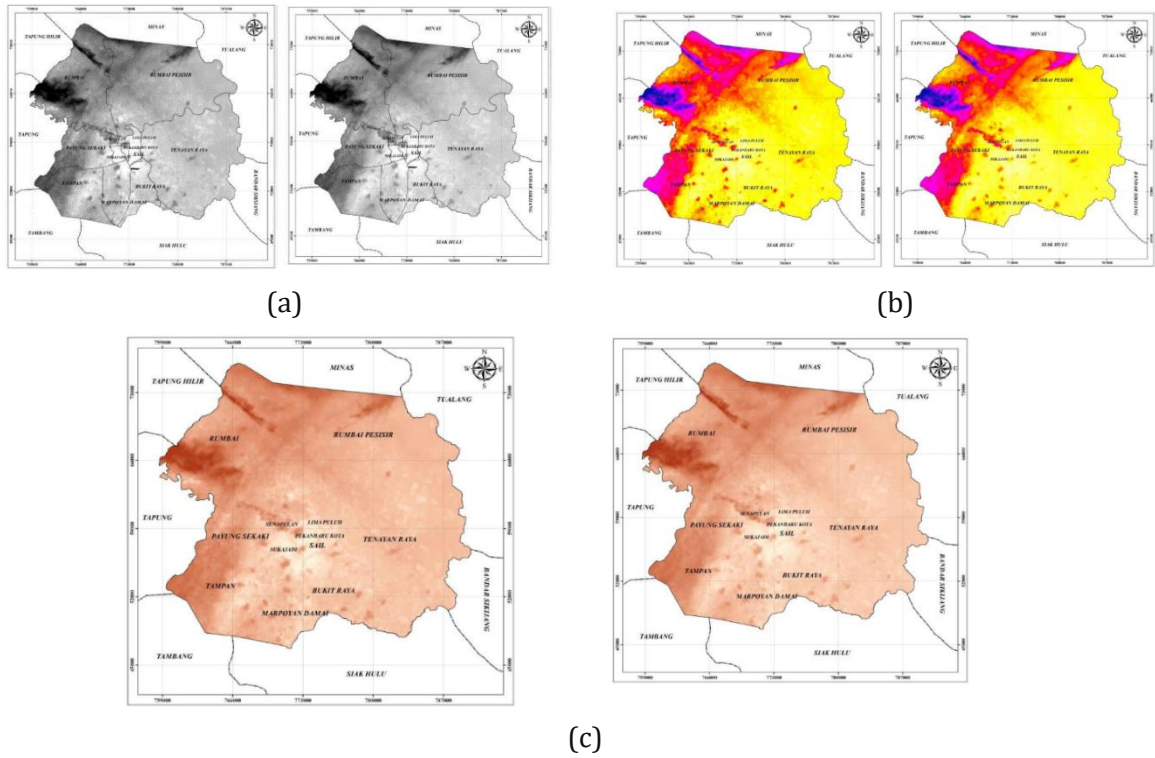
Keterangan:

- UHI : *Urban Heat Island*
- T<sub>mean</sub> : *Land Surface Temperature*
- $\mu$  : Nilai rerata LST (°C)
- $\alpha$  : Nilai standar deviasi LST (°C)

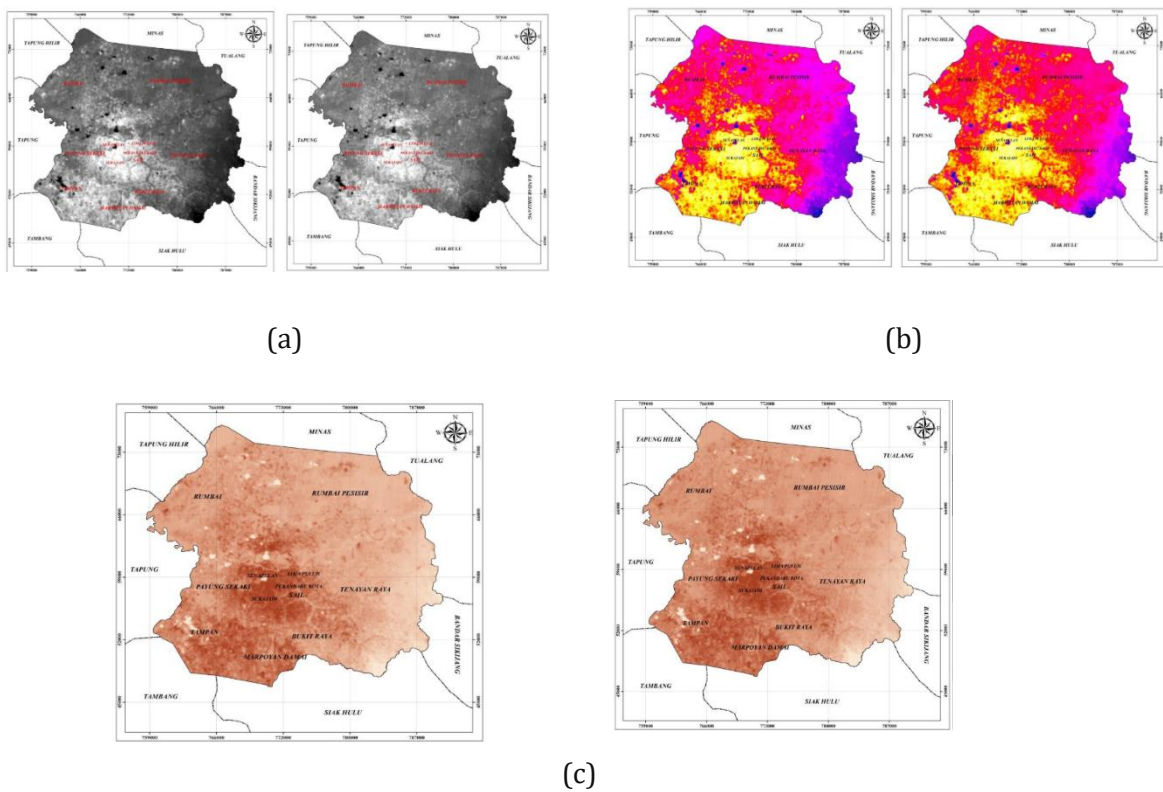
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Perhitungan *Brightness Temperature*

Langkah pertama dalam analisis *brightness temperatur index* adalah mengkonversi nilai DN pada citra Landsat band 10 dan 11 menjadi nilai spektral radian. Nilai spektral radian ini nantinya akan digunakan untuk mencari nilai *brightness temperature* pada persamaan 1. Adapun ilustrasi pengolahan data *brightness temperature* dapat dilihat pada gambar 2 berikut.



Gambar 2.a . a) Citra Landsat Kota Pekanbaru tahun 2013; b) konversi nilai DN ke spektral radian; c) *Brightness Temperature* Kota Pekanbaru tahun 2013.  
 (kiri: band 10, kanan: band 11)

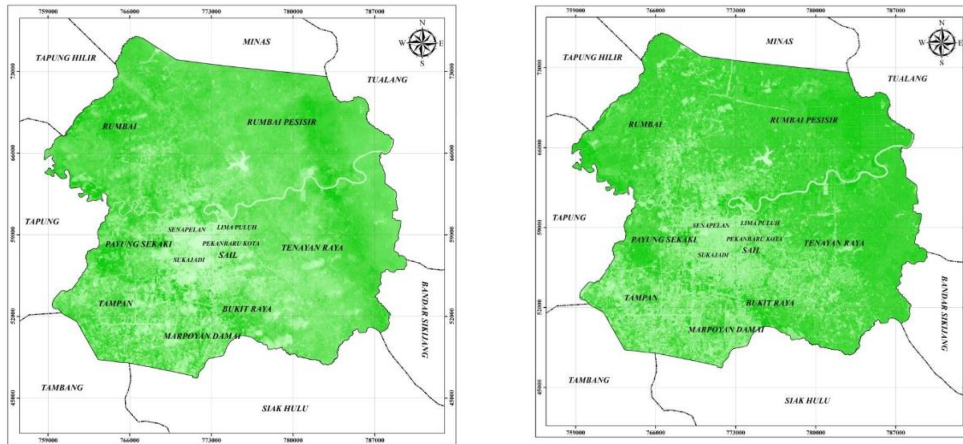


Gambar 2.b . a) Citra Landsat Kota Pekanbaru tahun 2019; b) konversi nilai DN ke spektral radian; c) *Brightness Temperature* Kota Pekanbaru tahun 2019.  
 (kiri: band 10, kanan: band 11)



### 3.2. Perhitungan Indeks Vegetasi (NDVI) dan *Fractional Vegetation Cover (FVC)*

Nilai NDVI diperoleh dari persamaan 2, dimana menggunakan band 4 (band merah) dan band 5 (band inframerah dekat) pada citra Landsat 8. Nilai NDVI menjadi dasar untuk menentukan nilai proporsi vegetasi.

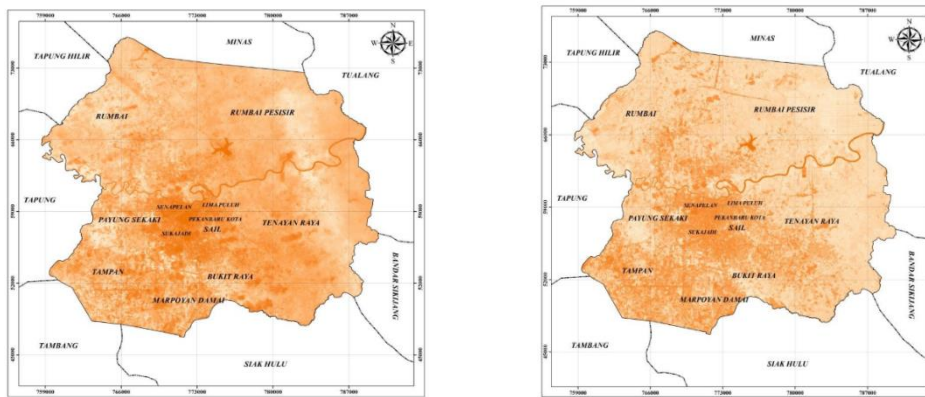


(a) (b)

Gambar 3. Proporsi vegetasi Kota Pekanbaru  
a) tahun 2013; b) tahun 2019

### 3.3. Perhitungan *Land Surface Emissivity (LSE)*

Nilai LSE diperoleh dari persamaan 4 dan 5, dimana nilai LSE ini menggambarkan nilai dari tingkat emisivitas tanah dalam memancarkan kondisi suhu permukaannya. Gambar 4 menunjukkan nilai emisivitas di Kota Pekanbaru pada tahun 2013 dan 2019.

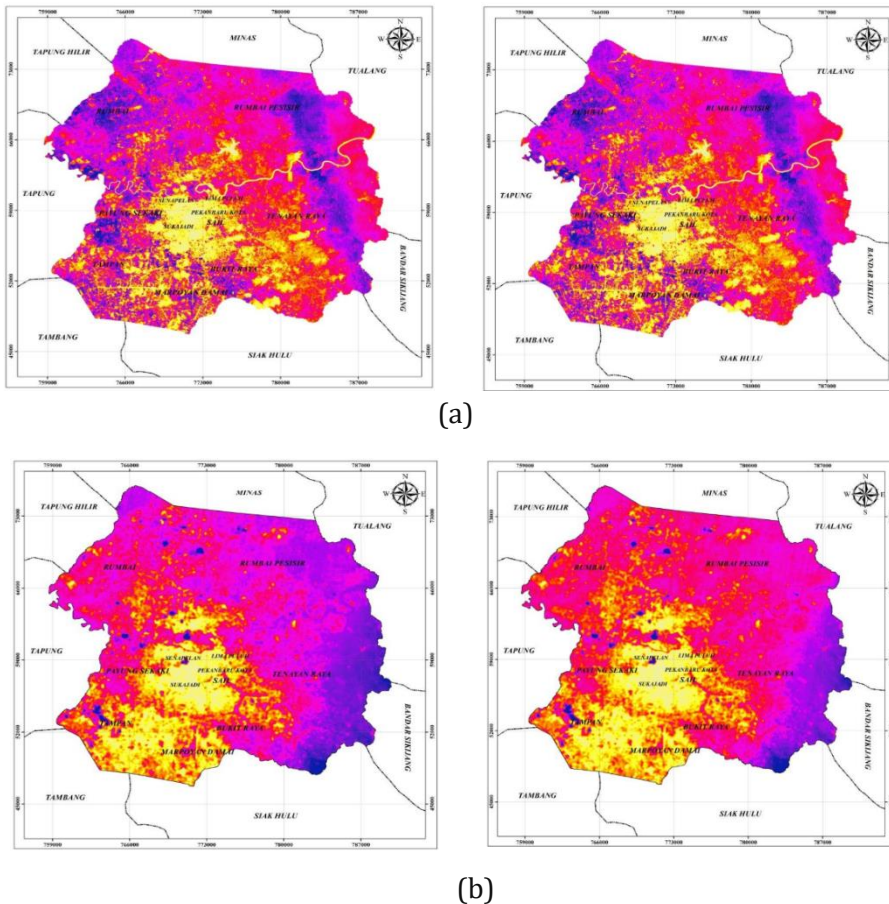


(a) (b)

Gambar 4. Peta Emisivitas Kota Pekanbaru  
a) tahun 2013; b) tahun 2019

### 3.4. Perhitungan *Land Surface Temperature (LST)*

Nilai LST diperoleh dengan menggunakan hasil perhitungan dari nilai LSE. Nilai perhitungan LST pada masing-masing band baik band 10 maupun band 11 akan dihitung nilai rata-ratanya untuk mendapatkan distribusi spasial suhu permukaan pada masing-masing tahun. Berikut gambar 5 menunjukkan distribusi spasial dari LST pada masing-masing tahun.



(a)  
 (b)  
 Gambar 5. Peta *Land Surface Temperature* Kota Pekanbaru  
 a) tahun 2013; b) tahun 2019

### 3.5. Perhitungan *Urban Heat Island* (UHI) Kota Pekanbaru

#### a. *Urban Heat Island* (UHI) Kota Pekanbaru Tahun 2013

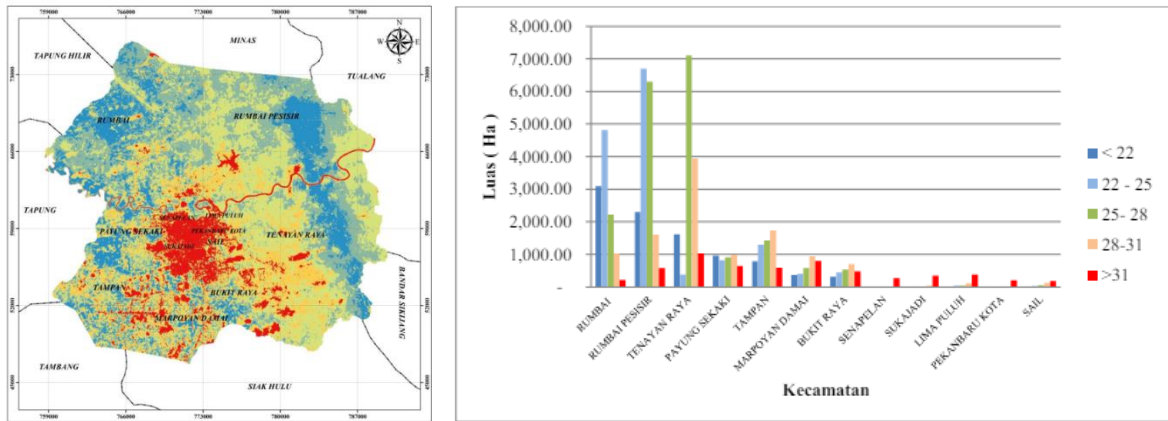
Hasil perhitungan menunjukkan distribusi spasial suhu permukaan yang ada di Kota Pekanbaru tersebar dimana kelas suhu 25-28°C dominan di Kota Pekanbaru sebesar 30.04% dan suhu >31°C merupakan kelas suhu yang sedikit dijumpai yaitu sebesar 8.86%. Secara statistik suhu permukaan Kota Pekanbaru terendah adalah 22°C, sementara itu untuk suhu tertinggi adalah 31°C dengan rata-rata suhu permukaan pada tahun 2013 adalah 26°C.

Tabel 1. Suhu Permukaan Kota Pekanbaru tahun 2013

Suhu (°C)	Luas (Ha)	Persentase (%)
<22	9.430	14.77
22-25	18.353	28.75
25-28	19.170	30.04
28-31	11.222	17.58
>31	5.657	8.86
Total	63.832	100

Warna merah pada gambar 6 menunjukkan bahwa suhu tinggi berpusat pada pusat Kota Pekanbaru. Lebih lanjut lagi, secara administrasi suhu tinggi secara dominan berada pada Kecamatan Tenayan Raya, Marpoyan Damai, dan Payung Sekaki dan Tampan. Sementara itu untuk suhu rendah, dominan dijumpai pada Kecamatan Rumbai dan Rumbai Pesisir.





Gambar 6. Distribusi spasial suhu permukaan Kota Pekanbaru tahun 2013

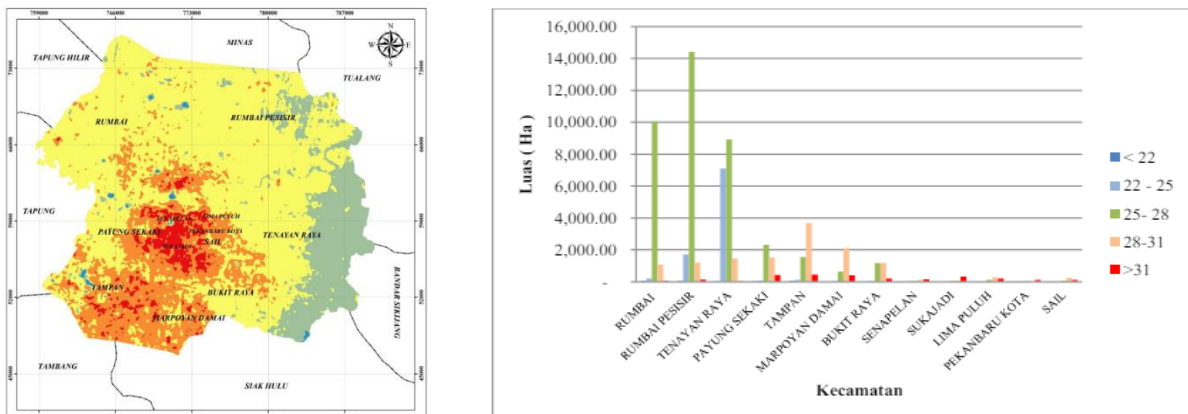
b. *Urban Heat Island* (UHI) Kota Pekanbaru Tahun 2019

Secara statistik, suhu permukaan di Kota Pekanbaru tidak mengalami perubahan signifikan dimana rata-rata suhu permukaan masih di angka 26 °C. Pada tahun ini kelas suhu sedang (25-28 °C) masih mendominasi dengan persentase yang bertambah menjadi 61.34% dan suhu tinggi (>31 °C) memiliki persentase 3.91%.

Tabel 2. Suhu Permukaan Kota Pekanbaru tahun 2019

Suhu (°C)	Luas (Ha)	Persentase (%)
<22	165	0.26
22-25	9.194	14.40
25-28	39.156	61.34
28-31	12.824	20.09
>31	2.493	3.91
Total	63.832	100

Distribusi spasial suhu permukaan menunjukkan bahwa suhu permukaan Kota Pekanbaru berada pada kelas 25-28°C dijumpai di seluruh kecamatan yang ada. Suhu permukaan 28-31°C dan >31°C masih berada pada pusat Kota Pekanbaru hingga daerah selatan kota.



Gambar 7. Distribusi spasial suhu permukaan Kota Pekanbaru tahun 2019

- c. Analisis Perubahan *Urban Heat Island* (UHI) Kota Pekanbaru Tahun 2013-2019  
Berdasarkan hasil analisis suhu permukaan atau *Urban Heat Island*, Kota Pekanbaru mengalami perubahan atau pergeseran nilai pada masing-masing kelas. Fenomena yang pertama adalah kelas suhu  $<22^{\circ}\text{C}$  mengalami penurunan luas yang cukup signifikan yaitu sebesar 14.77% di tahun 2013 menjadi 0.26% pada tahun 2019, hal ini dialami juga pada kelas suhu  $22-25^{\circ}\text{C}$  yang mengalami penurunan luasan dari 28.75% menjadi 14.40% pada tahun 2019. Fenomena yang kedua adalah pada kelas suhu  $<22^{\circ}\text{C}$  dan  $22-25^{\circ}\text{C}$  berubah menjadi kelas dengan suhu permukaan  $25-28^{\circ}\text{C}$ , dimana kelas ini mengalami peningkatan signifikan sebesar 31% menjadi 61.34% dalam rentang waktu 6 tahun. Fenomena ketiga adalah, suhu permukaan pada kelas  $>31^{\circ}\text{C}$  juga mengalami penurunan luasan menjadi 3.91% pada tahun 2019.

### 3. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, suhu permukaan atau *Urban Heat Island* di Kota Pekanbaru mengalami perubahan yang signifikan pada kelas suhu  $25-28^{\circ}\text{C}$  yakni memiliki luasan 61.34% dari total luasan Kota Pekanbaru, dimana pada kelas dibawahnya ( $<22^{\circ}\text{C}$  dan  $22-25^{\circ}\text{C}$ ) mengalami penurunan luasan yang signifikan, hal ini menandakan terjadi kenaikan suhu permukaan namun masih dalam kategori sedang. Pada masa mendatang bukan tidak mungkin kenaikan suhu akan sangat ekstrim terjadi dikarenakan pembangunan Kota Pekanbaru yang terus berkembang dari tahun ke tahun. Kedepannya diperlukan kajian yang komprehensif dengan menggunakan data yang lebih akurat dan perlu adanya kajian hubungan *urban heat island* dengan perubahan penggunaan lahan di Kota Pekanbaru. Dimana semakin pesat perubahan penggunaan lahan dari lahan non-terbangun menjadi terbangun mengindikasikan pembangunan dan tentunya akan berimplikasi dengan perubahan suhu permukaan.

### ACKNOWLEDGEMENTS

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian tugas akhir penulis di program studi Perencanaan Wilayah dan Kota, Universitas Islam Riau. Rasa terimakasih diucapkan kepada pihak-pihak yang terkait dalam penelitian ini.

### REFERENCES

- [1] Delarizka, Almira et al., "Analisis Fenomena Pulau Bahang (Urban Heat Island) di Kota Semarang Berdasarkan Hubungan Antara Perubahan Tutupan Lahan Dengan Suhu Permukaan Menggunakan Citra Multi Temporal Landsat". *Jurnal Geodesi Undip*. 2016. 5(4), 165-177.
- [2] T. R. Oke, "The energetic basis of the urban heat island," *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, vol. 108, no. 455, pp. 1-24, 1982.
- [3] A. M. Rizwan, L. Y. C. Dennis, and C. Liu, "A review on the generation, determination and mitigation of Urban Heat Island," *Journal of Environmental Sciences*, vol. 20, no. 1, pp. 120-128, 2008.
- [4] Aisha, I. N., & Indradjati, P. N. "Adaptasi Penerapan Bentuk Mitigasi Urban Heat Island (UHI) Pada Kawasan Pusat Kota Bandung". *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*. 2013. 3(1), 27-43.
- [5] M. Santamouris, "Analyzing the heat island magnitude and characteristics in one hundred Asian and Australian cities and regions," *Science of The Total Environment*, vol. 512-513, pp. 582-598, 2015.
- [6] M. L. Imhoff, P. Zhang, R. E. Wolfe, and L. Bounoua, "Remote sensing of the urban heat island effect across biomes in the continental USA," *Remote Sensing of Environment*, vol. 114, no. 3, pp. 504-513, 2010.
- [7] D. Li and E. Bou-Zeid, "Synergistic interactions between urban heat islands and heat waves: the impact in cities is larger than the sum of its parts," *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, vol. 52, no. 9, pp. 2051-2064, 2013.
- [8] F. Yuan dan M. E. Bauer, "Comparison of impervious surface area and normalized difference vegetation index as indicators of surface urban heat island effects in Landsat imagery," *Remote Sensing of Environment*, vol. 106, no. 3, pp. 375-386, 2007.

- [9] X. L. Chen, H. M. Zhao, P. X. Li, dan Z. Y. Yin, "Remote sensing image-based analysis of the relationship between urban heat island and land use/cover changes," *Remote Sensing of Environment*, vol. 104, no. 2, pp. 133-146, 2006.
- [10] H. Li, J. Zhou, Q. Zhu, dan Y. Zhao, "Spatiotemporal patterns of urban heat islands in global cities using Landsat data," *Remote Sensing*, vol. 12, no. 20, p. 3321, 2020.
- [11] C. D. Ziter, E. J. Pedersen, C. J. Kucharik, dan M. G. Turner, "Scale-dependent interactions between tree canopy cover and impervious surfaces reduce daytime urban heat during summer," *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 116, no. 15, pp. 7575-7580, 2019