

Identifikasi suhu permukaan terhadap penutupan lahan dari Landsat 8: studi kasus Kota Denpasar

I Gusti Agung Ayu Rai Asmiwyati¹, Anak Agung Gede Sugianthara¹, I Nyoman Wardi²

1. Prodi Arsitektur Lanskap, Fakultas Pertanian, Universitas Udayana
2. Program Studi Arkeologi, Fakultas Ilmu Budaya, Universitas Udayana

*E-mail: asmiwyati@unud.ac.id

Abstract

The variation of land surface temperature using Landsat 8, case study City of Denpasar. Land cover is an essential signature that is often used to understand interactions between local temperatures and land surfaces. The integration of remote sensing and geographical information system helps to effectively and efficiently extract data for a vast study area. The purpose of this study was to determine the range and distribution of Land Surface Temperature (LST) and the variation among land covers in City of Denpasar using Landsat 8. The City of Denpasar was selected as the representative study area where human population considerably increased high during past decade and thus, has posed a need to understand urban climates mainly for a city which located in a relatively small tropical island. This study shows that trees in mangrove, urban water areas, and paddy fields had lower LST and can be used as an effective means of offsetting the energy-intensive urban heat island effect.

Keywords: Kota Denpasar, Landsat 8, geographical information system, land surface temperature

1. Pendahuluan

Penyebaran perkotaan dan pertumbuhan populasi yang cepat mengubah sifat fisik permukaan tanah perkotaan sehingga menimbulkan dampak bervariasi yang cukup signifikan pada suhu mikro perkotaan. Salah satu dampaknya yang paling populer adalah meningkatnya suhu permukaan lahan atau *Land Surface Temperature* (LST) sebagai penyebab *Surface Urban Heat Islands* (SUHIs) yang merupakan suatu komponen dari keseluruhan *Urban Heat Island* (UHI), yaitu suhu permukaan tanah di perkotaan yang lebih tinggi daripada di sekitarnya yang non-perkotaan (Voogt and Oke, 2003; Elmes, 2017). UHI yang dipancarkan dari berbagai permukaan dipengaruhi oleh kondisi meteorologi saat itu seperti arah dan kecepatan angin, kadar uap air (Taha *et al.*, 2002).

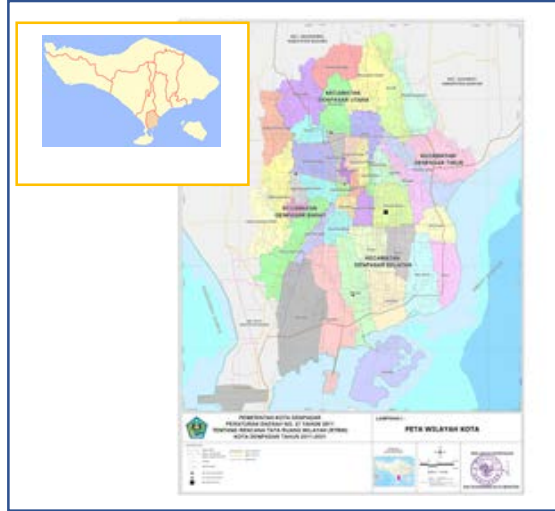
Kemajuan signifikan terbaru dalam integrasi data teknologi penginderaan jauh dan sistem informasi geografis (SIG) membantu dalam studi perkotaan. Penginderaan jauh menyediakan data bagi analisis penggunaan lahan dan tutupan lahan, tinggi bangunan, variabel biofisik perkotaan lainnya, dan juga data inframerah termal untuk mendeteksi karakteristik termal permukaan perkotaan. SIG menyediakan kemampuan kuat untuk memasuki, menganalisis, dan menampilkan data digital dari berbagai sumber dan format. Salah satu satelit platform adalah Landsat milik NASA yang dalam perkembangannya telah menghasilkan beberapa generasi, diantaranya adalah Landsat 7 dan yang terbaru Landsat 8 yang diluncurkan sejak tahun 2013. Satelit Landsat 8 merupakan misi kelanjutan dari Landsat 7, sehingga karakteristiknya hampir sama dalam hal resolusi spasial, spektral dan temporalnya serta karakteristik sensornya. Namun demikian Landsat 8 memiliki keunggulan dalam jumlah band, rentang nilai digital dan rentang spektrum gelombang elektromagnetik terendah yang ditangkap oleh sensornya (USGS, 2018).

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kisaran dan sebaran suhu permukaan lahan terhadap kelas tutupan lahan di Kota Denpasar tahun 2018 dengan menggunakan citra thermal Landsat 8. Secara kerekayasaan lanskap, informasi suhu permukaan dapat memberikan informasi distribusi spasial tutupan lahan yang dapat mempengaruhi kenaikan temperatur permukaan tanah sehingga membantu dalam proses perencanaan penggunaan dan pemanfaatan lahan agar tercipta iklim perkotaan yang nyaman untuk dihuni.

2 Metode

2.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan Kota Denpasar pada Juni 2018 hingga September 2018. Luas area yang diteliti 199,80 Hektar. Secara geografis, studi area terletak di lokasi yang relatif datar antara 0-100 m dpl.



Gambar 1. Lokasi Studi di Kota Denpasar

2.2 Alat dan Bahan

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah Citra Satelit Landsat 8 Band 10 (thermal) Path 115 Row 66 dengan keterangan tanggal perekaman 19 Maret 2018 yang bisa diunduh secara gratis dalam website USGS, batas administrasi Kota Denpasar dari Bappeda Kota Denpasar dan Peta Penggunaan Lahan Kota Denpasar Tahun 2018 yang diperoleh dari hasil analisis pada citra yang sama (Gambar 2). Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini adalah Laptop, sedangkan perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini adalah ArcGIS 10 dan Windows 10 Pro 64-bit.

2.3 Metode

2.3.1 Metode Ekstraksi Suhu Permukaan Lahan

Temperatur permukaan suatu wilayah diidentifikasi dari citra satelit Landsat 8 yang diekstrak dari band thermal 10. Temperatur permukaan tanah atau LST merupakan keadaan yang dikendalikan oleh keseimbangan energi permukaan, atmosfer, sifat termal dari permukaan dan media bawah permukaan tanah. Dalam penginderaan jauh, temperatur permukaan tanah dapat didefinisikan sebagai suatu permukaan rata-rata dari suatu permukaan, yang digambarkan dalam cakupan suatu piksel dengan berbagai tipe permukaan yang berbeda (USGS, 2018). Proses kalkulasi suhu permukaan lahan dengan citra satelit Landsat OLI ditunjukkan pada Gambar 3. Analisis untuk menghilangkan penutupan awan dilakukan di akhir kalkulasi LST. Perhitungan *brightness temperature* dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut (NASA, 2011):

$$\varepsilon = 0.004 PV + 0.986 \quad (1)$$

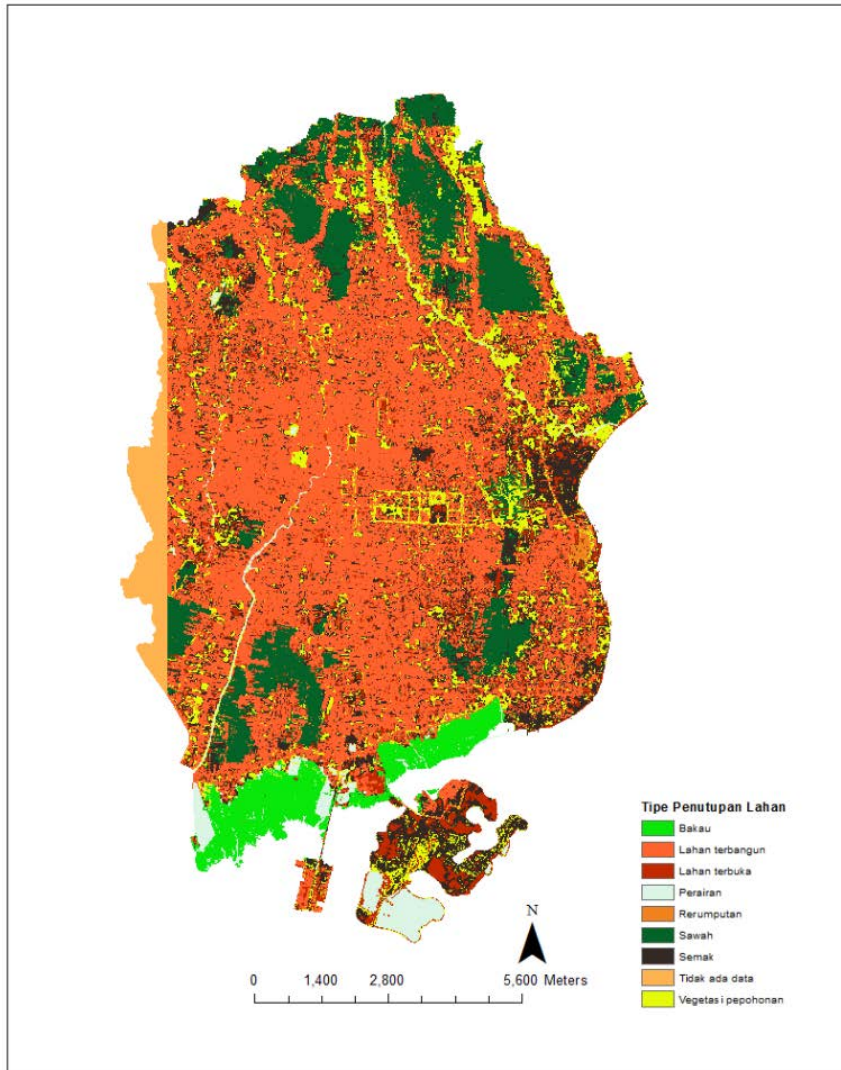
Proporsi vegetasi (PV) dikalkulasi dengan persamaan (2) sebagai berikut:

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

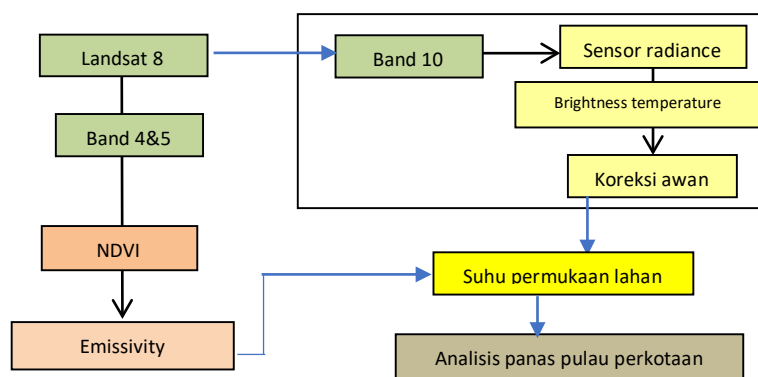
$$NDVI_{Max} = 1 \text{ dan } NDVI_{min} = -1$$

NDVI dikomputasi dengan formulasi sebagai berikut:

$$NDVI = (NIR - R) / (NIR + R); \text{ NIR = Band 5, R = Band 4} \quad (3)$$



Gambar 2. Peta Penggunaan Lahan Tahun 2018



Gambar 3. Ekstraksi Suhu Permukaan Lahan dan Indeks Kerapatan Vegetasi

Ekstrak suhu permukaan lahan dilaksanakan dengan proses berikut:

- a) Nilai digital (DN) citra satelit Landsat 8 dikonversi menjadi *spectral radiance* dengan menggunakan nilai *bias* dan *gain*. Untuk menghilangkan kesalahan yang bersifat intrinsik dan mengekstrak suhu *brightness*, dilakukan kalibrasi radiometrik yang mengubah data DN menjadi skala radiometrik dengan menggunakan formula (4) sebagai berikut (NASA, 2011):

$$L\lambda = \text{Grescale} \times Q_{\text{cal}} + \text{Brescale}$$

$$\text{Grescale} = \frac{(L_{\text{MAX}\lambda} - L_{\text{MIN}\lambda})}{(Q_{\text{calmax}} - Q_{\text{calmin}})} \quad (4)$$

$$\text{Brescale} = L_{\text{MIN}\lambda} - \frac{(L_{\text{MAX}\lambda} - L_{\text{MIN}\lambda})}{(Q_{\text{calmax}} - Q_{\text{calmin}})} Q_{\text{calmin}}$$

$L\lambda$	=	Radian spektral pada TOA sensor [$W/(m^2 \text{ srad } \mu\text{m})$]
Q_{cal}	=	Quantized calibrated pixel value [DN]
Q_{calmin}	=	Minimum quantized calibrated pixel value; sesuai dengan $L_{\text{MIN}\lambda}$ [DN]
Q_{calmax}	=	Maximum quantized calibrated pixel value; sesuai dengan $L_{\text{MAX}\lambda}$ [DN]
$L_{\text{MIN}\lambda}$	=	Spectral at-sensor radiance that is scaled to Q_{calmin} [$W/(m^2 \text{ sr } \mu\text{m})$]
$L_{\text{MAX}\lambda}$	=	Spectral at-sensor radiance that is scaled to Q_{calmax} [$W/(m^2 \text{ sr } \mu\text{m})$]

b) Konversi dari radian spektral ke *brightness temperature*

Nilai radian spektral yang sudah diperoleh kemudian dikonversi menjadi *top of atmosphere brightness temperature*, yaitu suhu efektif di satelit dengan asumsi tingkat emisiviti seragam (NASA, 2011). Persamaan yang dipakai dapat dilihat pada Formula (5) dengan menggunakan konstanta termal yang disediakan pada file metadata.

$$TB = \frac{K2}{\ln[(K1/L\lambda + 1)]} \quad (5)$$

Keterangan:

TB	=	<i>Brightness temperature</i> (Kelvin/K)
$K1$	=	Konstanta kalibrasi 1 (watts/(meter squared*ster* μm))
$K2$	=	Konstanta kalibrasi 2 (Kelvin/K)
$L\lambda$	=	Radian spektral ($Wm^{-2}sr^{-1}\mu\text{m}^{-1}$)

Peta suhu permukaan lahan yang dihasilkan kemudian dikonversi menjadi unit derajat Celcius dengan mengurangi suhu permukaan lahan pada data dengan nilai absolut nol (sekitar 273,15 °C). Suhu yang dihasilkan ini bukan nilai aktual suhu permukaan lahan namun suhu di sensor satelit.

c) Memperhatikan kealamian penggunaan lahan, pengaturan untuk emisivitas spektral tetap diperlukan, sehingga *atmosphere brightness temperature* yang telah dikoreksi dapat dikomputasi dengan perhitungan berikut (NASA, 2011):

$$LST = \frac{TB}{1 + (\lambda \times TB/\rho) \ln(\epsilon)} \quad (6)$$

Keterangan:

λ	=	Panjang gelombang radian yang dipancarkan ($\lambda = 11.5 \mu\text{m}$)
ρ	=	hc/σ ($1.438 \times 10^2 \text{ mK}$)
h	=	Konstanta Planck ($6.26 \times 10^{-34} \text{ J s}$)
c	=	<i>The velocity of light</i> ($2.998 \times 10^8 \text{ s}^{-1}$)
σ	=	Konstanta Stefan-Boltzmann's constant ($1.38 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$)
ϵ	=	Emisiviti permukaan
LST	=	<i>Land Surface Temperature</i>

3 Hasil dan Pembahasan

Gambar 4 menunjukkan peta distribusi suhu permukaan lahan di Kota Denpasar dari hasil ekstraksi citra thermal Landsat 8 Tanggal 19 Maret 2018. Pola sebaran suhu bervariasi dengan selang terendah adalah 23°C dan tertinggi 31,11°C dengan rata-rata suhu permukaannya 26,14°C. Kondisi suhu permukaan rata-

rata Kota Denpasar yang cukup rendah diduga dipengaruhi oleh kondisi masih sering turunnya hujan di Bulan Maret dengan tingkat curah hujan menengah 100-150 mm (BMKG, 2018).

Tabel 2 menunjukkan suhu permukaan lahan pada penutupan lahan di Kota Denpasar dengan Citra Landsat 8 Tanggal 19 Maret 2018. Suhu permukaan lahan rata-rata yang terendah berturut-turut ditunjukkan oleh penutupan hutan bakau (24,05°C), perairan (24,58°C), dan sawah (25,07°C). Suhu permukaan penutupan pohon dan semak menunjukkan hasil yang relatif sama dalam kisaran 26°C. Lahan terbangun menunjukkan suhu permukaan lahan tertinggi yaitu 30,98°C dan terluas 59.693.400 Ha.

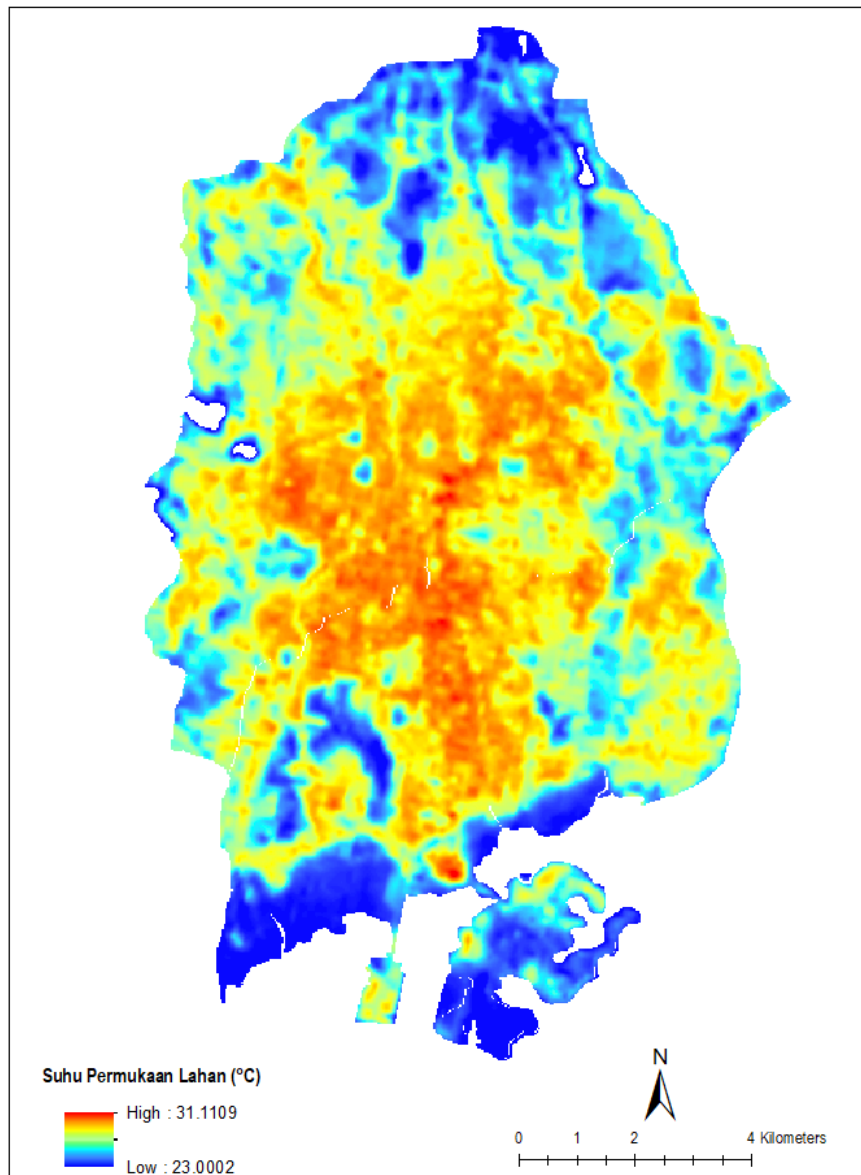
Tabel 2. Suhu Permukaan Lahan pada Penutupan Lahan di Kota Denpasar dengan Citra Landsat 8 Tanggal 29 Maret 2018

Tipe Penutupan Lahan	Luas (Ha)	Suhu Permukaan Lahan (°C)			Standar Deviasi (SD)
		Minimum	Maksimum	Rata-rata	
Bakau	4.713.300	23,00	27,96	24,05	0,77
Lahan terbangun	59.693.400	23,00	30,98	28,35	1,18
Lahan terbuka/kosong	8.259.300	23,03	31,11	27,40	1,45
Tidak ada data	3.502.800	23,00	29,28	26,79	1,32
Perairan	2.592.000	23,00	29,57	24,58	1,69
Rerumputan	199.800	24,80	27,63	25,80	0,65
Sawah	14.083.200	23,00	28,97	25,07	1,06
Semak	18.722.700	23,04	30,78	26,87	1,43
Vegetasi pepohonan	11.697.300	23,01	29,97	26,43	1,37

(Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2019)

Kantung-kantung SUHI cenderung menyebar tidak merata dan memusat di tengah-tengah Kota Denpasar. Beberapa dijumpai menyebar ke arah pinggiran kota, khususnya ke arah timur dan barat yang menunjukkan suhu permukaan yang tinggi mendekati lahan-lahan terbangun berupa pusat kegiatan masyarakat dan permukiman penduduk. Sebagai kontras, suhu permukaan yang lebih rendah ditunjukkan pada sungai yang membelah area-area terbangun di Kota Denpasar dan taman-taman kota dengan tegakan pohonnya. Area di pinggir utara Kota Denpasar yang didominasi sawah dan di bagian selatan Kota Denpasar berupa hutan bakau menunjukkan suhu permukaan lahan yang lebih rendah. Keberadaan pohon dinyatakan mampu menurunkan tingkat dan waktu efek SUHI pada area terbangun pemukiman yang bahkan tidak terlalu padat dan menurunkan efek SUHI yang intensif secara efektif (Elmes *et al.*, 2017).

Rendahnya suhu permukaan hutan berasosiasi dengan menurunnya suhu permukaan lahan. Salah satu bentuk layanan utama dari ekosistem hutan kota adalah dapat mengurangi efek SUHI dengan menurunnya LST perkotaan (Elmes *et al.*, 2017). Hal ini berdampak pada turunnya penggunaan energi di perkotaan akibat berkurangnya tuntutan terhadap energi pendingin ruangan yang lebih lanjut memberikan keuntungan bagi kesehatan dan kenyamanan manusia. Relatif rendahnya suhu permukaan bakau ini dibandingkan tipe penutupan lahan lainnya berasosiasi dengan nilai Standar Deviasi (SD) bakau 0,77 yang juga menunjukkan nilai tergolong rendah. Rendahnya variasi suhu permukaan bakau ini diduga disebabkan oleh kondisi penutupan bakau yang baik dan relatif seragam. Relatif rendahnya suhu penutupan lahan juga terjadi pada pohon dan semak. Hal ini disebabkan oleh kemampuan pohon menyediakan keteduhan, menyerap dan menahan energi matahari untuk evapotranspirasi (Solecki, *et al.*, 2005).



Gambar 4. Peta Distribusi Suhu Permukaan Lahan Kota Denpasar 19 Maret 2018

Perairan berupa bentuk sungai dan perairan di tepian bakau menunjukkan suhu yang rendah. Rendahnya suhu permukaan sawah menunjukkan hasil yang sesuai dengan Asmiwyati *et al.* (2013) yang menunjukkan kemampuan sawah berasosiasi dengan menurunnya suhu permukaan lahan di Kota Denpasar. Hal ini disebabkan oleh kondisi sawah pada saat perekaman masih mengandung air. Air dinyatakan sebagai moderator panas karena memiliki panas laten dari evaporasi dan kapasitas penyimpanan panas yang lebih tinggi dibandingkan dengan daratan sehingga mampu menurunkan LST (Gupta *et al.*, 2019).

4 Simpulan dan Saran

4.1 Simpulan

Berdasarkan hasil pengolahan suhu permukaan yang dilakukan dengan citra band thermal landsat 8 dtanggal 19 Maret 2018 didapatkan pola sebaran suhu bervariasi dengan selang terendah adalah 22°C dan tertinggi 31,11°C dengan rata-rata suhu permukaannya 26,09°C. Kantong-kantong SUHI cenderung

menyebar tidak merata dan memusat di tengah-tengah Kota Denpasar dan mulai menyebar ke arah pinggiran kota, khususnya ke arah timur dan barat. Hasil analisis ini menunjukkan kegiatan pengembangan Kota Denpasar perlu lebih memperhatikan kawasan pusat perkotaan mengingat pada area tersebut suhu permukaan lahan tertinggi. Salah satu mitigasi yang bisa dilakukan adalah melalui pemeliharaan hutan bakau, badan air, sawah, dan meningkatkan konektivitas koridor hijau. Pembatasan konversi sawah dan penambahan badan air sebagai mekanisme yang selain dapat memoderasi suhu Kota Denpasar, juga bermanfaat untuk mengatasi krisis air dan tempat rekreasi warga Kota Denpasar.

4.2 Saran

Analisis suhu permukaan perlu diikuti dengan proses validasi dengan menggunakan sampel data di lapangan untuk melihat apakah ada kesesuaian dengan data hasil olahan suhu permukaan dari citra satelit.

5 Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Universitas Udayana yang telah mendanai penelitian ini melalui Penelitian Unggulan Udayana Tahun 2018.

6 Daftar Pustaka

- Asmiwyati, I.G.A.A.R., Corner, R.J., & Dewan M.A. 2013. *Seasonal comparison of Landsat ETM+ derived land surface temperature for southern Bali*. 34th Asian Conference on Remote Sensing 2013, ACRS 2013. 2. 1152-1159.
- Asmiwyati I.G.A.A.R. Sugianthara A.A.G., Wardi IN. 2017. *Detection of vegetation cover in Denpasar using satellite imagery of Sentinel*. International Conference on Science, Technology and Humanities V Tanggal 24 Oktober 2018. Denpasar
- BMKG. 2018. *Analisis curah hujan dan sifat hujan Bulan Maret 2018*. Available online at <https://www.bmkg.go.id> (diakses pada 1 Juni 2019).
- Elmes, A., Rogan, J., Williams, C., Ratick, S., Nowak, D., and Martin, D. 2017. *Effects of urban tree canopy loss on land surface temperature magnitude and timing*. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 128:338-353.
- Gupta, N., Mathew A., and Khandelwal S. 2019. *Analysis of cooling effect of water bodies on land surface temperature in nearby region: A case study of Ahmedabad and Chandigarh cities in India*. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science Volume 22, Issue 1, April 2019, Pages 81-93.
- NASA. 2011. *Landsat 7 Science Data Users Handbook Landsat Project Science Office at NASA's Goddard Space Flight Center in Greenbelt*, 186. Available online at http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov/pdfs/Landsat7_Handbook.pdf. (diakses pada 21 Juni 2018).
- Solecki, W.D.W., Rosenzweig, C., Parshall, L., Pope, G., Clark, M., Cox, J., Wiencke, M., 2005. *Mitigation of the heat island effect in urban New Jersey*. Environ. Hazards 6, 39-49.
- Taha, H., Hammer, H., & Akbari, H. (2002). *Meteorological and air quality impacts of increased urban surface albedo and vegetative cover in the Greater Toronto Area, Canada*. Lawrence Berkeley National Laboratory Report No. LBNL-49210, Berkeley, CA.
- USGS. 2018. *Landsat 8 data users handbook*. Available online at <https://www.usgs.gov/land-resources/nli/landsat> (diakses pada 21 Oktober 2018).
- Voogt, J. A. & Oke, T. R. 2003. *Thermal Remote sensing of urban climates*. Remote Sensing Environment. 86,370-384.