

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Suhu permukaan lahan adalah indikator keseimbangan energi di permukaan bumi dan salah satu parameter utama dalam proses fisika permukaan lahan pada skala regional maupun global. Suhu permukaan lahan menggabungkan interaksi permukaan atmosfer dan fluks energi antara atmosfer dan tanah. (Mannstein, 1987). Suhu permukaan lahan didefinisikan sebagai suhu kulit permukaan yang mengacu pada permukaan tanah yang gundul. Suhu permukaan lahan untuk tanah bervegetasi rapat mengacu pada suhu permukaan tajuk dan untuk lahan bervegetasi jarang, suhu permukaan lahan ditentukan oleh suhu tajuk vegetasi, tubuh vegetasi dan permukaan tanah. (Qin dan Karnieli, 1999).

Peningkatan suhu permukaan lahan dapat terjadi secara langsung maupun tidak langsung. Peningkatan suhu permukaan lahan dapat terjadi akibat kegiatan manusia. Peningkatan jumlah penduduk akan diiringi dengan banyaknya proses pembangunan. Dalam proses pembangunan ini lahan vegetasi akan diubah menjadi lahan non-vegetasi, yang digunakan sebagai tempat tinggal dan tempat berkegiatan manusia (Fitriasari, 2019). Akibat dari semakin sedikitnya lahan bervegetasi, maka suhu permukaan lahan menjadi meningkat karena tidak ada vegetasi yang menyerap panas. Selain itu, semakin banyaknya pabrik yang dibangun dan banyaknya penggunaan kendaraan bermotor mengakibatkan kadar CO₂ semakin banyak di atmosfer dan suhu permukaan lahan pun menjadi meningkat (Santi dkk, 2018). Perubahan nilai suhu permukaan lahan akibat dari pembangunan lahan vegetasi ke non-vegetasi banyak terjadi di kota-kota di Indonesia, salah satunya adalah Kota Surakarta.

Kota Surakarta merupakan kota bersejarah, kota seni dan kota pariwisata yang padat. Kota Surakarta mengalami penambahan jumlah penduduk dan peningkatan kegiatan pembangunan pada setiap tahunnya. Pada tahun 2015 tercatat jumlah penduduk di Kota Surakarta adalah sebanyak 512.226 jiwa (BPS Surakarta, 2016). Angka tersebut semakin meningkat, dan pada tahun 2021 tercatat penduduk Kota Surakarta mencapai 522.728 jiwa (BPS Surakarta, 2022). Kepadatan jumlah

penduduk yang semakin bertambah membuat kegiatan pembangunan di Kota Surakarta semakin banyak guna menunjang kebutuhan dan kepentingan penduduk. Saat ini di Kota Surakarta banyak dilakukan pembangunan infrastruktur baik pembangunan jalan, jembatan, ruang publik, ruang parkir, gedung yang dibangun pemerintah maupun swasta, hotel, rumah sakit dan lain sebagainya (Rahmayanti, 2018). Dalam pembangunan tersebut terjadi pengurangan RTH maupun penebangan pohon sehingga jumlah RTH maupun tutupan vegetasi berkurang dan berdampak pada terjadinya penurunan kualitas lingkungan hidup perkotaan. Kegiatan alih fungsi lahan di Kota Surakarta banyak memanfaatkan ruang terbuka hijau (RTH). Dengan adanya pembangunan pada ruang terbuka hijau (RTH) yang terus menerus, memicu terjadinya peningkatan suhu permukaan lahan karena dinilai memiliki keterkaitan. Setiap tahunnya, Kota Surakarta mengalami penurunan jumlah ruang terbuka hijau (RTH). Penurunan jumlah ruang terbuka hijau (RTH) di Kota Surakarta dari tahun 2015 hingga tahun 2021 dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Jumlah RTH Publik Tahun 2015-2021

Jenis RTH	Tahun	Luas RTH (Ha)	Persentase RTH
RTH Publik	2015	447,85	9,58 %
	2019	372,95	7,98 %
	2021	355,2	7,60 %

Sumber : DLH Kota Surakarta

Jumlah ruang terbuka hijau (RTH) yang semakin berkurang merupakan dampak dari banyaknya kegiatan pembangunan sehingga ruang terbuka hijau (RTH) semakin sedikit, dan suhu permukaan lahan di Kota Surakarta mengalami dampaknya. Pada tahun 2015 hingga tahun 2020, terdapat banyak kegiatan pembangunan di Kota Surakarta yang menyebabkan berkurangnya jumlah ruang terbuka hijau (RTH). Pembangunan tersebut antara lain:

Tabel 2. Pembangunan pada RTH di Kota Surakarta Tahun 2015-2019

No	Jenis Rth Publik	Lokasi	Luas Rth Yang Berkurang	Keterangan Pembangunan
1.	Pulau Jalan dan Median Jalan	Jl. Jenderal Sudirman	$\pm 228 \text{ m}^2$	Perluasan jalan pada tahun 2015
2.		Jl dr. Moewardi	$\pm 187,5 \text{ m}^2$	Perluasan jalan dampak pembangunan overpass Manahan
3.		Jl. Yosodipuro	$\pm 220 \text{ m}^2$	
4.		Jl MT Haryono	$\pm 320 \text{ m}^2$	
5.	Jalur Pejalan Kaki	Jl Slamet Riyadi (Gendengan – Luwes)	$\pm 1.925,36 \text{ m}^2$	Perluasan jalan
6.	Taman Kota	Taman seputaran Tugu Obor	$\pm 261 \text{ m}^2$	Pembangunan overpass Manahan
7.		Taman Bunderan Baron	$\pm 32 \text{ m}^2$	Perluasan jalan
8.		Taman Saraswigati	$\pm 1.698,9 \text{ m}^2$	Pembangunan Puskesmas. Eksisting : $2.906,63 \text{ m}^2$
9.	Hutan Kota	Pendaringan	$\pm 180.823,09 \text{ m}^2$	Pembangunan SPBU dan perkantoran (Damkar, Satpol PP, TechnoPark) Eksisting : 280.000 m^2
Jumlah			$\pm 83.695,85 \text{ m}^2$	

Sumber : DLH Kota Surakarta

Tabel 3. Pembangunan pada RTH di Kota Surakarta Tahun 2020

No	Jenis RTH Publik	Lokasi	Luas RTH yang berkurang	Keterangan Pembangunan
1.	Jalur Hijau Jalan	Jl Slamet Riyadi (Perempatan Luwes - Gladag)	$\pm 18.377,40 \text{ m}^2$	
2.		Jalur Hijau Purwosari	$\pm 4.500 \text{ m}^2$	Perluasan jalan dampak pembangunan <i>flyover</i> Purwosari
3.		Jalur Hijau Jl Slamet Riyadi (depan SMP SMA Batik)		Perluasan jalan dampak pembangunan <i>flyover</i> Purwosari
4.		Jl. Ir Juanda	-	Penataan jalan dan pelebaran jalan
5.		Pelebaran Jl A Yani (Terminal Tirtonadi ke barat)	$\pm 1.066,52 \text{ m}^2$	Pelebaran jalan
6.	Taman Kota	Taman Semanggi	$\pm 6.396,81 \text{ m}^2$	Pengalihan fungsi menjadi pemukiman
7.	Hutan Kota	Hutan Kota Eks Persada	$\pm 39.015 \text{ m}^2$	Pembangunan Waterpark
Jumlah			$\pm 72.070,49 \text{ m}^2$	

Sumber : DLH Kota Surakarta

Berdasarkan informasi dari tabel di atas, dapat diketahui bahwa selama tahun 2015 hingga 2021 Kota Surakarta melakukan berbagai macam pembangunan yang mengakibatkan berkurangnya luas ruang terbuka hijau (RTH). Berkurangnya jumlah ruang terbuka hijau (RTH) yang cukup signifikan selama beberapa tahun belakangan menyebabkan terganggunya keseimbangan dan kelestarian lingkungan. Sebab itu perlu dilakukan perhitungan suhu permukaan lahan di Kota Surakarta serta dibuat peta distribusi suhu permukaan lahannya. Distribusi nilai suhu permukaan lahan di Kota Surakarta dapat digunakan untuk pengambilan keputusan pada proses perencanaan penataan, pengelolaan dan pemanfaatan lahan kedepannya. Dengan demikian, dapat diketahui daerah-daerah mana saja yang

memiliki nilai suhu permukaan lahan yang tinggi, sehingga dapat dilakukan antisipasi dan penanganan yang tepat pada daerah-daerah tersebut.

1.2 Perumusan Masalah

1. Berapa nilai suhu permukaan lahan di Kota Surakarta Tahun 2015?
2. Berapa nilai suhu permukaan lahan di Kota Surakarta Tahun 2021?
3. Seberapa besar perbedaan suhu permukaan lahan di Kota Surakarta Tahun 2015 dan 2021?
4. Bagaimana keterkaitan antara suhu permukaan lahan dan dengan ruang terbuka hijau (RTH) yang ada di Kota Surakarta Tahun 2015 dan 2021?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui nilai suhu permukaan lahan di Kota Surakarta Tahun 2015.
2. Mengetahui nilai suhu permukaan lahan di Kota Surakarta Tahun 2021.
3. Menganalisis besarnya perbedaan suhu permukaan lahan di Kota Surakarta Tahun 2015 dan 2021.
4. Menganalisis keterkaitan antara suhu permukaan lahan dan dengan ruang terbuka hijau (RTH) yang ada di Kota Surakarta Tahun 2015 dan 2021.

1.4 Kegunaan Penelitian

a. Bagi Peneliti

Memperkenalkan pemodelan spasial mengenai pengukuran nilai suhu permukaan lahan dan hubungannya dengan Ruang Terbuka Hijau (RTH) di Kota Surakarta.

b. Bagi Masyarakat

Memberikan informasi mengenai nilai suhu permukaan lahan pada tahun 2015 dan 2021 serta hubungannya dengan Ruang Terbuka Hijau (RTH) di Kota Surakarta.

c. Bagi Instansi

Memberikan informasi mengenai suhu permukaan lahan dan hubungannya dengan Ruang Terbuka Hijau (RTH) sehingga diharapkan instansi terkait dapat mengatasi permasalahan lingkungan dampak dari nilai suhu permukaan lahan.

1.5 Telaah Pustaka dan Penelitian Sebelumnya

1.5.1 Telaah Pustaka

1.5.1.1 Suhu Permukaan Lahan

Suhu permukaan lahan atau *Land Surface Temperature* (LST) adalah keadaan yang dikendalikan oleh keseimbangan energi permukaan, atmosfer, sifat termal dari permukaan, dan media bawah permukaan tanah (Becker & Li, 1990). Suhu permukaan lahan merupakan suhu kulit permukaan bumi hasil pancaran suhu dari permukaan objek yang terekam oleh citra satelit pada waktu tertentu. Suhu permukaan lahan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi peningkatan iklim global. Dampak dari peningkatan iklim global antara lain semakin mencairnya gletser, perubahan besar di daerah monsun karena curah hujan tidak dapat diprediksi sehingga menyebabkan banjir dan meluapnya permukaan air laut.

Salah satu kunci parameter pada studi lingkungan seperti geologi, hidrologi, ekologi, oseanografi, meteorologi, klimatologi, dan lain-lain adalah pengukuran suhu permukaan lahan. Suhu permukaan lahan berkaitan dengan variasi hidrologi, bio keanekaragaman hayati, keseimbangan energi, dan perubahan iklim. Parameter yang mempengaruhi suhu permukaan lahan diantaranya adalah vegetasi, kelembaban tanah, ketinggian, interaksi antar satelit, sudut zenith matahari, gradien medan, dan efek topografi (Lai et al., 2012). Suhu permukaan lahan merupakan sebuah metode untuk menentukan dan memetakan sebaran suhu permukaan sebuah tutupan lahan atau penggunaan lahan. Beberapa manfaat dari suhu permukaan lahan adalah:

- Pemetaan kawasan panas bumi (*Geothermal*);
- Penentuan emisi gas rumah kaca pada suatu tutupan lahan/penggunaan lahan tertentu;
- Penentuan *Urban Heat Island* untuk analisis-analisis terkait perencanaan kawasan perkotaan (*urban planning*);
- Mengetahui tingkat kelembaban tanah (*soil moisture*) untuk keperluan pertanian dan sebagainya.

Perubahan dan keseimbangan lingkungan akibat dari kebutuhan lahan yang terus meningkat dan tidak terkendali, menyebabkan perubahan signifikan iklim mikro dan suhu lingkungan. Peningkatan tersebut tentunya berdampak kepada keseimbangan lingkungan akibat aktivitas manusia dalam memenuhi kebutuhannya. Lahan yang jumlahnya tetap atau bahkan terus berkurang, berbanding terbalik dengan kebutuhan ruang aktivitas masyarakat akan mengakibatkan perubahan penggunaan lahan dan semakin banyak lahan bervegetasi yang hilang. Berkurangnya wilayah bervegetasi yang memiliki kemampuan menyerap air akan meningkatkan suhu permukaan lahan. Suhu permukaan lahan juga merupakan sebuah parameter penting dalam mempelajari perilaku termal dan lingkungan di sebuah wilayah khususnya kota. Naik turunnya suhu permukaan lahan dalam temperatur udara di lapisan bawah atmosfer kota, merupakan faktor penting dalam menentukan radiasi permukaan serta pertukaran energi, iklim di dalam gedung dan kenyamanan manusia di kota (Voogt and Oke, 1998).

Suhu permukaan dapat diartikan sebagai suhu bagian terluar dari suatu objek. Sedangkan untuk vegetasi dapat dipandang sebagai suhu permukaan kanopi tumbuhan, dan pada tubuh air merupakan suhu dari permukaan air tersebut. Pada saat permukaan suatu benda menyerap radiasi, suhu permukaannya belum tentu sama. Hal ini tergantung pada sifat fisis objek pada permukaan tersebut. Sifat fisis objek tersebut diantaranya: emisivitas, kapasitas panas jenis dan konduktivitas termal. Suatu objek di permukaan yang memiliki emisivitas dan kapasitas panas jenis rendah, sedangkan konduktivitas termalnya tinggi akan menyebabkan suhu permukaannya meningkat. Hal sebaliknya terjadi pada suatu objek yang memiliki emisivitas dan kapasitas jenis yang tinggi sedangkan konduktivitas termalnya rendah akan menyebabkan lebih rendahnya suhu permukaan. Suhu permukaan akan mempengaruhi jumlah energi untuk memindahkan panas dari permukaan ke udara.

Dalam penerapannya, suhu permukaan lahan dapat dihitung dan diketahui peresearannya pada suatu wilayah. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai suhu permukaan lahan adalah dengan menggunakan teknologi penginderaan jauh. Terdapat tiga tahapan untuk memperoleh Suhu Permukaan Lahan sebagai berikut :

1. Konversi Digital Number untuk mendapatkan *TOA (Top Of Atmosphere) Radiance*

Konversi *Digital Number* untuk mendapatkan *TOA Radiance* dilakukan dengan memanfaatkan data TIRS (*Thermal Infrared Sensor*) yang dibawa citra satelit.

2. Penghitungan *TOA Radiance* untuk Suhu Permukaan Lahan.

Nilai *TOA Radiance* merupakan data acuan untuk untuk memperoleh nilai *Land Surface Temperature*. Perhitungan Suhu Permukaan Lahan dengan memanfaatkan sensor TIRS menghasilkan Suhu Permukaan Lahan dalam satuan Kelvin.

3. Konversi Suhu Permukaan Lahan ke dalam Satuan Celcius

Suhu Permukaan Lahan yang dihasilkan melalui perhitungan sensor TIRS masih berupa suhu dalam satuan kelvin, sehingga untuk melihat suhu dalam satuan celcius diperlukan konversi. Konversi suhu dalam satuan kelvin kedalam celcius. (Febrianto & Sejati, 2021).

Suhu permukaan lahan merupakan rata-rata suhu jenis permukaan di tiap piksel yang dihitung dengan tutupan bobotnya. Hasil pengukuran kanal termal pada satelit dapat digunakan untuk pemetaan pola suhu permukaan pada skala waktu dan spasial yang lebih luas. Suhu permukaan lahan kanopi vegetasi merupakan suhu permukaan lahan pada daerah yang bervegetasi padat, sementara untuk daerah dengan vegetasi yang jarang adalah suhu rata-rata kanopi vegetasi, tubuh vegetasi, dan tanah. Pada permukaan vegetasi, suhu permukaan lahan secara tidak langsung dikendalikan oleh ketersediaan air pada perakaran dan secara langsung oleh evapotranspirasi (Kerr et al, 2000).

1.5.1.2 Penginderaan Jauh Sistem Thermal

Teknologi penginderaan jauh semakin mengalami kemajuan yang pesat dari waktu ke waktu. Selain kemajuan yang pesat, data-data dari penginderaan jauh juga semakin mudah didapatkan serta dimanfaatkan untuk berbagai macam kebutuhan dan kepentingan. Penginderaan jauh merupakan suatu teknik untuk mengumpulkan informasi mengenai objek dan lingkungannya dari jarak jauh tanpa sentuhan fisik. Biasanya teknik ini menghasilkan beberapa bentuk citra yang selanjutnya diproses

dan diinterpretasi guna membuahkan data yang bermanfaat untuk aplikasi di bidang pertanian, arkeologi, kehutanan, geografi, geologi, perencanaan dan bidang-bidang lainnya (C.P.Lo dalam Purbowaseso, 1996).

Salah satu sistem penginderaan jauh adalah sistem thermal. Sistem penginderaan jauh dengan tenaga thermal menghilangkan sebagian kegelapan malam. Dikatakan demikian karena perekaman datanya dapat dilakukan pada siang maupun malam hari pada kondisi cuaca yang memungkinkan. Asas penginderaan jauh sistem thermal meliputi : (1) pancaran tenaga thermal, (2) variasi pancaran tenaga thermal, dan (3) penginderaan jauh dengan tenaga thermal (Sutanto, 1987). Meskipun semua benda dipermukaan bumi memancarkan panas, jumlah panas yang dipancarkan tidak sama bagi tiap benda. Jumlah panas yang dipancarkan oleh tiap benda dipengaruhi tiga faktor yaitu : (1) Panjang gelombang yang digunakan untuk mengukur dan menginderanya, (2) suhu permukaan benda, dan (3) nilai pancarannya (Sutanto, 1987).

Tujuan utama penginderaan dengan tenaga thermal ialah mengukur suhu objeknya. Yang direkam oleh sensor thermal berupa tenaga pancaran. Dalam penginderaan jauh sistem thermal maka suhu pancaran yang berasal dari objek di permukaan bumi dan mencapai sensor thermal direkam oleh sensor tersebut. Beda suhu objek di permukaan bumi pada umumnya kurang dari 1 °C, bahkan ada yang jauh kurang dari 1 °C. oleh karena itu kepekaan sensor thermal terhadap suhu pancaran harus cukup tinggi. Pada umumnya dibuat sensor thermal yang dapat mendeteksi suhu benda dengan beda minimal 0,1 °C (Sutanto, 1987).

Hasil rekaman penginderaan jauh thermal setelah diproses dapat berupa citra maupun non citra. Citra yang dimaksud adalah citra inframerah thermal yang berupa gambaran 2 dimensional atau gambaran piktorial. Pada masa ini, dengan semakin majunya teknologi penginderaan jauh, datanya mudah didapatkan, terlebih data citra satelit yang merupakan hasil dari proses penginderaan jauh. Citra merupakan gambaran bagian permukaan bumi sebagaimana terlihat dari ruang angkasa (satelit) atau dari udara (pesawat terbang) (Prahasta, 2009).

Salah satu citra yang paling populer adalah Citra Landsat. Karena popularitas sistem Landsat banyak digunakan oleh para pakar peneliti lingkungan.

Landsat merupakan suatu hasil program sumber daya bumi yang dikembangkan oleh NASA (*the National Aeronautical Space and Administration*) Amerika Serikat pada awal tahun 1970-an. Landsat diluncurkan pada tanggal 22 Juli 1972 sebagai ERTS-1 (*Earth Resources Technology Satellite*) yang kemudian diganti nama menjadi Landsat 1 (C.P.Lo dalam Purbowaseso, 1996). Hingga saat ini, Landsat terus berkembang hingga meluncurkan Landsat 2,3,4,5,6,7 dan 8. Landsat 8 diluncurkan pada 11 Februari 2013 sebagai sebuah gabungan misi NASA/USGS. Satelit Landsat 8 memiliki dengan jumlah kanal sebanyak 11 buah. Landsat-8 (sebelumnya dikenal sebagai *Landsat Data Continuity Mission* (LDCM), dengan dua instrumen yang dioperasikan secara bersamaan, tetapi independen: (1) *Operational Land Imager* (OLI) yang mencitrakan secara kasat mata, inframerah dekat dan inframerah gelombang pendek; dan (2) *Sensor Inframerah Termal* (TIRS), yang merupakan dua saluran pencitraan termal. Berikut tabel yang menjelaskan karakteristik pada Citra Landsat 8.

Tabel 4. Karakteristik Saluran Citra Landsat 8

Band	Panjang Gelombang (μm)	Sensor	Resolusi (m)
1	0,43 - 0,45 Visible	Visible	30
2	0,45 - 0,51 Visible	Visible	30
3	0,53 - 0,59 Visible	Visible	30
4	0,64 - 0,67	Near-infrared	30
5	0,85 - 0,88	Near-infrared	30
6	1,57 - 1,65	SWIR 1	30
Band	Panjang Gelombang (μm)	Sensor	Resolusi (m)
7	2,11 - 2,29	SWIR 2	30
8	0,50 - 0,68	Pankromatik	15
9	1,36 - 1,38	Cirrus	30
10	10,6 - 11,19	TIRS 1	100
11	11,5 - 12,51	TIRS 2	100

Sumber : [Http://www.usgs.gov](http://www.usgs.gov).2013

TIRS memiliki resolusi spasial 100 m, tidak sebagus ETM+ pada Landsat 7 pada 60 m, tetapi lebih tinggi dari sensor TM dengan resolusi pita termal 120 m. Resolusi 100-m mengurangi jumlah piksel lintas jalur diperlukan. Seperti yang didefinisikan dan ditunjukkan pada Tabel 3 dua saluran spektral, berpusat di dekat

10.9 dan 12 mikro meter, pada dasarnya menggandakan sampel pita termal tunggal dalam sistem warisan TM/ETM+. Kedua saluran dipilih untuk memungkinkan penggunaan pendekatan "*split-window*" untuk mengimbangi efek atmosfer dalam mengubah pancaran-pancaran satelit yang terukur menjadi suhu permukaan.

Tabel 5. Karakteristik Band 10 dan 11

Landsat Channel	Thermal Band	50% Lower Band Edge (μm)	50% Upper Band Edge (μm)	Center Wavelength (μm)	NEdL Maximum Allowed Radiance Error
10	1	10,6	11,2	10,9	0,059 (0,4 K at 300 K)
11	2	11,5	12,5	12	0,049 (0,4 K at 300 K)

Sumber : Remote Sens. 2015

Saluran *Thermal Infrared Sensor* (TIRS) Landsat 8 dapat digunakan untuk estimasi suhu permukaan lahan. Estimasi suhu permukaan lahan sangat diperlukan karena dapat dimanfaatkan dalam pengambilan kebijakan perencanaan dan rehabilitasi lahan. Apabila suhu permukaan lahan suatu wilayah diketahui, maka dapat disimpulkan permukaan lahan pada wilayah mana saja yang perlu mendapatkan perhatian khusus dalam rangka menjaga kelestarian lingkungan.

1.5.1.3 Ruang Terbuka Hijau (RTH)

Penyediaan dan Ketersediaan Ruang Terbuka Hijau (RTH) dalam perkotaan sangat perlu diperhatikan, sebab Ruang Terbuka Hijau (RTH) memiliki peran sebagai ruang sosial, rekreasi, olahraga dan lingkungan. Keseimbangan ekosistem lingkungan perlu dipertahankan secara berkelanjutan dengan mempertimbangkan estetika dan fungsi sosial (Strohbach et al. 2012). Ketika dipertahankan maka manfaat positif lingkungan akan didapatkan seperti meminimalisasi polusi udara, air, kebisingan dan efek dari pemanasan global. Selain hal tersebut Ruang Terbuka Hijau (RTH) juga memiliki fungsi mitigasi yaitu dapat meminimalisasi bencana banjir dan badai. Jika dilihat dari perspektif kegiatan, Ruang Terbuka Hijau (RTH) memungkinkan aktivitas fisik dan relaksasi untuk meningkatkan kualitas hidup baik secara individu maupun kelompok masyarakat (Roy et al. 2012).

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor: 05/PRT/M/2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kawasan Perkotaan, manfaat RTH berdasarkan fungsinya dibagi atas:

1. Manfaat langsung (dalam pengertian cepat dan bersifat *tangible*), yaitu membentuk keindahan dan kenyamanan (teduh segar, sejuk) dan mendapatkan bahan-bahan untuk dijual (kayu, daun, bunga, buah);
2. Manfaat tidak langsung (berjangka panjang dan bersifat *intangibile*), yaitu pembersih udara yang sangat efektif pemeliharaan akan kelangsungan persediaan air tanah pelestarian fungsi lingkungan beserta segala isi flora dan fauna yang ada (konservasi hayati atau keanekaragaman hayati).

Sedangkan pembagian jenis-jenis RTH yang ada sesuai dengan tipologi RTH yaitu:

Tabel 6. Jenis RTH

No	Jenis-Jenis RTH Berdasarkan Tipologi	Keterangan
1.	Fisik	a. RTH Alami
		b. RTH Non Alami
2.	Fungsi	a. Ekologis
		b. Sosial Budaya
		c. Estetika
		d. Ekonomi
3.	Struktur	a. Pola Ekologis
		b. Pola Planologis
4.	Kepemilikan	a. RTH Publik
		b. RTH Privat

Sumber: Permen PU Nomor: 05/PRT/M/2008

RTH dikategorikan menjadi beberapa jenis antara lain secara fisik, pola ekologis, serta kepemilikan. Pengelompokan RTH yang paling sering digunakan adalah berdasarkan kepemilikan. Dari segi kepemilikan, RTH dibedakan ke seperti pada tabel berikut:

Tabel 7. Jenis RTH Berdasarkan Kepemilikan

No	Jenis	Rth Publik	Rth Privat
1.	RTH Pekarangan		v
	a. Pekarangan rumah tinggal		v
	b. Halaman perkantoran, pertokoan, dan tempat usaha		v
2.	RTH Taman dan Hutan Kota		
	a. Taman RT	v	v
	b. Taman RW	v	v
	c. Taman kelurahan	v	v
	d. Taman kecamatan	v	v
	e. Taman kota	v	
	f. Hutan kota	v	
	f. Sabuk hijau (<i>green belt</i>)	v	

No	Jenis	Rth Publik	Rth Privat
3.	RTH Jalur Hijau Jalan		
	a. Pulau jalan dan median jalan	v	v
	b. Jalur pejalan kaki	v	v
	c. Ruang dibawah jalan layang	v	
4.	RTH Fungsi Tertentu		
	a. RTH sempadan rel kereta api	v	
	b. Jalur hijau jaringan listrik tegangan tinggi	v	
	c. RTH sempadan sungai	v	
	d. RTH sempadan pantai	v	
	e. RTH pengamanan sumber air baku/mata air	v	
	f. Pemakaman	v	

Sumber : Permen PU, 2008

Undang-undang Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2007 Pasal 29 tentang Penataan Ruang secara tegas mengamankan proporsi ruang terbuka hijau paling sedikit 30% dari luas wilayah kota dan proporsi ruang terbuka hijau publik pada wilayah kota paling sedikit 20% dari luas wilayah kota. Pemanfaatan Ruang dilakukan sesuai dengan:

1. Standar Pelayanan Minimal
2. Standar Kualitas Lingkungan
3. Daya Dukung dan Daya Tampung Lingkungan Hidup

Proporsi tersebut merupakan suatu ukuran minimal untuk menjamin keseimbangan ekosistem kota, baik keseimbangan sistem hidrologi dan sistem iklim mikro maupun sistem ekologis lainnya, yang selanjutnya akan meningkatkan ketersediaan udara bersih yang diperlukan masyarakat, sekaligus dapat meningkatkan nilai estetika kota.

Dalam Penjelasan Undang-undang Republik Indonesia Nomor 26 Tahun 2007 Pasal 29, didefinisikan RTH Publik sebagai ruang terbuka hijau yang dimiliki dan dikelola pemerintah daerah kota yang digunakan untuk kepentingan masyarakat secara umum. Yang termasuk ruang terbuka hijau publik antara lain taman kota, pemakaman umum dan jalur hijau sepanjang jalan, sungai. Sedangkan ruang

terbuka hijau privat antara lain kebun dan halaman rumah/gedung milik masyarakat/swasta yang ditanami tumbuhan. Penyediaan RTH privat menjadi salah satu pilihan yang dapat dilakukan individu maupun kelompok dalam skala yang kecil. RTH privat dapat dilakukan di lingkungan perumahan, kompleks kelurahan, kecamatan dan perkantoran yang pengelolaan dan pemanfaatannya terbatas. Fungsi utama RTH Privat ini adalah dapat memberikan suasana sejuk dan nyaman di lingkungan perumahan. Dalam penyediaannya, RTH Privat di lingkungan perumahan diperlukan peran masyarakat dalam upaya peningkatan kualitas di lingkungan perumahan melalui penyediaan RTH privat.

Pentingnya peranan kawasan hijau (*green zones*) seperti ruang terbuka hijau (RTH) di wilayah perkotaan adalah dapat membantu meminimalkan efek peningkatan suhu udara dengan menciptakan kondisi pendinginan suhu udara di sekitar atau *cooling effect* (Oliveira et al,2011). Kawasan hijau di perkotaan berperan untuk mempengaruhi beberapa unsur iklim mikro agar lebih baik serta melemahkan atau mengurangi efek negatif di wilayah tersebut serta salah satu fungsi dari pepohonan adalah perannya dalam proses transmisi untuk mengontrol cahaya matahari yang sampai ke permukaan tanah dan mengontrol radiasi matahari agar tidak meningkat. Transmisi panas radiasi yang semakin kecil akan memberikan efek dingin terhadap suhu permukaan tanah di bawah kanopi (Shahidan et al,2010).

1.6 Penelitian Sebelumnya

Penelitian yang akan dilakukan adalah penelitian baru dan berbeda dengan penelitian-penelitian sebelumnya. Penelitian sebelumnya antara lain:

1. Ayu Hapsari,dkk tahun 2013 melakukan Analisis Pengaruh Perubahan NDVI dan Tutupan Lahan Terhadap Suhu Permukaan Di Kota Semarang. Metode yang digunakan adalah pemilihan band, klasifikasi tutupan lahan klasifikasi NDVI, klasifikasi *supervised*, reklasifikasi, serta perhitungan luasan. selanjutnya juga dilakukan analisis regresi untuk mengetahui nilai koefisien tutupan lahan dan suhu permukaan lahan sehingga dapat dikaitkan hubungannya.

2. Mutiah Nurul dkk pada tahun 2017 melakukan penelitian di Kota Surakarta untuk menganalisis hubungan antara perubahan suhu dengan indeks kawasan terbangun menggunakan citra landsat tahun 2008, 2013, 2015, dan 2017. Metode yang digunakan adalah klasifikasi kawasan terbangun dengan menggunakan algoritma *Normaliized Difference Built-up Index* (NDBI), kemudian melakukan korelasi hubungan regresi linear untuk mengetahui antara hubungan antara suhu permukaan dan kawasan terbangun di Kota Surakarta.
3. Mifta Rohma tahun 2019 melakukan penelitian mengenai hubungan agihan suhu permukaan dengan ketersediaan dan jenis ruang terbuka hijau, dengan lokasi penelitian yang berbeda yaitu di Kecamatan Colomadu, Kabupaten Karanganyar. Citra yang digunakan adalah Citra Landsat 8 perekaman 14 Agustus 2017. metode yang digunakan adalah analisis interpretasi citra, mengubah *digital number* menjadi *radian spectral*, koreksi atmosfer kemudian analisis suhu permukaan (LST).

Penelitian yang dilakukan, menggunakan citra yang sama dengan penelitian lain yaitu Citra Landsat 8 Band 10 dan 11. Metode yang digunakan juga hampir sama yaitu melakukan perhitungan suhu permukaan lahan dengan cara mencari mengubah *digital number* ke *brightness temperature*, melakukan klasifikasi NDVI, mencari nilai emisivitas, kemudian menentukan suhu permukaan lahan. Hal yang membedakan pada penelitian ini adalah citra yang dianalisis adalah citra perekaman tahun 2015 dan 2021 Bulan Juli, Agustus, dan September sehingga dapat dibandingkan nilai suhu permukaan lahan setiap bulannya pada kedua tahun tersebut. Kemudian data ruang terbuka hijau (RTH) yang digunakan adalah data RTH eksisting pada tahun tersebut, sehingga lebih akurat dalam pengklasifikasian serta perhitungan luasannya. Untuk lebih jelasnya mengenai perbedaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya, dapat dilihat pada Tabel 8 berikut :

Tabel 8. Penelitian Sebelumnya

Nama Peneliti	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
Ayu Hapsari Adityanti, L M Sabri, Bandi Sasmito (2013)	Analisis Pengaruh Perubahan NDVI dan Tutupan Lahan Terhadap Suhu Permukaan Di Kota Semarang	Memberikan informasi terkait data yang ada mengenai pengaruh perubahan NDVI dan tutupan lahan terhadap perubahan Suhu Permukaan	a. Tahap pra pengolahan (GAP filling, koreksi radiometrik, koreksi geometric, dan pemotongan citra) b. Tahap pengolahan meliputi: <ul style="list-style-type: none"> - Pemilihan Band - Klasifikasi Tutupan Lahan - Klasifikasi NDVI - Klasifikasi Supervised - Reklasifikasi - Perhitungan Luasan 	a. Peta Suhu Permukaan Kota Semarang 2001, Peta Suhu Permukaan Kota Semarang 2006, Peta Suhu Permukaan Kota Semarang 2011 b. Peta NDVI Kota Semarang 2001, Peta NDVI Kota Semarang 2006, Peta NDVI Kota Semarang 2011 c. Nilai NDVI dan suhu permukaan berbanding terbalik yang ditunjukkan dengan tanda (-) negatif di depan koefisien regresi. d. Nilai tutupan lahan dan suhu permukaan berbanding lurus yang ditunjukkan dengan tanda (+) positif di depan koefisien regresi Perubahan NDVI dan tutupan lahan secara signifikan memberikan pengaruh pada suhu permukaan dan dapat digunakan untuk memprediksi

Nama Peneliti	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
				keadaan pada tahun-tahun selanjutnya
Mutiah Nurul Handayani, Bandi Sasmito, Arwan Putra (2017)	Analisis Hubungan Antara Perubahan Suhu Dengan Indeks Kawasan Terbangun Menggunakan Citra Landsat (Studi Kasus: Kota Surakarta)	<p>1. Mengetahui perubahan suhu dan perubahan kawasan terbangun di Kota Surakarta dilihat pada tahun 2008, 2013, 2015, dan 2017.</p> <p>2. Mengetahui hubungan perubahan suhu dengan perubahan indeks kawasan terbangun di Kota Surakarta.</p> <p>3. Mengetahui besar pengaruh perubahan indeks kawasan terbangun terhadap suhu di Kota Surakarta.</p>	<p>a. Pengolahan klasifikasi kawasan terbangun dengan menggunakan algoritma <i>Normaliized Difference Built-up Index</i> (NDBI).</p> <p>b. Pengolahan suhu permukaan menggunakan algoritma <i>Mono-window Brightness Temperature</i> untuk mengetahui sebaran suhu</p> <p>c. Korelasi hasil klasifikasi menggunakan analisis regresi linear sederhana.</p>	<p>a. Perubahan suhu yang terjadi di Kota Surakarta dengan menggunakan empat tahun penelitian yang berbeda menghasilkan hasil yang variatif.</p> <p>b. Hasil uji regresi linear sederhana hubungan antara suhu permukaan dengan indeks kawasan terbangun adalah berbanding lurus antara suhu permukaan dengan indeks kawasan terbangun pada empat tahun penelitian.</p>
Mifta Rohma Dhanin (2019)	Hubungan Agihan Suhu Permukaan Dengan Ketersediaan Dan Jenis Ruang Terbuka Hijau Di Kecamatan Colomadu	a. Mengetahui agihan suhu permukaan Kecamatan Colomadu	<p>a. Analisis interpretasi citra</p> <p>b. Mengubah <i>Digital Number</i> menjadi <i>Radian Spectral</i></p>	a. Agihan suhu permukaan Kecamatan Colomadu hasil ekstraksi menunjukkan

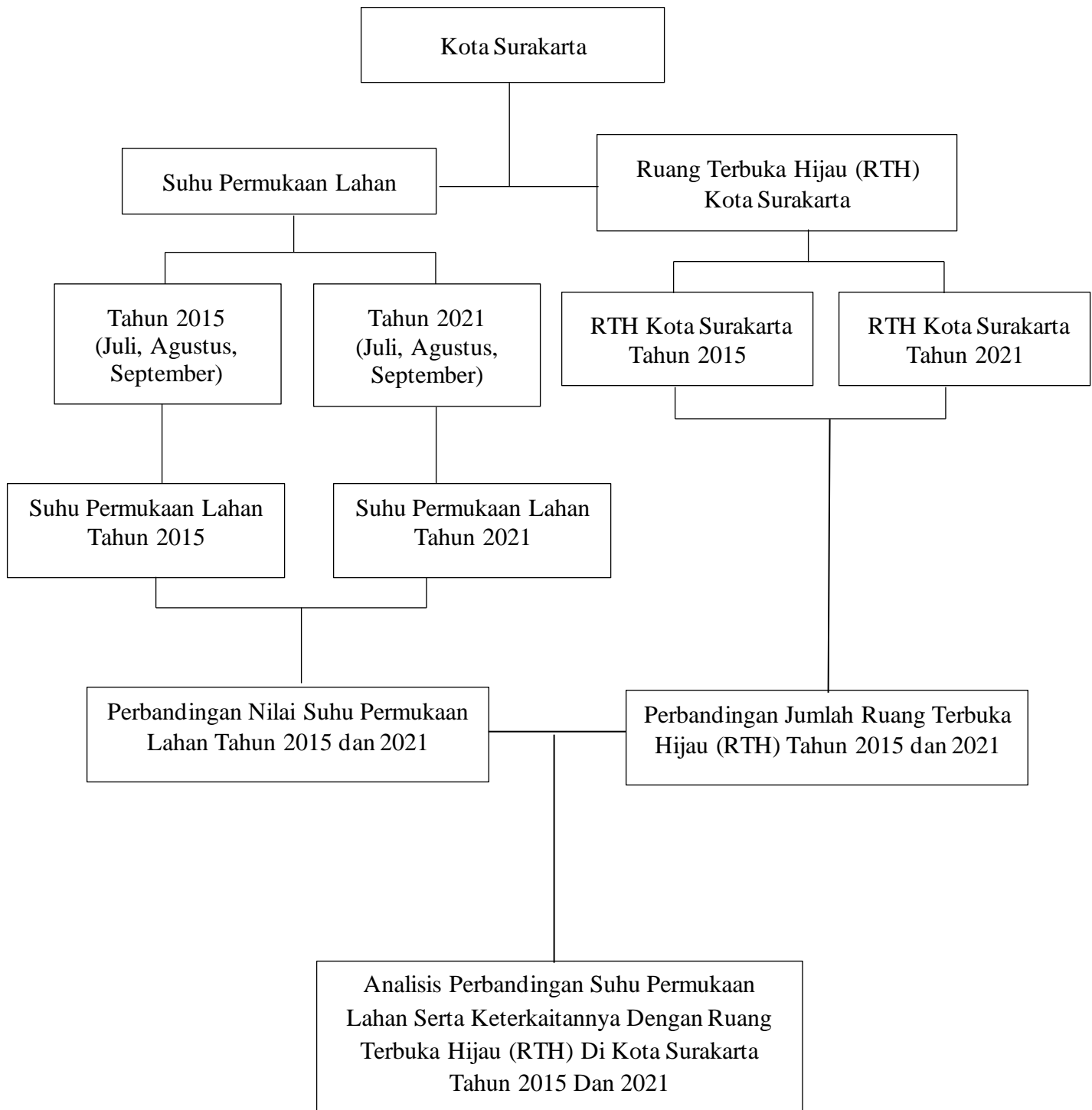
Nama Peneliti	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
		<p>b. Menganalisis hubungan antara agihan suhu permukaan dengan ketersediaan jenis RTH (publik dan privat) di Kecamatan Colomadu</p>	<p>c. Koreksi Atmosfer d. Analisis Suhu Permukaan (LST)</p>	<p>bahwa suhu di Kecamatan Colomadu berkisar antara 23,3 – 35,7° C. b. Hubungan antara agihan suhu permukaan dengan ketersediaan setiap jenis RTH, baik hubungan antara suhu dengan RTH privat, maupun suhu dengan RTH publik sama-sama mengarah ke hubungan korelasi negatif atau berkebalikan arah.</p>
Ritma Risqiyani Wukirsari (2022)	Analisis Keterkaitan Suhu Permukaan Lahan dengan Ruang Terbuka Hijau di Kota Surakarta Tahun 2015 dan 2021	<p>a. Mengetahui nilai suhu permukaan lahan di Kota Surakarta Tahun 2015. b. Mengetahui nilai suhu permukaan lahan di Kota Surakarta Tahun 2021. c. Menganalisis besarnya perbedaan suhu permukaan lahan di Kota Surakarta Tahun 2015 dan 2021. d. Menganalisis keterkaitan antara suhu permukaan lahan dan dengan ruang terbuka hijau (RTH) yang ada di Kota Surakarta Tahun 2015 dan 2021.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Koreksi dan pemotongan citra 2. Konversi DN ke TOA (RAD) 3. Konversi TOA ke BT 4. Perhitungan NDVI 5. Perhitungan Pv 6. Perhitungan LSE 7. Perhitungan LST 8. Perbandingan SPL tahun 2015 dan 2021 9. Overlay SPL dan RTH tahun 2015 dan 2021 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nilai suhu permukaan lahan Kota Surakarta Tahun 2015 2. Nilai suhu permukaan lahan Kota Surakarta Tahun 2021 3. Perbandingan Suhu permukaan lahan tahun 2015 dan 2021 4. Keterkaitan suhu permukaan lahan dan RTH di Kota Surakarta tahun 2015 dan 2021

1.7 Kerangka Penelitian

Kota Surakarta merupakan salah satu kota yang berlokasi di Provinsi Jawa Tengah. Sebagai lokasi pusat kegiatan ekonomi untuk daerah-daerah penyangga disekitarnya yaitu Kabupaten Sukoharjo, Karanganyar, dan Boyolali, membuat Kota Surakarta memiliki aktivitas yang tinggi. Selain itu dikarenakan Kota Surakarta yang memiliki sarana dan prasarana yang paling lengkap dibanding daerah-daerah di sekitarnya, membuat Kota Surakarta memiliki jumlah penduduk yang tinggi. Tingginya aktivitas dan banyaknya jumlah penduduk di Kota Surakarta menyebabkan banyaknya kegiatan pembangunan sarana dan prasarana. Kegiatan pembangunan tersebut sebagai salah satu daya dukung guna memenuhi kebutuhan penduduk.

Berbagai kegiatan pembangunan yang dilakukan membuat jumlah lahan terbuka di Kota Surakarta semakin berkurang. Kegiatan pembangunan di Kota Surakarta banyak memanfaatkan ruang terbuka hijau (RTH), baik RTH publik seperti hutan kota dan jalur hijau jalan, serta RTH privat seperti halaman perkantoran dan pekarangan rumah. Jumlah RTH di Kota Surakarta yang semakin berkurang setiap tahunnya mempengaruhi kelestarian lingkungan. Dengan jumlah RTH yang semakin sedikit dapat memicu peningkatan suhu permukaan lahan. Kenaikan nilai suhu permukaan lahan di Kota Surakarta tentunya dapat mengurangi kenyamanan dan mengganggu kualitas lingkungan. Hal tersebut dikarenakan RTH sebagai tempat tumbuh vegetasi dapat digunakan sebagai pengendali suhu permukaan lahan karena memberikan *cooling effect* pada sekitar dan mampu mengurangi radiasi matahari. Dengan demikian apabila melihat kondisi RTH di Kota Surakarta dari tahun ke tahun semakin berkurang maka kemungkinan besar nilai suhu permukaan lahan di Kota Surakarta mengalami peningkatan.

Kerangka dari penelitian ini adalah analisis perbandingan suhu permukaan lahan di Kota Surakarta pada tempo tahun yang berbeda yaitu 2015 dan 2021 serta mengkaji keterkaitan suhu permukaan lahan tersebut dengan jumlah RTH eksistingnya. Variabel yang digunakan adalah suhu permukaan lahan serta RTH yang kemudian akan dianalisis menggunakan analisis deskriptif spasial. Suhu permukaan lahan di Kota Surakarta tahun 2015 akan dibandingkan dengan suhu permukaan lahan di Kota Surakarta tahun 2021. Dari perbandingan tersebut kemudian dikaitkan dengan jumlah eksisting RTH baik pada tahun 2015 maupun 2021. Gambaran kerangka penelitian sebagai berikut:



1.8 Batasan Operasional

1. Citra yang digunakan adalah citra satelit Landsat 8. Band yang digunakan dalam penelitian adalah Band thermal dari citra Landsat. Band Thermal: 10 TIRS dan TIRS 11
2. Citra yang digunakan adalah citra Landsat 8 tahun perekaman 2015 dan 2021 Bulan Juli, Agustus, dan September.
3. Lokasi penelitian ini di Kota Surakarta yang terletak diantara koordinat $7^{\circ}36'-7^{\circ}56'$ Lintang Selatan(LS) dan $110^{\circ}45'15''-110^{\circ}45'35''$ Bujur Timur (BT) dengan batas administrasi di sebelah utara Kabupaten Boyolali, sebelah timur Kabupaten Karanganyar, sebelah selatan dan barat berbatasan dengan Kabupaten Sukoharjo.
4. Hasil dari penelitian ini adalah nilai suhu permukaan lahan di Kota Surakarta pada tahun 2015 dan 2021.