

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ruang terbuka hijau merupakan area memanjang/jalur atau mengelompok, yang penggunaannya lebih bersifat terbuka, tempat tumbuh tanaman, baik secara alamiah maupun yang sengaja ditanam (Permen PU, 2008). Pesatnya permintaan akan pemanfaatan lahan di Kota Surakarta untuk pembangunan berbagai fasilitas perkotaan mengakibatkan berkurangnya ruang terbuka hijau (Rahman et al., 2016). Hal ini merugikan karena semakin berkurangnya keberadaan ruang terbuka hijau, fungsi ruang terbuka hijau sebagai paru-paru kota tidak berjalan dengan maksimal. Berkurangnya ketersediaan ruang terbuka hijau juga menyebabkan fungsi daur ulang antara gas oksigen dan karbondioksida ikut berkurang (Rahman et al., 2016). Seluruh tumbuhan yang ada pada ruang terbuka hijau dapat menyerap karbondioksida, menghasilkan oksigen, mempercantik kota, menurunkan suhu, dan menjadi area resapan air di kawasan perkotaan (Rahman et al., 2016).

Pengelolaan ruang terbuka hijau yang berada di perkotaan biasanya mengalami tantangan yang cukup berat akibat alih guna lahan terutama dilihat dari lahan pertanian maupun terbuka hijau menjadi daerah terbangun yang menimbulkan dampak terhadap rendahnya kualitas lingkungan perkotaan. Pembangunan perkotaan yang tidak terarah berdampak negative terhadap kualitas lingkungan perkotaan, dampak dari perkembangan tersebut adalah keberadaan lahan terbuka hijau semakin berkurang (Islam, 2023). Perkembangan kota dan kurangnya ruang terbuka hijau dari segi kualitas dan kuantitas menyebabkan munculnya permasalahan lingkungan, yaitu kota menjadi lebih panas (Arie, 2012). Menurut Undang-Undang No. 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang, perencanaan tata ruang wilayah kota harus memuat rencana penyediaan dan pemanfaatan ruang terbuka hijau yang luas minimal 30% dari luas wilayah kota, diaman proporsi ruang terbuka hijau publik paling sedikit 20% dan ruang terbuka hijau privat paling sedikit 10%.

Tujuan dari keberadaan ruang terbuka hijau di wilayah perkotaan yaitu mewujudkan keseimbangan antara lingkungan alam dengan lingkungan buatan di perkotaan, meningkatkan mutu lingkungan hidup perkotaan yang nyaman, segar, indah, dan sebagai sarana pengaman lingkungan perkotaan. Fungsi ruang terbuka hijau secara umum yaitu sebagai fungsi bio-ekologis (fisik), fungsi sosial, ekonomi dan budaya, ekosistem perkotaan, dan fungsi estetis. Oleh sebab itu, untuk mendapatkan ruang terbuka hijau yang fungsional dan estetis dalam suatu sistem perkotaan maka luas minimal, pola dan struktur, serta bentuk dan distribusinya harus menjadi pertimbangan dalam membangun dan mengembangkannya (Wibowo & Raidi, 2022).

Menurut Badan Pusat Statistik (2022) luas Kota Surakarta yaitu seluas 46,72 km², minimal ruang terbuka hijau yang dimiliki oleh Kota Surakarta yaitu 30% dari luas wilayah tersebut. Ketersediaan ruang terbuka hijau di Kota Surakarta sedikit mengalami kesulitan karena banyaknya pembangunan fasilitas umum. Pembangunan yang terus meningkat serta dengan bertambahnya jumlah penduduk dan kebutuhan masyarakat akan sarana dan prasarana sering tidak menghiraukan keberadaan ruang terbuka hijau (Irwan, 2005). Perubahan lingkungan fisik apabila tidak diimbangi dengan pertambahan ruang terbuka hijau dapat menyebabkan menurunnya kualitas air dan udara dan meningkatnya pencemaran lingkungan, sehingga kota akan maju secara ekonomi tetapi mundur secara ekologi (Puspitasari, 2017).

Pertumbuhan penduduk juga menjadi salah satu pemicu berkurangnya ketersediaan ruang terbuka hijau. Jumlah penduduk Kota Surakarta mengalami peningkatan setiap tahunnya. Meningkatnya jumlah penduduk menyebabkan peningkatan pembangunan pemukiman. Tabel 1 berikut ini menyajikan data jumlah penduduk di Kota Surakarta.

Tabel 1. Jumlah Penduduk di Kota Surakarta

Tahun	Jumlah Penduduk (jiwa)
2020	522.364
2021	522.728
2022	523.008

Sumber : Surakarta Dalam Angka Tahun 2023

Vegetasi adalah kumpulan dari beberapa jenis tumbuhan yang tumbuh bersama-sama pada suatu tempat membentuk suatu kesatuan dimana individu-individunya saling tergantung satu sama lain yang disebut sebagai komunitas tumbuh-tumbuhan (Soerianegara & Indrawan, 1978). Secara umum peranan vegetasi dalam suatu ekosistem terkait dengan pengaturan keseimbangan karbondioksida dan oksigen dalam udara, perbaikan sifat fisik, kimia dan biologis tanah, pengaturan tata air tanah, mencegah banjir dan mengendalikan erosi. Ketersediaan jumlah vegetasi dan struktur vegetasi memiliki hubungan terhadap tingkat kenyamanan, budaya, dan ekonomi. Ketersediaan dan struktur vegetasi pohon dan semak yang tinggi akan meningkatkan tingkat kenyamanan, sehingga dapat meningkatkan interaksi pengunjung taman dan meningkatkan ekonomi masyarakat sekitar ruang terbuka hijau. Perubahan fungsi lahan yang semula merupakan lahan vegetasi tanaman untuk memenuhi kebutuhan pangan dan obat, beralih fungsi menjadi lahan terbangun, seperti gedung perkantoran, pemukiman, hingga pembukaan jalan, hal ini menjadi salah satu faktor perubahan suhu (Saroh & Krisdianto, 2020). Suhu permukaan yang berubah dipengaruhi oleh semakin berkurangnya tingkat kerapatan vegetasi di suatu perkotaan.

Sistem penginderaan jauh dapat digunakan untuk melihat dan menjadi kontrol terhadap perubahan ruang terbuka hijau. Penginderaan jauh adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang objek, daerah, atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan menggunakan alat tanpa harus kontak langsung dengan objek, daerah, atau fenomena yang dikaji (Lilesand et al., 2004).

Informasi menjadi sebuah pijakan atau dasar bagi seseorang untuk melakukan suatu tindakan atau membuat sebuah keputusan. Maka kemudian berkembanglah suatu sistem teknologi informasi yang menjadi sarana penunjang untuk mengolah dan menyajikan informasi secara cepat, mudah dimengerti dan aplikatif. Sistem Informasi Geografis (SIG) digunakan untuk memberikan informasi tentang letak dan luas kawasan ruang terbuka hijau di Kota Surakarta. SIG sendiri diartikan sebagai informasi geografi berbasis komputer yang digunakan untuk memasukkan, menyimpan, mengolah, menampilkan data kembali dan memiliki hasil berupa data geospasial (Murai, 1999).

Terkait dengan menganalisis ketersediaan ruang terbuka hijau dibutuhkan data spasial yang dapat disajikan dan diperbaharui secara cepat, serta memiliki hasil yang baik dan mudah untuk dipahami oleh penggunanya. Data yang digunakan untuk menganalisis ruang terbuka hijau adalah citra satelit. Jenis citra yang digunakan dalam menganalisis ruang terbuka hijau yaitu citra satelit Sentinel-2A. Citra Sentinel-2A digunakan karena memiliki resolusi spasial yang tinggi yaitu 10 m, ketersediaan citra yang mudah diperoleh, dan proses pengolahannya tidak membutuhkan waktu yang lama.

Ramdan et al. (2019) melakukan penelitian dengan tujuan mengetahui ketersediaan RTH di Kota Bandung dengan menggunakan metode *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). Hasilnya menunjukkan perubahan ketersediaan akan ruang terbuka hijau di wilayah Kota Bandung dalam tahun 2019 sudah dirasa cukup stabil. Sehingga luas RTH di Kota Bandung pada tahun yang sama hanya sebesar 15% dari keseluruhan wilayah Kota Bandung.

Sitorus et al. (2019) melakukan penelitian di Taman Nasional Gunung Merbabu, Jawa Tengah. Tujuan dari penelitian ini mengetahui kerapatan hutan di Taman Nasional Gunung Merbabu pada tahun 2013, 2015 dan 2018 dari citra Landsat 8, mengetahui perubahan kerapatan hutan dari tahun 2013-2015 dan 2015-2018 di wilayah Taman Nasional Gunung Merbabu, mengetahui tingkat ketelitian metode *Forest Canopy Density* sebagai metode untuk mendeteksi kerapatan hutan. Metode FCD memberikan hasil akurasi yang baik dalam pemantauan kerapatan hutan sehingga dapat dimanfaatkan dalam penelitian ini. Pada tahun 2013 hingga tahun 2015 kerapatan rendah mengalami penurunan sebesar 251,09 Ha, kerapatan sedang mengalami penurunan sebesar 801,5 Ha dan kerapatan tinggi mengalami peningkatan sebesar 1.089,72 Ha. Pada tahun 2015 hingga tahun 2018 kerapatan rendah mengalami penurunan sebesar 43,2 Ha, kerapatan sedang mengalami penurunan sebesar 237,51 Ha dan kerapatan tinggi mengalami peningkatan sebesar 280,71 Ha.

Perlunya penelitian mengenai ruang terbuka hijau di Kota Surakarta. Hasil dari penelitian ini nantinya diharapkan bisa menjadi bahan masukan untuk pertimbangan kebijakan Pemerintah Kota Surakarta dalam pemenuhan syarat

minimal ruang terbuka hijau di Kota Surakarta. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penulis akan melakukan penelitian terkait metode *Forest Canopy Density* (FCD) untuk mengkaji tingkat kerapatan vegetasi pada ruang terbuka hijau, judul penelitian yang akan dilakukan yaitu “**Analisis Ketersediaan Ruang Terbuka Hijau Menggunakan Data Penginderaan Jauh Dengan Metode *Forest Canopy Density* Di Kota Surakarta**”

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian dari latar belakang diatas rumusan masalah yang dapat diambil adalah:

1. Bagaimana ketersediaan ruang terbuka hijau di Kota Surakarta ?
2. Bagaimana tingkat kerapatan vegetasi di Kota Surakarta?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan dari rumusan masalah diatas dapat disimpulkan tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis ketersediaan ruang terbuka hijau di Kota Surakarta.
2. Menganalisis tingkat kerapatan vegetasi di Kota Surakarta.

1.4 Kegunaan Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat terhadap berbagai pihak, adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini bisa digunakan sebagai sumber pengembangan ilmu geografi untuk melakukan analisis terkait ruang terbuka hijau dan kerapatan vegetasi.

2. Manfaat Praktis

- a. Mahasiswa: penelitian ini dapat dijadikan bahan referensi untuk penelitian selanjutnya dan menambah wawasan bagi mahasiswa.
- b. Masyarakat: sebagai informasi terkait ketersediaan ruang terbuka hijau dan dapat dimanfaatkan dengan baik.
- c. Pemerintah: penelitian ini diharapkan bisa dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam evaluasi pemanfaatan, perubahan, dan

pengendalian ruang terbuka hijau untuk pembangunan berkelanjutan di Kota Surakarta.

1.5 Telaah Pustaka dan Penelitian Sebelumnya

1.5.1 Telaah Pustaka

1.5.1.1 Vegetasi

Vegetasi adalah kumpulan dari tumbuh-tumbuhan yang hidup bersama pada suatu tempat, biasanya terdiri dari beberapa jenis tumbuhan yang berbeda. Kumpulan dari berbagai jenis tumbuhan yang masing-masing tergabung dalam populasi yang hidup dalam suatu habitat dan berinteraksi antara satu dengan yang lain yang dinamakan komunitas (Gem, 1996). Struktur vegetasi menurut Mueller et al. (1974) suatu pengorganisasian ruang dari individu-individu yang menyusun suatu tegakan. Dalam hal ini, elemen struktur yang utama adalah *growth form*, stratifikasi dan penutupan tajuk. Dalam pengertian yang luas, struktur vegetasi mencakup tentang pola-pola penyebaran, banyaknya jenis, dan diversitas jenis. Menurut Odum (1993), struktur alamiah tergantung pada cara dimana tumbuhan tersebar atau terpencair di dalamnya.

Indeks Vegetasi adalah suatu bentuk transformasi spektral yang diterapkan terhadap citra dengan banyak saluran untuk menonjolkan aspek kerapatan vegetasi atau aspek lain yang berkaitan dengan kerapatan vegetasi (Danoedoro, 2012). Indeks vegetasi merupakan nilai yang diperoleh dari gabungan beberapa spektral band spesifik dari citra penginderaan jauh. Gelombang indeks vegetasi diperoleh dari energi yang dipancarkan oleh vegetasi pada citra penginderaan jauh untuk menunjukkan ukuran kehidupan dan jumlah dari suatu tanaman. Tanaman memancarkan dan menyerap gelombang yang unik sehingga keadaan ini dapat di hubungkan dengan pancaran gelombang dari objek-objek yang lain sehingga dapat di bedakan antara vegetasi dan objek selain vegetasi. Respon spektral vegetasi pada saluran hijau dan merah, atau antara saluran merah dan inframerah dekat berbeda-beda. Pada saluran hijau, peningkatan kerapatan vegetasi

akan menyebabkan nilai spektral vegetasi tersebut naik. Kondisi yang sama justru akan memberikan pantulan yang semakin rendah pada saluran merah.

Hubungan tingkat kerapatan vegetasi dengan ruang terbuka hijau dapat berpengaruh terhadap suhu udara di suatu wilayah. Tingkat kerapatan vegetasi yang tinggi atau sangat rapat mampu mengurangi kenaikan suhu udara di perkotaan dan menjaga kualitas udara perkotaan.

1.5.1.2 Ruang Terbuka Hijau

Berdasarkan peraturan Gubernur Jawa Tengah Nomor 60 Tahun 2014, ruang terbuka hijau merupakan area memanjang/jalur atau mengelompok, yang penggunaannya lebih bersifat terbuka, tempat tumbuh tanaman, baik secara alamiah maupun yang sengaja ditanam. Direktorat Jenderal Penataan Ruang Departemen Pekerjaan Umum menyebutkan bahwa ruang terbuka hijau adalah bagian-bagian dari ruang terbuka (*open space*) suatu kawasan perkotaan yang diisi oleh tumbuhan, tanaman, dan vegetasi (endemik, introduksi) guna mendukung manfaat langsung dan tidak langsung yang dihasilkan oleh ruang terbuka hijau kota tersebut yaitu keamanan, kenyamanan, kesejahteraan, dan keindahan kawasan perkotaan. Beberapa pengertian mengenai ruang terbuka hijau tersebut dapat disimpulkan bahwa ruang terbuka hijau adalah ruang terbuka (*open space*) sebagai tempat aktivitas, tempat tumbuhan atau tanaman, untuk kesejahteraan manusia khususnya dikawasan perkotaan.

Ruang terbuka hijau memiliki fungsi utama (intrinsik) dan fungsi tambahan (ekstrinsik). Fungsi utama (intrinsik) yaitu fungsi ekologis, sebagai produsen oksigen, penyerap air hujan, memberi jaminan pengadaan ruang terbuka hijau menjadi bagian dari sistem sirkulasi udara (paru-paru kota), pengatur iklim mikro agar sistem sirkulasi udara dan air secara alami dapat berlangsung lancar, penyedia habitat satwa, penyerap polutan media luar, air dan tanah, serta sebagai penahan angin. Fungsi tambahan (ekstrinsik) pertama sebagai fungsi sosial dan budaya yaitu menggambarkan ekspresi budaya lokal, tempat rekreasi, media komunikasi warga kota, wadah dan objek pendidikan, penelitian, dan pelatihan dalam mempelajari

alam, kedua sebagai fungsi ekonomi yaitu sumber produk yang bias dijual contohnya seperti tanaman bunga, buah dan sayur mayur, bisa menjadi bagian dari usaha pertanian, perkebunan, kehutanan, dan lain-lain, terakhir sebagai fungsi estetika yaitu meningkatkan kenyamanan, memperindah lingkungan kota, menstimulasi kreativitas dan produktivitas warga kota, pembentuk faktor keindahan arsitektural, menciptakan suasana serasi dan seimbang antara area terbangun dan tidak terbangun.

Dilihat dari segi kepemilikan, ruang terbuka hijau dibedakan ke dalam ruang terbuka hijau publik dan ruang terbuka hijau privat. Ruang terbuka hijau publik merupakan ruang terbuka yang dimiliki dan dikelola oleh pemerintah daerah kota yang digunakan untuk kepentingan masyarakat secara umum. Ruang terbuka hijau public antara lain adalah taman kota, taman pemakaman umum, dan jalur hijau sepanjang jalan, sungai, dan pantai. Ruang terbuka hijau privat antara lain adalah kebun halaman rumah/gedung milik masyarakat atau swasta yang ditanami tumbuhan (Permen PU, 2008). Tabel 2 berikut ini menyajikan data kepemilikan ruang terbuka hijau.

Tabel 2. Kepemilikan Ruang Terbuka Hijau

No	Jenis	RTH Publik	RTH Privat
1.	RTH Pekarangan		
	a. Pekarangan rumah tinggal		V
	b. Halaman perkantoran, pertokoan, dan tempat usaha		V
	b. Taman atap bangunan		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	
	g. Sabuk hijau (green belt)	V	
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	

No	Jenis	RTH Publik	RTH Privat
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: Peraturan Menteri Pekerjaan Umum, 2008

Baik ruang terbuka hijau publik maupun privat memiliki beberapa fungsi utama seperti fungsi ekologis serta fungsi tambahan, yaitu sosial budaya, ekonomi, estetika/arsitektural. Khusus untuk ruang terbuka hijau dengan fungsi sosial seperti tempat istirahat, sarana olahraga dan atau area bermain, maka ruang terbuka hijau ini harus memiliki aksesibilitas yang baik untuk semua orang, termasuk aksesibilitas bagi penyandang cacat.

Penyediaan ruang terbuka hijau di kawasan perkotaan dibagi menjadi 3 kelompok yaitu:

1) Penyediaan ruang terbuka hijau berdasarkan luas wilayah

Penyediaan ruang terbuka hijau berdasarkan luas wilayah di perkotaan adalah sebagai berikut:

- a) Ruang terbuka hijau di perkotaan terdiri dari ruang terbuka hijau publik dan ruang terbuka hijau privat.
- b) Proporsi ruang terbuka hijau pada wilayah perkotaan adalah sebesar minimal 30% yang terdiri dari 20% ruang terbuka hijau publik dan 10% terdiri dari ruang terbuka hijau privat.
- c) Apabila luas ruang terbuka hijau baik publik maupun privat di kota yang bersangkutan telah memiliki total luas lebih besar dari peraturan atau perundangan yang berlaku, maka proporsi tersebut harus tetap dipertahankan keberadaannya.

Proporsi 30% merupakan ukuran minimal untuk menjamin keseimbangan ekosistem kota, baik keseimbangan sistem hidrologi

dan keseimbangan iklim mikro, maupun sistem ekologis lain yang dapat meningkatkan ketersediaan udara bersih yang diperlukan masyarakat, serta sekaligus dapat meningkatkan nilai estetika kota.

- 2) Penyediaan ruang terbuka hijau berdasarkan jumlah penduduk
 Penyediaan ruang terbuka hijau berdasarkan jumlah penduduk dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Penyediaan RTH Berdasarkan Jumlah Penduduk

No	Unit Lingkungan	Tipe RTH	Luas min/unit (m ²)	Luas min/kapital (m ²)	Lokasi
1	250 jiwa	Taman RT	250	1,0	Di tengah lingkungan RT
2	2.500 jiwa	Taman RW	1.250	0,5	Di pusat kegiatan RW
3	30.000 jiwa	Taman kelurahan	9.000	0,3	Dikelompokkan dengan sekolah/pusat kelurahan
4	120.000 jiwa	Taman kecamatan	24.000	0,2	Dikelompokkan dengan sekolah/pusat kecamatan
		Pemukaman	Disesuaikan	1,2	Tersebar
5	480.000 jiwa	Taman kota	144.000	0,3	Pusat wilayah/kota
		Hutan kota	Disesuaikan	4,0	Dalam kawasan/pinggiran
		Fungsi tertentu	Disesuaikan	12,5	Disesuaikan dengan kebutuhan

Sumber: Peraturan Menteri Pekerjaan Umum, 2008

- 3) Penyediaan ruang terbuka hijau berdasarkan fungsi tertentu

Fungsi ruang terbuka hijau pada kategori ini adalah untuk perlindungan atau pengamanan, sarana dan prasarana misalnya melindungi kelestarian sumber daya alam, pengamanan pejalan kaki atau membatasi perkembangan penggunaan lahan agar fungsi utamanya tidak terganggu. Ruang terbuka hijau kategori ini meliputi, jalur hijau sempadan rel kereta api, jalur hijau jaringan listrik tegangan tinggi, ruang terbuka hijau kawasan perlindungan setempat berupa ruang terbuka hijau sempadan sungai, ruang terbuka hijau

sempadan pantai, dan ruang terbuka hijau pengamanan sumber air baku/mata air.

1.5.1.3 Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh adalah ilmu dan seni untuk memperoleh suatu informasi tentang objek, daerah, atau fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan menggunakan alat tanpa harus kontak langsung dengan objek, daerah, atau fenomena yang dikaji (Lilesand et al., 2004), jadi penginderaan jauh adalah ilmu dan seni untuk menganalisis suatu objek yang ada di permukaan bumi tanpa harus berhubungan langsung dengan objek tersebut.

Data penginderaan jauh berupa citra, secara umum citra penginderaan jauh dibedakan menjadi dua yaitu citra foto dan citra non foto. Citra adalah gambaran rekaman suatu objek atau biasanya berupa gambaran objek yang ada pada foto. Sutanto (1999) menyebutkan bahwa terdapat beberapa alasan yang melandasi peningkatan penggunaan citra penginderaan jauh, yaitu sebagai berikut :

1. Citra menggambarkan objek, daerah, dan gejala di permukaan bumi dengan wujud dan letaknya yang mirip dengan di permukaan bumi.
2. Citra menggambarkan objek, daerah, dan gejala yang relatif lengkap, meliputi daerah yang luas dan permanen.
3. Dari jenis citra tertentu dapat ditimbulkan gambaran tiga dimensi apabila pengamatannya dilakukan dengan stereoskop.
4. Citra dapat dibuat secara cepat meskipun untuk daerah yang sulit dijelajahi secara terestrial.

Menurut Sutanto (1999) interpretasi citra adalah perbuatan mengkaji foto udara atau citra dengan maksud untuk mengidentifikasi suatu objek dan menilai arti pentingnya objek tersebut. Dalam pengenalan objek yang tergambar pada citra, ada tiga rangkaian kegiatan yang diperlukan, yaitu deteksi, identifikasi, dan analisis. Deteksi adalah pengamatan atas adanya objek, identifikasi adalah upaya mencirikan objek yang telah dideteksi dengan menggunakan keterangan yang cukup, sedangkan analisis adalah

tahap mengumpulkan keterangan lebih lanjut. Unsur-unsur interpretasi citra yaitu sebagai berikut :

1. Rona atau warna (*tone/color*). Rona adalah tingkat kegelapan atau kecerahan objek pada citra, sedangkan warna adalah wujud yang tampak oleh mata. Apabila pantulannya rendah, ronanya akan gelap, kemudian apabila pantulannya tinggi ronanya putih.
2. Bentuk adalah variabel kualitatif yang memberikan konfigurasi atau kerangka suatu objek. Bentuk merupakan atribut yang jelas sehingga banyak objek yang dapat dikenali berdasarkan bentuknya saja. Contohnya gunung api berbentuk kerucut, sedangkan bentuk kipas aluvial seperti segitiga yang alasnya cembung.
3. Ukuran adalah atribut objek yang antara lain berupa jarak, luas, tinggi, kemiringan lereng, dan volume. Contohnya ukuran rumah sering mencirikan apakah rumah tersebut kantor atau rumah mukim. Umumnya rumah mukim lebih kecil dibandingkan dengan kantor.
4. Tekstur adalah ukuran kekasaran sebuah objek atau penggolongan rona pada citra. Tekstur dibedakan menjadi tiga yaitu tekstur halus, tekstur sedang dan tekstur kasar. Contohnya hutan bertekstur kasar, belukar bertekstur sedang, kemudian semak bertekstur halus.
5. Pola adalah hubungan susunan spasial objek. Pola merupakan ciri yang menandai objek bentukan manusia ataupun alamiah. Contohnya pola pemukiman transmigrasi dikenali dengan pola teratur, ukuran dan jarak pada rumah sama, masing-masing menghadap jalan.
6. Bayangan (*shadow*) adalah aspek yang menyembunyikan detail objek yang berada pada daerah gelap. Lereng terjal terlihat lebih jelas dengan adanya bayangan.
7. Situs (*site*) adalah letak suatu obyek terhadap obyek lain di sekitarnya. Contohnya situs permukiman memanjang umumnya pada igir beting pantai, tanggul alam, atau disepanjang tepi jalan.

8. Asosiasi (*association*) adalah keterkaitan antara objek yang satu dan objek lainnya. Contohnya stasiun kereta api berasosiasi dengan jalan kereta api yang jumlahnya lebih dari satu atau bercabang.

Menurut Sutanto (1999) interpretasi citra pada dasarnya terdiri atas dua kegiatan utama, yaitu pertama penyiapan data dari citra dan yang kedua penggunaan data tersebut untuk tujuan tertentu. Penyiapan data dari citra berupa pengenalan objek yang tergambar pada citra serta penyajiannya ke tabel, grafik, dan peta tematik. Ada beberapa komponen penting dalam penginderaan jauh, yaitu:

a. Sumber Tenaga

Sumber tenaga penginderaan jauh terbagi menjadi 2 yaitu sebagai berikut :

1. Penginderaan jauh sistem pasif, pada penginderaan jauh sistem pasif tenaga yang menghubungkan perekam dengan objek di bumi dengan menggunakan tenaga alamiah yaitu memanfaatkan tenaga pantulan dari matahari, sehingga perekamannya hanya bisa dilakukan pada siang hari dengan kondisi cuaca yang cerah tidak bisa dilakukan pada saat malam hari.
2. Penginderaan jauh sistem aktif, pada pengindraan jauh sistem aktif, perekamannya dilakukan dengan tenaga buatan atau dengan tenaga pancaran, sehingga perekamannya dapat dilakukan kapan saja, baik pada malam hari maupun siang hari dan di segala cuaca.

b. Atmosfer

Lapisan udara yang terdiri atas berbagai jenis gas, seperti O₂, CO₂, nitrogen, hidrogen dan helium. Molekul-molekul gas yang terdapat dalam atmosfer tersebut dapat menyerap, memantulkan kemudian melewatkan radiasi elektromagnetik. Atmosfer mempunyai peranan untuk menghambat sinar matahari yang datang. Bagian dari spektrum elektromagnetik yang mampu menembus atmosfer dan sampai ke permukaan bumi ini disebut jendela atmosfer.

c. Interaksi antara Cuaca dan Objek

Setiap objek mempunyai sifat tertentu dalam memantulkan atau memancarkan tenaga ke sensor. Objek yang banyak memantulkan atau memancarkan tenaga akan tampak lebih cerah, sedangkan objek yang pantulan atau pancarannya sedikit akan tampak gelap.

d. Sensor dan Wahana

Sensor merupakan alat pemantau yang dipasang pada wahana, baik pesawat maupun satelit. Sensor dapat dibedakan menjadi dua yaitu sebagai berikut :

1. Sensor fotografik, merekam obyek melalui proses kimiawi. Sensor ini menghasilkan foto. Sensor yang dipasang pada pesawat menghasilkan citra foto (foto udara), sensor yang dipasang pada satelit menghasilkan citra satelit (foto satelit).
2. Sensor elektronik, bekerja secara elektrik dalam bentuk sinyal. Sinyal elektrik ini direkam dalam pada pita magnetik yang kemudian dapat diproses menjadi data visual atau data digital dengan menggunakan komputer dan lebih dikenal dengan sebutan citra.

Wahana adalah media yang digunakan untuk membawa sensor guna mendapatkan inderaja. Berdasarkan ketinggian persedaran dan tempat pemantauannya di angkasa, wahana dapat dibedakan menjadi tiga kelompok:

1. Pesawat terbang rendah sampai menengah yang ketinggian peredarannya antara 1.000 – 9.000 meter di atas permukaan bumi.
2. Pesawat terbang tinggi, yaitu pesawat yang ketinggian peredarannya lebih dari 18.000 meter di atas permukaan bumi.
3. Satelit, wahana yang peredarannya antara 400 km – 900 km diluar atmosfer bumi.

e. Perolehan Data

Perolehan data dapat dilakukan dengan cara manual secara visual, maupun dengan numerik atau digital. Perolehan data dengan menggunakan cara manual yaitu cara memperoleh data dengan menginterpretasi foto udara

secara visual dengan alat bantu (stereoskop). Perolehan data dengan cara numerik atau digital yaitu dengan menggunakan data digital melalui komputer.

f. Pengguna Data

Tingkat keberhasilan dari penerapan sistem pengindraan jauh ditentukan oleh pengguna data, berdasarkan kerincian, keandalan, dan kesesuaian data dari sistem penginderaan jauh akan menentukan dapat diterima atau tidaknya data pengindraan jauh oleh pengguna (*user*).

1.5.1.4 Citra Sentinel

Sentinel-2A merupakan satelit observasi bumi milik *European Space Agency (ESA)* yang diluncurkan pada tanggal 23 Juni 2015 di Guiana Space Centre, Kourou, French Guyana, menggunakan kendaraan peluncur *vega*. Satelit ini merupakan salah satu dari dua satelit pada Program *Copernicus* yang telah diluncurkan dari total perencanaan sebanyak 6 satelit. Sebelumnya telah diluncurkan Satelit Sentinel-1A yang merupakan satelit radar pada tanggal 3 April 2014, dan segera menyusul kemudian yaitu Satelit Sentinel-2B pada tahun 2017 mendatang (ESA, 2015).

Satelit sentinel-2 terdiri dari 2 satelit kembar yang memindai permukaan bumi secara simultan pada sudut 180° tiap satelitnya. Orbit satelit ini *Sun-synchronous* pada ketinggian 786 km dengan inklinasi $98,62^\circ$ dan mengindai pada pukul 10:30 AM *Local Time Descending Node (LTDN)*. Waktu lokal ini dipilih sebagai kompromi terbaik antara kebutuhan data dengan tutupan awan yang minimal dan untuk memastikan pencahayaan matahari yang sesuai. Waktu lokal Sentinel-2 mirip dengan SPOT dan Landsat, sehingga memungkinkan untuk mengkombinasikan data Sentinel-2 dengan data citra SPOT dan Landsat yang lama untuk kepentingan analisis *time series* (Drusch et al., 2012). Ada tiga belas kanal yang dipasang pada satelit Sentinel-2A, Tabel 4 berikut ini menyajikan spesifikasi satelit Sentinel-2A.

Tabel 4. Spesifikasi Satelit Sentinel-2A

Band	Panjang Gelombang (Mikrometer)	Resolusi Spasial (Meter)
Band 1 – <i>Coastal Aerosol</i>	0,443	60
Band 2 – <i>Blue</i>	0,490	10
Band 3 – <i>Green</i>	0,560	10
Band 4 – <i>Red</i>	0,665	10
Band 5 – <i>Vegetation Red Edge</i>	0,705	20
Band 6 – <i>Vegetation Red Edge</i>	0,740	20
Band 7 – <i>Vegetation Red Edge</i>	0,783	20
Band 8 - NIR	0,842	10
Band 8A – <i>Vegetation Red Edge</i>	0,865	20
Band 9 – <i>Water Vapour</i>	0,945	60
Band 10 – SWIR Cirrus	1,375	60
Band 11 – SWIR	1,610	20
Band 12 – SWIR	2,190	20

Sumber: Sentinel-2A User Handbook, 2015

Empat kanal dengan resolusi spasial 10 m memastikan kesesuaian dengan SPOT 4/5 dan memenuhi persyaratan pengguna untuk klasifikasi tutupan lahan. Resolusi spasial 20 m yang dimiliki oleh 6 kanal menjadi persyaratan untuk parameter pengolahan level 2 lainnya. Kanal dengan resolusi spasial 60 m dikhususkan untuk koreksi atmosfer dan penyaringan awan (443 nm untuk *aerosol*, 940 nm untuk uap air, dan 1375 untuk deteksi awan tipis). Resolusi sebesar 60 m dianggap cukup untuk menangkap variabilitas spasial parameter geofisika atmosfer (Drusch et al., 2012).

1.5.1.5 Landsat 9

Landsat 9 adalah satelit pengamatan bumi yang diluncurkan pada tanggal 27 September 2021 dari *Space Launch Complex-3E* di *Vandenberg Space Force Base* dengan kendaraan peluncuran Atlas V 401. Nasa bertugas membangun, meluncurkan dan menguji satelit, sedangkan Survei Geologi Amerika Serikat (USGS) mengoperasikan satelit, dan mengelola serta mendistribusikan arsip data. Landsat 9 ini menjadi satelit kesembilan dalam

program landsat, tetapi landsat 6 gagal mencapai orbit. *Kritis Design Review (CDR)* diselesaikan oleh NASA pada bulan April 2018, dan *Northrop Grumman Innovation Systems (NGIS)* diberi lampu hijau untuk memproduksi satelit (NASA, 2021). Tabel 5 berikut ini menyajikan daftar 11 band pada landsat 9.

Tabel 5. Daftar 11 Band Pada Landsat 9

Band	Minimum Lower Band Edge (nm)	Maximum Upper Band Edge (nm)	Center Wavelength (nm)	Maximum Spatial Resolution At Nadir (m)
1 - <i>Coastal/Aerosol</i>	433	453	443	30
2 - <i>Blue</i>	450	515	482	30
3 - <i>Green</i>	525	600	562	30
4 - <i>Red</i>	630	680	655	30
5 - <i>NIR</i>	845	885	865	30
6 - <i>SWIR 1</i>	1560	1660	1610	30
7 - <i>SWIR 2</i>	2100	2300	2200	30
8 - <i>Panchromatic</i>	500	680	590	15
9 - <i>Cirrus</i>	1360	1390	1375	30
10 - <i>Thermal</i>	10300	11300	10800	100
11 - <i>Thermal</i>	11500	11300	12000	100

Sumber: NASA, 2021

Pada satelit landsat 9 membawa 2 sensor utama yaitu *Operational Land Imager-2 (OLI-2)* buatan *Ball Aerospace & Technology Corp. (BATC)*. Sensor ini berfungsi untuk melakukan pengukuran reflektansi objek-objek yang terdapat di permukaan bumi pada spektrum gelombang *elektromagnetik visible* (cahaya tampak), *Near Infrared (NIR)*, dan *Shortwave Infrared (SWIR)*. Aplikasi Sensor OLI-2 digunakan untuk pemetaan tutupan lahan secara global, kualitas air, aliran gletser, tingkat kesehatan ekosistem. Sensor kedua yaitu *Thermal Infrared Sensor-2 TIRS-2* buatan *Goddard Space Flight Center NASA* yang memiliki fungsi sebagai sensor panas yang menghasilkan informasi terkait suhu permukaan bumi, yang salah satu aplikasinya dapat digunakan untuk memantau irigasi dan penggunaan air (NASA, 2021).

1.5.1.6 *Forest Canopy Density (FCD)*

Pemanfaatan data multitemporal sangat membantu untuk mengetahui perubahan tutupan vegetasi serta kondisi penutup lahan khususnya penggunaan data citra penginderaan jauh. Salah satu metode yang digunakan untuk monitoring dan manajemen berkelanjutan adalah *Forest Canopy Density (FCD)*. Model *Forest Canopy Density (FCD)* merupakan suatu transformasi yang tersusun dari beberapa indeks. Model *Forest Canopy Density* ini pertama dikembangkan oleh Rikimaru (1999), menurutnya metode FCD suatu metode yang digunakan untuk mengidentifikasi tutupan vegetasi menggunakan empat indikator yaitu indeks vegetasi, indeks bayangan, indeks tanah terbuka, dan indeks suhu.

Model FCD hingga sekarang jarang dilakukan perubahan khususnya pada indikator indeks vegetasi, walaupun pada penelitian Rikimaru (1999) menunjukkan bahwa AVI menjadi indeks dengan kepekaan tertinggi untuk identifikasi vegetasi. Selain itu, penggunaan indeks termal juga berkembang sesuai dengan perkembangan citra landsat. *Forest Canopy Density* mempunyai 4 komponen indeks yang mempengaruhi yaitu AVI (*Advanced Vegetation Index*) mampu mengetahui karakteristik *clorofil* pada vegetasi, BI (*Bare Soil Index*) mampu menunjukkan perbedaan sebaran vegetasi, SI (*Shadow Index*) mampu menunjukkan karakteristik spektral informasi dari vegetasi, dan TI (*Thermal Index*) mempergunakan metode *Split Windows Algorithm (SWA)* yang dikembangkan oleh Sobrino et al. (1996).

Menurut Triyani (2019) hasil dari uji akurasi *Standard Error of Estimate (SE)*, metode FCD memiliki tingkat akurasi yang lebih baik dibandingkan dengan metode NDVI. Metode FCD memiliki nilai akurasi sebesar 90,52% dan metode NDVI memiliki nilai akurasi sebesar 84,08%. Perbedaan metode FCD dengan metode NDVI yaitu dalam metode FCD didalamnya terdapat indeks vegetasi, indeks bayangan, indeks tanah terbuka, dan indeks suhu, sedangkan untuk metode NDVI didalamnya terdapat indeks vegetasi. Keunggulan metode FCD ini terlihat dari

perbedaannya dengan metode NDVI dimana metode FCD memiliki 4 indeks di dalamnya.

1.5.1.7 Sistem Informasi Geografis (SIG)

Sistem Informasi Geografis (SIG) adalah sistem informasi pemetaan berbasis komputer yang digunakan untuk memasukkan, menyimpan, memanggil kembali, mengolah, menganalisis dan menghasilkan data bereferensi geografis atau data geospasial, tujuannya untuk mendukung pengambilan keputusan dalam pengelolaan perencanaan pembangunan lahan, transportasi, fasilitas kota, dan lain sebagainya (Murai, 1999). Pengertian Sistem Informasi Geografis (SIG) lainnya yaitu sistem informasi untuk geografi menjadi sistem komputer yang digunakan untuk manipulasi data geografi, sistem komputer yang diimplementasikan dengan hardware maupun perangkat keras, software maupun perangkat lunak, dan komputer dengan fungsi untuk verifikasi data, penyimpanan, kompilasi, dan lain sebagainya, memiliki fungsi untuk pemanggilan dan presentasi data, pertukaran data, dan lain sebagainya (Bernhardseen, 2002). Dapat ditarik kesimpulan dari pengertian SIG menurut para ahli diatas, Sistem Informasi Geografis adalah informasi geografi berbasis komputer yang digunakan untuk memasukkan, menyimpan, mengolah, menampilkan data kembali dan memiliki hasil berupa data geospasial.

Pemrosesan data geografis sudah lama dilakukan oleh berbagai macam bidang ilmu, yang membedakannya dengan pemrosesan lama hanyalah digunakannya data digital. Adapun tugas utama dalam SIG adalah sebagai berikut:

1. Input data, tahapan pertama data geografis yang akan digunakan harus dikonversi ke dalam bentuk digital. Proses konversi data dari peta kertas atau foto ke dalam bentuk digital disebut *digitizing*. Sistem Informasi Geografis (SIG) modern menggunakan cara *scanning* untuk melakukan proses seperti ini.
2. Pembuatan peta, proses pembuatan peta menggunakan SIG lebih fleksibel disbanding dengan cara manual. Proses awal yaitu dengan

membuat database. Peta kertas dapat didigitalkan dan informasi digital tersebut dapat diterjemahkan ke dalam SIG. Peta yang dihasilkan dapat dibuat dengan berbagai skala dan dapat menunjukkan informasi yang dipilih sesuai dengan karakteristik tersebut.

3. Manipulasi data, teknologi Sistem Informasi Geografis (SIG) dapat membantu untuk memanipulasi data-data yang ada dan menghilangkan data yang tidak dibutuhkan.
4. Manajemen file, ketika volume data yang ada semakin besar dan jumlah data user semakin banyak, maka hal terbaik yang harus dilakukan adalah menggunakan *Database Management System (DBMS)* untuk membantu menyimpan, mengatur, dan mengelola data.
5. Analisis query, SIG menyediakan kapabilitas untuk menampilkan query dan alat bantu untuk menganalisis informasi yang ada. Teknologi SIG digunakan untuk menganalisis data geografis untuk melihat pola dan tren.
6. Memvisualisasi hasil, untuk berbagai macam tipe operasi geografis, hasil akhirnya divisualisasikan dalam bentuk peta. Peta sangat efisien untuk menyimpan dan mengkomunikasikan informasi geografis. Namun saat ini SIG juga sudah mengntegrasikan tampilan peta dengan menambahkan laporan, tampilan tiga dimensi, dan multimedia.

1.5.2 Penelitian Sebelumnya

Sari et al. (2021) melakukan penelitian dengan judul “Ketersediaan Ruang Terbuka Hijau Menggunakan Metode *Normalized Difference Vegetation Index* di Kabupaten Gresik”. Penelitian ini memiliki tujuan monitoring ketersediaan ruang terbuka hijau untuk menjaga keseimbangan lingkungan di Kabupaten Gresik. Data yang digunakan pada penelitian ini yaitu citra Landsat 8 OLI tahun 2017 hingga tahun 2021. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terjadi penurunan luas RTH dalam rentang 5 tahun. Untuk memenuhi ketetapan minimal proporsi RTH, Kabupaten Gresik membutuhkan penambahan luas sebesar 17% atau 202,93 km². Persamaan

antara penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu sama-sama untuk menganalisis ketersediaan ruang terbuka hijau. Perbedaan antara penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan yakni terletak pada daerah kajian, data yang digunakan dan metode penelitian. Daerah kajian yang dilakukan pada penelitian ini terletak di Kabupaten Gresik, sedangkan penelitian yang akan dilakukan berada di Kota Surakarta. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah citra Lndsat 8 OLI, sedangkan data yang digunakan pada penelitian yang akan dilakukan adalah citra Lndsat 9 dan Citra Sentinel-2A. Selain itu metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)*, sedangkan metode yang digunakan pada penelitian yang akan dilakukan adalah *Forest Canopy Density*.

Karouw et al. (2019) telah melakukan penelitian dengan judul penelitian “Kajian Sebaran & Ketersediaan Ruang Terbuka Hijau Di Perkotaan Tondano”. Penelitian ini memiliki tujuan mengidentifikasi kondisi eksisting sebaran ruang terbuka hijau di Perkotaan Tondano dan menganalisis ketersediaan ruang terbuka hijau di Perkotaan Tondano. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah peta-peta administrasi wilayah Perkotaan Tondano, Rencana Detai Tata Ruang (RDTR) BWP Tondano, Rencana Tatat Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Minahasa. Persamaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu memiliki tujuan yang sama untuk menganalisis ketersediaan ruang terbuka hijau. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan terletak pada wilayah kajian, dan data yang digunakan. Daerah kajian pada penelitian ini terletak di Perkotaan Tondano, sedangkan pada penelitian yang akan dilakukan berada di Kota Surakarta. Data yang digunakan pada penelitian ini berupa peta-peta administrasi wilayah Perkotaan Tondano, Rencana Detai Tata Ruang (RDTR) BWP Tondano, Rencana Tatat Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Minahasa, sedangkan pada penelitian yang akan dilakukan menggunakan data berupa Citra Landsat 9 dan Citra Sentinel-2A.

Mukhoriyah et al. (2019) melakukan penelitian yang berjudul “Identifikasi Ketersediaan Ruang Terbuka Hijau Kecamatan Kramat Jati Kota Jakarta Timur Menggunakan Citra Pleiades”. Penelitian ini bertujuan menghitung kebutuhan RTH dalam satu lingkup kecamatan. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah citra Pleiades tahun 2015. Persamaan dalam penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu sama-sama menggunakan indikator kerapatan vegetasi. Perbedaan terletak pada wilayah kajian, metode dan data yang digunakan. Lokasi penelitian ini terletak di Kramat Jati Kota Jakarta Timur, sedangkan pada penelitian yang akan dilakukan berada di Kota Surakarta. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI), sedangkan metode yang digunakan pada penelitian yang akan dilakukan adalah *Forest Canopy Density*. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah Citra Pleiades, sedangkan pada penelitian yang akan dilakukan menggunakan data Citra Landsat 9 dan Citra Sentinel-2A.

Zainudin (2019) melakukan penelitian dengan judul “Analisis Ketersediaan Ruang Terbuka Hijau Perkotaan Muara Enim Berdasarkan Kebutuhan Oksigen”. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis ketersediaan Ruang Terbuka Hijau Perkotaan Muara Enim dalam pemenuhan kebutuhan oksigen untuk jangka pendek, menengah dan panjang. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah deskriptif kualitatif. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah hasil observasi lapangan dengan teknik visualisasi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ketersediaan ruang terbuka hijau di Perkotaan Muara Enim saat ini mampu untuk mencukupi oksigen untuk jangka waktu kedepan yaitu pendek (2016), menengah (2021), dan panjang (2026). Penelitian ini tidak memiliki persamaan dengan penelitian yang akan dilakukan. Perbedaan pada penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan adalah wilayah kajian, metode, dan data yang digunakan. Wilayah pada penelitian ini berada di Perkotaan Muara Enim, sedangkan penelitian yang akan dilakukan berada di Kota Surakarta. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu deskriptif

kualitatif, sedangkan pada penelitian yang akan dilakukan menggunakan metode *Forest Canopy Density* (FCD). Data yang digunakan pada penelitian ini yaitu hasil dari observasi lapangan dengan teknik visualisasi, sedangkan pada penelitian yang akan dilakukan menggunakan data Citra Landsat 9 tahun 2023 dan Citra Sentinel-2A tahun 2023.

Hidayat (2021) telah melakukan penelitian dengan judul “Analisis Perubahan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kecamatan Mandai Kabupaten Maros”. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apa yang menyebabkan perubahan pemanfaatan ruang terbuka hijau di Kecamatan Mandai Kabupaten Maros, serta untuk mengetahui bagaimana upaya pengendalian perubahan pemanfaatan ruang terbuka hijau di Kecamatan Mandai Kabupaten Maros. Hasil dari penelitian ini menunjukkan penyebab perubahan pemanfaatan variable Y atau RTH yang pengaruhnya sedang adalah aspek penduduk. Sedangkan yang berpengaruh terhadap perubahan pemanfaatan RTH namun pengaruhnya lemah yaitu topografi, nilai lahan, sarana dan prasarana, serta aksesibilitas. Upaya pengendalian perubahan pemanfaatan RTH di Kecamatan Mandai yaitu pemerataan pembangunan, pelayanan kepada masyarakat agar tidak terjadi ledakan dalam mobilitas penduduk yang berlebih. Tidak ada persamaan dalam penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan terletak pada wilayah kajian dan metode yang digunakan. Wilayah penelitian ini terletak di Kecamatan Mandai, Kabupaten Moras, sedangkan wilayah pada penelitian yang akan dilakukan terletak di Kota Surakarta. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode analisis *Chisquare* selanjutnya digunakan uji kontingensi dalam penarikan kesimpulan yang dilanjut dengan sistem skorsing skala *Likert* sebagai parameter untuk mengetahui besarnya hubungan variable X terhadap Y, sedangkan pada penelitian yang akan dilakukan menggunakan metode *Forest Canopy Density* (FCD).

Domu (2021) telah melakukan penelitian dengan judul “Analisis Ketersediaan Ruang Terbuka Hijau (RTH) Publik menggunakan Sistem

Informasi Geografis (SIG) di Kota Yogyakarta”. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui ketersediaan ruang terbuka hijau publik di Kota Yogyakarta tahun 2021 dengan menggunakan metode sistem informasi geografis dan untuk mengetahui kebutuhan Ruang Terbuka Hijau publik di Kota Yogyakarta tahun 2021. Hasil dari penelitian ini Kota Yogyakarta telah memiliki ruang terbuka hijau publik, dengan ketersediaan sebesar 26.292 m² atau 0,026 km². Jenis RTH yang terdapat di Kota Yogyakarta adalah taman kota. RTH publik di Kota Yogyakarta berdasarkan luas wilayah belum memenuhi kebutuhan. Karena belum sesuai dengan 20% dari luas wilayah Kota Yogyakarta berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.05/PRT/M/2008. Persamaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu kesamaan tujuan untuk mengetahui ketersediaan ruang terbuka hijau. Perbedaan ini dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu wilayah kajian, metode dan data yang digunakan. Wilayah kajian penelitian ini berada di Kota Yogyakarta, sedangkan pada penelitian yang akan dilakukan berada di Kota Surakarta. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah kuantitatif dan deskriptif, sedangkan pada penelitian yang akan dilakukan menggunakan metode *Forest Canopy Density* (FCD). Data yang digunakan pada penelitian ini adalah peta persebaran ruang terbuka hijau publik, sedangkan pada penelitian yang akan dilakukan menggunakan citra Landsat 9 tahun 2023 dan Citra Sentinel-2A tahun 2023.

Wulandari (2017) melakukan penelitian dengan judul “Analisis Ketersediaan Ruang Terbuka Hijau di Kota Serang Tahun 2000-2015”. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui ketersediaan ruang terbuka hijau yang ada di Kota Serang pada tahun 2000 sampai tahun 2015, serta menghitung kebutuhan ruang terbuka hijau berdasarkan luas wilayah, jumlah penduduk, kebutuhan oksigen dan proyeksi kebutuhan ruang terbuka hijau berdasarkan jumlah penduduk untuk tahun 2035. Persamaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu sama-sama menggunakan indikator kerapatan vegetasi. Perbedaan penelitian ini terletak pada wilayah kajian, metode, dan data yang digunakan. Wilayah kajian pada penelitian ini

berada di Kota Serang, sedangkan penelitian yang akan dilakukan berada di Kota Surakarta. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode kuantitatif deskriptif, sedangkan metode yang digunakan pada penelitian yang akan dilakukan adalah metode *Forest Canopy Density* (FCD). Data yang digunakan pada penelitian ini citra Landsat 7 ETM+ tahun 2000 dan citra Landsat 8 OLI tahun 2015, sedangkan pada penelitian yang akan dilakukan menggunakan data citra Landsat 9 tahun 2023 dan citra Sentinel-2A tahun 2023.

Afifah (2021) melakukan penelitian dengan judul “Analisis Ketersediaan Ruang Terbuka Hijau Sebagai Penunjang Kawasan *Mixed Use*”. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengkaji dan menganalisis ketersediaan RTH dan vegetasi sebagai penunjang koridor Jalan Gajah Mada sebagai kawasan *mixed use*. Hasil penelitian ini yaitu fungsi bangunan pada koridor Jalan Gajah Mada didominasi oleh perdagangan dan jasa, selain itu ketersediaan RTH publik dan privat masih kurang optimal dilihat dari ketimpangan luas RTH publik 0,64% atau 5.532 m² yang seharusnya adalah sebesar 20% yaitu 172.884 m² dan luasan RTH privat terjadi ketimpangan yang sangat jauh yaitu luas ruang terbuka privat eksistensing sebesar 1.256 m² atau 0,3% maka dapat diketahui bahwa kebutuhan ruang terbuka hijau privat 10% untuk koridor Jalan Gajah Mada yaitu sebesar 86.442 m². Tidak ada persamaan dalam penelitian ini. Perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang akan dilakukan yaitu wilayah kajian, metode dan data yang digunakan. Wilayah kajian pada penelitian ini berada di Kota Purwodadi, sedangkan penelitian yang akan dilakukan berada di Kota Surakarta. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode deskriptif kuantitatif, sedangkan pada penelitian yang akan dilakukan menggunakan metode *Forest Canopy Density* (FCD). Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data jenis RTH dan luas RTH yang di dapat dari instansi, sedangkan pada penelitian yang akan dilakukan menggunakan data citra Landsat 9 tahun 2023 dan citra Sentinel-2A tahun 2023. Tabel 6

berikut ini menyajikan perbandingan beberapa penelitian sebelumnya dengan penelitian yang akan dilakukan.

Tabel 6. Perbandingan Beberapa Penelitian Sebelumnya Dengan Penelitian Yang Akan Dilakukan

No	Nama	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
1	Khofifah Maulida Sari, Eko Budiyanto, Muzayanah, Aida Kurniawati (2021)	Ketersediaan Ruang Terbuka Hijau Menggunakan Metode <i>Normalized Difference Vegetation Index</i> di Kabupaten Gresik	Monitoring ketersediaan ruang terbuka hijau untuk menjaga keseimbangan lingkungan di Kabupaten Gresik	Penelitian ini berbasis interpretasi citra secara digital menggunakan <i>software Quantum GIS 3.16.5</i> dengan metode <i>Normalized Difference Vegetation Index</i> (NDVI)	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terjadi penurunan luas RTH dalam rentang 5 tahun. Pada tahun 2021 luas RTH hanya sebesar 160,15 km ² atau 13% dari keseluruhan luas wilayah Kabupaten Gresik. Untuk memenuhi ketetapan minimal proporsi RTH, Kabupaten Gresik membutuhkan penambahan luas sebesar 17% atau 202,93 km ²
2	Claryta Jeanette V. Karouw, Ingerid L. Moniaga & Hendriek H. Karongkong (2019)	Kajian Sebaran & Ketersediaan Ruang Terbuka Hijau di Perkotaan Tondano	Mengidentifikasi kondisi eksisting sebaran ruang terbuka hijau di Perkotaan Tondano, Menganalisis ketersediaan ruang terbuka hijau di Perkotaan Tondano.	Metode penelitian yang digunakan yaitu metode deskriptif kualitatif dengan pendekatan analisis spasial.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi eksisting sebaran RTH di Perkotaan Tondano, terbagi menjadi 2 (dua) bagian, yaitu RTH Publik yang terdiri atas, Taman Kota, Hutan Kota, Jalur Hijau Jalan, Sabuk Hijau, Sempadan Sungai, Sempadan Danau, Pemakaman, Pertanian, dan RTH Privat berupa, Pekarangan. Ketersediaan RTH Perkotaan Tondano sudah melebihi amanat Undang-Undang yaitu seluas 1787,17 ha atau sebesar 79,2% (>30%) dari keseluruhan luas wilayah perkotaan. Perkotaan Tondano memiliki luas RTH Publik

					sebesar 1321,92 ha atau 58% (>20%) dan RTH Privat yaitu 465,25 ha atau 20% (>10%)
3	Mukhoriyah, Nurwita Mustika Sari, Maya Sharika, Lidya Nur Hanifati (2019)	Identifikasi Ketersediaan Ruang Terbuka Hijau Kecamatan Kramat Jati Kota Jakarta Timur Menggunakan Citra Pleiades	Untuk menghitung kebutuhan RTH dalam satu lingkup kecamatan	Metode yang digunakan adalah pengolahan data awal (koreksi radiometrik, pansharpen, mozaik, cropping) dan perhitungan nilai kerapatan vegetasi berdasarkan Normalized Defference Vegetation Indeks (NDVI)	Kecamatan Kramat Jati terdapat 225,17 ha merupakan daerah vegetasi, sedangkan 918,93 ha adalah daerah non vegetasi. Hasil perhitungan tersebut kemudian di bagi dalam tingkat kerapatan yaitu kerapatan jarang sebesar 48.595 ha, kerapatan menengah sebesar 34.446 ha, dan kerapatan tinggi sebesar 160.609 ha. Kesimpulan yang diperoleh adalah RTH di Kecamatan Kramat Jati direncanakan seluas 12,38 % dari seluruh wilayah Kramat Jati. Namun, berdasarkan hasil NDVI, RTH di Kramatjati sudah mencapai 19,68% dari seluruh luas kecamatan dan dari segi kuantitas, maka jumlah RTH telah terpenuhi.
4	Riyan Zainudin (2019)	Analisis Ketersediaan Ruang Terbuka Hijau Perkotaan Muara Enim Berdasarkan Kebutuhan Oksigen	Menganalisis ketersediaan Ruang Terbuka Hijau Perkotaan Muara Enim dalam pemenuhan kebutuhan oksigen untuk jangka pendek, menengah dan panjang	Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kualitatif.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketersediaan Ruang Terbuka Hijau di Perkotaan Muara Enim saat ini mampu untuk mencukupi kebutuhan oksigen untuk tuga jangka waktu kedepan yaitu pendek (2016), menengah (2021) dan panjang (2026)

5	Yudistira Taufiq Hidayat (2021)	Analisis Perubahan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kecamatan Mandai Kabupaten Maros	Untuk mengetahui apa yang menyebabkan perubahan pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kecamatan Mandai Kabupaten Maros, serta untuk mengetahui bagaimana upaya pengendalian perubahan pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau di Kecamatan Mandai Kabupaten Maros.	Metode analisis yang digunakan berupa analisis <i>Chisquare</i> selanjutnya digunakan uji kontingensi dalam penarikan kesimpulan yang dilanjut dengan sistem skorsing skala <i>Likert</i> sebagai parameter untuk mengetahui besarnya hubungan variable X terhadap Y.	Penyebab perubahan pemanfaatan variable Y atau RTH yang pengaruhnya sedang adalah aspek penduduk. Sedangkan yang berpengaruh terhadap perubahan pemanfaatan RTH namun pengaruhnya lemah yaitu topografi, nilai lahan, sarana dan prasarana,serta aksesibilitas. Upaya pengendalian perubahan pemanfaatan RTH di Kecamatan Mandai untuk rumusan masalah kedua yaitu pemerataan pembangunan, pelayanan kepada masyarakat agar tidak terjadi ledakan dalam mobilitas penduduk yang berlebih.
6	Irwan Ciremai Putra Y. Domu (2021)	Analisis Ketersediaan Ruang Terbuka Hijau (RTH) Publik menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) di Kota Yogyakarta	<ol style="list-style-type: none"> 1. Untuk mengetahui ketersediaan Ruang Terbuka Hijau publik di Kota Yogyakarta tahun 2021 dengan menggunakan metode sistem informasi geografis 2. Untuk mengetahui kebutuhan Ruang Terbuka Hijau publik di Kota 	Penelitian ini dilakukan menggunakan metode kuantitatif dan deskriptif	Kota Yogyakarta telah memiliki Ruang Terbuka Hijau publik, dengan ketersediaan sebesar 26.292 m ² atau 0,026 km ² . Jenis RTH yang terdapat di Kota Yogyakarta adalah taman kota. RTH publik di Kota Yogyakarta berdasarkan luas wilayah belum memenuhi kebutuhan. Karena belum sesuai dengan 20% dari luas wilayah Kota Yogyakarta berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.05/PRT/M/2008.

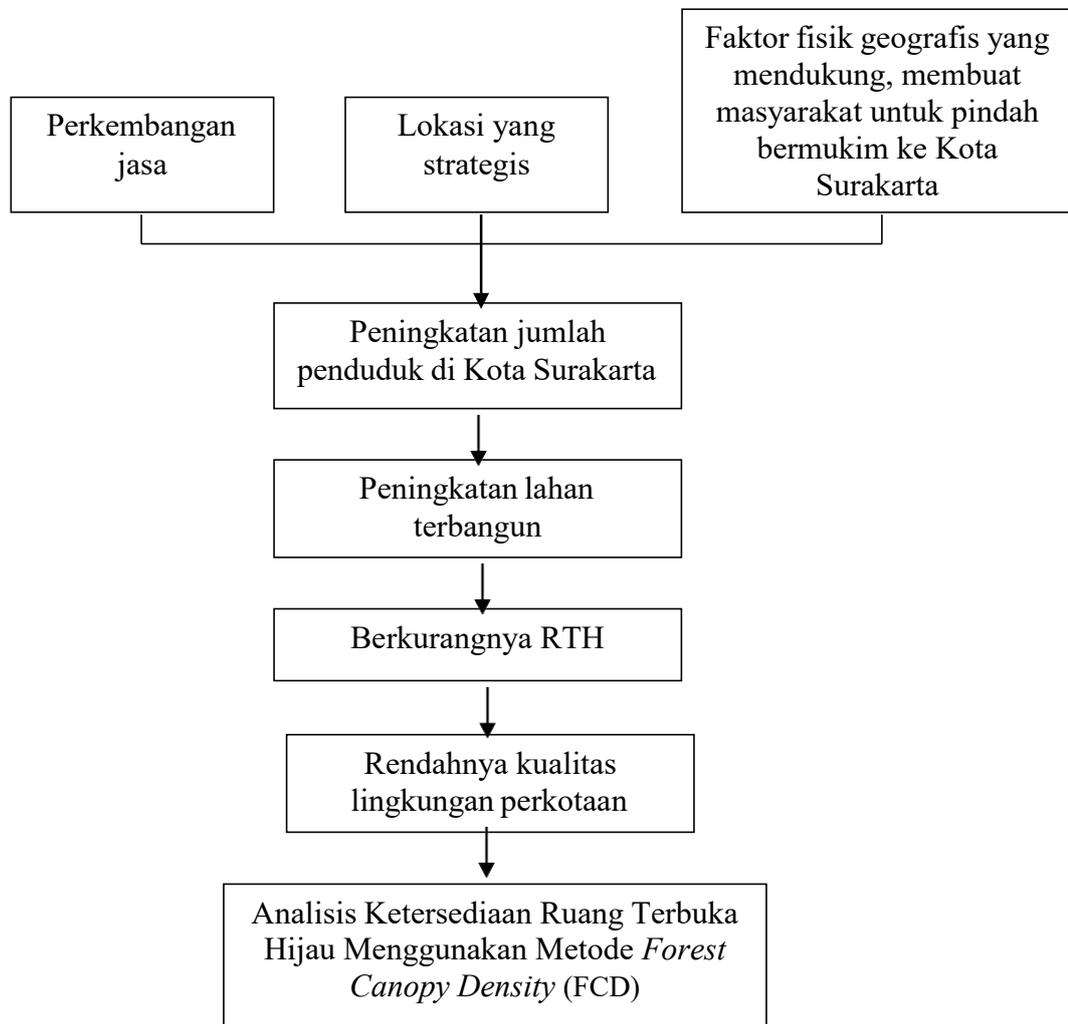
			Yogyakarta tahun 2021		
7	Nur Alike Fitriyani Wulandari (2017)	Analisis Ketersediaan Ruang Terbuka Hijau di Kota Serang Tahun 2000-2015	Untuk mengetahui ketersediaan Ruang Terbuka Hijau yang ada di Kota Serang pada tahun 2000 sampai tahun 2015, serta menghitung kebutuhan Ruang Terbuka Hijau berdasarkan luas wilayah, jumlah penduduk, kebutuhan oksigen dan proyeksi kebutuhan Ruang Terbuka Hijau berdasarkan jumlah penduduk untuk tahun 2035	Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode kuantitatif deskriptif dengan bantuan teknik Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis	Hasil penelitian menunjukkan dalam kurun waktu 15 tahun Ruang Terbuka Hijau di Kota Serang mengalami penurunan sebesar 3.675 ha mulai dari tahun 2000 sampai tahun 2015. Ketersediaan luas Ruang Terbuka Hijau di Kota Serang pada tahun 2015 sebesar 8.165 ha atau 30,6% dari luas wilayah. Hasil perhitungan proyeksi kebutuhan Ruang Terbuka Hijau berdasarkan jumlah penduduk yaitu seluas 1.874,2 ha. Sehingga luas Ruang Terbuka Hijau di Kota Serang pada tahun 2015 telah mencukupi kebutuhan berdasarkan luas wilayah, jumlah penduduk, kebutuhan oksigen, serta kebutuhan Ruang Terbuka Hijau untuk tahun 2035.
8	Ayati Bunun Afifah (2021)	Analisis Ketersediaan Ruang Terbuka Hijau Sebagai Penunjang Kawasan <i>Mixed Use</i>	Mengkaji dan menganalisis ketersediaan RTH dan vegetasi sebagai penunjang koridor Jalan Gajah Mada sebagai kawasan <i>mixed use</i>	Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif	Hasil penelitian ini yaitu fungsi bangunan pada koridor Jalan Gajah Mada didominasi oleh perdagangan dan jasa, selain itu ketersediaan RTH publik dan privat masih kurang optimal dilihat dari ketimpangan luas RTH publik 0,64% atau 5.532 m ² yang

					seharusnya adalah sebesar 20% yaitu 172.884m ² dan luasan RTH privat terjadi ketimpangan yang sangat jauh yaitu luas ruang terbuka privat eksistensing sebesar 1.256m ² atau 0,3% maka dapat diketahui bahwa kebutuhan ruang terbuka hijau privat 10% untuk koridor Jalan Gajah Mada yaitu sebesar 86.442m ² .
9	Trina Dhiya Asmasuci (2023)	Analisis Ketersediaan Ruang Terbuka Hijau Menggunakan Data Penginderaan Jauh Dengan Metode <i>Forest Canopy Density</i> Di Kota Surakarta	1. Menganalisis ketersediaan ruang terbuka hijau di Kota Surakarta 2. Menganalisis tingkat kerapatan vegetasi di Kota Surakarta	Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif.	

1.6 Kerangka Penelitian

Pesatnya permintaan akan pemanfaatan lahan di Kota Surakarta untuk pembangunan berbagai fasilitas perkotaan mengakibatkan berkurangnya ruang terbuka hijau. Akibat alih guna lahan terutama dilihat dari lahan pertanian maupun terbuka hijau menjadi daerah terbangun yang menimbulkan dampak terhadap rendahnya kualitas lingkungan perkotaan. Meningkatnya jumlah penduduk juga menyebabkan berkurangnya ketersediaan ruang terbuka hijau. Ketersediaan ruang terbuka hijau di Kota Surakarta sedikit mengalami kesulitan karena banyaknya pembangunan fasilitas umum. Pembangunan yang terus meningkat serta dengan bertambahnya jumlah penduduk dan kebutuhan masyarakat akan sarana dan prasarana sering tidak menghiraukan keberadaan ruang terbuka hijau.

Tujuan dari keberadaan ruang terbuka hijau di wilayah perkotaan yaitu mewujudkan keseimbangan antara lingkungan alam dengan lingkungan buatan di perkotaan, meningkatkan mutu lingkungan hidup perkotaan yang nyaman, segar, dan indah. Penelitian ini menggunakan metode *Forest Canopy Density* (FCD) untuk melihat atau mengetahui kerapatan vegetasi. Metode *Forest Canopy Density* (FCD) memiliki hasil akurasi yang baik dalam pemantauan tingkat kerapatan vegetasi. Gambar 1 mengilustrasikan kerangka penelitian yang akan dilakukan di Kota Surakarta.



Gambar 1. Kerangka Penelitian

1.7 Batasan Operasional

- a) **Ruang terbuka hijau** adalah area memanjang/jalur atau mengelompok, yang penggunaannya lebih bersifat terbuka, tempat tumbuh tanaman, baik secara alamiah maupun yang sengaja ditanam.
- b) **Indeks Vegetasi** adalah suatu bentuk transformasi spektral yang diterapkan terhadap citra dengan banyak saluran untuk menonjolkan aspek kerapatan vegetasi atau aspek lain yang berkaitan dengan kerapatan vegetasi.
- c) ***Forest Canopy Density (FCD)*** merupakan pemanfaatan data multitemporal sangat membantu untuk mengetahui perubahan tutupan vegetasi serta kondisi penutup lahan khususnya penggunaan data citra penginderaan jauh.