

Pendeteksian ISA (*Impervious Surface Area*) Sebagai Analisis Dampak Lingkungan di Daerah Kecamatan Sungai Raya, Kabupaten Kubu Raya

Hairun Nissa^{1*}, Robby Irsan¹, dan Muhammad Pramulya^{2,3}

¹Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura, Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak 78124, Kalimantan Barat, Indonesia, e-mail: hairunn09@gmail.com

²Prodi D3 Budidaya Tanaman Perkebunan, Fakultas Pertanian, Universitas Tanjungpura, Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak 78124, Kalimantan Barat, Indonesia.

³UPT Laboratorium Terpadu, Universitas Tanjungpura, Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak 78124, Kalimantan Barat, Indonesia.

ABSTRAK

ISA (*Impervious Surface Area*) merupakan wilayah terbangun kedap air yang dapat menimbulkan masalah lingkungan. Kecamatan Sungai Raya menunjukkan peningkatan ISA yang cukup pesat dalam 30 tahun terakhir. Peningkatan ISA dapat mengandalkan penginderaan jauh dengan satelit Landsat yang kemudian diekstraksi menggunakan indeks wilayah terbangun. Landsat yang digunakan adalah Landsat 5 TM, Landsat 7 ETM+, dan Landsat 8 OLI/TIRS. Untuk mengekstraksi ISA, digunakan IBI (*Index Based Built-Up Index*), NDBI (*Normalized Difference Built-Up Index*), dan UI (*Urban Index*). Peningkatan ISA dalam 4 titik tahun, yaitu 1990, 2000, 2010, dan 2020 meningkat. Tahun 2020 menunjukkan peningkatan hingga dua kali lipat. ISA yang terdeteksi indeks memiliki nilai <1. Untuk mengetahui keakuratan indeks tersebut, digunakan *confusion matrix overall accuracy* yang diperoleh dari perbandingan titik di peta dan di lapangan. Hasil menunjukkan NDBI memiliki nilai akurasi 83%, kemudian UI 81%, dan IBI 79%. Selain menggunakan *confusion matrix*, perbandingan menggunakan citra resolusi tinggi juga dapat digunakan. Hasil yang diperoleh menunjukkan, indeks NDBI dan UI lebih mampu untuk mendeteksi tutupan lahan. ISA banyak ditemukan pada jenis tanah aluvial-gley humus, Jenis tanah ini lebih stabil untuk bangunan, namun jenis tanah ini memiliki permeabilitas yang buruk, sehingga memiliki tingkat kerawanan banjir sangat rawan berdasarkan Peta Kerawanan Banjir Kabupaten Kubu Raya.

Kata kunci: *Impervious Surface Area*, Indeks Wilayah Terbangun, Infiltrasi

ABSTRACT

ISA (*Impervious Surface Area*) is a watertight building area that can cause environmental problems. Sungai Raya sub-district shows ISA improvements in the last 30 years. ISA improvements can rely on remote sensing with Landsat satellites and then extracted using the built-up area index. The Landsats used are Landsat 5 TM, Landsat 7 ETM+, and Landsat 8 OLI/TIRS. IBI (*Index Built-Up Index*), NDBI (*Normalized Difference Built-Up Index*), and UI (*Urban Index*) are used for extraction. In 4 points of research year, 1990, 2000, 2010 and 2020, ISA has increased. 2020 saw a two-fold increase. The index shows that ISA has a value of <1. Index accuracy uses overall accuracy confusion matrix obtained from comparison of points on the map and in the field. NDBI has an accuracy value of 83%, then UI 81%, and IBI 79%. In addition, comparisons using high-resolution images can also be used. The results show that the NDBI and UI indices are better to detecting land cover. ISA is abundant in alluvial-gley humus soil types. This soil type is more stable for buildings, but has poor permeability. It has a very high level of vulnerability to flooding based on the Flood Prone Map of Kubu Raya Regency.

Keywords: *Impervious Surface Area*, Built-Up Indices, Infiltratio

Citation: Nissa, H., Irsan, R., dan Pramulya, M. (2024). Pendeteksian ISA (*Impervious Surface Area*) Sebagai Analisis Dampak Lingkungan di Daerah Kecamatan Sungai Raya, Kabupaten Kubu Raya. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 22(1), 1-10, doi:10.14710/jil.22.1.1-10

1. Pendahuluan

ISA merupakan struktur kedap yang menghambat proses infiltrasi air ke dalam tanah (Kawakubo *et al.*, 2019; Zhang *et al.*, 2016). Ini dapat menimbulkan masalah lingkungan yang biasa terjadi saat musim penghujan, yaitu banjir. Selain banjir,

kekeringan juga dapat terjadi di area pemukiman saat musim kemarau, penyebabnya adalah air tidak tersimpan di dalam lapisan tanah karena sifat fisik tanah telah berubah akibat dari pemadatan struktur ISA (Weng, 2008).

Kecamatan Sungai Raya mengalami pertumbuhan penduduk yang pesat setelah mengalami pemekaran. Saat ini, jumlah penduduk di Kecamatan Sungai Raya mencapai 200.000 jiwa. Peningkatan pertumbuhan penduduk membuat lahan terbangun semakin meningkat (Rakuasa *et al.*, 2022). Lahan yang dibutuhkan untuk mewujudkan area pemukiman dan fasilitas umum, tentunya akan semakin meningkat (Teklay *et al.*, 2021). Substitusi lahan akan mengakibatkan berbagai masalah lingkungan. Substitusi lahan yang memiliki dampak besar terhadap lingkungan adalah substitusi lahan menjadi ISA (*Impervious Surface Area*) atau area kedap air. ISA merupakan wilayah terbangun dengan berbagai tutupan permukaan diperkeras.

Sebelum menjadi ibukota kabupaten, Kecamatan Sungai Raya termasuk ke dalam Kabupaten Pontianak (Dommy, 2019). Setelah mengalami pemekaran, kecamatan Sungai Raya mengalami pertumbuhan ISA yang cukup pesat. ISA yang tersebar di Kecamatan Sungai Raya telah menimbulkan dampak berupa bencana banjir yang terjadi pada tahun 2020, sebanyak 8 kasus di kawasan padat penduduk (Badan Pusat Statistik, 2020).

Perkembangan teknologi, mempermudah untuk mengetahui perubahan tutupan lahan akibat ISA di suatu wilayah (Jumaris & Kusri, 2020). ISA dapat diindera oleh satelit, salah satu yang sering digunakan untuk mengetahui perubahan tutupan lahan di permukaan bumi adalah satelit Landsat (Muhlis *et al.*, 2020). Satelit ini mampu mendeteksi perubahan tutupan lahan secara temporal, karena telah memiliki 9 generasi. Perubahan tutupan lahan yang terjadi di Kecamatan Sungai Raya saat masih menjadi wilayah Kabupaten Pontianak hingga menjadi ibukota Kabupaten Kubu Raya, dapat

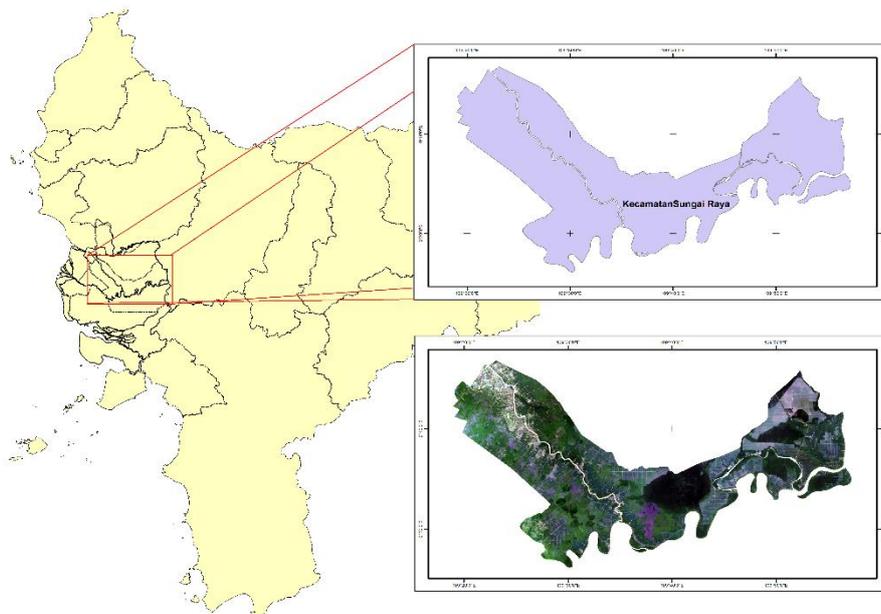
diindera dengan satelit Landsat (Dewantoro *et al.*, 2020).

Citra yang digunakan untuk dijadikan acuan perubahan tutupan lahan ini berasal dari Landsat 5 TM, Landsat 7 ETM+, dan Landsat 8 OLI/TIRS. Penggunaan ketiga jenis satelit ini dimaksudkan untuk mengetahui perubahan tutupan lahan secara temporal. Untuk mengetahui ISA di Kecamatan Sungai Raya, citra dapat diekstraksi dengan indeks wilayah terbangun pada *software* ArcGIS. Indeks wilayah terbangun yang dapat digunakan adalah IBI (*Index Based Built-Up Index*), NDBI (*Normalized Difference Built-Up Index*), dan UI (*Urban Index*). Penggunaan ketiga indeks ini berdasarkan pada nilai rentang indeks ISA dan non-ISA memiliki selisih yang besar (Putra & Kurnia, 2019). Perbedaan rentang nilai yang cukup besar ini efektif untuk membedakan wilayah ISA dan non-ISA.

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode interpretasi citra satelit Landsat. Interpretasi citra ini digunakan untuk mengetahui perubahan tutupan lahan secara temporal dan hubungannya dengan masalah lingkungan yang sering ditemui di area padat penduduk. Untuk mengetahui keakuratan terkini, peneliti juga menggunakan teknik validasi pada objek lapangan dengan citra terkini.

Selain itu, penelitian ini juga menggunakan metode kualitatif yang berlandaskan dasar teori. Peneliti membandingkan hasil penelitian dengan hasil penelitian terdahulu dan data yang telah disediakan oleh pihak terkait. Analisis dilakukan secara deskriptif untuk menjabarkan data kualitatif yang diperoleh.



Gambar 1 Profil Wilayah Penelitian

2.1. Lokasi Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini dilakukan di Kecamatan Sungai Raya yang merupakan Ibukota Kabupaten Kubu Raya. Kecamatan Sungai Raya memiliki tingkat pertumbuhan penduduk yang cukup tinggi. Selain menjadi pusat pemerintahan dan perekonomian, Kecamatan Sungai Raya juga berbatasan langsung dengan Kota Pontianak. Ini menyebabkan Kecamatan Sungai Raya memiliki karakteristik yang hampir sama dengan Kota Pontianak.

Jenis tanah di Kecamatan Sungai Raya identik dengan jenis tanah organosol dan aluvial-gley humus, sedangkan Sebagian kecil daratannya terdiri atas jenis tanah podsolik-kambisol. Kontur Kecamatan Sungai Raya rata-rata memiliki ketinggian 12,5 hingga 125 m dpl, membuat wilayah ini memiliki permukaan yang datar dan cenderung rawan akan banjir. Berdasarkan peta BIG tentang kerawanan banjir tahun 2020, Kecamatan Sungai Raya termasuk kedalam kelas rawan dan sangat rawan banjir.

2.2. Pengumpulan Data

Citra yang digunakan merupakan citra yang diakuisisi dari satelit Landsat 5 TM, Landsat 7 ETM+, dan Landsat 8 OLI/TIRS. Citra Kecamatan Sungai Raya terletak pada *path* 121 dan *row* 60. Data citra diambil dari Google Earth Engine dengan menggunakan *coding* Phyton. Kelebihan pengambilan data citra di Google Earth Engine ini adalah kemudahan yang diberikan melalui *coding* Phyton, yang mana kita dapat mengambil citra di wilayah yang ditentukan, menentukan citra bebas awan, dan mengunduh beberapa kanal tertentu secara terpisah, karena penelitian ini hanya menggunakan sensor GREEN, RED, NIR (*Near Infrared*), SWIR 1 (*Shortwave Infrared*), dan SWIR 2 (*Shortwave Infrared*), Google Earth Engine ini lebih baik digunakan dan efisien karena citra yang tersedia merupakan citra ARD (*Analysis Ready Data*). Berikut tabel yang menunjukkan kanal untuk keperluan kalkulasi.

Tabel 1 Kanal yang Digunakan pada Tiap Satelit Landsat untuk Keperluan Kalkulasi

Kanal	Landsat 5 TM	Landat 7 ETM+	Landsat 8 OLI/TIRS
Band 2	GREEN	GREEN	
Band 3	RED	RED	GREEN
Band 4	NIR	NIR	RED
Band 5	SWIR 1	SWIR 1	NIR
Band 6			SWIR 1
Band 7	SWIR 2	SWIR 2	SWIR 2

Sumber: USGS, 2012

Data citra yang digunakan pada penelitian ini merupakan data citra yang diindera dalam 4 titik waktu, yaitu tahun 1990, 2000, 2010, dan 2020. Citra yang digunakan merupakan citra yang dipilih dengan tingkat tutupan awan terendah pada tahun

penelitian. Namun, Kecamatan Sungai Raya merupakan wilayah dengan tingkat tutupan awan yang tinggi karena terletak di daerah ekuator (Winarno *et al.*, 2019). Untuk menghilangkan tutupan awan pada citra tahun penelitian, maka dilakukan metode mosaik multitemporal, yaitu metode menghilangkan awan dengan cara mengisi piksel yang tertutupi oleh awan dengan piksel citra yang tidak tertutupi awan pada waktu tertentu (Sinabutar *et al.* 2020).

2.3. Teknik Analisis

Untuk mengetahui tutupan lahan ISA, dilakukan kalkulasi menggunakan indeks wilayah terbangun terhadap kanal-kanal tertentu pada citra, ini disebut sebagai ekstraksi citra. Namun, satelit Landsat yang digunakan berbeda generasi, maka terdapat perbedaan kanal yang digunakan pada persamaan Persamaan IBI, NDBI, dan UI pada Landsat 8 OLI dapat dilihat sebagai berikut (Putra & Kurnia, 2019).

$$\begin{aligned}
 IBI &= \frac{2 \times \text{Band 6}}{(\text{Band 6} + \text{Band 5})} - \left(\frac{\text{Band 5}}{(\text{Band 5} + \text{Band 4})} + \frac{\text{Band 3}}{(\text{Band 3} + \text{Band 6})} \right) \\
 &= \frac{2 \times \text{Band 6}}{(\text{Band 6} + \text{Band 5})} + \left(\frac{\text{Band 5}}{(\text{Band 5} + \text{Band 4})} + \frac{\text{Band 3}}{(\text{Band 3} + \text{Band 6})} \right) \\
 NDBI &= \frac{(\text{Band 6} - \text{Band 5})}{(\text{Band 6} + \text{Band 5})} \\
 UI &= \frac{(\text{Band 7} - \text{Band 5})}{(\text{Band 7} + \text{Band 5})}
 \end{aligned}$$

Sedangkan untuk Landsat 5 TM dan 7 ETM+, dapat mengkomparasikan kanal pada Landsat 8 OLI dengan kanal 5 TM dan 7 ETM+.

$$\begin{aligned}
 IBI &= \frac{2 \times \text{Band 5}}{(\text{Band 5} + \text{Band 4})} - \left(\frac{\text{Band 4}}{(\text{Band 4} + \text{Band 3})} + \frac{\text{Band 2}}{(\text{Band 2} + \text{Band 5})} \right) \\
 &= \frac{2 \times \text{Band 5}}{(\text{Band 5} + \text{Band 4})} + \left(\frac{\text{Band 4}}{(\text{Band 4} + \text{Band 3})} + \frac{\text{Band 2}}{(\text{Band 2} + \text{Band 5})} \right) \\
 NDBI &= \frac{(\text{Band 5} - \text{Band 4})}{(\text{Band 5} + \text{Band 4})} \\
 UI &= \frac{(\text{Band 7} - \text{Band 4})}{(\text{Band 7} + \text{Band 4})}
 \end{aligned}$$

Citra yang diekstraksi akan menunjukkan warna gelap dan terang yang mengindikasikan sebagai tutupan lahannya. Semakin gelap tutupan lahan tersebut, maka akan terindikasi sebagai ISA. Jika ISA terdiri dari wilayah terbangun, maka non-ISA merupakan semua lahan selain lahan terbangun.

Berikut adalah kelompok lahan ISA dan non-ISA yang ditentukan berdasarkan tutupan lahan di Kecamatan Sungai Raya.

Tabel 2 Jenis Tutupan Lahan di Kecamatan Sungai Raya

Kelompok Lahan	Tutupan Lahan
ISA	Permukaan Diperkeras
Non-ISA	Lahan Terbuka Diusahakan
	Semak Belukar
	Perkebunan
	Vegetasi Alam/Semi Alami

Sumber: Analisis Tutupan Lahan Kecamatan Sungai Raya, 2022

2.4 Metode Akurasi

Untuk memastikan tutupan lahan tersebut sebagai ISA, tentunya hal ini memerlukan validasi pada objek di lapangan. Hasil validasi akan diuji dengan menggunakan *confusion matrix* dengan menghitung *overall accuracy*. *Confusion matrix* merupakan tabel yang digunakan untuk mengelompokkan piksel yang salah dan piksel yang benar berdasarkan hasil observasi. *Overall accuracy* merupakan kalkulasi persentase presisinya data di peta dengan data di lapangan. Akurasi suatu ISA dapat diketahui dengan menentukan *training point*. Pada penelitian ini, terdapat 75 *training point* yang ditentukan secara random pada peta yang telah diekstraksi. Table 3 digunakan untuk mendata *training point* yang telah ditentukan pada citra yang telah diekstraksi dengan kenyataannya di lapangan.

Tabel 3 Confusion Matrix

Tutupan Lahan di Peta	Tutupan Lahan di Lapangan		Jumlah Piksel
	A	B	
	A	X _{ii}	
B		X _{ii}	
Total Piksel	X _{i+}		

Sumber: Derajat et al., 2020

- ii : Tutupan lahan pada peta yang terindikasi yang sesuai dengan lapangan
- i : Tutupan lahan di peta yang terindikasi tidak sesuai dengan lapangan
- i+ : Jumlah piksel yang terdeteksi pada tutupan lahan

Hasil validasi piksel yang terindikasi benar, dapat dihitung dengan persamaan *overall accuracy*. Nilai minimum akurasi yang digunakan adalah 80%, karena nilai tersebut menginterpretasikan hasil yang digunakan untuk keperluan analisis.

$$accuracy = \frac{(TP+TN)}{(TP+TN+FP+FN)}$$

Tingkat presisi *training point* juga dapat diuji dengan mengetahui selisih nilai indeks minimum ISA dengan nilai minimum non-ISA. Semakin besar selisih, maka semakin baik indeks dalam mengekstraksi *training point* yang telah ditentukan. Selain kedua metode tersebut, membandingkan *training point* dengan citra resolusi tinggi juga dapat membantu untuk mengetahui secara visual tingkat presisi suatu indeks.

2.5 Metode Analisis Dampak Lingkungan ISA

Infiltrasi yang buruk di sekitar ISA menyebabkan timbulnya genangan. Untuk mengetahui bagaimana genangan ini dapat timbul, jenis tanah berpengaruh terhadap infiltrasi tanah. Tanah yang memiliki karakteristik fisik berupa tekstur, struktur, hingga porositas, dapat dijadikan acuan untuk mengetahui

dampak lingkungan yang ditimbulkan oleh ISA, khususnya dampak infiltrasi yang ditimbulkan.

Peneliti menggunakan metode overlay pada citra tahun 2020 yang telah diekstraksi pada tiap indeks wilayah terbangun. Wilayah ISA akan dioverlay dengan peta tematik jenis tanah Kabupaten Kubu Raya milik BIG (Badan Informasi Geospasial) Kabupaten Kubu Raya tahun 2020. Selain dioverlay menggunakan peta tematik jenis tanah, untuk mengonfirmasi buruknya infiltrasi di Kecamatan Sungai Raya, peneliti juga menggunakan peta tematik kerawanan banjir tahun 2020 yang disediakan juga oleh BIG Kabupaten Kubu Raya.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Ekstraksi Citra Landsat dan Luasan Tutupan Lahan di Kecamatan Sungai Raya

Tutupan lahan di Kecamatan Sungai Raya menunjukkan nilai rentang yang berbeda-beda khususnya ISA. Tutupan lahan ISA, menunjukkan nilai yang lebih kecil dibandingkan tutupan lahan non-ISA, semakin besar nilai indeks, maka tutupan lahannya akan menunjukkan kerapatan vegetasi yang tinggi. Berikut adalah nilai rentang tutupan lahan yang telah diekstraksi menggunakan indeks wilayah terbangun.

Tabel 4 Rentang Nilai Indeks pada Tiap Tutupan Lahan

Tutupan Lahan	Rentang Nilai Indeks Lahan Terbangun		
	IBI	NDBI	UI
ISA	0 - 0,57	0,13 - 0,96	0,25 - 1,33
Non-ISA	0,35 - 2,37	0,48 - 1,89	0,93 - 2,28

Sumber: Kalkulasi Indeks Wilayah Terbangun Menggunakan ArcGIS, 2021

ISA di Kecamatan Sungai Raya menunjukkan rentang nilai mulai dari 0 hingga >1, sedangkan non-ISA menunjukkan rentang nilai mulai dari >1 hingga >2. Tiap indeks wilayah terbangun menunjukkan nilai rentang yang berbeda-beda dengan perbedaan rentang yang bervariasi. Namun, apabila dilihat pada tabel, tutupan lahan non-ISA dapat terbaca pada rentang nilai ISA. Ini dapat terjadi karena terdapat tutupan lahan non-ISA yang memiliki nilai dalam rentang ISA, begitupun sebaliknya. Ini menyebabkan beberapa tutupan lahan yang seharusnya ISA, terdeteksi ke dalam klasifikasi tutupan lahan non-ISA dan sebaliknya. Area terbangun dapat terbaca ke dalam klasifikasi lahan non-ISA atau sebaliknya, akibat dari reflektansi tutupan lahan yang memiliki kemiripan (Muhaimin et al., 2022). Berikut adalah tabel masing-masing luas ISA dan non-ISA yang terekstraksi menggunakan indeks wilayah terbangun di Kecamatan Sungai Raya.

Faktor yang dapat mempengaruhi nilai indeks ini adalah wilayah studi yang diambil oleh peneliti memiliki luasan >1000 km². Tahun pengambilan citra juga menjadi faktor penting, karena satelit Landsat yang digunakan masing-masing memiliki kanal yang berbeda. Landsat 5 TM yang mengambil citra pada tahun 1989 dan 2010, tidak memiliki

kanal *panchromatic* yang berfungsi untuk menajamkan citra karena resolusinya adalah 15 m. Selain kanal *panchromatic*, seluruh kanal Landsat memiliki resolusi 30 m, yang terindikasi sebagai citra resolusi sedang (Jumaris & Kusri, 2020).

Selain luas wilayah studi dan tahun citra yang digunakan, pengaruh lain pada nilai indeks ini adalah tutupan awan. Tutupan awan yang terdapat pada citra, dapat terdeteksi ke dalam klasifikasi tutupan lahan yang telah ditentukan. Ini membuat proses ekstraksi yang dilakukan mengalami eror (Wulder *et al.*, 2019). Sehingga yang diperlukan adalah dengan memosaik citra dengan citra yang memiliki tutupan awan rendah.

Tabel 5 Persentase Tutupan Awan Citra pada Tahun Penelitian

Waktu Akuisisi	Persentase Awan
3 Oktober 1989	10%
3 Agustus 2000	5%
30 Januari 2010	37%
2 Juni 2020	55%

Sumber: Google Earth Engine, 2021

Tabel 6 Citra Mosaik beserta Persentase Tutupan Awan

Nama Satelit	Waktu Akuisisi	Persentase Awan
Landsat 5 TM	16 Maret 1989	8%
Landsat 7 ETM+	28 Agustus 2002	11%
Landsat 5 TM	30 September 2011	2%
Landsat 8 OLI	4 September 2019	5%

Sumber: Google Earth Engine, 2021

Tabel 4 menunjukkan luas tutupan lahan ISA dan non-ISA tiap indeks wilayah terbangun pada 4 titik tahun penelitian.

Perubahan tutupan lahan menjadi ISA yang terekstraksi menggunakan indeks wilayah terbangun pada tahun 2000, menunjukkan perbedaan luas yang berbeda. ISA pada indeks IBI, NDBI, dan UI, menunjukkan luas secara berturut-turut adalah 11,14 km², 13,25 km², dan 15,95 km². Perbedaan luas ini dapat disebabkan wilayah studi yang diambil oleh peneliti lebih dari >1000 km².

Luas tutupan ISA pada tahun 2010, menunjukkan kasus yang sama, yaitu pada tiap indeks memiliki luas ISA yang berbeda. IBI menunjukkan luas ISA yang tidak jauh berbeda dari tahun sebelumnya, yaitu 11,57 km². ISA pada NDBI dan UI menunjukkan luas secara berturut-turut adalah 15,36 km² dan 19,69 km². Ketiga indeks menunjukkan perbedaan luas yang cukup signifikan akibat dari rentang nilai indeks ISA yang disebabkan oleh nilai reflektansi yang sama antara objek ISA dan non-ISA. Sedangkan ISA pada indeks IBI tidak menunjukkan perubahan yang cukup signifikan dalam 10 tahun, ini juga dapat disebabkan

oleh nilai reflektansi yang seharusnya terdeteksi sebagai ISA malah teridentifikasi sebagai non-ISA.

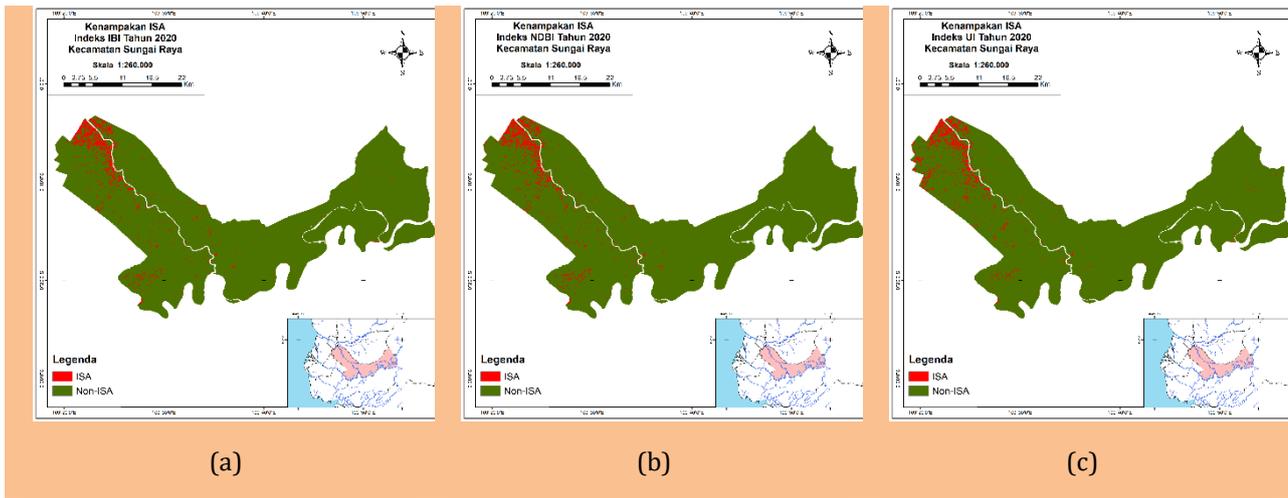
ISA yang dideteksi oleh indeks UI, selalu memiliki luas ISA yang lebih besar dibandingkan dengan indeks IBI dan NDBI. Ini dapat terjadi ketika tutupan lahan tersebut terekstraksi dengan nilai reflektansi yang sama dengan tutupan lahan ISA. IBI tidak menunjukkan perubahan yang signifikan dari tahun 2000 ke tahun 2010 ini juga disebabkan karena lahan yang seharusnya terdeteksi sebagai ISA, tidak terekstraksi sesuai nilai reflektansi atau nilai indeks ISA.

Peningkatan ISA yang terjadi di Kecamatan Sungai Raya menyebabkan penurunan kawasan non-ISA. Walaupun penurunan non-ISA tidak terlalu signifikan, namun dalam 30 tahun terakhir, tiap indeks menunjukkan, tutupan lahan non-ISA mengalami penurunan hingga 30 km². Penurunan lahan non-ISA disebabkan oleh substitusi lahan non-ISA menjadi ISA. Kecamatan Sungai Raya yang menjadi pusat pemerintahan daerah Kabupaten Kubu Raya, menjadi daya Tarik tersendiri untuk menjadi tempat bermukim, selain dekat dengan fasilitas pemerintahan, fasilitas komersil juga menjadi magnet tersendiri tumbuhnya kawasan ISA, khususnya permukiman.

Tiap indeks wilayah terbangun menunjukkan pertumbuhan ISA di Kecamatan Sungai Raya, berkembang dari area tepi Sungai Kapuas menuju area yang memiliki tingkat mobilisasi darat yang mudah. Sungai Kapuas memiliki peranan penting bagi masyarakat di Kecamatan Sungai Raya pada waktu itu. Sungai Kapuas digunakan untuk mobilisasi dan melakukan kegiatan perekonomian. Setelah mengalami pemekaran dan menjadi ibukota Kabupaten Kubu Raya, Kecamatan Sungai Raya mulai melakukan pembangunan akses jalan untuk memudahkan mobilisasi. Ini adalah faktor yang sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan ISA (Suprayogi & Rochani, 2021).

Tahun 2020, ketiga indeks wilayah terbangun menunjukkan nilai luasan ISA yang tidak jauh berbeda. Untuk indeks wilayah terbangun yang lebih akurat dalam mengekstraksi citra, peneliti menggunakan peta tutupan lahan yang telah disediakan oleh BIG.

Luas ISA yang ditunjukkan dengan menggunakan peta tematik BIG adalah 34,36 km². Untuk mengetahui keakuratan ekstraksi, maka dilakukan perbandingan antara luas ISA yang diekstraksi menggunakan indeks wilayah terbangun terhadap peta tutupan lahan BIG.



Gambar 2 Peta Ekstraksi (a) Index Based Built-Up Index (IBI), (b) Normalized Difference Built-Up Index (NDBI), dan (c) Urban Index (UI) Tahun 2020

Tabel 7 Nilai Rentang Indeks pada Tiap Tutupan Lahan

Tahun	Luas (km ²)					
	IBI		NDBI		UI	
	ISA	Non-ISA	ISA	Non-ISA	ISA	Non-ISA
1990	7,05	1.082,6	6,19	1.083,45	7,96	1.081,68
2000	11,14	1.078,49	13,25	1.076,39	15,95	1.073,68
2010	11,57	1.078,06	15,36	1.074,26	19,69	1.069,95
2020	33,49	1.056,14	34,24	1.055,39	34,47	1.055,16

Sumber: Klasifikasi Terbimbing Menggunakan ArcGIS, 2021

Dari ketiga indeks wilayah terbangun, UI merupakan indeks yang memiliki selisih luasan terkecil dibandingkan dengan indeks IBI dan NDBI. Selisih nilai luas ISA indeks UI terhadap peta BIG adalah 0,11 km², selisih dengan indeks NDBI adalah 0,12 km², dan selisih dengan indeks IBI adalah 0,97 km². NDBI juga menunjukkan nilai selisih yang kecil, sehingga NDBI juga dapat dikategorikan akurat dalam mengekstraksi ISA di Kecamatan Sungai Raya.

3.2 Akurasi Data

Akurasi data menggunakan *confusion matrix*, perlu membandingkan hasil citra ekstraksi dengan keadaan di lapangan. Ini difungsikan untuk memvalidasi warna piksel yang telah diekstraksi oleh indeks terhadap citra Landsat yang digunakan. Metode ini umum digunakan untuk membandingkan citra dengan objek di lapangan secara langsung.

Tabel 8 Akurasi Indeks Wilayah Terbangun

Indeks Wilayah Terbangun	Jumlah Piksel		Tingkat Akurasi
	ISA	Non-ISA	
IBI	28	31	79%
NDBI	33	29	83%
UI	35	26	81%

Sumber: Ground Check, 2021

Tabel menunjukkan hasil akurasi yang diperoleh dari ketiga indeks wilayah terbangun tersebut, cukup rendah. IBI menjadi indeks wilayah terbangun yang memiliki nilai akurasi cukup rendah, yaitu 79%, UI dengan nilai 81%, dan NDBI menunjukkan tingkat

akurasi tertinggi dengan nilai akurasi 83%. UI lebih banyak mendeteksi tutupan lahan ISA dengan benar, dibandingkan dengan kedua indeks lahan terbangun yang lain. Namun, nilai akurasi yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan nilai akurasi pada indeks NDBI

Nilai akurasi ditunjukkan pada indeks yang mampu membedakan tutupan lahan ISA dan non-ISA di peta terhadap objek di lapangan. Banyaknya piksel ISA yang benar, tidak dapat mengindikasikan indeks tersebut dapat membedakan tutupan lahan ISA dengan non-ISA. NDBI menunjukkan, walaupun ISA yang dikomparasikan dengan objek lapangan lebih sedikit dengan 33 piksel yang benar, namun, indeks NDBI mampu mengekstraksi non-ISA sesuai dengan objek di lapangan (Tiara *et al.*, 2021).

Metode akurasi indeks yang lain adalah dengan melihat perbandingan nilai indeks ISA dan non-ISA pada masing-masing indeks wilayah terbangun. Metode ini hanya digunakan untuk menarik kemungkinan keefektifan indeks dalam membedakan ISA dan non-ISA pada tiap indeks melalui selisih nilai indeks ISA dan non-ISA yang dihasilkan.

Grafik pada Gambar 3, menunjukkan rentang nilai masing-masing indeks terhadap tutupan lahan ISA dan non-ISA. Indeks UI menunjukkan perbedaan rentang nilai indeks yang besar dibandingkan indeks IBI dan NDBI. Ini mengindikasikan bahwa indeks UI dapat membedakan ISA dan non-ISA secara baik. Namun, pada uji *confusion matrix*, persentase akurasi UI di bawah NDBI, sehingga metode selisih nilai indeks ini tidak dianjurkan untuk memvalidasi

indeks mana yang lebih baik dalam mengekstraksi tutupan lahan menggunakan selisih nilai indeks (Putra & Kurnia, 2019).

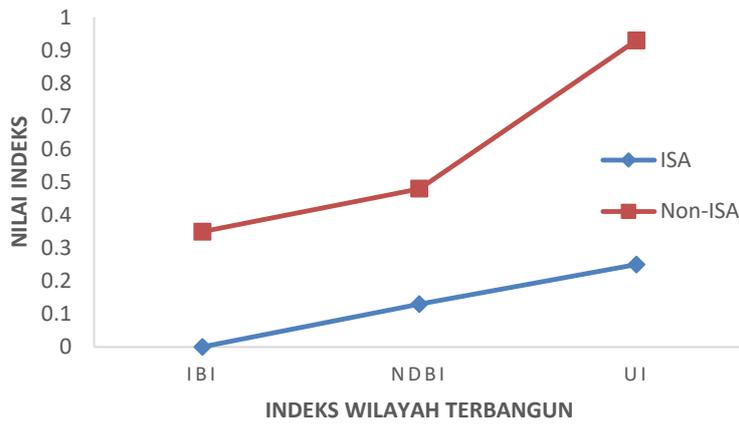
Metode akurasi yang lebih presisi untuk mengetahui keefektifan indeks dalam mengekstraksi citra adalah dengan mengkomparasikan citra resolusi tinggi yang ditangkap oleh *drone* dan dibandingkan

dengan piksel pada *training point*. Penelitian ini menentukan 6 titik yang sama pada tiap indeks untuk mengetahui keakurasian pada masing-masing indeks. Berikut adalah tabel hasil komparasi peta ekstraksi indeks wilayah terbangun dengan citra resolusi tinggi.

Tabel 9 Perbandingan Citra Resolusi Tinggi dengan Peta Hasil Ekstraksi

Citra Resolusi Tinggi	Keterangan	Piksel pada Indeks		
		IBI	NDBI	UI
	Non-ISA	Non-ISA	Non-ISA	Non-ISA
	ISA	Non-ISA	ISA	ISA
	Non-ISA	Non-ISA	Non-ISA	Non-ISA
	ISA	ISA	ISA	ISA
	Non-ISA	Non-ISA	Non-ISA	Non-ISA
	Non-ISA	Non-ISA	Non-ISA	Non-ISA

Sumber: Citra Resolusi Tinggi yang Diambil menggunakan Drone, 2021



Gambar 3 Grafik Perbandingan Nilai Minimum indeks ISA dan Non-ISA

Tabel 9 menunjukkan, terdapat 1 lokasi *training point* yang tidak sesuai dengan citra resolusi tinggi, yaitu pada lokasi kedua. Citra resolusi tinggi mengindikasikan sebagai ISA, sedangkan indeks IBI mengekstraksi citra Landsat sebagai tutupan lahan non-ISA. Ini dapat disebabkan karena kanal yang digunakan untuk mengekstraksi tutupan lahan menggunakan indeks IBI merupakan kanal yang lebih baik untuk mengekstraksi biomassa. Kanal yang dapat membedakan biomassa dengan lahan terbangun ini adalah NIR atau inframerah dekat, namun IBI juga menggunakan kanal RED, sehingga biomassa lebih terekstraksi dengan jelas. Indeks NDBI dan UI mendeteksi semua tutupan lahan dengan benar, sehingga ekstraksi ISA menggunakan indeks NDBI dan UI lebih dianjurkan daripada indeks IBI. Penggunaan metode akurasi data dengan mengomparasikan citra resolusi tinggi ini cukup efektif untuk memvalidasi hasil ekstraksi di peta dengan keadaan di lapangan.

3.3 Analisis Dampak Lingkungan

Dampak lingkungan yang diakibatkan oleh ISA, khususnya infiltrasi, dapat diketahui dengan jenis tanah dimana letak ISA itu dibangun. ISA memiliki massa yang dapat menekan tanah dan merubah karakteristik fisik tanah. Jenis tanah di Kecamatan Sungai Raya sendiri terdiri atas 3 jenis, yaitu tanah organool, perpaduan tanah aluvial-gley humus, dan perpaduan tanah podsolik-kambisol. Tanah organosol merupakan jenis tanah yang mendominasi daratan Kecamatan Sungai Raya dengan luas 804,62 km², kemudian diikuti dengan jenis tanah aluvial-gley humus yang memiliki luas 268,83 km², dan jenis tanah podsolik kambisol yang memiliki luas 4,67 km².

ISA banyak ditemukan pada jenis tanah aluvial-gley humus dibandingkan dengan tanah organosol dan tanah podsolik-kambisol. Tanah aluvial-gley humus memiliki ciri fisik tanah yang lebih stabil dibandingkan tanah organosol untuk membangun kawasan ISA. Berikut adalah tiap luasan ISA pada

masing-masing jenis tanah berdasarkan indeks wilayah terbangun.

Tabel 10. Luas ISA pada Tanah di Kecamatan Sungai Raya Berdasarkan Indeks Wilayah Terbangun

Jenis Tanah	Luas Tanah Berdasarkan Indeks (Km ²)		
	IBI	NDBI	UI
Aluvial-Gley Humus	25,69	25,96	24,22
Organosol	7,37	8,04	9,83
Podsolik-Kambisol	0,05	-	0,03

Sumber: Overlay ISA dengan Peta Jenis Tanah, 2021

Tabel 10 menunjukkan, ISA pada indeks NDBI tidak mengoverlay jenis tanah podsolik-kambisol. Ini dapat terjadi karena indeks NDBI tidak mengidentifikasi ISA di wilayah yang terdiri atas jenis tanah podsolik-kambisol. Reflektansi yang diterima, tidak memiliki nilai yang sama dengan nilai ISA indeks NDBI, sedangkan ISA pada indeks IBI dan UI, mengoverlay jenis tanah ini, namun dengan luasan yang kecil.

Pengaruh jenis tanah ini berdampak pada kerawanan banjir di Kecamatan Sungai Raya. Kecamatan Sungai Raya, teridentifikasi sebagai area rawan dan sangat rawan banjir. Berikut adalah tabel yang menunjukkan luas kelas kerawanan pada masing-masing indeks wilayah terbangun.

Tabel 11 Luas Kerawanan ISA pada Tiap Indeks

Kelas Kerawanan	Luas Berdasarkan Indeks Wilayah Terbangun (km ²)		
	IBI	NDBI	UI
Rawan	15,57	16,17	18,16
Sangat Rawan	17,54	17,83	16,02

Sumber: Overlay Peta Kerawanan Banjir Kecamatan Sungai Raya dengan Kawasan ISA

Indeks UI mengoverlay luas kelas kerawanan rawan banjir, lebih besar dibandingkan kelas sangat rawan. Sedangkan pada indeks IBI dan NDBI, luasan kelas rawan lebih kecil dibandingkan luas kelas sangat rawan. Ini dapat terjadi karena UI lebih banyak mengekstraksi ISA pada area rawan banjir dibandingkan sangat rawan.

ISA yang terletak di jenis tanah aluvial-gley humus, terdeteksi sebagai area dengan tingkat kerawanan sangat rawan banjir. Ini dapat disebabkan oleh sifat fisik tanah aluvial-gley humus yang memiliki permeabilitas yang buruk. Aluvial-gley humus merupakan hasil endapan Sungai Kapuas yang lama-kelamaan membentuk daratan. Jenis tanah ini merupakan jenis tanah campuran lumpur dan pasir, sehingga memiliki struktur tanah yang halus dengan porositas 35% hingga 50% (Fiantis, 2007).

Jika dibandingkan dengan tanah organosol, tanah aluvial-gley humus lebih baik untuk mendirikan bangunan di atasnya. Tanah ini lebih stabil dibandingkan tanah organosol. Tanah organosol merupakan yang ada di Kecamatan Sungai Raya ini adalah tanah gambut (Badan Restorasi Gambut, 2018). Selain tidak stabil, tanah gambut memiliki ketebalan tertentu yang terisi oleh rongga-rongga, apabila dimampatkan, maka permukaan tanah akan turun dan tidak dapat kembali ke bentuk semula (Srihandayani *et al.*, 2019).

Walaupun tanah aluvial-gley humus baik untuk mendirikan bangunan, tanah yang berasal dari endapan sungai ini banyak ditemukan di bantaran Sungai Kapuas. Sungai Kapuas sering mengalami pasang surut yang mengakibatkan naiknya permukaan air di waktu tertentu (Prayogo *et al.*, 2022). Apabila tanah tidak memiliki permeabilitas yang cukup baik, ini akan menimbulkan genangan hingga banjir di sejumlah wilayah ISA yang memiliki tingkat sangat rawan banjir (Putra *et al.*, 2019).

Jenis bangunan yang ada di Kecamatan Sungai Raya merupakan bangunan permanen dan semi permanen. Kedua jenis bangunan ini memiliki fisik yang tahan akan resapan air (Pantow *et al.*, 2021). Perlu adanya perbaikan lingkungan pada wilayah padat pemukiman yang dapat dijadikan area tangkapan air, selain Sungai Kapuas. Menurut Yumansyah *et al.* (2021), untuk mewujudkan hal ini tentunya ada beberapa faktor yang dibutuhkan, yaitu penggunaan tutupan lahan, lahan yang perlu diperhatikan, dan area vegetasi. Ini dapat dijadikan acuan untuk perencanaan ruang tangkapan air selain area sungai.

4. Kesimpulan

ISA yang dideteksi pada tahun 2020 menunjukkan peningkatan hingga dua kali lipat dalam 10 tahun terakhir. Luas ISA yang ditunjukkan pada ketiga indeks, tidak menunjukkan perbedaan yang cukup signifikan. Namun, ISA yang dideteksi pada tahun 2000 dan 2010, menunjukkan perbedaan yang signifikan pada ketiga indeks. UI diketahui lebih banyak mengekstraksi ISA dibandingkan indeks IBI dan NDB. Nama Untuk akurasi, UI memiliki nilai akurasi yang lebih rendah dibandingkan NDBI. akibat nilai reflektansi tutupan lahan yang hampir sama dengan ISA.

ISA di Kecamatan Sungai Raya banyak ditemukan pada jenis tanah aluvial-gley humus yang memiliki permeabilitas cukup buruk. Kerawanan

Banjir yang ditunjukkan pada ISA jenis tanah ini juga sangat rawan karena ditemukan di bantaran Sungai Kapuas. Walaupun sangat rawan banjir, jenis tanah ini cocok untuk mendirikan bangunan karena sifat tanahnya yang stabil. Namun, karena memiliki tingkat sangat rawan banjir, pengelolaan lingkungan untuk mencegah banjir diperlukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Derajat, R. M., Sopariah, Y., Aprilianti, S., Candra Taruna, A., Rahmawan Tisna, H. A., Ridwana, R., & Sugandi, D. (2020). Klasifikasi Tutupan Lahan Menggunakan Citra Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) di Kecamatan Pangandaran. *Jurnal Samudra Geografi*, 3(1), 1-10.
- Dewantoro, B. E. B., Mahyatar, P., & Hayani, W. N. (2020). Detection And Analysis of Surface Urban Cool Island Using Thermal Infrared Imagery of Salariga City, Indonesia. *International Journal of Remote Sensing and Earth Science*, 2(17), 115-126.
- Dommy, M. L. (2019). *Evaluasi Pemekaran Wilayah Kabupaten Kubu Raya, Provinsi Kalimantan Barat*. Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Fiantis, D. (2007). *Morfologi dan Klasifikasi Tanah*. Lembaga Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi.
- Gambut, B. R. (2018). *Desa Pulau Limbung*.
- Jumaris & Kusri. (2020). Ekstraksi Terhadap Tutupan Lahan Terbangun Menggunakan Citra Penginderaan Jauh Resolusi Menengah di Kepesisiran Kota Ternate. *Edukasi*, 2(18), 296-303.
- Kawakubo, F., Morato, R., Martins, M., Mataveli, G., Nepomuceno, P., & Martines, M. (2019). Quantification and Analysis of Impervious Surface Area in the Metropolitan Region of Sao Paulo, Brazil. *Remote Sensing*, 11(944), 2-18.
- Muhaimin, M., Fitriani, D., Adyatma, S., & Arisanty, D. (2022). Mapping Build-Up Area Density Using Normalized Difference Built-Up Index (NDBI) and Urban Index (UI) Wetland in The City Banjarmasin. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*.
- Muhlis, Fatmawati, Rahim, I., & Syamsia. (2020). *Aplikasi Data Penginderaan Jauh Untuk Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan* (Q. Media (ed.); 1st ed.). CV. Penerbit Qiara Media.
- Pantow, M. R. N., Warouw, F., & Egam, P. P. (2021). Analisis Permukiman rawan Banjir Pendekatan Mitigasi Bencana Studi Kasus Kelurahan Ternate Tanjung. *Jurnal Fraktal*, 1(6), 38-45.
- Prayogo. D. A., Kushadiwijayanto, A. A., & Nurrahman, Y. A. (2022). Pengaruh Musim Terhadap Perubahan Pasang Surut di Estuari Kapuas Kecil Kalimantan Barat. *Jurnal Laut Khatulistiwa*, 2(5), 56-61.
- Putra, D. B., Suprayogi, A., & Sudarsono, B. (2019). Analisis Kerawanan Banjir pada Kawasan Terbangun Berdasarkan Klasifikasi Indeks EBBI (*Enhanced Built-Up And Bareness Index*) Menggunakan SIG (Studi Kasus di Kabupaten Demak). *Jurnal Geodesi Undip*, 1(8), 93-102.
- Putra, M. I. J., & Kurnia, A. A. (2019). *Pendeteksian Wilayah Impervious Surface Area (ISA) Sebagai Analisis Dampak Lingkungan di Kota Depok Menggunakan Citra Landsat-8 OLI / TIRS*. 887-899.

- Rakuasa, H., Salakory, M., & Latue, P. C. (2012). Analisis Dan Prediksi Perubahan Tutupan Lahan Menggunakan Model Celular Automata-Markov Chain Di DAS Wae Ruhu Kota Ambon. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 9(2), 285-295.
- Sinabutar, J. J., Sasmito, B., & Sukmono, A. (2020). Studi *Cloud Masking* Menggunakan *Band Quality Assessment, Function Of Mask* Dan *Multi-Temporal Cloud Masking* pada Citra Landsat 8. *Jurnal Geodesi Undip*, 3(9), 51-60.
- Srihandayani, S., Abrar, A., & Indrawan, S. (2019). Stabilisasi Berbasis *Ion Exchange* Untuk Meningkatkan Daya Dukung Subgrade Di Kota Dumai. *Jurnal Teknik Sipil*, 2(5), 63-69.
- Suprayogi, R., & Rochani, A. (2021) Kesesuaian Perubahan Penggunaan Lahan Dengan Rencana Tata Ruang di Kawasan Peri-Urban. *Jurnal Kajian Ruang*, 2(1), 238-254.
- Teklay, A., Dile, Y. T., Asfaw, D. H., Bayabil, H. K., & Sisay, K. 2021. *Impacts of Climate and Land Use Change on Hydrological Response in Gumara Watershed, Ethiopia. Ecohydrology & Hydrobiology*, 21(2).
- Tiara, D., Sabri, L. M., & Sukmono, A. (2021). Analisis Perubahan Kepadatan Dan Pola Lahan Terbangun Menggunakan Interpretasi Hibrida Citra Sentinel 2A (Studi Kasus: Kota Ungaran). *Jurnal Geodes Undip*, 1-10.
- Weng, Q. (2008). *Remote Sensing Of Impervious Surfaces* (1st ed.). CRC Press.
- Winarno, G. D., Harianto, S. P., & Santoso, T. (2019). *Klimatologi Pertanian*.
- Wulder, M. A., Loveland, T. R., Roy, D. P., Crawford, C. J., Masek, J. G., Woodcock, C. E., Allen, R. G., Anderson, M. C., Belward, A. S., Cohen, W. B., Dwyer, J., Erb, A., Gao, F., Griffiths, P., Helder, D., Hermosilla, T., Hipple, J. D., Hostert, P., Hughes, M. J., ... Zhu, Z. (2019). Current status of Landsat program, science, and applications. *Remote Sensing of Environment*, 225(3), 127-147.
- Yumansyah, A., Purwanto, M. Y. J., & Setiawan, Y. (2021). Strategi Konservasi Daerah Tangkapan Air Bendung Ciliman Banten. *Journal of Natural Resources and Environmental Management*, 11(1), 152-164.
- Zhang, H., Lin, H., Zhang, Y., & Weng, Q. (2016). *Remote Sensing of Impervious Surfaces in Tropical and Subtropical Areas*. CRC Press.