

IDENTIFIKASI PENUTUPAN LAHAN DAERAH ALIRAN SUNGAI KAPUAS MENGUNAKAN CITRA SENTINEL-2

Sari Marlina^{1*}, Beni Iskandar², Suhenra Maulana³, Saiful Dahtiar⁴

^{1*}Universitas Muhammadiyah Palangkaraya, sarimarlina712@gmail.com

^{2,4}Universitas Muhammadiyah Palangkaraya

³Universitas Bina Nusantara

ABSTRAK

Pemantauan hutan dalam ekosistem DAS Kapuas harus dilakukan secara berkelanjutan untuk mendukung tercapainya pengelolaan DAS secara optimal dan lestari. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi penutupan lahan DAS Kapuas menggunakan citra Sentinel-2. Penelitian ini menggunakan algoritma Random Forest (RF) untuk mengklasifikasikan penutupan lahan DAS Kapuas pada citra Sentinel-2 perekaman tahun 2022. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa karakteristik reflektan penutupan lahan DAS Kapuas kecenderungan dengan nilai rerata reflektan sinar tidak tampak lebih tinggi daripada sinar tampak rerata selisih sebesar (0,07%), klasifikasi penutupan lahan DAS Kapuas terdiri dari hutan alam (677.66 ha), hutan tanaman (37.01 ha), semak/belukar (388.04 ha), tanah/lahan terbuka (11.40 ha), pertambangan (23.82 ha), pertanian (294.01 ha), perkebunan (43.28 ha), permukiman (26.12 ha), tubuh air (40.91 ha), dan awan (82.77 ha), serta akurasi klasifikasi penutupan lahan untuk akurasi keseluruhan 93.88% dan akurasi kappa 92.8%, dengan demikian identifikasi penutupan lahan menggunakan citra Sentinel-2 dapat menjadi salah satu informasi dasar untuk mendukung pengelolaan hutan di DAS Kapuas.

Kata kunci : DAS Kapuas, identifikasi penutupan lahan, Random Forest, dan Sentinel-2

Penerbit : Fakultas Teknik Universitas Pasifik Morotai

1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Daerah Aliran Sungai (DAS) Kapuas di Provinsi Kalimantan Tengah, Indonesia, memiliki peranan penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem dan pengaturan tata air. Hutan dalam ekosistem DAS memainkan peran krusial dalam pencegahan erosi, banjir, dan kekeringan (Nugrahanto et al. 2018). Akar pohon di hutan mengikat tanah, mengurangi laju erosi oleh air dan angin, serta mencegah tanah longsor. Selain itu, hutan berperan dalam mengatur aliran air dengan menyerap kelebihan air dan memperlambat aliran permukaan, sehingga mengurangi risiko banjir di daerah hilir DAS. Hutan juga bertindak sebagai penyimpan air alami dan pengatur siklus hidrologi melalui evapotranspirasi yang membantu pembentukan awan dan curah hujan, serta mempengaruhi iklim lokal untuk mengurangi risiko kekeringan. Selain itu, hutan berfungsi sebagai penyaring alami yang menjaga kualitas air DAS dengan menyaring partikel sedimen dan bahan pencemar sebelum mencapai sungai, serta menyediakan habitat bagi organisme pemurni air. Hutan di DAS juga merupakan habitat

penting bagi keanekaragaman hayati, yang menjaga keberlanjutan ekosistem dengan biodiversitas tinggi dan memberikan ketahanan ekosistem terhadap perubahan lingkungan.

Namun, konversi hutan menjadi perkebunan, pertanian, atau pemukiman telah mengurangi kemampuan DAS dalam menyerap, menyimpan, dan mengatur aliran air. Akibatnya, terjadi penurunan luas penutupan hutan yang menyebabkan peningkatan aliran permukaan dan berkurangnya infiltrasi air ke dalam tanah, yang berakibat pada meningkatnya frekuensi banjir di daerah hilir (Cui, Liu, dan Wei 2012). Oleh karena itu, penting untuk menjaga keberadaan hutan dalam ekosistem DAS secara optimal dan lestari. Pengelolaan hutan berbasis ekosistem DAS yang baik memerlukan data atau informasi dasar tentang kondisi fisik hutan di DAS tersebut. Dinamika penutupan hutan yang berubah dengan cepat membutuhkan data terbaru yang diperoleh secara cepat, akurat, dan efisien. Dalam hal ini, penginderaan jauh memiliki peran penting dalam mengumpulkan dan mendeteksi perubahan penutupan hutan dengan cepat, akurat, dan efisien (Jaya dan Etyarsah 2021).

Citra Sentinel-2, dengan resolusi spasial yang baik dan cakupan area yang luas, memungkinkan pengambilan data secara komprehensif dan terus-menerus. Dengan citra ini, analisis mendalam dapat dilakukan untuk mengidentifikasi dan memantau penutupan lahan, termasuk perubahan yang terjadi seiring waktu. Citra Sentinel-2 memberikan informasi tentang spektrum elektromagnetik yang meliputi berbagai panjang gelombang, yang memungkinkan identifikasi penutupan lahan dengan baik. Informasi ini dapat menghemat waktu dan biaya dibandingkan dengan metode lapangan (Wang et al. 2010). Penginderaan jauh telah dikembangkan dalam beberapa dekade terakhir untuk analisis mendalam, termasuk pemantauan dan peramalan dinamika penutupan lahan dengan berbagai resolusi citra (Talukdar et al. 2020).

Di Kalimantan Tengah, terjadi perubahan signifikan dalam penutupan lahan sejak tahun 1991, termasuk konversi hutan menjadi hutan produksi, perkebunan, pertanian, dan permukiman (Ardiansyah dan Gandasamita 2014). Perubahan ini menyebabkan gangguan fungsi DAS, termasuk DAS Kapuas, yang menjadi rawan bencana seperti banjir, longsor, atau kekeringan. DAS Kapuas memerlukan pemantauan dan tindakan mitigasi untuk mengurangi risiko bencana. Konversi penutupan lahan, terutama dari hutan menjadi non-hutan, dapat mengganggu fungsi DAS Kapuas sebagai penyangga dan pengatur tata air. Selama tiga tahun terakhir (2019-2021), DAS Kapuas mengalami serangkaian bencana banjir dengan frekuensi yang cukup tinggi (BPS Kabupaten Kapuas dalam angka 2022). Oleh karena itu, diperlukan pemantauan penutupan lahan melalui identifikasi menggunakan citra Sentinel-2 untuk mengumpulkan data dan informasi yang dapat digunakan dalam pengambilan kebijakan pengelolaan penutupan lahan di wilayah DAS Kapuas..

1.2 Tujuan

Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi penutupan lahan DAS Kapuas menggunakan citra Sentinel-2

1.3 Manfaat

Hasil penelitian ini dapat menjadi dasar yang kuat untuk mendukung pengembangan kebijakan dan regulasi terkait rehabilitasi DAS Kapuas. Informasi yang diperoleh dapat digunakan untuk merancang kebijakan yang mempromosikan perlindungan dan pemulihan ekosistem DAS, serta mendorong praktek pengelolaan lahan yang

berkelanjutan. Dengan pemahaman yang lebih baik tentang perubahan lahan dan dampaknya, masyarakat dapat terlibat dalam upaya rehabilitasi melalui partisipasi aktif dalam kegiatan restorasi lahan, pengelolaan sumber daya alam yang berkelanjutan, dan pelestarian lingkungan.

2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Identifikasi, Penutupan Lahan, dan Daerah Aliran Sungai

Identifikasi merupakan pengamatan dan pengenalan obyek pada citra penginderaan jauh berdasarkan sifat citranya, dengan menggunakan keterangan yang cukup (F. Sri Hardiyanti P dan T. Budi Sanjoto 2008). Penutupan hutan merupakan vegetasi dengan komposisi dan kerapatan tertentu, sehingga dapat tercipta fungsi hutan antara lain iklim mikro, tata air, dan tempat hidup satwa sebagai satu ekosistem hutan. Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya yang dibatasi oleh pemisah topografi berupa punggung bukit atau gunung yang berfungsi menampung air yang berasal dari curah hujan, menyimpan dan mengalirkannya ke danau atau laut secara alami (PermenLHK Nomor 7 Tahun 2021).

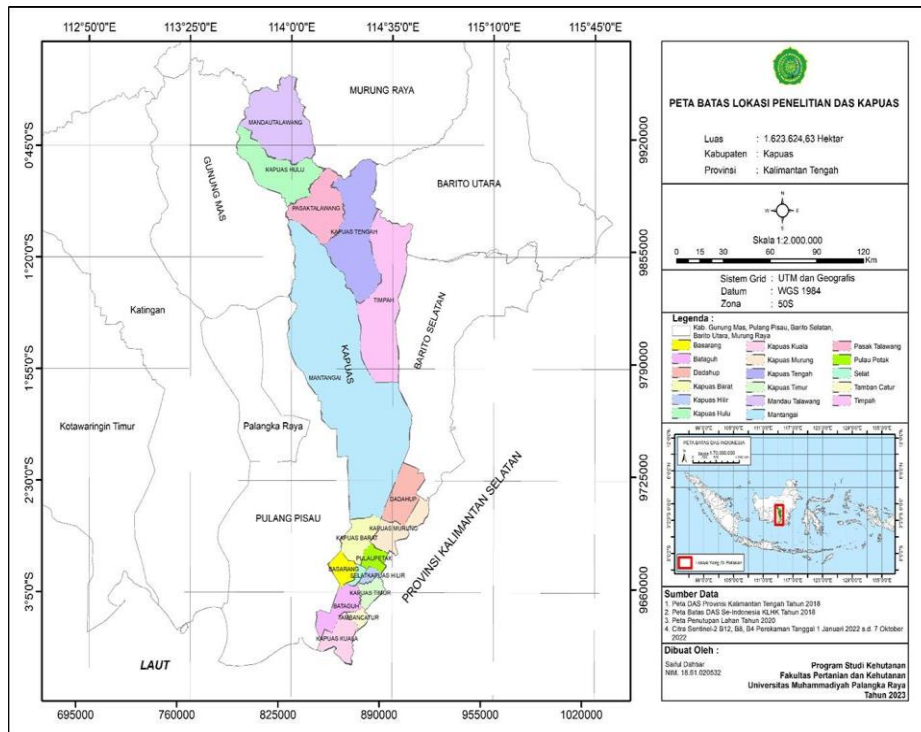
2.1. Citra Satelit Sentinel-2

Citra satelit adalah gambar yang dihasilkan dari kegiatan penginderaan permukaan bumi menggunakan sensor yang dipasang pada satelit (PermenLHK Nomor 7 Tahun 2021). Sentinel-2 merupakan program copernicus, yang berada di bawah European Space Agency (ESA), meluncurkan Sentinel-2A pada 23 Juni 2015, gambar pertama diterima beberapa hari kemudian. Sentinel-2B kemudian diluncurkan pada 7 Maret 2017. Satelit sentinel-2 terdiri dari 2 satelit kembar yang memindai permukaan bumi secara simultan pada sudut 180° tiap satelitnya, bidang pandang yang luas yaitu 290 km. Tujuan utama misi Sentinel-2 adalah menyediakan data satelit beresolusi tinggi untuk pemantauan penutupan/ penggunaan lahan, perubahan iklim, dan pemantauan bencana. Tujuan penting lainnya adalah untuk melengkapi program satelit global lainnya seperti program satelit Landsat dan SPOT (Satellite Pour l'Observation de la Terre) dengan memastikan kesinambungan pemantauan dinamika di permukaan bumi (D Phiri et al. 2020).

3 METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Oktober 2022 sampai dengan Maret 2023. Penelitian dilaksanakan di DAS Kapuas secara geografis terletak antara 0°8'48"- 3°27'00" Lintang Selatan dan 112°2'36"- 114°44'00" Bujur Timur, peta batas lokasi penelitian DAS Kapuas pada Gambar 1.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian DAS Kapuas

3.1 Alat dan Bahan Penelitian

Tabel 1. Alat yang digunakan dalam penelitian

No.	Alat Penelitian Yang Digunakan	Spesifikasi
1.	Google Earth Engine (GEE)	Platform komputasi menjalankan analisis geospasial pada infrastruktur Google
2.	Smartphone	Android 10
3.	Software Carry Map	Versi 5.6
4.	Drone chopter	Mavic Air 2s
5.	Receiver GPS	Garmin 62s
6.	Alat tulis	Alat menulis
7.	Kamera	EOS D200
8.	Laptop	Core i3 Ram 12 Gb Rom 256 Gb Windows 10
9.	Software ArcGis	Versi 10.8
10.	Software Microsoft Excel	Versi 2016
11.	Software Microsoft Word	Versi 2016

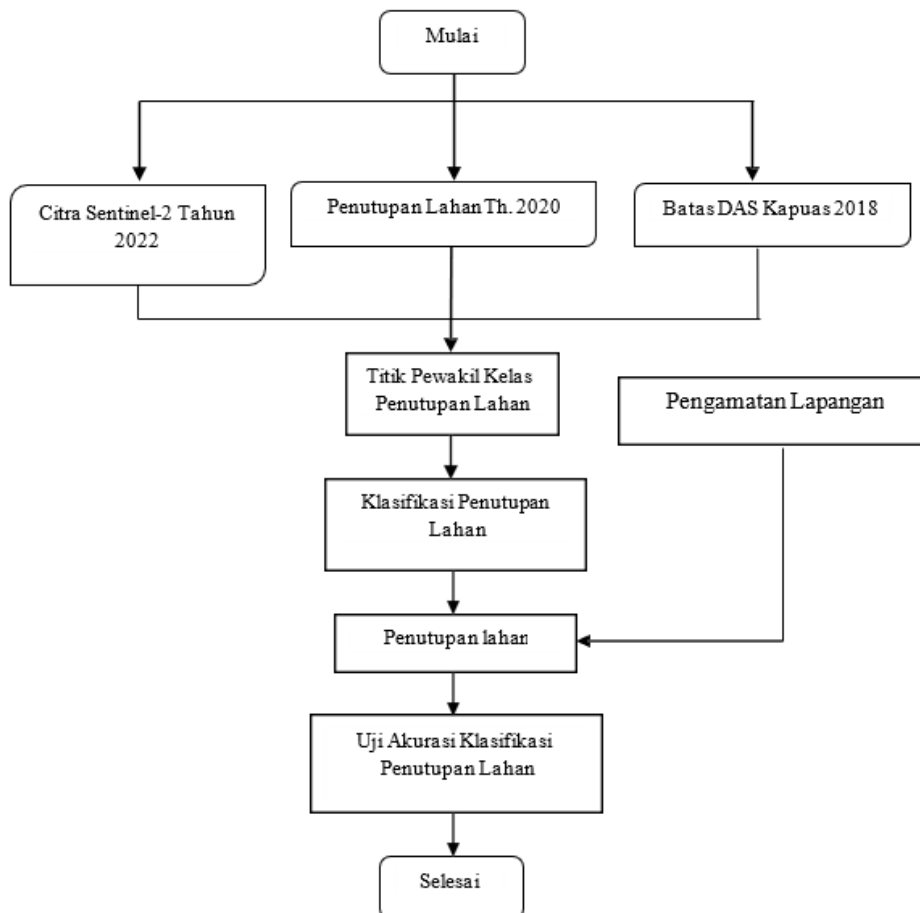
Tabel 2. Bahan yang digunakan dalam penelitian

No.	Bahan	Sumber	Skala/ Resolusi
1.	Data Primer :		
	Citra Satelit Sentinel-2 (perekaman mulai tgl. 1 Januari 2022 s.d. tgl. 7 Oktober 2022)	Google Earth Engine (GEE) https://code.earthengine.google.com/	10 meter

Batas DAS Kapuas Tahun 2018	Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK)	1:50.000
Penutupan Lahan Provinsi Kalimantan Tengah Tahun 2020	Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK)	1:250.000
Data Hasil Ground Check/ Pengamatan Lapangan	Foto Panorama dari drone	Resolusi Horizontal 72 dpi Resolusi Vertikal 72 dpi
2. Data Sekunder :		
Batas Administrasi Desa, Kecamatan, Jaringan Jalan dan Sungai Kabupaten Kapuas RBI 2019	Badan Informasi Geospasial (BIG)	1:50.000
Citra SPOT 6/7 (perekaman Tahun 2016 dan Landsat 7)	Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN)	1,5 meter

3.2 Prosedur Pengumpulan Data dan Analisis Data

Prosedur pengumpulan data dan analisis data penelitian secara umum pada diagram ini:



Gambar 2. Diagram alir tahapan penelitian

3.3 Pengumpulan Data

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif secara spasial atau berbasis geografis. Pengumpulan bahan data untuk melakukan penelitian ini sangat diperlukan berupa data primer dan data sekunder. Data primer berupa pengamatan lapangan berupa foto penutupan lahan atau karakteristik penutupan lahan, sedangkan data sekunder citra Sentinel-2, peta batas DAS Kapuas, dan peta penutupan lahan tahun 2020. Pra pengolahan citra Sentinel terdiri dari dua tahap. Pertama, pemotongan citra dengan batas DAS Kapuas, hasil yang didapatkan dari tahap ini adalah citra yang sesuai dengan batas DAS Kapuas dengan kanal shortwave infrared (B12), near infrared (B8A), dan red (B4). Kedua, koreksi geometrik mengubah proyeksi citra dari proyeksi geografis menjadi proyeksi universal transverse mercator zone 50S.

3.4 Analisis Data

Pembuatan titik perwakilan setiap kelas penutupan lahan dengan batas minimum 50 titik ditentukan secara acak. Kelas penutupan lahan KLHK disederhanakan menjadi 10 kelas. Klasifikasi penutupan lahan menggunakan algoritma *Random Forest (RF)*. Algoritma RF adalah mengimplementasikan *bootstrap aggregating (bagging)* dan *random feature selection* (Breiman 2001), dalam RF banyak pohon ditumbuhkan sehingga terbentuk hutan (*forest*). Prosedur dalam membangun algoritma klasifikasi RF pada gugus data latih dengan n amatan dan p variabel penjelas sebagai berikut:

1. Melakukan penarikan contoh acak berukuran n (*bootstrap*).
2. Membangun pohon klasifikasi tunggal menggunakan gugus data latih baru yang terbentuk dari proses *bootstrap*, Pembangunan pohon klasifikasi dilakukan dengan mengimplementasikan *random forest selection* dengan pemilihan peubah penjelas secara acak dengan $m < p$. Setelah itu, m peubah penjelas dipilih variabel terbaik sebagai penyekat dan dilanjutkan dengan menyekat menjadi dua simpul baru. Proses ini berlangsung sampai ukuran minimum amatan dalam simpul tercapai.
3. Mengulangi prosedur pada langkah 1 dan 2 sebanyak k kali sehingga diperoleh k buah pohon klasifikasi. Tiap pohon klasifikasi menghasilkan satu suara, dengan demikian didapatkan k buah suara. Penentuan klasifikasi didasarkan pada suara terbanyak (*majority vote*).

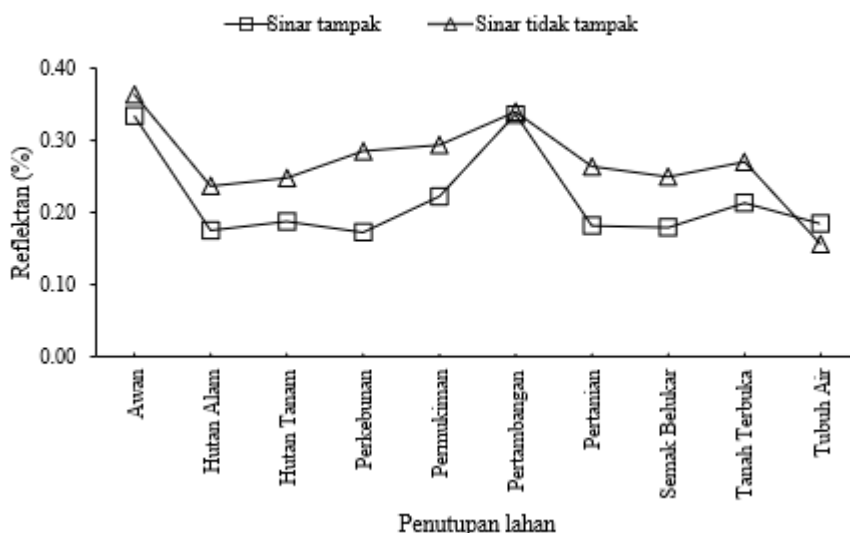
4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Karakteristik Reflektan Penutupan Lahan DAS Kapuas

Karakteristik reflektan penutupan lahan di DAS Kapuas berdasarkan parameter nilai spektral menunjukkan bahwa kecenderungan pola yang sama untuk semua penutupan antara sinar tampak (*blue*, *green*, dan *red*) dan sinar tidak tampak (*NIR*, *SWIR-1* dan *SWIR-2*). Namun kecenderungan nilai rerata reflektan sinar tidak tampak lebih tinggi dari pada sinar tampak rerata selisih sebesar (0,07%). Sinar tidak tampak lebih sensitif terhadap objek vegetasi dan tanah. Menurut (Indarto 2017) radiasi inframerah masuk kedalam struktur daun dan secara intensif dibelokkan kesegala arah oleh struktur internal daun yang kompleks sehingga menghasilkan reflektan yang tinggi, selain itu juga objek tanah kering menghasilkan reflaktannya yang tinggi pada sinar tidak tampak. Hal ini juga dapat dipengaruhi dari resolusi spasial citra satelit, dimana nilai reflektan yang terekam satelit masih dapat

dipengaruhi oleh objek lain dalam satu piksel (Prasetyo *et al.* 2019).

DAS Kapuas identik dengan pertambangan pasir kuarsa (tanah kering) sehingga menghasilkan reflektan yang tinggi pada sinar tampak dan sinar tidak tampak. Objek air khususnya tubuh air, sinar tampak lebih sensitif daripada sinar tidak tampak. Menurut (Indarto 2017) tubuh air yang jernih dan dalam banyak menyerap sinar tidak tampak sehingga hanya sedikit yang direfleksikan. Keadaan ini menjadi nilai reflektan yang terekam bukan murni nilai reflektansi perairan/ tubuh air dan sedimen/ tanah (Prasetyo *et al.* 2019). Awan yang terekam pada citra juga dapat membuat nilai spektral yang terekam satelit, masih dapat dipengaruhi dari awan ataupun kabut terhadap objek lain yang berada dibawahnya. Hal ini diperkuat pernyataan dari Utami *et al.* (2016) bahwa kondisi citra satelit akan mengalami penurunan kualitas sehingga mempengaruhi reflektan terhadap objek akibat mendapat gangguan dari atmosfer, awan maupun kabut. Nilai karakteristik reflektan sinar tampak maupun sinar tidak tampak terhadap penutupan lahan di DAS Kapuas menggunakan citra sentinel-2



Gambar 3. Reflektan penutupan lahan DAS Kapuas

Berikut ini adalah tabel yang memuat hasil rerata reflektansi sinar tampak dan sinar tidak tampak untuk setiap kelas penutupan lahan di DAS Kapuas beserta deskripsi karakteristik reflektivitasnya:

Tabel 3. Rerata reflektansi sinar

Kelas penutupan lahan	Rerata reflektansi sinar tampak	Rerata reflektansi sinar tidak tampak	Karakteristik Reflektivitas
Awan	0,33 piksel	0,36 piksel	Awan memiliki kemampuan yang relatif rendah dalam memantulkan sinar tampak dan tidak tampak, mungkin disebabkan oleh absorpsi atau penyerapan cahaya.
Hutan alam	0,18 piksel	0,24 piksel	Hutan alam cenderung menyerap lebih banyak sinar tampak daripada memantulkannya, namun memiliki kemampuan sedang dalam memantulkan

Kelas penutupan lahan	Rerata reflektansi sinar tampak	Rerata reflektansi sinar tidak tampak	Karakteristik Reflektivitas
			sinar tidak tampak, seperti sinar inframerah.
Hutan tanaman	0,19 piksel	0,25 piksel	Hutan tanaman memiliki kemampuan sedang dalam memantulkan sinar tampak dan sinar tidak tampak.
Perkebunan	0,17 piksel	0,28 piksel	Perkebunan memiliki kemampuan rendah dalam memantulkan sinar tampak dan kemampuan sedang dalam memantulkan sinar tidak tampak.
Pertanian	0,18 piksel	0,26 piksel	Pertanian memiliki kemampuan sedang dalam memantulkan sinar tampak dan sinar tidak tampak.
Semak belukar	0,18 piksel	0,25 piksel	Semak belukar memiliki kemampuan sedang dalam memantulkan sinar tampak dan sinar tidak tampak.
Tanah terbuka	0,21 piksel	0,27 piksel	Tanah terbuka memiliki kemampuan sedang dalam memantulkan sinar tampak dan sinar tidak tampak.
Pertambangan	0,34 piksel	0,34 piksel	Pertambangan memiliki kemampuan sedang dalam memantulkan sinar tampak dan sinar tidak tampak.
Permukiman	0,22 piksel	0,29 piksel	Permukiman memiliki kemampuan sedang dalam memantulkan sinar tampak dan sinar tidak tampak.
Tubuh air	0,18 piksel	0,16 piksel	Tubuh air cenderung menyerap lebih banyak sinar tampak daripada memantulkannya, namun memiliki kemampuan tinggi dalam memantulkan sinar tidak tampak, seperti sinar inframerah.

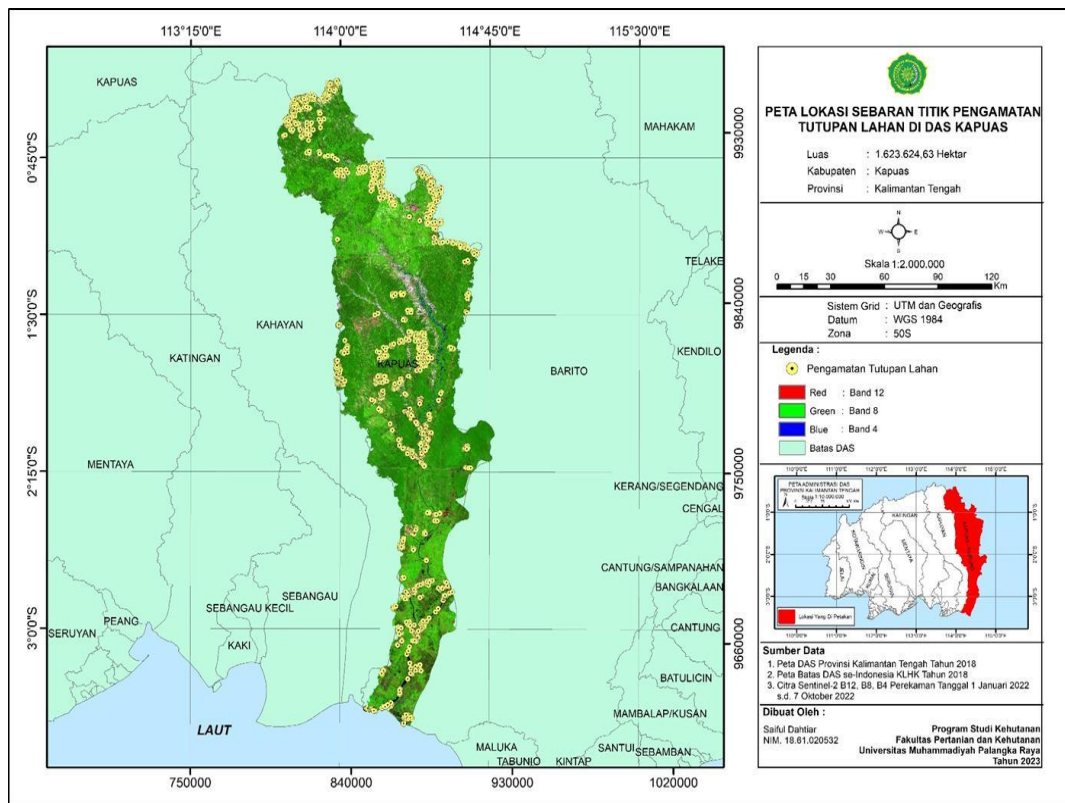
Sumber : Hasil penelitian 2022

Tabel di atas menyajikan nilai rerata reflektansi sinar tampak dan sinar tidak tampak untuk setiap kelas penutupan lahan di DAS Kapuas beserta deskripsi mengenai karakteristik reflektivitas masing-masing kelas. Nilai reflektansi ini

memberikan gambaran tentang kemampuan setiap kelas penutupan lahan dalam memantulkan sinar dan deskripsi tersebut menjelaskan karakteristik reflektivitasnya.

4.2. Klasifikasi Penutupan lahan DAS Kapuas

Klasifikasi penutupan lahan DAS Kapuas terbagi menjadi 10 kelas penutupan lahan, yaitu meliputi kelas hutan alam, hutan tanaman, semak/ belukar, tanah/ lahan terbuka, pertambangan, pertanian, perkebunan, permukiman, tubuh air, dan awan. Sebanyak 3.284 titik sampel digunakan sebagai data referensi untuk mengukur akurasi data penutupan lahan KLHK tahun 2020 dan luas penutupan lahan DAS Kapuas.



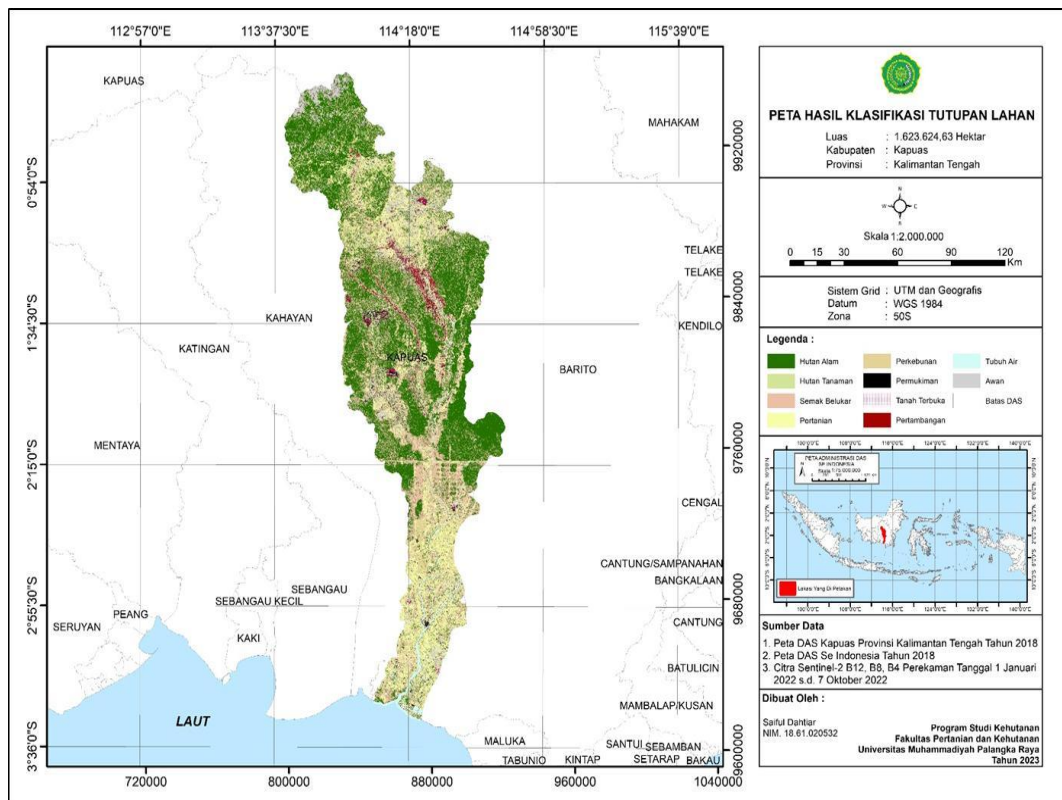
Gambar 4. Peta Lokasi Sebaran Titik Pengamatan di DAS Kapuas

Tabel 4. Luas dan Persentasi Penutupan Lahan

No.	Penutupan lahan	Luas (Ha)	Persentase (%)
1.	Hutan Alam (H)	677.551,83	41.70
2.	Hutan Tanaman (Ht)	37.017,68	2.28
3.	Semak/Belukar (B)	388.049,98	23.88
4.	Tanah/Lahan Terbuka (T)	11.406,68	0.70
5.	Pertambangan (Tm)	23.827,30	1.47
6.	Pertanian (Pt)	294.019,04	18.09
7.	Perkebunan (Pk)	43.273,03	2.66
8.	Permukiman (Pm)	26.125,36	1.61
9.	Tubuh Air (A)	40.917,92	2.52
10.	Awan (Aw)	82.775,89	5.09
Total		1.624.964,71	100

Sumber : Hasil penelitian 2022

Berdasarkan tabel diatas menunjukkan terdapat tiga kelas penutupan lahan yang paling besar proporsinya yaitu; hutan alam 667.55 ha (41.70%), semak belukar 338.04 ha (23.88%), dan pertanian 294.01 ha (18.09%), sedangkan tiga kelas penutupan lahan yang proporsinya lebih rendah yaitu; permukiman 26.12 ha (1.61%), pertambangan 23.82 ha (1.47%), dan lahan terbuka 11.40 ha (0.70%). Penutupan lahan semak belukar memiliki peluang menjadi hutan kembali melalui proses alami atau campur tangan manusia. Hal ini tegaskan oleh (Purwanto 2015) bahwa deforestasi di pulau Kalimantan mayoritas berubah menjadi semak belukar setelah diambil kayunya kemudian dibiarkan atau tidak kelola. Peta hasil klasifikasi penutupan lahan.



Gambar 5. Peta Hasil Klasifikasi Penutupan Lahan

Hasil penelitian ini dibandingkan dengan penutupan lahan KLHK tahun 2020 (Gambar 8) menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kelas penutupan lahan dan luas. Pada penelitian ini terdapat kelas awan, sedangkan penutupan lahan KLHK tidak memiliki kelas awan. Penelitian ini juga menghasilkan perbedaan luas dengan penutupan KLHK, selisih perbedaan luas untuk hutan alam (-75.89 ha), hutan tanaman (+26.08 ha), semak/belukar (+118.08 ha), tanah/lahan terbuka (-26.63 ha), pertambangan (-10.19 ha), pertanian (+30.66 ha), perkebunan (-81.45 ha), permukiman (+17.79 ha), tubuh air (+17.79 ha), dan awan (+82.77 ha).

Perbedaan kelas penutupan lahan dan luas disebabkan oleh beberapa tiga faktor. Pertama, perbedaan teknik untuk mengidentifikasi penutupan lahan, penelitian ini menggunakan teknik klasifikasi digital atau berbasis piksel untuk mengelaskan penutupan lahan berdasarkan kemiripan nilai piksel (warna), sedangkan KLHK menggunakan teknik interpretasi visual dengan pendekatan beberapa elemen interpretasi (Gambar 2). Kedua, faktor negara tropis seperti Indonesia awan tebal, awan tipis dan banyangan awan tidak terhindarkan dengan demikian menyebabkan kesalahan klasifikasi penutupan lahan. Ketiga, faktor perbedaan perekaman citra, penelitian ini menggunakan perekaman citra Sentinel- 2 tahun 2022 menghasilkan penutupan lahan, sedangkan penutupan lahan KLHK perekaman citra Landsat-8 tahun 2020, sehingga terdapat peluang ketidaksesuaian atau kemungkinan belum diperbaharui kelas penutupan lahan dan luasnya. Menurut (Kosasih et al. 2019) klasifikasi penutupan lahan dengan teknik interpretasi visual lebih akurat kappa akurasi 93% daripada klasifikasi digital kappa akurasi 92%, selain itu juga (Utami et al. 2022) menyatakan teknik interpretasi visual lebih akurat kappa akurasi 97%, dari pada teknik klasifikasi digital kappa akurasi 70%.

5 KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan bahwa karakteristik reflektan penutupan lahan DAS Kapuas kecenderungan dengan nilai rerata reflektan sinar tidak tampak lebih tinggi daripada sinar tampak rerata selisih sebesar (0,07%), klasifikasi penutupan lahan DAS Kapuas terdiri dari hutan alam (677.66 ha), hutan tanaman (37.01 ha), semak/belukar (388.04 ha), tanah/lahan terbuka (11.40 ha), pertambangan (23.82 ha), pertanian (294.01 ha), perkebunan (43.28 ha), permukiman (26.12 ha), tubuh air (40.91 ha), dan awan (82.77 ha), serta akurasi klasifikasi penutupan lahan untuk akurasi keseluruhan 93.88% dan akurasi kappa 92.8%, dengan demikian identifikasi penutupan lahan menggunakan citra Sentinel-2 dapat menjadi salah satu informasi dasar untuk mendukung pengelolaan hutan di DAS Kapuas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik Kapuas. (2022). Kabupaten Kapuas dalam angka 2022. Kapuas.
- [2] Cui, X., Liu, S., & Wei, X. (2012). Impacts of forest changes on hydrology: A case study of large watersheds in the upper reaches of Minjiang River watershed in China. *Hydrology and Earth System Sciences*, 16(11), 4279-4290. <https://doi.org/10.5194/hess-16-4279-2012>
- [3] Indarto, I. (2017). Penginderaan jauh: Metode analisis & interpretasi citra. Penerbit Andi.
- [4] Jaya, I. N. S., & Etyarsah, S. (2021). Analisis citra digital perspektif penginderaan jauh untuk pengelolaan sumber daya alam. PT Penerbit IPB Press.
- [5] Nugrahanto, E. B., Adi, R. N., Supangat, A. B., & Nugroho, N. P. (2018). Pengaruh persentase penutupan hutan terhadap debit puncak di Sub Daerah Aliran Sungai Hutan Alam Kabupaten Tanah Laut. *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (Journal of Watershed Management Research)*, 2(2), 123-136.
- [6] Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2021 Tentang Perencanaan Kehutanan, Perubahan Peruntukan Kawasan Hutan Dan Perubahan Fungsi Kawasan Hutan, Serta Penggunaan Kawasan Hutan. Jakarta.
- [7] Phiri, D., Simwanda, M., Salekin, S., Nyirenda, V. R., Murayama, Y., & Ranagalage, M. (2020). Sentinel-2 data for land cover/use mapping: A review. *Remote Sensing*, 12(14), 2291. <https://doi.org/10.3390/rs12142291>
- [8] Prasetyo, B. A., Rochaddi, B., & Satriadi, A. (2019). Aplikasi citra Sentinel-2 untuk pemetaan sebaran material padatan tersuspensi di muara Sungai Wulan Demak. *Journal of Marine Research*, 8(4), 379-386. <https://doi.org/10.2407-7690>
- [9] Purwanto, J., Rusolono, T., & Prasetyo, L. (2015). Spatial model of deforestation in Kalimantan from 2000 to 2013. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*, 21(3), 110-118. <https://doi.org/10.7226/jtjm.21.3.110>
- [10] Talukdar, S., Singha, P., Mahato, S., Pal, S., Liou, Y.-A., & Rahman, A. (2020). Land-use land-cover classification by machine learning classifiers for satellite observations—A review. *Remote Sensing*, 12(7), 1135. <https://doi.org/10.3390/rs12071135>
- [11] Utami, F. P., Prasetyo, Y., & Sukmono, A. (2016). Analisis spasial perubahan luasan mangrove akibat pengaruh limpasan sedimentasi tersuspensi dengan metode penginderaan jauh (Studi kasus: Segara Anakan Kabupaten Cilacap, Jawa Tengah). *Jurnal Geodesi Undip*, 5(1), 305-315. <https://doi.org/10.14710/jgundip.2016.10602>
- [12] Wang, K., Franklin, S., Guo, X., & Cattet, M. (2010). Remote sensing of ecology, biodiversity and conservation: A review from the perspective of remote sensing specialists. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 10(11), 9647-9676. <https://doi.org/10.3390/s101109647>