

DINAMIKA PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN DAN STOK KARBON DI KABUPATEN GROBOGAN

Haqqo Haulin Alfaya; Danardono

Program Studi Geografi, Fakultas Geografi, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Abstrak

Perubahan tutupan lahan di Kabupaten Grobogan dipengaruhi oleh pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat pada tahun 2019 hingga 2021. Pertumbuhan penduduk menyebabkan perubahan tutupan lahan yang memiliki implikasi terhadap peningkatan emisi gas rumah kaca yang berkontribusi pada pemanasan global. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis perubahan tutupan lahan dan stok karbon dalam kurun waktu periode tahun 2013 dan 2023 di Kabupaten Grobogan. Metode yang digunakan untuk menganalisis perubahan tutupan lahan adalah overlay data ini diperoleh dari hasil olah citra satelit landsat 8 dengan metode klasifikasi terbimbing dan metode untuk mengetahui besaran stok karbon digunakan metode ICLEI dengan mengalikan luas setiap tutupan dengan konstanta emisi karbon. Hasil penelitian menunjukkan terjadi penurunan luas tutupan lahan diantaranya hutan tanaman berkurang 12.294,68 ha dan sawah 7.695,74 ha, sedangkan tutupan lahan yang mengalami penambahan diantaranya pertanian lahan kering bertambah 14.024,1 ha dan lahan terbangun 5.966,32 ha. Stok karbon mengalami peningkatan pada tutupan lahan pertanian lahan kering yang bertambah 140.241 ton C, serta yang mengalami penurunan hutan tanaman 786.859,52 ton C dan sawah 15.391,48 ton C. Alih fungsi hutan tanaman menjadi pertanian lahan kering memberikan kontribusi terbesar terhadap penurunan stok karbon dengan penurunan stok karbon mencapai 663.912,93 ton C.

Kata kunci: perubahan tutupan lahan, perubahan iklim, ICLEI

Abstract

Land cover change in Grobogan Regency is influenced by the increasing population growth from 2019 to 2021. Population growth causes land cover changes that have implications for increasing greenhouse gas emissions that contribute to global warming. The purpose of this study was to analyze land cover change and carbon stock within the period of 2013 and 2023 in Grobogan Regency. The method used to analyze land cover change is overlaying this data obtained from the processing of Landsat 8 satellite images with the guided classification method and the method to determine the amount of carbon stock is the ICLEI method by multiplying the area of each cover by the carbon emission constant. The results showed a decrease in the area of land cover including plantation forests reduced by 12,294.68 ha and rice fields 7,695.74 ha, while land cover that experienced an increase including dry land agriculture increased by 14,024.1 ha and built-up land 5,966.32 ha. Carbon stocks increased in dry land agricultural land cover which increased by 140,241 tons C, and decreased in plantation forests by 786,859.52 tons C and rice fields by 15,391.48 tons C. The conversion of plantation forests to dry land agriculture contributed the most to the decrease

in carbon stocks with a decrease in carbon stocks reaching 663,912.93 tons C.

Keywords: land cover change, climate change, ICLEI

1. PENDAHULUAN

Perkembangan zaman telah membawa perubahan dalam berbagai aspek kehidupan manusia, termasuk dalam hal penggunaan lahan. Di Indonesia sebagai negara berkembang dengan populasi besar, dinamika perubahan penggunaan lahan terlihat jelas. Fenomena perubahan tutupan lahan dipengaruhi oleh kebutuhan akan lahan yang meningkat sejalan dengan pertumbuhan populasi di suatu wilayah. Jumlah penduduk Provinsi Jawa Tengah berdasarkan hasil sensus penduduk tahun 2020 sebanyak 36,52 juta jiwa. Jumlah penduduk Provinsi Jawa Tengah ini naik 4,1 juta jiwa dibandingkan dengan tahun 2010. Laju pertumbuhan penduduk di Jawa tengah sebesar 1,17% per tahun dan lebih cepat 0,37% dibandingkan pada periode 2000-2010. Kabupaten Grobogan sebagai bagian dari Provinsi Jawa Tengah tidak luput dari fenomena ini. Kabupaten Grobogan juga menghadapi tekanan perubahan penggunaan lahan. Perkembangan ekonomi dan pertumbuhan penduduk telah mendorong perubahan tutupan lahan dari yang sebelumnya didominasi pertanian menjadi lebih beragam, seperti pembangunan kawasan permukiman, perdagangan dan jasa, perindustrian, dan lain-lain. Menurut Prihatin (2015) Pesatnya pertumbuhan penduduk dan aktivitas pembangunan di berbagai sektor akan meningkatkan permintaan lahan. Inilah yang akan mendorong perubahan fungsi lahan pertanian menjadi lahan non-pertanian. Agung (2018) menyatakan bahwa tingginya permintaan lahan terbangun dipengaruhi oleh meningkatnya pertumbuhan penduduk perkotaan, baik melalui faktor alami (fertilitas dan mortalitas) maupun migrasi. Berdasarkan proyeksi penduduk, jumlah penduduk Kabupaten Grobogan pada tahun 2021 mencapai 1.465.510 jiwa dengan laju pertumbuhan sebesar 0,82%. Seiring bertambahnya jumlah penduduk, kepadatan penduduk dalam tiga tahun terakhir (2019–2021) juga menunjukkan peningkatan, yaitu dari 684 jiwa/km² pada tahun 2019 menjadi 735 jiwa/km² pada tahun 2021.

Perubahan tutupan lahan merupakan fenomena global yang semakin intensif seiring bertambahnya populasi, yang berdampak pada berbagai aspek lingkungan, termasuk peningkatan emisi gas rumah kaca yang berkontribusi terhadap perubahan iklim global. Emisi gas rumah kaca (GRK) merupakan faktor utama yang mendorong pemanasan global dan perubahan iklim. Gas rumah kaca adalah gas yang menimbulkan efek rumah kaca, salah satunya adalah emisi karbon dioksida. Salah satu sumber emisi gas rumah kaca berasal dari

perubahan tutupan lahan dan hutan, yang menyumbang sekitar 18-20% dari total emisi, dengan perkiraan emisi karbon tahunan mencapai 1,6 miliar ton karbon (Djaudin, 2018). Menurut Liu (2022) emisi gas rumah kaca terutama emisi karbon dioksida (CO_2) telah meningkat pesat seiring dengan pertumbuhan populasi manusia. Aktivitas manusia memberikan kontribusi besar terhadap akumulasi gas-gas kimia di atmosfer. Berbagai aktivitas manusia, termasuk polusi dari penggunaan bahan bakar fosil seperti batu bara, minyak, dan gas alam untuk transportasi, industri, keperluan rumah tangga, dan penggundulan hutan, berkontribusi terhadap emisi karbon dioksida.

Perubahan tutupan lahan berpengaruh terhadap jumlah karbon yang dihasilkan. Perubahan tutupan lahan berkontribusi terhadap peningkatan emisi gas rumah kaca, ketika lahan vegetasi, seperti hutan dan lahan pertanian diubah menjadi lahan terbangun, sehingga karbon yang tersimpan dalam tanaman dan tanah dilepaskan ke atmosfer. Hal ini menunjukkan bahwa konversi lahan dapat memperburuk efek pemanasan global dengan meningkatkan konsentrasi CO_2 dan gas rumah kaca lainnya di atmosfer. Bhan (2021) menjelaskan bahwa emisi yang dihasilkan dari perubahan penggunaan lahan terjadi karena pelepasan karbon akibat konversi lahan dari satu jenis penggunaan ke jenis lain dengan kepadatan karbon yang berbeda (contohnya dari hutan ke lahan pertanian) atau karena perubahan intensitas dalam penggunaan lahan pada kategori tertentu (seperti perubahan hutan yang diregenerasi secara alami menjadi area perkebunan).

Perubahan tutupan lahan dapat berdampak langsung terhadap keseimbangan karbon. Oleh karena itu, penelitian ini akan memberikan informasi mengenai potensi karbon pada setiap tutupan lahan yang akan diperlukan untuk mendukung kegiatan penurunan emisi GRK. Analisis tutupan lahan dan stok karbon Kabupaten Grobogan menjadi penting dalam menjaga kualitas lingkungan. Sehingga perlu dilakukan penelitian terkait perubahan tutupan lahan dan stok karbon dalam kurun waktu periode tahun 2013 dan 2023. Perubahan tutupan lahan dapat dianalisis melalui data penginderaan jauh yaitu dengan citra landsat 8 yang diambil pada beberapa tahun berbeda sehingga akan terlihat perubahan tutupan lahannya. Stok karbon diperoleh dari perhitungan dengan pendekatan kalkulator GRK yang dikembangkan oleh ICLEI. Pendekatan ICLEI mengintegrasikan data setiap jenis tutupan lahan dengan emisi stok karbon, karena setiap tipe tutupan lahan memiliki kapasitas yang berbeda dalam menyerap dan menyimpan karbon. Perhitungan stok karbon didapatkan dengan mengalikan luas setiap tutupan lahan dengan konstanta stok karbon berdasarkan jenis tutupan lahan di Kabupaten Grobogan.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode analisis data sekunder dan survei lapangan. Data sekunder diperoleh dari citra satelit Landsat 8 yang diolah secara digital untuk mendapatkan data perubahan tutupan lahan. Pengambilan sampel dilakukan dengan teknik *purposive sampling* untuk menentukan lokasi sampel. Analisis data menggunakan metode analisis spasial dan deskriptif kuantitatif. Analisis spasial digunakan untuk mengkaji perubahan tutupan lahan, sedangkan analisis deskriptif kuantitatif digunakan untuk menghitung besarnya stok karbon.

2.1. Metode Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel pada penelitian ini dilakukan dengan tujuan memverifikasi dan meningkatkan akurasi hasil klasifikasi citra satelit. Dengan membandingkan data lapangan dengan hasil interpretasi citra untuk mengidentifikasi dan mengoreksi kesalahan klasifikasi, sehingga dapat menilai sejauh mana klasifikasi yang dilakukan melalui pengolahan citra digital mencerminkan kondisi sebenarnya di lapangan. Metode penentuan titik lokasi pengambilan sampel pada penelitian ini dilakukan dengan cara *purposive sampling* dengan pertimbangan-pertimbangan tertentu dalam mengambil sampelnya. Pengambilan sampel berdasar metode *purposive sampling* ini dengan mempertimbangkan aksesibilitas dan representatif. Representatif yang dimaksud untuk mewakili keseluruhan setiap tutupan lahan.

2.2 Metode Pengumpulan Data

Data yang diperlukan untuk mengetahui luas tutupan lahan Kabupaten Grobogan tahun 2013 dan 2023 dengan cara pengolahan citra satelit landsat 8 dengan menggunakan klasifikasi terbimbing untuk mendapatkan data setiap tutupan lahannya. Serta data yang diperlukan untuk mengetahui stok karbon pada tutupan lahan di Kabupaten Grobogan yaitu dengan data tutupan lahan di Kabupaten Grobogan tahun 2013 dan 2023, data tersebut kemudian dikalikan dengan konstanta stok karbon untuk mendapatkan stok karbon dari setiap tutupan lahannya.

2.3 Pengolahan Data

2.3.1 Perubahan Tutupan Lahan di Kabupaten Grobogan

a. Koreksi Citra

Mengunduh citra landsat 8 untuk area kabupaten grobogan kemudian mengoreksi citra dengan menggunakan menggunakan metode *Semi-Automatic Classification Plugin (SCP)* di *software QGIS*. Koreksi radiometrik dilakukan melalui menu *preprocessing* di panel SCP, dengan memilih landsat sebagai jenis sensor dan menerapkan koreksi atmosferik DOS1. Koreksi radiometrik dan atmosferik bertujuan untuk mengurangi efek atmosfer dan meningkatkan kualitas citra.

b. Komposit Citra

Setelah koreksi, band-band yang sudah dikoreksi digabungkan menggunakan *tool layer stacking* pada *software* Envi. Komposit citra adalah proses penggabungan beberapa band citra yang diperlukan selama pengolahan, yang kemudian diintegrasikan menjadi satu kesatuan. Komposit citra dibuat untuk membantu interpretasi visual dengan tujuan dari komposit citra adalah untuk mengidentifikasi objek berdasarkan informasi yang terdapat dalam setiap saluran citra yang digunakan.

c. Klasifikasi Tutupan Lahan

Metode klasifikasi yang digunakan dengan metode klasifikasi terbimbing (*supervised*). Tahap klasifikasi terbimbing diawali dengan penentuan kelas-kelas tutupan lahan yang akan diidentifikasi. Proses klasifikasi tutupan lahan dimulai dengan pengambilan sampel menggunakan *tool Region of Interest (ROI)* dibuat untuk setiap kelas yang mewakili masing-masing kelas tutupan lahan yang didigitasi secara manual. Setelah pembuatan sampel, proses klasifikasi dilanjutkan dengan menerapkan algoritma *Maximum Likelihood*. Algoritma ini mengasumsikan bahwa statistik untuk setiap kelas dalam setiap band terdistribusi normal dan menghitung probabilitas bahwa suatu piksel tertentu termasuk dalam kelas tertentu. Proses klasifikasi ini diulang untuk citra dari periode waktu yang berbeda yaitu untuk menghasilkan tutupan lahan pada periode tahun 2013 dan 2023.

d. Luas Tutupan Lahan

Hasil klasifikasi terbimbing yang telah dikategorikan ke dalam kelas-kelas tutupan lahan yang berbeda diimpor ke dalam *software* ArcGIS. Setelah data tersebut masuk ke dalam ArcGIS, langkah selanjutnya adalah mengkonversi data raster hasil klasifikasi menjadi data vektor (*polygon*) menggunakan *tool Raster to Polygon*. Setelah data berbentuk *polygon*, proses selanjutnya adalah setiap kelas tutupan lahan dikalkulasi menggunakan fitur *Calculate Geometry* yang tersedia dalam *attribute table* untuk mengetahui luas setiap tutupan lahannya. *Calculate geometry* merupakan *tool* dalam ArcGIS yang berfungsi untuk menghitung data GIS secara otomatis. Untuk memperoleh total luas setiap kelas tutupan lahan, dapat dilakukan proses *dissolve* berdasarkan atribut kelas tutupan lahan yang akan menggabungkan semua poligon dengan kelas yang sama dan menjumlahkan luasnya. Kalkulasi ini bertujuan untuk mengetahui luas tutupan lahan di kabupaten Grobogan tahun 2013 dan 2023.

e. Overlay

Overlay dalam penelitian ini digunakan untuk mengetahui perubahan tutupan lahan dalam kurun waktu 10 tahun dengan cara menggabungkan peta tutupan lahan tahun 2013 dan

tahun 2023. Sehingga menghasilkan informasi perubahan tutupan lahan di wilayah penelitian dalam kurun waktu 10 tahun.

f. Uji Akurasi

Uji akurasi dengan menggunakan metode uji akurasi kappa, yaitu membandingkan hasil klasifikasi citra dengan kondisi sebenarnya di lapangan. Uji akurasi dilakukan dengan membuat *confusion matrix* untuk mengetahui nilai akurasi Kappa. *Confusion matrix* adalah sebuah tabel untuk membandingkan hasil klasifikasi dengan data lapangan. *Confusion matrix* menjadi dasar untuk menghitung koefisien Kappa. Indeks Kappa berfungsi untuk mengetahui konsistensi akurasi dalam peta hasil klasifikasi. Semakin tinggi nilai indeks Kappa, semakin meningkat pula tingkat kepercayaan terhadap hasil uji akurasi yang diperoleh.

Confusion Matrix		Prediksi					
		Kelas A	Kelas B	Kelas C	...	Kelas Q	Σ
Aktual	Kelas A	x_{AA}	x_{AB}	x_{AC}	...	x_{AQ}	x_{A+}
	Kelas B	x_{BA}	x_{BB}	x_{BC}	...	x_{BQ}	x_{B+}
	Kelas C	x_{CA}	x_{CB}	x_{CC}	...	x_{CQ}	x_{C+}
	...	...	...	...	...	...	...
	...	...	...	...	...	...	...
	Kelas Q	x_{QA}	x_{QB}	x_{QC}	...	x_{QQ}	x_{Q+}
Σ		x_{+A}	x_{+B}	x_{+C}	...	x_{+Q}	Σ_{total}

Gambar 1. Confusion Matrix Multiclass

Sumber Putri, 2022

Menurut Jaya (2014) secara matematis rumus akurasi kappa , sebagai berikut:

$$Kappa\ accuracy = \frac{N \sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r x_{i+} x_{+i}}{N^2 - \sum x_{i+} x_{+i}} \times 100$$

Keterangan:

x_{ii} : Nilai diagonal dari matriks kontingensi baris ke-i dan kolom ke-i

x_{+i} : Jumlah piksel dalam kolom ke-i

x_{i+} : Jumlah piksel dalam baris ke-i

N : Banyaknya piksel dalam contoh

2.3.2 Perhitungan Stok Karbon pada Tutupan Lahan Kabupaten Grobogan

Perhitungan stok karbon dilakukan dengan menggunakan pendekatan kalkulator ICLEI. Dengan mengumpulkan data tutupan lahan dari berbagai periode waktu yang akan dibandingkan, dalam penelitian ini data yang digunakan tutupan lahan Kabupaten Grobogan Tahun 2013 dan 2023. Untuk menghitung stok karbon mengalikan data luas tutupan lahan (ha) dengan konstanta stok karbon setiap jenis tutupan lahan (ton C/ha).

Tabel 1. Nilai Konstanta Stok Karbon Berdasarkan Jenis Tutupan Lahan

Kelas Tutupan Lahan	Kode	Konstanta Stok Karbon (ton C/ha)
Hutan Mangrove Primer	Hmp / 2004	170
Hutan Mangrove Sekunder / bekas tebangan	Hms / 20041	120
Hutan Tanaman	Ht / 2006	64
Perkebunan / Kebun	Pk / 2010	63
Semak Belukar	B / 2007	30
Semak belukar rawa	Br / 20071	30
Savanna / Padang rumput	S / 3000	4,5
Pertanian Lahan Kering	Pt / 20091	10
Pertanian Lahan Kering Campur Semak / Kebun Campur	Pc / 20092	30
Sawah	Sw / 20093	2
Tambak	Tm / 20094	0
Lahan Terbangun	Pm / 2012	5
Transmigrasi	Tr / 20122	10
Lahan Terbuka	T / 2014	2,5
Pertambangan	Tb / 20141	0
Tubuh Air	A / 5001	0
Rawa	Rw / 50011	0
Awan	Aw / 2500	0
Bandara / Pelabuhan	Bdr/Plb / 20121	0

Sumber: Kurniawati, 2021

Penghitungan Stok Karbon Tutupan Lahan Kabupaten Grobogan Tahun 2013 dan 2023

- a. Penghitungan stok karbon tutupan lahan Kabupaten Grobogan tahun 2013 sebagai berikut:

$$C = \text{konstanta karbon} \times \text{luas tutupan lahan tahun 2013}$$

- b. Penghitungan stok karbon tutupan lahan Kabupaten Grobogan tahun 2023 sebagai berikut:

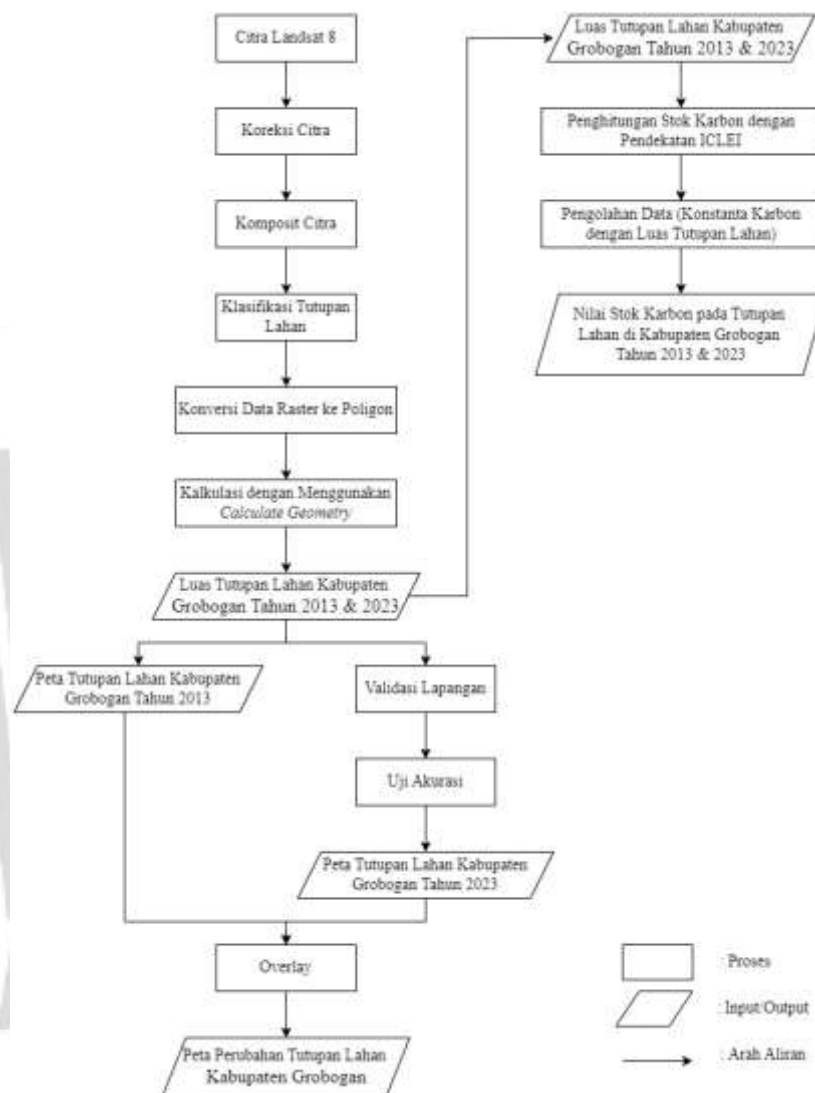
$$C = \text{konstanta karbon} \times \text{luas tutupan lahan tahun 2023}$$

2.4 Metode Analisis Data

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis spasial dan analisis deskriptif kuantitatif. Analisis spasial digunakan untuk menganalisis perubahan tutupan lahan dengan memanfaatkan metode overlay dari dua data spasial hasil klasifikasi tutupan lahan. Hasil overlay dapat menyajikan informasi mengenai luasan tutupan lahan yang didapatkan dari data spasial hasil klasifikasi tutupan lahan Kabupaten Grobogan pada tahun 2013 dan 2023. Analisis data yang digunakan untuk menganalisis stok karbon adalah analisis deskriptif kuantitatif. Analisis deskriptif kuantitatif digunakan untuk menjelaskan besaran stok karbon

pada tutupan lahan di Kabupaten Grobogan berdasarkan perhitungan menggunakan persamaan ICLEI.

Diagram alir dari penelitian ini disajikan sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis tutupan lahan di Kabupaten Grobogan dilakukan melalui interpretasi citra satelit landsat 8 dengan menggunakan teknik klasifikasi terbimbing. Berdasarkan hasil analisis spasial yang telah dilakukan, tutupan lahan di Kabupaten Grobogan diklasifikasikan menjadi 4 kelas tutupan lahan, yaitu hutan tanaman, pertanian lahan kering, sawah, dan lahan terbangun. Hasil uji akurasi klasifikasi tutupan lahan dengan membandingkannya terhadap hasil survei lapangan. Dari total 100 titik sampel yang diambil, hasil survei menunjukkan bahwa 94 titik sampel sesuai dengan kondisi lapangan. Tabel 2 merupakan *Confusion Matrix* tutupan lahan, serta perhitungan tingkat akurasi dengan *kappa accuracy* dapat dilihat sebagai berikut.

Tabel 2 *Confusion Matrix* Tutupan Lahan Kabupaten Grobogan

Hasil Survei						Total	Benar
Hasil Klasifikasi	HT	PT	SW	PM			
	HT	21	2	0	0	23	21
	PT	0	22	2	1	25	22
	SW	0	0	26	1	27	26
	PM	0	0	0	25	25	25
	Total	21	24	28	27	100	94

Keterangan: HT= Hutan Tanaman, PT = Pertanian Lahan Kering, SW = Sawah, dan PM = Lahan Terbangun

Sumber: Pengolahan penelitian, 2024

$$\begin{aligned}
 K &= \frac{(100 \times 94) - ((23 \times 21) + (25 \times 24) + (27 \times 28) + (25 \times 27))}{100^2 - ((23 \times 21) + (25 \times 24) + (27 \times 28) + (25 \times 27))} \\
 &= \frac{6886}{7486} \\
 &= 0,91 \\
 &= 91\%
 \end{aligned}$$

Nilai tingkat akurasi hasil perhitungan hasil interpretasi citra satelit dengan keadaan di lapangan Kabupaten Grobogan sebesar 91 %. Menurut Viera dan Garet (2005) hasil interpretasi dapat diterima karena nilai akurasi kappa tersebut termasuk kategori *almost perfect agreement* yaitu dengan nilai antara 0,81 – 0,99.

Berdasarkan tabel 3 terdapat perubahan luas tutupan lahan di Kabupaten Grobogan pada tahun 2013 dan 2023. Selama kurun waktu tersebut perubahan yang terjadi diantaranya hutan tanaman dan sawah yang berkurang, sedangkan luas tutupan lahan pertanian lahan kering dan lahan terbangun bertambah.

Tabel 3. Perubahan Tutupan Lahan Kabupaten Grobogan tahun 2013 dan 2023

Tutupan Lahan	Luas Tutupan Lahan 2013 (ha)	Luas Tutupan Lahan 2023 (ha)	Perubahan Tutupan Lahan
Hutan Tanaman	66.983,59	54.688,91	-12.294,68
Pertanian Lahan Kering	40.104,55	54.128,65	14.024,1
Sawah	75.606,72	67.910,98	-7.695,74
Lahan Terbangun	20.069,22	26.035,54	5.966,32
Grand Total	202.764,08	202.764,08	

Sumber: Pengolahan penelitian, 2024

Hasil interpretasi citra satelit landsat 8 tahun 2013 dan 2023 menunjukkan hasil masing-masing luas tutupan lahan pada periode tersebut mengalami penurunan dan penambahan luas

setiap tutupan lahannya akibat konversi dari tutupan lahan ke tutupan lahan lainnya. Kabupaten Grobogan memiliki luas 202.764,08 ha hasil interpretasi tutupan lahan, Kabupaten Grobogan memiliki tipe tutupan lahan terluas adalah sawah. Sawah di Kabupaten Grobogan didominasi pada wilayah yang memiliki dataran rendah. Dapat diketahui bahwa terjadi penurunan luas lahan sawah di Kabupaten Grobogan dalam periode tersebut yang awalnya memiliki luas sebesar 75.606,72 ha menjadi 67.910,98 ha, penurunan luas sawah ke tutupan lahan lain sebesar 7.695,74 ha. Lahan sawah cenderung mengalami penurunan luas akibat konversi menjadi lahan terbangun sebesar 2.017,45 ha, serta konversi sawah menjadi pertanian lahan kering 5.924,26 ha. Di Kabupaten Grobogan luas lahan sawah di setiap kecamatan mengalami penurunan. Kecamatan Ngaringan dan Kecamatan Tegowanu paling banyak berkurang luas lahan sawahnya. Salah satu faktor berkurangnya lahan sawah adalah lahan terbangun di kecamatan tersebut mengalami peningkatan. Perubahan tutupan lahan di Kabupaten Grobogan ke tutupan lahan lainnya dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4 Matriks Perubahan Tutupan Lahan Kabupaten Grobogan Tahun 2013 dan 2023

	Tutupan Lahan	2023				Grand Total
		HT	PT	SW	PM	
2013	HT	54.688,91	12.294,68	-	-	66.983,59
	PT	-	35.909,71	245,97	3.948,87	40.104,55
	SW	-	5.924,26	67.665,01	2.017,45	75.606,72
	PM	-	-	-	20.069,22	20.069,22
	Grand Total	54.688,91	54.128,65	67.910,97	26.035,54	202.764,08

Keterangan: HT= Hutan Tanaman, PT = Pertanian Lahan Kering, SW = Sawah, dan PM = Lahan Terbangun

Sumber: Pengolahan penelitian, 2024

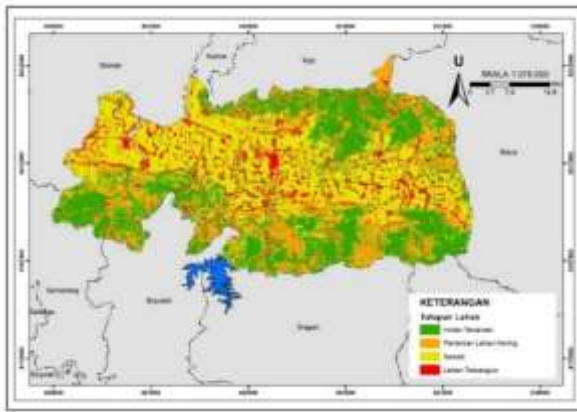
Pertanian lahan kering di Kabupaten Grobogan umumnya didominasi di wilayah dataran tinggi, akan tetapi terdapat juga di wilayah dataran rendah. Dapat dilihat bahwa luas pertanian lahan kering ini semakin bertambah selama periode ini. Bertambahnya luas tutupan lahan ini seluas 14.024,1 ha yang berasal dari konversi lahan sawah menjadi pertanian lahan kering dan konversi hutan ke pertanian lahan kering. Komoditas unggulan Kabupaten Grobogan adalah hasil dari potensi sektor pertaniannya, dimana lahan pertanian menjadi tutupan lahan yang paling dominan. Sektor ini terbukti sebagai penopang utama perekonomian di Kabupaten Grobogan. Pada tahun 2021, produktivitas pertanian meningkat, terutama untuk komoditas utama seperti padi dan jagung. Perubahan lahan sawah menjadi pertanian lahan kering ataupun pertanian lahan kering menjadi sawah hal tersebut menyesuaikan kondisi lingkungan dan

lahan. Rahmawati (2023) peralihan sawah menjadi pertanian lahan kering hal ini disebabkan oleh rendahnya hasil komoditas padi, sementara komoditas lain seperti kedelai dan jagung memiliki produksi yang tinggi. Berdasarkan hasil penelitian terjadi peningkatan luas tutupan lahan pertanian lahan kering di Kecamatan Wirosari. Kecamatan Wirosari didominasi oleh beberapa jenis tanaman, di mana jagung merupakan komoditas yang paling banyak ditanam diikuti oleh padi dan tanaman palawija lainnya seperti kedelai dan kacang hijau. Menurut BPS (2016) Kecamatan Wirosari sebagian besar wilayahnya merupakan lahan pertanian, komoditas pertanian dengan hasil produksi tertinggi sepanjang musim tanam adalah jagung. Luas area panen jagung jauh lebih besar dibandingkan tanaman lain, hal ini juga dipengaruhi oleh pembukaan lahan hutan negara dan kondisi tanah yang mendukung penanaman jagung di daerah tersebut.

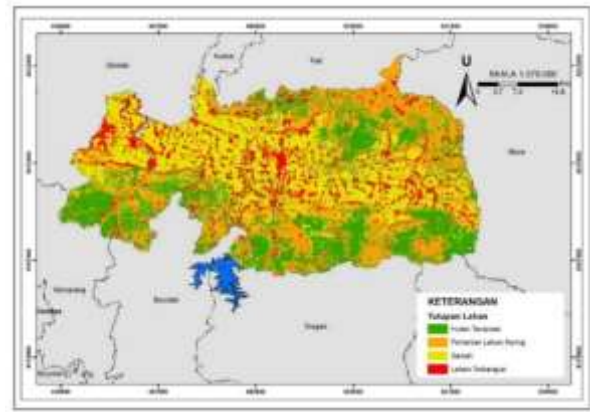
Berkurangnya luas hutan tanaman diakibatkan oleh alih fungsi lahan menjadi pertanian lahan kering. Perubahan tutupan lahan hutan tanaman menjadi pertanian lahan kering cukup besar. Tutupan lahan hutan tanaman mengalami penurunan luas sebesar 12.294,68 ha, yang awalnya memiliki luas 66.983,59 ha menjadi 54.688,91. Hutan tanaman paling banyak berkurang yaitu di Kecamatan Wirosari. Peralihan ke pertanian lahan kering ini dimanfaatkan untuk memproduksi tanaman jagung dan kayu putih. Sebanyak 2.422,3 hektare, atau sekitar 12,3% dari total kawasan hutan KPH Purwodadi, dialokasikan oleh Perum Perhutani untuk ditanami jagung. Lahan ini dimanfaatkan oleh anggota Lembaga Masyarakat Desa Hutan (LMDH) Kabupaten Grobogan yang tinggal di desa sekitar hutan.

Total lahan terbangun bertambah sebesar 5.966,32 ha. Bertambahnya luas lahan terbangun terjadi akibat konversi lahan sawah dan lahan pertanian yang menjadi lahan terbangun. Perubahan luas tersebut yang menjadikan lahan sawah dan pertanian lahan kering menjadi menurun akibat konversi ke lahan terbangun. Kabupaten Grobogan setiap tahun lahan terbangunnya semakin bertambah. Alih fungsi lahan sawah dan pertanian lahan kering menjadi lahan terbangun berdampak pada penurunan luas lahan pertanian setiap tahunnya. Prihatin (2015) pertumbuhan populasi yang pesat dan berbagai aktivitas pembangunan akan menyebabkan peningkatan permintaan akan lahan, oleh karena itu situasi ini mendorong terjadinya alih fungsi lahan dari pertanian menjadi non-pertanian. Ruwanto (2021) hal ini disebabkan oleh kebutuhan akan sarana dan prasarana yang meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk, yang pada akhirnya mempengaruhi produksi di sektor pertanian.

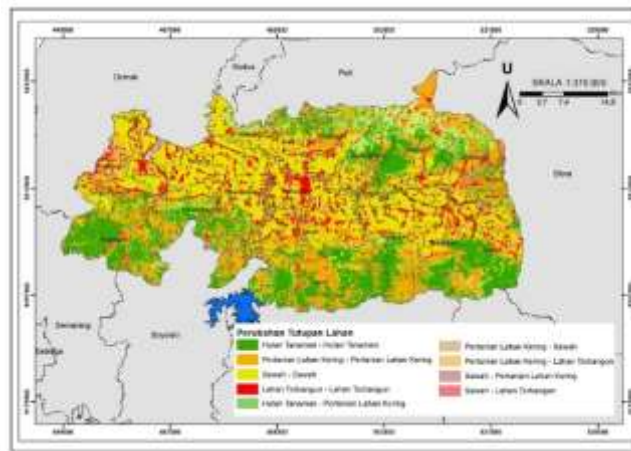
Gambar 3. (a) Tutupan Lahan Kabupaten Grobogan Tahun 2013, (b) Tutupan Lahan Kabupaten Grobogan Tahun 2023, (c) Perubahan Tutupan Lahan Kabupaten Grobogan



(a)



(b)



(c)

Perhitungan stok karbon dilakukan dengan mengalikan luas setiap tutupan lahan dengan konstanta stok karbon. Hasil perhitungan stok karbon dapat dilihat pada tabel 5 berikut.

Tabel 5 Matriks Perubahan Tutupan Lahan Kabupaten Grobogan Tahun 2013 dan 2023

Tutupan Lahan	Stok Karbon 2013 (ton C)	Stok Karbon 2023 (ton C)	Perubahan Stok Karbon (ton C)
Hutan Tanaman	4.286.949,76	3.500.090,24	-786.859,52
Pertanian Lahan Kering	401.045,5	541.286,5	140.241
Sawah	151.213,44	135.821,96	-15.391,48
Lahan Terbangun	0	0	0
Grand Total	4.839.208,7	4.177.198,7	-662.010

Sumber: Pengolahan penelitian, 2024

Suyanto (2021) setiap jenis tutupan lahan memiliki kapasitas penyimpanan karbon yang berbeda. Tutupan lahan seperti hutan cenderung memiliki stok karbon yang lebih besar karena hutan menyimpan banyak karbon di atas tanah (pohon dan vegetasi) dan di bawah tanah (akar dan tanah organik). Berdasarkan tabel diatas stok karbon di Kabupaten Grobogan pada tahun

2013 dan 2023 mengalami peningkatan dan penurunan stok karbon akibat alih fungsi lahan. Terlihat bahwa stok karbon pada hutan tanaman mengalami penurunan sebesar 786.859,52 ton C, dan stok karbon tutupan lahan sawah juga mengalami penurunan yaitu 15.391,48 ton C. Sedangkan stok karbon pertanian lahan kering mengalami penambahan sebesar 140.241 ton C.

Tabel 6 Matriks Perubahan Stok Karbon Berdasarkan Tutupan Lahan Kabupaten Grobogan Tahun 2013 dan 2023

	Tutupan Lahan	2023				Grand Total
		HT	PT	SW	PM	
2013	HT	0,00	-663.912,93	0,00	0,00	-663.912,93
	PT	0,00	0,00	-1.967,75	-39.488,73	-41.456,47
	SW	0,00	47.394,09	0,00	-7.897,75	39.496,34
	PM	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Grand Total	0,00	-616.518,84	-1.967,75	-47.386,47	

Keterangan: HT= Hutan Tanaman, PT = Pertanian Lahan Kering, SW = Sawah, dan PM = Lahan Terbangun

Sumber: Pengolahan penelitian, 2024

Berkurangnya nilai stok karbon terbesar terjadi akibat perubahan fungsi lahan dari hutan tanaman menjadi lahan pertanian kering. Perubahan tutupan lahan ini mengurangi besaran nilai stok karbon sebesar 663.912,93 ton C. Yuningsih (2018) pohon di hutan menyimpan karbon dalam jumlah besar di setiap strukturnya seperti pohon, daun, cabang dan akar, kapasitas penyimpanan ini akan meningkat seiring dengan pertumbuhan pohon tersebut. Sedangkan lahan pertanian biasanya memiliki biomassa yang lebih sedikit. Ketika tutupan hutan berkurang menyebabkan kapasitas penyimpanan karbon secara keseluruhan juga menurun. Stok karbon paling banyak dari alih fungsi lahan hutan tanaman menjadi pertanian lahan kering terjadi di Kecamatan Wirosari.

Kemudian alih fungsi pertanian lahan kering menjadi lahan sawah mengurangi nilai stok karbon yaitu 1.967,75 ton C, sedangkan nilai stok karbon dari alih fungsi lahan sawah menjadi pertanian lahan kering cenderung bertambah yaitu dengan nilai stok karbon sebesar 47.394,09 ton C. Akan tetapi, perubahan stok karbon tutupan lahan pertanian lahan kering di Kabupaten Grobogan mengalami peningkatan dan penurunan di setiap kecamatannya. Setiawan (2016) peningkatan stok karbon disebabkan oleh perubahan alih fungsi penggunaan lahan dari yang memiliki biomassa rendah menjadi biomassa dengan kategori tinggi. Perubahan alih fungsi penggunaan lahan seperti perubahan dari sawah menjadi pertanian lahan kering atau

pemanfaatan lahan pertanian dengan komoditas yang lebih produktif menjadi faktor utama dalam peningkatan stok karbon.

Perubahan tutupan lahan menjadi lahan terbangun akan banyak mengurangi nilai stok karbon dikarenakan lahan terbangun tidak memiliki fungsi sebagai penyerap karbon. Berdasarkan hasil penelitian perubahan tutupan lahan menjadi lahan terbangun terjadi pada tutupan lahan sawah dan pertanian lahan kering. Perubahan pertanian lahan kering menjadi lahan terbangun mengurangi nilai stok karbon sebesar 39.488,73 ton C, sedangkan perubahan dari lahan sawah menjadi lahan terbangun sebesar 7.897,75 ton C. Ketika lahan pertanian dialihfungsikan menjadi lahan terbangun, sehingga terjadi pengurangan area yang sebelumnya menyimpan karbon dalam bentuk biomassa tanaman.

4. PENUTUP

Perubahan tutupan lahan di Kabupaten Grobogan pada tahun 2013 dan 2023 terjadi penambahan dan penurunan luas dari setiap tutupan lahannya, tutupan lahan yang mengalami penurunan yaitu hutan tanaman berkurang sebesar 12.294,68 ha dan sawah sebesar 7.695,74 ha, sedangkan tutupan lahan yang mengalami penambahan diantaranya pertanian lahan kering bertambah sebesar 14.024,1 ha dan lahan terbangun sebesar 5.966,32 ha, serta Kecamatan Wirosari mengalami paling banyak penurunan luas hutan tanaman. Stok karbon di Kabupaten Grobogan pada tahun 2013 dan 2023 terjadi peningkatan dan penurunan stok karbon akibat perubahan tutupan lahan, peningkatan stok karbon terjadi pada tutupan lahan pertanian lahan kering yang bertambah senilai 140.241 ton C, serta yang mengalami penurunan hutan tanaman senilai 786.859,52 ton C dan sawah senilai 15.391,48 ton C, penurunan stok karbon diakibatkan oleh konversi lahan yang memiliki biomassa lebih sedikit, sedangkan bertambahnya stok karbon diakibatkan oleh konversi tutupan lahan yang memiliki biomassa rendah menjadi biomassa dengan kategori tinggi. Oleh karena itu, perlu adanya upaya mengendalikan dan mengelola terkait alih fungsi lahan. Terutama tutupan lahan hutan sebagai penyimpan karbon terbesar, serta konversi lahan pertanian ke lahan terbangun yang berdampak pada penurunan penyerapan karbon pada lahan bervegetasi.

PERSANTUNAN

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang sudah membantu dalam penelitian ini. Serta penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Danardono, S.Si., M.Sc yang telah membimbing, memberi ide, gagasan, dan arahan selama penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung, A., Sigit, A., Putra, P., & Satiawan, R. (2018). Perumusan Faktor-Faktor Perubahan Tol Waru-Juanda di Kelurahan Tambakoso Kabupaten Sidoarjo. *Jurnal Teknik ITS*, 7(2), 173-179.
- Badan Pusat Statistik. (2020). Hasil Sensus Penduduk, [online], dari: <https://www.bps.go.id> [10 September 2024].
- Badan Pusat Statistik. (2016). *Statistik Daerah Kecamatan Wirosari*. Grobogan: Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik. (2023). *Kabupaten Grobogan dalam Angka*. Grobogan: Badan Pusat Statistik.
- Bhan, Manan et al (2021). Quantifying and Attributing Land Use-induced Carbon Emissions to Biomass Consumption: A Critical Assessment Of Existing Approaches. *Journal of Environmental Management*. 1-9.
- Kurniawati, U. F. (2021). Dampak perubahan penggunaan lahan terhadap besaran stok karbon di Kota Surabaya. *Jurnal Penataan Ruang*, 16(1), 54-58.
- Liu, C., dan Li, Q. (2022). *Anthropogenic Climate Change, Deforestation and Renewable Energy*. 10-18.
- Prihatin, R. B. (2015). Alih fungsi lahan di perkotaan (Studi kasus di Kota Bandung dan Yogyakarta). *Jurnal Aspirasi*, 6(2), 105-118.
- Putri, A. R. (2022). Perbandingan Metode Klasifikasi Pemetaan Tutupan Lahan Menggunakan Algoritma Machine Learning Pada Citra Satelit Dengan Google Earth Engine. *E-Proceeding of Engineering*, 8(6).
- Ruwanto, S., & Banowati, E. (2021). Analisis Perubahan Penggunaan Lahan Sawah Menjadi Lahan Terbangun di Kecamatan Gubug Kabupaten Grobogan Tahun 2000-2018. *Geo-Image Journal*, 10(1), 60-67.
- Suyanto, S., & Asyari, M. (2021). Estimasi Cadangan Karbon Atas Permukaan Tanah di Kawasan Hutan Lindung Liang Anggang Kota Banjarbaru Kalimantan Selatan. *Jurnal Sylva Scientiae*, 4(5), 793-802.
- Yuningsih, L., Lensari, D., & Milantara, N. (2018). Perhitungan Simpanan Karbon Atas Permukaan di Hutan Lindung KPHP Meranti untuk Mendukung Program Redd+. *Jurnal Silva Tropika*, 2(3), 77-83.