

# Analisis Perubahan Penggunaan Lahan dan Cadangan Karbon sebagai Indikator Degradasi Lingkungan di Kecamatan Sandai Kabupaten Ketapang

Debi Sumarlin<sup>1\*</sup>, Evi Gusmayanti<sup>2</sup>, Gusti Zakaria Anshari<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Magister Ilmu Lingkungan, Pascasarjana Universitas Tanjungpura, Pontianak, Kalimantan Barat;

<sup>2</sup>Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Tanjungpura, Pontianak, Kalimantan Barat

<sup>3</sup>Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Tanjungpura, Pontianak, Kalimantan Barat

## ABSTRAK

Sumberdaya hutan dan lahan merupakan sumberdaya yang menjadi andalan dalam aktivitas sosial ekonomi masyarakat terutama di negara berkembang. Sumber daya hutan dan lahan memiliki permasalahan seperti kegiatan konversi area hutan ke penggunaan lahan non hutan. Tujuan penelitian ini untuk mengidentifikasi perubahan penggunaan lahan di Kecamatan Sandai pada periode 2000 sampai 2019. Selanjutnya hasil analisis digunakan untuk mengestimasi cadangan karbon. Data perubahan penggunaan lahan diperoleh dari analisis visual citra landsat, sedangkan cadangan karbon dihitung berdasarkan total luas penggunaan lahan dengan standar cadangan karbon di setiap penggunaan lahan. Hasil analisis citra pada tahun 2019 dicocokkan dengan kondisi di lapangan. Hasil pengecekan pada 30 titik dengan kondisi terakhir penggunaan lahan tahun 2019 diperoleh kecocokan sebanyak 26 titik (87%), Ketidacocokan terjadi karena perubahan penggunaan lahan hutan sekunder menjadi kebun (1 titik), semak belukar menjadi tambang (1 titik), pertanian lahan kering menjadi lahan terbuka (1 titik) dan penggunaan lahan transmigrasi berubah menjadi semak belukar (1 titik). Penggunaan lahan yang paling dominan mengalami perubahan adalah hutan lahan kering sekunder dan perkebunan. Hutan lahan kering sekunder tahun 2000 yaitu seluas 39.931,11 ha, pada tahun 2011 menjadi 32.833,22 ha dan tahun 2019 menjadi 17.180,02 ha. Hutan lahan kering sekunder mengalami penurunan luas 22.751,09 ha dari luas 39.931,11 ha pada tahun 2000. Penggunaan lahan perkebunan tahun 2000 adalah 2.303,01 ha, mengalami penambahan luas tahun 2011 menjadi 3.996,79 dan tahun 2019 menjadi 13.937,42 ha. Penggunaan lahan perkebunan mengalami penambahan luas sebesar 13.937,42 ha dari luas 2.003,01 ha pada tahun 2000. Cadangan karbon tahun 2000 adalah 5.873,585 ton/ha, tahun 2011 menjadi 5.391,709 ton/ha dan tahun 2019 4.605,672 ton/ha. Cadangan karbon mengalami penurunan dari tahun 2000 sampai 2019 sebesar 1.267,91 ton/ha.

**Kata kunci:** Alih Fungsi Hutan, Hutan, Perubahan Penggunaan Lahan dan Stok Karbon

## ABSTRACT

Forest and land resources are the leading sector in the socio-economic activities of the community, especially in developing countries. Forest and land resources have problems such as the conversion of forest areas to non-forest land uses. The purpose of this study is to identify land use changes in Sandai District in the period 2000 to 2019. An analysis for above ground carbon stock also carried out in this study. Land use change data was obtained from visual analysis of Landsat imagery, while carbon stock was calculated based on the total land use area with carbon stock standards in each land use. Ground checking was carried out to validate the image in 2019 with field conditions. The results of ground checking at 30 points with the latest conditions of land use in 2019 obtained 26 points (87%), mismatches occurred due to changes in secondary forest land use to plantations (1 point), shrubs to mining (1 point), dryland agriculture to bareland (1 point) and transmigration changed to shrubs (1 point). The most dominant land use changes are secondary dryland forest and plantations. The secondary dryland forest in 2000 was 39.931,11 ha, it became 32,833.22 ha in 2011, and 17.180,02 ha in 2019. Secondary dryland forest decreased by 22.751,09 ha in 2019 from 39.931,11 ha in 2000. Plantations in 2000 was 2.303,01 ha increase to 3.996,79 in 2011 and 13,937.42 ha in 2019. Plantations increased by 13.937,42 ha in 2019 from 2.003,01 ha in 2000. Carbon stocks in 2000 were 5.873.585 tons/ha, it became 5,391,709 tons/ha in 2011 and 4,605.672 tons/ha in 2019. Carbon stocks decreased from 2000 to 2019 by 1.267,91 tons/ha.

**Keywords:** Changes in Land Use, Forest, Forest Conversion and Carbon Stock.

**Citation:** Sumarlin, D, Gusmayanti, E., dan Anshari, G.Z. (2021). Analisis Perubahan Penggunaan Lahan dan Cadangan Karbon Sebagai Indikator Degradasi Lingkungan di Kecamatan Sandai Kabupaten Ketapang. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 19(3), 576-581, doi:10.14710/jil.19.3.576-581

\* Penulis korespondensi: debisumarlin62@gmail.com

## 1. Pendahuluan

Sumberdaya hutan dan lahan merupakan sumberdaya yang menjadi andalan dalam aktivitas sosial ekonomi masyarakat terutama di negara berkembang. Dalam satu dekade terakhir negara berkembang menjadi sorotan negara-negara maju dalam hal perubahan kualitas lingkungan yang berkaitan dengan perubahan fungsi hutan dan lahan. Perubahan penggunaan lahan berimplikasi pada peningkatan luas penggunaan lahan dari satu atau beberapa kategori penggunaan lahan.

Perubahan kawasan hutan atau konversi hutan menjadi areal bukan hutan, perladangan dan perambahan hutan, lahan pertanian, dan pembalakan liar merupakan penyebab kerusakan hutan (Wahyuni dan Suranto, 2021). Perubahan tutupan hutan dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan (Boerboom *et al.*, 2015). Perubahan tutupan hutan merupakan proses hilangnya hutan alam karena proses pembabatan tanpa izin dan/atau mengubah peruntukan dan bentuk hutan menjadi kawasan bukan hutan (Shafitri *et al.*, 2018). Pengaruh dari adanya perubahan tutupan hutan ini akan berdampak pada pemanasan global (Irawan *et al.*, 2015). Salah satu bentuk perubahan tutupan hutan adalah deforestasi. Perubahan penggunaan lahan erat kaitannya dengan perubahan iklim yang menyebabkan kehilangan cadangan karbon dan penurunan luas dan kategori lainnya pada periode tertentu.

Luas hutan Kalimantan Barat adalah 8.3 juta hektar (Menteri Kehutanan Republik Indonesia, 2014). Berdasarkan hasil analisis Pokja Kalimantan Barat bahwa rata-rata degradasi hutan yang terjadi di Kalimantan Barat mencapai 10.837 hektar pertahunnya (Hardiyansyah *et al.*, 2019). Salah satu faktor penyebab degradasi hutan adalah proses alih fungsi atau konversi tata guna lahan. Peningkatan emisi, jenis, kerapatan dan jumlah tumbuhan memiliki cadangan karbon yang berbeda sehingga masing – masing jenis lahan memiliki cadangan karbon yang berbeda (Rakhmawati 2012).

Analisis perubahan lahan dan cadangan karbon di Kecamatan Sandai menjadi penting dalam menjaga kualitas lingkungan. Hal ini karena banyaknya kegiatan perkebunan dan petambangan yang memiliki izin pembukaan lahan yang terjadi di Kecamatan Sandai Kabupaten Ketapang. Perlu dilakukan dipenelitian terkait perubahan penggunaan lahan pada dan cadangan karbon dalam kurung waktu periode tahun 2000, 2011 dan 2019. Perkembangan perubahan hutan dapat dianalisis melalui data penginderaan jauh, yaitu citra landsat dengan di ambil pada tahun beberapa tahun yang berbeda sehingga terlihat perubahan penggunaan lahannya.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Sandai Kabupaten Ketapang Provinsi Kalimantan Barat. Secara astronomis wilayah Kecamatan Sandai yang

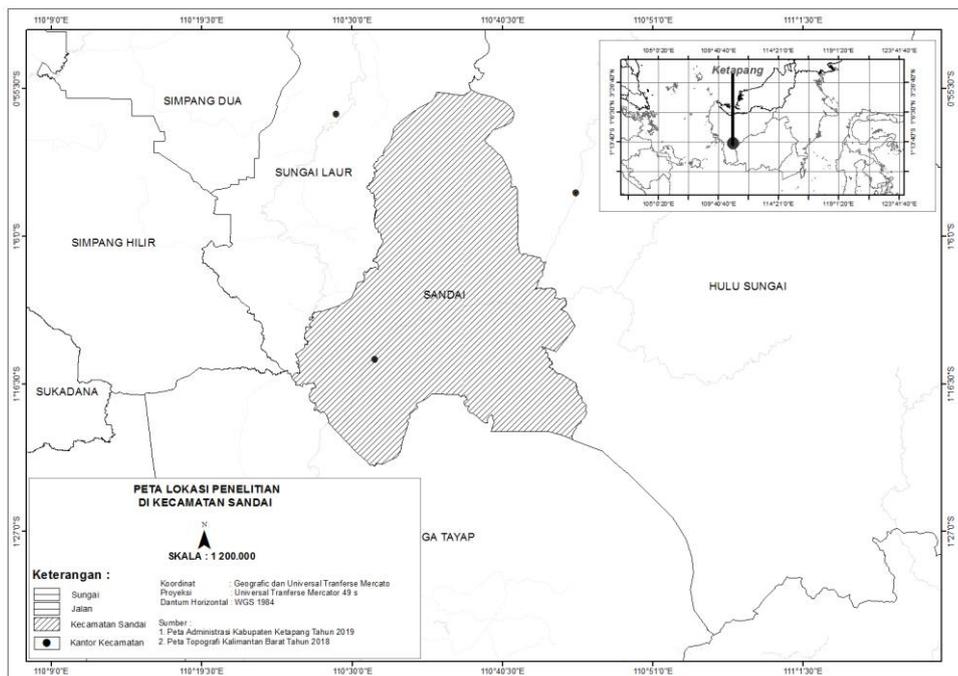
dijadikan lokasi penelitian terletak antara 1° 14' 46.45"S dan 110° 31' 36.25"T. (Gambar 1).

Identifikasi kondisi penggunaan lahan dengan penginderaan jauh berdasarkan metode yang digunakan oleh Purwanto *et al.* (2014) Citra satelit yang digunakan adalah landsat 8, dengan komposit band RGB 564. Identifikasi perubahan penggunaan lahan dilakukan dengan tiga proses yaitu tahap persiapan, tahap digitasi dan tahap klasifikasi penggunaan lahan pada tahun 2000, 2011 dan 2019. Setelah diperoleh data penggunaan lahan, dilakukan proses tumpang susun antara dua kelas penggunaan lahan pada tahun yang berbeda, sehingga posisi terjadinya perubahan dapat diidentifikasi. Informasi perubahan ini kemudian diekstrak kedalam format *shapefile* dan diolah secara tabular sehingga dapat dihitung luas suatu kelas yang mengalami penambahan dan pengurangan. Analisis selanjutnya membuat peta penggunaan lahan di tahun 2019 untuk dilakukan pencocokan hasil klasifikasi citra dengan kondisi di lapangan. Terdapat 30 titik yang digunakan untuk pencocokan dan ditempatkan secara purposif dengan mempertimbangkan hasil klasifikasi kenampakan citra, yaitu 12 titik penggunaan lahan hutan kering suknder, 3 titik semak belukar, 4 titik pertanian lahan kering campuran, 2 titik perkebunan, 1 titik di pertambangan, 1 titik tubuh air, 2 titik transmigrasi, 1 titik permukiman, dan 3 titik di peranian lahan kering. Pendugaan cadangan karbon dilakukan dengan mengalikan luas penggunaan lahan dengan nilai standar cadangan karbon KLHK (KLHK. 2015), Perubahan stok karbon dihitung sebagai selisih total stok karbon pada periode tertentu.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Identifikasi Penggunaan Lahan

Hasil pengecekan pada ke 30 titik dengan kondisi terakhir penggunaan lahan tahun 2019 diperoleh kecocokan antara hasil interpretasi dan keadaan lapangan dengan total 26 titik (87%). Ketidakkocokan terjadi pada penggunaan lahan hutan sekunder yang telah berubah menjadi kebun (1 titik), semak belukar yang berubah menjadi tambang (1 titik) dan pertanian lahan kering yang berubah menjadi lahan terbuka (1 titik). Ketidakkocokan lainnya terjadi pada penggunaan lahan transmigrasi yang teramat sebagai semak belukar. Titik pengamatan di kawasan hutan lindung (sesuaikan dengan Peta Kawasan Hutan dan Konservasi Perairan Provinsi Kalimantan Barat Lampiran Keputusan Menteri Kehutanan Nomor SK.733/Menhut-II/2014) diperoleh bahwa telah terjadi perubahan hutan lindung menjadi perkebunan. Titik kawasan transmigrasi dalam pengamatan lapangan berubah menjadi semak belukar, hal ini terjadi karena kawasan transmigrasi yang dimaksud bercocok tanam bukan perumahan. Telah terjadi perubahan lahan menjadi semak belukar yang disebabkan tidak dikelolanya lahan transmigrasi tersebut.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

### 3.2. Luas Penggunaan Lahan berdasarkan Citra Landsat

Berdasarkan hasil reklasifikasi penggunaan lahan diperoleh kondisi penggunaan lahan untuk setiap tahun liputan citra landsat yaitu tahun 2000, 2011 dan 2019. Pada tahun 2000 terdapat 9 jenis tutupan lahan yaitu hutan lahan kering sekunder, semak/belukar, pertanian lahan kering campuran, perkebunan, tanah terbuka, tubuh air, transmigrasi, permukiman, dan pertanian lahan kering. Sementara itu pada periode tahun 2011 dan 2019 terdapat penambahan tutupan lahan berupa pertambangan, sehingga kondisi terakhir yang teramati terdapat 10 jenis tutupan lahan di Kecamatan Sandai.

Pada tahun 2000 hingga 2011 tutupan lahan di Kecamatan Sandai didominasi oleh hutan lahan kering campuran, hutan lahan kering sekunder dan semak belukar. Tahun 2019 terdapat penambahan luas penggunaan lahan untuk perkebunan di samping tutupan lahan yang mendominasi di tahun sebelumnya. Hasil ini dapat dilihat pada Tabel 2.

### 3.3. Analisis Perubahan Penggunaan Lahan

Perubahan penggunaan lahan dalam kurun waktu tertentu dapat terjadi berupa penambahan maupun pengurangan baik secara kualitatif ataupun kuantitatif (Wahyunto *et al.*, 2001). Penggunaan lahan pada lokasi penelitian terdiri dari 10 kelas yang meliputi: hutan lahan kering sekunder, semak/belukar, pertanian lahan kering campuran, perkebunan, tanah terbuka, pertambangan, tubuh air, transmigrasi, permukiman, dan pertanian lahan kering (Gambar 3).

Penggunaan lahan yang paling banyak mengalami pengurangan luas yaitu hutan lahan kering sekunder dari hasil penelitian, luas hutan setiap tahunnya semakin berkurang pada tahun 2000 luasan hutan yaitu 39,931.11 ha, pada tahun 2011 mengalami penurunan cukup luas yaitu menjadi 32,833,22 ha, pada tahun 2019 penurunan luasan hutan semakin menurun yaitu menjadi 17,180,02 ha.

Tabel 2. Hasil Kajian Penggunaan Lahan berdasarkan Citra Landsat pada tahun 2000, 2011 dan 2019 di Kecamatan Sandai.

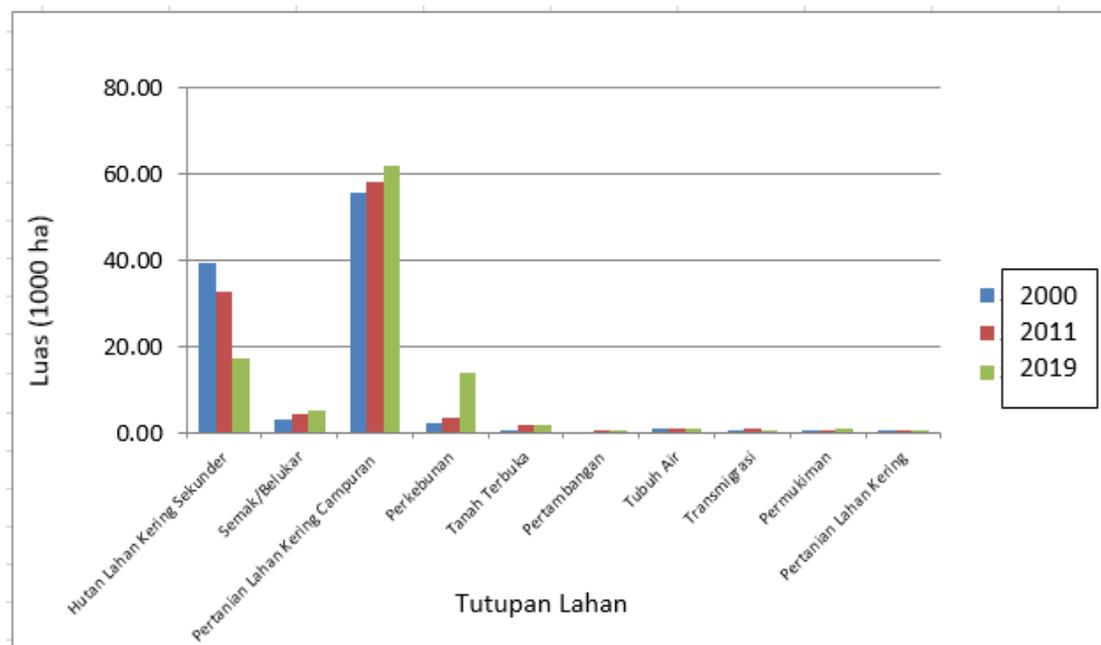
No	Tutupan Lahan	Luas (ha)		
		2000	2011	2019
1	Hutan Lahan Kering Sekunder	39.931,11	32.833,22	17.180,02
2	Semak/Belukar	3.216,00	4.240,25	5.212,38
3	Pertanian Lahan Kering Campuran	55.769,46	58.233,42	61.714,61
4	Perkebunan	2.303,01	3.996,79	13.937,42
5	Tanah Terbuka	365,87	1.802,74	1.863,33
6	Pertambangan	0	5,70	664,60
7	Tubuh Air	1.005,19	1.005,19	1.005,19
8	Transmigrasi	432,42	905,75	520,78
9	Permukiman	689,81	689,81	900,78
10	Pertanian Lahan Kering	0,78	0,78	714,55
Jumlah Total		103.731,66	103.731,66	103.731,66

Hutan lahan sekunder mengalami pengurangan luas dari semula 39.931,11 ha, pada tahun 2000 menjadi 32.833,22 ha, pada tahun 2011, hal ini terjadi karena adanya perubahan menjadi kebun (1.700, 92 ha), tambang (5, 70 ha), pertanian lahan kering campuran (3.127, 82 ha), semak belukar (1.529, 12 ha), dan Tanah terbuka (689, 32 ha). Jadi total perubahan penggunaan lahan hutan lahan kering sekunder selama periode 2000-2011 adalah 39.931,11 ha – 32.833,22 ha = 7.097,89 ha berupa penurunan. Sedangkan periode tahun 2011-2019, hutan lahan sekunder mengalami pengurangan luas dari semula 32.833,22. Ha, pada tahun 2011 menjadi 17.180,02 ha, pada tahun 2019, hal ini terjadi karena adanya perubahan menjadi kebun (5.601,19 ha), permukiman (14, 60 ha), tambang 240, 68 ha, pertanian lahan kering campuran (7.023, 89 ha), semak belukar (1.368, 30), dan tanah terbuka (1.629, 39 ha). Jadi total perubahan penggunaan lahan hutan lahan kering sekunder selama periode 2011-2019 adalah 32.830,40 ha – 17.180,02 ha = 15.653,20 ha.

Penggunaan lahan perkebunan, perkebunan mengalami penambahan luas dari semula 2.303,01 ha, pada tahun 2000 menjadi 3.996,79 ha, pada tahun 2011, hal ini terjadi karena adanya penambahan dari hutan menjadi kebun (1.700,92 ha), pertanian lahan kering campuran (26,74 ha), dan semak belukar (80,35), Jadi total perubahan penggunaan lahan perkebunan selama periode 2000-2011 adalah 2.303,01 ha ke 3.996,79 ha = 1.993,78 ha berupa penambahan. Sedangkan pada periode 2011-2019, penggunaan lahan perkebunan, perkebunan mengalami penambahan luas dari semula 3.996, 79 ha, pada tahun 2011 menjadi 13.937,42 ha, pada tahun 2019, hal ini terjadi karena adanya penambahan dari

hutan menjadi kebun (5.61019 ha), pertanian lahan kering campuran (4.945,47 ha), semak belukar (1.355,58) dan tanah terbuka ( 1.351,35 ha), Jadi total perubahan penggunaan lahan perkebunan selama periode 2011-2019 adalah 3.996,79 ha ke 13.937,42 ha = 9.940,63 ha berupa penambahan. (Gambar 3 ).

Berdasarkan uraian diatas bahwa perubahan hutan lahan sekunder sudah tampak mengarah ke sektor perkebunan sehingga ketika hutan mengalami penurunan luas maka di ikuti penambahan luas perkebunan yang semakin meningkat setiap tahunnya. Menurut Badan Pusat Statistik (2018) Kabupaten Ketapang luas perkebunan pada Tahun 2018 di lokasi penelitian 8.091 ha. hasil penelitian Fajarini *et al.* (2015) menunjukan bahwa perubahan penggunaan lahan cenderung mengarah ke konversi menjadi daerah untuk pengembangan aktifitas. Hasil pengamatan dilapangan di Kecamatan Sandai bahwa hutan yang berubah menjadi pertanian lahan kering campuran menunjukan bahwa perkembangan sektor pertanian sudah merambah ke arah gunung/hutan lindung. Pertanian lahan kering campuran yang ada di Kecamatan Sandai adalah kegiatan pertanian masih bercampur dengan semak belukar dan seperti tegalan, kebun campuran dan perladangan sehingga tidak heran jika kebun campuran menjadi meningkat luasannya, dari lahan pertanian lahan kering campuran sekarang sudah banyak berubah menjadi perkebunan dan lahan terbangun. Hasil penelitian Setiawan dan Syaufina (2016) Pada periode tahun 2000-2005 perubahan terbesar terjadi perubahan hutan sekunder menjadi penggunaan lahan lainnya seperti kebun sawit, pemukiman, sawah dan kebun campur.



Gambar 3. Perbandingan penggunaan lahan tahun 2000,2011 dan 2019

Kemudian diikuti perubahan penggunaan lahan dari sawah menjadi penggunaan lahan lainnya. Penelitian yang sama oleh Nuraeni *et al.* (2017) menyebutkan bahwa penggunaan lahan mengalami perubahan dengan pola perubahan dominan yaitu hutan menjadi lahan pertanian lahan kering campuran, lahan terbangun dan perkebunan. maraknya kegiatan pembalakan liar dilokasi penelitian juga mengakibatkan berkurangnya luas hutan, dan menjadi perhatian juga pembukaan lahan yang secara besar besaran oleh pihak perusahaan dan pertambangan ini akan menyebabkan akan lebih berkurangnya luas hutan. Menurut data dari Dinas Perkebunan Provinsi Kalimantan Barat bahwa sudah terdapat 9 perusahaan kelapa sawit dan 3 perusahaan tambang di lokasi penelitian sehingga kalau tida ada batasanya yang jelas terkait sisa hutan yang ada maka degradasi hutan akan terus terjadi di setiap tahunnya maka di prediksi laju deforestasi akan terjadi di kisaran 7.000 – 22.000 Ha di setiap tahun di Kecamatan Sandai.

### 3.4. Estimasi Cadangan Karbon akibat Perubahan Penggunaan Lahan

Data cadangan karbon pada Tabel 4 menunjukkan bahwa penggunaan lahan dengan kerapatan vegetasi yang lebih tinggi mengindikasikan besarnya cadangan karbon rata-rata dari penggunaan lahan tersebut. Cadangan karbon masing-masing penggunaan lahan berbeda, sehingga jika terjadi perubahan penggunaan lahan akan berakibat perubahan cadangan karbon (Arifanti *et al.*, 2014) Jika penggunaan lahan awal memiliki cadangan karbon tinggi berubah menjadi lahan dengan cadangan karbon rendah mengakibatkan penurunan cadangan karbon, demikian juga sebaliknya. Salah satu faktor berkurangnya cadangan karbon pada periode tahun 2000-2011 adalah kebijakan pemerintah yaitu terkait Undang-undang No 32 tahun 2004 tentang Pemerintah Daerah yang memberikan kewenangan otonomi yang sangat besar pada daerah untuk mengelola pemerintahan dan sumber daya daerahnya. Berdasarkan catatan FWI (2011) bahwa pada periode tahun 2000-2011 telah terjadi peningkatan produksi kayu nasional, peningkatan produksi kayu tersebut

akan memicu konversi hutan alam ataupun hutan tanaman terkait pemanenan kayu sehingga pada periode tersebut bisa mengindikasikan adanya kerusakan hutan atau konversi lahan.

Cadangan karbon pada periode 2000-2011 mengalami penurunan sebanyak 481,88 ton/ha (8,21%) disebabkan hutan lahan kering sekunder tidak banyak perubahan. Sedangkan pada tutupan lahan yang lainnya mengalami penambahan luas yang berakibat pada penambahan cadangan karbon. Kondisi ini terjadi pada pertanian lahan kering campuran, semak belukar dan perkebunan. Sedangkan priode 2011-2019 cadangan karbon mengalami penurunan sebanyak 1.267,91 ton/ha (21,59%) dipengaruhi luas hutan yang mengalami penurunan cukup banyak. Selain itu ada penambahan lahan terbuka yang mengakibatkan cadangan karbon semakin berkurang. Kondisi lain yang menyebabkan berkurangnya cadangan karbon adalah hadirnya pertambangan bauksit pada kurun waktu 2012 sampai dengan tahun 2019 di Kecamatan Sandai. Dalam penelitian (Azham, 2015) estimasi cadangan karbon terbesar berada pada penggunaan lahan sekunder di dalam penelitiannya cadangan karbon pada hutan sekunder 95,798 ton/ha. Hasil penelitian Vinanthi *et al.*, (2021) menunjukkan bahwa cadangan karbon atas permukaan tanah pada hutan sekunder, semak belukar, dan lahan terbuka di Kalimantan Timur masing-masing adalah 111,3 ton/ha, 10,84 ton/ha dan 4,63 ton/ha. Hasil penelitian Kurniawan *et al.* (2010) melaporkan kandung karbon pada hutan sekunder ( lahan pertanian ) di Jawa timur sekitar 116 ton/ha.

## 4. Kesimpulan

Perubahan penggunaan lahan yang paling menonjol pada periode 2000 sampai 2019 adalah perubahan penggunaan lahan hutan lahan kering sekunder dan perkebunan. Hutan lahan kering sekunder mengalami pengurangan seluas 22.751,09 ha. Sedangkan penggunaan lahan perkebunan mengalami penambahan seluas 13.937,42 ha dari total luas 2.003,01 ha pada tahun 2000. Cadangan karbon mengalami pengurangan yang relatif kecil dari tahun 2000 sampai 2019 yaitu sebanyak 1.267,91 ton/ha

**Tabel 3.** Estimasi Stok Karbon bagian atas Tumbuhan

No	Tutupan Lahan	Stok Karbon (Ton/Ha)		
		2000	2011	2019
1	Hutan Lahan Kering Sekunder	3.946,791	3.245,236	1.698,073
2	Semak/Belukar	96,480	127,208	156,371
3	Pertanian Lahan Kering Campuran	1.673,084	1.747,003	1.851,438
4	Perkebunan	145,090	251,798	878,058
5	Tanah Terbuka	915	4,507	4,658
6	Pertambangan	0	0	0
7	Tubuh Air	0	0	0
8	Transmigrasi	4,324	9,057	5,208
9	Permukiman	6,898	6,898	9,008
10	Pertanian Lahan Kering	3	3	2.858
Jumlah total		5.873,585	5.391,709	4.605,672

## Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih kepada Pemerintahan Kecamatan Sandai yang membantu dalam kelancaran penelitian ini. Dedi Purwanto yang sudah membantu penelitian di lapangan.

## Daftar Pustaka

- Arifanti, Virni Budi, I Wayan Susi Dharmawan, and Donny Wicaksono. 2014. "Carbon Stock Potency of Sub Montane Forest Stand in Mount Halimun Salak National Park." *Forestry Socio and Economic Research Journal* 11 (493): 13-31.
- Badan Pusat Statistik. 2018. Kecamatan Sandai dalam Angka 2018. <https://ketapangkab.bps.go.id/>. Diakses pada 15 Juli 2020.
- Boerboom, Luc, Thomas Glade, and Malek Ziga. 2015. "Future Forest Cover Change Scenarios with Implications for Landslide Risk: An Example from Buzau Subcarpathians," 1228-43. <https://doi.org/10.1007/s00267-015-0577-y>.
- Fajarini, Rahmi, Baba Barus, and Dyah Retno Panuju. 2015. "Dinamika Perubahan Penggunaan Lahan Dan Prediksinya Untuk Tahun 2025 Serta Keterkaitannya Dengan Perencanaan Tata Ruang 2005-2025 Di Kabupaten Bogor." *Jurnal Ilmu Tanah Dan Lingkungan* 17 (1): 8. <https://doi.org/10.29244/jitl.17.1.8-15>.
- FWI. 2011. "Potret Keadaan Hutan Indonesia Periode Tahun 2000-2009," 54.
- Hardiansyah, Gusti, Adi Yani, Fahrizal, Erianto, Yuslinda, Michael Jeno, Yosef Lego Ngo, et al. 2013. "Strategi Dan Rencana Aksi Provinsi REDD+ KALBAR." Pontianak.
- Keputusan Menteri Kehutanan Nomor SK.733/Menhut-II/2014 tentang Kawasan Hutan dan Konservasi Perairan Provinsi Kalimantan Barat
- Irawan, Krisna, Mahrus Aryadi, Setia Budi Peran, and Yudi Ahmad Nazari. 2015. "Kontribusi Sistem Dukung Terhadap Aspek Sosial Ekonomi, Sosial Budaya Dan Lingkungan Di Desa Kiram Kabupaten Banjar" 11: 94-101.
- KLHK. 2015. *Buku Kegiatan Serapan Dan Emisi Karbon. Serapan Dan Emisi Karbon*. Jakarta: Direktur inventarisasi dan pemantauan sumber daya hutan.
- Kurniawan, S, C Prayogo, Widiyanto, M T Zulkarnain, N D Lestari, F K Aini, and K Hairiah. 2010. *Estimasi Karbon Tersimpan Di Lahan-Lahan Pertanian Di DAS Konto, Jawa Timur: RACSA (Rapid Carbon Stock Appraisal)*. Word Agroforestry Center. Vol. 120. Bogor.
- Nuraeni, Rani, Santun Risma Pandapotan Sitorus, and Dyah Retno Panuju. 2017. "An Analysis of Land Use Change and Regional Land Use Planning in Bandung Regency." *Buletin Tanah Dan Lahan* 1 (1): 79-85.
- Purwanto, Anang Dwi, Wikanti Asriningrum, Gathot Winarso, and Ety Parwati. 2014. "Analisis Sebaran Dan Kerapatan Mangrove Menggunakan Citra Landsat 8 Di Segara Anakan, Cilacap." *Seminar Nasional Penginderaan Jauh 2014* 21 April 2: 232-41.
- Rakhmawati, Melinda. 2012. "Hubungan Biomassa Penutup Lahan Dengan Indeks Vegetasi Di Kabupaten Mamuju Utara, Sulawesi Barat." *Globe* 14 (2): 157-69.
- Setiawan, Gatot, and Lailan Syaufina. 2016. "BOGOR Estimation of Carbon Stock Loss from Land Use Changes in Bogor Regency" 07 (2): 79-85.
- Shafitri, Luluk Dita, Yudo Prasetyo, and Hani'ah. 2018. "Analisis Deforestasi Hutan Di Provinsi Riau Dengan Metode Polarimetrik Dalam Penginderaan Jauh" 7.
- Vinanthi, Finalia Retno, Ali Suhardiman, and Yohanes Budi Sulistioadi. 2021. "Estimating Above-Ground Carbon Stock of Loa Haur Conservation Forest in East Kalimantan, Indonesia." *Proceedings of the Joint Symposium on Tropical Studies (JSTS-19)* 11: 151-56. <https://doi.org/10.2991/absr.k.210408.025>.
- Wahyuni, Herpita, and Suranto Suranto. 2021. "Dampak Deforestasi Hutan Skala Besar Terhadap Pemanasan Global Di Indonesia." *JIIP: Jurnal Ilmiah Ilmu Pemerintahan* 6 (1): 148-62. <https://doi.org/10.14710/jiip.v6i1.10083>.
- Wahyunto, M.Z., a. Priyono Abidin, and Sunaryanto. 2001. "Studi Perubahan Penggunaan Lahan DAS Citarik, Jawa Barat Dan DAS Garang, Jawa Timur." *Seminar Nasional Multifungsi Lahan Sawah*, 39-40.
- Zikri Azham. 2015. "ESTIMASI CADANGAN KARBON PADA TUTUPAN LAHAN Hutan Sekunder, Semak Dan Belukar Di Kota Samarinda." *Agrifor* 14 (2): 325-38.