Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi e-ISSN: 2549-4236, p-ISSN: 1411-8939
Lembaga Penellitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
Vol 24, No 1 (2024): Februari, 626-631
DOI: 10.33087/jiubj.v24i1.5056

Analisis Emisi Karbon di Kesatuan Hidrologi Gambut Sungai Mendahara - Sungai Batanghari

M. Ismi Firdaus*, Hutwan Syarifuddin, Mohd Zuhdi
Universitas Jambi, Pasca Sarjana, Magister Ilmu Lingkungan
*Correspondence: m.ismi7brem7@gmail.com

Abstrak. Pemanasan Global Akibat Emisi Karbon menjadi ancaman bagi kehidupan bumi. Menurut World Meteorologi Organization suhu bumi naik sebesar 1,06 °C hingga 1,26 °C di atas tingkat pra-industri (1850–1900). Menururt laporan IPCC (2021) menunjukkan bahwa dampak perubahan iklim akan menjangkau semua kawasan di dunia tanpa terkecuali. Komitmen Indonesia untuk mengurangi emisi karbon 29% Upaya sendiri dan 41% dengan kerja sama internasional hingga tahun 2030. Analilsis tutupan lahan mengunkan Unsuvervised Classification, metode perhitungan emisi karbon diatas permukaan menggunakan metode IPCC yaitu stock different dan metode analisis emisi emisi dekomposisi gambut menggunakan rumus Hooijer et al. (2006, 2010) dengan estimasi tinggi muka air dari persamaan regresi data TMAT BRGM dengan nilai NDWI Landsat 8 kemudian emisi karbon total dengan penambahan emisi dari atas permukaan dan bawah permukaan. Berdasaran hasil analisis tutupan lahan di lokasi penelitian area tersebut di dominasi dengan perkebun sebesar 37,8% sedangkan kawasan hutan hanya 7,9%. emisi karbon Above Ground rata-rata pertahun sebesar 0,23 Mt CO2-eq, emisi karbon dBelow Ground sebesar 9,94 Mt CO2-eq dan emisi karbon total sebesar 10,17 Mt CO2-eq dengan total emisi dari tahun 2013 - 2022 sebesar 91,6 Mt CO2-eqEmisi karbon di KHG Sungai Mendahara - Batanghari secara grafik terjadi fluktuatif terjadi peningkatan dan penurunan namun cenderung naik hingga tahun 2022 hal ini disebabkan terjadinya alihfungsi lahan dan masifnya pembukaan lahan pada kawansan -kawasan hutan dan penyumbang emisi karbon terbesar dari dekomposisi lahan gambut.

Kata kunci : emisi karbon, lahan gambut, tutupan lahan.

Abstract. *Global Warming Due to Carbon Emissions is a threat to life on earth. According to the World Meteorological Organization, the earth's temperature rose by 1.06 °C to 1.26 °C above pre-industrial levels (1850–1900). According to the IPCC report (2021), the impacts of climate change will reach all regions in the world without exception. Indonesia's commitment to reduce carbon emissions by 29% with its efforts and 41% with international cooperation until 2030. Analysis of land cover uses the Unsupervised Classification, the method for calculating carbon emissions above the surface uses the IPCC method, namely the stock differential and the method for analyzing emissions of peat decomposition uses the Hooijer formula et al. (2006, 2010) with estimated water level from the TMAT BRGM data regression equation with NDWI Landsat 8 values then total carbon emissions by adding emissions from above and below the surface. Based on the results of the analysis of land cover at the research location, the area was dominated by plantations at 37.8%, while the forest area was only 7.9%. Ground carbon emissions average 0.23 Mt CO2-eq per year, below Ground carbon emissions are 9.94 Mt CO2-eq and total carbon emissions are 10.17 Mt CO2-eq with total emissions from 2013 - 2022 of 91.6 Mt CO2-eq Carbon emissions in KHG Sungai Mendahara - Batanghari graphically fluctuate, there is an increase and decrease but tends to increase until 2022 this is due to land conversion and massive land clearing in forest areas and the biggest contributor to carbon emissions from decomposition peatlands.*

Keywords *: carbon emissions, land cover, peatlands.*

PENDAHULUAN

Pemanasan global telah menjadi ancaman serius bagi dunia saat ini, Menurut World Meteorologi Organization Rata-rata suhu permukaan global untuk periode 2017–2021 (berdasarkan data hingga Juli 2021) adalah salah satu yang terpanas dalam catatan, diperkirakan 1,06 °C hingga 1,26 °C di atas tingkat pra-industri (1850–1900). Setiap tahun dari 2017 hingga 2021, rata-rata musim panas minimum dan rata-rata musim dingin maksimum di Arktik berada di bawah rata-rata jangka panjang 1981–2010. Pada September 2020, luasan es laut Arktik mencapai rekor terendah kedua. Menururt laporan IPCC (2021) menunjukkan bahwa dampak perubahan iklim akan menjangkau semua kawasan di dunia tanpa terkecuali, sehingga kerugian manusia dan ekonomi yang diakibatkan akan sangat besar jauh lebih besar daripada biaya yang harus dikeluarkan untuk mengambil tindakan sekarang.

IPCC memperkirakan kurang lebih 1,6 milyar ton karbon diemisi setiap tahun oleh

aktivitas perubahan penggunaan lahan, dimana bagian terbesar berasal dari deforestasi dan degradasi hutan. Menurut (Tosiani, 2015), periode tahun 2012-2013 angka emisi karbon di Indonesia sangat dipengaruhi oleh proses deforestasi (perubahan tipe penutupan lahan berhutan menjadi non hutan). Indonesia telah berkomintmen untuk menekan emisi karbon pada perjanjian Paris tahun 2015 yang di gagas oleh United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), dimana akan mengurangi emisi sebesar 29 persen (atau 41 persen dengan dukungan keuangan internasional) dibandingkan dengan skenario seperti biasanya (business as usual) pada tahun 2030 sebagai bagian dari kontribusinya untuk menjaga agar peningkatan suhu global tidak melebihi 2 derajat Celsius.

METODE

Penelitian ini dilakukan di Kesatuan Hidrologis Gambut (KHG) Sungai Mendahara – Sungai Batanghari pada koordinat 0° 56' 51,33" - 1° 35' 9,881" Lintang Selatan 103° 41' 7,417" - 103° 36' 11,226" Bujur Timur dengan luas wilayah 201.383 Ha. Penelitian ini dilakukan di Kesatuan Hidrologis Gambut (KHG) Sungai Mendahara – Sungai Batanghari pada koordinat 0° 56' 51,33" - 1° 35' 9,881" Lintang Selatan 103° 41' 7,417" - 103° 36' 11,226" Bujur Timur dengan luas wilayah 201.383 Ha. lokasi penelitian merupakan areal gambut yang terdapat tiga Kawasan hutan yaitu HLG Sungai Buluh, HLG Londerang dan Cagar Alam. Lokasi penelitian terletak di daerah administrasi Kota Jambi, Kabupatan Muaro Jambi dan Tanjung Jabung Timur. Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah data sekunder dari penelitian sebelumnya dan data yang mendukung penelitian dari instansi terkait. Alat yang digunakan yaitu : alat tulis, Laptop dan Software Sistem Informasi Geografis (SIG).

Prediksi emisi karbon dari tutupan lahan menggunakan pendekatan analisis peruabahan tutupan lahan dari data citra satelit dengan menggunakan software Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk menentukan deliniasi klasifikasi tutupan lahan dan perubahannya dari tahun 2013 sampai tahun 2022. Penetuan emisi karbon dari perubahan tutupan lahan menggunakan metode stock different dengan menghitung perubahan karbon tersimpan dalam dua titik waktu dari tutupan lahan. Analisis emisi karbon dari dekomposisi lahan gambut dilihat dari perubahan TMA dilokasi penelitian dihitung menggunakan persamaan regresi yang dibangun dari overlay data NDWI dan TMAT SIPALAGA BRGM yang berada dilokasi penelitaian dari tahun 2019 - 2022, kemudian dari hasil analisis above ground dan below ground dihitung perubahan emisi karbon total.

Metode analisis tutupan lahan

Data tutupan lahan dihasilkan dengan analisis spasial menggunakan software Sistem Informasi Geografis (SIG), data citra satelit yang digunakan adalah Landsat 8 OLI yang bisa di peroleh di website United States Geological Survey (USGS) (http://earthexplorer.usgs.gov/). Secara umum analisis tutupan lahan dilakukan dengan beberapa tahap, yaitu: pra-pengolahan citra, pemilihan kombinasi band terbaik, interpretasi visual citra, membuat penciri kelas, klasifikasi citra, dan uji akurasi. Metode analisis klasifikasi citra menggunakan Klasifikasi tidak terbimbing (*unsupervised classification*).

Metode analisis emisi karbon di lokasi penelitian.

1. Emisi CO2-eq yang dihasilkan dari perubahan penggunaan lahan diperkirakan dengan mengunakan pendekatan berbasis cadangan karbon dengan menghitung perbedaan cadangan karbon pada dua titik waktu. Pendekatan ini dalam IPCC 2006 *Guideline* dikenal dengan *Stock Difference Method*. Metode stock-difference menggunakan persamaan (IPCC Guideline. 2006) sebagai berikut :
   $\Delta C = (Ct2 – Ct1)/(t2 – t1)$
   dimana : ΔC = perubahan stok karbon tahunan pada setiap pool (tC/tahun); Ct1 = stok karbon setiap pool di awal (tC); dan Ct2 = stok karbon setiap pool di akhir (tC).
2. Perhitungan Emisi dekomposisi gambut berdasarkan tingkat muka air tanah menggunakan persamaan matematik sederhana Hooijer et al. (2006, 2010).
   Emisi dekomposisi: 0.91x GWL
   dimana, 0.91 = faktor emisi; GWL = Ground Water Level (tinggi muka air tanah).

Pendugaan tinggi muka air dari tahun 2013 sampai tahun 2022 akan dibangun persamaan regresi dari data TMA real time yang dihimpun oleh BRGM dari alat pemantau tinggi muka air, kelembaban dan curah hujan yang berada didalam Kawasan KHG sungai mendahara dan sungai Batanghari yang telah merekam data dari tahun 2018 hingga tahun 2022 dan dioverlay dengan data Normalized Difference Wetness Index (NDWI). NDWI

adalah indeks kekeringan yang populer untuk kelembaban vegetasi. Identifikasi kekeringan menggunakan NDWI untuk identifikasi kelembaban dan kekeringan telah banyak dilakukan sebelumnya. Indeks ini telah terbukti efektif dalam memantau air vegetasi konten dalam berbagai studi (Zarco-Tejada et al., 2003; Maki et al., 2004; Xiao et al., 2005; Gu et al., 2008).

Tabel 1
Kategori Kekeringan NDWI

Kategori NDWI	Keterangan
0,7<= NDWI	kadar air sangat tinggi
0,6<= NDWI <0,7	kadar air tinggi
0,6<= NDWI <0,5	kadar air sedang
0,4<= NDWI <0,5	kadar air rendah
0,3<= NDWI <0,4	kekeringan rendah
0,2<= NDWI <0,3	Kekeringan sedang
0,0<= NDWI <0,2	Kekeringan kuat
NDWI <0,0	Kekeringan sangat kuat

Sumber: data olahan

Persamaan regresi menggunakan aplikasi Excel dengan meliahat beberapa trendline dari data untuk mendapat kan R kuadrat yang mendekai nilai 1, dimana variabel X adalah nilai NDWI dan variabel Y adalah nilai TMAT. Overlay data TMAT dan NDWI dilakukan secara spasial, dimana setiap koordinat stasiun TMAT dioverlay dengan peta sebaran nilai NDWI dan untuk menjaga akurasi data setiap stasiun TMAT diberi radius 200 meter sehingga nilai pixel pada peta NDWI tidak hanya satu, tetapi yang overlap didalam radius 200 meter tersebut, kemudian nilai pixel dirata-ratakan untuk digunakan sebagai nilai NDWI pada koordinat TMAT tersebut.

Metode analisis emisi karbon total.

Emisi karbon total dihitung dari kalkulasi estimasi emisi karbon dari above ground dan ditambah dengan emisi karbon below ground hasil analisis data pada lokasi penelitian.

HASIL

Tutupan Lahan KHG Sungai Mendahara – Sungai Batanghari

Hasil analisis klasifikasi citra Landsat 8, secara umum KHG Sungai Mendahara – Sungai Batanghari dapat diklasifikasikan ke dalam sembilan tipe penutupan lahan, yaitu: hutan rawa primer, hutan rawa sekunder, hutan tanaman industri, kebun campuran, kebun kelapa sawit, semak belukar, sawah, lahan terbuka, lahan tebuka, pemukiman dan tubuh air. Hasil analisis citra satelit landsat 8 pada area KHG Sungai Mendahara – Batanghari sebaran rata-rata tutupan lahan dari tahun 2013 sampai 2022.

Tabel 2
Rata- rata Sebaran Tutupan Lahan 2013-2022

No	Tutupan Lahan	Rata-rata 2013-2022	
		Ha	%
1	Belukar	45697	22,8
2	Hutan Rawa Primer	11775	5,9
3	Hutan Rawa Sekunder	3942	2,0
4	Hutan Tanaman Industri	19820	9,9
5	Kebun Campuran	37011	18,5
6	Kebun Kelapa Sawit	58787	29,3
7	Lahan Terbuka	20601	10,3
8	Pemukiman	1202	0,6
9	Sawah	2078	1,0
10	Tubuh Air	1343	0,7

Sumber: data olahan

Berdasarkan hasil analisis spasial tutupan lahan pada KHG Sungai Mendahara – Batanghari kawasan ini didominasi oleh perkebunan, baik itu perkebunan campuran dan kelapa sawit dengan persentase untuk perkebunan campuran 18,5 % dan kelapa sawit 29,3 %, kemudian semak belukar 22,8 % dan luas kawasan hutan tidak mencapai 30% pada kawasan ini terbagi pada Hutan Rawa Primer 5,9 %, Hutan Rawa Sekunder 2,0 % serta Hutan Tanaman Industri seluas 9,9 %.

Emisi Karbon diatas Permukaan KHG Sungai Mendahara – Sungai Batanghari.

Berdasarkan hasil analisis perhitungan emisi karbon dari perubahan tutupan lahan di KHG Sungai Mendahara – Batanghari emisi karbon tertingi pada periode 2013-2014 kemudian terjadi serapan pada tahun 2015 sampai 2016, emisi karbon hingga tahun 2022 terjadi fluktuasi mulai peningkatan pada periode 2016-2017 dan terjadi serapan pada periode 2017-2018 dan periode 2020-2021.

Tabel 3
Emisi dan Serapan Karbon di KHG Sungai Mendahara – Batanghari.

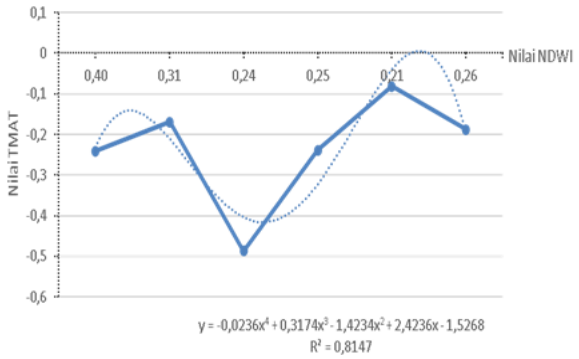
No	Tahun	Emisi Karbon (Mt CO2-eq)
1	2013-2014	4,4
2	2014-2015	-0,2
3	2015-2016	-2,0
4	2016-2017	3,8
5	2017-2018	-6,2
6	2018-2019	0,8
7	2019-2020	0,3
8	2020-2021	-1,7
9	2021-2022	2,9

*Nilai (-) merupakan serapan dan (+) adalah emi
Sumber: data olahan

Emisi Karbon dibawah Permukaan KHG Sungai Mendahara – Sungai Batanghari.

(a) Estimasi Tinggi Muka Air Tanah.

Persamaan regresi yang digunakan untuk menduga nilai TMAT di setiap tahun menggunakan data tahun 2022, hal ini disebabkan nilai koefiesien determinasi (R Square atau R Kuadrat) sangat rendah tidak sampai 0,1. Berdasarkan dari tiga persamaan diatas nilai R kuadrat tertinggi pada trendline polynomial dengan nilai 0,0422 dibanding linier dan logarithmic yaitu 0,0418 dan 0,0205, dari ketiga persamaa tersebut tidak dapat digunakan untuk memprediksi nilai TMAT dari tahun-tahun sebelumnya, karena untuk tingkat kepercayaan yang tinggi niai R kuadrat harus mendekati 1. Persamaan regresi yang dibangun dengan data tahun 2020 diperoleh nilai R kuadrat yang mendekati 1 yaitu 0,8147 trendline polynomial. Grafik persamaan regresi data NDWI dan TMAT tahun 2022.



Sumber: data olahan

Gambar 1
Grafik persamaan regresi nilai NDWI dan TMAT Tahun 2022

(b) Estimasi Emisi Karbon dari Dekomposisi Gambut.

Simpanan karbon terbesar pada lahan gambut adalah pada tanah gambut itu sendiri dan yang kedua adalah pada jaringan tanaman dan seterusnya pada tanaman mati (necromass). Masing-masing komponen cadangan karbon (carbon stock) tersebut dapat bertambah atau berkurang tergantung pada faktor alam dan campur tangan manusia. Kemarau panjang berakibat pada penurunan muka air tanah yang selanjutnya dapat mempercepat emisi CO2 dari tanah gambut. Estimasi emisi dari dekomposisi lahan gambut pada lokasi penelitian menggunakan persamaan Hooijer et al. (2006, 2010). Hasil perhitungan emisi dari dekomposisi gambut (Tabel 7), dengan rata – rata emisi pertahun 9,94 Mt CO2-eq dan emisi tertinggi pada tahun 2018 sebesar 10,55 Mt CO2-eq kemudian emisi terendah pada tahun 2020 sebesar 9,04 Mt CO2-eq.

Tabel 4
Emisi karbon dari dekomposisi gambut.

No	Tahun	Emisi Karbon (Mt CO2-eq/th)
1	2014	10,12
2	2015	9,55
3	2016	10,03
4	2017	10,25
5	2018	10,55
6	2019	9,78
7	2020	9,04
8	2021	10,13
9	2022	10,05
Rata - rata		9,94

Sumber: data olahan

Menurut Agus *et al.* (2011) faktor terjadinya emisi dilahan gambut apabila hutan gambut dibuka dan didrainase maka lahan gambut berubah fungsi dari penyerap menjadi sumber emisi gas karbon (CO2) yang merupakan salah satu gas rumah kaca terpenting. Faktor yang dapat merubah fungsi lahan gambut dari penyerap menjadi sumber CO2 antara lain adalah :

1. Penebangan pohon-pohonan. Penebangan pohon-pohonanan pada hutan gambut meningkatkan jumlah cahaya matahari yang masuk ke permukaan tanah, sehingga suhu dan aktivitas mikroorganisme perombak gambut meningkat.
2. Drainase (pengeringan) gambut. Kegiatan ini menyebabkan menurunnya muka air tanah (water table) pada lahan yang didrainase serta lahan di sekitarnya, baik berupa lahan gambut pertanian maupun lahan hutan gambut. Hal ini merubah suasana anaerob (jenuh air) menjadi aerob (tidak jenuh air) sehingga meningkatkan laju dekomposisi dan emisi CO2. Penurunan muka air tanah juga dapat terjadi secara alami, misalnya karena pengaruh kemarau panjang.
3. Pembakaran/kebakaran gambut. Kebakaran meningkatkan emisi CO2 karena terbakar atau teroksidasinya salah satu atau gabungan dari biomasa tanaman, nekromasa dan lapisan gambut.
4. Penambahan pupuk dan amelioran. Penambahan pupuk, misalnya pupuk nitrogen, akan menurunkan nisbah C/N tanah dan mendorong perombakan bahan organik oleh jasad renik yang diikuti dengan

pelepasan CO2. Pengapuran atau penambahan amelioran lain yang sifatnya meningkatkan pH gambut juga bisa mempercepat perombakan gambut oleh jasad renik dan pelepasan CO2.

Emisi Karbon Total di KHG Sungai Mendahara – Sungai Batanghari.

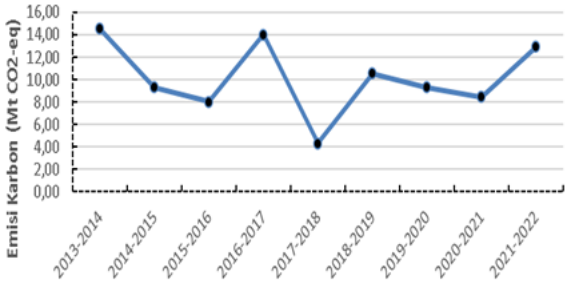
Estimasi emisi karbon total pada kawasan KHG Sungai Mendara – Sungai Batanghari merupakan penjumlahan dari emisi karbon atas permukaan (perubahan tutupan lahan) dan emisi di bawah permukaan (dekomposisi gambut).

Tabel 5
Emisi karbon total di KHG Sungai Mendahar – Batanghari

No	Tahun	Emisi Karbon Tutupan Lahan (Mt CO2-eq)	Emisi Karbon Dekomposisi Gambut (Mt CO2-eq)	Emisi Karbon Total (Mt CO2-eq)
1	2013-2014	4,42	10,12	14,54
2	2014-2015	-0,24	9,55	9,31
3	2015-2016	-2,00	10,03	8,03
4	2016-2017	3,79	10,25	14,04
5	2017-2018	-6,24	10,55	4,32
6	2018-2019	0,79	9,78	10,56
7	2019-2020	0,29	9,04	9,33
8	2020-2021	-1,65	10,13	8,48
9	2021-2022	2,89	10,05	12,94
Rata - Rata		0,23	9,94	10,17
Total				91,6

Sumber: data olahan

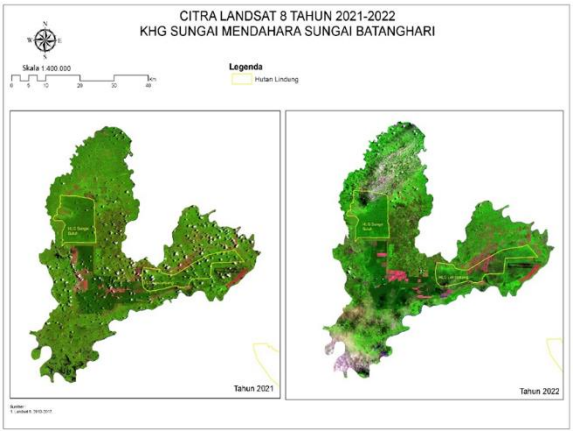
Berdasarkan hasil analisis data emisi karbon di KHG Sungai Mendahara – Sungai Batangari rata – rata emisi pertahun sekitar 10,17 juta CO2-eq didominasi oleh emisi dari dekomposisi gambut dengan rata-rata 9,94 Juta CO2-eq dibanding dari perubahan tutupan lahan hanya sebesar 0,23 Juta CO2-eq dan total jumlah emisi dari mulai tahun 2013 sampai 2022 adalah 91,5 Juta CO2-eq.



Sumber: data olahan

Gambar 2
Grafik emisi karbon total di KHG Sungai Mendahara - Batanghari

Gambar 3 terlihat emisi karbon di KHG Mendahara – Batanghari sangat fluktuatif, dimana terjadi terjadi penuruan emisi karbon dari periode 2013 – 2014 hingga periode 2015 – 2016 kemudian terjadi peningkatan emisi pada peiode 2016 -2017 dan turun pada periode 2017 – 2018, kemudian jika diperhatikan emisi karbon cendrung naik mulai dari periode 2018 – 2019 hingga periode 2021 – 2022. Upaya restorasi lahan gambut tren emisi mestinya menurun hingga tahun 2030, namun jika dilihat dari hasil analisis data pada lokasi penelitian hingga periode 2022 emisi karbon cenderung meningkat hal ini disebabkan terjadinya pembukaan lahan yang masif pada kawasan ini, bahkan hingga pada kawasan-kawasan hutan seperti Hutan Lindung Gambut Londerang.



Sumber: data olahan

Gambar 3
Peta Landsat 8 KHG Sungai Mendahar – Batanghari tahun 2021-2022.

Terlihat pada Gambar 3 terjadi penambahan lahan terbuka pada kawasan Hutan Lindung Gambut Londerang pada tahun 2022 pada bagian tengah kawasan sisi sebelah atas yang berada di Kabupaten Tanjung Jabung Timur. Berbagai data atau informasi

menunjukkan bahwa kegiatan konversi lahan gambut di daerah tropika menjadi bentuk penggunaan lain yang hampir selalu disertai dengan pembuatan saluran drainase, disinyalir telah menyebabkan kehilangan karbon yang sangat esar dan berkontribusi terhadap peningkatan emisi GRK dan perubahan iklim global. Sebagai contoh, Hooijer *et al.* (2010) melaporkan bahwa emisi CO2 dari lahan gambut tropika yang didrainase pada tahun 2006 adalah 355-855 juta ton/tahun, 82% dari jumlah ini berasal dari Indonesia. Dari data yang disampaikan Joosten (2007) menunjukkan bahwa emisi CO2 tahun 2008 dari lahan gambut Indonesia adalah yang tertinggi di dunia yaitu sebanyak 500 juta ton dibandingkan Rusia diposisi kedua hanya 139 juta ton.

SIMPULAN

Hasil penelitian ini menemukan bahwa hasil analisis emisi karbon dari perubahan tutupan lahan terlihat fluktuasi emisi karbon dari tahun 2013 dan cenderung naik hingga tahun 2022 dengan luas Hutan Primer dan Sekunder tersisa 7,9 % pada lokasi penelitian yaitu KHG Sungai Mendahara - Batanghari. Analisis emisi karbon dekomposisi gambut dihitung dari tinggi muka air tanah yang di estimasikan berdasarkan nilai NDWI, Emisi karbon terjadi fluktuasi sepanjang tahun 2014 hingga 2022, pada tahun 2015 emisi turun kemudian naik sampai tahun 2018 dan turun sampai tahun 2020 kemudian meningkat kembali hingga tahun 2021 dan terlihat menurun pada tahun 2022 sebesar 0,08 Mt CO2-eq. Estimasi emisi total (emisi diatas permukaan dan dibawah permukaan) tanah gambut di KHG Sungai Mendahara – Sungai Batanghari dihitung berdasarkan perubahan tutupan lahan dan dekomposisi gambut yang di analisis secara spasial menunjukan emisi karbon pada kawasan ini masih relatif terus terjadi dan cenderung naik hingga tahun 2022 dengan rata-rata emisi 10,17 Mt CO2-eq yang di dominasi oleh emisi dari dekomposisi gambut dengan rata -rata pertahun sebesar 9,94 Mt CO2-eq dan emisi dari tutupan lahan dengana rata-rata 0,23 Mt CO2-eq pertahun.

DAFTAR PUSTAKA

Agus F, Handayani E, Noordwijk VM, Idrim K, Sabiham S. 2010. Root respiration interferes with peat CO2 emission measurement. *19th World Congress of Soil Science, Soil Solution for a Changing World*. 1-6 August 2010. Brisbane. AustraliaBaker

Inas F dan Ibrahim, Saliza. (14 – 15 Desember 2009). Reducing of Nickel from Aqueous Solution Using Palm Activated Carbon, dipresentasikan pada *1st Technical Postgraduate Conference*, Kuala Lumpur.

Hooijer A, Silvius M, Wösten H, Page S. 2006. PEAT CO2, Assessment of CO2 Emission from drained peatlands in SE Asia. *Wetland International and Delft Hydraulics report Q394*3.

Hooijer A, Page S, Canadell JG, Silvius M, Kwadijk J, Wosten H, Jauhiainen J. 2010. Current and future CO2 emissions from drained peatlands in Southeast Asia. *Biogeosciences*, 7, 1505–1514.

IPCC (Intergovermental Panel on Climate Change). 2006. IPCC Guideline for National Green House Gass Inventories. Volume 4 Agriculture, Forestry and Other Land Use. *National Green House Gass Inventories Programme*. IGES. Japan

Tosiani, A. 2015. Buku kegiatan serapan dan emisi karbon. Serapan Dan Emisi Karbon, 1–41.

USGS. 2021, Landsat Standard data Product, diakses melalui website http://Landsat.usgs.gov//Landsat_level_1_standard_data_products.php

Zarco-Tejada, P.J., Rueda, C.A., & Ustin, S.L, 2003. Water Content Estimation in Vegetation with MODIS Reflectance Data and Model Inversion Methods.Remote Sensing of Environment, 85(1), 109–124