



DAMPAK EKSPANSI KEBUN KELAPA SAWIT TERHADAP KONDISI JASA LINGKUNGAN PROVINSI RIAU

IMPACT OF LAND EXPANSION INTO OIL PALM PLANTATION ON ENVIRONMENTAL SERVICES CONDITION IN RIAU PROVINCE

Mohammad Rafli^{a*}, Imam Buchori^b

^aBadan Perencanaan Pembangunan Daerah, Penelitian dan Pengembangan Provinsi Riau; Pekanbaru

^bDepartemen Perencanaan Wilayah dan Kota, Universitas Diponegoro; Semarang

*Korespondensi: raflifadh@gmail.com

Info Artikel:

- Artikel Masuk: 29 November 2018
- Artikel diterima: 3 Januari 2019
- Tersedia Online: 30 Juni 2022

ABSTRAK

Perkebunan kelapa sawit di Provinsi Riau memiliki luasan terbesar yakni mencapai >21% dari jumlah luasan kebun kelapa sawit di Indonesia. Kebun kelapa sawit yang luas tersebut melibatkan konversi lahan yang diikuti dengan penyusutan kerapatan vegetasi. Kondisi ini tidak mempertimbangkan keberlanjutan yang nantinya akan berpengaruh pada penurunan dan perubahan jasa lingkungan. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk menilai bagaimana ekspansi kebun kelapa sawit di Provinsi Riau berpengaruh terhadap kondisi jasa lingkungan. Pendekatan terhadap jasa lingkungan menggunakan metode interpretasi citra Landsat 5 multi-temporal tahun 1990, tahun 2000, tahun 2010, dan citra Landsat 8 tahun 2018. Jasa lingkungan yang dianalisis adalah kesediaan cadangan karbon dan perubahan suhu permukaan tanah. Perubahan lahan menjadi kebun kelapa sawit dan cadangan karbon diukur dengan analisis tutupan lahan. Kerapatan vegetasi menggunakan teknik NDVI, dan nilai suhu permukaan menggunakan analisis band thermal. Hasil penelitian menggambarkan adanya kenaikan luas kebun kelapa sawit yang cukup besar yaitu 2,15 juta hektar (24,12%) dari luas wilayah Provinsi Riau. Jumlah karbon yang hilang pada lahan hutan mencapai 238,37 juta ton, pada lahan semak belukar mencapai 3,99 juta ton, dan karbon yang hilang pada ladang mencapai 24,97 juta ton. Kenaikan suhu permukaan sebesar 3°C - 4°C. Kondisi ini menjadi perhatian bagi pemerintah dalam membuat kebijakan khususnya pemberian izin pembukaan lahan kelapa sawit karena masalah ini dapat mengancam keberlanjutan lingkungan.

Kata Kunci : Alih Fungsi Lahan, Kelapa Sawit, Jasa Lingkungan

ABSTRACT

Oil palm plantations in Riau Province have the largest area, reaching >21% of the total area of oil palm plantations in Indonesia. The large oil palm plantations involve land conversion followed by a decrease in vegetation density. This condition does not consider sustainability which will later affect the decline and change in environmental services. The purpose of this study is to assess how the expansion of oil palm plantations in Riau Province affects the condition of environmental services. The approach to environmental services use the multi-temporal Landsat 5 image interpretation method in 1990, 2000, 2010, and Landsat 8 imagery in 2018. The environmental services analyzed are the availability of carbon stocks and changes in ground surface temperature. Land conversion into oil palm plantations and carbon stocks were measured by land cover analysis. Vegetation density using NDVI technique, and surface temperature values using thermal band analysis. The results of the study describe an increase in the area of oil palm plantations which is quite large, namely 2.15 million hectares (24.12%) of the total area in Riau Province. The amount of carbon lost in forest lands reached 238.37 million tons, on bushland reached 3.99 million tons, and carbon lost in fields reached 24.97 million tons. Increase in surface temperature by 3°C - 4°C. This condition is a concern for the government in making policies, especially the granting of permits for oil palm land clearing because this problem can threaten environmental sustainability.

Keywords Land Conversion, Oil Palm Plantations, Environmental Services Change

1. PENDAHULUAN

Salah satu hasil perkebunan yang menjadi komoditas penting bagi Indonesia adalah kelapa sawit. Indonesia menjadi produsen terbesar *Crude Palm Oil* (CPO) di dunia mulai tahun 2008, dimana hasil produksi CPO mencapai 33,5 juta ton (52,9%) dari luas kelapa sawit dunia (FAO, 2014; Feintrenie, et al., 2010; Gatto, et al., 2015). Pada tahun 1970 sampai dengan tahun 2015, kebun kelapa sawit di Indonesia mengalami peningkatan yang pesat. Dari luas 4,16 juta ha pada tahun 2000, luas kebun kelapa sawit di Indonesia meningkat pesat 11,26 juta ha di tahun 2015 sejalan dengan kenaikan permintaan atas CPO di dunia.

Meningkatnya kebutuhan pasar atas CPO telah menyebabkan ekspansi perkebunan kelapa sawit di Indonesia. Luas terbesar kebun kelapa sawit di Indonesia berada di Provinsi Riau, dengan luasan mencapai 2,4 juta hektar pada tahun 2015 (> 21% dari jumlah luasan kebun kelapa sawit di Indonesia) (Ditjenbun, 2016). Terjadinya peningkatan luasan kebun kelapa sawit yang pesat tersebut diakibatkan oleh alih fungsi lahan. Alih fungsi lahan menjadi kebun kelapa sawit tidak mempertimbangkan keberlanjutan lingkungan yang nantinya akan berdampak pada hilangnya keseimbangan jasa lingkungan. Keseimbangan jasa lingkungan yang berupa jasa penyediaan, jasa pengaturan, jasa kultural, dan jasa pendukung (Wunder, 2005) terganggu sebagai dampak dari alih fungsi lahan. Jasa lingkungan yang disediakan oleh alam seperti cadangan karbon (*stock carbon*) yang berfungsi sebagai bahan organik (Kauffman dan Donato, 2012) dan jasa lingkungan pengaturan iklim. Ekspansi kebun kelapa sawit yang dibarengi dengan alih fungsi lahan secara signifikan, berdampak pada terjadinya gangguan terhadap jasa lingkungan yaitu hilangnya keanekaragaman hayati (Fitzherbert et al., 2008), pelepasan karbon (Fargione et al., 2008; Ravindranath et al, 2009; Uryu et al., 2008), dan perubahan iklim dan pemanasan global (Sabajo et al., 2017).

Hilangnya unsur karbon dalam tanah akibat alih fungsi lahan menjadi kebun kelapa sawit terjadi pada lapisan permukaan tanah (de Blécourt et al., 2013; Guillaume et al., 2015). Unsur karbon organik berada pada lapisan permukaan tanah sebagai sumber utama nutrisi bagi tanaman (Vitousek dalam Guillaume, 2016). Sehingga hal ini dapat menyebabkan penurunan kualitas dan keseimbangan lingkungan. Suhu permukaan tanah yang merupakan jasa lingkungan lainnya juga terdampak akibat ekspansi kebun kelapa sawit. Jika alih fungsi lahan terus dilakukan maka akan mempengaruhi perubahan iklim (Carmin, J. et al, 2012). Kenaikan suhu permukaan tanah sebagai akibat dari proses konversi lahan hutan dengan indikasi penurunan vegetasi hutan. Penurunan vegetasi tersebut dapat mengubah struktur dan sifat permukaan tanah yang mengganggu sistem alur energi di atmosfer (Bright et al., 2015). Sehingga hal ini menyebabkan peningkatan suhu pada permukaan bumi.

Beberapa penelitian terkait dampak ekspansi kelapa sawit terhadap permasalahan lingkungan telah dilakukan. Misalnya, Carlson et. al (2012) menghitung ketersediaan karbon akibat alih fungsi lahan hutan menjadi kebun kelapa sawit tahun 1990 sampai dengan tahun 2010 dengan interpretasi citra Landsat dan analisis cadangan karbon. Selain itu, Hino & Ramdani (2013) melakukan analisis ekspansi kelapa sawit yang berdampak pada permasalahan lingkungan dengan memperlihatkan bahwa kebun kelapa sawit menjadi penyebab kenaikan emisi gas rumah kaca. Penelitian tersebut hanya berfokus pada konversi lahan oleh perkebunan kelapa sawit terhadap emisi karbon dan gas rumah kaca. Penelitian terkait penurunan kualitas jasa lingkungan seperti cadangan karbon dan suhu permukaan tanah akibat ekspansi lahan kelapa sawit di Provinsi Riau sangat layak untuk diteliti lebih lanjut.

Berdasarkan hal di atas, penelitian ini dilakukan dengan tujuan menilai bagaimana ekspansi kebun kelapa sawit di Provinsi Riau berpengaruh terhadap kondisi jasa lingkungan. Hal ini perlu menjadi perhatian bagi pemerintah dalam membuat kebijakan khususnya pemberian izin pembukaan lahan kelapa sawit karena masalah ini dapat mengancam keberlanjutan lingkungan. Instrumen pengukuran terhadap jasa lingkungan yaitu interpretasi citra Landsat. Jasa lingkungan yang di analisis adalah kesediaan cadangan karbon dan perubahan suhu permukaan tanah.

2. DATA DAN METODE

Data dan informasi tentang fisik lingkungan diperlukan dalam penelitian ini. Pengumpulan data dan informasi dengan survei instansi dan interpretasi citra satelit (Tabel 1). Peta dan citra satelit diperlukan untuk deskripsi spasial dan analisis kondisi lingkungan di wilayah studi. Data spasial mencakup jenis tutupan lahan Provinsi Riau, standar perkiraan cadangan karbon, dan data citra Landsat multi-temporal tahun 1990, 2000, 2010, dan 2018. Data dan informasi digunakan dalam mendeteksi konversi lahan menjadi perkebunan kelapa sawit, deteksi kerapatan vegetasi, perkiraan cadangan karbon, dan suhu permukaan tanah. Metode analisis menggunakan software ArcGIS dengan interpretasi citra *Landsat 5 multi-temporal* tahun 1990, tahun 2000, tahun 2010, dan citra *Landsat 8* tahun 2018.

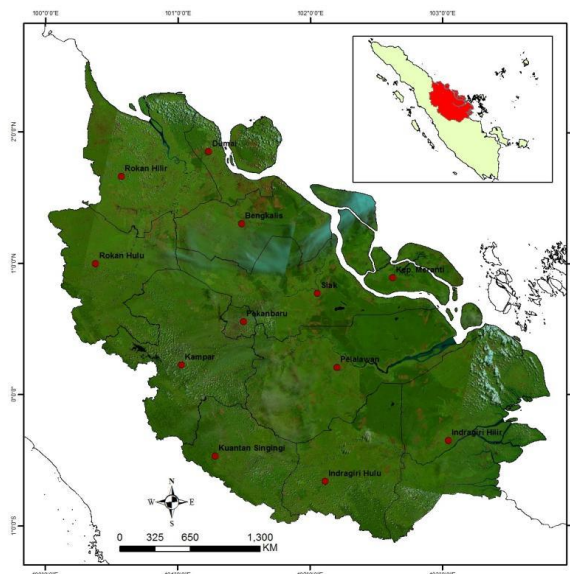
Tabel 1. Kebutuhan Data Penelitian

| Kebutuhan Data | Jenis Data | Sumber |
|--|------------|---|
| Statistik perkebunan Indonesia (perkembangan kelapa sawit Provinsi Riau) | Sekunder | <ul style="list-style-type: none"> • Biro Pusat Statistik (BPS) Provinsi Riau • Bappeda Provinsi Riau |
| Rencana Strategis pengembangan perkebunan kelapa sawit Provinsi Riau | Sekunder | <ul style="list-style-type: none"> • Dinas TP, Holtikultura dan Dinas Perkebunan Provinsi Riau |
| Luas kawasan hutan Provinsi Riau | Sekunder | <ul style="list-style-type: none"> • DLHK Provinsi Riau • Bappeda Provinsi Riau |
| Standar perkiraan karbon pada jenis tutupan lahan | Sekunder | <ul style="list-style-type: none"> • Direktorat Jenderal Planologi, Kementerian Kehutanan |
| Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) wilayah Provinsi Riau | Sekunder | <ul style="list-style-type: none"> • Badan Informasi Geospasial |

Sumber: Hasil Analisis, 2018

2.1. Wilayah Studi

Provinsi Riau terletak antara 01°05' Lintang Selatan dan 02°25' Lintang Utara, dan antara 100°00' - 105°05' Bujur Timur, dan memiliki 8.915.016 ha (Gambar 1). Provinsi Riau memiliki iklim tropis basah dengan rata-rata curah hujan antara 2000-4000 mm per tahun, bervariasi antara musim kemarau dan musim hujan. Provinsi Riau memiliki wilayah yang relatif datar dengan lebih dari 47% dari area tersebut memiliki kemiringan kurang dari 2%.



Sumber: Akuisisi data Landsat 8 OLI, 2018

Gambar 1. Letak Provinsi Riau di Wilayah Sumatera

Didukung kondisi iklim tropis, dengan suhu udara 27,2 °C dan kelembaban 74–83 persen hamparan lahan Riau memang cukup potensial dikembangkan sebagai lahan perkebunan jenis palma seperti kelapa sawit, kelapa, rumbia, aren, dan sejenisnya. Komoditas kelapa sawit menempati hampir 91% dari total perkebunan di Provinsi Riau (BPS 2016), dan disebutkan bertanggung jawab atas 7% untuk total hilangnya hutan di Indonesia (Gelling, 2007; Nawir dan Rumboko, 2007).

Berdasarkan data statistik kelapa sawit Indonesia tahun 2017, kebun kelapa sawit Provinsi Riau didominasi oleh luas perkebunan rakyat sebesar 56 persen yang melampaui komposisi nasional sebesar 40,28 persen. Perkebunan kelapa sawit tersebar sporadis hampir di seluruh kabupaten/kota se-Provinsi Riau, dengan luas terbesar di Kabupaten Rokan Hulu dan Pelalawan mencapai 34%.

2.2. Metode Analisis

A. Analisis Perubahan Lahan menjadi Kebun Kelapa Sawit

Dalam tulisan ini, konversi lahan menjadi kebun kelapa sawit menggunakan analisis citra satelit Landsat secara multi temporal yaitu tahun 1990, 2000, 2010, dan 2018 (Tabel 2). Citra Landsat digunakan untuk mendeteksi area yang luas, untuk menghitung luas masing-masing tutupan lahan seperti kerapatan vegetasi (Jia, K. et al, 2014). Jenis Landsat yang digunakan disesuaikan dengan data tahun citra satelit. Pada tahun 1990, 2000, dan 2010 analisisnya menggunakan Landsat 5 TM yang memiliki 7 Band. Pada 2018, analisis menggunakan Landsat 8 OLI. Khusus Citra Landsat tahun 2018 telah mengalami banyak penajaman sehingga hasilnya lebih baik dari sebelumnya Landsat karena memiliki 11 band.

Tabel 2. Dataset untuk Analisis Citra

| Data | Tipe | Tahun | Sumber |
|--|----------------|-------|---|
| Citra Satelit Provinsi Riau (Path/Row: 125-128/58-61) | Multi spectral | | |
| | Landsat 5 TM | 1990 | https://earthexplorer.usgs.gov |
| | Landsat 5 TM | 2000 | https://earthexplorer.usgs.gov |
| | Landsat 5 TM | 2010 | https://earthexplorer.usgs.gov |
| | Landsat 8 OLI | 2018 | https://earthexplorer.usgs.gov |

Sumber: Hasil Analisis, 2018

Data citra kemudian dilakukan pengklasifikasian untuk menentukan kelas-kelas yang terdapat pada data citra. Klasifikasi tersebut memperlihatkan jenis tutupan lahan berdasarkan warna yang sama pada citra yang dikelompokkan pada kelas tertentu. Kegiatan klasifikasi terdiri atas 2 (dua) tahap yaitu klasifikasi citra tidak terbimbing (*unsupervised*) dan klasifikasi citra terbimbing (*supervised*). Klasifikasi citra tidak terbimbing (*unsupervised*) dilakukan sebelum pengambilan data di lapangan (*ground check*). Penentuan kelas tidak didefinisikan sendiri dan peta hasil klasifikasi ini dapat dijadikan acuan saat pengambilan data di lapangan. Klasifikasi pada data citra menggunakan metode *maximum likelihood classification*.

Dalam rangka membuat peta perubahan tutupan lahan, interpretasi visual di layar terpilih sebagai teknik untuk memperoleh informasi pada citra Landsat. Teknik ini diterapkan untuk mengekstraksi informasi yang tersedia pada citra Landsat melalui analisis interpretasi citra. Algoritma pohon digunakan untuk mendeteksi transformasi dari hutan menjadi jenis penggunaan lahan perkebunan kelapa sawit. Tipe unik dari penampakan kelapa sawit dalam citra satelit direpresentasikan dalam pola grid jaringan jalan. Dataset digital dihasilkan dengan menggabungkan pemrosesan otomatis dan analisis manual untuk mendapatkan hasil terbaik, terutama pola grid yang unik yang menunjukkan variabel pengembangan kelapa sawit dan pola grid jaringan jalan perkebunan baru.

Pengamatan di lapangan dilaksanakan dengan *cross cek* antara hasil dan kondisi kenyataan sebagai identifikasi obyek yang ditampilkan pada citra Landsat. Masing-masing jenis tutupan lahan dan jenis penggunaan lahan harus dibedakan dengan kebun kelapa sawit. Data vektor hasil interpretasi citra dikonversi dan diubah ke format KML / KMZ dengan mencocokkan tampilan dan validasi tutupan lahan

dilakukan di Google Earth. Selanjutnya dilakukan pengamatan ke lapangan dengan memakai alat Global Positioning Sistem (GPS) dengan memilih lokasi secara sampling yang mewakili jenis tutupan lahan dan penggunaan lahan.

Kegiatan pengamatan lapangan menghasilkan peta jenis tutupan lahan yang nantinya akan diuji keakuratannya dengan menghitung tingkat akurasi peta. Uji keakuratan peta akan dilakukan setelah pengamatan di lapangan. Uji keakuratan terdiri dari 2 (dua) cara, yaitu dengan pengamatan langsung ke lapangan atau dengan menghitung nilai piksel (Ketut, I.B.W, 2013). Keakuratan klasifikasi jenis tutupan dan penggunaan lahan secara menyeluruh diukur dengan menggunakan akurasi kappa.

B. Deteksi Kerapatan Vegetasi dengan NDVI

Kerapatan vegetasi dalam interpretasi citra dapat dilakukan dengan menggunakan analisis NDVI melalui perhitungan citra band komposit. Analisis NDVI pada penelitian ini dibagi 2 (dua) citra Landsat yaitu pada tahun 1990, tahun 2000, dan tahun 2010 menggunakan landsat 5 TM band yaitu band komposit 3 (Red) dan band 4 (Near Infrared). Sedangkan pada tahun 2018 menggunakan citra Landsat 8 OLI dengan band komposit band 4 (Red) dengan band 5 (Near Infrared). Karakteristik NDVI mempunyai hubungan dengan klorofil pada tanaman yang dapat menjelaskan dan membedakan vegetasi dan non vegetasi pada obyek pengamatan. Hasil perhitungan nilai NDVI jika nilainya mendekati nilai satu (1) akan menunjukkan warna terang atau disimpulkan merupakan vegetasi. Sedangkan nilai NDVI mendekati minus satu (-1) akan menunjukkan warna gelap atau disimpulkan merupakan non vegetasi. Rumus NDVI (Tucker, 1986, dalam Effat HA dan Hasan, 2014) yaitu:

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$$

Keterangan:

NIR = band *near infrared* (Landsat 5 dan 7 yaitu band 4 , sedangkan pada landsat 8 yaitu band 5);

Red = band merah (Landsat 5 dan 7 yaitu band 3, sedangkan pada landsat 8 yaitu band).

Nilai tersebut berada diantara -1 hingga 1 dengan mengacu pada non-eksistensi dan eksistensi masing-masing.

C. Penilaian Perubahan Jasa Lingkungan

a) Menghitung jumlah cadangan karbon

Persamaan untuk menghitung jumlah cadangan karbon (Ketut, I.B.W, 2013) sebagai berikut:

$$C_{tc} = (\sum C_{plot} / N_{plot}) \times \text{luas tutupan lahan (ha)}$$

Dimana:

C_{tc} = Jumlah seluruh cadangan karbon (Ton C/ha)

N_{plot} = Jumlah plot dalam jenis tutupan lahan

C_{plot} = Jumlah seluruh cadangan karbon / hektar pada tiap tutupan lahan

Perhitungan cadangan karbon menggunakan standar perkiraan karbon yang telah ditetapkan oleh Direktorat Jenderal Planologi Kementerian Kehutanan tahun 2012 (Tabel 3).

Tabel 3. Karbon Tersimpan pada Jenis Tutupan Lahan di Indonesia

| Tipe Tutupan Lahan | Karbon Tersimpan (Ton C/Ha) |
|--------------------|-----------------------------|
| Hutan | 196,00 |
| Perkebunan | 63,00 |
| Semak belukar | 30,00 |
| Ladang | 64,00 |

Sumber: Direktorat Jenderal Planologi Kementerian Kehutanan, 2012

b) Menilai suhu permukaan tanah

Suhu permukaan tanah dapat dinilai melalui analisis citra Landsat. Perhitungan Suhu permukaan tanah menggunakan band thermal 6 (TIR) pada Landsat 5 TM dan Landsat 7 ETM, sedangkan pada Landsat 8 OLI yaitu band 10 dan 11 (panjang gelombang 10.40-12.50 μm). Spektral termal infra red berfungsi memisahkan kelembaban tanah dan memetakan hawa panas (Lillesand dan Kiefer 1979). Band thermal (Band 6) mempunyai resolusi spasial 60 m (Arvidson, 2002 dalam Weng, 2004). Penilaian suhu permukaan tanah pada citra Landsat yang dihasilkan perlu dianalisis lebih lanjut. Beberapa tahapan harus dilakukan untuk memperoleh nilai suhu permukaan tana dengan menggunakan fungsi algoritma *Mono-window Brightness Temperature* (USGS, 2013):

1. Mengkonversi nilai *Digital Number* (DN) menjadi *Spectral Radiance* ($L\lambda$)

Jika menggunakan citra Landsat 5 dan 7:

$$L\lambda = ((LMAX\lambda - LMIN\lambda)/(QCAL MAX - QCAL MIN)) * (QCAL - QCAL MIN) + LMIN\lambda$$

Jika menggunakan citra Landsat 8:

$$L\lambda = 0.0003342 * QCAL + 0.1$$

Keterangan:

- $L\lambda$ = *Spectral Radiance*
- LMIN = *Spectral Radiance* dari nilai DN 1
- LMAX = *Spectral Radiance* dari nilai DN 255
- DN = *Digital Number*

2. Menentukan suhu kecerahan dalam Kelvin

$$Tb = K2 / \ln ((K1 / L\lambda) + 1)$$

Keterangan:

- Tb = Suhu kecerahan
- K1 = *Calibrasi Konstanta 1* (Tabel 4)
- K2 = *Calibrasi Konstanta 2* (Tabel 4)

Tabel 4. *Calibrasi Konstanta Band Thermal*

| Sensor | Konstanta (K1) | Konstanta K2) |
|---------------|----------------|---------------|
| Landsat 5 TM | 607.76 | 1260.56 |
| Landsat 8 OLI | | |
| Band 10 | 774.8853 | 1321.0789 |
| Band 11 | 480.8883 | 1201.1442 |

Sumber: USGS, 2013

3. Mengkonversi suhu (Kelvin menjadi Celcius)

$$TCelcius = TKelvin - 273.15$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Konversi Lahan menjadi Kebun Kelapa Sawit di Provinsi Riau

Provinsi Riau mengalami peningkatan kebun kelapa sawit yang cepat selama periode 1990-2018. Analisis citra Landsat mengungkapkan bahwa kebun kelapa sawit di Provinsi Riau pada tahun 1990-an memiliki luas 0,50 juta ha (5,65% dari luas provinsi). Dari periode tahun 1990 hingga 2000, perkebunan kelapa sawit mengalami peningkatan sebesar 1,29 juta ha (14,55% dari luas provinsi). Pada periode tahun 2000 hingga 2010, perkebunan kelapa sawit meningkat sebesar 1,68 juta ha (18,88% dari luas provinsi).

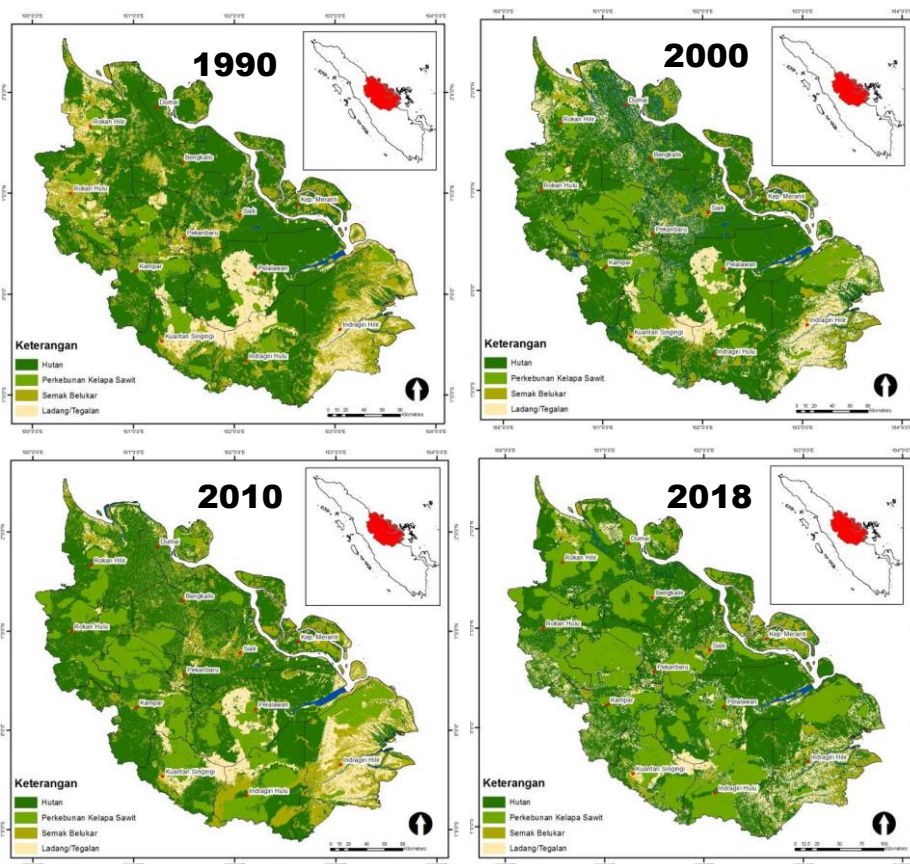
Rentang waktu 2000 hingga 2018, luasan kebun kelapa sawit Provinsi Riau sudah mencapai 2,65 juta ha (29,77% dari jumlah luas provinsi) (Gambar 2).

Perkembangan kelapa sawit yang cepat tersebut tentu tidak dapat dipisahkan dari konversi lahan. Konversi lahan pada makalah ini adalah tutupan lahan yang berkurang dari tipe tutupan lahan hutan, semak belukar, dan ladang menjadi kebun kelapa sawit. Berdasarkan hasil analisis citra Landsat, luas hutan, semak belukar, dan ladang di Provinsi Riau mengalami penurunan secara signifikan selama periode tahun 1990 hingga 2018. Kawasan hutan telah mengalami konversi dengan luasan kurang lebih 15,55% dari total luas wilayah menjadi penggunaan lahan lainnya dan salah satunya adalah perkebunan kelapa sawit. Deforestasi di wilayah ini terutama disebabkan pembukaan lahan oleh masyarakat lokal dan perusahaan perkebunan kelapa sawit untuk memperluas lahan pertanian dan perkebunannya. Perubahan jenis tutupan lahan menjadi perkebunan kelapa sawit selama kurun waktu tahun 1990 hingga 2018, dimana hutan berubah menjadi kebun kelapa sawit seluas 1,19 juta hektar, semak belukar berubah 0,17 juta hektar, dan ladang berubah 0,28 juta hektar (Tabel 5).

Tabel 5. Deteksi Perubahan Tutupan Lahan dari Citra Landsat Temporal

| Jenis Tutupan Lahan | 2018 | Hutan | Perkebunan kelapa sawit | Semak Belukar | Ladang |
|-------------------------|----------------------|----------------------|----------------------------|------------------|--------|
| | | Luas (dalam juta Ha) | | | |
| 1990 | | 5,51 | 0,50 | 0,95 | 0,68 |
| Perkebunan Kelapa Sawit | Luas (dalam juta Ha) | 2,65 | 1,19 | 0,00 | 0,17 |

Sumber: USGS, 1990, 2000, 2010, 2018



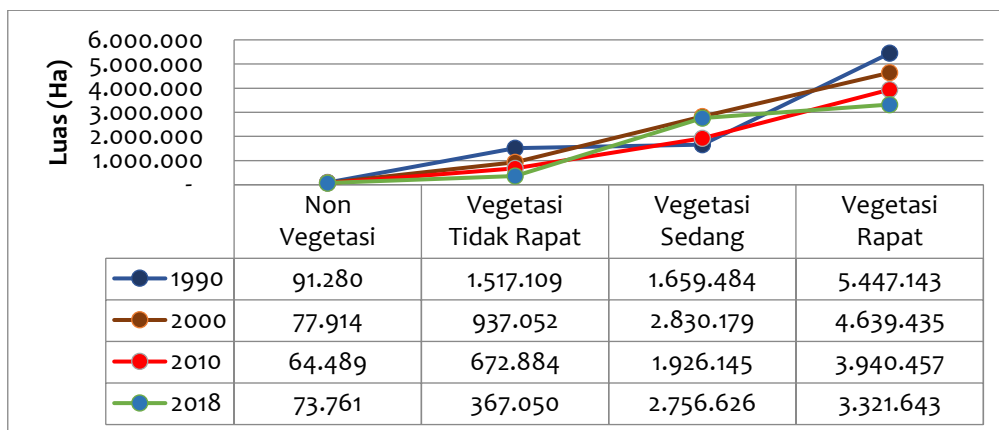
Sumber: Analisis, 2018

Gambar 2. Alih fungsi Lahan menjadi Kebun Kelapa Sawit di Provinsi Riau

Uji akurasi hanya dilakukan untuk klasifikasi citra Landsat tahun 2018 sedangkan tahun 1990, 2000, dan 2010 menggunakan informasi berdasarkan karakteristik visual atau kunci interpretasi yang dilakukan penelitian dan sumber data sebelumnya. Hasil uji akurasi pada tahun 2018 diperoleh nilai *overall accuracy* sebesar 90,00% dan *kappa accuracy* sebesar 86,13%. Menurut Jaya (2010), nilai akurasi yang baik adalah nilai akurasi yang telah mencapai skor >85% yang berarti hasil klasifikasi dapat digunakan karena nilai *kappa accuracy* pada analisis tutupan lahan penelitian ini lebih besar 85%.

3.2. Perubahan Kerapatan Vegetasi Akibat Alih Fungsi Lahan Menjadi Kebun Kelapa Sawit

Perhitungan indek vegetasi dengan rumus NDVI yang dilakukan pada wilayah Provinsi Riau (Gambar 3) dan (Gambar 4), terjadi perubahan pola kerapatan vegetasi selama rentang waktu tahun 1990 hingga 2018. Vegetasi rapat dengan nilai NDVI 0,54 hingga 1 yaitu hutan berkurang dari luas area 5,4 juta hektar menjadi 3,32 juta hektar (23,84% dari luas wilayah), vegetasi tidak rapat dengan nilai 0,26 hingga 0,42 yaitu ladang berkurang dari luas area 1,51 juta hektar menjadi 0,36 juta hektar (12,90% dari luas wilayah). Sedangkan vegetasi sedang dengan nilai NDVI 0,42 hingga 0,54 mengalami kenaikan dari luas area 1,65 juta hektar menjadi 2,75 juta hektar (12,31% dari luas wilayah) yang terdiri dari semak belukar dan perkebunan. Kondisi ini dipengaruhi oleh konversi lahan sebagai akibat dari pembukaan lahan untuk perkebunan kelapa sawit.



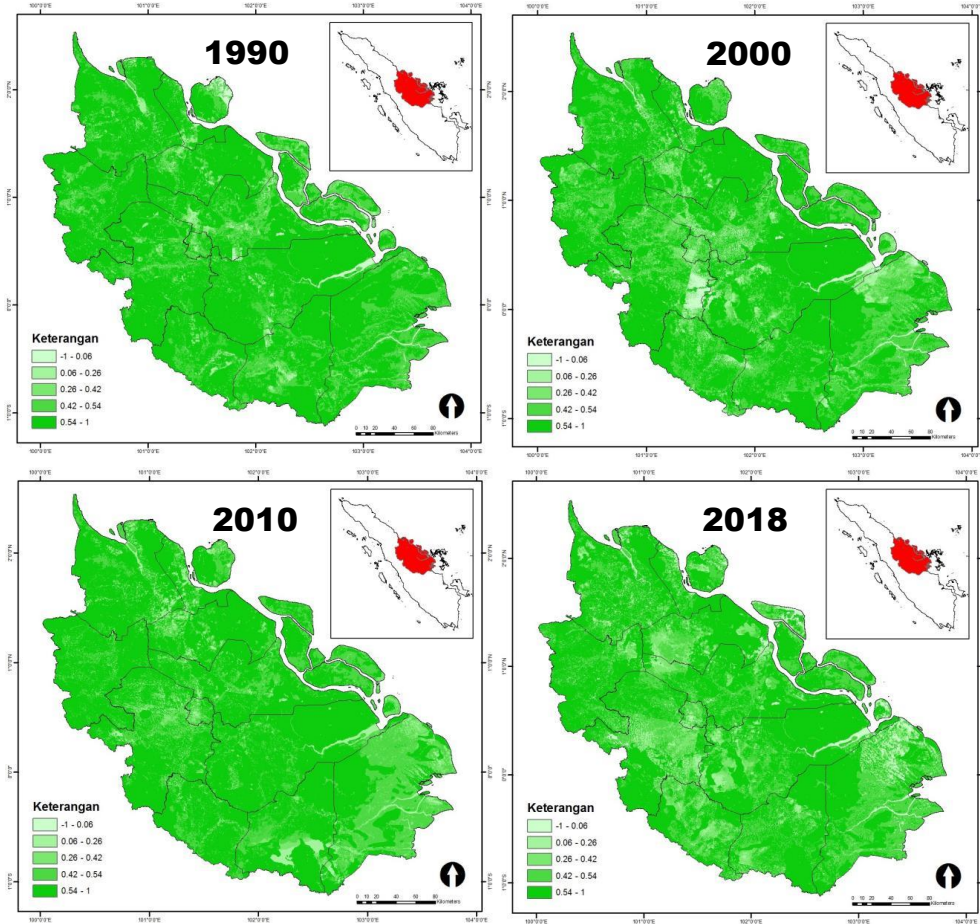
Sumber: Analisis, 2018

Gambar 3. Grafik Perubahan Kerapatan Vegetasi Provinsi Riau Tahun 1990 – 2018

Rentang tahun 1990 hingga 2000 merupakan periode waktu dimana kondisi vegetasi rapat memiliki luasan yang sangat besar. Hal ini ditandai dengan masih besarnya luasan hutan dan semak belukar di daerah hulu dan pinggiran Provinsi Riau. Kondisi ini menggambarkan konversi lahan masih belum terjadi secara signifikan namun pembukaan lahan sudah mulai dilakukan.

Pada rentang tahun 2000 hingga 2010, penurunan vegetasi cukup besar pada hutan dan semak belukar dimana kondisi vegetasi rapat berubah menjadi sedang dan tidak rapat. Kondisi ini diakibatkan terjadinya konversi lahan yang diikuti oleh pembukaan lahan secara besar-besaran. Pembukaan lahan tersebut terutama dilakukan untuk perkebunan kelapa sawit yang terlihat pada daerah hulu Provinsi Riau seperti Kabupaten Kampar, Rokan Hulu, Bengkalis, Rokan Hilir, Kuantan Singingi, Pelalawan, Indragiri Hulu, dan Indragiri Hilir.

Periode waktu tahun 2010 hingga 2018 kondisi kerapatan vegetasi di Provinsi Riau beberapa daerah sudah mulai beralih dari vegetasi tidak rapat menjadi sedang. Hal ini mengindikasikan bahwa lahan yang dibuka untuk perkebunan kelapa sawit sudah tumbuh tanaman kelapa sawitnya dimana pembentukan perkebunan kelapa sawit adalah sekitar 10 tahun (Block, 2009).



Sumber: Analisis, 2018

Gambar 4. Hasil NDVI Deteksi Penurunan Kerapatan Vegetasi

3.3. Pelepasan Cadangan Karbon pada Jenis Tutupan Lahan di Provinsi Riau

Hasil perhitungan perkiraan jumlah cadangan karbon yang tersimpan pada jenis tutupan lahan di Provinsi Riau dari tahun 1990 hingga 2018, terlihat adanya pelepasan jumlah karbon yang besar (Tabel 6). Hal ini dikarenakan terjadi konversi lahan hutan, semak belukar, dan ladang/tegalan menjadi perkebunan kelapa sawit.

Tabel 6. Perubahan Jumlah Cadangan Karbon Pada Tutupan Lahan di Provinsi Riau

| Jenis Tutupan Lahan | Pelepasan Karbon | | | | Karbon Tersedia | |
|---------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------|-----------------------------------|-------|
| | Tahun 1990-2000 (dalam Juta Ton) | Tahun 2000-2010 (dalam Juta Ton) | Tahun 2010-2018 (dalam Juta Ton) | % | Jumlah Karbon (dalam Juta Ton) | % |
| Hutan | 99,26 | 72,45 | 66,61 | 23,58 | 772,38 | 76,42 |
| Semak Belukar | 0,00 | 1,28 | 2,72 | 13,94 | 24,67 | 86,06 |
| Ladang | 17,54 | 0,30 | 7,15 | 56,78 | 19,00 | 43,22 |

Sumber: Analisis, 2018

Perubahan tutupan lahan yang terjadi dalam kurun waktu tahun 1990 hingga 2018 berdampak pada permasalahan lingkungan diantaranya adalah peningkatan emisi karbon global. Hasil analisis perhitungan cadangan karbon, jumlah pelepasan karbon pada tahun 1990 hingga 2018 pada jenis tutupan lahan hutan sebesar 271,86 juta ton karbon, semak belukar sebesar 7,78 juta ton, dan ladang sebesar 20,49 juta ton. Hal

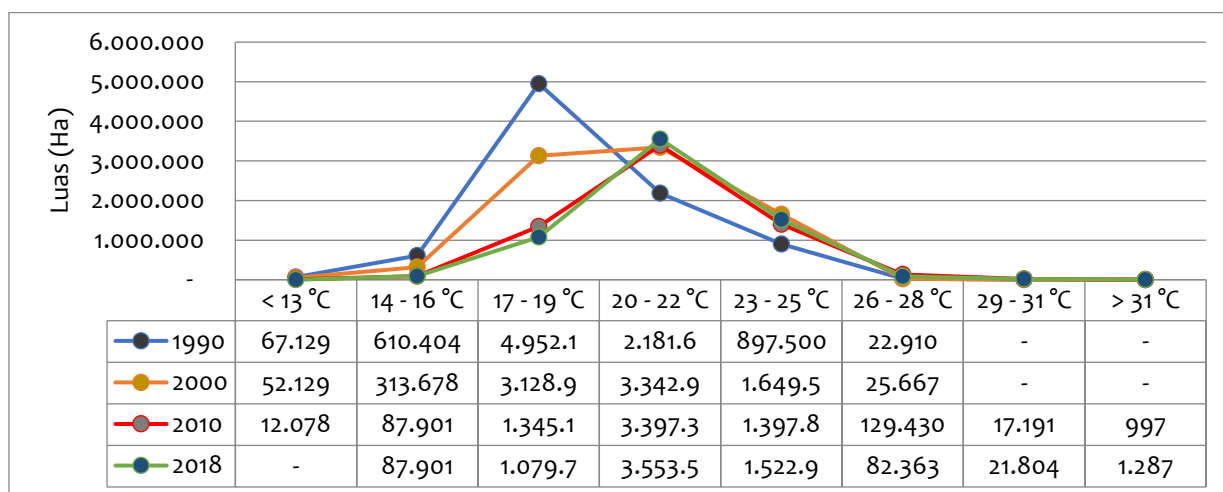
ini bisa dirasakan terhadap perubahan jasa lingkungan dimana sumber penyediaan karbon semakin berkurang.

3.4. Perubahan Suhu Permukaan Tanah di Provinsi Riau

Pengolahan interpretasi citra dengan band thermal menghasilkan pola suhu permukaan tanah di Provinsi Riau pada tahun 1990, 2000, 2010 dan 2018 (Gambar 5) dan (Gambar 6). Penilaian suhu permukaan berdasarkan pengolahan band termal citra Landsat pada tahun 1990 sampai dengan tahun 2018, terjadi perubahan suhu permukaan pada jenis tutupan lahan. Suhu permukaan hutan, semak belukar, dan ladang mengalami kenaikan suhu permukaan sebesar 3°C - 4°C.

Suhu permukaan Provinsi Riau tahun 1990 pada daerah bervegetasi rapat dominan adalah kelas 17°C - 19°C (rata-rata 17,97°C), Daerah bervegetasi sedang dan tidak rapat dominan memiliki suhu 20°C - 22°C (rata-rata 18,35°C). Sedangkan daerah tidak bervegetasi berada pada suhu 23°C - 25°C (rata-rata 23,19°C). Pada tahun 2000, suhu permukaan Provinsi pada daerah bervegetasi rapat masih dominan adalah kelas 17°C - 19°C (rata-rata 19,75°C), vegetasi sedang memiliki suhu 20°C - 22°C (rata-rata 20,26°C), dan vegetasi tidak rapat memiliki suhu 20°C - 22°C (rata-rata 21,95°C). Suhu permukaan tahun 2000 di daerah bervegetasi rapat, sedang, dan tidak rapat terjadi kenaikan dibandingkan dengan tahun 1990. Kondisi ini dikarenakan sudah mulai terjadi konversi lahan dimana lahan bervegetasi rapat berubah menjadi lahan vegetasi sedang atau tidak rapat.

Suhu permukaan tanah Provinsi Riau tahun 2010, daerah bervegetasi rapat terjadi perubahan dimana kelas dominan yaitu 20°C - 22°C (rata-rata 21,10°C), Daerah bervegetasi sedang masih dominan berada pada suhu 20°C - 22°C (rata-rata 20,57°C), sedangkan vegetasi tidak rapat terjadi perubahan dimana suhu dominan yaitu 23°C - 25°C (rata-rata 23,43°C). Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa pada tahun 2010 mulai terjadi kenaikan suhu permukaan tanah terutama pada daerah yang bervegetasi rapat dan tidak rapat. Pada tahun 2018, suhu permukaan tanah di Provinsi Riau terjadi kenaikan rata-rata suhu yang terlihat di daerah rapat, sedang, dan tidak rapat. Daerah bervegetasi rapat masih dominan berada pada suhu 20°C - 22°C (rata-rata suhu mengalami kenaikan menjadi 21,81°C), daerah bervegetasi sedang masih dominan berada pada suhu 20°C - 22°C (rata-rata suhu mengalami kenaikan menjadi 21,70°C), dan vegetasi tidak rapat berada pada suhu 23°C - 25°C (rata-rata suhu mengalami kenaikan menjadi 24,06°C).

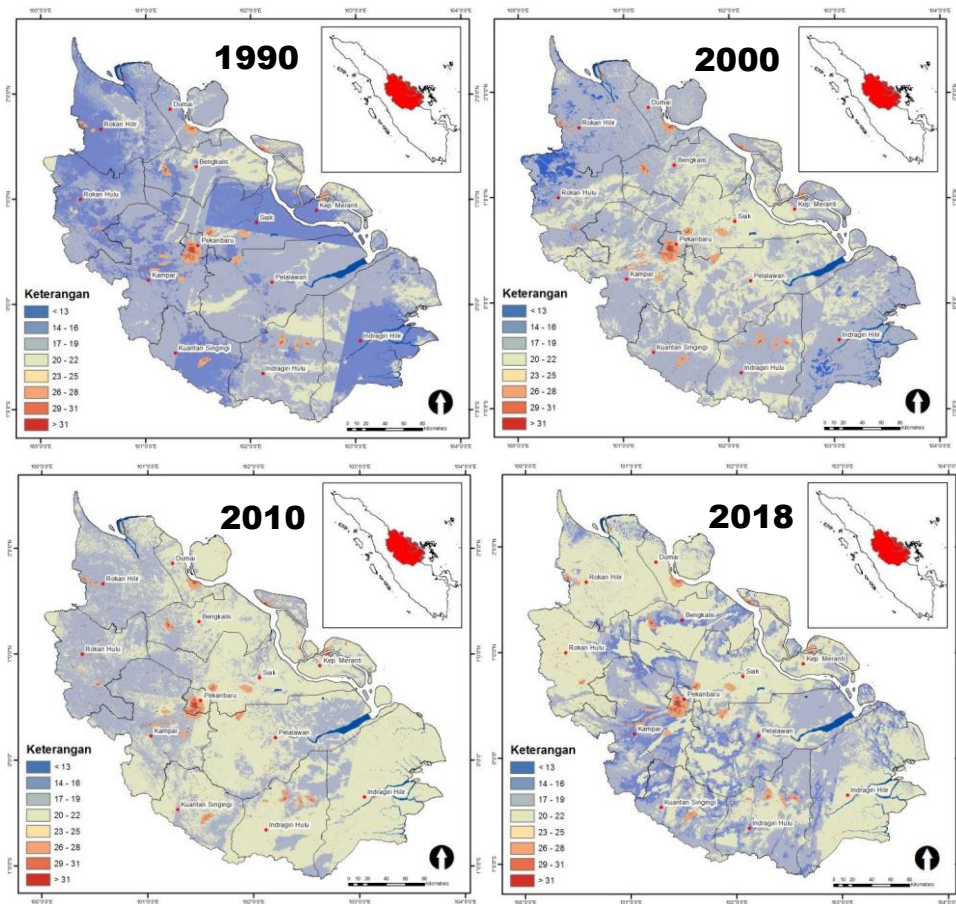


Sumber: Analisis, 2018

Gambar 5. Grafik Suhu Permukaan Tanah Provinsi Riau Tahun 1990 – 2018

Pola suhu permukaan tanah dikaitkan dengan karakteristik termal kelas tutupan lahan (Weng, 2001). Untuk lebih memahami kaitan perkebunan kelapa sawit terhadap perubahan suhu permukaan tanah, nilai-

nilai termal dari perkebunan kelapa sawit diperoleh dengan melapisi citra suhu permukaan dengan tutupan lahan berupa hutan dan perkebunan kelapa sawit pada tahun yang sama. Dalam rentang tahun 1990 hingga 2018, perubahan tutupan lahan akibat ekspansi lahan menjadi kebun kelapa sawit dan suhu permukaan tanah menunjukkan hubungan yang signifikan. Suhu permukaan tanah cenderung mengalami kenaikan apabila lahan vegetasi berkurang. Begitu sebaliknya, suhu permukaan tanah cenderung turun jika lahan vegetasi bertambah. Kecenderungan berkurangnya lahan vegetasi di Provinsi Riau disebabkan pembukaan perkebunan kelapa sawit secara besar-besaran yang berdampak perubahan suhu permukaan tanah. Konversi lahan terutama untuk perluasan perkebunan kelapa sawit di Provinsi Riau mengakibatkan terjadinya perubahan komposisi kanopi vegetasi. Kanopi vegetasi rapat memiliki kemampuan menahan dan menyerap radiasi matahari yang lebih besar daripada vegetasi tidak rapat atau non vegetasi yang akan meningkatkan suhu permukaan. Hal inilah yang menyebabkan perubahan iklim dan pemanasan global (Carmin, J. et al, 2012).



Sumber: Analisis, 2018

Gambar 6. Distribusi Suhu Permukaan Tanah Provinsi Riau Tahun 1990, 2000, 2010, dan 2018

3.5. Perubahan Jasa Lingkungan di Provinsi Riau

Jasa lingkungan yang dihasilkan oleh alam berupa penyediaan cadangan karbon dan pengaturan iklim sangat dipengaruhi oleh perubahan tutupan lahan. Perubahan tutupan lahan akibat alih fungsi lahan terutama untuk perluasan kebun kelapa sawit di Provinsi Riau mengakibatkan terjadinya pelepasan cadangan karbon dan perubahan suhu permukaan tanah. Tabel 7 memperlihatkan terjadi perubahan jasa lingkungan pada tahun 1990, 2000, 2010, dan 2018 di Provinsi Riau yang mencakup jasa lingkungan penyediaan cadangan karbon dan pengaturan iklim berdasarkan perubahan suhu permukaan tanah.

Tabel 7. Perubahan Jasa Lingkungan Akibat Ekspansi Lahan menjadi Kebun Kelapa Sawit di Provinsi Riau

| No. | Jenis Tutupan Lahan | Tahun 1990 | | Tahun 2018 | | Perubahan | |
|-----|---------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|------------------------|-------------------------------|
| | | Stok Karbon (Juta Ton) | Suhu Permukaan (Rata-rata) °C | Stok Karbon (Juta Ton) | Suhu Permukaan (Rata-rata) °C | Stok Karbon (Juta Ton) | Suhu Permukaan (Rata-rata) °C |
| 1 | Hutan | 1.010 | 17,97 | 738,85 | 21,81 | -271,86 | 4 |
| 2 | Semak Belukar | 28,67 | 18,35 | 20,88 | 21,70 | -7,78 | 3 |
| 3 | Ladang | 43,98 | 20,04 | 23,49 | 24,06 | -20,49 | 4 |

Sumber: Analisis, 2018

Hasil analisis jasa lingkungan tersebut menunjukkan bahwa terjadi penurunan kuantitas dan kualitas lingkungan di Provinsi Riau yang disebabkan ekspansi lahan menjadi kebun kelapa sawit seiring dengan perubahan tutupan lahan. Sehingga hal ini mengakibatkan ketidakseimbangan antara kebutuhan ekonomi dan jasa ekosistem yang akan mengancam pembangunan yang berkelanjutan. Oleh karena itu, perlu tindakan pengelolaan lingkungan yang berkelanjutan dalam rangka meningkatkan kualitas dan kuantitas jasa lingkungan di Provinsi Riau.

4. KESIMPULAN

Perubahan jasa lingkungan yang diamati pada tahun 1990, tahun 2000, tahun 2010, dan tahun 2018 di Provinsi Riau sebagai akibat konversi lahan menjadi perkebunan kelapa sawit mencakup jasa lingkungan penyediaan cadangan karbon dan pengaturan iklim berdasarkan perubahan suhu permukaan. Berdasarkan perhitungan perkiraan jumlah cadangan karbon yang tersimpan pada jenis tutupan lahan di Provinsi Riau dari tahun 1990 hingga 2018, terlihat adanya pelepasan jumlah karbon yang cukup besar. Jumlah pelepasan karbon pada jenis tutupan lahan yaitu lahan hutan sebesar 238,37 juta ton karbon (berkurang 23,58%), semak belukar sebesar 3,99 juta ton (berkurang 13,94%), dan ladang sebesar 24,97 juta ton (berkurang 56,78%).

Provinsi Riau mengalami perubahan suhu permukaan yang cukup signifikan dalam rentang tahun 1990 sampai dengan tahun 2018 pada berbagai tipe tutupan lahan. Suhu permukaan hutan yang bervegetasi rapat pada tahun 1990 memiliki rentang suhu 17°C - 19°C dengan rata-rata suhu sebesar 17,97°C. Sedangkan tahun 2018, daerah vegetasi rapat berada pada rentang suhu 20°C - 22°C dengan rata-rata suhu sebesar 21,81°C (mengalami kenaikan suhu rata-rata sebesar 4°C). Jenis tutupan lahan semak-belukar yang bervegetasi sedang pada tahun 1990 berada pada rentang suhu 17°C - 19°C dengan rata-rata suhu sebesar 18,35°C. Sedangkan tahun 2018, semak belukar berada pada rentang suhu 20°C - 22°C dengan rata-rata suhu sebesar 21,70°C (mengalami kenaikan suhu rata-rata sebesar 3°C). Jenis tutupan lahan ladang/tegalan yang bervegetasi tidak rapat pada tahun 1990 memiliki rentang suhu 20°C - 22°C dengan rata-rata suhu sebesar 20,04°C. Sedangkan pada tahun 2018, ladang/tegalan memiliki rentang suhu 23°C - 25°C dengan rata-rata suhu sebesar 24,06°C (mengalami kenaikan suhu rata-rata sebesar 4°C).

Hasil analisis jasa lingkungan tersebut menunjukkan bahwa terjadi penurunan kuantitas dan kualitas jasa lingkungan di Provinsi Riau yang disebabkan ekspansi lahan menjadi kebun kelapa sawit. Pada rentang waktu tahun 1990 hingga 2018, Provinsi Riau mengalami ekspansi perkebunan kelapa sawit yang cepat. Terjadi konversi lahan hutan menjadi perkebunan kelapa sawit seluas 1,19 juta hektar, semak belukar menjadi kebun kelapa sawit sebesar 0,17 juta hektar, dan ladang menjadi kebun kelapa sawit sebesar 0,28 juta hektar.

Hal ini sangat penting bagi pemangku kepentingan khususnya pemerintah daerah untuk berkomitmen dalam mengawal kebijakan penataan ruang di Provinsi Riau khususnya dalam menanggapi isu konversi lahan. Semakin besar ekspansi perkebunan kelapa sawit, semakin besar pula konversi dan degradasi hutan. Fenomena ini merupakan tantangan besar bagi pembuat kebijakan karena

mengendalikan kebijakan penataan ruang tidak mudah khususnya dalam memberikan rekomendasi ijin usaha perkebunan.

5. PERNYATAAN RESMI

Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada Pemerintah Provinsi Riau yang telah memberikan dukungan anggaran penelitian melalui APBD Provinsi Riau kegiatan bantuan tugas belajar.

6. REFERENSI

- BPS Provinsi Riau (Riau Dalam Angka, 2016).
- Block, B. (2009) 'Global Palm Oil Demand Dueling Deforestation'. Washington, DC: Worldwatch Institute.
- Bright, R. M. Zhao, K. Jackson, RB, Cherubini, F. (2015). Quantifying surface albedo and other direct biogeophysical climate forcings of forestry activities, *Glob. Change Biol.*, 21, 3246–3266.
- Carlson KM, Curran LM, Asner GP, Pittman AM, Trigg SN, et al. (2012). Carbon emission from forest conversion by Kalimantan oil palm plantations. *Nature Climate Change*. Doi: 10.1038/nclimate1702.
- Carmin, J., Anguelovski, I., & Roberts, D. (2012). Urban climate adaptation in the global south: planning in an emerging policy domain. *Journal of Planning Education and Research*, 32(1), 18-32.
- Campbell JB. (2002) *Introduction to Remote Sensing*, 3rd edn. Taylor and Francis, New York.
- De Blécourt, M., Brumme, R., Xu, J., Corre, M.D., Veldkamp, E. (2013). Soil carbon stocks decrease following conversion of secondary forests to rubber (*Hevea brasiliensis*) plantations. *PLoS One* 8, e69357.
- Dinas Perkebunan Provinsi Riau. (2016). *Review Rencana Strategis (Renstra) Dinas Perkebunan Provinsi Riau 2014-2019*. Pekanbaru: Dinas Perkebunan.
- Ditjenbun. (2016). *Statistik Perkebunan Indonesia 2014-2016: Kelapa Sawit*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perkebunan. Retrieved from <http://ditjenbun.pertanian.go.id/>.
- Effat, H.A., Hassan, O.A.K. (2014). Change detection of urban heat islands and some related parameters using multi-temporal Landsat images; a case study for Cairo city, Egypt. *Urban Climate*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.uclim.2014.10.011>.
- FAO. (2014). *The State of Food and Agriculture*.
- Fargione, J., Hill, J., Tilman, D., Polasky, S., Hawthorne, P., (2008). Land clearing and the biofuel carbon debt. *Science* 319, 1235–1238.
- Feintrenie, L., Chong, W. K., & Levang, P. (2010). Why do Farmers Prefer Oil Palm? *Lessons Learnt*, 9, 379–396.
- Fitzherbert, E. B., Struebig, M. J., Morel, A., Danielsen, F., Donald, P. F., & Phalan, B. (2008). How Will Oil Palm Expansion Affect Biodiversity? *Review Trends in Ecology and Evolution*, 23, 538–545.
- Gatto, M., Wollni, M., & Qaim, M. (2015). Land Use Policy Oil Palm Boom and Land-use Dynamics in Indonesia: The Role of Policies and Socioeconomic Factors. *Land Use Policy*, 46, 292–303.
- Gelling, P. (2007). "Forest loss in Sumatra becomes a global issue." *The New York Times*.
- Guillaume, Holtkamp, A.M., Damris, M., Brummer, B., Kuzyakov, Y. (2016). Soil degradation in oil palm and rubber plantations under land resource scarcity. Elsevier Ltd.
- Jaya, INS. (2010). *Analisis citra digital perspektif penginderaan jauh untuk pengelolaan sumberdaya alam*. Bogor: IPB Press.
- Jia K, Liang S, Zhang L, Wei X, Yao Y, and Xie X. (2014). Forest cover classification using Landsat ETM+ data and time series MODIS NDVI data *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf.* 33 32–38.
- Kauffman JB, Donato DC. 2012. Protocols for the measurement, monitoring, and reporting of structure, biomass, and carbon stocks in mangrove forests. Working Paper CIFOR.8.
- Ketut, I.B.W. (2013). *Carbon Mapping and InVest Analysis*. Federal Ministry for the Environment. Nature Conservation and Nuclear Safety, WWF Indonesia.
- Lillesand, T.M and F.W. Kiefer. (1979). *Remote Sensing and Image Interpretation*. Terjemahan Dulbahri, P. Suharsono, Hartono dan Suharyadi. 1990. Yogyakarta: Penerbit Gadjah Mada University Press.
- Nawir, A. and L. Rumboko (2007). "History and state of deforestation and land degradation." *Forest Rehabilitation in Indonesia: Where to after More Than Three Decades*: 11-32.
- Ramdani, F., & Hino, M. (2013). Land Use Changes and GHG Emissions from Tropical Forest Conversion by Oil Palm Plantations in Riau Province, Indonesia, *8(7)*, 1–6.

- Ravindranath, N.H., Manuvie, R., Fargione, J., Canadell, P., Berndes, G., Woods, G., Watson, H., Sathaye, J., (2009). GHG Implication of Land Use and Conversion to Biofuel Crops. p. 2011.
- Sabajo, C.R, Le Maire, G., June, T, Meijide, A. Roupsard, O. Knohl, A. (2017). Expansion of oil palm and other cash crops causes an increase of the land surface temperature in the Jambi province in Indonesia. *Biogeosciences*, 14, 4619–4635, 2017. <https://doi.org/10.5194/bg-14-4619-2017>.
- Uryu, Y., et al. (2008). Deforestation, Forest Degradation, Biodiversity Loss and CO₂ Emission in Riau, Sumatra, Indonesia.
- USGS, 1990. Using the USGS Landsat 5 Product. [Online] Available at <https://earthexplorer.usgs.gov>.
- USGS, 2000. Using the USGS Landsat 7 Product. [Online] Available at <https://earthexplorer.usgs.gov>.
- USGS, 2018. Using the USGS Landsat 8 Product. [Online] Available at <https://earthexplorer.usgs.gov>.
- Weng, Q. (2001). A Remote Sensing? GIS evaluation of urban expansion and its impact on surface temperature in the Zhujiang Delta, China. *International journal of remote sensing*, 22(10), 1999-2014.
- Weng, Q., Lu, D., & Schubring, J. (2004). Estimation of land surface temperature–vegetation abundance relationship for urban heat island studies. *Remote sensing of Environment*, 89(4), 467-483.
- Wunder, S. (2005). Payment for environmental services: some nuts and bolts. Bogor. CIFOR. http://www.cifor.org/publications/pdf_files/occpapers.pdf.