



Perubahan penggunaan dan tutupan lahan, serta faktor penyebabnya di Pulau Bengkalis, Provinsi Riau (periode 1990-2019)

Land-use/land cover change and its causes in Bengkalis Island, Riau Province (from 1990-2019)

Lila Juniyanti^a, Lilik Budi Prasetyo^b, Dwi Putra Aprianto^a, Herry Purnomo^{cd}, Hariadi Kartodihardjo^c

^aProgram Studi Ilmu Pengelolaan Hutan, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga Bogor, 16680, Indonesia [+62 81382465884]

^bDepartemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga Bogor, 16680, Indonesia

^cDepartemen Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga Bogor, 16680, Indonesia

^dCenter for International Forestry Research, Sindang Barang Bogor, 16155, Indonesia

Article Info:

Received: 11 - 06 - 2020

Accepted: 05 - 08 - 2020

Keywords:

Direct causes, spatial analysis, time-series, underlying causes

Corresponding Author:

Lila Juniyanti
Program Studi Ilmu Pengelolaan
Hutan, Sekolah Pascasarjana,
Institut Pertanian Bogor;
Tel. +6281382465884
Email:
juniyanti.lila@gmail.com

Abstract. *Indonesia is one of the countries with dynamic land cover changes because the country's economy is sourced from land-based resource management. On the other hand, it has negative impacts such as social conflict and environmental damage. This paper observed patterns of land change and explores its driving forces during 1900-2019 on Bengkalis Island, Indonesia to monitor and provide information that can be used as a base for reducing uncontrolled land-use changes in an area. We reviewed previous reports and research, observed land cover conditions in the field, carried out focus group discussions, and deep interviews. We implemented GIS to capture time-series land cover and land-use changes. The results showed that in the period 1990-2000, forest cover declined sharply due to land clearing for plantations by transmigrants. In the period 2000-2010, the implementation of decentralization was one of the factors driving the existence of oil palm plantations. Deforestation that occurred in the period 2010-2019 was slowly because forest cover was less than 10% of the Bengkalis Island total area. During this period, forest and land fires occurred in industrial forest plantations and community management areas due to tenure conflicts.*

How to cite (CSE Style 8th Edition):

Juniyanti L, Prasetyo LB, Aprianto DP, Purnomo H, Kartodihardjo H. 2020. Perubahan penggunaan dan tutupan lahan, serta faktor penyebabnya di Pulau Bengkalis, Provinsi Riau (periode 1990-2019). *JPSL* 10(3): 419-435. <http://dx.doi.org/10.29244/jpsl.10.3.419-435>.

PENDAHULUAN

Tutupan lahan adalah permukaan fisik suatu lahan (Pauleit *et al.*, 2005), sedangkan penggunaan lahan adalah ekspresi dari interaksi antara lingkungan dengan aktivitas manusia yang mencoba untuk membuat lingkungannya sesuai dengan kehidupan dan kebutuhannya (Antrop, 1998; Geist dan Lambin, 2002). Penggunaan lahan merupakan penyebab penting dari perubahan lingkungan dunia (Nagendra *et al.*, 2004; Ramankutty *et al.*, 2006). Perubahan tutupan dan penggunaan lahan yang diintegrasikan secara global menunjukkan bahwa perubahan-perubahan tersebut secara signifikan memengaruhi aspek-aspek utama dari sistem fungsional di bumi (Lambin *et al.*, 2001). Villamor (2015) menyatakan bahwa perubahan tutupan

lahan dapat diinterpretasikan sebagai kerusakan, degradasi, atau sebuah peningkatan, tergantung dari sudut pandang manusia yang memperoleh atau kehilangan dari proses transisi tersebut.

Indonesia seperti beberapa negara tropis lainnya, memiliki pengalaman dalam perubahan tutupan lahan, khususnya penurunan tutupan hutan alam untuk kepentingan ekspor produk perkebunan dan penanaman (Margono *et al.*, 2012; Villamor, 2015). Perubahan yang tidak terkendali menyebabkan kerusakan lingkungan (Therville *et al.*, 2011; Gatto *et al.*, 2015), konflik horizontal antara masyarakat dengan *stakeholder* lainnya (Feintrenie dan Levang, 2009; Feintrenie *et al.*, 2010b), perubahan budaya di masyarakat (Sandker *et al.*, 2007), dan kemiskinan (Obidzinski *et al.*, 2013). Perubahan tutupan lahan telah merusak habitat hutan tropis, yang mana ekosistem ini merupakan bioma paling beragam secara biologis di bumi (Rudel *et al.*, 2009; Goers *et al.*, 2012), secara signifikan berkontribusi terhadap total emisi GRK (Kalnay dan Cai, 2003), dan sedimentasi danau dan sungai (Walker, 2004). Di sisi lain, konversi hutan menjadi perkebunan kelapa sawit dalam skala lokal telah meningkatkan pendapatan rumah tangga (Rist *et al.*, 2010) dan Indonesia menjadi produsen dan eksportir minyak sawit terbesar di dunia (Feintrenie *et al.*, 2010a).

Untuk menggambarkan berbagai potensi dampak tutupan lahan yang dinamis, GIS menyediakan metode yang akurat dalam analisis spasial (Nagendra *et al.*, 2004) yang mampu untuk membuat dampak yang lebih besar dalam memantau perubahan tutupan dan penggunaan lahan pada berbagai skala spasial (Rogan dan Chen, 2004). Data penginderaan jauh dapat digunakan untuk mengidentifikasi perubahan antara dua atau lebih periode waktu (Shalaby dan Tateishi, 2007). Data penginderaan jauh merekam sifat spektral dari objek-objek yang ada di permukaan bumi, oleh karena itu lebih erat kaitannya dengan tutupan lahan. Interpretasi visual atau pemrosesan gambar yang canggih dan analisis pola spasial diperlukan untuk menggambarkan penggunaan lahan (Treitz dan Rogan, 2004). Keberhasilan penggunaan satelit penginderaan jauh dalam mendeteksi perubahan tutupan dan penggunaan lahan tergantung pada pemahaman yang memadai tentang fitur lanskap, sistem pencitraan, dan metodologi ekstraksi informasi yang digunakan terkait dengan tujuan analisis (Yang dan Lo, 2010).

Perubahan tutupan dan penggunaan lahan disebabkan oleh berbagai faktor pendorong dan aktor-aktor yang memicu laju perubahan tertentu (Schneeberger *et al.*, 2007). Fakta bahwa perubahan lanskap dapat dikelola secara efektif melalui pemahaman terhadap penyebab utamanya telah mendorong penelitian yang terkonsentrasi pada definisi dan klasifikasi dari penyebab-penyebab tersebut (Kopecka *et al.*, 2008). Gaveau *et al.* (2009) menyatakan bahwa secara umum perubahan tutupan dan penggunaan lahan tidak hanya disebabkan oleh satu penyebab tetapi kombinasi dari berbagai penyebab dalam kondisi tertentu. Penyebab perubahan lahan dapat dibagi menjadi penyebab dasar dan penyebab langsung (Contreras-hermosilla, 2000; Geist dan Lambin, 2002). Penyebab langsung adalah aktivitas atau tindakan manusia yang secara langsung memengaruhi penggunaan lahan, sedangkan penyebab dasar adalah proses yang mendasar seperti dinamika populasi manusia atau kebijakan pertanian. Demikian juga aktor sebagai pihak yang membuat keputusan atas tindakan mereka terhadap lahan, dapat dibagi menjadi aktor yang memengaruhi penyebab dasar dan aktor yang secara langsung mengubah lahan (Hersperger *et al.*, 2010).

Terdapat berbagai penelitian tentang perubahan tutupan dan penggunaan lahan baik itu mengenai faktor penyebab maupun dampak dari perubahan tersebut. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa deforestasi menjadi faktor utama penyebab perubahan tutupan lahan (Indrabudi *et al.*, 1998; Lambin dan Geist, 2003; Chowdhury, 2006; Tsujino *et al.*, 2016), kebijakan transmigrasi sebagai penyebab utama konversi hutan alam (Sunderlin dan Resosudarmo, 1999; Elmhirst, 2011), faktor ekonomi sebagai penyebab perubahan penggunaan lahan (Goers *et al.*, 2012), dan pertumbuhan populasi sebagai penyebab utama perubahan lahan (Shaw, 1992).

Sektor penggunaan lahan dan kebakaran gambut mendominasi emisi GRK di Indonesia (Boer *et al.*, 2018) menjadi tantangan bagi Indonesia yang berkomitmen untuk mengurangi emisi GRK sebesar 29% (Wijaya *et al.*, 2017). Lahan gambut menjadi area utama yang dikonversi menjadi perkebunan kelapa sawit dan hutan tanaman di beberapa wilayah di Indonesia (Ramdani dan Hino, 2013). Hal ini bertentangan dengan komitmen nol deforestasi termasuk menghindari konversi lahan gambut dan juga hutan (Austin *et al.*, 2017).

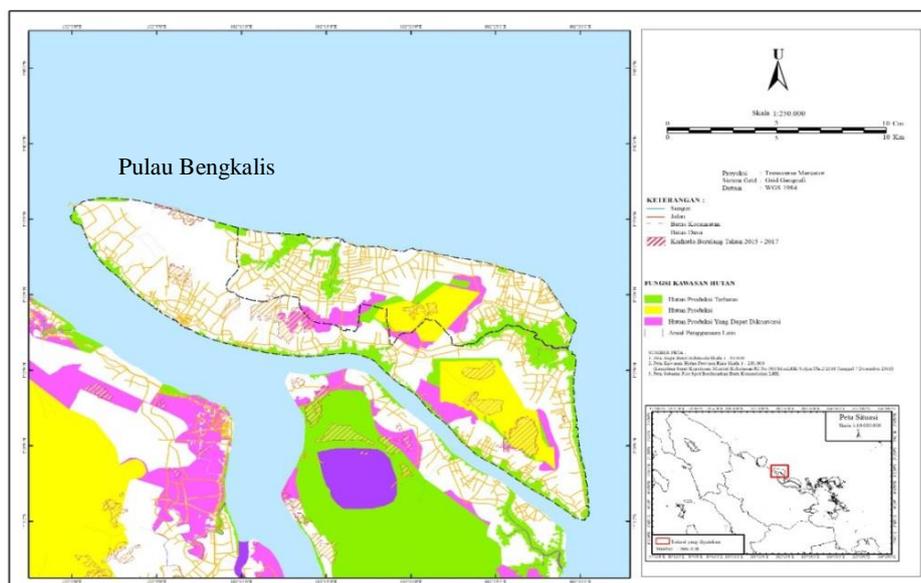
Dampak negatif dari perubahan tutupan lahan pada aspek sosial dan lingkungan bertentangan dengan tujuan *Sustainable Development Goals* (SDGs) ke-15 untuk melindungi, memulihkan dan mempromosikan pemanfaatan ekosistem terestrial yang berkelanjutan, memerangi degradasi lahan dan menghentikan hilangnya keanekaragaman hayati. Oleh karena itu, pendekatan spasial menggunakan penginderaan jauh dan pemahaman terhadap penyebab perubahan tutupan dan penggunaan lahan berfungsi untuk memberikan saran dan menjadi isu penting dalam mitigasi perubahan iklim, deforestasi nol dan SDGs.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menggambarkan perubahan tutupan lahan dari tahun 1990 hingga 2019 dan mengidentifikasi faktor penyebab perubahan tutupan dan penggunaan lahan di Pulau Bengkalis. Makalah ini menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut: a) Bagaimana pola perubahan tutupan lahan dari tahun 1990 hingga 2019?; b) Faktor penyebab apa yang memengaruhi perubahan tutupan dan penggunaan lahan?. Penelitian ini menggunakan analisis spasial untuk mendapatkan informasi tentang pola perubahan tutupan lahan. Studi pustaka dan wawancara mendalam dilakukan untuk memperoleh informasi mengenai penyebab perubahan tutupan dan penggunaan lahan di Pulau Bengkalis. Wawancara mendalam ini melibatkan para aktor yang berperan dalam pengelolaan lahan.

METODE

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Pulau Bengkalis, Provinsi Riau, Indonesia (Gambar 1). Pulau ini berada di koordinat 1⁰15'-1⁰36'LU dan 102⁰00'-102⁰30'BT. Luas total Pulau Bengkalis adalah 114 km² yang terdiri dari dua kecamatan dan 54 desa (BPS Kabupaten Bengkalis, 2019a, 2019b). Mayoritas penduduk bermata pencaharian sebagai petani yang mengelola kebun campuran. Sebagian besar area pulau merupakan lahan gambut dengan kedalaman lebih dari tiga meter dan Pulau Bengkalis adalah salah satu Kawasan Hidrologis Gambut (KHG) yang ada di Indonesia (Ramdani dan Hino, 2013).



Gambar 1 Lokasi penelitian perubahan tutupan dan penggunaan lahan di Pulau Bengkalis, Provinsi Riau

Berdasarkan Tata Guna Hutan Kesepakatan (TGHK) pada tahun 1980-an, Pulau Bengkalis dibagi habis menjadi Hutan Produksi dan area penggunaan lain. Terdapat dua perusahaan yang beroperasi di Pulau Bengkalis yaitu PT MAS (konsesi perkebunan kelapa sawit) dan PT RRL (konsesi hutan tanaman industri). Bagaimanapun, konsesi PT RRL tumpang tindih dengan area kelola masyarakat yang telah diperjualbelikan untuk mengembangkan perkebunan kelapa sawit.

Jenis dan Sumber Data

Informasi mengenai tutupan dan penggunaan lahan diperoleh dari interpretasi citra Landsat multiwaktu, dari tahun 1990 hingga 2019 yang diunduh dari <http://earthexplorer.usgs.gov/> (Tabel 1). Proses koreksi dan pemotongan citra dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *Erdas Imagine 2014*, sedangkan interpretasi dan analisis citra dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak *ArcGis 10.1*. Jenis penelitian ini merupakan penelitian deskriptif sehingga pengumpulan data dilakukan dengan teknik survei dan observasi lapangan. Survei lapangan dilakukan dengan menggunakan *Global Positioning Sisytem (GPS)* untuk mengumpulkan informasi tutupan lahan saat ini. Informasi tersebut sebagai panduan untuk koreksi geometrik dan interpretasi citra.

Tabel 1 Deskripsi data Landsat

Tahun	Jenis Sensor Satelit	Tanggal Akuisisi
1990	Landsat 5 Thematic Mapper (TM) Path 126 / Row 59	22 Agustus 1990
2000	Landsat 5 Thematic Mapper (TM) Path 126 / Row 59	15 Juni 2000
2010	Landsat 5 Thematic Mapper (TM) Path 126 / Row 59	02 Februari 2010
2019	Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) Path 126 / Row 59	11 Februari 2019

Observasi lapangan dilaksanakan untuk mengumpulkan informasi mengenai kondisi sosial di lapangan, pengelolaan lahan, dan penyebab perubahan tutupan dan penggunaan lahan. Diskusi kelompok terfokus (FGD) dilaksanakan untuk memperoleh gambaran umum situasi di lapangan. FGD yang dilaksanakan melibatkan Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM) dan petani-petani yang berasal dari tujuh desa, yaitu Suka Maju, Bantan Tengah, Bantan Air, Bantan Timur, Bantan Sari, Pematang Duku, dan Pematang Duku Timur. Wawancara mendalam dilaksanakan dengan metode *purposive sampling* dengan jumlah informan sebanyak 60 orang. Pemilihan informan yang diwawancarai berdasarkan latar belakang dan wawasan mereka terhadap pengelolaan lahan di Pulau Bengkalis. Informasi yang berkaitan dengan hal-hal tersebut juga dikumpulkan dari berita, laporan, dan jurnal.

Metode Analisis Data

Interpretasi citra Landsat dilakukan dengan interpretasi visual (*digitization on screen*) untuk membagi tutupan lahan menjadi sembilan kelas yaitu hutan alam, hutan tanaman, rumput dan semak belukar, kebun campuran, perkebunan kelapa sawit, lahan kosong, pemukiman, sawah, dan badan air. Setelah dilakukan klasifikasi berbasis objek, pengujian akurasi dilakukan terhadap seluruh peta hasil klasifikasi untuk mengetahui akurasi dari teknik klasifikasi yang diterapkan. Uji akurasi yang umum dilakukan pada data hasil klasifikasi penginderaan jauh adalah matriks kesalahan (Tabel 2) (Jaya, 2010).

Tabel 2 Matriks kesalahan

	J=kolom (referensi)			Jumlah baris nj+
i = baris	1	2	K	n _{j+}
1	n ₁₁	n ₁₂	n _{1k}	n ₁₊
2	n ₂₁	n ₂₂	n _{2k}	n ₂₊
K	n _{k1}	n _{k2}	n _{kk}	n _{k+}
Jumlah kolom n+j	n ₊₁	n ₊₂	n _{+k}	N

$N = \sum_{j=1}^k n_{ij}$ merupakan jumlah sampel hasil klasifikasi terhadap kelas *i* dalam klasifikasi penginderaan jauh, $n_{+j} = \sum_{i=1}^k n_{ij}$ merupakan jumlah sampel yang diklasifikasikan ke kelas *j* pada data referensi. Akurasi keseluruhan (*overall accuracy*) antara data hasil klasifikasi penginderaan jauh dan data referensi dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Overall accuracy} = \frac{\sum_{i=1}^k n_{ii}}{N} \quad (1)$$

$$\text{Producer's accuracy (j)} = \frac{n_{jj}}{n_{+j}} \quad (2)$$

$$\text{User's accuracy (i)} = \frac{n_{ii}}{n_{+i}} \quad (3)$$

Sebuah uji statistik Kappa akan digunakan untuk menilai akurasi klasifikasi dari sebuah matriks kesalahan. Nilai koefisien Kappa berada pada rentang 0 hingga 1 dan biasanya akan lebih kecil dari nilai akurasi keseluruhan dan dapat dihitung melalui:

$$\text{Kappa accuracy} = \frac{N \sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r (x_{i+} x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^r (x_{i+} x_{+i})} \quad (4)$$

r adalah jumlah baris pada matriks, x_{ii} adalah jumlah pengamatan pada baris i dan kolom i , x_{i+} dan x_{+i} adalah total margin baris i dan kolom i , N adalah jumlah pengamatan.

Teknik tumpang susun dilakukan untuk memperoleh informasi perubahan tutupan dan penggunaan lahan. Luas area yang telah berubah dijelaskan dalam bentuk matriks dengan satuan hektar. Setiap sel dalam matriks transisi ini adalah perubahan dari satu jenis tutupan lahan ke jenis tutupan lahan lainnya dalam periode waktu tertentu, sedangkan matriks diagonal adalah luas lahan yang tidak berubah. Penelitian ini menghasilkan tiga matriks transisi yang terdiri dari periode 1990-2000, periode 2000-2010 dan periode 2010-2019.

Analisis data untuk menjelaskan penyebab perubahan tutupan lahan yaitu analisis deskriptif. Analisis ini merupakan proses penyederhanaan data yang sudah diperoleh dari proses kategorisasi dalam bentuk yang mudah dipahami. Peneliti menekankan catatan dengan deskripsi kalimat yang rinci, lengkap, mendalam yang menggambarkan situasi yang sebenarnya guna mendukung penyajian data (Nugrahani, 2014). Proses kategorisasi data ini mengadaptasi dari klasifikasi penyebab dasar dan penyebab langsung perubahan bentang alam di Eropa (Plieninger *et al.*, 2014) dan pengelompokan faktor pendorong yang mendukung penyebab langsung deforestasi di daerah tropis (Geist dan Lambin, 2002).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji akurasi

Uji akurasi dilakukan dengan membandingkan data lapangan (70 titik pengamatan) dan gambar resolusi tinggi dari *Google Earth* tahun 2019 (30 titik pengamatan) dengan klasifikasi tutupan lahan tahun 2019. Penggunaan titik pengamatan pada gambar resolusi tinggi ini bertujuan untuk memperoleh informasi tutupan lahan yang sulit dijangkau di lapangan karena adanya keterbatasan akses dan waktu penelitian. Tabel 3 menyajikan hasil akurasi klasifikasi tutupan dan penggunaan lahan di Pulau Bengkalis. *Producer accuracy* merupakan akurasi yang dilihat dari sisi penghasil peta dan *user accuracy* merupakan akurasi yang dilihat dari sisi pengguna petanya (Jaya, 2010).

Nilai *producer accuracy* berfungsi sebagai penilaian secara tematik, yaitu menunjukkan tingkat kebenaran hasil klasifikasi terhadap kondisi di lapangan, sedangkan *user accuracy* menjelaskan mengenai ketelitian hasil klasifikasi terhadap seluruh objek yang dapat diidentifikasi (Wiweka *et al.*, 2014). Tutupan lahan terbuka memiliki *producer accuracy* yang paling rendah (67%) dan tutupan semak belukar memiliki *user accuracy* yang paling rendah (78%) karena semak belukar memiliki konfusi maksimum dengan lahan terbuka dan begitu juga sebaliknya. Hasil akurasi klasifikasi keseluruhan (*overall accuracy*) dan akurasi

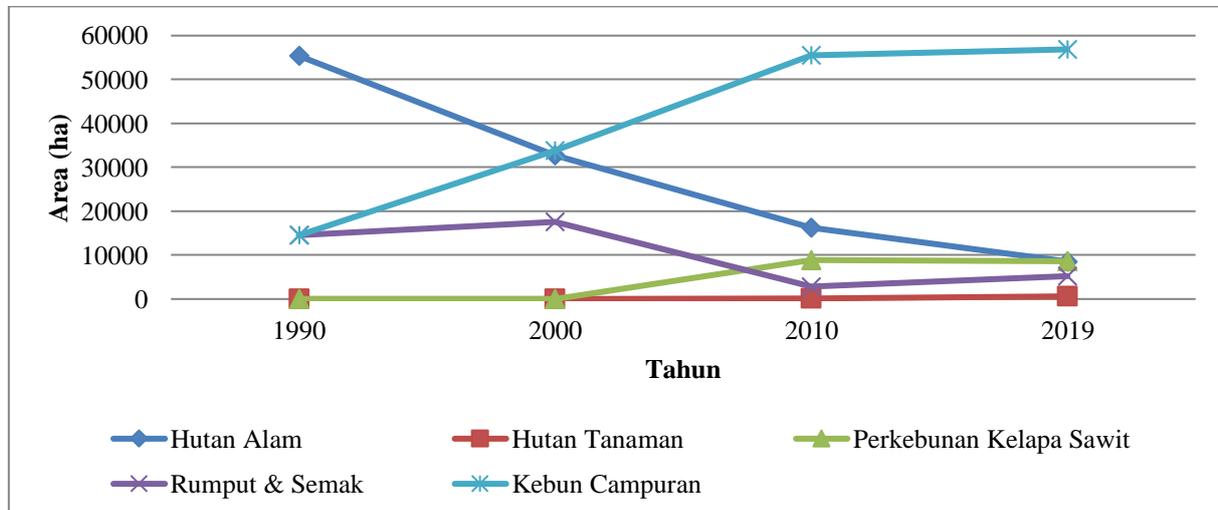
Kappa (*Kappa accuracy*) masing-masing adalah 95% dan 94%. Hasil uji akurasi ini menunjukkan bahwa klasifikasi tutupan dan penggunaan lahan cukup akurat untuk dilakukan analisis selanjutnya.

Tabel 3 Hasil uji akurasi tutupan dan penggunaan lahan tahun 2019

Tutupan dan Penggunaan Lahan	<i>Producer Accuracy</i>	<i>User Accuracy</i>
Lahan terbuka	67%	80%
Hutan	100%	100%
Hutan Tanaman Industri	80%	100%
Semak Belukar	100%	78%
Kebun Campuran	93%	93%
Perkebunan Kelapa Sawit	100%	100%
Sawah	100%	100%
Permukiman	100%	100%
Badan Air	100%	100%

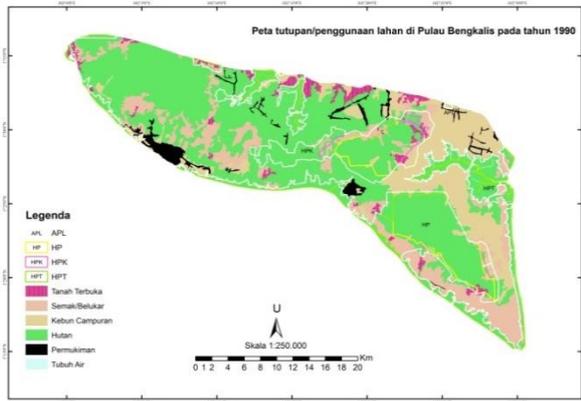
Tren perubahan penggunaan lahan (1990-2019)

Perubahan penggunaan lahan yang dinamis telah terjadi di Pulau Bengkalis dari tahun 1990 sampai tahun 2019 (Gambar 2). Pada tahun 1990-2010 terjadi penurunan tutupan areal hutan alam yang sangat dramatis, tetapi pada tahun 2010-2019 tingkat deforestasi mulai menurun. Deforestasi yang sangat tinggi berkaitan dengan program transmigrasi dan krisis ekonomi pada tahun 1998 yang memicu terjadinya pembukaan hutan secara besar-besaran di berbagai daerah. Kebijakan desentralisasi juga memberikan kewenangan bagi pemerintah daerah untuk mengeluarkan izin bagi usaha skala besar dalam melakukan pemanfaatan lahan di daerahnya.

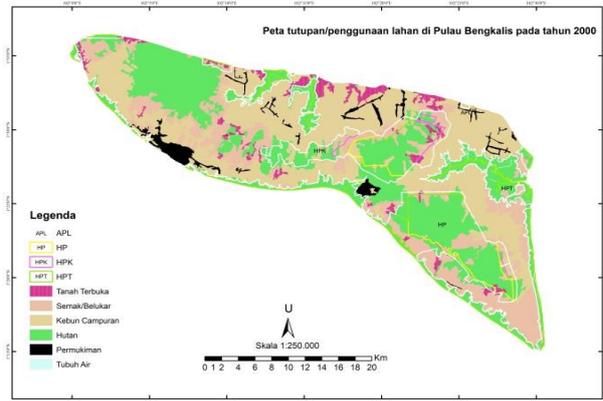


Gambar 1 Perubahan tutupan dan penggunaan lahan di Pulau Bengkalis pada periode 1990-2019

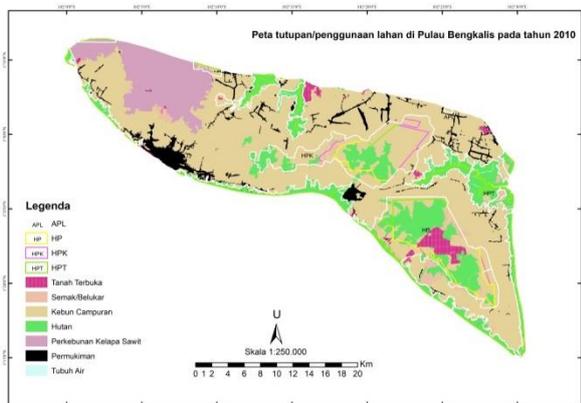
Berbeda halnya dengan penurunan tingkat deforestasi yang terjadi pada tahun 2010-2019. Penurunan angka deforestasi ini disebabkan karena sebagian besar lahan di Pulau Bengkalis secara *de facto* sudah dimiliki oleh berbagai pihak dan tutupan hutan alam yang tersisa kurang dari 10% dari luas Pulau Bengkalis. Distribusi spasial dari perubahan tutupan dan penggunaan lahan pada tahun 1990, 2000, 2010 dan 2011 berturut-turut terdapat pada Gambar 3, Gambar 4, Gambar 5 dan Gambar 6.



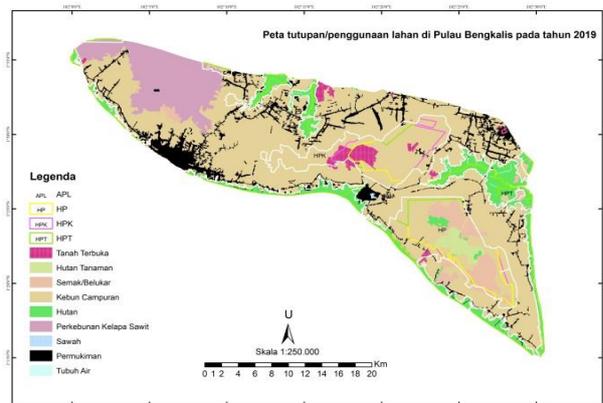
Gambar 3 Perubahan tutupan dan penggunaan lahan di Pulau Bengkalis pada tahun 1990



Gambar 4 Perubahan tutupan dan penggunaan lahan di Pulau Bengkalis pada tahun 2000



Gambar 5 Perubahan tutupan dan penggunaan lahan di Pulau Bengkalis pada tahun 2010



Gambar 6 Perubahan tutupan dan penggunaan lahan di Pulau Bengkalis pada tahun 2019

Periode 1990-2000

Perubahan tutupan lahan terbesar pada periode ini yaitu konversi hutan alam menjadi kebun campuran. Hal ini dapat dilihat dari sebagian besar area kebun campuran berasal dari tutupan hutan alam, bahkan pada tahun 2000 kebun campuran lebih luas dibandingkan dengan areal hutan alam (Tabel 4). Pembukaan hutan pada periode ini relatif intensif, yang diindikasikan dengan tingginya areal hutan alam yang berubah menjadi lahan terbuka dan semak-belukar. Aktivitas pembukaan hutan ini dilakukan oleh transmigran yang bermukim di Pulau Bengkalis, baik itu *legal transmigrant* yang berada di bawah program pemerintah, maupun *spontaneous transmigrant* yang mencari sumber perekonomian baru karena adanya krisis di Indonesia. Salah satu kebijakan pemerintah yang paling dominan dalam memengaruhi perubahan bentang alam di luar Jawa adalah program transmigrasi, karena para transmigran mengkonversi hutan alam menjadi areal pertanian dan perkebunan (Syam *et al.*, 1997; Miyamoto, 2006). *Spontaneous transmigrant* yang tidak terekam oleh pemerintah juga menjadi penyebab utama pembukaan hutan menjadi areal pertanian dan perkebunan (Feintrenie *et al.*, 2010b; Broich *et al.*, 2011; Margono *et al.*, 2012).

Meskipun sebagian besar pembukaan hutan dilakukan oleh transmigran, namun suku asli juga berkontribusi dalam pembukaan lahan. Hal ini disebabkan karena adanya kecemburuan sosial suku asli terhadap transmigran yang mengelola lahan, sehingga suku asli yang berprofesi sebagai nelayan ikut serta dalam membuka hutan sebagai bentuk klaim atas lahan. Kedatangan para transmigran yang membuka hutan menimbulkan rasa tidak aman bagi suku asli (Miyamoto, 2006) dan kesuksesan transmigran dalam mengelola lahan menimbulkan konflik sosial (Feintrenie *et al.*, 2010a).

Tabel 4 Perubahan tutupan dan penggunaan lahan di Pulau Bengkalis pada tahun 1990-2000 (ha)

Perubahan Tutupan dan Penggunaan Lahan pada Tahun 1990 (ha)	Perubahan Tutupan dan Penggunaan Lahan pada Tahun 2000 (ha)						
	Lahan terbuka	Hutan	Semak Belukar	Kebun Campuran	Permukiman	Badan Air	Total
Lahan terbuka	2871.66	66.35					2938.02
Hutan	388.01	32652.54	3141.54	19192.44			55374.52
Semak Belukar	68.32		14427.64	94.66			14590.63
Kebun Campuran				14514.5			14514.5
Permukiman					2471.76		2471.76
Badan Air						395.19	395.19
Total	3328	32718.89	17569.18	33801.6	2471.76	395.19	90284.62

Pembukaan hutan pada periode ini bertujuan untuk memanfaatkan kayu yang berasal dari hutan alam untuk dijual dan juga memenuhi kebutuhan konsumsi rumah tangga. Selanjutnya area hutan alam yang sudah dibuka, ditanami dengan beberapa komoditas seperti buah-buahan, karet, pinang dan sagu. Transmigran juga membiarkan sebagian areal hutan alam yang sudah dibuka sebagai lahan cadangan atau *land bank*, sehingga area yang tidak dikelola tersebut berubah menjadi semak belukar. Hal ini dapat dilihat dari luasnya tutupan semak belukar pada periode ini.

Meskipun secara agregat luas tutupan hutan menurun drastis, namun Tabel 4 menunjukkan bahwa terjadi penambahan luas hutan yang berasal dari lahan terbuka. Area yang mengalami perubahan ini terletak di pesisir utara pulau Bengkalis yang mengalami abrasi. Kondisi abrasi yang sangat parah mendorong masyarakat sekitar untuk melakukan penanaman mangrove. Penanaman yang dilakukan oleh masyarakat juga memicu terjadinya pertumbuhan alami mangrove di sekitarnya hingga luas total mangrove mencapai 388.01 ha. Penelitian Jhonnerie *et al.* (2014) menunjukkan bahwa citra Landsat mampu mendeteksi perubahan lahan terbuka menjadi hutan mangrove yang tumbuh secara alami dalam rentang waktu delapan tahun.

Periode 2000-2010

Selama periode ini, tutupan hutan alam terus mengalami penurunan secara tajam, sedangkan luas area kebun campuran juga terus meningkat secara signifikan. Selain itu, terdapat perkebunan kelapa sawit yang tidak ada pada periode sebelumnya. Munculnya perkebunan kelapa sawit ini berkaitan dengan implementasi desentralisasi pada tahun 2000-an, yang mana pemerintah daerah berwenang untuk mengeluarkan izin usaha berbasis lahan, salah satunya izin usaha perkebunan. Era desentralisasi mengharuskan pemerintah daerah untuk mengembangkan perekonomian daerah, salah satunya dengan memberikan izin kepada perusahaan besar (Feintrenie *et al.*, 2010b).

Luas kebun campuran terus meningkat karena sebagian besar transmigran yang menjadi penduduk Pulau Bengkalis bekerja sebagai petani kebun. Meskipun pada periode ini sebagian besar area kebun campuran berasal dari semak belukar, namun konversi hutan alam menjadi kebun campuran masih terus terjadi. Feintrenie *et al.* (2010b) menyatakan bahwa masyarakat tidak ragu untuk mengkonversi hutan alam selama pendapatan mereka dapat meningkat.

Sementara itu, sebagian besar area perkebunan kelapa sawit juga berasal dari hutan alam dan sebagian lainnya berasal dari lahan terbuka, kebun campuran, dan semak belukar (Tabel 5). Hal ini ditunjukkan dengan peningkatan areal perkebunan sawit diikuti dengan penurunan tutupan semak belukar dan lahan terbuka dari periode yang sebelumnya. Perkebunan kelapa sawit yang berasal dari hutan alam sebagian besar merupakan perkebunan inti milik PT MAS, sedangkan perkebunan kelapa sawit yang berasal dari lahan

terbuka, kebun campuran, dan semak belukar merupakan perkebunan sawit yang dikelola oleh petani, baik itu yang dikembangkan secara mandiri maupun kebun plasma.

Tabel 5 Perubahan tutupan dan penggunaan lahan di Pulau Bengkalis pada tahun 2000-2010 (ha)

Perubahan Tutupan dan Penggunaan Lahan pada Tahun 2000 (ha)	Perubahan Tutupan dan Penggunaan Lahan pada Tahun 2010 (ha)							
	Lahan terbuka	Hutan	Semak Belukar	Kebun Campuran	Perkebunan Kelapa Sawit	Permukiman	Badan Air	Total
Lahan terbuka	374.31		41.62	2542.96	201.26	142.3	25.55	3328
Hutan	703.51	16244.88	950.58	7434.02	7296.83	68.29	20.79	32718.89
Semak Belukar	622.39		1845.55	13503.12	1348.88	249.24		17569.18
Kebun Campuran	181.75			32240.8	30.21	1348.25	0.59	33801.6
Permukiman						2471.76		2471.76
Badan Air							395.19	395.19
Total	1881.97	16244.88	2837.75	55720.89	8877.18	4279.83	442.12	90284.62

Skema kebun plasma menjadi salah satu strategi yang digunakan oleh perusahaan untuk mengembangkan perkebunan sawit dengan melibatkan masyarakat khususnya transmigran (McCarthy, 2010). Harga minyak sawit yang tinggi di tahun 2000-an telah menarik para petani untuk mengembangkan perkebunan sawit di Pulau Bengkalis ini. McCarthy and Cramb (2009) menyatakan bahwa pada periode 2000-2008 permintaan sawit yang tinggi untuk kebutuhan biodiesel menyebabkan harga sawit meningkat, sehingga memberikan keuntungan tersendiri bagi Indonesia dalam mengembangkan sawit.

Hasil analisis pada periode ini juga menunjukkan adanya perubahan dari lahan terbuka, hutan, dan kebun campuran menjadi badan air. Areal-areal yang terdeteksi mengalami perubahan menjadi badan air ini terletak di pesisir pulau di sekitar hutan mangrove. Hal ini dapat terjadi karena tutupan lahan yang berada di sekitar mangrove menempati kawasan morfologi yang sama yaitu daerah pasang surut di belakang mangrove. Oleh karena itu, terjadi kemiripan spektral saat pemilihan sampel objek dalam membangun aturan kelas yang spesifik (Conchedda *et al.*, 2008). Selain itu, kesalahan klasifikasi juga dapat disebabkan oleh waktu perekaman yang berbeda (Jhonnerie *et al.*, 2014). Hal ini berkaitan dengan fluktuasi tinggi muka air dalam proses pasang surut.

Periode 2010-2019

Selama periode ini, laju deforestasi sudah menurun drastis dan luas hutan alam di tahun 2019 kurang dari 10% dari luas total Pulau Bengkalis. Berbeda dengan luas semak belukar yang mengalami peningkatan (Tabel 6) karena adanya kebakaran besar yang terjadi pada tahun 2014 dan 2015 di areal kebun campuran dan hutan alam. Kebakaran lahan merupakan salah satu penyebab langsung yang paling berpengaruh dalam perubahan penggunaan lahan di Indonesia (Stolle *et al.*, 2003; Dennis dan Colfer, 2006; Wicke *et al.*, 2011). Kebakaran tersebut merupakan dampak dari konflik tenurial dalam pengembangan perkebunan sawit.

Hal yang perlu diperhatikan setelah kejadian kebakaran lahan pada tahun 2015 adalah terdapat penanaman bibit kelapa sawit di lahan bekas terbakar di area kelola masyarakat yang tumpang tindih dengan Blok I PT RRL. Pada saat *ground check* di lapangan usia kelapa sawit sekitar 2-3 tahunan. Citra Landsat sulit untuk mendeteksi penggunaan lahan perkebunan kelapa sawit dengan tutupan kanopi yang masih jarang, sehingga terjadi perbedaan interpretasi pada citra Landsat dengan kondisi tutupan di lapangan.

Penggunaan lahan berupa kelapa sawit yang masih berusia muda diinterpretasikan sebagai lahan terbuka oleh satelit Landsat.

Tabel 6 Perubahan tutupan dan penggunaan lahan di Pulau Bengkalis pada tahun 2010-2019 (ha)

Perubahan Tutupan dan Penggunaan Lahan pada Tahun 2010 (ha)	Perubahan Tutupan dan Penggunaan Lahan pada Tahun 2019 (ha)									
	Lahan Terbuka	Hutan	Hutan Tanaman Industri	Semak Belukar	Kebun Campuran	Perkebunan Kelapa Sawit	Sawah	Permukiman	Badan Air	Total
Lahan terbuka	576.04		1074.58	27.23	111.13			92.99		1881.97
Hutan	409.73	8629.85	24.01	2258.65	4784.79	1.29		136.57		16244.88
Semak Belukar	142.19		16.21	2318.43	263.36			97.56		2837.75
Kebun Campuran	707.79				51366.9	4.82	32.88	3608.5		55720.89
Perkebunan Kelapa Sawit						8877.18				8877.18
Permukiman								4279.83		4279.83
Badan Air									442.12	442.12
Total	1835.74	8629.85	1114.8	4604.3	56526.17	8883.29	32.88	8215.46	442.12	90284.62

Pada periode ini juga terdapat area hutan tanaman industri yang belum ada di periode-periode sebelumnya. Konsesi hutan tanaman ini adalah areal milik PT RRL yang diberi izin oleh KLHK pada tahun 1998, namun perusahaan ini baru melakukan penanaman di Blok II pada tahun 2015. Meskipun tujuan utama dari pembangunan Hutan Tanaman Industri adalah menghijaukan kembali hutan alam yang sudah tidak produktif atau disebut dengan *Logged Over Area* (LOA) (Kartodihardjo dan Supriono, 2000). Akan tetapi, fakta di lapangan menunjukkan bahwa pembangunan hutan tanaman industri justru dilakukan di hutan alam yang masih produktif. Abood *et al.* (2015) menyatakan bahwa Hutan Tanaman Industri justru menjadi salah satu penyebab deforestasi di Indonesia. Hal inilah yang terjadi di Pulau Bengkalis, yang mana hutan industri dibangun di areal hutan alam yang masih produktif. Akan tetapi, pengelolaan areal yang sudah ditanami tidak berjalan dengan baik karena adanya penolakan dari masyarakat atas dampak lingkungan yang ditimbulkan oleh pembangunan hutan tanaman industri ini.

Dinamika Penyebab Perubahan Tutupan dan Penggunaan Lahan

Pulau Bengkalis merupakan Kawasan Hidrologis Gambut (KHG) dengan luas area 30.879 ha dengan kedalaman gambut sekitar 100 sampai dengan 400 sentimeter (Ramdani dan Hino, 2013). Meskipun gambut di Pulau Bengkalis didominasi oleh gambut dalam, sebagian besar areanya ditanami oleh masyarakat dan perusahaan. Kebun campuran adalah tutupan lahan yang paling luas dibandingkan dengan tutupan lahan lainnya karena kebun campuran merupakan sumber perekonomian bagi penduduk Bengkalis yang sebagian besar bermatapencaharian sebagai petani kebun. Perubahan tutupan lahan di Pulau Bengkalis tidak hanya disebabkan oleh faktor tunggal tetapi beberapa penyebab dasar yang mendorong terjadinya aktivitas pembukaan dan pengelolaan lahan di level tapak (penyebab langsung). Kebijakan dan kelembagaan merupakan faktor yang paling fundamental sebagai penyebab dasar perubahan tutupan lahan (Sunderlin dan Resosudarmo, 1997; Kartodihardjo dan Supriono, 2000).

Program transmigrasi yang diimplementasikan oleh pemerintah mendorong permasalahan kelembagaan dan sosial-budaya. Pemerintah mengalokasikan lahan untuk dimanfaatkan sebagai area budidaya sekitar dua hektar per satu keluarga. Akan tetapi ketidakjelasan lokasi areal yang dialokasikan untuk budidaya menyebabkan migran melakukan pembukaan hutan alam secara berkelompok dengan luas areal sesuai kesepakatan dari kelompok tersebut. Feintrenie *et al.* (2010b) menyatakan bahwa aktivitas pembukaan lahan

yang dilakukan oleh masyarakat di Indonesia sangat banyak terjadi hingga tahun 1990-an, dimana program transmigrasi dan proyek pengembangan tanaman perkebunan oleh masyarakat telah memberikan akses dalam pembukaan hutan baik itu untuk masyarakat lokal maupun migran.

Kesuksesan migran dalam mengelola lahannya menarik pendatang lain (*spontaneous transmigrants*) untuk membuka lahan di Pulau Bengkalis. Peningkatan ekonomi regional yang disebabkan oleh pengembangan area perkebunan mendorong kedatangan pendatang baru untuk membuka hutan alam sebagai bentuk dari klaim atas lahan (Imbernon, 1999; Suyanto *et al.*, 2004) dan berpartisipasi dalam pengelolaan lahan di area tersebut (Sandker *et al.*, 2007). Selain itu, krisis ekonomi yang terjadi pada tahun 1998 juga menjadi salah satu pemicu banyaknya pendatang baru yang membuka lahan karena sulitnya memperoleh lapangan pekerjaan (Casson dan Obidzinski, 2002).

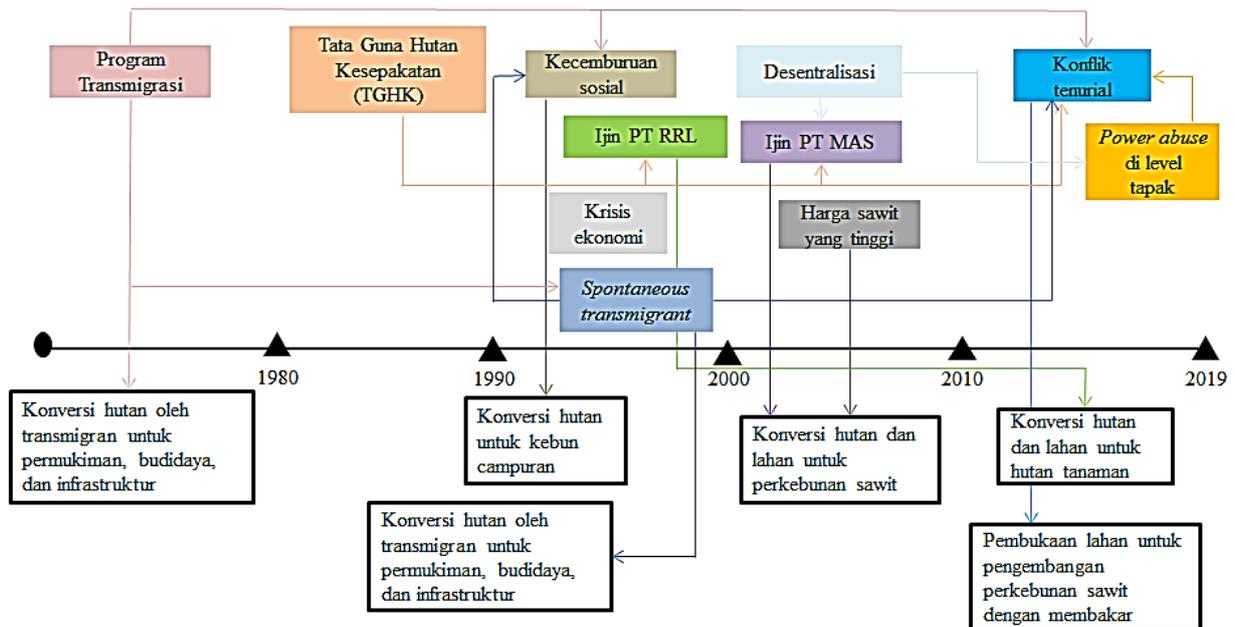
Pengelolaan lahan yang dilakukan oleh migran telah memengaruhi kondisi social budaya Suku Akit. Suku Akit awal mulanya bermatapencaharian sebagai nelayan, tetapi kepemilikan lahan oleh migran menyebabkan kecemburuan sosial bagi Suku Akit sehingga sebagian besar suku Akit berganti mata pencaharian menjadi petani dengan melakukan pembukaan hutan. Imbernon (1999) menyatakan bahwa kecemburuan sosial pada masyarakat lokal mendorong mereka untuk berpartisipasi dalam pembukaan lahan sebagai bentuk klaim atas lahan. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa alokasi lahan yang tidak transparan dan ketidakjelasan batas area transmigrasi dengan masyarakat lokal juga menyebabkan konflik sosial di antara masyarakat (Feintrenie *et al.*, 2010a).

Klaim negara atas tutupan hutan melalui Tata Guna Hutan Kesepakatan (TGHK) memperkuat posisi pemerintah pusat dalam mengontrol penggunaan kawasan hutan negara untuk usaha skala besar. Luas kawasan hutan berdasarkan TGHK pada tahun 1986 yaitu 100% wilayah Riau atau seluas 8865823 ha (Berdasarkan Surat Keputusan Menteri Kehutanan No. 173/Kpts-II/1996 tentang Penunjukan Areal Hutan di Wilayah Provinsi Dati I Riau sebagai Kawasan Hutan). Pemberian izin usaha untuk PT RRL menambah daftar aktor yang berkepentingan atas lahan di level tapak. Klaim sepihak oleh negara dan kehadiran berbagai aktor di tingkat tapak menyebabkan konflik lahan dan agrarian (Therville *et al.*, 2011). Konsesi PT RRL di Pulau Bengkalis terdiri dari Blok I dan Blok II. Blok I tumpang tindih dengan area yang dikelola oleh petani kebun secara turun temurun sehingga belum dilakukan penanaman, sedangkan di Blok II sebagian areanya sudah ditanami akasia. Sebagian besar petani yang mengelola lahan tersebut tidak memiliki dokumen kepemilikan tanah yang legal menurut negara. Konflik antara masyarakat dengan perusahaan dapat terjadi karena ketidakjelasan kepemilikan lahan dan otoritas atas sumber daya (Feintrenie dan Levang, 2009; Feintrenie *et al.*, 2010b), visi dan pendekatan manajemen yang tidak sinkron dari pihak pemerintah (Prasetyo *et al.*, 2008), dan masyarakat yang kehilangan akses atas sumber daya karena bertentangan dengan kepentingan perusahaan (Dennis dan Colfer, 2006).

Implementasi desentralisasi memberikan akses kepada pemerintah daerah dalam kontrol dan pengambilan keputusan pemanfaatan sumber daya alam dan lahan (Feintrenie dan Levano, 2012). Perizinan yang berada pada tingkat provinsi mempermudah akses pihak swasta dalam mengurus perizinan usaha (Gatto *et al.*, 2015), sehingga kebijakan ini menjadi salah satu pemicu pembukaan lahan yang tinggi untuk perkebunan kelapa sawit (Feintrenie dan Levang, 2009). Tingginya harga komoditas sawit yang terjadi pada tahun 2000-an juga memengaruhi adanya aktivitas pengembangan perkebunan sawit di Pulau Bengkalis. Pada tahun 2003, Direktorat Jenderal Perkebunan, Kementerian Pertanian memberikan izin usaha kepada PT MAS dengan Izin Usaha Perkebunan (IUP) Nomor 1462/Disbun.482/XI/2003. EoF (2016) menyatakan bahwa berdasarkan basis data spasial kehutanan 2015, tidak ditemukan pelepasan kawasan hutan untuk PT MAS meskipun perusahaan tersebut telah memperoleh Hak Guna Usaha (HGU) dari Badan Pertanahan Nasional (BPN). PT MAS juga mengembangkan kebun plasma dengan desa-desa di sekitarnya dengan pola Koperasi Kredit Primer untuk Anggota (KKPA).

Persoalan sengketa lahan yang terjadi di Pulau Bengkalis merupakan salah satu dari berbagai konflik tenurial yang terjadi di Provinsi Riau. Kondisi tersebut direspon oleh pemerintah daerah dengan melakukan penyusunan Rancangan Peraturan Daerah Rencana (Ranperda) tentang Rancangan Tata Ruang Wilayah

Provinsi (RTRWP). Pemerintah Daerah Provinsi Riau mengajukan Ranperda RTRWP 2017-2037 sebagai upaya untuk menyelesaikan persoalan konflik pemanfaatan ruang dan status lahan. Namun, penyusunan Ranperda ini justru menimbulkan kontra dari berbagai pihak karena diindikasikan Ranperda ini tidak didasarkan pada KLHS dan diindikasikan hanya mengakomodir kepentingan pihak-pihak tertentu dengan melakukan pemutihan area pengelolaan lahan yang berada di atas kawasan hutan (Ali *et al.*, 2018). Setelah disahkan pada tahun 2019, faktanya Perda RTRWP ini belum mampu menjawab persoalan konflik tenurial yang ada di lapangan. Konflik tenurial yang terjadi di Pulau Bengkalis, baik itu antara masyarakat dengan perusahaan (PT RRL) ataupun masyarakat dengan pejabat desa menjadi bukti bahwa Perda RTRWP belum mampu menyelesaikan ketidakjelasan pengelolaan lahan di level tapak.



Gambar 7 Ringkasan penyebab dasar dan penyebab langsung perubahan tutupan dan penggunaan lahan di Pulau Bengkalis

Berdasarkan PP Nomor 24 Tahun 1997 tentang Pendaftaran Tanah, Kepala Desa berhak menerbitkan Surat Keterangan Tanah (SKT) yang dapat dijadikan dasar dalam pelaksanaan jual beli hak atas tanah yang memiliki kekuatan hukum. Oknum pejabat desa melakukan penerbitan SKT di areal yang secara *de jure* areal tersebut merupakan konsesi milik PT RRL, namun secara *de facto* areal tersebut merupakan area kelola masyarakat yang sudah dikelola secara turun temurun. SKT tersebut menjadi dasar untuk melakukan transaksi jual beli lahan antara oknum pejabat desa dengan cukong, sehingga mereka dapat mengembangkan perkebunan kelapa sawit di area konflik tersebut. Praktik yang dilakukan oleh oknum pejabat desa merupakan bentuk dari penyalahgunaan wewenang yang memperburuk situasi pemanfaatan lahan di Pulau Bengkalis. Pengembangan perkebunan kelapa sawit di area yang sedang berkonflik ini menyebabkan terjadinya kebakaran besar pada tahun 2014-2015, yang mana tujuan dari pembakaran lahan ini adalah pembukaan dan pembersihan lahan agar siap ditanami bibit kelapa sawit.

SIMPULAN

Citra Landsat adalah citra resolusi menengah yang dapat digunakan untuk memantau perubahan penggunaan lahan dan tutupan lahan dari waktu ke waktu. Kondisi tutupan awan merupakan salah satu kendala dalam menginterpretasi tutupan lahan, sehingga pemilihan gambar dengan tutupan awan yang minimum merupakan aspek yang harus diperhatikan. Akurasi dalam membangun klasifikasi tutupan lahan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor. Pertama, tutupan lahan di sekitar pesisir pulau yang dipengaruhi

oleh pasang surut air laut menyebabkan adanya kemiripan spektral saat pemilihan sampel objek dalam membangun klasifikasi tutupan lahan. Kedua, kesalahan klasifikasi dapat disebabkan oleh waktu perekaman yang berbeda karena hal ini berkaitan dengan fluktuasi tinggi muka air dalam proses pasang surut.

Pada periode 1990-2000, deforestasi yang sangat tinggi diikuti dengan peningkatan luas area kebun campuran, bahkan sejak tahun 2000 luas kebun campuran lebih tinggi apabila dibandingkan dengan luas hutan. Hal ini berkaitan dengan penduduk Pulau Bengkalis yang sebagian besar merupakan transmigran bermatapencarian sebagai petani kebun. Pada periode 2000-2010, tutupan hutan terus mengalami penurunan yang sangat tajam diikuti dengan peningkatan kebun campuran yang sangat signifikan. Selain itu, adanya wewenang pemerintah daerah dalam mengeluarkan izin perkebunan dalam implementasi desentralisasi mendorong munculnya perkebunan kelapa sawit skala besar milik PT MAS. Pada periode ini, pengembangan perkebunan sawit oleh masyarakat sebagian besar di bawah skema KKPA dengan PT MAS. Pada periode 2010-2019, deforestasi mulai melandai karena tutupan hutan kurang dari 10% luas total Pulau Bengkalis. Selain itu, pada periode ini terdapat tutupan hutan tanaman industri milik PT RRL. Kebakaran hutan dan lahan juga terjadi di konsesi hutan tanaman industri dan area kelola masyarakat karena adanya konflik tenurial.

Perubahan tutupan dan penggunaan lahan yang tidak terkendali di Pulau Bengkalis disebabkan oleh semakin banyak aktor di tingkat tapak yang berkepentingan atas lahan yang disertai dengan ketidakjelasan kepemilikan lahan dan penyalahgunaan wewenang oleh oknum pemerintah desa. Implementasi transmigrasi yang tidak disertai dengan kontrol dan aturan yang jelas di tingkat tapak menyebabkan pembukaan lahan "ilegal" besar-besaran oleh transmigran. Klaim kehutanan yang dibuat oleh pemerintah "secara sepihak" melalui TGHK telah menghadirkan investor sebagai aktor baru pengelola lahan. Selain itu, tidak adanya bukti fisik kawasan hutan negara di lapangan juga dimanfaatkan oleh oknum pejabat desa yang memiliki kewenangan sejak berlakunya desentralisasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Kementerian Riset dan Teknologi/Badan Riset dan Inovasi Nasional (RISTEK-BRN) yang telah memberikan dukungan finansial melalui beasiswa Pendidikan Magister menuju Doktor untuk Sarjana Unggul (PMDSU). Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Jaringan Kerja Penyelamat Hutan Riau (JIKALAHARI) dan Senarai yang telah menyediakan data yang diperlukan dalam penelitian. Terima kasih juga kami sampaikan kepada para *reviewer* atas segala saran dan masukan pada naskah publikasi penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [BPS] Badan Pusat Statistik Kabupaten Bengkalis. 2019a. *Kecamatan Bantan dalam Angka 2018*. Bengkalis (ID): BPS Bengkalis.
- [BPS] Badan Pusat Statistik Kabupaten Bengkalis. 2019b. *Kecamatan Bengkalis dalam Angka 2018*. Bengkalis (ID): BPS Bengkalis.
- [EOF] Eyes on The Forest. 2016. *Legalisasi Perusahaan Sawit Melalui Perubahan Peruntukan Kawasan Hutan Menjadi Bukan Kawasan Hutan di Provinsi Riau*. Pekanbaru (ID): EOF.
- Abood SA, Lee JSH, Burivalova Z, Garcia-Ulloa J, Koh LP. 2015. Relative contributions of the logging, fiber, oil palm, and mining industries to forest loss in Indonesia. *Conservation Letters*. 8(1): 58-67. doi:10.1111/conl.12103.
- Ali M, Setyo OY, Fitria N. 2018. *Public Review Terhadap Rancangan Peraturan Daerah Rencana Tata Ruang dan Wilayah Provinsi Riau 2017-2037*. Pekanbaru (ID): Witra Percetakan.
- Antrop M. 1998. Landscape change: Plan or chaos?. *Landscape and Urban Planning*. 41: 155-161.
- Austin KG, Mosnier A, Pirker J, McCallum I, Fritz S, Kasibhatla PS. 2017. Shifting patterns of oil palm driven deforestation in Indonesia and implications for zero-deforestation commitments. *Land use*

- policy. 69: 41-48. doi:<https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.08.036>.
- Boer R, Dewi RG, Ardiansyah M, Siagian UW. 2018. *Indonesia Second Biennial Update Report : Under the United Nations Framework Convention on Climate Change*. Jakarta (ID): Directorate General of Climate Change, Ministry of Environment and Forestry.
- Broich M, Hansen M, Stolle F, Potapov P, Margono BA, Adusei B. 2011. Remotely sensed forest cover loss shows high spatial and temporal variation across Sumatera and Kalimantan, Indonesia 2000-2008. *Environ Res Lett*. 6: 1-9. doi:10.1088/1748-9326/6/1/014010.
- Casson A, Obidzinski K. 2002. From new order to regional autonomy: Shifting dynamics of 'illegal' logging in Kalimantan, Indonesia. *World Dev*. 30(12): 2133-2151.
- Chowdhury RR. 2006. Driving forces of tropical deforestation: The role of remote sensing and spatial models. *Singap J Trop Geogr*. 27(1): 82-101. doi:10.1111/j.1467-9493.2006.00241.x.
- Conchedda G, Durieux L, Mayaux P. 2008. An object-based method for mapping and change analysis in mangrove ecosystems. *Photogramm Remote Sens*. 63: 578-589. doi:10.1016/j.isprsjprs.2008.04.002.
- Contreras-hermosilla A. 2000. The underlying causes of forest decline. *CIFOR Occasional Paper*. 30: 1-25.
- Dennis RA, Colfer CP. 2006. Impacts of land use and fire on the loss and degradation of lowland forest in 1983-2000 in East Kutai District, East Kalimantan, Indonesia. *Singap J Trop Geogr*. 27(1): 30-48. doi:10.1111/j.1467-9493.2006.00238.x.
- Elmhirst R. 2011. Migrant pathways to resource access in Lampung's political forest: Gender, citizenship and creative conjugality. *Geoforum*. 42: 173-183. doi:<https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2010.12.004>.
- Feintrenie L, Chong WK, Levang P. 2010a. Why do farmers prefer oil palm? lessons learnt from Bungo District, Indonesia. *Small-scale For*. 9(3): 379-396. doi:10.1007/s11842-010-9122-2.
- Feintrenie L, Levang P. 2009. Sumatra's rubber agroforests: Advent, rise and fall of a sustainable cropping system. *Small-scale For*. 8(3): 323-335. doi:10.1007/s11842-009-9086-2.
- Feintrenie L, Levano P. 2012. Local voices call for economic development over forest conservation: Trade-offs and policy in Bungo, Sumatra. *For Trees Livelihoods*. 20(1): 37-41.
- Feintrenie L, Schwarze S, Levang P. 2010b. Are local people conservationists? Analysis of transition dynamics from agroforests to monoculture plantations in Indonesia. *Ecology and Society*. 15(4). doi:<https://doi.org/10.5751/ES-03870-150437>.
- 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. doi:10.1016/j.landusepol.2015.03.001.
- Gaveau DLA, Epting J, Lyne O, Linkie M, Kumara I, Kanninen M, Leader-Williams N. 2009. Evaluating whether protected areas reduce tropical deforestation in Sumatra. *J Biogeogr*. 36(11): 2165-2175. doi:10.1111/j.1365-2699.2009.02147.x.
- Geist HJ, Lambin EF. 2002. Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation. *Bioscience*. 52(2): 143-150.
- Goers L, Lawson J, Garen E. 2012. Economic drivers of tropical deforestation for agriculture. Di dalam: Ashton MS, Tyrrell ML, Spalding D, Gentry B, editor. *Managing Forest Carbon in a Changing Climate*. Dordrecht (NL): Springer Netherlands.
- Hersperger AM, Gennaio M, Verburg PH. 2010. Linking land change with driving forces and actors: Four conceptual. *Ecol Soc*. 15(4): 1-17.
- Imbernon J. 1999. Changes in agricultural practice and landscape over a 60-year period in North Lampung, Sumatra. *Agric Ecosyst Environ*. 76(1): 61-66. doi:10.1016/S0167-8809(99)00060-2.
- Indrabudi H, De Gier A, Fresco LO. 1998. Deforestation and its driving forces: a case study of Riam Kanan watershed, Indonesia. *Land Degradation & Development*. 9: 311-322. doi:10.1002/(SICI)1099-145X(199807/08)9:4<311::AID-LDR294>3.0.CO;2-X.
- Jaya INS. 2010. *Analisis Citra Digital: Perspektif Penginderaan Jauh untuk Pengelolaan Sumberdaya Alam*. Bogor (ID): Fakultas Kehutanan IPB.

- Jhonnerie R, Siregar VP, Nababan B, Prasetyo LB, Wouthuyzen S. 2014. Deteksi perubahan tutupan mangrove menggunakan citra Landsat berdasarkan klasifikasi hibrida di Sungai Kambung, Pulau Bengkalis, Provinsi Riau. *J Ilmu dan Teknol Kelaut Trop*. 8(2): 491-506.
- Kalnay E, Cai M. 2003. Impact of urbanization and land-use change on climate. *Nature*. 423: 528-532. doi:10.1038/nature01675.
- Kartodihardjo H, Supriono A. 2000. Dampak pembangunan sektoral terhadap konversi dan degradasi hutan alam: Kasus Pembangunan HTI dan perkebunan di Indonesia. *CIFOR Occasional Paper*. 26(1): 1-14.
- Kopecka M, Feranec J, Otahel J, Betak J, Vatsava B, Stoimenov A. 2008. Driving forces of the most important landscape changes in selected Regions of Slovakia and Bulgaria in The period between 1990 and 2000. Di dalam: Kabrda J, Biczik I, editor. *Man in the Landscape across frontiers: Landscape and Land Use Change in Central European Border Regions*. IGU-LUCC Central Europe Conference. Prague (CZ): Charles University.
- Lambin EF, Geist HJ. 2003. Regional differences in tropical deforestation. *Environ Sci Policy Sustain Dev*. 45(6): 22-36. doi:10.1080/00139157.2003.10544695.
- Lambin EF, Turner BL, Geist HJ, Agbola SB, Angelsen A, Folke C, Bruce JW, Coomes OT, Dirzo R, George PS *et al*. 2001. The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. *Glob Environ Chang*. 11: 261-269.
- Margono BA, Turubanova S, Zhuravleva I, Potapov P, Tyukavina A. 2012. Mapping and monitoring deforestation and forest degradation in Sumatra (Indonesia) using Landsat time series data sets from 1990 to 2010. *Environmental Research Letters*. 7: 1-16. doi:10.1088/1748-9326/7/3/034010.
- McCarthy JF. 2010. Processes of inclusion and adverse incorporation: oil palm and agrarian change in Sumatra, Indonesia. *J Peasant Stud*. 37(4): 821-850. doi:10.1080/03066150.2010.512460.
- McCarthy JF, Cramb RA. 2009. Policy narratives, landholder engagement, and oil palm expansion on the Malaysian and Indonesian frontiers. *The Geographical Journal*. 175(2): 112-123. doi:10.1111/j.1475-4959.2009.00322.x.
- Miyamoto M. 2006. Forest conversion to rubber around Sumatran villages in Indonesia: Comparing the impacts of road construction, transmigration projects and population. *For Policy Econ*. 9(1): 1-12. doi:10.1016/j.forpol.2005.01.003.
- Nagendra H, Munroe DK, Southworth J. 2004. From pattern to process: Landscape fragmentation and the analysis of land use/land cover change. *Agriculture Ecosystems & Environment*. 101: 111-115. doi:10.1016/j.agee.2003.09.003.
- Nugrahani F. 2014. *Metode Penelitian Kualitatif dalam Penelitian Pendidikan Bahasa*. Solo (ID): Cakra Books.
- Obidzinski K, Takahashi I, Dermawan A, Komarudin H, Andrianto A. 2013. Can large scale land acquisition for agro-development in Indonesia be managed sustainably?. *Land Use Policy*. 30(1): 952-965. doi:https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2012.06.018.
- Pauleit S, Ennos R, Golding Y. 2005. Modeling the environmental impacts of urban land use and land cover change-a study in Merseyside, UK. *Landscape and Urban Planning*. 71: 295-310. doi:10.1016/j.landurbplan.2004.03.009.
- Plieninger T, Bieling C, Kizos T, Martin MG, Bürgi M, Verburg P. 2014. Pan-European systematic review and meta-analysis. Berlin, Heidelberg.
- Prasetyo LB, Ibowo AW, Artodihardjo HK, Onny FT, Aryanto H, Onaji RS, Etiawan YS. 2008. Land use and land-cover changes of conservation area during transition to regional autonomy: Case study of Balairaja Wildlife Reserve in Riau Province, Indonesia. *TROPICS*. 17(2): 99-108.
- Ramankutty N, Graumlich L, Achard F, Alves D, Chhabra A, DeFries RS, Foley JA, Geist H, Houghton RA, Goldewijk KK *et al*. 2006. Global land-cover change: Recent progress, remaining challenges. Di dalam: Lambin EF, Geist H, editor. *Land-Use and Land-Cover Change: Local Processes and Global Impacts*. Berlin (DE): Springer Berlin Heidelberg.

- Ramdani F, Hino M. 2013. Land use changes and GHG emissions from tropical forest conversion by oil palm plantations in Riau Province, Indonesia. *PLoS One*. 8(7): 1-6. doi: 10.1371/journal.pone.0070323.
- Rist L, Feintrenie L, Levang P. 2010. The livelihood impacts of oil palm: Smallholders in Indonesia. *Biodivers Conserv*. 19(4): 1009-1024. doi:10.1007/s10531-010-9815-z.
- Rogan J, Chen D. 2004. Remote sensing technology for mapping and monitoring land-cover and land-use change. *Prog Plann*. 61: 301-325. doi:10.1016/S0305-9006(03)00066-7.
- Rudel TK, Defries R, Asner GP, Laurance WF. 2009. Changing drivers of deforestation and new opportunities for conservation. *Conservation Biology*. 23(6): 1396-1405. doi:10.1111/j.1523-1739.2009.01332.x.
- Sandker M, Suwarno A, Campbell BM. 2007. Will forests remain in the face of oil palm expansion? Simulating change in Malinau, Indonesia. *Ecol Soc*. 12(2): 1-37.
- Schneeberger N, Burgi M, Hersperger AM, Ewald KC. 2007. Driving forces and rates of landscape change as a promising combination for landscape change research-An application on the northern fringe of the Swiss Alps. *Land Use Policy*. 24: 349-361. doi: 10.1016/j.landusepol.2006.04.003.
- Shalaby A, Tateishi R. 2007. Remote sensing and GIS for mapping and monitoring land cover and land-use changes in the Northwestern coastal zone of Egypt. *Appl Geogr*. 27: 28-41. doi:10.1016/j.apgeog.2006.09.004.
- Shaw RP. 1992. The impact of population growth on environment: The debate heats up. *Environ Impact Assess Rev*. 12(1): 11-36. doi: https://doi.org/10.1016/0195-9255(92)90003-G.
- Stolle F, Chomitz KM, Lambin EF, Tomich TP. 2003. Land use and vegetation fires in Jambi Province, Sumatra, Indonesia. *Forest Ecology and Management*. 179(1): 277-292. doi:https://doi.org/10.1016/S0378-1127(02)00547-9.
- Sunderlin W, Resosudarmo IAP. 1999. The effect of population and migration on forest cover in Indonesia. *J Environ Dev*. 8(2): 152-169. doi:10.1177/107049659900800204.
- Sunderlin WD, Resosudarmo IAP. 1997. Laju dan penyebab deforestasi di Indonesia: Penelaahan kerancuan dan penyelesaiannya. *CIFOR Occasional Paper*. 9(1): 1-22.
- Suyanto S, Applegate G, Permana RP, Khususiyah N, Kurniawan I. 2004. The role of fire in changing land use and livelihoods in Riau-Sumatra. *Ecol Soc*. 9(1): 1-15.
- Syam T, Nishide H, Salam AK, Utomo M, Mahi AK, Lumbanraja J, Nugroho SG, Kimura M. 1997. Land use and cover changes in a Hilly Area of South Sumatra, Indonesia (from 1970 to 1990). *Soil Sci Plant Nutr*. 43(3): 587-599. doi:10.1080/00380768.1997.10414785.
- Therville C, Feintrenie L, Levang P. 2011. Farmers' perspectives about agroforests conversion to plantations in Sumatra. Lessons learnt from Bungo District (Jambi, Indonesia). *For Trees Livelihoods*. 20(1): 15-33. doi:10.1080/14728028.2011.9756695.
- Treitz P, Rogan J. 2004. Remote sensing for mapping and monitoring land-cover and land-use change—an introduction. *Prog Plann*. 61: 269-279. doi:10.1016/S0305-9006(03)00064-3.
- Tsujino R, Yumoto T, Kitamura S, Djamaluddin I, Darnaedi D. 2016. History of forest loss and degradation in Indonesia. *Land Use Policy*. 57: 335-347. doi: https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.05.034.
- Villamor GB. 2015. Land use change and shifts in gender roles in central Sumatra, Indonesia. *Int For Rev*. 17(1): 61-75.
- Walker R. 2004. Theorizing land-cover and land-use change: The case of tropical deforestation. *Int Reg Sci Rev*. 27(3): 247-270. doi:10.1177/0160017604266026.
- Wicke B, Sikkema R, Dornburg V, Faaij A. 2011. Exploring land use changes and the role of palm oil production in Indonesia and Malaysia. *Land Use Policy*. 28(1): 193-206. doi:10.1016/j.landusepol.2010.06.001.

- Wijaya A, Chrysolite H, Ge M, Wibowo CK, Pradana A, Utami AF, Austin K. 2017. How can Indonesia achieve its climate change mitigation goal? An analysis of potential emissions reductions from energy and land-use policies. Jakarta (ID): World Resources Institute.
- Wiwaka, Parwati E, Prayogo T, Marini Y, Budiman S. 2014. Uji akurasi training sample untuk klasifikasi terawasi data penginderaan jauh resolusi menengah. *Semin Nas IDEC 2014*. 559–566.
- Yang X, Lo C. 2010. International journal of using a time series of satellite imagery to detect land use and land cover changes in the Atlanta, Georgia metropolitan area. *Int J Remote Sens*. 23(9): 1775-1798.