



## Model spasial potensi deforestasi 2020 & 2024 dan pendekatan pencegahannya, di Kabupaten Kutai Barat

### *Spatial model of the potential deforestation 2020 & 2024 and the prevention approach, in Kutai Barat District*

Hultera<sup>a</sup>, Lilik B. Prasetyo<sup>b</sup>, Yudi Setiawan<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Program Studi Ilmu Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Sekolah Pascasarjana IPB Bogor, 16680, Indonesia [+62 81385754952]

<sup>b</sup> Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga Bogor, 16680, Indonesia

---

#### Article Info:

Received: 28 - 02 - 2020

Accepted: 04 - 06 - 2020

#### Keywords:

Model deforestasi, MaxEnt, Kutai Barat

#### Corresponding Author:

Hultera

Program Studi Ilmu Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor;

Tel. +6281385754952

Email:

[h.hultera@gmail.com](mailto:h.hultera@gmail.com)

**Abstract.** Kutai Barat has high forest cover and high deforestation rates. This study aimed to make spatial models, the potential distribution of deforestation 2020 and 2024, analysis of the drivers of deforestation, compile and map the approach to reducing deforestation. Deforestation modeling was done using MaxEnt and Zonation software. Deforestation sample data used from land cover maps 2009, 2013, and 2016. Deforestation rates used to estimate potential deforestation in 2020 and 2024. The drivers of deforestation analyze from landcover change matrix. Prevention strategy approach by overlaying potential deforestation modeling results with RTRW maps. The model has good performance with AUC value 0.873. The validation showed very good accuracy for the prediction of area to be deforested by 94%, the accuracy of the spatial distribution of the model 31%. Environmental variables have the highest contribution to the model is the distance from previous deforestation 37.4%. The potential of deforestation 2020 is 85908 ha and 171778 ha 2024. Oil palm, agriculture, rubber, HTI (Hutan Tanaman Industri/Industrial Plantation Forest), and mining are the drivers of deforestation. Social forestry is expected to prevent potential deforestation 120861 ha. Other expected programs to contribute to the deforestation reduction are community land intensification 30.316 ha and implementation of the HCV in plantation 20120 ha.

#### How to cite (CSE Style 8<sup>th</sup> Edition):

Hultera, Prasetyo LB, Setiawan Y. 2020. Model spasial potensi deforestasi 2020 & 2024 dan pendekatan pencegahannya, di Kabupaten Kutai Barat. JPSL 10(2): 294-306. <http://dx.doi.org/10.29244/jpsl.10.2.294-306>.

---

## PENDAHULUAN

Deforestasi dari hutan tropis menjadi salah satu penyebab utama perubahan iklim dan berkontribusi sekitar 10% emisi global (UCS, 2014). Pohon menyimpan banyak sekali karbon, sekitar 50% dari berat biomasnya (Boucher *et al.*, 2011), sehingga jika terjadi deforestasi atau konversi hutan akan melepaskan emisi CO<sub>2</sub> yang tinggi ke atmosfer. Deforestasi merupakan perubahan atau konversi area hutan menjadi penggunaan lainnya seperti pertanian, perkebunan, pertambangan, permukiman dan non hutan lainnya. Laju rata-rata deforestasi Indonesia pada periode tahun 1990 sampai tahun 2012 sebesar 918678 ha per tahun yang melepaskan emisi sekitar 293 MtCO<sub>2</sub>e per tahun, dengan perkiraan 78% deforestasi terjadi di Sumatera dan

Kalimantan (MoEF, 2015). Kalimantan Timur periode 2006 sampai dengan 2016 mengalami deforestasi sebesar 700917 ha dengan rata-rata deforestasi per tahun sebesar 70091.7 ha dengan emisi rata-rata per tahun sebesar 50.99 MtCO<sub>2</sub>e (ERPD, 2019), dimana termasuk deforestasi yang terjadi di Kabupaten Kutai Barat.

Faktor pendorong atau *driver* deforestasi global periode 2001 sampai dengan 2015, 27% didorong oleh produksi komoditi, 26% didorong oleh sektor kehutanan, 24% disebabkan oleh perladangan berpindah dan 23% disebabkan oleh kebakaran (Curtis *et al.*, 2018). Deforestasi di Indonesia secara luas disebabkan oleh ekspansi pertanian untuk produksi, termasuk komoditi kelapa sawit dan aktivitas *logging* juga merupakan faktor penting dalam mendorong deforestasi (Curtis *et al.*, 2018, Wicke *et al.*, 2011). Pada periode 2004-2013 perkebunan kelapa sawit dan hutan tanaman industri merupakan penyebab utama deforestasi di Kalimantan dengan perkiraan sebesar 53% hingga 64% deforestasi tahunan di Kalimantan disebabkan oleh ekspansi perkebunan kelapa sawit dan hutan tanaman industri (Gaveau, 2017).

Fenomena perubahan iklim dan pemanasan global menjadikan hutan merupakan solusi alami penting untuk memitigasinya. Hutan memiliki peranan ganda, sebagai penyerap emisi CO<sub>2</sub> melalui proses fotosintesis dan menyimpan karbonnya dalam bentuk biomassa dan juga bisa menjadi sumber emisi jika hutan dikonversi menjadi area penggunaan lain. Penghentian deforestasi khususnya hutan tropis sangat penting dalam skenario mitigasi perubahan iklim. Probabilitas keberhasilan skenario solusi iklim dari penghentian deforestasi menurun sangat signifikan dari 90% menjadi 35% jika tidak ada tindakan yang efektif dalam penghentian deforestasi (Ayukawa *et al.*, 2007). Untuk mempertahankan hutan dan sebagai salah satu upaya mitigasi perubahan iklim dan pemanasan global “*Conference of the Parties (COP 16 & 19), United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)*” menyetujui kerangka kerja kebijakan untuk implementasi mekanisme REDD+ (*reducing emissions from deforestation and forest degradation in developing countries; and the role of conservation, sustainable management of forests and enhancement of forest carbon stocks*) (UNFCCC, 2011; 2014).

Dalam penyusunan rencana aksi penurunan emisi dari deforestasi, perlu diketahui sebaran wilayah yang memiliki risiko deforestasi yang akan menjadi dasar dalam pemilihan pendekatan strategi penurunan emisinya sehingga tepat sasaran, efektif dan efisien. Hasil pemodelan spasial potensi terjadinya deforestasi pada masa yang akan datang, menjadikan tindakan pengendalian atau pencegahan deforestasi menjadi lebih efisien (Souza dan Marco, 2018). Kabupaten Kutai Barat merupakan kabupaten dengan kondisi wilayah tutupan hutan tinggi dengan laju deforestasi yang cukup tinggi. Penggerak roda perekonomian utama di Kabupaten Kutai Barat adalah tambang batu bara dan perkebunan kelapa sawit (BPS, 2017), dimana kedua sektor ini merupakan pendorong utama deforestasi yang terjadi di Kalimantan Timur (ERPD, 2019). Pembangunan dan perekonomian Kutai Barat yang didorong oleh sektor berbasis lahan terutama tambang batu bara dan perkebunan kelapa sawit, agar perekonomian tetap tumbuh tetapi pengurangan emisi dari deforestasi bisa tercapai dibutuhkan inovasi atau insentif agar hutan alam di Kutai Barat tetap terjaga.

Pemodelan spasial potensi deforestasi akan membantu dalam menentukan area atau lokasi program intervensi atau mitigasi yang akan dilakukan. Pemodelan ini akan memberikan gambaran sebaran dan lokasi potensi deforestasi yang akan terjadi pada masa yang akan datang, yang menjadi dasar tindakan investasi pengendalian atau pencegahan deforestasi sehingga menjadi lebih tepat sasaran dan efisien dan bisa menjadi model untuk membantu dalam pelestarian hutan tropis (Souza dan Marco, 2014; 2018). *Overlay* hasil pemodelan spasial potensi deforestasi dengan pata Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) akan membantu dalam menentukan pendekatan strategi pencegahannya.

## **METODE**

### **Lokasi dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Kutai Barat, Provinsi Kalimantan Timur. Kabupaten Kutai Barat berada pada dataran rendah Provinsi Kalimantan Timur, secara geografis terletak pada koordinat antara 114° 45'49"-116°32'43" Bujur Timur, 00°37'30" Lintang Utara dan 00°09'33" Lintang Selatan, dengan luas 16.942

km<sup>2</sup> (Data spasial administrasi Kabupaten Kutai Barat, 2013). Penelitian ini dilakukan selama empat bulan yaitu bulan November 2018 sampai Februari 2019.

### **Metode Pengumpulan Data**

Data yang dibutuhkan untuk penelitian ini dikumpulkan dalam bentuk data sekunder yang berasal dari berbagai sumber. Data tutupan lahan tahun 2000, 2009, 2013 dan 2016 diperoleh dari WWF Indonesia, data tutupan lahan ini dianalisa atau diinterpretasi secara visual dari data citra satelit Landsat dengan perekaman pada masing-masing tahun tersebut. Berdasarkan hasil verifikasi lapangan peta tutupan lahan 2000, 2009 dan 2013 memiliki akurasi 83% (Setiabudi *et al.*, 2014). Analisa data tutupan lahan tahun 2016 dilakukan dengan metode dan ahli yang sama, sehingga diasumsikan memiliki akurasi yang sama. Data jalan bersumber dari interpretasi visual citra satelit Landsat tahun 2008 (WWF Indonesia). Data konsesi kehutanan, konsesi perkebunan dan RTRW bersumber dari Pemda kabupaten Kutai Barat. Data jumlah penduduk bersumber dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Kutai Barat. Data elevasi bersumber dari SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*).

### **Metode Analisis Data**

#### ***Data Titik Sample Deforestasi dan Data Variabel Lingkungan***

Data deforestasi didapatkan dengan melihat perubahan dari kelas tutupan hutan menjadi kelas tutupan non hutan dari data tutupan lahan dua periode waktu, tahun 2009 dan 2013. MaxEnt menghasilkan model yang baik (bagus) minimal membutuhkan 100 sampel dari populasi yang dikumpulkan atau dipilih secara tidak bias atau acak (Hernandez *et al.*, 2006), (Aguilar-Amuchastegui *et al.*, 2014) menggunakan 500 titik sampel deforestasi untuk pemodelan risiko deforestasi. Penelitian pemodelan potensi deforestasi di Kabupaten Kutai Barat ini menggunakan 500 titik sampel untuk membangun model yang dipilih secara acak. Data polygon atau area deforestasi periode 2009-2013 dikonversi menjadi data raster dengan resolusi *pixel* 100 m x 100 m, kemudian dikonversi menjadi data titik atau *point* deforestasi. Titik-titik sampel dipilih secara acak untuk menghindari bias, pemilihan titik sampel ini menggunakan modul “*Create Random Point*” yang ada pada perangkat lunak ArcGIS.

Data spasial masukan sebagai variabel lingkungan dipilih data yang mempengaruhi atau mendorong terjadinya deforestasi. Aksesibilitas, alokasi dan peruntukan lahan merupakan faktor penting yang mempengaruhi terjadinya deforestasi (Aguilar-Amuchastegui *et al.*, 2014; Souza dan Marco, 2018). Dalam konteks deforestasi di Indonesia dan termasuk di Kalimantan secara luas disebabkan oleh ekspansi pertanian untuk produksi termasuk komoditi kelapa sawit, ekspansi hutan tanaman industri dan aktivitas *logging* juga merupakan faktor penting dalam mendorong terjadinya deforestasi. Berdasarkan pertimbangan faktor-faktor yang mempengaruhi atau mendorong terjadinya deforestasi tersebut maka data variabel lingkungan digunakan pada pemodelan potensi deforestasi ini yaitu:

1. Jarak dari permukiman yang dianalisa dari data titik desa (pusat permukiman) tahun 2012 (Pemda Kutai Barat)
2. Jarak dari jalan yang dianalisa dari data jalan tahun 2008 (WWF Indonesia)
3. Jarak dari deforestasi periode sebelumnya (2000-2009) yang dianalisa dari peta tutupan lahan tahun 2000 dan 2009 (WWF Indonesia)
4. Elevasi dari data SRTM resolusi 90m, 2007 (CGIAR-CSI)
5. Kepadatan penduduk dianalisa dari data jumlah penduduk per kecamatan tahun 2013 (BPS Kutai Barat)
6. Konsesi HPH tahun 2012 (Pemda Kutai Barat)
7. Konsesi HTI tahun 2012 (Pemda Kutai Barat)
8. Konsesi perkebunan tahun 2012 (Pemda Kutai Barat)
9. Konsesi pertambangan batu bara tahun 2008 (Pemda Kutai Barat)
10. Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Kutai Barat tahun 2011 (Pemda Kutai Barat)

### ***Pemodelan Potensi Deforestasi Tahun 2020 dan 2024***

Pemodelan potensi deforestasi dibangun dengan menggunakan perangkat lunak MaxEnt. Perangkat lunak MaxEnt sudah banyak dikenal dan dipergunakan untuk pemodelan distribusi spesies, hasil penelitian (Hernandez *et al.*, 2006) yang menguji empat perangkat lunak pemodelan distribusi spesies dan mendapatkan hasil MaxEnt sebagai perangkat lunak yang memberikan hasil pemodelan yang lebih baik. Perangkat lunak MaxEnt diadopsi untuk pemodelan potensi deforestasi dengan penyesuaian penggunaan data variabel lingkungan yang mempengaruhi terjadinya deforestasi. Hasil pemodelan potensi deforestasi yang baik dan mudah untuk replikasi sehingga model ini dapat mendukung upaya pencegahan deforestasi dalam implementasi REDD+. Akses yang mudah karena *open source* serta mudah ditiru atau diduplikasi sehingga menjadikan pendekatan ini diusulkan penggunaannya bagi negara berkembang yang melaksanakan skema REDD+ (Aguilar-Amuchastegui *et al.*, 2014).

Model akan dibuat dengan menggunakan sampel data deforestasi pada periode 2009-2013 dengan menggunakan variabel lingkungan yang berbeda-beda untuk mendapatkan performa model terbaik. Penilaian performa atau kemampuan prediksi model dengan menggunakan nilai Area Dibawah Kurva atau “*Area Under Curve*” (AUC) yang dihasilkan oleh model, untuk memberikan pendekatan peringkat untuk penilaian perbedaan dalam distribusi spesies untuk model yang dikembangkan dibandingkan dengan distribusi acak. AUC dikembangkan dari plot “*Receiver Operating Characteristic*” (ROC). Plot ROC adalah plot sensitivitas dan spesifisitas, dengan sensitivitas mewakili seberapa baik data memprediksi dengan benar keberadaan deforestasi, sedangkan spesifisitas memberikan ukuran absensi deforestasi yang diprediksi dengan benar. Nilai AUC bisa berkisar dari 0.0 hingga 1.0; nilai  $AUC > 0.9$  model dinilai sangat baik; nilai AUC 0.7 hingga 0.9 model dinilai baik; nilai AUC 0.5 hingga 0.7 model dinilai tidak baik sedangkan dengan nilai AUC 0.0 hingga 0.5 model dinilai tidak valid (Baldwin, 2009).

Perangkat lunak Zonation merupakan perangkat lunak untuk mencari solusi spasial konservasi yang baik berdasarkan analisis data biologis seperti data sebaran spasial spesies. Hasil analisa perangkat lunak Zonation adalah peringkat prioritas area (*Pixel*) berdasarkan nilai biologis *Pixel* tersebut. Hasil analisa Zonation memiliki nilai 0.0 hingga 1.0 yang memberikan informasi nilai tertinggi memiliki prioritas atau peringkat utama untuk area konservasi (Moilanen *et al.*, 2008).

Perangkat lunak Zonation digunakan untuk mendapatkan model prioritas prediksi potensi deforestasi. Peringkat prioritas *Pixel* yang akan terdeforestasi berdasarkan data pemodelan distribusi deforestasi. Hasil memberikan nilai peringkat dari 0.0 hingga 1.0. *Pixel* dengan nilai peringkat deforestasi tertinggi memiliki prioritas atau peluang terdeforestasi terlebih dahulu dan seterusnya. Model prioritas prediksi potensi deforestasi dihubungkan dengan laju deforestasi akan menghasilkan area yang berpotensi terdeforestasi pada waktu atau tahun tertentu di masa yang akan datang (Aguilar-Amuchastegui *et al.*, 2014).

Hasil pemodelan dengan menggunakan sampel data tahun 2009-2013 dengan menggunakan data laju deforestasi periode 2013-2016 akan didapatkan model potensi deforestasi tahun 2013-2016. Validasi dan akurasi distribusi spasial model didapatkan dengan analisis tumpang susun (*overlay analysis*) dari hasil model potensi deforestasi dengan data aktual deforestasi periode 2013-2016. Hasil analisis ini menghasilkan area yang tumpang tindih (*overlapping area*) antara model dengan aktual deforestasi yang menunjukkan akurasi distribusi spasial dari model.

Model yang memiliki hasil terbaik akan digunakan untuk menduga potensi deforestasi pada tahun 2020 dan 2024. Data sampel deforestasi yang akan digunakan adalah data periode 2013-2016. Data variabel lingkungan akan menggunakan data tahun 2016 dan data sebelumnya jika tidak tersedia. Potensi area yang akan terdeforestasi pada tahun 2020 dan 2024 didapatkan dengan menghubungkan nilai *Pixel* model prioritas potensi deforestasi dengan laju deforestasi periode 2013-2016. Data spasial variabel lingkungan yang akan digunakan diantaranya:

- Jarak dari permukiman yang dianalisa dari data titik desa (pusat permukiman) tahun 2012 (Pemda Kutai Barat)
- Jarak dari deforestasi periode sebelumnya (2009-2013) yang dianalisa dari peta tutupan lahan tahun 2009 dan 2013 (WWF Indonesia)
- Elevasi dari data SRTM resolusi 90m, 2007 (CGIAR-CSI)
- Kepadatan penduduk dianalisa dari data jumlah penduduk per kecamatan tahun 2016 (BPS Kutai Barat)
- Konsesi HPH tahun 2016 (Pemda Kutai Barat)
- Konsesi HTI tahun 2016 (Pemda Kutai Barat) Konsesi perkebunan tahun 2016 (Pemda Kutai Barat)

### **Laju Deforestasi**

Laju deforestasi merupakan laju perubahan tutupan hutan menjadi tutupan bukan hutan pada periode waktu tertentu. Laju deforestasi dihitung dengan menggunakan formula sebagai berikut (Puyravaud, 2003).

$$r = 1/t2-t1 \ln A2/A1$$

dimana:

r : rate/laju deforestasi

t2-t1 : tahun periode perhitungan deforestasi

A1 : luas hutan pada tahun t1

A2 : luas hutan pada tahun t2

### **Faktor Pendorong dan Pendekatan Strategi Pencegahan Deforestasi**

Analisa faktor pendorong deforestasi dilakukan dengan analisa matriks perubahan tutupan lahan. Matriks perubahan tutupan hutan menjadi tutupan non hutan periode 2000-2009, 2009-2013 dan 2013-2016 untuk mendapatkan data konversi hutan menjadi non hutan seperti perkebunan, pertanian, pertambangan dan lain-lain. Dinamika perubahan tutupan atau penggunaan lahan dapat terjadi pada segala bentuk pemanfaatan lahan (Setiawan *et al.*, 2015).

Wilayah yang berpotensi terdeforestasi pada tahun 2020 dan 2024 akan di-*overlay* dengan peta pola ruang RTRW Kabupaten Kutai Barat, untuk mendapatkan sebaran dan luasan potensi deforestasi berdasarkan masing-masing pola ruang. Pola ruang Kabupaten Kutai Barat terbagi menjadi beberapa Kawasan yaitu: Kawasan Budidaya Kehutanan (KBK) Hutan Produksi dan Hutan Produksi Terbatas; Kawasan Budidaya Non Kehutanan (KBNK), Perkebunan, Permukiman Perkotaan - Pertambangan, Pertanian Lahan Kering; Kawasan Lindung (KL) Cagar Alam dan Hutan Lindung. Pendekatan strategi pencegahan deforestasi akan dilakukan berdasarkan kawasan pola ruang dan dihubungkan dengan kebijakan yang ada seperti moratorium, mempertahankan Kawasan Bernilai Konservasi Tinggi (KBKT) dan Perhutanan Sosial.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Tutupan Hutan, Laju Deforestasi dan Pemodelan Deforestasi**

Pada tahun 2013 luas tutupan hutan Kabupaten Kutai Barat sebesar 917.274 ha atau 54%. Pada tahun 2016 luas tutupan hutan Kabupaten Kutai Barat sebesar 852.028 ha atau 50%. Periode 2013-2016 terjadi deforestasi sebesar 65246 ha, dihasilkan laju deforestasi Kabupaten Kutai Barat periode 2013-2016 sebesar 0.0246 atau 2.46%. Enam model deforestasi diuji dengan menggunakan data sampel deforestasi periode 2009-2013 dan data variabel lingkungan yang berbeda-beda untuk mendapatkan model yang memiliki performa baik. Hasil pemodelan tersebut disajikan pada Tabel 1. Nilai AUC model yang menggambarkan performa model berkisar dari 0.867 hingga 0.886 dimana model dinilai baik.

Tabel 1 Hasil pemodelan potensi deforestasi kabupaten Kutai Barat

Model	Variabel Lingkungan	AUC	SD
Model 1	1. Jarak dari permukiman, 2. Jarak dari jalan, 3. Elevasi, 4. Kepadatan penduduk, 5. Konsesi HPH, 6. Konsesi HTI, 7. Konsesi perkebunan sawit, 8. Konsesi tambang, 9. RTRW	0.867	0.027
Model 2	1. Jarak dari permukiman, 2. Jarak dari jalan, 3. Jarak dari deforestasi periode sebelumnya, 4. Elevasi, 5. Kepadatan penduduk, 6. Konsesi HPH, 7. Konsesi HTI, 8. Konsesi perkebunan sawit, 9. Konsesi tambang, 10. RTRW	0.886	0.024
Model 3	1. Jarak dari permukiman, 2. Jarak dari deforestasi periode sebelumnya, 3. Elevasi, 4. Kepadatan penduduk, 5. Konsesi HPH, 6. Konsesi HTI, 7. Konsesi perkebunan sawit	0.873	0.023
Model 4	1. Jarak dari permukiman, 2. Jarak dari deforestasi periode sebelumnya, 3. Elevasi, 4. Kepadatan penduduk, 5. Konsesi HTI, 6. Konsesi Perkebunan Sawit, 7. RTRW	0.884	0.022
Model 5	1. Jarak dari permukiman, 2. Jarak dari jalan, 3. Jarak dari deforestasi periode sebelumnya, 4. Elevasi, 5. Kepadatan penduduk, 6. Konsesi HPH, 7. Konsesi HTI, 8. Konsesi perkebunan sawit	0.877	0.012
Model 6	1. Jarak dari permukiman, 2. Jarak dari jalan, 3. Jarak dari deforestasi periode sebelumnya, 4. Elevasi, 5. Kepadatan penduduk, 6. Konsesi HPH, 7. Konsesi HTI, 8. Konsesi perkebunan sawit, 9. Konsesi tambang	0.874	0.018

### Validasi Model

Validasi model dengan membandingkan luas dan sebaran spasial potensi deforestasi dari model periode tahun 2013-2016 dengan luas dan sebaran spasial aktual deforestasi periode 2013-2016. Hasil dari model yang memiliki nilai probabilitas terdeforestasi pada periode 2013-2016 adalah *Pixel* yang memiliki nilai  $\geq 0.9262$ . Hubungan laju deforestasi dengan nilai probabilitas deforestasi dari tahun 2013-2016 disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Hubungan laju deforestasi dengan nilai *Pixel* potensi deforestasi 2013-2016

Periode	Laju Deforestasi	Koresponden Nilai <i>Pixel</i>
2013-2014	0.0246	0.9754-1.0000
2014-2015	0.0246	0.9508-0.9753
2015-2016	0.0246	0.9507-0.9262

Luas potensi deforestasi berdasarkan model pada periode 2013-2016 dengan nilai probabilitas  $\geq 0.9262$  sebesar 69231 ha. Luas aktual deforestasi pada periode 2013-2016 adalah sebesar 65246 ha. Akurasi luas dari model didapatkan dengan membandingkan luas hasil model dengan luas aktual deforestasi, sehingga didapatkan akurasi luas sebesar 94%, dengan menggunakan nilai laju deforestasi yang sama semua model memiliki akurasi luas yang sama. Akurasi distribusi spasial didapatkan dengan membandingkan sebaran spasial hasil dari model dengan sebaran spasial aktual deforestasi. Akurasi distribusi spasial model berkisar

dari 27% sampai dengan 31%. Hasil validasi untuk ke-6 model disajikan pada Tabel 3. Akurasi distribusi spasial ini belum cukup bagus, hal ini diduga disebabkan oleh faktor data spasial akses jalan yang kurang detail dan mutakhir serta data spasial sungai sebagai transportasi (akses) yang kurang detail. Data jalan yang tersedia dan digunakan dalam pemodelan ini merupakan data jalan tahun 2008 yang didigitasi dari citra satelit Landsat. Hal ini terlihat pada model 1 yang memiliki performa model terendah dengan AUC 0.867 dan kontribusi dari variabel jalan hanya 0.8%. Data jalan yang kurang mutakhir ini hanya bisa memberikan kontribusi kurang dari 2% dari setiap model yang menggunakan variabel jalan.

Akses dari data jalan yang kurang mutakhir ini juga tergambar dari kontribusi jarak dari deforestasi sebelumnya yang memiliki kontribusi selalu tertinggi untuk semua model yang menggunakan variabel ini yakni sebesar 31.2% hingga 37.4%. Jarak dari deforestasi sebelumnya menggambarkan sudah adanya akses terhadap hutan pada periode sebelumnya. Jarak dari permukiman juga merupakan variabel yang cukup berkontribusi tinggi dimana berkisar dari 13.2% sampai dengan 21.2% terhadap model. Jarak dari permukiman ini bisa menggambarkan peranan masyarakat terhadap deforestasi yang biasanya bertujuan untuk pembukaan lahan pertanian. Kontribusi konsesi perkebunan sawit juga cukup tinggi dengan kisaran 11.2% sampai dengan 27.8%. Kontribusi Konsesi perkebunan kelapa sawit ini menggambarkan tingginya konversi hutan yang terjadi untuk perkebunan kelapa sawit. Pola ruang RTRW juga memberikan kontribusi cukup tinggi untuk setiap model yang menggunakan variabel ini, dengan kisaran kontribusi sebesar 26.2% sampai dengan 41.1%.

Tabel 3 Nilai AUC model deforestasi yang di uji

Model	AUC	SD	Overlapping Area (ha)	Akurasi Distribusi Spasial (%)
Model 1	0.867	0.027	18608	29
Model 2	0.886	0.024	18668	29
Model 3	0.873	0.023	19927	31
Model 4	0.884	0.022	17564	27
Model 5	0.877	0.012	19036	29
Model 6	0.874	0.018	19724	30

Model 3 memiliki akurasi spasial sebesar 31% merupakan model dengan akurasi distribusi spasial tertinggi diantara model-model lainnya. Model 3 dengan 7 (tujuh) variabel lingkungan diantaranya: 1. Jarak dari permukiman, 2. Jarak dari deforestasi periode sebelumnya, 3. Elevasi, 4. Kepadatan penduduk, 5. Konsesi HPH, 6. Konsesi HTI, dan 7. Kontribusi masing-masing variabel lingkungan terhadap masing-masing model bisa dilihat pada Tabel 4. Berdasarkan hasil validasi maka model 3 akan digunakan untuk menduga potensi deforestasi tahun 2020 dan 2024. Model akan menggunakan data sampel deforestasi periode 2013-2016.

Tabel 4 Nilai kontribusi variabel lingkungan terhadap model

No	Variabel	Model1	Model2	Model3	Model4	Model5	Model6
1	Jarak dari permukiman	21.2%	13.8%	14.1%	13.4%	13.2%	14.5%
2	Jarak dari jalan	0.8%	0.8%			1.6%	0.9%
3	Jarak dari deforestasi sebelumnya		31.4%	37.4%	31.2%	36.9%	35.6%
4	Elevasi	14.6%	8.5%	8.5%	9.3%	8.2%	7.8%
5	Kepadatan penduduk	2.5%	2.1%	2.6%	2.4%	3.0%	2.8%
6	Konsesi HPH	3.7%	2.6%	7.3%		6.8%	7.0%
7	Konsesi HTI	2.5%	2.5%	3.2%	2.9%	2.9%	3.2%
8	Konsesi Perkebunan Sawit	13.0%	11.2%	26.9	12.8%	27.5%	27.8%
9	Konsesi Tambang	0.7%	0.9%				0.4%
10	RTRW	41.1%	26.2%		27.4%		
	AUC	0.867	0.886	0.873	0.884	0.877	0.874
	Akurasi spasial	29%	29%	31%	27%	29%	30%

**Faktor Pendorong Deforestasi**

Berdasarkan data historis deforestasi yang dianalisis dari matriks perubahan hutan dan lahan periode 2000-2009, 2009-2013 dan 2013-2016. Deforestasi yang terjadi pada periode 2000-2009 seluas 107839 ha. Deforestasi terbesar seluas 83747 ha atau 78% merupakan perubahan dari hutan menjadi perubahan antara. Perubahan antara merupakan perubahan dari tutupan hutan menjadi tutupan transisi dari suatu pengolahan lahan, karena tutupan lahan transisi ini biasanya berpeluang besar berubah menjadi tutupan lahan yang lebih permanen pada masa yang akan datang, seperti menjadi tutupan: kebun karet, kebun sawit atau tutupan lahan yang lebih permanen lainnya. Dalam studi ini yang masuk dalam perubahan antara diantaranya: lahan terbuka, bekas terbakar, padang rumput dan semak belukar. Perubahan dari hutan menjadi kebun karet sebesar 12004 ha atau 11%, menjadi kebun sawit sebesar 5.278 atau 5% dan lahan pertanian sebesar 5085 ha atau 5%. Perubahan antara seluas 83747 ha atau 78%, pada periode 2009-2016 mengalami perubahan tutupan lahan menjadi sawit 15%, kebun karet 5%, tambang 2%, lahan pertanian 1%.

Periode 2009-2013 terjadi deforestasi sebesar 50262 ha. Perubahan tutupan hutan menjadi perkebunan sawit sebesar 27.951 ha atau 56%, menjadi perubahan antara sebesar 14679 atau 29%, menjadi HTI 6%, menjadi lahan pertanian 5%, menjadi kebun karet dan tambang masing-masing 2%. Perubahan antara seluas 14679 ha atau 29%, pada periode 2013-2016 mengalami perubahan tutupan lahan menjadi sawit 15%, kebun karet 2%, dan lahan pertanian 2%.

Periode 2013-2016 terjadi deforestasi sebesar 65246 ha. Perubahan tutupan hutan menjadi perubahan antara sebesar 40443 ha atau 62%, menjadi perkebunan sawit sebesar 16514 ha atau 25%, menjadi lahan pertanian seluas 5259 ha atau 8%, menjadi tambang seluas 1.382 ha atau 2%, menjadi kebun karet seluas 1095 ha atau 2% dan menjadi HTI seluas 401 ha atau 1%. Historis deforestasi dan perubahannya disajikan pada Tabel 5. Hasil analisis matriks perubahan tutupan hutan lahan memperlihatkan bahwa kebutuhan lahan untuk perkebunan sawit, lahan pertanian, kebun karet, HTI dan tambang menjadi pendorong terjadinya deforestasi di Kabupaten Kutai Barat.

Tabel 5 Historis deforestasi dan perubahannya

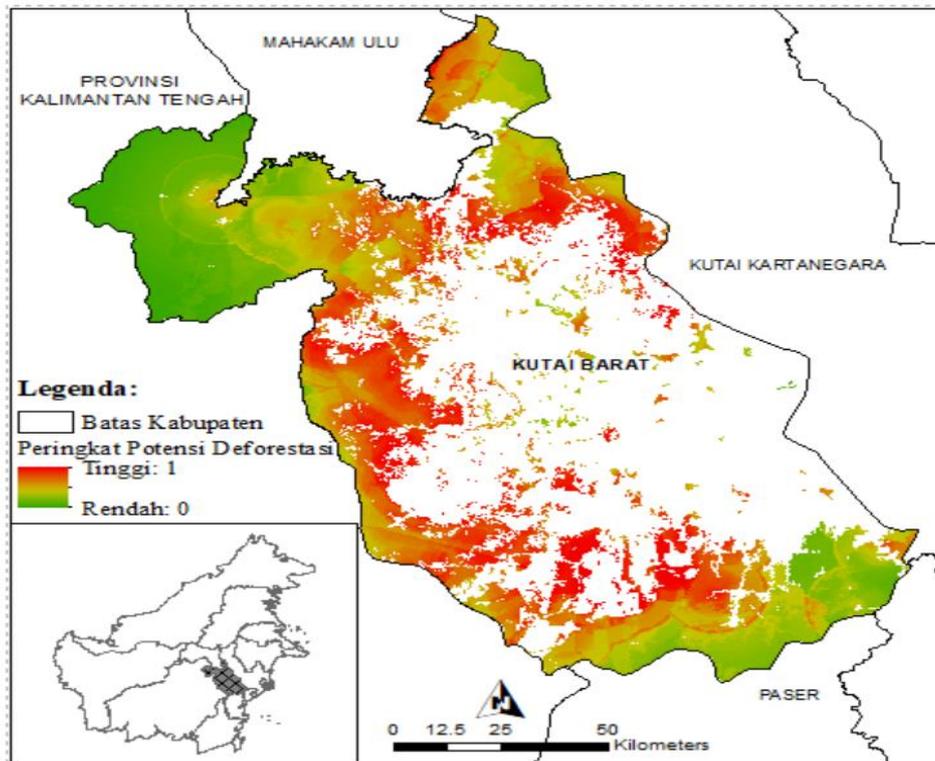
Deskripsi	Periode 2000-2009		Periode 2009-2013		Periode 2013-2016	
	Luas (ha)	Persen (%)	Luas (ha)	Persen (%)	Luas (ha)	Persen (%)
Deforestasi	107839		50262		65246	
Perubahan antara	83747	78	14679	29	40443	62
Sawit	5278	5	27951	56	16514	25
HTI	399	0	2990	6	410	1
Tambang	1290	1	1006	2	1382	2
Karet	12004	11	1133	2	1095	2
Pertanian	5085	5	2293	5	5259	8
Rawa/Tubuh air	37	0	210	0	144	0

**Potensi Deforestasi 2020, 2024 dan Pendekatan Pencegahannya**

Hasil Pemodelan potensi deforestasi tahun 2020 dan 2024 dengan menggunakan data sampel deforestasi periode 2013-2016, memiliki nilai AUC sebesar 0.84 dimana performa model dinilai baik. Hasil model peringkat potensi deforestasi untuk model ini dapat dilihat pada Gambar 1.

Nilai kontribusi masing-masing variabel terhadap model dapat dilihat pada Tabel 6. Jarak dari deforestasi sebelumnya memiliki kontribusi tertinggi terhadap model yakni sebesar 44.3%, Elevasi memiliki kontribusi sebesar 19.9%, Jarak dari permukiman memiliki kontribusi sebesar 14.3% dan konsesi perkebunan sawit juga memiliki kontribusi yang cukup tinggi, sebesar 12.4%. Dengan menggunakan data laju deforestasi 0.0246 dan dihubungkan dengan nilai probabilitas maka akan didapatkan nilai probabilitas dari model yang potensial akan terdeforestasi. Pada tahun 2020 potensi deforestasi merupakan area atau *Pixel* yang memiliki nilai probabilitas

$\geq 0.90160$ . Luasan potensi deforestasi dari tahun 2016 hingga 2020 sebesar 85908 ha. Pada tahun 2024 potensi deforestasi merupakan area atau *Pixel* dengan nilai probabilitas  $\geq 0.80320$ . Hubungan laju deforestasi dengan nilai peringkat setiap tahunnya dari tahun 2016 sampai dengan 2024 disajikan pada Tabel 7. Potensi deforestasi dari tahun 2016 sampai dengan 2024 sebesar 171778 ha. Peta potensi deforestasi Kabupaten Kutai Barat tahun 2020 dan 2024 (Gambar 2).



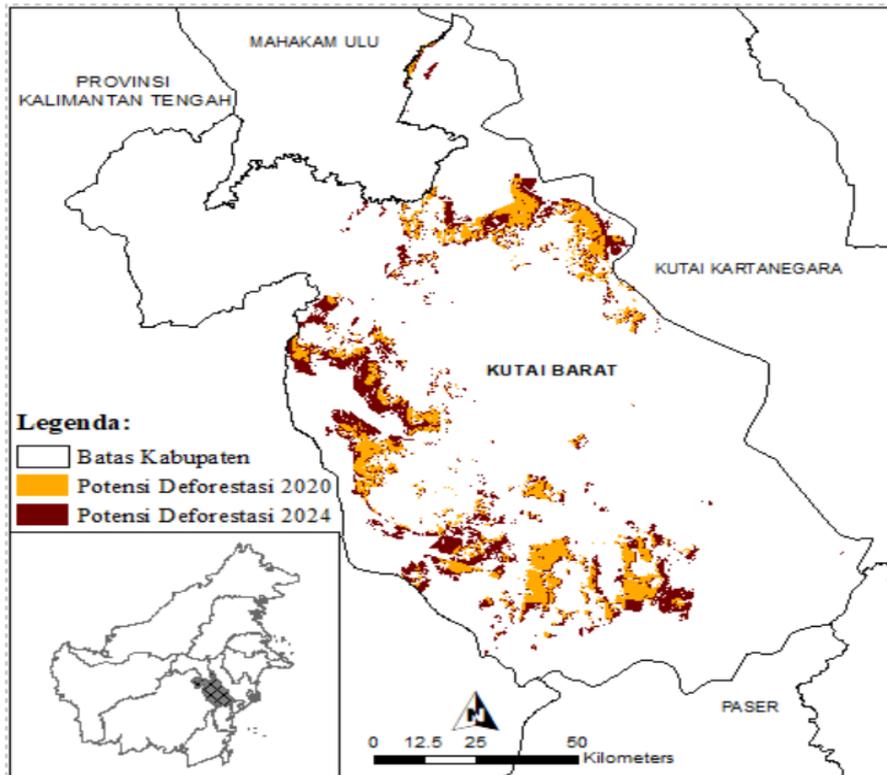
Gambar 1 Peta peringkat potensi deforestasi setelah tahun 2016 dengan data sampel periode 2013-2016

Tabel 6 Nilai kontribusi variabel lingkungan terhadap model dengan sampel deforestasi periode 2013-2016

Variabel	Persen Kontribusi (%)
Jarak dari permukiman	14.3
Jarak dari deforestasi sebelumnya	44.3
Elevasi	19.9
Kepadatan penduduk	3.2
Konsesi HPH	5.6
Konsesi HTI	0.4
Konsesi Perkebunan Sawit	12.4

Tabel 7 Hubungan laju deforestasi dengan nilai *pixel* potensi deforestasi 2016-2024

Periode	Laju Deforestasi	Koresponden Nilai <i>Pixel</i>
2016-2017	0.0246	0.9754-1.0000
2017-2018	0.0246	0.9508-0.9753
2018-2019	0.0246	0.9262-0.9507
2019-2020	0.0246	0.9016-0.9261
2020-2021	0.0246	0.8770-0.9015
2021-2022	0.0246	0.8524-0.8769
2022-2023	0.0246	0.8278-0.8523
2023-2024	0.0246	0.8032-0.8277



Gambar 2 Peta potensi deforestasi Kutai Barat tahun 2020 dan 2024

Hasil *overlay* potensi deforestasi 2024 dengan peta pola ruang RTRW sebagian besar potensi deforestasi tahun 2024 terjadi pada Kawasan Budidaya Kehutanan (KBK) yakni seluas 114927 atau 67%. Potensi deforestasi pada KBK Hutan Produksi sebesar 87067 ha atau 51% merupakan pola ruang atau kawasan yang sangat rentan terhadap deforestasi. Potensi deforestasi pada KBK Hutan Produksi Terbatas sebesar 27861 ha atau 16%. Potensi deforestasi pada Kawasan Budidaya Non Kehutanan (KBNK) Pertanian lahan kering sebesar 30316 ha atau 18%. Potensi deforestasi pada KBNK Perkebunan sebesar 20120 ha. Pada KBNK Permukiman Perkotaan dan KBNK Pertambangan potensi deforestasi hanya kecil kurang dari 1%, dengan luas masing-masing 464 ha dan 17 ha. Proporsi potensi deforestasi berdasarkan pola ruang RTRW disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8 Potensi deforestasi berdasarkan Pola Ruang RTRW

Pola Ruang RTRW	Potensi Deforestasi 2024 (ha)	Persen (%)
KBK Hutan Produksi	87067	51
KBK Hutan Produksi Terbatas	27861	16
KBNK Perkebunan	20120	12
KBNK Permukiman Perkotaan	464	0
KBNK Pertambangan	17	0
KBNK Pertanian Lahan Kering	30316	18
KL Hutan Lindung	5933	3

Tingginya potensi deforestasi pada KBK Hutan Produksi karena KBK Hutan produksi memiliki tutupan hutan yang masih cukup tinggi sebesar 227561 atau 27% tutupan hutan pada tahun 2016 dengan jarak yang relatif lebih dekat dengan permukiman dibandingkan tutupan hutan pada KBK Hutan Produksi Terbatas dan hutan lindung yang juga masih memiliki tutupan hutan cukup tinggi yakni 26%. Posisi yang lebih dekat dengan permukiman ini menjadikan tekanan terhadap KBK Hutan produksi lebih tinggi. Tutupan hutan sebesar

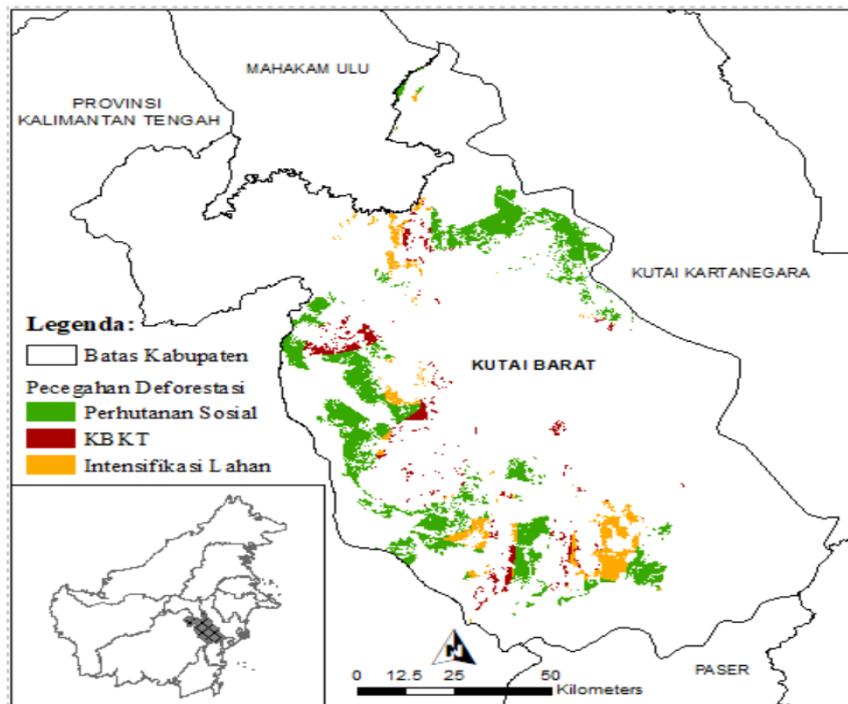
110.240 ha atau 13% berada pada KBNK Pertanian Lahan Kering. Tutupan hutan juga masih terdapat pada KBNK Perkebunan sebesar 59326 ha atau 7%. Tutupan hutan pada KBK Hutan Produksi Terbatas dan Kawasan Lindung (KL) Hutan Lindung karena secara posisi lebih jauh dari permukiman sehingga tekanan pada hutan pada kawasan ini lebih rendah. Tabel 9 menyajikan proporsi tutupan hutan pada tahun 2016 pada setiap pola ruang RTRW Kabupaten Kutai Barat. Peta potensi deforestasi 2024 berdasarkan pola ruang RTRW disajikan pada Gambar 3, sedangkan pendekatan pencegahan potensi deforestasi berdasarkan kawasan pola ruang RTRW tersaji pada Tabel 10.

Tabel 9 Kawasan yang masih berhutan pada tahun 2016

Pola Ruang	Kawasan	Hutan 2016 (ha)	Persen (%)
KBK hutan produksi	HP	227561	27
KBK hutan produksi terbatas	HPT	221726	26
KBNK perkebunan	KBNK	59326	7
KBNK permukiman perkotaan	KBNK	6051	1
KBNK pertambangan	KBNK	2175	0
KBNK pertanian lahan kering	KBNK	110240	13
KL cagar alam	CA	292	0
KL hutan lindung	HL	224635	26

Tabel 10 Pendekatan pencegahan potensi deforestasi berdasarkan kawasan pola ruang RTRW

Pola Ruang RTRW	Potensi Deforestasi 2024 (ha)	Pedekatan Pencegahan
KBK hutan produksi	87067	Perhutanan Sosial
KBK hutan produksi terbatas	27861	Perhutanan Sosial
KBNK perkebunan	20120	KBKT
KBNK pertanian lahan kering	30316	Intensifikasi Lahan
KL hutan lindung	5933	Perhutanan Sosial



Gambar 3 Peta pendekatan pencegahan deforestasi

## **KESIMPULAN**

Pemodelan menggunakan data sampel periode 2009-2013 dengan menggunakan 7 (tujuh) variabel lingkungan menghasilkan model dengan kinerja yang dinilai bagus dengan nilai AUC 0.873 dengan standar deviasi 0.023. Hasil validasi menunjukkan akurasi yang sangat bagus untuk prediksi luasan yang akan terdeforestasi sebesar 94%, hasil uji akurasi distribusi spasial model dengan data spasial deforestasi periode 2013-2016 sebesar 31%. Akurasi distribusi spasial ini belum cukup bagus, hal ini diduga disebabkan oleh faktor data spasial akses jalan yang kurang detail dan mutakhir serta data spasial sungai sebagai transportasi (akses) yang kurang detail. Variabel lingkungan yang memiliki kontribusi cukup tinggi terhadap hasil pemodelan adalah jarak dari deforestasi sebelumnya 37.4%, konsesi perkebunan sawit sebesar 26.9% dan jarak dari permukiman sebesar 14.1%.

Potensi deforestasi di Kabupaten Kutai Barat dengan menggunakan laju deforestasi sebesar 2.46%, Kabupaten Kutai Barat berpotensi terdeforestasi sebesar 85908 ha dari tahun 2016 sampai 2020 dan 171778 ha sampai tahun 2024. Kebutuhan lahan untuk perkebunan sawit, lahan pertanian, kebun karet, HTI dan tambang menjadi pendorong terjadinya deforestasi. Pendekatan pencegahan deforestasi berdasarkan kawasan pada pola ruang RTRW Kabupaten Kutai Barat. Kawasan yang memiliki potensi deforestasi yang tinggi adalah KBK Hutan Produksi, KBK Hutan Produksi Terbatas, KBNK Pertanian Lahan Kering, KBNK Perkebunan dan KL Hutan Lindung. Total potensi deforestasi pada kawasan-kawasan sebesar 171297 ha. Pemberian izin perhutanan sosial diharapkan dapat mencegah potensi deforestasi sampai 120861 ha yang berada pada KBK Hutan Produksi, KBK Hutan Produksi Terbatas dan Hutan Lindung. Program intensifikasi penggunaan lahan masyarakat diharapkan dapat memberkan kontribusi pengurangan deforestasi sebesar 30316 ha pada KBNK Pertanian Lahan Kering. Penerapan KBKT pada KBNK Perkebunan diharapkan dapat mencegah potensi deforestasi sebesar 20120 ha.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- [Bappeda] Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kutai Barat. 2013. *Data Spasial Administrasi Kabupaten Kutai Barat*. Kutai Barat (ID): Badan Perencanaan Pembangunan Daerah.
- [BPS] Badan Pusat Statistik Kabupaten Kutai Barat. 2017. *Statistik Daerah Kabupaten Kutai Barat 2017*. No Katalog: 1101002.64020.
- [ERPD] Emission Reductions Program Document. 2019. *Forest Carbon Partnership Facility (FCPF) Carbon Fund*. Kalimantan Timur (ID): East Kalimantan Jurisdictional Emission Reductions Program.
- [UCS] Union of Concerned Scientists. 2014. *Ten Reasons to Reduce Tropical Deforestation* [Internet]. [diunduh 2014 Jun 17]. Tersedia pada: <https://www.ucsusa.org/resources/ten-reasons-reduce-tropical-deforestation>.
- [UNFCCC] United Nations Framework Convention on Climate Change. 2011. Report of the Conference of the Parties on its 16th session, held in Cancún from 29 November to 10 December 2010. Part Two: Action taken by the Conference of the Parties at its 16th session. Cancún (MX): United Nations Framework Convention on Climate Change.
- [UNFCCC] United Nations Framework Convention on Climate Change. 2014. Report of the Conference of the Parties on its 19th session, held in Warsaw from 11 to 23 November 2013. Part two: Action taken by the Conference of the Parties at its 19th. Warsaw (PL): United Nations Framework Convention on Climate Change.
- Aguilar-Amuchastegui N, Riveros JC, Forrest JL. 2014. Identifying areas of deforestation risk for REDD+ using a species modeling tool. *Carbon Balance and Management*. 9:10.
- Ayukawa et al. 2007. *Climate Solutions WWF's Vision for 2050*. Switzerland (CH): WWF International.
- Baldwin RA. 2009. Use of maximum entropy modeling in wildlife research. *Entropy*. 11: 854-866.
- Boucher D, Elias P, Lininger K, May-Tobin C, Roquemore S, Saxon E. 2011. *The Root of the Problem, What's Driving tropical Deforestation to Day?*. Cambridge (UK): UCS Publications.

- Curtis PG, Slay CM, Harris NL, Tyukavina A, Hansen MC. 2018. Classifying drivers of global forest loss. *Forest Ecology Science*. 361: 1108-1111.
- Gaveau DLA. 2017. *What a Difference 4 Decades Make: Deforestation in Borneo since 1973*. Bogor (ID): Cifor.
- Hernandez PA, Graham CH, Master LL, Albert DL. 2006. The effect of sample size and species characteristics on performance of different species distribution modeling methods. *Ecography*. 29: 773-785.
- MoEF. 2015. *National Forest Reference Emission Level for REDD+ In the Context of Decision 1/CP.16 Paragraph 70*. Jakarta (ID): Directorate General of Climate Change. The Ministry of Environment and Forestry.
- Moilanen A, Kujala H. 2008. *Zonation Spatial Conservation Planning Framework and Software Version 2, User Manual*. Finland (FI): University of Helsinki.
- Puyravaud JP. 2003. Standardizing the calculation of the annual rate of deforestation. *Forest Ecology and Management*. 177: 593-596.
- Setiabudi, Budiman A, Hultera. 2014. *Laporan Ground Check Pemetaan Tutupan lahan Kabupaten Kutai Barat dan Mahakam Hulu*. Jakarta (ID): WWF Indonesia.
- Setiawan G, Syaufina L, Puspaningsih N. 2015. Estimasi hilangnya cadangan karbon dari perubahan penggunaan lahan di Kabupaten Bogor. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 5(2): 141-147.
- Souza RA, Marco PD. 2014. The use of species distribution models to predict the spatial distribution of deforestation in the western Brazilian Amazon. *Ecological Modelling*. 291: 250-259.
- Souza RA, Marco PD. 2018. Improved spatial model for Amazonian deforestation: An empirical assessment and spatial bias analysis. *Ecological Modelling*. 387: 1-9.
- 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: 193-206.