

# Potensi dan Model Agroforestri untuk Rehabilitasi Lahan Terdegradasi di Kabupaten Berau, Paser, dan Kutai Timur, Provinsi Kalimantan Timur

*Agroforestry Potential and Models for Rehabilitation of Degraded Land in Berau, Paser, and Kutai Timur Districts, East Kalimantan Province*

Neneng Laela Nurida<sup>1</sup>, Anny Mulyani<sup>2</sup>, Fitri Widiastuti<sup>2</sup>, Fahmuddin Agus<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Balai Penelitian Tanah, Jl. Tentara Pelajar No. 12, Cimanggu, Bogor 16124, Indonesia

<sup>2</sup> Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Jl. Tentara Pelajar No. 12, Cimanggu, Bogor 16124, Indonesia

## INFORMASI ARTIKEL

### Riwayat artikel:

Diterima: 03 Oktober 2017

Direview: 01 November 2017

Disetujui: 25 Juni 2018

### Kata kunci:

Agroforestri  
Lahan terdegradasi  
Kesesuaian lahan  
Preferensi petani  
Kelapa sawit  
Monokultur  
Keuntungan bersih terkini  
Konservasi tanah

### Keywords:

Agroforestry  
Degraded Land  
Land suitability  
Farmers preferences  
Oil palm  
Monoculture  
Net present value  
Soil conservation

**Abstrak:** Sistem agroforestri diyakini dapat menjadikan lahan terlantar dan terdegradasi menjadi produktif dan dapat memulihkan kualitas lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji prospek rehabilitasi lahan terdegradasi dengan beberapa model agroforestri di Kabupaten Kutai Timur, Paser, dan Berau, Provinsi Kalimantan Timur. Penelitian *desk work* dan *survey lapangan* ini dilaksanakan dari tahun 2016 sampai 2017. Pemilihan komoditas dilakukan berdasarkan komoditas unggulan kabupaten, kesesuaian lahan, preferensi petani, dan diikuti dengan analisis finansial untuk membandingkan pola monokultur dengan pola agroforestri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi peningkatan luas lahan terdegradasi selama periode 2000-2015 di ketiga kabupaten, dari 1,54 juta ha menjadi sekitar 1,75 juta ha. Luas lahan terdegradasi yang berpotensi untuk dimanfaatkan adalah sekitar 0,821 juta ha (47%) dari luas lahan terdegradasi di ketiga kabupaten, sisanya merupakan kawasan hutan, areal ijin konsesi, dan lahan yang tidak sesuai. Tren utama perubahan penggunaan lahan adalah untuk kelapa sawit dan lada monokultur. Keuntungan bersih terkini (NPV) untuk kedua sistem ini berturut-turut adalah sekitar Rp 51 juta dan 87 juta ha<sup>-1</sup> tahun<sup>-1</sup>. Model agroforestri berbasis gaharu-lada, berpotensi memberikan NPV sampai 6,9 kali lebih tinggi dibandingkan sawit monokultur serta memberikan *Internal Rate of Return* (IRR) sampai 49,3% dan *benefit cost* (B/C) *ratio* 8,54. Terlepas dari tingginya potensi keuntungan sistem agroforestri tersebut, sistem monokultur kelapa sawit tetap lebih menarik, kemungkinan karena kepastian pasar dan kepraktisan pengelolaan. Berbagai sistem, baik berupa monokultur ataupun sistem agroforestri, bila diterapkan pada lahan berlereng curam, perlu dilengkapi dengan penerapan konservasi tanah seperti peningkatan proporsi tanaman tahunan, sistem tanam searah kontur, dan penanaman *cover crop* di antara tegakan pohon.

**Abstract.** Agroforestry system is believed to be able to convert the idle degraded lands into productive ones and can restore environmental quality. This study aims to examine the prospects for rehabilitation of degraded lands with agroforestry systems in East Kutai, Paser, and Berau Districts, East Kalimantan Province. The study, consisted of desk work and field survey, was conducted from 2016 to 2017. The selection of commodities was based on the district's pre-eminent commodities, land suitability, and farmers preferences and followed by financial analysis to compare monoculture with agroforestry systems. The results show that there was an increase in the degraded land area during the period 2000-2015 in the three districts from 1.54 million ha to about 1.75 million ha. The potential area of degraded land available for future use is about 0.821 million ha, the remainder being forest areas, concession areas and unsuitable land. The main trends of land use change are for monoculture oil palm and pepper. The net present value (NPV) for those systems were around IDR 51 million and 87 million ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup>, respectively. Agarwood-pepper based agroforestry, promised NPV of up to 6.9 times higher than that of oil monoculture palm, Internal Rate of Return (IRR) of up to 49.3% and benefit cost (B/C) ratio of 8.54. Apart from the relatively high profit potential of the agroforestry compared to monoculture system, monoculture oil palm systems remains more attractive, possibly due to market certainty and simplicity of management. Various systems, whether monocultures or agroforestry, when practiced on steep slopes, need to be reinforced with the implementation of soil conservation, such as increased proportion of perennial trees, contour system, and understory cover crop planting.

## Pendahuluan

Luas lahan terdegradasi di Indonesia cenderung terus bertambah. Pada tahun 2015 dilaporkan telah mencapai seluas 29,8 juta ha (KLKH 2015). Kementerian Pertanian

\* Corresponding author: lelanurida@yahoo.com

mendefinisikan lahan terdegradasi sebagai proses kemunduran kemampuan tanah saat ini atau saat yang akan datang akibat pengaruh manusia dalam mendukung kehidupannya, dicirikan dengan penurunan kualitas sifat fisik, kimia, dan biologi tanah (Sitorus *et al.* 2011). Kementerian Kehutanan mendefinisikan lahan

terdegradasi sebagai lahan yang keadaan fisiknya tidak mampu berfungsi sesuai dengan peruntukannya sebagai media produksi maupun sebagai media tata air (Kementerian Kehutanan 52/Kpts-II/2011). Pada penelitian ini, lahan terdegradasi dicirikan oleh penutupan lahannya berupa semak belukar, lahan terbuka, lahan bekas tambang, dan lahan padang rumput. Definisi ini diambil karena penelitian ini menghubungkan hasil analisis dengan sebaran lahan terdegradasi yang berpotensi untuk pengembangan agroforestri. Penggunaan definisi Sitorus *et al.* (2011) dan Kementerian Kehutanan (52/Kpts-II/2011) akan menyulitkan dalam deliniasi luas lahan yang berpotensi untuk pengembangan agroforestri atau pengembangan lahan pertanian lainnya.

Lahan terdegradasi akan memicu semakin meningkatnya lahan-lahan kritis yang tidak produktif (Nurida 2006, Kurnia 2010). Dampak nyata yang terlihat adalah semakin luasnya lahan-lahan terlantar yang tidak produktif umumnya ditumbuhi semak dan alang-alang atau penutupan lahan dengan cadangan karbon (C) rendah. Pemanfaatan lahan-lahan terdegradasi perlu dilakukan dengan hati-hati. Aspek produksi bukan hanya satu-satunya aspek yang dipertimbangkan namun perlu diseimbangkan dengan aspek lingkungan.

Rehabilitasi lahan terdegradasi ditujukan agar lahan memberikan output produksi yang optimal dan sekaligus meningkatkan kualitas lingkungan. Pada kondisi ini, sistem agroforestri dianggap memenuhi kedua aspek tersebut. Sanches *et al.* (1997) mengemukakan bahwa tanaman pohon dengan perakaran dalam pada sistem agroforestri dapat membantu meningkatkan sirkulasi hara tanah, menekan erosi, mengkonservasi air dan sekaligus menghasilkan produk yang memiliki nilai ekonomi. Atangana *et al.* (2014) juga mengemukakan adanya interaksi positif dalam sistem agroforestri seperti fungsi naungan, sumber biomas, konservasi tanah dan air, dan sumber pakan.

Agroforestri adalah sistem penggunaan lahan pada satu unit lahan dengan mengkombinasikan tanaman berkayu (kehutanan) dan tanaman pertanian (tanaman perkebunan, buah-buahan, tanaman pangan) serta tanaman pakan yang dilakukan pada waktu yang bersamaan atau bergiliran sehingga terbentuk interaksi ekologis dan ekonomis antar berbagai komponen yang ada (Lundgren dan Raintree 1983). Nair (1993) menambahkan bahwa agroforestri merupakan sistem pengelolaan lahan yang berdasarkan kelestarian dan sesuai dengan keadaan sosial budaya penduduk setempat. Meskipun terdapat berbagai konsep agroforestri seperti Agrosilvikultur, Silvopastura, Agrosilvipastura, Silvofishery, atau Apiculture (Vegara 1982, Nair 1984), namun yang paling umum berkembang di

Indonesia adalah Agrosilvikultur. Menurut Cahyono dan Indrajaya (2011), di Indonesia agroforestri terus tumbuh berdasarkan kebutuhan masyarakat setempat, akses pasar, adanya pengaruh sosial dan budaya, serta pemahaman dalam pengelolaan hutan secara turun temurun.

Agroforestri diyakini merupakan salah satu teknik pengelolaan lahan yang bijak dalam menghadapi perubahan iklim (Agus *et al.* 2015). Aspek ekonomi ditunjukkan oleh peningkatan produksi dan pendapatan yang bisa bersifat harian, mingguan, musiman, dan tahunan. Agroforestri adakalanya membutuhkan tenaga kerja yang cukup banyak (Mindawati *et al.* 2006) sehingga ketersediaan tenaga kerja perlu menjadi bahan pertimbangan dalam pengembangannya. Penyerapan tenaga kerja sangat tergantung pada sistem agroforestri yang diterapkan. Jika didominasi tanaman tahunan maka kebutuhan tenaga kerja relatif lebih sedikit.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji potensi dan model agroforestri dalam upaya rehabilitasi lahan terdegradasi di Kabupaten Kutai Timur, Kabupaten Paser, dan Kabupaten Berau, Provinsi Kalimantan Timur dengan mempertimbangkan kesesuaian lahan dan aspek lingkungan serta keuntungan ekonomi. Model agroforestri diharapkan dapat dijadikan sebagai pilihan model ekonomi hijau yang mampu meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan sekaligus meningkatkan kualitas lingkungan.

## Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret 2016- Agustus 2017 di Kabupaten Berau, Paser, dan Kutai Timur, Provinsi Kalimantan Timur. Kegiatan penelitian dilakukan melalui *desk work* dan survei observasi lapangan serta wawancara dengan petani.

Analisis data spasial dan tabular dilakukan untuk mengidentifikasi sebaran lahan terdegradasi Kabupaten Kutai Timur, Paser, dan Berau yang diolah dengan menggunakan Peta Spasial Tutupan Lahan yang dihasilkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan tahun 2000 dan 2015 skala 1:250.000. Verifikasi lapangan dilakukan pada tingkat kabupaten, untuk mencocokkan hasil analisis spasial dengan kondisi di lapangan sehingga diketahui sebaran lahan terdegradasi yang tersedia untuk pengembangan sistem agroforestri. Satuan peta tanah yang dominan, dijadikan unit analisis kesesuaian lahan pada masing-masing kabupaten dan dikelompokkan berdasarkan agroekosistem. Evaluasi kesesuaian lahan dilakukan untuk tanaman kehutanan, pertanian, dan pakan ternak untuk melihat bagaimana kemungkinannya untuk pengembangan model-model agroforestri. Rekomendasi model agroforestri disusun berdasarkan kombinasi

tanaman yang berpotensi, preferensi petani dan unggulan daerah.

Rekomendasi model agroforestri disusun meliputi enam sampai tujuh agroekosistem yang ada pada lahan-lahan terdegradasi di wilayah kabupaten yang bersangkutan. Pada setiap agroekosistem disusun kombinasi antara tanaman tahunan (tanaman kehutanan, tanaman perkebunan, tanaman buah-buahan dan *legume trees*) dan tanaman semusim (tanaman pangan dan tanaman hortikultura) dan/atau tanaman hijau pakan non pohon-pohonan. Tanaman dikelompokkan pada masing-masing sistem agroforestri dengan mempertimbangkan kondisi iklim, elevasi dan lereng. Proporsi tutupan kanopi tanaman mengacu pada Proyek Penelitian Penyelamatan Hutan Tanah dan Air atau P3HTA (1987).

Survei lapangan dilakukan dengan wawancara menggunakan kuesioner terstruktur dengan 30 orang responden yang dipilih secara acak di Kabupaten Paser dan Berau untuk mendapatkan informasi preferensi petani dan menghimpun data input dan output produksi dari usahatani yang berkembang di masyarakat. Pola usahatani ini digunakan sebagai referensi untuk menentukan sistem agroforestri yang prospektif dikembangkan. Penilaian kelayakan ekonomi sistem usahatani eksisting dan sistem alternatif dilakukan dengan metode analisis *Net Present Value* (NPV), *Benefit Cost Ratio* (BCR), dan *Internal Rate of Return* (IRR) (Thompson dan George 2009). NPV merupakan jumlah profit (total penerimaan dikurangi dengan total pengeluaran) yang terdiskonto dengan suku bunga dalam kurun waktu tertentu (t), pada tingkat bunga i. BCR merupakan perbandingan dari total penerimaan terdiskonto dibagi pengeluaran terdiskonto selama periode tanaman. Nilai BCR akan memberikan gambaran estimasi pengembalian dalam rupiah dari investasi yang ditanamkan. IRR merupakan *discount rate* dimana NPV

sama dengan nol. Nilai IRR merupakan nilai aktual pengembalian investasi. Persamaan yang digunakan adalah:

$$NPV = \sum_{t=0}^r \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t}$$

$$BCR = \frac{\sum_{t=0}^{t=n} \frac{B_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=0}^r \frac{C_t}{(1+i)^t}}$$

$$IRR = i \frac{NPV_2}{2 + \frac{NPV_2 - NPV_1}{i_2 - i_1}}$$

- Keterangan :
- Bt = Manfaat kotor tahun ke-t
  - Ct = Biaya kotor tahun ke-t
  - n = Umur ekonomis usaha
  - I = *Discount rate* yang berlaku

## Hasil dan Pembahasan

### Tutupan dan Penggunaan Lahan

Hasil analisis Peta Tutupan lahan (KLHK 2015) dan hasil verifikasi lapang menunjukkan bahwa luas hutan lahan kering (primer dan sekunder), hutan mangrove (primer dan sekunder) dan hutan rawa (primer dan sekunder) di Kabupaten Berau, Paser dan Kutai Timur mencapai 3,55 juta ha atau mencakup 54,49% luas wilayah tiga kabupaten tersebut (Tabel 1). Pada tahun 2000, luas lahan terdegradasi yang terdiri atas semak belukar, lahan bekas tambang dan lahan terbuka di ketiga kabupaten ini mencapai 1,54 juta ha atau sekitar 24% dari total luas ketiga kabupaten tersebut. Luas ini meningkat menjadi 1,75 juta ha pada tahun 2015.

Tabel 1. Perbandingan tutupan lahan di Kabupaten Berau, Paser, dan Kutai Timur, Provinsi Kalimantan Timur pada tahun 2000 dan 2015

Table 1. Land cover comparison at Barau, Paser, and Kutai Timur Districts, East Kalimantan Province in 2000 and 2015

Tutupan lahan	Berau		Paser		Kutai Timur	
	2000	2015	2000	2015	2000	2015
	..... ha .....					
Hutan	1.890.228	1.677.075	690.056	546.990	1.838.317	1.291.121
Hutan tanaman	30.248	29.266	29.233	16.272	90.838	113.896
Semak belukar	155.242	260.657	198.787	210.780	965.198	1.060.214
Perkebunan	12.346	112.185	94.280	199.690	56.818	477.038
Pertanian campuran/AF	68.374	73.975	22.066	47.836	36.428	48.782
Pertanian semusim	567	863	6225	10338	6901	6871
Lain-lain	27.413	30.397	116.406	125.147	181.046	177.624
Jumlah	2.184.418	2.184.418	1.157.053	1.157.053	3.175.546	3.175.546

Sumber: Diolah dari Data Spasial Tutupan Lahan KLHK Tahun 2000 dan 2015

Pada Tabel 1 terlihat bahwa luas hutan cenderung menurun. Tutupan lahan lainnya yang cenderung berkurang luasnya adalah semak belukar rawa, pertanian lahan kering dan tambak. Luas pertanian lahan kering campuran dengan tanaman tahunan, perkebunan, permukiman, dan sawah menunjukkan kecenderungan meningkat.

Mengacu data pada Tabel 1, terlihat bahwa pertanian berkembang pesat di bidang perkebunan dan tanaman tahunan campuran. Perkebunan, yang pada umumnya adalah kelapa sawit, mengalami perkembangan paling pesat di antara semua tipe tutupan lahan, sedangkan pertanian tanaman pangan semusim relatif lebih lambat perkembangannya. Lahan berhutan semakin berkurang luasnya karena berubah menjadi berbagai penggunaan, baik pada sektor pertanian, maupun sektor lainnya. Perkembangan perkebunan sawit terjadi secara pesat untuk merespon permintaan pasar yang tinggi. Ini kelihatannya berhubungan dengan kemudahan pemasaran dan karena menjanjikan keuntungan yang relatif tinggi dibanding usaha tani tanaman pangan semusim pada umumnya.

### Luas Lahan Terdegradasi

Dalam hal ini, lahan terdegradasi didefinisikan sebagai lahan yang secara eksisting didominasi oleh penutupan lahan semak-belukar, lahan terbuka, dan lahan bekas aktivitas pertambangan. Lahan terdegradasi terletak di kawasan budidaya (areal penggunaan lain/APL) dan kawasan hutan (hutan produksi, hutan produksi konversi dan hutan lindung). Semakin luas lahan terdegradasi akan berakibat terhadap semakin parahny kerusakan lingkungan, yang mendorong peningkatan kejadian bencana alam dan semakin luasnya lahan yang tidak produktif. Sebaran luas lahan terdegradasi di Kabupaten Berau, Paser, dan Kutai Timur berdasarkan peruntukkan kawasan pada tahun 2015 dapat dilihat pada Tabel 2.

Kabupaten Kutai Timur mempunyai luas lahan terdegradasi terluas mencapai 1,2 juta ha diikuti oleh Kabupaten Paser 0,28 juta ha, dan Kabupaten Berau 0,27 juta ha. Lahan terdegradasi tersebut didominasi oleh tutupan lahan berupa semak belukar (62-84%). Tidak seluruh lahan terdegradasi tersebut dapat dimanfaatkan untuk lahan pertanian khususnya penerapan sistem agroforestri karena statusnya berupa kawasan hutan dan

Tabel 2. Luas lahan terdegradasi di Kabupaten Berau, Paser, dan Kutai Timur, Provinsi Kalimantan Timur pada tahun 2015, dibagi menurut peruntukkan kawasan dan sebaran lahan gambut

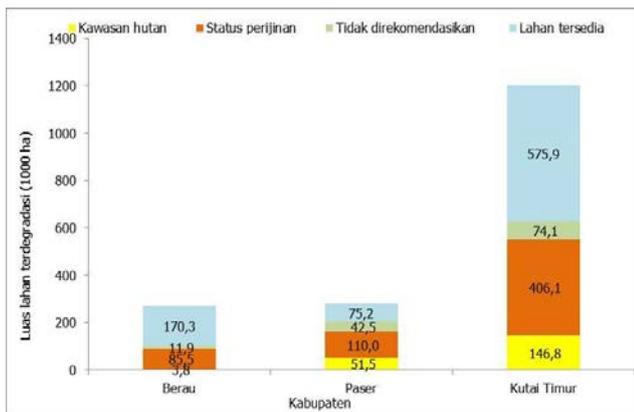
Table 2. Degraded land areas at Berau, Paser, and Kutai Timur Districts, East Kalimantan Province in 2015, disaggregated into land allocation and peatland distribution

Tutupan lahan terdegradasi	Status lahan/kawasan				Jumlah total	
	Budidaya (APL)	Hutan produksi	Gambut	Lindung/konservasi	ha	%
	..... ha .....				ha	%
<i>Kabupaten Berau</i>						
Semak belukar	79.568	143.481	1.377	3.762	228.188	84,02
Semak belukar rawa	5.895	7.096	913		13.904	5,12
Lahan terbuka	11.673	6.684	232	55	18.644	6,86
Pertambangan	8.073	2.784			10.857	4,00
Luas total	105.209	160.045	2.522	3.817	271.593	100,00
<i>Kabupaten Paser</i>						
Semak belukar	100.825	58.082		13.825	172.732	61,87
Semak belukar rawa	33.947	305		34.142	68.394	24,50
Lahan terbuka	17.186	8.674		3.390	29.250	10,48
Pertambangan	3.714	4.952		132	8.798	3,15
Luas total	155.672	72.013		51.489	279.174	100,00
<i>Kabupaten Kutai Timur</i>						
Semak belukar	239.939	652.222		93.889	986.050	81,97
Semak belukar rawa	65.375	27.175		50.161	142.711	11,86
Lahan terbuka	28.556	13.525		982	43.063	3,58
Pertambangan	22.251	7.096		1.754	31.101	2,59
Luas total	356.121	700.018		146.786	1.202.925	100,00

Sumber: Diolah dari Peta tutupan lahan (KLHK 2015). Peta Peruntukkan Kawasan (KLHK 2013).

lahan berijin konsesi (untuk perkebunan dan pertambangan) dan badan air. Pada kawasan budidaya pun sebagian lahan sudah berijin sehingga potensi pemanfaatan untuk pertanian semakin terbatas (Gambar 1).

Pada Gambar 1 diperlihatkan bahwa luas lahan terdegradasi yang tersedia untuk dimanfaatkan hanya sekitar 0,17 juta ha, 0,075 juta ha dan 0,56 juta ha atau sekitar 62,72, 26,93, dan 47,87% dari luas lahan terdegradasi berturut-turut untuk Kabupaten Berau, Paser, dan Kutai Timur. Sebagian besar lahan lainnya sudah diberikan ijin konsesi ke berbagai pihak sehingga tidak



Gambar 1. Indikasi lahan tersedia untuk pengembangan agroforestri di Kabupaten Berau, Paser, dan Kutai Timur, Provinsi Kalimantan Timur

Figure 1. Indicative available land for agroforestry development at Berau, Paser, and Kutai Timur Districts, East Kalimantan Province

fleksibel penggunaannya. Sebagian lahan lainnya berstatus kawasan hutan dan sisanya adalah lahan yang tidak sesuai. Dengan demikian lahan yang “tersedia” adalah sekitar 170.300 ha di Kabupaten Berau, 75.200 ha di Kabupaten Paser, dan 576.900 ha di Kabupaten Kutai Timur.

### Karakteristik Lahan Terdegradasi Berdasarkan Agroekosistem

Lahan terdegradasi di Kabupaten Berau didominasi jenis tanah tanah Typic Hapludults dan Typic Kandiodults (Tabel 3). Tanah-tanah tersebut tergolong tanah telah mengalami pelapukan lanjut. yang terletak pada wilayah iklim basah dengan curah hujan  $>2.000 \text{ mm th}^{-1}$ . Pada umumnya lahan tersebut terkonsentrasi pada lahan kering seluas 149,105 ribu ha (87,53%) dengan pembatas utama adalah kemiringan lahan dan kemasaman tanah. Tekstur tanah tergolong halus, tetapi masih mempunyai drainase yang baik sehingga tidak menghambat laju pergerakan air tanah. Selain tingkat kemasaman tanah yang relatif tinggi, nilai kapasitas tukar kation (KTK) tergolong rendah yang menunjukkan kemampuan meretensi hara rendah. Lahan dengan karakteristik demikian mempunyai daya dukung terhadap pertumbuhan tanaman relatif rendah sehingga pemanfaatannya perlu dilakukan dengan hati-hati agar tidak semakin kritis.

Selain lahan kering, sebagian lahan terdegradasi (12,46%) di Kabupaten Berau berupa lahan basah (lahan sawah, rawa, dan pasang surut) yang terletak pada areal yang datar (1-3%). Jenis tanah didominasi oleh Gleisol distrik dan Aluvial sulfidik (lahan pasang surut). Pembatas

Tabel 3. Agroekosistem, jenis tanah, lereng, karakteristik, dan luas lahan terdegradasi di Kabupaten Berau, Provinsi Kalimantan Timur

Table 3. Agroecosystem, soil type, slopes, characteristics, and area of degraded land at Berau District, East Kalimantan Province

No.	Agroekosistem	Jenis tanah	Lereng	Karakteristik tanah	Luas	
					ha	%
1.	Lahan basah	Typic Endoaquepts	1-3	Tekstur agak halus, agak masam-masam, KTK rendah, drainase terhambat	10.450	6,13
2.	Lahan pasang surut	Typic Sulfaquents	1-3	Tekstur halus, masam, KTK sedang, drainase sangat terhambat	8.812	5,17
3.	Lahan rawa	Typic Endoaquepts	1	Tekstur agak halus, agak masam, KTK rendah, drainase agak terhambat	1.976	1,16
4.	Lahan kering	Typic Hapludults, Typic Hapludalfs, Typic Kandiodults	1-15	Tekstur halus, masam-neutral, KTK rendah-sedang, drainase baik	83.633	49,10
5.	Lahan kering	Typic Hapludults, Typic Hapludalfs, Typic Kandiodults	15-30	Tekstur halus, masam, KTK rendah-sedang, drainase baik	54.972	32,27
6.	Lahan kering	Typic Eutrudepts, Typic Hapludults, Typic Dystrudepts	30-45	Tekstur halus. masam. KTK rendah-sedang, drainase baik	10.500	6,16
T o t a l					170.343	100,00

Sumber: Subardja *et al.* (2016a), data diolah

utama pada lahan basah ini adalah drainase terhambat dan KTK yang rendah, sedangkan kemasaman tanah bervariasi antara agak masam sampai masam (lahan sawah dan lahan rawa) hingga netral (lahan pasang surut). Faktor-faktor pembatas tersebut akan berimplikasi pada terbatasnya jenis tanaman yang sesuai yang bisa dikembangkan di areal tersebut. Meskipun luasnya terbatas, lahan basah tersebut berpotensi untuk mendukung pengembangan model agroforestri dengan dominansi tanaman semusim karena pada umumnya lahan sesuai untuk tanaman semusim. Beberapa tanaman tahunan yang toleran dengan drainase buruk juga dapat dikembangkan di areal tersebut.

Lahan kering terdegradasi di Kabupaten Paser seluas 75.200 ha didominasi jenis tanah Typic Hapludults di lahan kering sekitar 88,9% (Tabel 4). Luas lahan basah berupa sawah, rawa dan pasang surut hanya sekitar 11,1%. Potensi pemanfaatan lebih difokuskan pada lahan kering. Pada umumnya tanah bertekstur halus, berreaksi masam, dengan KTK rendah sampai sedang dan drainase baik. Pembatas utama produksi adalah kemiringan lahan (5-30%), tingkat kemasaman tanah, dan KTK tanah yang rendah. Namun demikian, drainase tanah tergolong baik sehingga pergerakan air tidak terhambat.

Karakteristik lahan terdegradasi di Kabupaten Paser relatif hampir sama dengan kondisi di Kabupaten Berau sehingga pilihan tanaman yang sesuai untuk dikembangkan tidak jauh berbeda. Faktor kemiringan tanah menentukan proporsi tanaman tahunan dan jenis tanaman yang dapat dikembangkan.

Lahan kering terdegradasi di Kabupaten Kutai Timur seluas 576,98 ribu ha dan didominasi (83%) lahan kering dengan jenis tanah Typic Hapludults dan Typic Hapludalfs (Tabel 5). Luas lahan basah berupa sawah hanya sekitar

3,5% dan berupa rawa dan pasang surut hanya sekitar 2,2%. Seperti halnya di Kabupaten Berau dan Paser, potensi pemanfaatan terfokus pada lahan kering. Pada umumnya tanah bertekstur agak halus sampai halus, masam hingga sangat masam, dengan KTK tanah yang bervariasi dari rendah sampai tinggi serta memiliki drainase tanah yang tergolong baik.

Berdasarkan karakteristik tanah yang tertera pada Tabel 5, maka kesesuaian lahan untuk tanaman pangan akan sangat ditentukan oleh kemiringan lahan dan kemasaman tanah. Selain proporsi, jenis komoditas yang dapat dikembangkan pada berbagai kemiringan akan sedikit berbeda. Tanaman pangan akan mudah dikembangkan pada lahan basah, rawa, dan pasang surut serta lahan kering dengan kemiringan lahan <15%.

**Pilihan Komoditas untuk Sistem Agroforestri di Lahan Terdegradasi**

Pilihan komoditas yang akan dikembangkan pada lahan-lahan terdegradasi mengacu pada komoditas unggulan kabupaten, komoditas rekomendasi berdasarkan kesesuaian lahan dan preferensi petani. Pilihan komoditas meliputi tanaman semusim, tanaman buah-buahan, tanaman perkebunan dan tanaman kehutanan. Keberadaan tanaman tahunan berupa pohon-pohonan termasuk tanaman kayu/tanaman kehutanan sangat penting karena di samping bernilai ekonomis tinggi, juga paling baik untuk stabilitas tanah, dimana akar pohon-pohonan yang dalam dapat memperkuat lereng, terutama untuk mencegah longsor dangkal (Hardiyatmo 2006). Selain itu, tanaman pohon juga berperan dalam meningkatkan kandungan bahan organik, fiksasi N, siklus hara, dan pembentukan

Tabel 4. Agroekosistem, jenis tanah, lereng, karakteristik, dan luas lahan terdegradasi di Kabupaten Paser, Provinsi Kalimantan Timur

Table 4. Agroecosystem, soil type, slopes, characteristics, and area of degraded land at Paser District, East Kalimantan Province

No.	Agroekosistem	Jenis tanah	Lereng	Karakteristik tanah	Luas	
					ha	%
			%			
1.	Lahan basah	Typic Endoaquepts	3	Tekstur halus, masam, KTK rendah, drainase agak terhambat	4.998	6,22
2.	Lahan rawa	Typic Fluvaquepts	1	Tekstur sedang, masam, KTK tinggi, drainase sangat terhambat	776	1,03
3.	Lahan pasang surut	Typic Sulfaquepts	1	Tekstur sedang, masam, KTK tinggi, drainase sangat terhambat	3.250	3,82
4.	Lahan kering	Typic Hapludults	5-15	Tekstur halus, masam, KTK rendah-sedang, drainase baik	27.123	36,07
5.	Lahan kering	Typic Hapludults	20	Tekstur halus, masam, KTK rendah, drainase baik	28.052	38,00
6.	Lahan kering	Typic Hapludults Typic Hapludox	30	Tekstur halus, masam, KTK rendah, drainase baik	10.984	14,86
T o t a l					75.183	100,00

Sumber: Subardja *et al.* (2016b), data diolah

Tabel 5. Agroekosistem, jenis tanah, lereng, karakteristik, dan luas lahan terdegradasi di Kabupaten Kutai Timur, Kalimantan Timur

Table 5. Agroecosystem, soil type, slopes, characteristics, and area of degraded land at Kutai Timur District, East Kalimantan Province

No.	Agroekosistem	Jenis tanah	Lereng	Karakteristik tanah	Luas	
					ha	%
1.	Lahan basah	Typic Endoaquepts	1-2	Tekstur halus, masam, KTK rendah-sangat tinggi, drainase terhambat	20.161	3,50
2.	Lahan pasang surut	Typic Sulfaquepts, Sulfic Endoaquepts	1	Tekstur sedang, Sangat masam, KTK tinggi, drainase terhambat	4.558	0,79
3.	Lahan rawa	Typic Endoaquepts	1-2	Tekstur halus, Masam, KTK rendah-sedang, drainase terhambat	8.418	1,46
4.	Lahan kering	Typic Hapludults	1-12	Tekstur agak halus-halus, Sangat masam-agak alkalis, KTK rendah-tinggi, drainase baik	308.813	53,61
5.	Lahan kering	Typic Hapludalfs	20	Tekstur agak halus-halus. Sangat masam-netral. KTK rendah-sedang. drainase baik	58.577	10,17
6.	Lahan kering	Typic Hapludults, Typic Hapludalfs	32-35	Tekstur halus, Sangat masam-alkalis, KTK sangat rendah-sangat tinggi, drainase baik	108.401	18,82
7.	Lahan kering	Typic Dystrudepts	50	Tekstur agak halus, Sangat masam, KTK sangat rendah, drainase baik	67.057	11,64
T o t a l					575.985	100,00

Sumber: Suryani *et al.* (2016)

lapisan humus, mengontrol erosi, dan stabilitas tanah melalui akar tanaman (Matocha *et al.* 2012, Avatanga *et al.* 2014).

Pada umumnya, pilihan komoditas yang sesuai menurut kesesuaian lahan lebih banyak dibandingkan komoditas yang diinginkan petani. Kadang-kadang ada ketidak-sesuaian antara pilihan petani dengan kesesuaian lahan. Pertimbangan kemudahan pemasaran, tingkat harga jual dan kemudahan pemeliharaan menjadi penentu preferensi petani. Petani juga berkeyakinan bahwa pilihan mereka sesuai untuk lingkungan setempat.

Pada Tabel 6 dapat dilihat komoditas unggulan, preferensi petani dan komoditas yang direkomendasikan berdasarkan kesesuaian lahan di tiga kabupaten di Provinsi Kalimantan Timur, meliputi tanaman semusim, tanaman buah-buahan dan tanaman perkebunan. Di Kabupaten Berau komoditas yang sesuai dengan kondisi lahan pada umumnya juga diminati petani. Tanaman semusim yang memenuhi kriteria tersebut adalah padi sawah, ubikayu dan cabe merah, sedangkan komoditas buah-buahan adalah durian, rambutan dan pisang. Komoditas perkebunan yang dapat dikembangkan berdasarkan kesesuaian lahan dan preferensi petani adalah lada, karet dan kelapa sawit. Komoditas kehutanan pilihan petani adalah gaharu, mahoni, sengan dan akasia. Petani menyukai tanaman sengan karena pertumbuhannya cepat, mudah dibudidayakan dan kayunya diterima di industri panel dan kayu pertukangan (Krisnawati *et al.* 2011). Namun demikian, sengan tergolong komoditas yang tidak direkomendasikan

karena tidak sesuai dengan karakteristik lahan terdegradasi di Berau. Ditinjau dari kesesuaian lahan, *leucaena* (lamtoro) merupakan salah satu komoditas yang direkomendasikan baik sebagai tanaman kayu maupun sebagai sumber pakan ternak.

Di Kabupaten Paser, pada umumnya komoditas yang sesuai dengan karakteristik lahan juga diminati petani. Beberapa komoditas yang direkomendasikan namun tidak dipilih petani dapat dijadikan komoditas alternatif seperti kedelai, tomat, kakao, lada, gaharu, dan gelam. Beberapa komoditas unggulan tidak sesuai dikembangkan di lahan terdegradasi di Kabupaten Paser seperti aren, kopi dan cengkeh. Komoditas yang prospektif dikembangkan dalam sistem agroforestri di Kabupaten Paser adalah padi, jagung, kedelai, ubijalar, ubikayu, rambutan, nenas, durian, pisang, kakao, kelapa sawit, karet, kelapa, mahoni, sengan, akasia, dan *leucaena* (Tabel 6).

Beberapa komoditas tanaman semusim yang tergolong sesuai dengan karakteristik lahan terdegradasi di Kutai Timur juga merupakan unggulan daerah seperti padi, jagung, kedelai dan kacang tanah. Jeruk dan pisang kapok merupakan komoditas buah-buahan unggulan Kabupaten Kutai Timur yang bisa dikembangkan di lahan-lahan terdegradasi selain rambutan dan duku. Tanaman tahunan lainnya yang sesuai adalah kakao, kelapa, lada, kelapa sawit, tebu, dan karet, sedangkan gelam, akasia, mahoni, sengan adalah komoditas kehutanan yang dapat dikembangkan pada sistem agroforestri di lahan-lahan terdegradasi.

Tabel 6. Komoditas unggulan, preferensi petani, dan rekomendasi berdasarkan kesesuaian lahan di Kabupaten Berau, Paser dan Kutai Timur, Provinsi Kalimantan Timur

Table 6. *Preeminent commodities, farmer preferences, and recommendation based on land suitability at Berau, Paser and Kutai Timur Districts, East Kalimantan Province*

Komoditas	Berau			Paser			Kutai Timur	
	Unggulan Kabupaten <sup>1</sup>	Petani <sup>2</sup>	Rekomendasi <sup>3</sup>	Unggulan Kabupaten <sup>1</sup>	Petani <sup>2</sup>	Rekomendasi <sup>3</sup>	Unggulan Kabupaten <sup>1</sup>	Rekomendasi <sup>3</sup>
Tanaman semusim	Jagung	Padi sawah (45%) Jagung (20%) Ubikayu (20%) cabe merah (35%)	Padi, kedelai, ubikayu, cabe merah,	Jagung, kedelai, ubikayu, ubijalar	Padi tadah hujan (62,5%) Padi gogo (62,5%) Jagung (62,5%) Ubikayu (62,5%) Ubijalar (62,5%)	Padi, jagung, kedelai, ubijalar, ubikayu, tomat	Padi, kedelai, kacang hijau, kacang tanah, ubikayu, ubijalar	Padi jagung, kedelai, kacang tanah, ubikayu, ubijalar
Buah-buahan		Durian (45%) Rambutan (35%) Pisang (35%) Duku (25%)	Rambutan, pisang, alpukat, durian,	Nenas, durian	Rambutan (62,5%) Durian (50%) Pisang (50%) Nenas (50%)	Rambutan, nenas, durian, pisang	Jeruk, pisang kepok	Jeruk, pisang kapok, rambutan, duku
Perkebunan	Kelapa sawit, lada, kakao, karet, kelapa	Lada (100%) Karet (50%) Kelapa sawit (35%)	Karet, kelapa sawit, lada,	Kakao, aren, karet, kelapa, kelapa sawit, kopi, lada, cengkeh	Kelapa sawit (75%) Karet (62,5%) Kalapa (40%)	Kakao, kelapa sawit, lada, karet, kelapa	Lada, Karet, kelapa, kelapa sawit, kakao, kopi, kemiri, panili, aren	Kakao, kelapa, lada, kelapa sawit, tebu, karet
Kehutanan		Gaharu (100%) Sengon (20%) Mahoni (20%) Akasia (20%)	<i>Leucaena</i> , gelam, gaharu, mahoni		Mahoni (50%) <i>Leucaena</i> (37,5%) Sengon (25%) Akasia (25%)	Mahoni, sengon, gelam, akasia, <i>leucaena</i> , gaharu		Gelam, akasia, mahoni, sengon

Keterangan: 1 Website Kabupaten Berau, Paser, dan Kutai Timur

2 Data primer (2017), angka dalam kurung menunjukkan persentase petani yang memilih

3 Gabungan dari unggulan kabupaten, preferensi petani, dan hasil evaluasi lahan (Husen *et al.* 2016a, 2016b, 2016c)

Pada umumnya preferensi petani lebih bias terhadap keuntungan ekonomi (pendapatan) dan secara psikologi untuk menjaga ketersediaan pangan pokok, namun kurang memperhatikan aspek ekologi. Tanaman yang bisa dikomersialkan dalam waktu singkat lebih diminati petani karena lebih cepat berkontribusi terhadap pendapatan (Diniyati *et al.* 2013). Pola agroforestri dapat dianggap berhasil apabila mampu meningkatkan produktivitas, berkesinambungan dan mudah diterapkan petani sehingga dapat dikembangkan pada skala yang luas.

### Pilihan Model Agroforestri Berdasarkan Agroekosistem

Mengacu pada pilihan komoditas sesuai karakteristik lahan terdegradasi yang tertera pada Tabel 3, 4, dan 5 serta komoditas pilihan pada Tabel 6, maka dapat direkomendasikan suatu model agroforestri di lahan-lahan terdegradasi di Kabupaten Berau, Paser, dan Kutai Timur. Pada prinsipnya model agroforestri yang direkomendasikan merupakan model agrosilvikultura yang mengakomodir tanaman pertanian (tanaman semusim, buah-buahan, dan perkebunan), dan tanaman kehutanan. Nair dan Garrity (2012) mengemukakan bahwa ke depan sistem agroforestri perlu memperhatikan: 1) pemilihan komponen tanaman

yang berfungsi penghasil pangan, buah-buahan, pakan, tanaman sumber pupuk, tanaman obat dan penghasil produk spesifik; 2) sistem pengelolaan yang mampu mencegah erosi, merehabilitasi lahan terdegradasi (amelioran), meningkatkan sequestrasi karbon, dan mengkonservasi keanekaragaman hayati.

Pada sistem agroforestri, tidak dapat dihindari terjadinya kompetisi dalam memperoleh cahaya, air, dan hara di mana kompetisi antar jenis tanaman lebih tinggi dibandingkan kompetisi di dalam jenis (Neir 1993, Atangana *et al.* 2014). Kompetisi di dalam jenis dan antar jenis pada penanaman campuran lebih kompleks dan efeknya dapat saling menggantikan, menurunkan atau meningkatkan pertumbuhan tanaman (Forrester *et al.* 2006). Masebo dan Menamo (2016) mengemukakan bahwa berbagai dampak agroforestri dalam merehabilitasi lahan terdegradasi, khususnya untuk upaya konservasi air, juga berfungsi meningkatkan kesuburan tanah dan mereduksi *runoff*. Upaya optimalisasi lahan dan keamanan ekologi menjadi dua faktor utama yang dipertimbangkan dalam merehabilitasi lahan-lahan terdegradasi. Proporsi tanaman dan jarak tanam mengacu pada kemiringan lahan, agar sesuai dengan kemampuan lahan dalam mendukung produktivitas tanaman.

Model agroforestri di tingkat kabupaten disusun lebih spesifik agar dapat dijadikan sebagai bahan penerapan agroforestri dengan pilihan tanaman yang tepat dan aman bagi lingkungan. Pilihan tanaman cukup bervariasi dengan harapan pilihan akhir ada pada petani pemilik lahan dan program pemerintah dalam pengembangan komoditas unggulan. Model agroforestri untuk masing-masing kabupaten dapat dilihat pada Tabel 7, 8, dan 9. Jenis komoditas yang secara teknis sesuai untuk masing-masing agroekosistem dalam pengaturan komposisi tanaman ditentukan kemiringan lahan (P3HTA 1987).

Secara umum, terdapat 6-7 agroekosistem untuk pengembangan model agroforestri di masing-masing kabupaten. Perbedaan signifikan terlihat pada dua agroekosistem yaitu lahan basah termasuk rawa dan pasang surut dengan lahan kering, khususnya dalam proporsi tanaman. Pada lahan kering dengan kemiringan tanah yang curam, maka pilihan komoditas menjadi lebih terbatas. Kombinasi berbagai tanaman yang secara teknis sesuai akan dapat menghasilkan keuntungan dengan lebih cepat dan lebih besar. Pengaturan tanaman yang tepat seperti jarak antar tanaman tahunan, jarak dalam baris, lebar guludan, penanaman *cover crop*, penguat teras, dan lain-lain yang melengkapi penerapan model agroforestri di lahan terdegradasi akan menjadikan model agroforestri sebagai sistem yang sangat baik dalam mencegah erosi tanah dan meningkatkan serapan karbon.

Sekitar 11,64% lahan terdegradasi di Kabupaten Kutai Timur memiliki kemiringan lahan >50% sehingga tidak direkomendasikan untuk areal budidaya. Model agroforestri lebih diarahkan untuk vegetasi permanen. Penanaman vegetasi permanen yang tidak dipanen secara periodik dianggap kurang menguntungkan secara finansial oleh petani pemilik lahan jika lahan tersebut berstatus sebagai hak milik petani. Untuk itu penanaman tanaman bukan penghasil kayu diharapkan akan menjadi solusi yang paling menguntungkan ditinjau dari aspek ekonomi dan lingkungan.

Pada Tabel 7, 8, dan 9 dapat dilihat bahwa terdapat berbagai pilihan komoditas tanaman untuk model agroforestri yang dapat diterapkan di ketiga kabupaten di Provinsi Kalimantan Timur. Tanaman yang saat ini mulai berkembang dan sangat prospektif adalah lada yang mulai menggeser perkembangan tanaman kelapa sawit, khususnya di Kabupaten Berau. Lada juga termasuk tanaman yang sesuai secara teknis untuk ditanam di lahan kering terdegradasi. Selain itu, gaharu merupakan tanaman kehutanan yang mulai diminati petani dan mulai dibudidayakan oleh sebagian petani. Kedua tanaman tersebut memiliki pasar yang cukup baik dengan nilai jual yang cukup tinggi. Tanaman kelapa sawit masih mendominasi lahan petani karena dianggap menguntungkan dan tidak membutuhkan tenaga kerja yang banyak. Keterbatasan tenaga kerja memang merupakan problem petani dalam mengelola lahan yang cukup luas.

Tabel 7. Model agroforestri pada lahan terdegradasi di Kabupaten Berau, Provinsi Kalimantan Timur

Table 7. Agroforestry models for degraded land at Berau District, East Kalimantan Province

Model	Agroeko-sistem	Lereng	Alternatif komoditas/tanaman	Proporsi tanaman semusim: tahunan	Jarak tanam tanaman tahunan	Keterangan
1	Lahan basah	% 1-3	Padi sawah, ubikayu, cabe merah, rambutan, pisang, <i>leucaena</i> , gelam	75:25	20 x 5 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jarak antar baris tanaman tahunan ≤ 20 m.</li> <li>Jarak dalam baris 5 m</li> <li>atau ditanam di guludan (lebar guludan 2 m)</li> </ul>
2	Lahan pasang surut	1-3	Padi pasang surut, kedelai, cabe merah, alpukat, durian, pisang, rambutan, karet kelapa sawit, lada, <i>leucaena</i> , gelam	75:25	20 x 5 sistem surjan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jarak antar baris tanaman tahunan ≤ 20 m.</li> <li>Jarak dalam baris 5 m</li> <li>atau ditanam di pematang (lebar 2 m)</li> </ul>
3	Lahan rawa	1	Padi rawa, kedelai, cabe merah, alpukat, durian, pisang, rambutan, karet kelapa sawit, lada, <i>leucaena</i> , gelam	75:25	20 x 5 sistem surjan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jarak antar baris tanaman tahunan ≤ 20 m.</li> <li>Jarak dalam baris 5 m</li> <li>atau ditanam di pematang (lebar 2 m)</li> </ul>
4	Lahan kering	1-15	Padi tadah hujan, jagung, ubikayu, cabe merah, durian, rambutan, pisang, lada, karet, kelapa sawit, kakao, gaharu, mahoni	75:25	20 x 5	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jarak antar baris tanaman tahunan ≤ 20 m.</li> <li>Jarak dalam baris 5 m</li> <li>Tanaman <i>legume</i>/rumput sebagai <i>cover crop</i> di antara tegakan tanaman tahunan</li> </ul>
5	Lahan kering	15-30	Jagung, durian, alpukat, pisang, lada, karet, kakao, kelapa sawit, gaharu, mahoni	50:50	7 x 10 searah kontur	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tanaman semusim ditanam searah kontur</li> <li>Tanaman <i>legume</i>/rumput sebagai <i>cover crop</i> di antara tegakan</li> </ul>
6	Lahan kering	30-45	Alpukat, karet, <i>leucaena</i> , mahoni	25:75	7 x 7 serarah kontur	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tanaman semusim ditanam searah kontur</li> <li>Tanaman <i>legume</i>/rumput sebagai <i>cover crop</i> di antara tegakan</li> </ul>

Tabel 8. Model agroforestri pada lahan terdegradasi Kabupaten Paser, Kalimantan Timur

Table 8. Agroforestry models for degraded land at Paser District, East Kalimantan Province

Model	Agro-ekosistem	Le-reng	Komoditas/tanaman	Proporsi tanaman semusim: tahunan	Jarak tanam tanaman tahunan	Keterangan
		%			m	
1.	Lahan basah	3	Padi sawah, jagung, kedelai, ubikayu, rambutan, nenas, durian, pisang, kakao, kelapa sawit, lada, karet, mahoni, sengon, gelam, gaharu	75:25	20 x 5	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jarak antar baris tanaman tahunan <math>\leq</math> 20 m</li> <li>Jarak dalam baris 5 m</li> <li>atau ditanam di pematang (lebar guludan 2 m)</li> </ul>
2.	Lahan basah	1	Padi sawah, tomat, karet, lada, kelapa, karet, mahoni, sengon, gelam	75:25	20 x 5	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jarak antar baris tanaman tahunan <math>\leq</math> 20 m</li> <li>Jarak dalam baris 5 m</li> </ul>
3.	Lahan pasang surut	1	Padi pasang surut, tomat, akasia, gelam, gaharu	75:25	20 x 5	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jarak antar baris tanaman tahunan <math>\leq</math> 20 m</li> <li>Jarak dalam baris 5 m</li> <li>Arah timur-barat</li> <li>Tanaman <i>legume</i>/rumput sebagai <i>cover crop</i> di antara tegakan</li> </ul>
4.	Lahan kering	5-15	Padi tadah hujan, padi gogo, jagung, kedelai, ubikayu, ubijalar, durian nenas, pisang, kakao, kelapa sawit, kelapa, lada, karet, gaharu	75:25	20 x 5	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jarak antar baris tanaman tahunan <math>\leq</math> 20 m</li> <li>Jarak dalam baris 5 m</li> <li>Arah timur-barat</li> <li>Tanaman <i>legume</i>/rumput sebagai <i>cover crop</i> di antara tegakan</li> </ul>
5.	Lahan kering	20	Jagung, ubikayu, durian, nenas, pisang, rambutan, kakao, kelapa sawit, kelapa, lada, karet, <i>leucaena</i> , mahoni, sengon, gaharu	50:50	7 x 10 searah kontur	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tanaman semusim ditanam searah kontur</li> <li>Tanaman <i>legume</i>/rumput sebagai <i>cover crop</i> di antara tegakan</li> </ul>
6.	Lahan kering	30	Pisang, kakao, <i>leucaena</i> , mahoni, sengon, gaharu	50:50	7 x 10 searah kontur	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tanaman semusim ditanam searah kontur</li> <li>Tanaman <i>legume</i>/rumput sebagai <i>cover crop</i> di antara tegakan</li> </ul>

Tabel 9. Pilihan jenis tanaman untuk berbagai model agroforestri pada lahan terdegradasi Kabupaten Kutai Timur, Kalimantan Timur

Table 9. Crop options for Agroforestry models on degraded land at Kutai Timur District, East Kalimantan Province

Model	Agro-ekosistem	Le-reng	Komoditas/tanaman	Proporsi tanaman semusim: tahunan	Jarak tanam tanaman tahunan	Keterangan
		%			m	
1	Lahan basah	1-2	Padi sawah, jagung, kedelai, kacang tanah, ubikayu, ubijalar, jeruk, pisang kapok, rambutan, duku, kakao, kelapa, lada, gelam, akasia	75:25	20 x 5	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jarak antar baris tanaman tahunan <math>\leq</math> 20 m</li> <li>Jarak dalam baris 5 m</li> <li>atau ditanam di pematang (lebar 2 m)</li> </ul>
2	Lahan pasang surut	1	Padi pasang surut, kedelai, jagung, ubikayu, ubijalar, jeruk, pisang kapok, rambutan, duku, kakao, kelapa, lada, gelam, akasia	75:25	20 x 5	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jarak antar baris tanaman tahunan <math>\leq</math> 20 m</li> <li>Jarak dalam baris 5 m</li> </ul>
3	Lahan rawa	1-2	Padi rawa jagung, kedelai, ubikayu, ubijalar, jeruk, pisang kapok, rambutan, duku, kakao, kelapa, lada, gelam, akasia	75:25	20 x 5	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jarak antar baris tanaman tahunan <math>\leq</math> 20 m</li> <li>Jarak dalam baris 5 m</li> <li>Arah timur-barat</li> <li>Tanaman <i>legume</i>/rumput sebagai <i>cover crop</i> di antara tegakan</li> </ul>
4	Lahan kering	1-12	Padi gogo, padi tadah hujan, jagung, kedelai, ubikayu, ubijalar, jeruk, pisang kapok, rambutan, duku, kakao, kelapa sawit, tebu, karet, kelapa, lada, mahoni, sengon	75:25	20 x 5	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jarak antar baris tanaman tahunan <math>\leq</math> 20 m</li> <li>Jarak dalam baris 5 m</li> <li>Arah timur-barat</li> <li>Tanaman <i>legume</i>/rumput sebagai <i>cover crop</i> di antara tegakan</li> </ul>
5	Lahan kering	20	Padi gogo, padi tadah hujan, jagung, kedelai, ubikayu, ubijalar, jeruk, pisang kapok, rambutan, duku, kakao, kelapa sawit, karet, kelapa, lada, mahoni, sengon	50:50	7 x 10 searah kontur	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tanaman semusim ditanam searah kontur</li> <li>Tanaman <i>legume</i>/rumput sebagai <i>cover crop</i> di antara tegakan</li> </ul>
6	Lahan kering	32-35	Jeruk, pisang kapok, rambutan, duku, kakao, kelapa sawit, mahoni, sengon	25:75	7 x 7 serarah kontur	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tanaman semusim ditanam searah kontur</li> <li>Tanaman <i>legume</i>/rumput sebagai <i>cover crop</i> di antara tegakan</li> </ul>
7	Lahan kering	50	Akasia, mahoni	0:100	7 x 7 serarah kontur	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tanaman tahunan sebagai tanaman permanen berfungsi sebagai vegetasi alami</li> </ul>

Tabel 10. Komposisi tanaman pada model agroforestri berbasis gaharu dan lada di Provinsi Kalimantan Timur

Table 10. Crop composition of agarwood and pepper-based agroforestry model in East Kalimantan Province

Kemiringan lahan	Tanaman kehutanan	Tanaman perkebunan	Tanaman semusim/pangan	Tanaman pakan	Keterangan
%					
0-15	Gaharu 10 x 5 m 200 pohon	Lada 10 x 5 m 200 pohon	Jagung/padi gogo (<4 th) 25 x 75 cm 20 x 20 cm	Gamal/lamtoro (lanjaran) 10 x 5 m	Tanaman pangan sebagai tanaman sela sampai umur gaharu/lada <4 th.
15-30	Gaharu 10 x 5 m 200 pohon	Lada 10 x 2,5 m 400 pohon	Jagung 25 x 75 cm	Gamal/lamtoro (lanjaran)	Penanaman gamal/lamtoro untuk lanjaran hidup, jika menggunakan lanjaran mati tidak perlu ditanam.
30-45	Gaharu 10 x 2,5 m 400 pohon	Lada 10 x 2,5 m 400 pohon	-	Gamal/lamtoro (lanjaran) <i>Arachis pintoi</i>	<i>Arachis pintoi</i> atau tanaman penutup tanah lainnya ditanam sebagai tanaman sela.
>45	Gaharu, mahoni, sengon				Vegetasi alami

Pada Tabel 10 diperlihatkan model agroforestri yang direkomendasikan untuk dikembangkan yaitu berupa model agroforestri berbasis tanaman gaharu dan lada untuk berbagai tingkat kemiringan tanah. Lada telah banyak diusahakan secara monokultur dan merupakan tanaman yang menguntungkan selain kelapa sawit. Budidaya gaharu mulai berkembang di Kalimantan karena ketersediaan gaharu alami mulai menurun sedangkan permintaan terus meningkat (Siran 2011). Tanaman gaharu yang berkembang di wilayah Kalimantan adalah dari jenis *Aquilaria malaccensis* baik yang alami maupun yang dibudidayakan (Tujaman dan Hidayat 2017). Gaharu dapat dibudidayakan dalam sistem pertanian campuran seperti dengan tanaman buah-buahan (Purnomo *et al.* 2011), kelapa sawit (Suhartati *et al.* 2011), dan tanaman semusim (Surata dan Soenarno 2011). Kendala dalam pengembangan budidaya gaharu adalah ketersediaan inokulan, teknik inokulasi, dan tingkat keberhasilan inokulasi (Tujaman dan Hidayat 2017).

Mengingat lada dan gaharu sesuai untuk agroekosistem lahan kering dengan karakteristik lahan yang tersebar di tiga kabupaten, maka disusun sistem agrosilvicultura pada berbagai kemiringan tanah. Tanaman pangan sebagai tanaman sela ditanam pada saat umur gaharu dan lada kurang dari empat tahun pada kemiringan lahan <30% dengan proporsi sesuai dengan kemiringan lahan. Penanaman gamal atau lamtoro sangat dianjurkan untuk lanjaran hidup tanaman lada sekaligus untuk pakan ternak atau pupuk hijau. Pada lahan dengan kemiringan >30% penanaman *Arachis pintoi* atau tanaman konservasi lainnya sangat dianjurkan sebagai tanaman penutup tanah.

### Kelayakan Ekonomi Agroforestri

Gambaran kelayakan usaha pengembangan sistem tumpangsari gaharu-lada di lahan kering terdegradasi

diperoleh dari hasil analisis finansial. Analisis finansial usaha yang melibatkan tanaman tahunan telah banyak dilakukan untuk menentukan kelayakan usaha dengan kriteria investasi NPV, BCR, dan IRR (Kusumedi dan Jariyah 2010, Yuniati 2011). Sebagai pembanding juga dilakukan analisis finansial untuk monokultur kelapa sawit dan lada sebagai representasi tanaman yang berkembang saat ini. Analisis dilakukan untuk luas lahan 1 ha dan menggunakan suku bunga bank sebesar 10%. Pendapatan dari tanaman sela berupa tanaman pangan tidak diperhitungkan. Dalam menganalisis tanaman gaharu, diasumsikan tanaman mulai diinfeksi umur lima tahun dan mulai dipanen umur tujuh tahun sampai umur 10 tahun. Pada umur tersebut tanaman berdiameter sekitar 15 cm (Suharti *et al.* 2011). Umur produktif gaharu budidaya belum diketahui hingga saat ini, sehingga untuk memudahkan analisis digunakan umur gaharu dengan panjang siklus 10 tahun. Dalam perhitungan ini diasumsikan keberhasilan inokulasi 90% (Suharti *et al.* 2011). Untuk pohon yang infeksiya tidak berhasil diasumsikan mempunyai nilai ekonomi nol. Hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11 memperlihatkan bahwa untuk menerapkan model agroforestri gaharu-lada membutuhkan investasi yang lebih besar terutama biaya inokulasi mikroorganisme untuk menginfeksi batang gaharu. Biaya untuk inokulasi tergolong mahal karena masih terbatasnya penyebaran inokulan. Biaya investasi per hektar sebesar Rp 32.603.131, jauh lebih tinggi dibandingkan investasi untuk kelapa sawit dan lada, namun biaya pemeliharaan gaharu jauh lebih rendah. Biaya investasi tumpangsari gaharu-lada tersebut, ditambah dengan biaya pemeliharaan dan pengelolaan sebesar Rp 2.964.995 ha<sup>-1</sup> tahun<sup>-1</sup>, akan menghasilkan NPV sebesar Rp 355.082.441 dengan IRR 49,3% dan B/C sebesar 8,54.

Tabel 11. Analisis finansial usahatani monokultur kelapa sawit, monokultur lada, dan agroforestri gaharu dan lada di Kalimantan Timur

Table 11. Financial analysis of monoculture palm oil, monoculture pepper, and agroforestry agarwood and pepper in East Kalimantan Province

Uraian	Kelapa sawit <sup>1</sup>	Lada <sup>1</sup>	Agroforestri <sup>2</sup> gaharu+lada
Jumlah pohon ha <sup>-1</sup>	125	950	Lada 400, gaharu 200
Biaya minimum	2.267.226	4.975.000	1.545.593
Biaya maximum	17.775.639	21.625.875	4.556.746
Biaya rata-rata	5.173.852	14.237.430	2.964.995
Keuntungan rata-rata	10.437.119	12.611.398	87.139.143
Investasi	8.644.836	13.681.481	32.603.131
Harga (Rp kg <sup>-1</sup> )	1.456	98.000	300.000 / 98.000
Hasil rata-rata (kg ha <sup>-1</sup> th <sup>-1</sup> )	13.224	750	400 / 275
NPV (Rp)	50.977.938	86.878.858	355.082.441
IRR (%)	25,6	47,4	49,3
B/C	1,94	1,75	8,54

Sumber: <sup>1</sup> data primer, <sup>2</sup> diolah dari data primer dan Mucharromah (2009)

Asumsi: Siklus umur sawit 25 tahun, siklus umur lada 15 tahun, dan siklus umur gaharu 10 tahun, suku bunga 10%, tingkat keberhasilan inokulai 90%

NPV: Net Present Value, IRR: Internal Rate of Return, B/C: BC ratio

Terlihat bahwa usahatani gaharu monokultur sangat menjanjikan keuntungan yang tinggi dengan nilai NPV > Rp 800.000.000, IRR 78-95, dan B/C rasio 4-6 (Suharti *et al.* 2011). Nilai NPV, IRR, B/C ratio yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan perusahaan monokultur kelapa sawit dan lada, yang menunjukkan bahwa penerapan model agroforestri berbasis tumpangsari gaharu-lada akan lebih menguntungkan bagi petani. Namun demikian, pendampingan aplikasi teknologi sangat diperlukan mengingat kedua tanaman merupakan tanaman yang relatif baru dikembangkan.

## Kesimpulan

Selama periode tahun 2000-2015, luas lahan terdegradasi di Kabupaten Berau, Paser, dan Kutai Timur mengalami peningkatan sekitar sekitar 0,21 juta ha dari 1,54 juta ha pada tahun 2000 menjadi 1,75 juta ha pada tahun 2015. Luas lahan terdegradasi yang tersedia untuk dimanfaatkan sebagai agroforestri hanya sekitar 0,17 juta ha (62,72% dari luas lahan terdegradasi), 0,075 juta ha (26,93%), dan 0,56 juta ha (47,87%) berturut-turut untuk Kabupaten Berau, Paser, dan Kutai Timur. Sebagian lahan lainnya merupakan kawasan hutan, ijin konsesi, dan tidak direkomendasikan karena tidak sesuai untuk agroforestri.

Lahan terdegradasi didominasi jenis tanah Typic Hapludults dan Typic Kandiudults Kabupaten Berau dan

Paser dan Typic Hapludults dan Typic Hapludults di Kabupaten Kutai Timur. Lahan tersebut pada umumnya (83- 89%) terdapat pada lahan kering. Faktor kemiringan tanah menentukan proporsi tanaman tahunan dan tanaman yang dapat dikembangkan agar kelestarian lingkungan terjaga.

Model agroforestri yang direkomendasikan untuk merehabilitasi lahan terdegradasi di Kabupaten Berau, Paser, dan Kutai Timur adalah model agrosilvikultura dengan jenis tanaman berbeda untuk masing-masing agroekosistem sedangkan proporsi tanaman dan jarak tanam diatur sesuai dengan kemiringan lahan, agar kemampuan lahan dalam mendukung produktivitas tanaman tetap terjamin. Salah satu model agroforestri yang prospektif adalah agroforestri berbasis gaharu-lada karena dinilai sangat menguntungkan. Tingkat keuntungan agroforestri gaharu dengan NPV sebesar Rp 355.082.441, B/C rasio sebesar 8,54, dan IRR sebesar 49,3, bahkan jauh melebihi tingkat keuntungan sistem monokultur kelapa sawit dan monokultur lada yang banyak berkembang di lapangan

Diperlukan bimbingan teknis untuk sistem agroforestri gaharu-lada serta untuk menjadikan sistem monokultur kelapa sawit dan lada menjadi sistem agroforestri, terutama untuk lahan berlereng >8%, agar sistem agroforestri tersebut dapat mencapai tujuan sebagai “green economic model”.

## Ucapan Terima Kasih

Penelitian merupakan bagian dari kerjasama penelitian antara Balai Penelitian Tanah (ISRI), *World Agroforestry Centre (ICRAF)*, dan *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ)* dengan judul proyek *Green Economy and Locally Appropriate Mitigation Actions in Indonesia (GE-LAMA-I)*.

## Daftar Pustaka

- Agus F, Husnain, Yustika RD. 2015. Improving agricultural resilience to climate change through soil management. *Jurnal Litbang Pertanian*, 34(4):147-158.
- Atangana A, Khasa D, Chang S, Degrande A. 2014. *Tropical Agroforestri*. Springer. 380 pages.
- Cahyono SA, Indrajaya Y. 2011. Agroforestri tradisional Indonesia berbasis kearifan lokal: Masa depan yang terancam. In Ismail (Ed.) *Seminar Nasional hari lingkungan hidup*. PPLH-LPPMIALHI, UNSOED Purwokerto.
- Dariah A, Rachman A, Kurnia U. 2004. Erosi dan degradasi lahan kering di Indonesia. In Kurnia *et al.* (Ed.). *Teknologi Konservasi Tanah Pada lahan Kering Berlereng*. Hal 1-6. Pusat penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- Diniyati D, Achmad B, Santoso HB. 2013. Analisis finansial agroforestri sengon di Kabupaten Ciamis (studi kasus di Desa Ciomas Kecamatan Panjalu). *Jurnal Penelitian Agroforestri* Vol. 1(1):13-30.
- FAO (Food and Agricultural Organizations). 1994. *Land degradation in South Asia, its severity causes and effect upon the people*. Food and Agriculture Organization of the United Nation. Rome. Italy.
- Forrester DI, Bauhus J, Cowie AL, Vanclay JK. 2006. Mixed species plantations of Eucalyptus with nitrogen-fixing trees. *Forest Ecol. Manag.* 209: 147-155.
- Husen E, Mulyani A, Suryani E, Subardja D., Sutriadi MS, Suratman, Setyorini D, Kasno A, Haryati U, Rachman A, Pramudia A, Apriyana Y, Sutrisno N, Noor M, Alwi M, Mulyadi. 2016a. *Paket Rekomendasi Pengelolaan Lahan Untuk Pengembangan Dan Peningkatan Produksi Komoditas Pertanian Strategis Berbasis Agroekosistem Dan Kesesuaian Lahan Kabupaten Berau*. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Husen E, Mulyani A, Suryani E, Subardja D., Sutriadi MS, Suratman, Setyorini D, Kasno A, Haryati U, Rachman A, Pramudia A, Apriyana Y, Sutrisno N, Noor M, Alwi M, Mulyadi. 2016b. *Paket Rekomendasi Pengelolaan Lahan Untuk Pengembangan Dan Peningkatan Produksi Komoditas Pertanian Strategis Berbasis Agroekosistem Dan Kesesuaian Lahan Kabupaten Paser*. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Husen E, Mulyani A, Suryani E, Subardja D., Sutriadi MS, Suratman, Setyorini D, Kasno A, Haryati U, Rachman A, Pramudia A, Apriyana Y, Sutrisno N, Noor M, Alwi M, Mulyadi. 2016c. *Paket Rekomendasi Pengelolaan Lahan untuk Pengembangan dan Peningkatan Produksi Komoditas Pertanian Strategis Berbasis Agroekosistem Dan Kesesuaian Lahan Kabupaten Kutai Timur*. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Kementerian Kehutanan. 2001. Surat Keputusan Menteri Kehutanan No. 52/Kpts-II/2001 tentang pengendalian Kerusakan Tanah untuk produksi biomasa.
- Kementerian Kehutanan. 2015. Keputusan Direktur Jenderal Bina Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Perhutanan Sosial Nomor: SK.4/V-DAS/2015 tentang Penetapan Peta dan Data Hutan dan Lahan Kritis Nasional Tahun 2013. Jakarta.
- Kurnia U. 2001. *Standarisasi dan Penanggulangan Lahan Terdegradasi*. Laporan Akhir Bagian Proyek Sumberdaya Lahan dan Agroklimat No 18/Puslitbangtanak/2001. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat.
- Krisnawati H, Varis E, Kallio M, Kanninen M. 2011. *Paraserianthes falcataria (L.) Nielsen*. Ekologi, Silvikultur dan Produktivitas. CIFOR, Bogor Indonesia. 36 hal.
- Kurnia U, Sutrisno N, Sungkawa I. 2010. Perkembangan lahan kritis. In (Ed) *Membalik Kecenderungan Degradasi Sumberdaya Lahan dan Air*. IPB Press. Bogor
- Kusumedi P, Jariyah NA. 2010. Analisis finansial pengelolaan agroforestri dengan pola sengon kapulaga di Desa Tirip, Kecamatan Wadaslintang, Kabupaten Wonosobo. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan* 7: 93-100.
- Lundgren B, Raintree JB. 1983. *Sustained Agroforestry*. In Nestel (Ed), *Agricultural Research for Development Potentials and Challenge in Asia*. ISNAR. The Hague.
- Masebo N, Menamo M. 2016. A review paper on the role of agroforestry for rehabilitation of degraded soil. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare* Vol. 6 (5): 128-136.
- Matocha J, Schroth G, Hills T, Hole D. 2012. Integrating climate change adaption and mitigation through agroforestry and ecosystem conservation. In Nair and Garrity (Ed.): *Agroforestry-The Future of Global Land Use*. Springer. P 105-126.
- Mindawati N, Widiarti A, Rustaman B. 2006. *Review Hasil Penelitian Hutan Rakyat*. Hlm. 1 - 81. Pusat Litbang Hutan Tanaman. Bogor.
- Mucharromah. 2009. *Pengembangan Gaharu di Sumatera*, Makalah Workshop Pengembangan Teknologi Produksi Gaharu Berbasis pada Pemberdayaan Masyarakat di Sekitar Hutan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alarr:- ITTO PO 425/06 Rev.1 (1). Bogor.
- Nair PKR. 1984. Classification of agroforestry system. *Agroforestry Systems* 3:97-128.
- Nair PKR. 1993. *An Introduction to Agroforestry*. Kluwer Academic Publishers in cooperation with International Centre for Research in Agroforestry (ICRAF). 489 pages.
- Nair PKR, Garrity D. 2012. *Agroforestry research and development: The way forward*. In Nair and Garrity (Ed.): *Agroforestry-The Future of Global Land Use*. Springer. P 515-531.
- Nurida NL. 2006. *Peningkatan Kualitas Ultisol Jasinga Terdegradasi dengan pengolahan Tanah dan Pemberian bahan Organik*. Disertasi Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.

- P3HTA. 1987. Penelitian Terapan Pertanian Lahan Kering dan Konservasi. hlm. 6. UACP-FSR. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian.
- Purnomo E, Wulandari D, Andayani A, Fitriadi A, Turjaman M. 2011. Nutrient and economic balances of gaharu (eaglewood) grown in a mix farming system. p 60-67 Proceeding of Gaharu wokshop: Bioinduction technology for sustainable development and conservation of gaharu. Forestry Research and Development Agency (FORDA). Bogor.
- Sanches PA, Buresh RJ, Leakey RRB. 1997. Trees, Soils and Food security. Philosophical transactions of the royal society. Series A. 355. London.
- Siran SA. 2011. The developing of database regarding the potency oh gaharu-yielding trees in Indonesia. p 1-8 In Proceeding of Gaharu wokshop: Bioinduction technology for sustainable development and conservation of gaharu. Forestry Research and Development Agency (FORDA). Bogor.
- Sitorus SRP, Susanto B, Haridjaja O. 2011. Kriteria dan Klasifikasi Tingkat Degradasi Lahan di Lahan Kering (Studi Kasus: Lahan Kering Di Kabupaten Bogor). Jurnal Tanah dan Iklim: 34(1): 66-83.
- Subardja D, Rustandi Y, Rizal S. 2016a. Atlas Peta Tanah Semi Detail Skala 1:50.000 Kabupaten Berau, Provinsi Kalimantan Timur. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Subardja D, Rustandi Y, Rizal S. 2016b. Atlas Peta Tanah Semi Detail Skala 1:50.000 Kabupaten Paser, Provinsi Kalimantan Timur. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Suhartati A, Wahyudi. 2011. Pola Agroforestry Tanaman Penghasil Gaharu dan Kelapa Sawit. Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam 8 (4):363-371
- Suharti S, Pratiwi E, Santoso, Turjaman M. 2011. Feasibility of gaharu inoculation business at different stem diameter and period of inoculation. p 41-58. Proceeding of Gaharu wokshop: Bioinduction technology for sustainable development and conservation of gaharu. Forestry Research and Development Agency (FORDA). Bogor
- Surata I, Soenarno K. 2011. Penanaman gaharu (Gynops verstegii (Gilg.) Domke) Dengan Sistem Tumpang Sari di Rarung, Provinsi Nusa Tenggara Barat. Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam 8(4):349-36.
- Suryani E, Ponidi, Subardja D. 2016. Atlas Peta Tanah Semi Detail Skala 1:50.000 Kabupaten Kutai Timur, Provinsi Kalimantan Timur. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian.
- Turjaman M, Hidayat A. 2017. Agarwood planted tree inventory in Indonesia. IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci. doi:10.1088/1755-1315/54/1/012062. 7 pages
- Vegara NT. 1982. New Directions In Agroforestry: The potensial of tropical legume trees. East-west Centre and United Nations University. Honolulu.
- Yuniati D. 2011. Analisis finansial dan ekonomi pembangunan hutan tanaman Dipterokarpa dengan teknik SILIN (Studi kasus PT Sari Bumi Kusuma, Kalimantan Barat). Jurnal Penelitian Hutan Tanaman 8: 239-249.