

KOMPOSISI JENIS VEGETASI LAHAN PASCA TAMBANG GALIAN C DI KHD TK LABANAN, KABUPATEN BERAU (Vegetation Species Composition of Post-Mining Land Of C Excavation In KHD TK Labanan, Berau District)

M. Fajri^{1*} dan/and R. Garsetiasih²

¹Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Ekosistem Hutan Dipterokarpa, Jl. A.W. Syahrani No.68 Sempaja, Samarinda, Kalimantan Timur, Indonesia Telp. (0541) 206364, Fax. (0541) 742298

²Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan, Jl. Gunung Batu No. 5 Bogor, Jawa Barat, Indonesia Tlp. (0251) 8633234; Fax (0251) 8638111

Info artikel:	ABSTRACT
Keywords: Vegetation, species composition, post-mining land	<i>Post-mining land usually impaired after the end of mining completions, so required rehabilitation works. To do rehabilitation, the initial vegetation data is needed. This study aims to obtain data and information on naturally occurring vegetation, diversity level, and habitat conditions in plots of rehabilitation of post-mining land of excavated material of class C. The research was conducted in KHD TK Labanan, Berau District, East Kalimantan Province. Vegetation data collection was carried out at the level of trees, poles, saplings, and seedlings. Vegetation analysis was used to calculate the Important Value Index (IVI), the Shannon-Wiener Index were used to calculate diversity index, microclimate conditions were analyzed quantitatively descriptively, land topography conditions were illustrated using ArcView 10.2 software. The results showed the highest IVI of seedlings, sapling, pole, and tree were <i>Leea guineensis</i> G. Don (36.65%), <i>Piper aduncum</i> (86.23%), <i>Piper aduncum</i> (90.09%), and <i>Ficus</i> sp (148.29%) respectively. The completed vegetation structure from seedling up to tree level with a middle diversity index of the pioneer species bring a positive impact for better microclimate conditions and improves soil quality and productivity at post-mining land of class C.</i>
Kata kunci: Vegetasi, komposisi jenis, lahan pasca tambang	ABSTRAK Lahan pasca tambang biasanya mengalami kerusakan setelah berakhir kegiatan penambangan, sehingga dibutuhkan upaya rehabilitasi. Dalam upaya rehabilitasi dibutuhkan data vegetasi awal. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan data dan informasi mengenai vegetasi yang tumbuh secara alami, tingkat keragaman dan kondisi habitat pada lahan pasca tambang bahan galian C. Penelitian dilakukan di KHD TK Labanan Kabupaten Berau, Kaltim. Pengambilan data vegetasi dilakukan pada tingkat pohon, tiang, pancang, dan semai. Analisis vegetasi menggunakan Indeks Nilai Penting (INP), keragaman menggunakan Indeks Shannon-Wiener, kondisi iklim mikro dianalisis secara deskriptif kuantitatif, kondisi topografi lahan menggunakan software ArcView 10.2. Hasil penelitian menunjukkan tingkat INP tertinggi semai yaitu jenis <i>Leea guineensis</i> G. Don (36,65%), tingkat pancang <i>Piper aduncum</i> (86,23%), tingkat tiang <i>Piper aduncum</i> (90,09%), tingkat pohon <i>Ficus</i> sp (148,29%). Struktur vegetasi jenis pionir yang lengkap dari tingkat semai sampai dengan pohon dengan keragaman yang sedang memberi dampak positif bagi kondisi iklim mikro menjadi lebih baik dan meningkatkan kualitas dan produktifitas tanah pada lahan pasca tambang galian C.
Riwayat Artikel: Tanggal diterima: 16 Oktober 2018; Tanggal direvisi: 19 Juni 2019; Tanggal disetujui: 10 Juli 2019	

Editor: Dr. Asep Hidayat

Korespondensi penulis: M. Fajri* (E-mail: fajririmbawan@gmail.com)

Kontribusi penulis: **AF**: sebagai kontributor utama, pelaksana penelitian, pengambilan data, menganalisa data dan penyusun draft KTI; **RG**: koordinator kegiatan penelitian, memberi arahan dan masukan mengenai kegiatan penelitian dan membantu memperbaiki draft KTI

<https://doi.org/10.20886/jphka.2019.16.2.101-118>

©JPHKA - 2018 is Open access under CC BY-NC-SA license

I. PENDAHULUAN

Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Labanan merupakan kawasan dengan luasan ± 7.900 ha, terletak di Kabupaten Berau Propinsi Kalimantan Timur (Susanty, 2015). Kawasan ini memiliki potensi sumber daya hutan yang sangat besar baik dari segi konservasi, silvikultur dan ekonomi. Sebagian besar jenis kayu pada kawasan ini merupakan kayu komersial utama, terutama jenis-jenis dipterokarpa (Saridan, 2012). Sekitar 6-7 marga dan 26-29 jenis dipterokarpa dapat dijumpai di kawasan ini (Saridan, 2012; Saridan & Fajri, 2014).

Di dalam kawasan ini banyak terdapat kawasan perbukitan batu padas yang berpotensi menjadi bahan baku tambang galian C, yaitu akses ke kawasan sangat mudah karena merupakan jalan poros Samarinda Berau. Dampak positif dari kegiatan ini adalah menyediakan lapangan kerja dan meningkatkan sumber Pendapatan Asli Daerah (PAD) (Yudhistira, Hidayat, & Hadiyanto, 2011), serta untuk memenuhi kebutuhan pasir dalam negeri maupun luar negeri (Harmayanti, 2016). Dampak negatifnya adalah mengubah sifat fisik tanah (Soewandita et al., 2010), menurunkan kesuburan lahan (Najib & Junaidi, 2009), terjadi kerusakan lahan di daerah alur dan sempadan sungai (Najib, 2011), kerusakan fisik maupun kimia tanah serta bahaya erosi (Asir, 2013). Bekas tambang galian C juga menyebabkan terjadinya perubahan bentuk lahan, gangguan terhadap vegetasi dan fauna, meningkatnya sedimentasi dan erosi, penurunan kualitas air permukaan dan air tanah, penurunan kualitas tanah Prisbitari, Nurroh, Saimu, Muthiany, & Kartini, 2014), merusak fasilitas umum dan mencemari air sungai (Asril, 2014), serta menyebabkan erosi tebing sungai yang berpotensi longsor (Harahap, 2015). Selain itu, Tambang galian pasir juga dalam pengelolaannya tidak memperhatikan aspek kelestarian dan kese-

lamatan sumberdaya alam itu sendiri (Hakim, 2016).

Pada lahan pasca tambang galian C, kondisi penutupan vegetasi awalnya berupa belukar dan alang-alang (Suyanto, 2009). Selanjutnya akan tumbuh berbagai jenis tanaman merambat maupun jenis tanaman seperti perdu-perdu atau pohon-pohon tertentu secara suksesi alami yang berlangsung sangat lambat sehingga menjadi lahan yang tidak produktif dalam waktu yang lama (Asir, 2013). Menurut Windusari, Susanto, Dahlan, & Susetyo (2011), terdapat tiga tipe vegetasi suksesi yang menutupi kawasan lahan pasca tambang yaitu 1) tipe vegetasi padang rumput, 2) tipe vegetasi pohon dan tiang yang umumnya tumbuh pada kawasan, dan 3) tipe vegetasi peralihan dari padang rumput menuju hutan sekunder. Suksesi alami yang terjadi pada lahan pasca tambang galian golongan C diharapkan bisa memperbaiki kondisi fisik plot penelitian lahan berupa semakin baiknya kondisi iklim mikro dan mengurangi tingkat erosi tanah.

Berdasarkan hal tersebut diatas maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi vegetasi alami, keragamannya dan kondisi habitat pasca kegiatan tambang bahan galian C di KHDTK Labanan untuk menentukan pengelolaan selanjutnya.

II. BAHAN DAN METODE

A. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di lahan pasca tambang galian C KHDTK Labanan, Kabupaten Berau, Kalimantan Timur pada tahun 2017. Pada lokasi yang dijadikan plot penelitian sudah tumbuh jenis tanaman pionir sekitar 6-7 tahun pasca kegiatan penambangan galian C (tambang batu padas). Titik koordinat lokasi penelitian berada pada N 01°53'13,8" dan E 117°11'285" dengan ketinggian lokasi 51 m dari permukaan laut (Gambar 1).

B. Bahan dan Alat

Alat yang digunakan untuk kegiatan inventarisasi tanaman adalah P-band dan *Clinometer*. Untuk mengukur kondisi iklim mikro (suhu dan kelembaban) lingkungan digunakan Hygrometer, dan untuk mengukur intensitas cahaya digunakan Lux meter. Alat untuk menentukan titik koordinat dan data topografi adalah *Global Positioning System* (GPS), Kompas, Clinometer dan Meteran. Peta lokasi dan topografi plot penelitian dibuat dengan menggunakan Software ArcView 10.2. Bahan yang digunakan adalah tanaman dari tingkat semai, pancang, tiang dan pohon pada plot penelitian.

C. Metode Pengambilan Sampling

1. Penentuan Plot

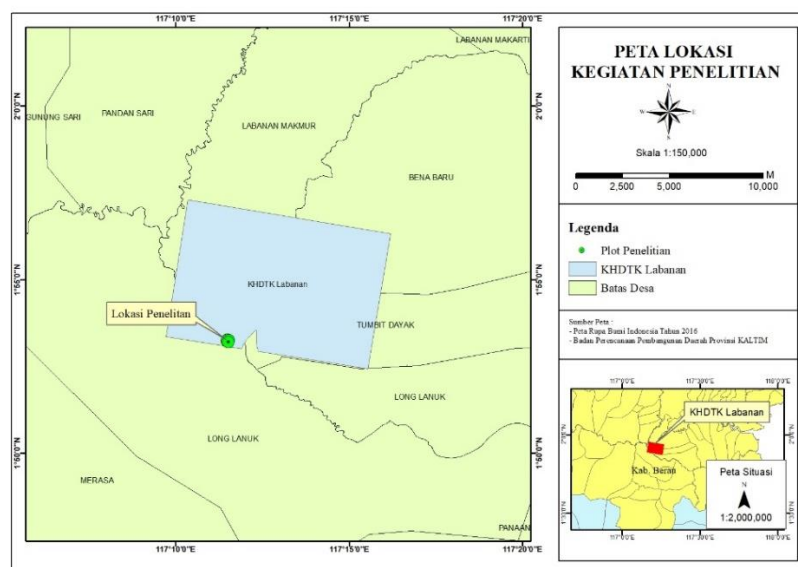
Plot penelitian seluas 1 hektar, dibuat dengan menggunakan metode *Purposive Sampling*. Plot penelitian berbentuk bujur sangkar dengan panjang sisi 100 meter (Sari & Maharani, 2016). Di dalam plot dilakukan pengambilan data vegetasi mulai dari tingkat semai (tinggi $\leq 1,5$ m), tingkat pancang (tinggi $> 1,5$ m, DBH < 10.0 cm), tingkat tiang (DBH $10.0-19.9$ cm) dan pohon besar (DBH $\geq 20,0$

cm). Setiap plot dibagi menjadi 25 subplot (20 m x 20 m). Di setiap subplot, semua spesies dari tingkat tiang (10m x 10m) sampai dan tingkat pohon (20m x 20m) diidentifikasi dan DBH dicatat. Demikian juga dengan vegetasi tingkat semai (dalam 2 m x 2 m) dan tingkat pancang (dalam 5m x 5m) di dalam subplot diidentifikasi dan dihitung jumlahnya (desain plot bisa dilihat pada Gambar 2 dan 3) (Widiyatno et al., 2017). Untuk iklim mikro diambil datanya pada pagi hari, siang hari dan sore hari (desain pengambilan data bisa dilihat pada Gambar 4) (Fajri & Ngatiman, 2017).

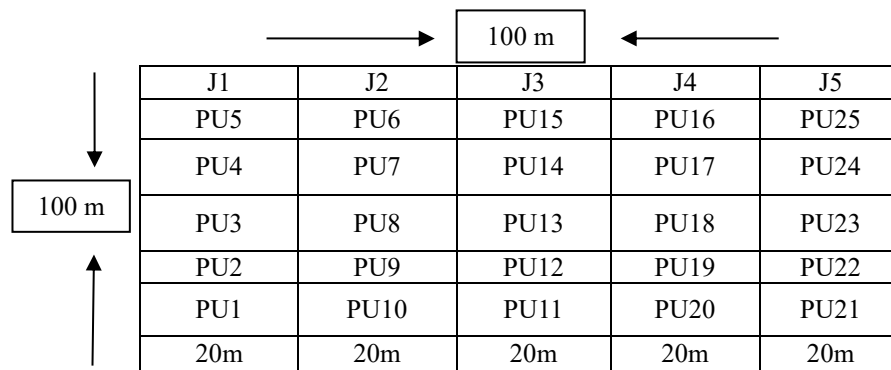
Desain pengamatan analisis vegetasi bisa di lihat pada Gambar 2 dan 3 berikut ini.

2. Pengambilan Data

Data yang dikumpulkan meliputi koordinat plot penelitian, nama jenis tumbuhan (latin dan daerah) serta family-nya dari tingkat semai, pancang, tiang dan pohon; diameter tingkat pancang, tiang dan pohon dan jumlah tingkat seedling. Pengambilan data topografi lahan bertujuan untuk melihat kondisi kemiringan lahan pada plot penelitian.

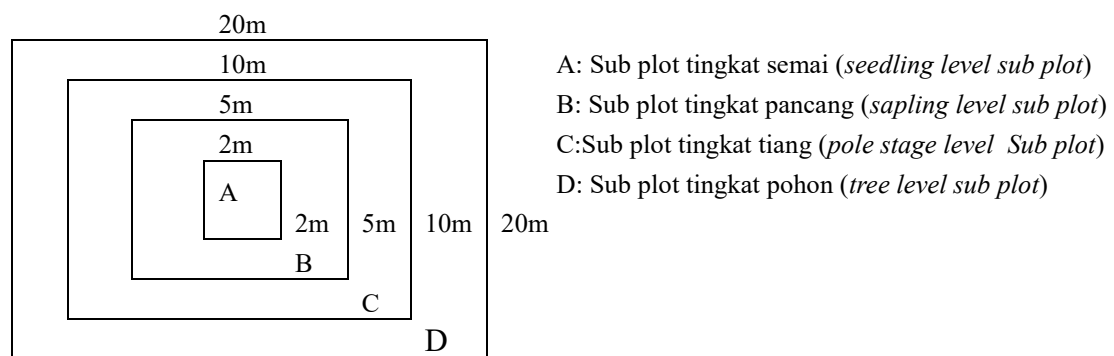


Gambar (Figure) 1. Lokasi penelitian di KHD TK Labanan (*Research site in KHD TK Labanan*)

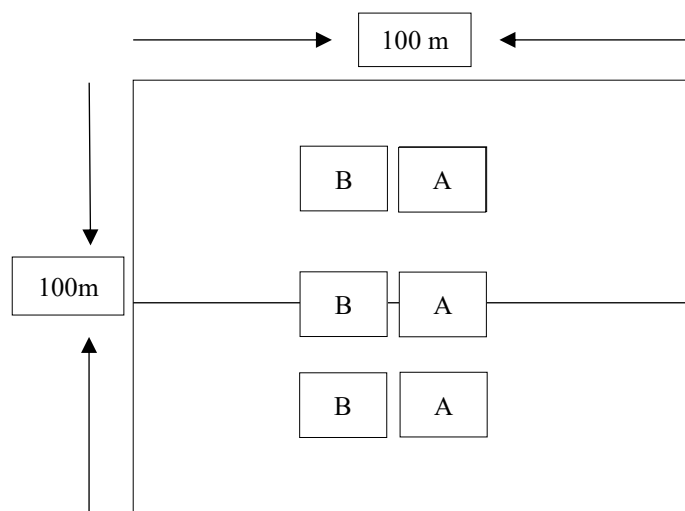


Keterangan (remarks): J: jalur (lane), PU: petak ukur (sub plot), 20m: jarak antar PU (distance between sub plots), 100m: panjang plot (plot length).

Gambar (Figure) 2. Desain analisis vegetasi (Vegetation analysis design)



Gambar (Figure) 3. Desain inventarisasi vegetasi (Vegetation inventory design)



Keterangan(remarks): A: intensitas cahaya (lights intensity); B: suhu dan kelembaban lingkungan (temperature and area humidity).

Gambar (Figure) 4. Desain pengambilan data iklim mikro (Micro climate data collection design)

D. Analisis Data

1. Indeks Nilai Penting

Menurut Mukrimin (2011), Indeks Nilai Penting (INP) adalah parameter kuantitatif yang dapat dipakai untuk menyatakan tingkat dominansi (tingkat penguasaan) spesies-spesies dalam suatu komunitas tumbuhan, sehingga untuk menghitung komposisi jenis pada studi area dapat menggunakan indeks nilai penting (Wiryono, 2009) dimana, yaitu : $INP = \text{Kerapatan relatif} + \text{Frekuensi relatif} + \text{Dominansi relatif}$. Nilai INP akan di analisis secara deskriptif kuantitatif.

2. Keragaman Jenis

Keragaman jenis dihitung menurut rumus Indeks Shannon-Wiener:

$$H' = - \sum_{i=1}^n p_i (\ln p_i)$$

Keterangan (*Remarks*):

H' = Indeks keragaman jenis (indeks Shannon - Wiener) (*Shannon - Wiener diveristy Index*)

p_i = kelimpahan relatif dari jenis ke- i (*relative abundance of the i^{th} species* (n_i/N))

n_i = jumlah individu jenis ke- i (*number of individual of the i -th species*)

N = jumlah total individu jenis (*total number of individual of a species*)

$\ln$ = logaritma natural (*natural logarithms*)

Besarnya nilai keanekaragaman jenis Shannon didefinisikan sebagai berikut: 1) $H' > 3$ = keanekaragaman jenis tinggi pada suatu kawasan; 2) $1 \leq H' \leq 3$ = keanekaragaman jenis sedang; 3) $H' < 1$ = keanekaragaman jenis rendah (Abdiyani, 2008).

3. Kondisi Iklim Mikro

Data kondisi iklim mikro ditabulasi, dan dianalisis dengan menggunakan metode analisis deskriptif kuantitatif.

4. Kondisi Topografi

Data topografi lahan ditabulasi untuk selanjutnya diolah menggunakan Software ArcView 10.2, dan di analisis secara deskriptif kuantitatif.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Struktur dan Komposisi Vegetasi

Langkah awal yang dapat diambil untuk memperoleh informasi mengenai komposisi jenis, dominansi, penyebaran maupun asosiasi antara jenis-jenis lain pohon penyusun vegetasi adalah dengan melakukan analisis vegetasi di wilayah yang bersangkutan (Martono, 2012). Supekta et al. (2012), menyatakan bahwa analisis vegetasi adalah suatu analisis dalam ekologi tumbuhan untuk mengetahui berbagai jenis vegetasi dalam suatu komunitas atau populasi tumbuhan yang berkembang dalam skala waktu dan ruang. Hasil dari analisis vegetasi adalah Indeks Nilai Penting (INP). Menurut Asmayannur, Chairul & Syam, (2012), INP adalah angka yang menggambarkan tingkat penguasaan suatu jenis dalam vegetasi, dan menunjukkan keberadaan suatu jenis tersebut dalam komunitasnya. Makin besar INP makin besar pula peranan jenis tersebut dalam komunitasnya. Wahyudi (2011), mengatakan bahwa jika INP suatu jenis semakin tinggi, maka keberadaan jenis tersebut semakin stabil. Menurut Mawazin & Subiakto (2013), jenis dominan adalah jenis yang dapat memanfaatkan lingkungan yang ditempati secara efisien dibanding jenis lain dalam tempat yang sama. Jenis yang mempunyai INP lebih tinggi akan lebih stabil, dilihat dari sisi ketahanan jenis dan per-tumbuhannya. Berdasarkan hasil inventarisasi tumbuhan pada plot penelitian yang sudah dianalisis berdasarkan tingkatannya ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel (Table). 1. Struktur dan komposisi jenis pionir pada plot penelitian (*Vegetation species composition and structure in the research plot*)

Tingkat vegetasi/ <i>Vegetation level</i>	Nama Daerah/ <i>Regional name</i>	Jenis/ <i>Species</i>	Keluarga/ <i>Family</i>	KR (%)	FR (%)	DR (%)	INP (%)
Semai <i>(Seedling)</i>	mali-mali	<i>Leea guineensis</i> G. Don	<i>Vitaceae</i>	14.20	22.45	-	36.65
	petai cina	<i>Leucaena leucocephala</i>	<i>Fabaceae</i>	31.36	4.08	-	35.44
	daun mersesat	<i>Croton</i> sp.	<i>Euphorbiaceae</i>	15.38	2.04	-	17.43
Pancang <i>(Sapling)</i>	sirihan	<i>Piper aduncum</i>	<i>Piperaceae</i>	42.19	25.71	18.33	86.23
	sange-sange	<i>Macaranga conifera</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	20.31	14.29	6.32	40.92
	mali-mali	<i>L. guineensis</i> G. Don	<i>Vitaceae</i>	4.69	8.57	0.07	13.33
Tiang <i>(Pole)</i>	sirihan	<i>P. aduncum</i>	<i>Piperaceae</i>	28.57	22.06	39.46	90.09
	sange-sange	<i>M. conifera</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	26.62	13.24	34.02	73.88
		<i>Ficus</i> sp.		14.94	16.18	13.17	44.28
Pohon <i>(Tree)</i>	kayu ara	<i>Ficus</i> sp.	<i>Moraceae</i>	44.64	23.26	80.40	148.29
	laban telur	<i>Callicarpa pentandra</i> Roxb	<i>Lamiaceae</i>	21.89	20.93	14.83	57.64
	petai cina	<i>L. leucocephala</i>	<i>Fabaceae</i>	8.15	11.63	1.88	21.67

Keterangan (*remarks*): KR = keragaman relatif (*relative density*), FR = frekuensi relatif (*relative frequency*), DR=dominansi relatif (*relative dominance*), INP=indeks nilai penting (*Important Value Index*)

Tabel 1 menunjukkan Indeks Nilai Penting (INP) tingkat semai memiliki komposisi jenis yang dominan pada plot penelitian yaitu *Leea guineensis* G. Don/mali-mali, *Leucaena leucocephala*/petai cina, dan *Croton* sp/daun mersesat. *L. guineensis* G. Don/mali-mali merupakan pionir jenis perdu yang juga tumbuh pada hutan bekas tebangan (Selvan, 2014), sedangkan *L. Leucocephala*/petai cina merupakan jenis pionir yang bisa tumbuh pada daerah dengan curah hujan yang sedang, dapat tumbuh dengan mudah dan tidak perlu mendapatkan perawatan khusus, digunakan sebagai pohon pelindung dan pencegah erosi, dan sebagai pakan hijauan yang memiliki nilai protein yang sangat tinggi (Budaarsa & Mahardika, 2017). *Croton* sp/daun mersesat adalah jenis pionir yang tumbuh di hutan sekunder dari tingkat semai sampai dengan tingkat pohon (Syarifuddin, 2011), bisa digunakan dalam pengobatan tradisional (Apriliansa, Hendra, & Sapitri, 2016) dan populer sebagai anti inflamasi, anti bakteri, dan anti jamur (Vunda et al., 2012); (Simionatto et al., 2009);

(Rodriguesa, Costa, & Coutinho, 2009).

Dominansi tumbuhan bawah/tingkat semai pada plot penelitian yang berumur 7-8 tahun pasca kegiatan tambang galian C, berbeda dengan dominansi jenis pada lahan pasca tambang galian C berumur 1 tahun dan umur 4 tahun, yang didominasi oleh jenis *Imperata cylindrica*/ilalang, *Paspalum conjugatum*/batang jukut pahit, dan *Eupatorium odoratum*/kirinyuh pada lokasi yang sama di KHDTK Labanan (Cahyani, Apriani, & Rombe, 2015); (Fajri, Cahyani, & Budiyo, 2018). Pada kawasan yang sama di hutan primer, komposisi jenis tumbuhan bawah didominasi oleh *Millettia* sp, *Koilocarpus brevipes*, dan *Hopea mengarawan* (Wahyudi, 2013); di hutan bekas tebangan umur 1 tahun, komposisi jenis tumbuhan bawah didominasi oleh *Macaranga hipoleuca*, *Microlepia manilensis*, *Globba* sp; (Wahyudi, 2013); di hutan bekas tebangan umur 3 tahun, komposisi jenis tumbuhan bawah didominasi oleh *Parashorea malaanonan*, *Syzygium* sp, dan *Heterogonium pinnatum* (Wahyudi, 2013); dan di hutan bekas tebangan umur

5 tahun, komposisi jenis tumbuhan bawah didominasi oleh *Pentace polyantha*, *Chaetocarpus castanocarpus*, *Syzygium* sp (Wahyudi, 2013). Tumbuhan bawah dari famili Euphorbiaceae termasuk yang dominan pada plot penelitian. Hal ini hampir sama dengan tumbuhan bawah yang ada di hutan primer, hutan bekas tebangan umur 1, 3 dan 5 tahun pada kawasan yang sama, dimana jenis tumbuhan bawah dari famili Euphorbiaceae juga termasuk yang dominan (Wahyudi, 2013).

Keberadaan tanaman bawah sangat penting, dalam memperkuat struktur tanah, membantu dalam peresapan dan menahan jatuhnya air secara langsung, mencegah erosi yang berlangsung secara cepat, mengurangi kecepatan aliran permukaan, mendorong perkembangan biota tanah yang dapat memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah serta menambah bahan organik tanah sehingga menyebabkan resistensi tanah terhadap erosi meningkat (Maisyaroh, 2010). *L. leucocephala*/petai cina adalah salah jenis pionir yang bisa mencegah erosi tanah dan menyuburkan tanah, karena bintil akarnya bisa mengikat N (Suarna, 2017). Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan vegetasi tingkat semai dan tumbuhan bawah mempunyai peranan yang sangat penting untuk meningkatkan kualitas tapak pada lokasi penelitian.

Untuk tingkat pancang, komposisi jenis vegetasi yang memiliki Indeks Nilai Penting (INP) dominan yaitu *Piper aduncum*/sirihan, *Macaranga conifera*/sange-sange, dan *L. guineensis* G. Don/mali-mali. *P. aduncum* L./sirihan, yang juga dikenal sebagai "piper bambu" merupakan vegetasi semak multi-sistem dengan ketinggian lebih dari 5 m, tanaman asli Karibia tetapi bisa beradaptasi dan berkembang di seluruh daerah tropis, bahkan menjadi gulma di habitat yang terganggu (Guerrini et al., 2009). *M. conifera*/sange-sange, banyak ditemukan di hutan sekunder dan beberapa di hutan primer, hutan bekas kebakaran, dan

sepanjang jalan hutan campuran Dipterocarpaceae bekas tebangan (*logging*) (Amirta et al., 2017). Komposisi jenis tingkat pancang plot penelitian ini hampir sama dengan komposisi jenis dominan pada lahan pasca tambang galian golongan C yang berumur 4 tahun setelah penambangan yang juga didominasi oleh jenis *P. aduncum*/sirihan, *Neonauclea orientalis*/kayu kenari dan *M. conifera*/sange-sange (Fajri et al., 2018). Vegetasi tingkat pancang masih didominasi jenis pionir dan belum ditemukan jenis pohon bernilai komersil terutama jenis-jenis dipterokarpa.

Untuk tingkat tiang, komposisi jenis yang memiliki Indeks Nilai Penting (INP) dominan adalah *P. aduncum*/sirihan, *M. conifera*/sange-sange, *Ficus* sp/kayu ara. Hasil penelitian ini hampir sama dengan hasil penelitian Kuswandi, Sadono, Supriyanto, & Marsono (2015) di hutan alam bekas tebangan, bahwa pada tingkatan tiang juga didominasi oleh jenis pionir seperti jenis *Syzygium* sp, *Elaeocarpus angustifolius*, *Macaranga pesellata*, *B. amboinicum*, *Litsea timoriana*, *Planchonella urophylla*, dan *Actinodaphne nitida*. Selain itu, penelitian Mukhtar & Heriyanto (2012) di lahan pasca tambang batubara pada tingkat tiang juga didominasi oleh jenis pionir seperti *Macaranga gigantea* Muell.Arg, *Cassia suratensis* Lamk, *Cassia siamea* Lamk dan *Vitex pubescens* Vahl. Menurut (Susanty, 2015), jenis *Macaranga* sp akan mendominasi hutan bekas tebangan pada teknik *Reduced Impact Logging* dengan limit diameter 50 cm (RIL 50) pada tahun ke-5 dan teknik *Reduced Impact Logging* dengan limit diameter 60 cm (RIL 60) dengan intensitas terendah pada tahun ke-9 pada kawasan yang sama.

Untuk tingkat pohon, komposisi jenis yang memiliki Indeks Nilai Penting (INP) dominan yaitu jenis *Ficus* sp/kayu ara, *Callicarpa pentandra* Roxb /laban telor, dan *L. leucocephala*/petai cina. *Ficus* sp merupakan jenis yang hidup di sebagian besar hutan tropis dan subtropis

di seluruh dunia, bermanfaat sebagai obat tradisional untuk pengobatan infeksi oleh bakteri (Manimozhi, Sankaranarayanan, & Kumar, 2012) dan digunakan sebagai pelapis dekoratif dari daerah tropis (Pereira, Gonçalez, Raabe, & Costa, 2017). Menurut Adman (2012), *Ficus* sp merupakan jenis pohon lokal yang mampu beradaptasi dengan kondisi tempat tumbuh yang terbuka. Jenis ini menghasilkan buah yang dapat dimakan oleh satwa. Buah *Ficus* sp juga dijadikan sebagai tempat hidup serangga pollinator, tempat bertelur, dan berkembang (Jauharlina, Afriyani, & Taufik, 2017). Penanaman jenis *Ficus* sp pada lahan pascatambang dapat mengundang kehadiran hewan-hewan pemakan buah. Masuk-nya hewan pemakan buah diharapkan akan menyebarkan benih jenis-jenis pohon lain dari hutan di sekitar lahan pascatambang ke lahan pascatambang melalui kotorannya (Adman, 2012). Untuk *Callicarpa pentandra* Roxb, jenis ini tergolong pionir yang bisa tumbuh terutama di daerah yang terganggu seperti pinggir jalan, walau kadang-kadang juga ditemukan di hutan sekunder atau di sepanjang tepi hutan primer, pada ketinggian 15–1500 m (Kok et al., 2016).

Hasil penelitian Fajri & Saridan (2012) pada hutan sekunder tua pada kawasan yang sama, menunjukkan bahwa jenis-jenis pionir masih mendominasi seperti jenis *Anthocephalus chinensis*, *Macaranga hypoleuca*, *Macaranga* sp. Walaupun sudah terdapat jenis-jenis dipterokarpa seperti *Dipterocarpus tempehes*, dan *Parashorea malaanonan*. Pada hutan primer, kondisi penutupan lahan pada areal hutan Labanan didominasi jenis *Shorea*, *Dipterocarpus* dan *Vatica* (Susanty, 2015). Pada hutan bekas tebangan umur 1 tahun dengan teknik *Reduced Impact Logging* dengan limit diameter 50 cm (RIL 50), vegetasi tingkat pohon didominasi oleh *Diospyros* sp, *Knema* sp, dan *Dacryodes* sp, sedangkan pada hutan bekas tebangan

umur 1 tahun dengan teknik *Reduced Impact Logging* dengan limit diameter 60 cm (RIL 60), jenis pohon didominasi oleh *Knema* sp, *Diospyros* sp, dan *Eugenia* sp, pada hutan bekas tebangan dengan teknik konvensional didominasi oleh *Diospyros* sp, *Elasteriospermum tapos*, dan *Knema* sp (Susanty, 2015).

Menurut Kuswandi et al. (2015), jumlah pohon dan struktur tegakan dapat menggambarkan tingkat ketersediaan tegakan pada setiap tingkat pertumbuhan tegakan, sehingga keduanya diduga berpengaruh terhadap kemampuan regenerasi atau pertumbuhan tegakan, termasuk kecepatan pemulihan diri tegakan, setelah mengalami gangguan. Perbedaan kondisi tegakan hutan atau risalah tegakan akan memberikan variasi karakteristik ekologi tegakan yang mencakup tingkat keanekaragaman (Ng, Lee, & Ueno, 2009) dan kekayaan jenis (Sodhi et al., 2010). Hasil dari analisis vegetasi menunjukkan bahwa plot penelitian sudah memiliki tingkat tumbuhan yang lengkap mulai dari tingkat semai, pancang, tiang dan pohon. Hal ini berarti sudah terjadi suksesi alami yang cukup baik walaupun masih didominasi oleh jenis pionir. Menurut Mansur (2010), pionir adalah jenis pohon yang bersifat intoleran, tahan hidup pada tempat terbuka. Pionir merupakan jenis pohon yang memiliki riap pertumbuhan yang tinggi dan umumnya tergolong jenis pohon hutan sekunder (Yassir & Omon, 2009). Dengan adanya tumbuhan jenis pionir dari tingkat *seedling*/tumbuhan bawah sampai tingkat pohon, akan membantu proses penghancuran tanah, menyuburkan tanah serta menahan erosi (Sembiring, 2008). Keberadaan tumbuhan pionir ini juga bisa memikat jenis-jenis hewan di permukaan tanah maupun di atas pohon. Hutan sekunder maupun lahan terbuka/semak belukar merupakan habitat bagi beragam jenis burung (Kuswandi (2010). Beberapa jenis burung bahkan menggunakan berbagai tipe habitat tersebut untuk mencari makan, reproduksi, dan menjaga kelangsungan

hidupnya.

Proses suksesi alami yang terjadi pada lokasi penelitian mampu memperbaiki dan meningkatkan produktivitas tanah dan memperbaiki mutu lingkungan pada lokasi penelitian. Semakin meningkat kualitas tanah dan mutu lingkungan pada lokasi penelitian, kemampuan berbagai jenis vegetasi untuk bisa tumbuh dan berkembang juga meningkat, sehingga seiring bertambahnya waktu akan meningkatkan keragaman jenis.

B. Keragaman Jenis

Tingkat keragaman jenis suatu vegetasi merupakan hasil dari proses ekofisiologis yang dinamis dan berkorelasi dengan kondisi iklim, kondisi hara, rentang toleransi jenis, faktor biogeografi (Kenfack, Chuyong, Condit, Russo, & Thomas, 2014), dengan jangka waktu yang beragam tergantung pada tingkat kerusakan hutan, daya dukung lingkungannya (Muhdin et al., 2008), dan keadaan habitat hutan (Inman et al., 2014). Hasil analisis indeks keragaman jenis pada studi area disajikan pada Tabel 5.

Tabel 2 menunjukkan bahwa indeks keragaman jenis vegetasi untuk semua level vegetasi berada pada nilai $1 \leq H' \leq 3$ yang menunjukkan nilai keragaman jenis dalam kategori sedang. Indeks keragaman pada plot penelitian lebih rendah dibandingkan indeks keragaman hutan primer, hutan bekas tebangan umur 1 tahun, dan hutan bekas tebangan umur 23 tahun pada kawasan yang sama, yaitu; berturut-turut 4,73; 4,42; dan 4,54 (Susanty, 2015). Walaupun nilai indeks keragaman pada plot penelitian masih

dibawah hutan primer dan hutan bekas tebangan tetapi pada plot penelitian sudah terjadi suksesi alami. Hal ini terlihat dari pertumbuhan tanaman bawah sampai tingkat pohon, yang merubah areal bekas tambang galian golongan C batu padas menjadi hutan sekunder muda, walaupun masih didominasi jenis pionir dan belum ada vegetasi pohon utama yang komersil khususnya jenis-jenis dipterokarpa. Menurut Wahyudi (2011), Iwan (2012) dan Kalima (2013), nilai indeks keragaman (H') menunjukkan pengaruh gangguan terhadap lingkungan, atau tahapan suksesi dan kestabilan dari komunitas tumbuhan pada suatu lokasi. Selain itu, nilai keanekaragaman jenis dapat menjadi suatu indikator untuk melihat kemampuan suatu komunitas menyeimbangkan komponennya dari berbagai gangguan yang timbul, baik tumbuhan maupun satwa (Kuswanda & Barus (2017).

C. Kondisi Iklim Mikro

Perkembangan vegetasi dalam hutan dari tanaman bawah sampai ketinggian pohon sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan-faktor iklim mikro dan perbedaan topografi (Fajri & Ngatiman, 2017). Faktor iklim mikro mencakup suhu udara, sinar matahari, kelembaban udara. Faktor lingkungan akan mempengaruhi proses-proses fisiologis dalam tanaman. Suhu yang terlalu tinggi dapat menghambat pertumbuhan tanaman bahkan akan mengakibatkan kematian bagi tanaman, demikian pula sebaliknya (Muawin, 2009). Data iklim mikro pada lokasi penelitian terlihat dalam Tabel 3.

Tabel (Table) 2. Keragaman jenis tanaman pada lokasi penelitian (*The diversity index of plants spesies at research site*).

No/Number	Kelas Vegetasi/Level of vegetation	H' (Keragaman/Diversity)	Keterangan/Remark
1	Semai/Seedling	2,24	Sedang/Medium
2	Pancang/Sapling	2,03	Sedang/Medium
3	Tiang/Pole stage	1,93	Sedang/Medium
4	Pohon/Tree	1,86	Sedang/Medium

Tabel (Table) 3. Kondisi Iklim Mikro pada Plot Penelitian (*Micro Climate Condition at research plot site*).

No/ Number	Iklim mikro /micro climate	Satuan /unit	U1. 1	U1. 2	U1. 3	Rata- rata/ Average
Pagi (<i>Morning</i>) pukul (<i>o'clock</i>) 07-08 Waktu Indonesia bagian tengah (<i>Middle part of indonesia time</i>)						
1	Intensitas cahaya/ <i>Lights intensity</i>	Lm	74.2	71.0	68.5	71.3
2	Suhu lingkungan/ <i>Area temperature</i>	°c	27	27.5	28	28
3	Kelembaban lingkungan/area <i>humidity</i>	%	73	71	69	71
Siang (<i>Noon</i>) pukul (<i>o'clock</i>) 12-13 Waktu Indonesia bagian tengah (<i>Middle part of indonesia time</i>)						
1	Intensitas cahaya/ <i>Lights intensity</i>	Lm	80.5	83.3	84.8	82.9
2	Suhu lingkungan/ <i>Area temperature</i>	°c	31.5	32	33.5	32
3	Kelembaban lingkungan/area <i>humidity</i>	%	58	55	52	55
Sore (<i>Afternoon</i>) pukul (<i>o'clock</i>) 16-17 Waktu Indonesia bagian tengah (<i>Middle part of indonesia time</i>)						
1	Intensitas cahaya/ <i>Lights intensity</i>	Lm	73.8	70.3	67.8	70.6
2	Suhu lingkungan/ <i>Area temperature</i>	°c	29,5	30	30.5	30
3	Kelembaban lingkungan/area <i>humidity</i>	%	68	65	62	65

Keterangan (*remarks*): U1. 1-3 = ulangan (*replicants*)

Data pada Tabel 3, menunjukkan bahwa nilai suhu rata-rata di studi area berkisar antara 28°C -32°C. Menurut Ruchaemi (2013), suhu antara 25°C-30°C merupakan temperatur optimal tumbuhan dapat melakukan proses asimilasi. Pratiwi (2010) juga menyatakan bahwa suhu yang baik bagi pertumbuhan tanaman berkisar antara 22°C -37°C.

Nilai kelembaban pada Tabel 3 berada pada nilai 55%-73%, Meningkatnya kelembaban relatif bisa menurunkan suhu lingkungan (Heddy, 2010) dan berpengaruh terhadap laju penguapan atau transpirasi (Muliani, 2014). Jika kelembaban rendah maka laju transpirasi meningkat sehingga penyerapan air dan zat-zat mineral juga akan meningkat. Kondisi ini akan berpengaruh meningkatkan ketersediaan nutrisi untuk pertumbuhan tanaman. Sebaliknya, jika kelembaban

tinggi maka laju transpirasi rendah sehingga penyerapan zat-zat nutrisi akan rendah dan menghambat pertumbuhan tanaman.

Nilai intensitas cahaya berada pada kisaran 70,6%–82,9%, menandakan intensitas cahaya pada lokasi penelitian dalam kondisi cukup tinggi. Intensitas cahaya yang cukup tinggi disebabkan oleh kerapatan jenis pohon yang hanya sekitar 233 pohon/hektar untuk jenis pohon pionir yang mempunyai tajuk yang tidak rapat. Menurut Kunarso & Azwar (2013), karakter tajuk dan bentuk daun setiap jenis pohon akan menentukan tingkat kerapatan tajuknya yang selanjutnya mempengaruhi intensitas sinar matahari sampai ke lantai hutan. Jenis tanaman dengan penutupan tajuk berbeda akan membentuk iklim mikro yang berbeda pada lantai hutan. Intensitas cahaya mempengaruhi proses

fotosintesis, dimana tingginya tingkat fotosintesis pada tanaman akan meningkatkan pertumbuhan *xylem* dan *floem* sekunder yang berkembang dari jaringan meristem sekunder sebagai ukuran pertambahan diameter pohon (Putri, 2009). Selain itu, intensitas cahaya yang rendah karena naungan yang terlalu rapat bagi jenis yang memerlukan cahaya (intoleran) akan menyebabkan *etiolasi* (Herdiana, Siahaan, & Rahman, 2008). Sebaliknya intensitas cahaya yang berlebihan akan menyebabkan gangguan pada pertumbuhan bahkan kematian bagi tanaman yang toleran.

D. Topografi Lahan

Topografi adalah perbedaan tinggi atau bentuk wilayah suatu daerah, termasuk di dalamnya adalah perbedaan kecuraman dan bentuk lereng (Hardjowigeno, 2016). Topografi dalam proses pembentukan tanah mempengaruhi jumlah air hujan yang meresap atau ditahan oleh massa tanah; dalamnya air tanah; besar nya erosi; dan arah gerakan

air berikut bahan terlarut di dalamnya dari satu tempat ke tempat lain.

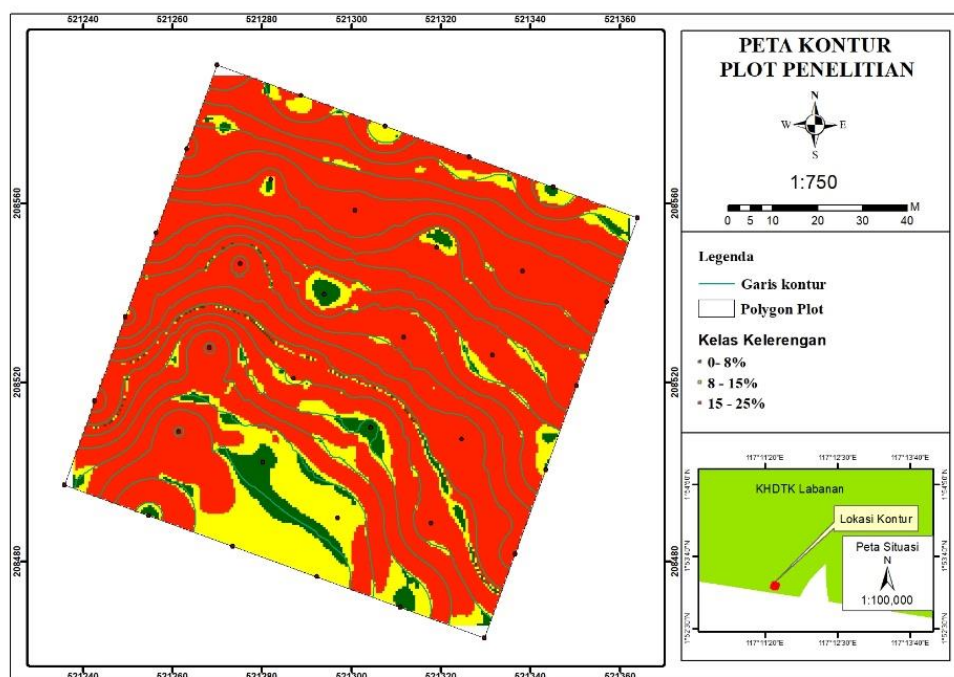
Kondisi topografi pada lokasi penelitian (Tabel 4, 5, dan Gambar 5), mempunyai kelerengan antara 0 s/d 25 %. Ini berarti lokasi penelitian memiliki topografi dengan kategori 1) kategori datar (0-8%), 2) kategori landai (8-15%), dan 3) kategori agak curam (15-25%). Kondisi topografi ini akan lebih aman dari resiko terjadinya erosi. Lokasi penelitian telah ditumbuh vegetasi baik dari tingkat semai sampai tingkat pohon sehingga bisa mengurangi laju erosi dan memperbaiki kondisi tanah pasca tambang. Hasil tersebut sesuai dengan pendapat Sembiring (2008) yang menyebutkan, bahwa vegetasi berupa tanaman kayu yang mempunyai akar masuk ke dalam tanah, dapat melonggarkan tanah karena akar menjadi besar sebagai saluran air masuk ke dalam tanah bagi akar yang mati setelah busuk. Dengan demikian, adanya vegetasi tanaman kayu dapat meningkatkan kemampuan tanah menahan erosi.

Tabel (Table) 4. Data kontur jalur keliling plot penelitian (*Contour data of around track research plot*).

Trayek/ Route	Azimut/ Azimuth (°)	Jarak Datar/ flat distance (m)	Kemiringan/Slope (%)
0-1	20	20	25
1-2	20	20	18
2-3	20	20	13
3-4	20	20	24
4-5	20	20	22
0-1	110	20	0
1-2	110	20	7
2-3	110	20	-10
3-4	110	20	8
4-5	110	20	-3
0-1	200	20	-15
1-2	200	20	-12
2-3	200	20	-9
3-4	200	20	-13
4-5	200	20	-12
0-1	290	20	-15
1-2	290	20	-10
2-3	290	20	4
3-4	290	20	-8
4-5	290	20	9

Tabel (Table) 5. Data kontur dalam jalur plot penelitian (*Contour data in the research plot track*)

Jalur/ Track	Trayek/ Route	Azimut/ Azimuth (°)	Jarak Datar/ Flat distance (m)	Kemiringan/Slope (%)
1	0-1	110	20	7
	1-2	110	20	-10
	2-3	110	20	-5
	3-4	110	20	8
	4-5	110	20	20
2	0-1	110	20	-8
	1-2	110	20	5
	2-3	110	20	0
	3-4	110	20	8
	4-5	110	20	13
3	0-1	110	20	-5
	1-2	110	20	3
	2-3	110	20	-5
	3-4	110	20	15
	4-5	110	20	0
4	0-1	110	20	0
	1-2	110	20	11
	2-3	110	20	-8
	3-4	110	20	10
	4-5	110	20	5



Gambar (Figure) 5. Peta kontur lahan pada plot penelitian (*Land contour map at research site*)

E. Implikasi Pengelolaan

Suksesi alami yang terjadi pada lokasi penelitian membawa perubahan yang positif terhadap kondisi vegetasi di

atasnya (dari semak belukar ke vegetasi berkayu jenis pionir), dan kondisi lingkungan (iklim mikro) yang membaik. Dengan adanya vegetasi pionir dari

tingkat semai sampai tingkat pohon menyebabkan terjadi siklus hara yang membantu proses kesuburan tanah dan perkembangan mikroorganisme dalam tanah. Akar tanaman pionir juga membantu proses pelapukan batu dan membantu mengikat tanah sehingga mengurangi tingkat erosi. Untuk mengurangi resiko terjadinya erosi pada lahan yang miring, bisa dilakukan teknik mulsa vertikal dengan jarak 6 meter. Teknik ini selain mencegah erosi juga mencegah kehilangan unsur hara pada lahan miring (Pratiwi & Narendra, 2012). Vegetasi pionir tingkat pohon dapat mencegah intensitas cahaya matahari masuk ke dalam plot penelitian secara langsung sehingga intensitas cahaya tidak terlalu tinggi, serta menurunkan suhu dan kelembaban lingkungan.

Tanaman pionir sebagai penangas dan kondisi iklim mikro menjadi langkah awal untuk melakukan rehabilitasi pada lokasi penelitian. Sesuai dengan karakteristik dipterokarpa yang memiliki habitat dengan kondisi suhu lingkungan 24°C -27°C, kelembaban 78%-84, dengan topografi landai dan berbukit dengan ketinggian 130-200 mdpl (Sari, 2014), maka rehabilitasi dilokasi penelitian bisa dilakukan dengan menggunakan jenis-jenis dipterokarpa. Sebagai habitat jenis-jenis dipterokarpa, rehabilitasi KHDTK Labanan dengan menggunakan jenis-jenis ini diharapkan dapat mengembalikan kondisi KHDTK kepada kondisi habitat aslinya.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Suksesi alami telah terjadi pada plot penelitian yang ditandai dengan adanya struktur vegetasi dari tingkat semai, pancang, tiang dan pohon dari jenis pionir. Komposisi jenis pionir yang ditemukan mencakup jenis *Leea guineensis* G. Don, *Leucaena leucocephala*, *Croton* sp, *Piper aduncum*, *Macaranga conifera*, *Ficus* sp, *Callicarpa pentandra* Roxb, dan

Leucaena leucocephala dengan indeks keragaman jenis vegetasi yang sedang. Suksesi alam yang terjadi telah menyebabkan perubahan iklim mikro yang lebih baik dan meningkatkan kualitas dan produktivitas tanah.

B. Saran

Lokasi penelitian masih didominasi oleh jenis-jenis pionir yang tidak komersil. Kegiatan rehabilitasi lahan dengan jenis-jenis dipterokarpa yang merupakan vegetasi utama di kawasan KHDTK Labanan Kabupaten Berau perlu dilakukan untuk mempercepat proses suksesi agar ekosistem hutan dipterokarpa dapat kembali.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diucapkan kepada : 1). Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Ekosistem Hutan Dipterokarpa yang telah membiayai kegiatan penelitian ini; 2). Para teknisi B2P2EHD yang telah banyak membantu kegiatan penelitian ini di lapangan; 3). Kepala KPH Berau Barat, Kabupaten Berau, atas kerjasama dan bantuannya di lapangan; 4). Kepala Desa Labanan Makmur, Kabupaten Berau atas kerjasama dan bantuan di lapangan. Sumber pendanaan penelitian berasal dari DIPA B2P2EHD tahun 2017.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdiyani, S. (2008). Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Bawah Berkhasiat Obat Di Dataran Tinggi Dieng. Jurnal Penelitian Hutan Dan Konservasi Alam, 5 (1), 79-92.
- Adman, B. (2012). Potensi Jenis Pohon Lokal Cepat Tumbuh Untuk Pemulihan Lingkungan Lahan Pascatambang Batubara (Thesis). Program Magister Ilmu Lingkungan. Program Pascasarjana Universitas Diponegoro. Semarang.

- Amirta, R., Angi, E.M., Ramadhan, R., Kusuma, I.W., Wiati, C.B., & Haqiqi, M.T. (2017). Potensi Pemanfaatan Macaranga. Mulawarman University Press. Samarinda.
- Apriliana, A., Hendra, M. & Sapitri, A. (2016). Inventarisasi Dan Identifikasi Tumbuhan Obat Sub Etnis Kutai Desa Genting Tanah Kecamatan Kembang Janggut Kabupaten Kutai Kartanegara Kalimantan Timur. *Jurnal Ilmiah Manuntung*, 2 (1), 107-110.
- Asir, L. D. (2013). Alternatif Teknik Rehabilitasi Lahan Terdegradasi pada Lahan Pasca Galian Industri. *Info BPK Manado*, 3 (2):113-129.
- Asmayannur, I., Chairul & Syam, Z. (2012). Analisis Vegetasi Dasar di Bawah Tegakan Jati Emas (*Tectona grandis* L.) dan Jati Putih (*Gmelina arborea* Roxb.) di Kampus Universitas Andalas. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*, 1(2), 172-177.
- Asril. (2014). Dampak Pertambangan galian golongan C Terhadap Kehidupan Masyarakat Kecamatan Koto Kampar Hulu Kabupaten Kampar. *Jurnal Kewirausahaan*, 13 (1), 21-38.
- Budaarsa, K., & Mahardika, G. (2017). Beberapa Jenis Hijauan Sebagai Pakan Tambahan Pada Babi Di Bali. Prosiding Seminar Nasional VI HITPI “Peran Strategis Tumbuhan Pakan dalam Mendukung UPSUS SIWAB untuk Mewujudkan Ketahanan Pangan” Jambi, 23 – 24 November 2017 (63-73).
- Cahyani, R.W., Apriani, H. & Rombe, R. (2015). Teknik Rehabilitasi Lahan Pasca Tambang Galian Golongan C Di KHDTK Labanan Kabupaten Berau (Laporan Hasil Penelitian). B2P2EHD. Samarinda.
- Fajri, M., & Saridan, A. (2012). Kajian Ekologi *Parashorea Malaanonan* Merr Di Hutan Penelitian Labanan Kabupaten Berau, Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Dipterokarpa*, 6 (2), 141-154.
- Fajri & Ngatiman (2017). Studi Iklim Mikro Dan Topografi Pada Habitat *Parashorea Malaanonan* Merr. *Jurnal Penelitian Ekosistem Dipterokarpa*, 3 (1), 1-12. DOI: <http://dx.doi.org/10.20886/jped.2017.3.1.1-12>.
- Fajri, M., Cahyani, R.W. & Budiyo, M. (2018). Teknik Rehabilitasi Lahan Pasca Tambang Galian Golongan C Di KHDTK Labanan Kabupaten Berau (Laporan Hasil Penelitian). B2P2EHD. Samarinda.
- Guerrini, M.M.A., Sacchetti, G., Rossi, D., Paganetto, G., Maldonado, M.E., Andreotti, E., Tognolini, M., & Bruni, R. (2009). Bioactivities of *Piper aduncum* L. and *Piper obliquum* Ruiz & Pavon (Piperaceae) essential oils from Eastern Ecuador. *Journal Environmental Toxicology and Pharmacology*, 27 (2009), 39–48. DOI:10.1016/j.etap.2008.08.002.
- Harahap, Z. (2015). Dampak Penambangan Bahan Galian golongan C Pasir Dan Krikil Terhadap Lingkungan Desa Pertumbuhan Kecamatan Wampu Kabupaten Langkat (Skripsi Sarjana). Universitas Negeri Medan. Medan.
- Hardjowigeno, S. (2016). Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis. Akademika Pressindo. Jakarta.
- Heddy, S. (2010). Agroekosistem: Permasalahan Lingkungan pertanian. Rajawali Pers. Jakarta.
- Hakim, M. F. (2016). Analisa Dampak Lingkungan Komponen Fisika-Kimia Dan Biologi Bahan galian golongan C Di Desa Candimulyo Kecamatan Kertek Wonosobo. *Jurnal Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1 (2016), 207-218.
- Harmayanti, R. S. (2016). Kondisi Sosial Ekonomi Penambang galian golongan C Di Desa Lenek Daya

- Kecamatan Aikmel Kabupaten Lombok Timur NTB. Jurnal Program Studi Pendidikan Ekonomi, 8 (3), 1-10.
- Herdiana, N., Siahaan, H., & Rahman, T.S. (2008). Pengaruh Arang Kompos dan Intensitas Cahaya terhadap Pertumbuhan Bibit Kayu Bawang. Jurnal Penelitian Hutan Tanaman, 5 (3), 1-7.
- Inman N., F., Ostertag, R., Asner, G.P., Cordell, S., Hubbell, S.P., & Sack, L., (2014). Tradeoffs in Seedling Growth and Survival Within and Across Tropical Forest Microhabitats. Jurnal of Ecology and Evolution, 4 (19), 3755-3767.
- Iwan, H. (2012). Komposisi Jenis dan Struktur Tegakan pada Areal Bekas tebangan di PT Salaki Summa Sejahtera, Provinsi Sumatera Barat. Jurnal Silvikultur Tropika, 3 (3), 155-160.
- Jauharlina, Afriyani, M. & Taufik, I. 2017. Komunitas Serangga Yang Berasosiasi Dengan Buah *Ficus Racemosa* L. Jurnal Entomologi Indonesia, 14 (2) : 80-88. DOI: 10.5994/Jei.14.2.80.
- Kalima, T. (2013). Populasi dan Habitat Kamps (*Hernandia nymphaeifolia kubitzi*) di Hutan Lindung Ujung Genteng. Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam, 10 (1), 63-79.
- Kenfack, D., Chuyong, G.B., Condit, R., Russo, S. E., & Thomas, D.W. (2014). Demographic Variation and Habitat Specialization of Tree Species in A Diverse Tropical Forest of Cameroon. Jurnal of Forest Ecosystems, Vol. 1(1), 1-13.
- Kok, R.P.J., Sengun, S., & Bramley, G.L.C. (2016). Two New Records For The Lamiaceae Of Singapore. Gardens' Bulletin Singapore 68 (2): 189-200. DOI: 10.3850/S2382581216000144.
- Kunarso, A., & Azwar, F. (2013). Keragaman Jenis Tumbuhan Bawah Pada Berbagai Tegakan Hutan Tanaman Di Benakat, Sumatera Selatan. Jurnal Penelitian Hutan Tanaman, 10 (2), 85-98.
- Kuswandi, R., Sadono, R., Supriyatno, N., & Marsono, D. (2015). Keanekaragaman Struktur Tegakan Hutan Alam Bekas Tebangan Berdasarkan Biogeografi Di Papua. Jurnal Manusia Dan Lingkungan, 22 (2), 151-159.
- Kuswanda, W. (2010). Pengaruh Komposisi Tumbuhan Terhadap Populasi Burungdi Taman Nasional Batang Gadis, Sumatera Utara. Jurnal Penelitian Hutan Dan Konservasi Alam, 7 (2), 193-213.
- Kuswanda, W., & Barus, S.P. (2017). Keanekaragaman Dan Penetapan '*Umbrella Species*' Satwaliar Di Taman Nasional Gunung Leuser. Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea, 6 (2), 113 - 123.
- Maisyaroh, W.(2010). Struktur Komunitas Tumbuhan Penutup Tanah di Taman Hutan Raya R. Soerjo Cagar, Malang. Jurnal Pembangunan dan Alam Lestari, 1 (1), 2087 - 3522.
- Manimozhi, D.M., Sankaranarayanan, S., & Kumar, G.S. (2012). Effect Of Different Extracts Of Stem Bark Of *Ficus* sp. On Multidrug Resistant Pathogenic Bacteria. International Journal Of Pharmaceutical Sciences And Research, 3 (7), 2122-2129.
- Mansur, I. (2010). Teknik Silvikultur untuk Reklamasi Lahan Bekas Tambang. Seameo Biotrop. Bogor.
- Martono, D.S. (2012). Analisis Vegetasi Dan Asosiasi Antara Jenis-Jenis Pohon Utama Penyusun Hutan Tropis Dataran Rendah di Taman Nasional Gunung Rinjani Nusa Tenggara Barat. Jurnal Agritek, 13 (2), 18-27.
- Mawazin & Subiakto, A. (2013). Keanekaragaman Dan Komposisi

- Jenis Permudaan Alam Hutan Rawa Gambut Bekas Tebangan Di Riau (*Species Diversity And Composition*). Indonesian Forest Rehabilitation Journal, 1 (1), 59-73.
- Muhdin, E., Suhendang, D., Wahjono, H., Purnomo, Istomo, & Simangunsong, B.C.H. (2008). Keragaman Struktur Tegakan Hutan Alam Sekunder. *Jurnal Hutan Tropis*, 16 (2), 81-87.
- Muawin. H. A., (2009). Hubungan suhu bagi pertumbuhan tanaman. [http://herumuawin.blospot.com/2009/03/hubungan suhu bagi pertumbuhan tanaman/](http://herumuawin.blospot.com/2009/03/hubungan_suhu_bagi_pertumbuhan_tanaman/). Diakses pada tanggal 16 April 2019.
- Muliani, S., (2014). Pengaruh Tanah, Kelembaban, Angin, Terhadap Pertumbuhan Pohon. <http://srimuliyani.blogspot.co.id/> Diakses pada tanggal 16 April 2019.
- Mukhtar, A.S. & Heriyanto, N.M. (2012). Keadaan Sukesi Tumbuhan Pada Kawasan Bekas Tambang Batubara Di Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Hutan dan konservasi Alam*, 9 (4) : 341-350.
- Mukrimin. (2011). Analisa Potensi Tegakan Hutan Produksi di Kecamatan Parangloe Kabupaten Gowa. *Jurnal Hutan dan Masyarakat*, 6 (1), 67-72.
- Najib & Junaidi. (2009). Kajian Kelayakan Kegiatan Pertambangan Bahan Galian Golongan C Di Kecamatan Cepogo Kabupaten Boyolali. *Jurnal Teknik Volume*, 30 (2), 136-139.
- Najib. (2011). Studi Kerusakan Lingkungan Akibat Penambangan galian golongan C Wilayah Sungai Di Kabupaten Pekalongan. *Jurnal Teknik*, 32 (2), 129-137.
- Ng, K.K.S., Lee, S.L., & Ueno, S. (2009). Impact Of Selective Logging On Genetic Diversity Of Two Tropical Tree Species With Contrasting Breeding Systems Using Direct Comparison And Simulation Methods. *Forest Ecology and Management*, 257 (1), 107-116. DOI: 10.1016/j.foreco.2008.08.035.
- Pereira, K.D.N., Gonzalez, J.C., Raabe, J. And Costa, A.F. (2017). Surface Quality Of The *Ficus* Sp. Wood Veneers Submitted To Finishing Treatments. *Madera Y Bosques*, 23 (2) : 181-191. Doi:10.21829/Myb.2017.2321224.
- Pratiwi & Narendra, B.H. (2012). Pengaruh Penerapan Teknik Konservasi Tanah Terhadap Pertumbuhan Pertanaman Mahoni (*Swietenia Macrophylla* King) Di Hutan Penelitian Carita, Jawa Barat. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 9 (2), 139-150.
- Pratiwi, E. (2010). Pengaruh Pupuk Organik dan Intensitas Naungan Terhadap Pertumbuhan Porang (*Amorphopalus oncophyllus*) (Skripsi Sarjana). *Repository.ipb.ac.id*. Bogor.
- Prisbitari, L.D., S. Nurroh, A. Saimu, M. Muthiany, & Kartini. (2014). Dokumen AMDAL Kegiatan Usaha Penambangan golongan C (Pasir dan Batu) PT Puser Bumi Indonesia. Program Magister Manajemen Lingkungan UGM. Yogyakarta.
- Putri, I. R. (2009). Pengaruh Intensitas Cahaya Matahari terhadap Pertumbuhan Jenis *Shorea parvifolia* dan *Shorea leprosula* dalam Teknik TPTI Intensif (Studi Kasus di Areal IUPHHK PT. Sari Bumi Kusuma Unit Sungai Seruyan Kalimantan Tengah) (Skripsi Sarjana). Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Rodriguesa, F.G., Costa, J.G.M., & Coutinho, H.D.M. (2009). Synergy Effects Of Antibiotics Gentamicin And The Essential Oil Of Croton Zehntneri. *Phytomedicine*, 16 (11), 1052-1055. DOI:10.1016/j.phymed.2009.04.004.
- Ruchaemi, A. (2013). Ilmu Pertumbuhan

- Hutan. Mulawarman University Press. Samarinda.
- Sari, N., & Maharani, R. (2016). Kajian Tempat Tumbuh 3 Jenis Meranti Komersil Di Sangkima, Taman Nasional Kutai, Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Ekosistem Dipterokarpa*, 2 (2), 83-94.
- Sari, N. (2014). Kondisi Tempat Tumbuh Pohon Keruing (*Dipterocarpus* spp) Di Kawasan Ekowisata Tangkahan, Taman Nasional Gunung Leuser, Sumatera Utara. *Jurnal Penelitian Dipterokarpa*, 8 (2), 65-72.
- Saridan, A. (2012). Keragaman Jenis Dipterokarpa Dan Potensi Pohon Penghasil Minyak Keruing Di Hutan Dataran Rendah Kabupaten Berau, Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Dipterokarpa*, 6(2), 75-83.
- Saridan, A & Fajri, M. (2014). Potensi Jenis Dipterokarpa Di Hutan Penelitian Labanan, Kabupaten Berau, Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Dipterokarpa*, 8 (1), 7-14
- Selvan, T.(2014). Vegetation Pattern of Commercially Important Trees in Evergreen Forests of Baratang Island, Andamans. *Jurnal Tree Science*, Volume 33 (1), 12-21.
- Sembiring, S. (2008). Sifat Kimia Dan Fisik Tanah Pada Areal Bekas Tambang Bauksit Di Pulau Bintan, Riau. *Info Hutan*, 5 (2), 123-134.
- Simionatto E, Bonani VFL, Peres MTLP, Hess SC, Candido ACS, Raimo DL, Poppi NR, Matos MFC, Santos ECS, Oguma PM, De Carvalho JE. (2009). Bioactivity And Chemical Composition Of The Essential Oils Of Croton Urucurana Baillon. *Journal of essential oil-bearing plants*, 12 (3), 250–261.
DOI:10.1080/0972060X.2009.10643718.
- Sodhi, N.S., Koh, L.P., Clements, R., Wanger, T.C., Hill, J.K., Hamer, K.C., Clough, Y., Tscharntke, T., Posa, M.R.C., & Lee, T.M. (2010). Conserving Southeast Asian forest biodiversity in humanmodified landscapes. *Biological Conservation*, 143 (10), 2375-2384. DOI:10.1016/j.biocon.2009.12.029.
- Soewardita, H., Sudiana, N., Sittadewi, O.E.H., Prihartanto, Adi, S., & Budiono, Y. (2010). Pengembangan Nutrient Block untuk Mendukung Rehabilitasi Lahan Pasca Tambang. Pusat Teknologi Pengelolaan Sumberdaya Lahan Wilayah dan Mitigasi Bencana. BPPT. Jakarta.
- Suarna, W. (2017). Profil Dan Potensi Produksi Tumbuhan Pakan Lokal Di Provinsi Bali. Prosiding Seminar Nasional VI HITPI “Peran Strategis Tumbuhan Pakan Dalam Mendukung Upsus Siwab Untuk Mewujudkan Ketahanan Pangan” Jambi, 23 – 24 November 2017 (7-19).
- Supeksa, K., Deviana, N.P.E., Dewi, N.G.L.K., Karolina, Y., & Ratmini, N.M. (2012). Analisis Vegetasi Dengan Metode Kuadrat Pada Plot Yang Dibuat Dalam Bentuk Lingkaran Di Kebun Raya Eka Karya Bali.
<https://supeksa.files.wordpress.com/2012/07> diakses 26 September 2018 pukul 22.30 Wita.
- Susanty, F. H. (2015). Status Riset 25 Tahun Plot STREK. Balai Besar Penelitian dipterokarpa. Badan Litbang dan Inovasi. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Bogor.
- Suyanto. (2009). Beberapa Ancaman Terhadap Kawasan Hutan Lindung di Kabupaten Tanah Laut Kalimantan Selatan. *Jurnal Hutan Tropis Borneo*, 10 (27), 262-276.
- Syarifuddin, A. (2011). Identifikasi Plasma Nutfah Vegetasi Hutan Alam Resort Trisula Taman Nasional Bromo Tengger Semeru (TNBTS). *Jurnal Gamma* 6(2), 77 - 94.
- Vunda, S.L.L., Sauter, I.P., Cibulski, S.P.,

- Roehe, P.M., Bordignon, S.A.L., Rott, m.B., Apel, M.A. & Poser, G.L.P. (2012). Chemical composition and amoebicidal activity of *Croton pallidulus*, *Croton ericoides*, and *Croton isabelli* (Euphorbiaceae) essential oils. *Parasitology Research* 111(3), 961-967. DOI 10.1007/s00436-012-2918-6.
- Wahyudi. (2011). Pertumbuhan Tanaman dan Tegakan Tinggal pada Sistem TPTI Intensif (Disertasi). Sekolah Pasca sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Wahyudi, A. (2013). Simpanan Karbon Atas Permukaan Tanah Pada Hutan Tropika Bekas Tebangan Di Berau, Dinamika Struktur Tegakan, Komposisi Jenis Dan Hutan Tropika Bekas Tebangan Di Berau (Thesis). Program Pascasarjana Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Widiyatno, Budiadi, Suryanto, P., Rinarno, Y.D.B.M., Prianto, S.D., & Hendro, Y. (2017). Recovery Of Vegetation Structure, Soil Nutrients And Late-Succession Species After Shifting Cultivation In Central Kalimantan, Indonesia. *Journal Of Tropical Forest Science*, 29 (2), 151–162.
- Windusari, Y., Susanto, R.H., Dahlan, Z., & Susetyo, W. (2011). Asosiasi Jenis Pada Komunitas Vegetasi Suksesi di Kawasan Pengendapan Tailing Tanggul Ganda di Pertambangan PTFI Papua. *Biota*, 16 (2), 242–251. ISSN 0853-8670.
- Wiryono. (2009). *Ekologi Hutan*. Unib Press. Bengkulu.
- Yassir, I., & R.M. Omon. (2009). Pemilihan jenis-jenis pohon potensial untuk mendukung kegiatan restorasi lahan tambang melalui pendekatan ekologis. *Prosiding Workshop IPTEK Penyelamatan Hutan Melalui Rehabilitasi Lahan Pascatambang Batu bara*. Balai Besar Penelitian Dipterokarpa. Samarinda (64-76).
- Yudhistira, Hidayat, W.K., & Hadiyanto, A. (2011). Kajian Dampak Kerusakan Lingkungan Akibat Kegiatan Penambangan Pasir Di Desa Keningar Daerah Kawasan Gunung Merapi. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 9 (2), 76-84.