

# REHABILITASI LAHAN PASCA TAMBANG GALIAN C DENGAN JENIS DIPTEROKARPA

## *Rehabilitation Of Post Mining Land Of Class C With Dipterocarp Species*

Oleh:  
**M. Fajri**

Peneliti Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Ekosistem Hutan Dipterocarpa,  
[fajririmbawan@gmail.com](mailto:fajririmbawan@gmail.com)

Diterima 28-12-2020, direvisi 30-12-2020, disetujui 31-12-2020

### ABSTRACT

*Mining land of type-C mineral has caused problems, because it leaves environmental damage. In order to make the former mining environment better, it is necessary to plant tree species that are in accordance with the characteristics of the post-mining land including dipterocarp species. The purpose of this study was to investigate the effect of fertilization on the growth and survival rate of dipterocarps species. The Research was conducted at KHDTK Labanan Berau, East Kalimantan. The research was conducted between June 2017 until June 2018. Plot size used in the study is 100m x 100m. The Treatments used were 1kg manure+0.5kg litter; 1kg manure without litter; and without applying manure and litter. Each treatment uses 20 plants, with 2 replications in the form of in planting lines. Method used experimental with a completely randomized design with 2 plants species and 3 treatments. Data analysis using ANOVA; tree growth analyzed based on increment of height and diameter. The number of live plants used survival percentage analysis. ANOVA test results for high increment ( $P\text{-Value}=0.951 > \alpha=0.05$ ) and diameter increment ( $P\text{-Value}=0.299 > \alpha=0.05$ ); B). Range of height increment of *S. leprosula* was 70.44-83.01cm, and range of height increment of *D. lanceolata* was 62.91-72.08cm; Range of height increment of *S. leprosula* diameter 0.67-0.97cm, *D. lanceolata* 0.59-0.81cm. Dipterocarps live percentage, *S. leprosula* 37.5-57.5%, *D. lanceolata* 60-75%, 0%. Fertilization treatment not significantly affect height and diameter increment dipterocarp species. Live percentage *S. leprosula* dan *D. lanceolata* categorized medium-high and non-dipterocarps between very low-high.*

*Keyword : rehabilitation, post mining land of class c, dipterocarps species*

### ABSTRAK

Tambang galian C telah menimbulkan masalah, karena meninggalkan kerusakan lingkungan. Upaya menjadikan lingkungan bekas tambang lebih baik, perlu dilakukan penanaman jenis-jenis pohon yang sesuai dengan karakteristik lahan bekas tambang tersebut diantaranya jenis-jenis dipterokarpa. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh pemupukan terhadap riap jenis dan persentase hidup jenis dipterokarpa. Penelitian di KHDTK Labanan Berau, Kalimantan Timur. Penelitian dilakukan antara bulan juni 2017 s/d Juni 2018. Luas ukuran plot yang digunakan dalam penelitian 100m x 100m. Perlakuan yang digunakan yaitu pupuk kandang 1kg+serasah 0,5kg; pupuk kandang 1kg tanpa serasah; serta tanpa pemberian pupuk dan serasah. Setiap perlakuan menggunakan 20 tanaman, dengan 2 kali ulangan dalam bentuk jalur tanam. Metode yang digunakan adalah eksperimen dengan Rancangan acak lengkap dengan 2 jenis tanaman dan 3 perlakuan. Analisis data menggunakan ANOVA; Pertumbuhan pohon dianalisis berdasarkan pertambahan riap tinggi dan riap diameter. Jumlah tanaman hidup menggunakan analisis persentase hidup. Hasil uji ANOVA untuk riap tinggi ( $P\text{-Value}=\alpha=0,050,951 > \alpha=0,05$ ) dan riap diameter ( $P\text{-Value}=0,299 > \alpha=0,05$ ); B). Riap rata-rata tinggi *S. leprosula* 70.44-83,01cm, *D. lanceolata* 62,91-72.08cm); Riap rata-rata diameter *S. leprosula* 0,67-0.97cm, *D. lanceolata* 0.59-0,81cm. Persentase hidup dipterokarpa, *S. leprosula* 37,5-57,5%, *D. lanceolata* 60-75%. Perlakuan pemupukan tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan riap tinggi dan diameter tanaman *S. leprosula* dan *D. lanceolata*. Persentase hidup *S. leprosula* dan *D. lanceolata* masuk kategori sedang-tinggi.

Kata Kunci: rehabilitasi, pasca tambang galian golongan C, jenis dipterokarpa

### I. PENDAHULUAN

Akibat dari kegiatan penambangan galian C batu padas yang terjadi di Kawasan

Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Labanan telah memberi dampak negatif terhadap kawasan tersebut, yaitu terjadinya

perubahan biofisik kawasan, hilangnya vegetasi utama jenis-jenis asli komersial ke jenis-jenis pionir yang kurang hilangnya tempat tinggal/habitat fauna. Pengaruh yang diakibatkan pasca tambang adalah terjadinya perubahan bentang lahan dan keseimbangan ekosistem permukaan tanah (Subowo, 2011); terganggunya fungsi hidrologis, menurunnya keragaman hayati (*biodiversity*), menurunnya serapan karbon (*carbon sequestration*) (Asir, 2013); berubahnya kondisi iklim mikro (Fajri, 2019); meningkatnya sedimentasi dan erosi, penurunan kualitas air dan tanah (Yudhistira *et al.*, 2011); (Prisbitari *et al.*, 2014); selain itu terjadi pergeseran mata pencaharian penduduk, Hakim, (2016).

Beberapa kegiatan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya mengenai rehabilitasi lahan pasca tambang dengan menggunakan jenis-jenis dipterokarpa, seperti di PT Berau Coal menggunakan jenis *Shorea balangeran*, di PT Jembatan Muara Bara menggunakan jenis *Shorea* spp dan beberapa jenis dari famili dipterokarpa lainnya (Setyowati *et al.*, 2017); di PT Kitadin menggunakan jenis *S. agamii*, *S. atrinervosa*, *S. balangeran*, *Cotylelobium burckii*, dan *Parashorea smythiesii* (Susilo, 2016); di PT Indo Tambang Raya Megah, menggunakan jenis *S. lamellata*, *S. balangeran*, *S. smithiana*, *S. leprosula*, *Dryobalanops sumatrensis*, *D. oblongifolia* (Lestari *et al.*, 2019).

Salah satu langkah untuk mengembalikan kawasan lahan pasca tambang galian golongan C batu padas ke kondisi semula adalah rehabilitasi lahan dengan jenis tumbuhan asli dari jenis dipterokarpa. Menurut Saridan (2012); Saridan & Fajri (2014), pada KHDTK Labanan, terdapat sekitar 6-7 marga dan 26-29 jenis dipterokarpa. Jenis ini bisa ditanam untuk rehabilitasi lahan dan hutan (Majuakim & Kitayama, 2013; Susanti & Maryudi, 2016). Jenis dipterokarpa yang bisa dijadikan tanaman rehabilitasi adalah

meranti/*S. leprosula* dan kapur/*D. lanceolata*. Dua jenis ini dipilih karena merupakan tanaman asli yang hidup di KHDTK Labanan.

Meranti/*S. leprosula* merupakan jenis dipterokarpa yang mudah ditanam, harga kayu cukup tinggi, riap relatif cepat, dan kayunya cukup banyak manfaatnya (Soekotjo, 2009; Mashudi & Setiadi, 2017), sedangkan *D. lanceolata* termasuk juga jenis dipterokarpa bernilai ekonomi tinggi, memiliki kelas kuat II dan kelas awet III (Dodo, 2016), sudah banyak ditanam baik skala kecil maupun skala besar di Kalimantan Timur (Ngatiman, 2012), sumber bahan *oligomer resveratrol*, yaitu bahan bioaktif termasuk antioksidan, antijamur, antibakteri, antikanker, anti pengentalan darah (Wibowo, *et al.*, 2011; (Sahidin, *et al.*, 2017; Ritonga *et al.*, 2018). Jenis dipterokarpa ini merupakan spesies pohon yang sering dimanfaatkan dalam gerakan rehabilitasi lahan bekas tambang di Kalimantan Timur (Fujiki *et al.*, 2016; Pratiwi *et al.*, 2014).

Menurut Sara *et al.*, (2019); Sudarsono *et al.*, (2014); Gautam & Pathak (2014); Bandyopadhyay *et al.*, (2010); Widyati (2015), penggunaan pupuk organik bertujuan untuk memperbaiki struktur tanah baik sifat fisik, kimia dan biologis tanah, dan meningkatkan ketersediaan unsur hara dalam tanah. Salah satu pupuk organik adalah pupuk kandang sapi. Pupuk kandang sapi merupakan pupuk dingin yang bisa menyediakan unsur hara bagi tanaman secara perlahan-lahan, diantaranya adalah meningkatkan ketersediaan unsur P organik (Fikdalillah *et al.*, 2016), N organik (Marwanto *et al.*, 2018; Dwinta *et al.*, 2018), unsur K organik dan belerang (Mahabub *et al.*, 2016), unsur C organik (Atman *et al.*, 2018), meningkatkan kelimpahan fauna tanah (Dwinta *et al.*, 2018). Menurut Prihastuti *et al.*, (2015), penggunaan pupuk organik lebih ramah lingkungan, murah dan aman bagi lingkungan.

Serasah merupakan bahan organik yang sudah mati berasal dari organ tanaman yang

jatuh ke permukaan tanah (Bargali *et al.*, 2015). Menurut Susanti & Halwany (2017), serasah tanaman dapat berupa daun, batang, ranting, bahkan akar. Serasah punya peranan penting sebagai penyedia unsur hara mineral bagi tanah (Muhsin *et al.*, 2017; Riyanto *et al.*, 2013), sumber energi dan nutrisi utama yang umum di tanah berhutan (Palacios *et al.*, 2016).

Hasil penelitian (Cahyani *et al.*, 2015), menunjukkan bahwa kondisi tanah untuk sifat fisik, nilai bulk density atau massa jenis tanah, 0,93 g/cc -1,39 g/cc (kategori rendah-sedang), kondisi total *pore space* atau keruangan pori-pori tanah total dengan kisaran nilai 46.20-64.03% (kategori sedang). Nilai kelembaban tanah antara 30,60-32,96% (kategori rendah) dan permeabilitas air antara 2,60-7,64 cm/jam (kategori sedang). Untuk sifat kimia, pH tanah antara 6,39-7,72 (netral-agak basa). Kandungan N antara 0,11-0,18% (kategori rendah), kandungan C-organik antara 1,26-3,13% (rendah dan tinggi), kandungan K antara 5,63-7,94 mg K<sub>2</sub>O/100 gr (kategori sangat rendah) dan kandungan Pospor antara 36,05-60,46 mg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/100 gr (kategori sangat tinggi). Hasil penelitian komposisi jenis dan kondisi lingkungannya (Fajri & Garsetiasih, 2019), menunjukkan bahwa vegetasi utama dari tingkat pohon-semai masih dari jenis non dipterokarpa dengan kondisi iklim mikronya sudah mulai membaik, suhu lingkungan antara

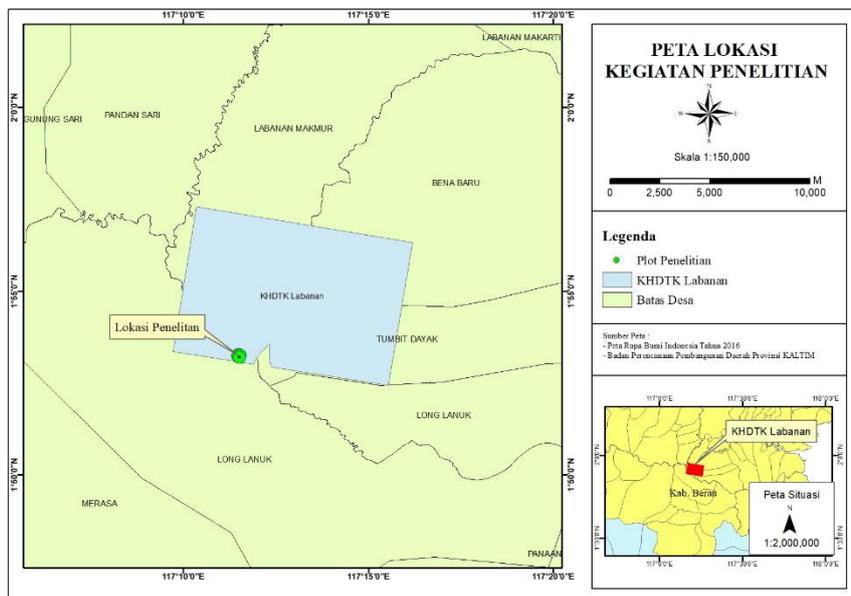
28°-32°C, kelembaban lingkungan antara 55-73% dan intensitas cahaya 70,6-82,9%. Menurut Sari (2014), jenis dipterokarpa sudah bisa ditanam pada habitat dengan kondisi suhu lingkungan 24°C-27°C, kelembaban 78%-84, dengan topografi landai dan berbukit dengan ketinggian 130-200 mdpl. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kondisi tanah pada studi area kurang subur sehingga perlu dilakukan pemupukan dengan pupuk organik, selain itu jenis dipterokarpa yang merupakan vegetasi utama pada saat sebelum dilakukan penambangan tidak ditemukan lagi, sehingga perlu dilakukan rehabilitasi dengan jenis asli tersebut. Jenis non dipterokarpa selain untuk perbaikan lingkungan diharapkan dapat dimanfaatkan untuk masyarakat sekitar KHDTK dari hasil hutan bukan kayunya.

Berdasarkan pertimbangan kondisi diatas, maka perlu dilakukan penelitian rehabilitasi lahan pasca tambang galian golongan C dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh pemupukan terhadap pertumbuhan jenis tanaman dipterokarpa, dan persentase hidup jenis dipterokarpa.

Adapun hipotesa dari penelitian ini adalah perlakuan pemupukan dengan pupuk kandang sapi dan serasah akan berpengaruh nyata terhadap riap tinggi dan riap diameter tanaman meranti *S. leprosula* dan kapur *D. lanceolata*.

## II. METODOLOGI

### A. Lokasi Penelitian



Gambar (Figure) 1. Peta lokasi penelitian (Map of research location).

Penelitian dilakukan di lahan pasca tambang galian golongan C (batu padas), KHDTK Labanan, Kabupaten Berau, Kalimantan Timur. Luas lahan pasca tambang batu padas sekitar 2 hektar. Pada lokasi penelitian sudah ditumbuhi jenis tanaman pionir berumur sekitar 6-7 tahun pasca kegiatan penambangan galian golongan C (Fajri & Garsetiasih, 2019). 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. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah buku ekspedisi, kaliper, stick meter, label tanaman, alat tulis, kamera digital, kompas, meteran (30 m), dan GPS. Bahan yang digunakan adalah bibit meranti/*S. leprosula* dan kapur/*D. lanceolata* yang merupakan cabutan dari KHDTK Labanan dengan umur bibit cabutan umur 8 bulan dengan tinggi rata-rata 45,12 cm untuk anakan *S. leprosula* dan 52,2 cm untuk anakan jenis *D. lanceolata* pada waktu ditanam, pupuk kandang sapi dan serasah dari daun-daun

tanaman jenis-jenis pionir pada lokasi penelitian.

### C. Metode Pembuatan Plot

#### 1. Rancangan Percobaan

Berdasarkan data hasil analisis sifat fisik dan kimia tanah pada lokasi penelitian, dimana pH tanah sudah mendekati netral, kandungan N yang rendah, C organik antara rendah dan tinggi, P sangat tinggi dan K yang sangat rendah (Cahyani *et al.*, 2015) dan bibit dipterokarpa yang berasal dari cabutan alam, sehingga perakarannya masih mengandung tanah dari sekitar pohon induk dipterokarpa sehingga diharapkan jamur mikorhiza tetap menempel dan bisa menginfeksi akar semai (Widiyatno *et al.*, 2014), dimana simbiosis ini membantu tanaman dalam memperoleh air dan zat hara/substrat organik dari dekomposisi bahan organik (Ulfa *et al.*, 2019; Lindahl & Tunlid, 2015). Berdasarkan pertimbangan dari hasil analisis tanah dan adanya simbiosis akar tanaman jenis dipterokarpa dengan mikorhiza, maka dilakukan sedikit tambahan pemupukan dengan pupuk kandang dan serasah terhadap

tanaman meranti/*S. leprosula* dan kapur/*D. lanceolata*, dimana perlakuan pemupukannya adalah sebagai berikut : 1. Pupuk kandang 1kg+serasah 0,5 kg (2 ulangan/jenis); 2. Pupuk kandang 1 kg (2 ulangan/jenis); 3. Tanpa pemberian pupuk (1 ulangan/jenis), diulang 2 kali (ulangan dalam bentuk jalur) untuk masing-masing jenis, sehingga jenis meranti/*S.*

*leprosula* dan kapur/*D. lanceolata* memiliki 3 perlakuan pemupukan.

Metode yang digunakan adalah metode eksperimental dengan rancangan acak lengkap yang terdiri atas 2 jenis tanaman dan 3 jenis perlakuan. Matriks rancangan dapat dilihat pada Tabel 1 sedangkan desain plot tanaman bisa dilihat seperti pada Gambar 2.

Tabel (Table) 1. Rancangan acak lengkap (*Complete random design*)

Perlakuan ( <i>Treatments</i> )		
Pupuk kandang 1kg+Serasah ( <i>Manure 1kg + Litter</i> )	Tanpa pemberian pupuk kandang dan serasah ( <i>Without applying manure and litter</i> )	Pupuk kandang 1kg tanpa serasah ( <i>Manure 1kg without litter</i> )
$Y_{11}$	$Y_{21}$	$Y_{31}$
$Y_{12}$	$Y_{22}$	$Y_{32}$

Sumber (*Source*): Sudjana, (1996)

Ket (*Remark*):  $Y_{11}$ =Perlakuan ke 1, pengulangan ke 1(*Treatment 1, repetition 1*),  $Y_{12}$ = Perlakuan ke 1, pengulangan ke 2 (*Treatment 1, repetition 2*),  $Y_{21}$ = Perlakuan ke 2, pengulangan ke 1(*Treatment 2, repetition 1*),  $Y_{22}$ = Perlakuan ke 2, pengulangan ke 2 (*Treatment 2, repetition 2*),  $Y_{31}$ = Perlakuan ke 3, pengulangan ke 1 (*Treatment 3, repetition 1*),  $Y_{32}$ = Perlakuan ke 3, pengulangan ke 2 (*Treatment 3, repetition 2*).

### 3. Penanaman Dilapangan

Untuk persiapan penanaman di lapangan, langkah pertama adalah membuat plot penelitian yang dilakukan secara *purposive sampling* dengan luas 1 hektar, plot penelitian berbentuk bujur sangkar dengan panjang sisi 100 meter (Sari & Maharani, 2016). Selanjutnya melakukan pembukaan plot secara manual dalam bentuk jalur tanaman, kemudian memasang ajir tanam dengan jarak 5 m x 5 m, dan membuat lubang tanam, dengan ukuran 30cm x 30cm x 30 cm. (Mawazin & Suhaendi, 2012) menyatakan bahwa jarak tanam merupakan salah satu faktor yang dapat menentukan produktivitas tanaman karena berpengaruh terhadap besar-kecilnya intensitas cahaya. Kemudian lobang tanam dibiarkan sekitar 3 hari, sambil menyiapkan pupuk kandang sapi, serasah dan hardening bibit meranti/*S. leprosula* dan kapur/*D. lanceolata* dilapangan. Satu minggu kemudian baru dilakukan kegiatan pemupukan dan penanaman tanaman meranti/*S. leprosula* dan kapur/*D. lanceolata*.

Penanaman dengan perlakuan

pemupukan pada lokasi penelitian dalam bentuk jalur tanam, dimana setiap jalur tanam ada 20 tanaman, dengan penjelasan sebagai berikut :1). Jalur 1 dan 13 tanaman *S. leprosula* dengan perlakuan pupuk kandang 1kg + serasah 0,5 kg; 2). Jalur 3 dan 15, tanaman *D. lanceolata* dengan perlakuan pupuk kandang 1kg + serasah 0,5 kg; 3). Jalur 5 dan 17 tanaman *S. leprosula* dengan perlakuan pupuk kandang 1kg; 4). Jalur 7 dan 19, tanaman *D. lanceolata* dengan perlakuan pupuk kandang 1kg; 5). Jalur 9, tanaman *S. leprosula* dengan perlakuan tanpa pupuk kandang dan serasah; 6). Jalur 11, tanaman *D. lanceolata* dengan perlakuan tanpa pupuk kandang dan serasah.

Setelah penanaman, dilakukan pemberian label pada tanaman dan pengukuran awal tinggi dan diameter tanaman. untuk pemeliharaan tanaman dilakukan 6 bulan sekali dengan melakukan pembersihan jalur tanaman.

### 4. Pengambilan Data

Data yang dikumpulkan meliputi :1). Data hasil perlakuan pemupukan; 2). Data riap

(tinggi dan diameter tanaman); 3). Persen hidup tanaman. Lama Penelitian 1 tahun dari bulan Juni 2017 s/d bulan Juni 2018. Pengukuran diameter tanaman dengan menggunakan kaliper, diukur 3 cm dari permukaan tanah dan tinggi tanaman menggunakan stick meter diukur dari pangkal batang hingga ujung tanaman.

a. Riap tinggi tanaman

$$rh = h_1 - h_0 \quad (1)$$

Ket :  
 rh = Riap tinggi tanaman (cm)  
 h<sub>0</sub>= Tinggi awal rata-rata tanaman (cm)  
 h<sub>1</sub> = Tinggi rata-rata tanaman tahun ke-n(cm)

b. Riap diameter tanaman

$$rd = d_1 - d_0 \quad (2)$$

Ket :  
 rd = Riap diameter tanaman (cm)  
 d<sub>0</sub>= Tinggi awal rata-rata tanaman (cm)  
 d<sub>1</sub> = Tinggi rata-rata tanaman tahun ke-1(cm)

**2. Analisis Variansi (ANOVA)**

Analisis Variansi (ANOVA) adalah teknik analisis statistik yang dikembangkan dan diperkenalkan pertama kali oleh Sir R. A Fisher (Sudjana, 1996). ANOVA merupakan salah satu uji parametrik yang berfungsi untuk

**D. Analisis Data**

**1. Riap Tinggi Dan Diameter Tanaman**

Perhitungan riap adalah riap/pertambahan dimensi tanaman setiap tahun, dengan pendekatan rumus perhitungan (Loetsch *et al.*, 1973; Husch *et al.*, 2003).

membedakan nilai rata-rata lebih dari dua kelompok data dengan cara membandingkan variansinya (Ghozali, 2009). Untuk memudahkan perhitungan ANOVA, maka dapat digunakan tabel ANOVA sebagai berikut:

Tabel (Table) 2. Analisis Variansi (Varians analysis) Sumber Variansi (Source of Variance)	Derajat Bebas (Free degrees)	Jumlah Kuadrat (Number of square)	Kuadrat Tengah (Middle square)	F Hitung (F count)
Perlakuan (Treatment)	t-1	JKK	KTK	$F = \frac{KTK}{KTG}$
Galat (Error) Total (Totally)	t(r-1) (txr)-1	JKG JKT	KTG	

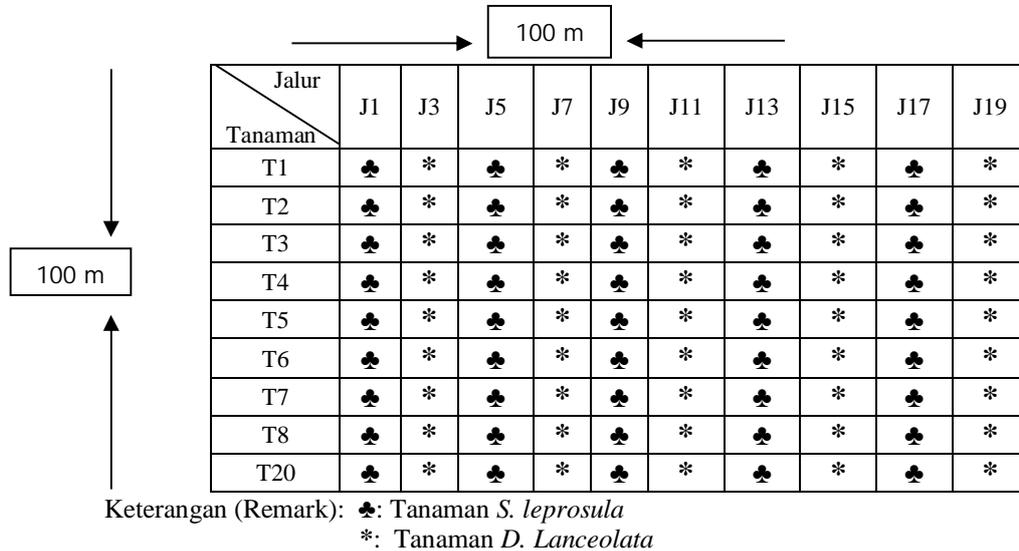
Sumber (Source) Ghozali, (2009).

Keterangan (remark): t=perlakuan (treatment), r=pengulangan (repetition),JKP=jumlah kuadrat perlakuan (number of treatment squares), JKK=jumlah kuadrat kelompok (number of groups squares), JKG=jumlah kuadrat galat (number of error squares), JKT=jumlah kuadrat total (number of totally squares), KTP=kuadrat tengah perlakuan (squares of middle treatment), KTK=kuadrat tengah kelompok (squares of middle groups), KTG=kuadrat tengah galat(squares of middle error).

### 3. Persentase Hidup

$$\text{Persentase hidup} = \frac{\text{Jumlah tanaman hidup}}{\text{Total jumlah tanaman}} \quad (3)$$

Data persentase hidup akan dianalisis dengan menggunakan analisis secara deskriptif kuantitatif.



Gambar 2. Desain plot tanaman (*Design of plants plot*).

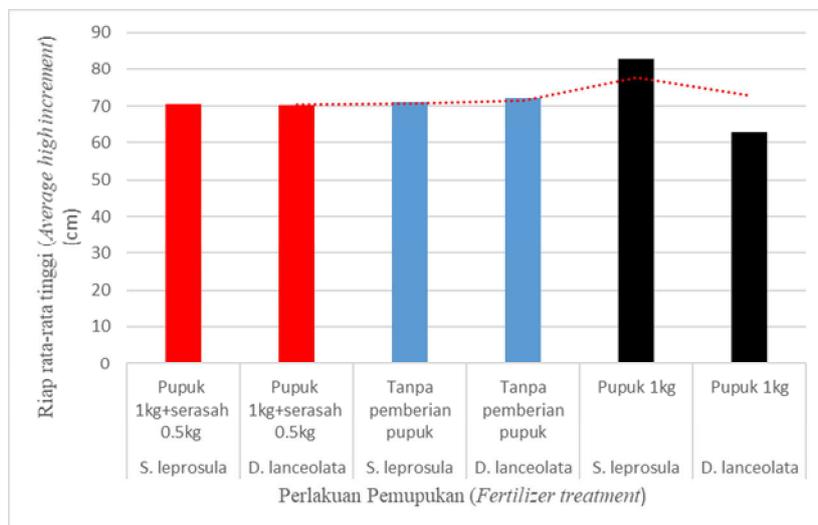
### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Pengukuran Riap Tinggi Dan Diameter Tanaman Dipterokarpa

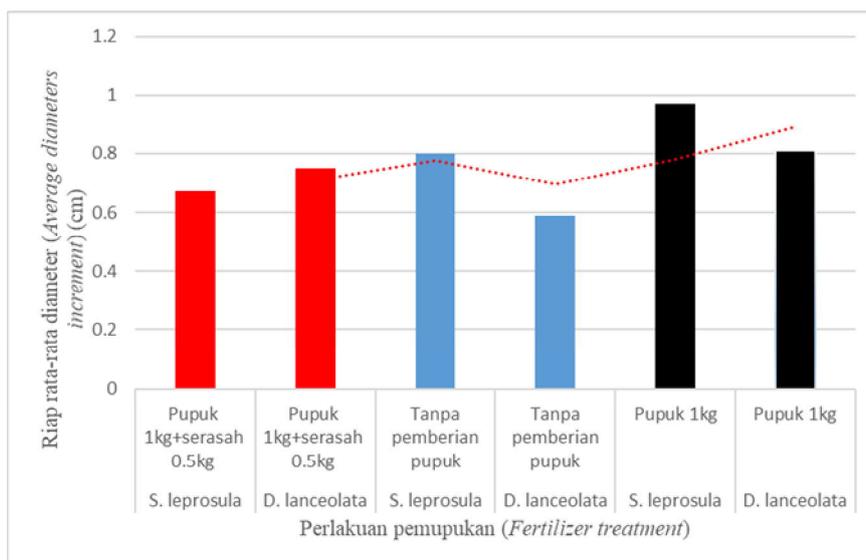
Menurut Ruchaemi (2013), riap adalah pertambahan alami dalam kurun waktu singkat ataupun secara periodik. Riap dipakai untuk menyatakan pertambahan dimensi pohon, memprediksi untung rugi pengelolaan tegakan

dalam jangka waktu tertentu (Susila, 2010). Menurut Junaedi *et al.*, (2010), riap merupakan komponen penting yang akan menentukan kualitas fisik bibit.

Hasil pengukuran riap tinggi dan diameter tanaman *S. leprosula* dan *D. lanceolata* bisa dilihat pada 3 dan 4 dibawah ini.



Gambar 3. Riap rata-rata tinggi tanaman *S. leprosula* dan *D. lanceolata*.



Gambar 4. Riap rata-rata diameter tanaman *S. leprosula* dan *D. lanceolata*.

Pada Gambar 3 dan 4, bisa dilihat riap rata-rata tinggi dan diameter tahun ke-2 untuk meranti/*S. leprosula* 70,44-83,01 cm dan 0,67-0,97 cm sedangkan kapur/*D. lanceolata* 62,91-72,08 cm dan 0,59-0,81 cm. Hasil dari pertumbuhan riap rata-rata tinggi dan diameter dengan perlakuan pemupukan pupuk kandang sapi+serasah, perlakuan pemupukan pupuk kandang sapi saja dan tanpa pemupukan pupuk kandang sapi dan serasah tidak terlalu berbeda jauh. Hal ini diduga bahwa tanaman dari jenis-jenis dipterokarpa, pertumbuhannya juga dipengaruhi oleh faktor lingkungannya. Kondisi ini sesuai, bila dilihat dari nilai standar deviasi yang tinggi yang menunjukkan bahwa pertumbuhan riap baik tinggi maupun diameter pada lokasi penelitian tidak sama pada setiap tanaman. Ada tanaman yang cepat pertumbuhan riapnya, ada yang sedang dan ada yang lambat. Beberapa faktor lingkungan yang diduga sangat mempengaruhi pertumbuhan dari tanaman jenis-jenis dipterokarpa ini adalah sebagai berikut: 1).Intensitas cahaya; 2).Tanaman pengganggu atau gulma; 3).Kondisi tanah yang masih berbatu. Bila tanaman berada pada intensitas cahaya 40% dan naungan 60% (Sukendro & Sugiarto, 2012), gulma tidak ada dan kondisi top soil yang bagus, tidak berbatu, maka

pertumbuhan riapnya akan normal. Bila kondisi lingkungan bagus, dimana intensitas cahaya 40% dan naungan 60% (Sukendro & Sugiarto, 2012), tidak ada gulma, tetapi kondisi tanah masih berbatu (top soil tipis) tanaman masih tumbuh tapi lambat. Bila kondisi lingkungan jelek dimana intensitas cahaya tinggi 70,6%-82,9% (Fajri & Garsetiasih, 2019), banyak tanaman gulma, kondisi tanah berbatu, maka tanaman kemungkinan terhambat pertumbuhannya dan bisa mengalami kematian. Hal ini sesuai dengan pendapat Mawazin & Suhaendi (2011), bahwa pada tingkat semai dan pancang umumnya bersifat toleran yang memerlukan cahaya tidak penuh.

Pada Gambar 3 dan 4, juga bisa dilihat bahwa walaupun riap rata-rata tanaman jenis dipterokarpa pada lokasi penelitian masih lambat, tetapi sudah memberi tanda yang positif dalam pertumbuhannya. Diharapkan ketika kondisi habitat pada lokasi penelitian sudah berjalan dengan normal, riap jenis dipterokarpa ini bisa seperti riap jenis dipterokarpa di hutan alam seperti: 1). riap meranti/*S. leprosula* umur 4 tahun pada areal bekas tebangan dengan perlakuan jarak tanam 6 m x 3 m, jalur tanam dibersihkan dari pohon-pohon besar dan bibit berasal dari pohon plus

dimana riap tinggi antara 1,5-2,6 m/tahun dan riap diameter 1,66-2,78 cm/tahun (Naiem *et al.*, 2014); 2). riap meranti/*S. leprosula* umur 6,5 tahun pada areal bekas tebangan dengan perlakuan jarak tanam 6 m x 3 m, penanaman pada daerah rumpang, bibit berasal dari alam dengan media tanam top soil dari habitat aslinya yang membawa ektomichoriza pada akar tanaman, dimana riap tinggi 1,28 m/tahun dan riap diameter 2,2 cm/tahun (Widiyatno *et al.*, 2014); 3). riap meranti/*S. leprosula* pada areal bekas tebangan dengan perlakuan penanaman menggunakan sistem jalur, jarak tanam dalam jalur 2,5 m, jarak antar jalur 20 m, lebar jalur 3 m, bibit berasal dari cabutan alam yang sudah diseleksi, dimana riap tinggi sebesar 88,2 cm-172,4 cm dan riap diameter sebesar 0,8 cm-1,6 cm (Adman, 2011); 4). Riap kapur/*D. lanceolata* pada plot Tebang Pilih Tanam Jalur dengan teknik SILIN di PT. BFI dengan perlakuan jarak tanam 2,5 x 2,5 meter dengan jarak antar jalur 20 meter, dimana riap tinggi dan riap diameter setiap tahun sebesar 106,881 cm dan 0,947 cm (Karmilasanti & Fernandes, 2011).

## **B. Pengaruh Pemupukan Terhadap Riap Tinggi Dan Diameter**

Hasil analisis variansi (ANAVA) untuk mengetahui pengaruh perlakuan pemupukan terhadap riap tinggi dan diameter diperoleh bahwa *p-value* untuk pengaruh perlakuan pupuk terhadap riap tinggi adalah  $\alpha = 0,050,951 > \alpha (0,05)$  maka diputuskan  $H_0$  gagal ditolak. Ini berarti ketiga perlakuan pupuk tidak berpengaruh nyata terhadap riap tinggi tanaman meranti/*S. leprosula* dan kapur/*D. lanceolata*. Sedangkan *p-value* untuk pengaruh perlakuan pupuk terhadap riap diameter adalah  $\alpha = 0,050,229 > \alpha (0,05)$  maka diputuskan  $H_0$  gagal ditolak. Ini berarti ketiga perlakuan berupa pemberian pupuk tidak berpengaruh nyata terhadap riap diameter tanaman meranti/*S. leprosula* dan kapur/*D. lanceolata*. Hasil analisis ini mengindikasikan bahwa tanaman dari jenis-

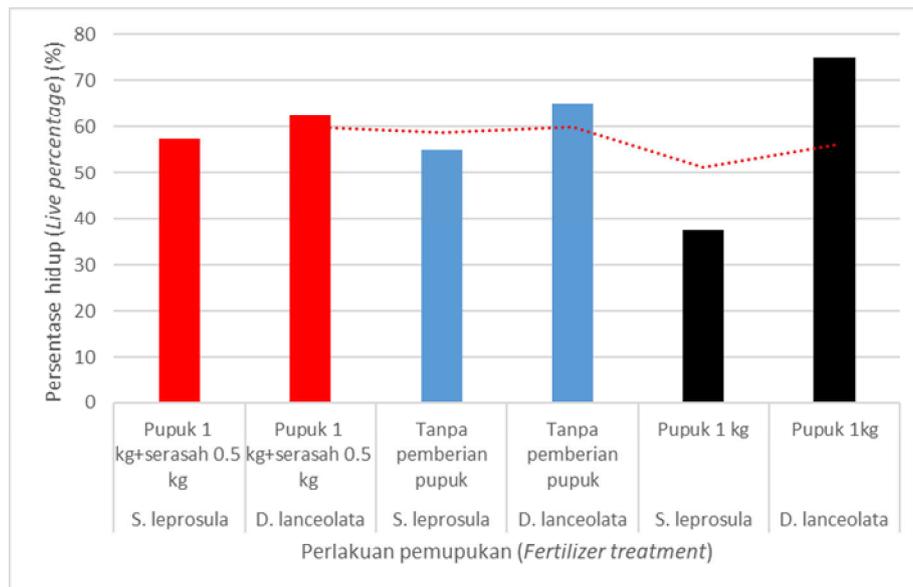
jenis dipterokarpa ini pada tingkat anakan sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti intensitas cahaya, kelembaban, suhu lingkungan (Sari, 2014; Mawazin & Suhaendi, 2011), dan tanaman pengganggu atau gulma (Dodo & Hidayat, 2018; Ngatiman & Fajri, 2018; Ngatiman & Fajri, 2016; Yanti *et al.*, 2016; Sembodo, 2010). Sedangkan kondisi kesuburan tanah akan maksimal ketika kondisi lingkungan sesuai dengan karakteristik yang diinginkan oleh tanaman dari jenis-jenis dipterokarpa pada tingkat anakan.

Untuk kondisi tanah, walaupun perlakuan pemupukan tidak berpengaruh nyata terhadap riap tinggi dan diameter tanaman dipterokarpa, tetapi perlakuan pemupukan dengan pupuk kandang sapi dan pemberian serasah diharapkan bisa menambah unsur nutrisi untuk tanaman meranti/*S. leprosula* dan kapur/*D. lanceolata*. Menurut (Sudarsono *et al.*, 2013), pupuk kandang bisa membantu ketersediaan unsur hara makro seperti N, P, K, Ca dan Mg, membantu perkembangan vegetatif dan generatif tanaman (Trisnawati & Murniati, 2018); membantu pertumbuhan tanaman (Rahanita *et al.*, 2015); meningkatkan permeabilitas dan kandungan bahan organik dalam tanah, mengecilkan nilai erodibilitas tanah dan meningkatkan ketahanan tanah terhadap erosi (Yuliana *et al.*, 2015), sedangkan serasah mempunyai peranan penting sebagai penyedia sumber hara mineral seperti C, N dan P, K, Ca dan Mg, dari proses siklus alami (Sudomo & Widiyanto, 2017; Aprianis, 2011). Hal ini akan lebih maksimal lagi bila perakarannya sudah bersimbiosis dengan ektomikoriza, sehingga bisa membantu akar tanaman menyerap unsur hara seperti nitrogen, carbon tanah, posfat secara maksimal (Tawaraya & Turjaman, 2014; Lindahl & Tunlid, 2015; Lee, 1998).

## **C. Persentase Hidup Jenis Tanaman Dipterokarpa**

Persentase hidup anakan meranti/*S. leprosula* dan kapur/*D. lanceolata* pada lokasi

penelitian, bisa dilihat pada Gambar 5 dibawah ini:



Gambar 5. Persentase hidup tanaman *S. leprosula* dan *D. lanceolata*.

Pada Gambar 5 bisa dilihat bahwa persentase hidup anakan jenis meranti/*S. leprosula* antara 37,50-57,50% dan kapur/*Dryobalanops lanceolata* antara 62,50-75%. Adanya kematian pada tanaman dipterokarpa disebabkan oleh masih suburnya pertumbuhan gulma yang disebabkan oleh intensitas cahaya yang cukup tinggi (70,6 %–82,9 %), yang mendukung pertumbuhan gulma tersebut. Masih tingginya intensitas cahaya karena kerapatan jenis pohon yang hanya 233 pohon/hektar dengan jenis pohon pionir yang mempunyai tajuk tidak rapat (Fajri & Garsetiasih, 2019). Menurut Kunarso & Azwar (2013), bahwa kerapatan pohon, karakter tajuk dan bentuk daun setiap jenis pohon yang menaungi mempengaruhi intensitas cahaya yang masuk. Menurut (Sembodo, 2010; Ngatiman & Fajri, 2016), gulma adalah tumbuhan yang mengganggu atau merugikan tanaman pokok, baik yang masih kecil maupun yang sudah besar.

Jenis gulma yang ditemukan pada lokasi penelitian adalah jenis liana/*Lygodium circinatum* (jenis perambat) dan alang-alang/*Imperata cylindrical* (jenis rumput).

Pada tingkat anakan, beberapa jenis tanaman kapur/*Dryobalanops* sp bisa kalah bersaing dengan berbagai jenis semak dan paku-pakuan yang lebih invasif seperti *Tectaria incisa* dan *Lygodium circinatum* (Dodo & Hidayat, 2018). Menurut Ngatiman & Fajri (2018), jenis gulma yang melilit akan menyebabkan tajuk tanaman inang patah dan menyebabkan tanaman tersebut bisa mati bila tidak dilakukan pemeliharaan, sedangkan jenis alang-alang/*I. cylindrical* yang mengandung senyawa *allelopati* akan menghambat proses riap tanaman pesaingnya (Yanti *et al.*, 2016).

Hasil pada Gambar 5 menunjukkan bahwa tanaman dari jenis dipterokarpa yang hidup telah membantu meningkatkan keragaman jenis vegetasi pada lokasi penelitian. Persentase hidup tanaman yang tidak sama menunjukkan adanya perbedaan kemampuan beradaptasi pada kondisi lahan pasca tambang galian C dari tiap jenis tanaman. Dampak positif lainnya adalah tanaman yang hidup juga membantu memperbaiki kondisi tanah dengan menghasilkan serasah sebagai bahan makanan/media untuk perkembangan

mikroorganisme tanah, selain itu akarnya membantu menghancurkan batu-batu sisa bekas tambang galian C serta meningkatkan kemampuan dalam menyerap karbon pada lokasi penelitian. Tujuan akhir yang diharapkan adalah kembalinya lahan bekas tambang galian C ini menjadi hutan yang didominasi jenis-jenis dipterokarpa serta memberi manfaat bagi masyarakat yang ada di sekitar kawasan melalui pemanfaatan hasil hutan bukan kayunya.

#### **D. Aspek Dan Teknik Rehabilitasi Pasca Tambang.**

Dalam kegiatan rehabilitasi lahan pasca tambang galian C, diperlukan beberapa strategi agar rehabilitasi berjalan sesuai dengan yang diharapkan dimana lahan pasca tambang galian C bisa kembali ke kondisi vegetasi seperti semula. Dalam kegiatan rehabilitasi lahan pasca tambang galian C tidak hanya aspek teknis saja yang dikerjakan, tetapi aspek-aspek lainnya seperti aspek lingkungan, aspek sosial dan aspek ekonomi perlu juga dijadikan pertimbangan. Hal ini penting dilakukan karena lokasi lokasi penelitian berada dekat dengan desa sekitar KHDTK Labanan, sehingga akses ke lokasi penelitian sangat mudah. Sehingga diharapkan kegiatan rehabilitasi lahan pasca tambang galian C ini tidak hanya mengembalikan kawasan pasca tambang galian C ke kondisi semula tetapi juga bisa memberikan manfaat bagi masyarakat di sekitar hutan terutama hasil hutan bukan kayunya (HHBK). Menurut Melese (2016), HHBK akan memberi manfaat secara langsung bagi orang yang tinggal di dekat hutan dibandingkan dengan pemanenan kayu. HHBK merupakan sumber daya hayati dari hutan yang bisa dikumpulkan masyarakat untuk dikonsumsi dan bisa dimanfaatkan sebagai bahan makanan, obat-obatan, dan

fungsi ekonomi (Melese, 2016; Merang *et al.*, 2020; Matius *et al.*, 2018).

Untuk mendukung keberhasilan dalam pelaksanaan rehabilitasi lahan pasca tambang galian C ini, maka dalam melaksanakan berbagai aspek tersebut perlu memperhatikan hal-hal sebagai berikut: 1). Aspek teknis, hal-hal yang perlu dilakukan sebelum kegiatan rehabilitasi adalah melakukan analisa kondisi tanah baik fisik dan kimia untuk melihat tingkat kesuburan tanah, melakukan analisis vegetasi untuk melihat komposisi jenis vegetasi pada lokasi penelitian, sehingga bisa diketahui apakah perlu dilakukan rehabilitasi atau tidak dan jenis apa yang perlu ditanam, pengambilan data kondisi iklim mikronya, untuk mengetahui apakah sudah bisa ditanami dengan jenis-jenis tanaman yang akan dipilih, pemilihan tanaman diutamakan jenis andalan lokal (Asir, 2013), mampu bertahan hidup dan beregenerasi dalam kondisi yang tahan kekeringan, cepat tumbuh dengan nutrisi terbatas (Sheoran & Sheoran, 2009), menghasilkan serasah dan mudah terdekomposisi (Setyowati *et al.*, 2017); 2). Aspek lingkungan, diharapkan tanaman utama bisa cepat memperbaiki kondisi lingkungan terutama kondisi iklim mikronya dan memiliki kemampuan tinggi dalam menyerap karbon; 3). Aspek sosial, kegiatan rehabilitasi ini diharapkan bisa melibatkan masyarakat sekitar hutan dari awal sampai dengan kegiatan pemeliharaannya, serta tanaman utamanya bisa dimanfaatkan oleh masyarakat sekitarnya untuk pemanfaatan dari hasil hutan bukan kayunya; 4). Aspek ekonomi, tanaman utama yang ditanam terutama jenis-jenis non dipterokarpa bisa dimanfaatkan secara ekonomi, seperti tanaman karet, durian dan gaharu.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### A. Kesimpulan

Pertumbuhan riap rata-rata tinggi dan diameter jenis meranti/*S. leprosula* dengan perlakuan pemupukan 1 kg memiliki pertumbuhan yang paling tinggi, sedangkan jenis *D. lanceolata* dengan perlakuan pemupukan 1 kg memiliki persentase hidup paling tinggi.

##### B. Saran

Perlunya kegiatan pemeliharaan rutin 2 bulan sekali atau 5 kali dalam setahun terhadap jalur tanaman untuk mencegah gangguan tanaman pengganggu atau gulma serta pentingnya pengkondisian iklim mikro dengan mempercepat tumbuhnya vegetasi alami dari jenis-jenis pionir agar intensitas cahaya, kelembaban relatif dan suhu lingkungan sesuai dengan kondisi yang diinginkan oleh tanaman dari jenis-jenis dipterokarpa pada saat anakan.

##### Ucapan Terima Kasih

Ungkapan rasa terima kasih diucapkan kepada :1). UPT Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Ekosistem Hutan Dipterokarpa yang telah membantu pembiayaan penelitian ini; 2). Teman-teman teknisi B2P2EHD yang berkontribusi dalam penelitian ini di lapangan; 3). Pimpinan KPH Berau Barat, Kabupaten Berau, yang telah memfasilitasi kegiatan ini di wilayah kerjanya; 4). Kepala Desa Labanan Makmur, Kabupaten Berau yang telah memfasilitasi kegiatan ini di wilayah kerjanya. Pendanaan penelitian bersumber dari DIPA B2P2EHD tahun 2018.

#### DAFTAR PUSTAKA

Adman, B. (2011). Pertumbuhan Tiga kelas mutu bibit meranti merah pada tiga IUPHHK di Kalimantan. *Jurnal Penelitian Dipterokarpa*, 5 (2), 47-60.

Aprianis, Y. (2011). Produksi dan laju dekomposisi serasah *Acacia crassicarpa* A.

Cunn. di PT. Arara Abadi. *Tekno Hutan Tanaman*, 4 (1), 41-47.

- Asir, L.D. (2013). Alternatif teknik rehabilitasi lahan terdegradasi pada lahan pasca galian industri. *Info BPK Manado*, 3 (2):113-129.
- Atman, Bakrie, B., & Indrasti, R. (2018). Effect of cow manure dosages as organic fertilizer on the productivity of organic rice in West Sumatra, Indonesia. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 3 (2),506-511. doi.org/10.22161/ijeab/3.2.25.
- Bandyopadhyay, K.K., Misra, A.K., Ghosh, P.K., & Hati, K.M. (2010). Effect of integrated use of farmyard manure and chemical fertilizers on soil physical properties and productivity of soybean. *Soil Till Res*, 110, 115-125.
- Bargali, S.S., Shukla, K., Singh, L., Ghosh, L. & Lakhera, M.L. (2015). Leaf litter decomposition and nutrient dynamics in four tree species of dry deciduous forest. *Tropical Ecology*, 56 (2): 191-200.
- Cahyani, R.W., Apriani, H., & Rombe, R. (2015). Teknik rehabilitasi lahan pasca tambang galian golongan C di KHDTK Labanan Kabupaten Berau. (*Laporan Hasil Penelitian*). Balai Besar penelitian dan Pengembangan Ekosistem Hutan Dipterokarpa.
- Dodo. (2016). Metode perkecambahan buah bersayap: pohon kapur (*Dryobalanops lanceolata*). *Prosiding Semnas MBI*, 2 (2), 214-218. ISSN: 2407-8050. doi: 10.13057/psnmbi/m02021.
- Dodo & Hidayat, S. (2018). Autekologi *Dryobalanops lanceolata* Burck di kawasan hutan Kinarum dan Tampuan, Kalimantan Selatan. *Buletin Kebun Raya*, 21 (1), 53-66.
- Dwinta, E., Utami, S.N.H., Indarti, s., & Kusumawardani, P.N. (2017). Effect of cow manure, neem compost and straw compost towards N uptake and soil fauna abundance in inceptisol paddy field, Berbah, Sleman. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental*

- Science*, 215(2018), 12-25. doi :10.1088/1755-1315/215/1/012025.
- Fajri, M. (2019). Teknik rehabilitasi lahan pasca tambang galian golongan c di KHDTK Labanan Kabupaten Berau. Dalam Garsetiasih, R & Agustini, L. (Eds) *Pengelolaan lingkungan kehati untuk pemanfaatan berkelanjutan*. Bogor: IPB Press.
- Fajri, M. & Garsetiasih, R. (2019). Komposisi jenis vegetasi lahan pasca tambang galian c di KHDTK Labanan, Kabupaten Berau. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 16 (2), 101-111.
- Fikdalillah, Basir, M., & Wahyudi, I. (2016). Pengaruh pemberian pupuk kandang sapi terhadap serapan fosfor dan hasil tanaman sawi putih (*Brassica pekinensis*) pada entisols sidera. *Agrotekbis* 4 (5) : 491-499.
- Fujiki S, Okada, K.I., Nishio, S., & Kitayama, K. (2016). Estimation of the stand ages of tropical secondary forests after shifting cultivation based on the combination of world view-2 and time-series landsat images. *J Photogramm Remote Sens*, 119, 280-293.
- Gautam, S.S. & Pathak, N. (2014). Effect of Organic Fertilizers on Soybean Yield in Bundelkhand. *TECHNOFAME-A Journal of Multidisciplinary Advance Research*, 3 (2), 84-87.
- Ghozali, I. (2009). Aplikasi analisis multivariate dengan program SPSS. Semarang : Badan Penerbit UNDIP.
- Junaedi, A., Hidayat, A., & Frianto, D. (2010). kualitas fisik bibit meranti tembaga (*Shorea Leprosula* Miq.) asal stek pucuk pada tiga tingkat umur. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 7 (3), 281–288.
- Hakim, M.F. (2016). Analisa dampak lingkungan komponen fisika-kimia dan biologi bahan galian golongan C di Desa Candimulyo Kecamatan Kertek Wonosobo. *Jurnal PPKM*, 3 (2016), 207-218.
- Husch, B., Beers, T.W., & Kershaw, J.A. (2003). *Forest mensuration*. Hoboken, N.J: John Wiley dan Sons, Inc.
- Karmilasanti & Fernandes, A. (2011). Pertumbuhan diameter dan tinggi *Dryobalanops Lanceolata* dengan teknik silin pada plot TPTJ PT. BFI, Kalimantan Timur. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia (MAPEKI) XIV*. Jogjakarta.
- 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.
- Lee, S. (1998). Root symbiosis and nutrition. In S. Appanah & J. M. Turnbull (Eds.), *View dipterocarpaceae ;taxonomy, ecology and silviculture*. (1st ed., pp. 99-114). Bogor: Center for International Forestry Research.
- Lestari, D.A., Fiqa, A.P., Fauziah, & Budiharta, S.(2019). Growth evaluation of native tree species planted on post coal mining reclamation site in East Kalimantan, Indonesia. *Biodiversitas*, 20 (1), 134-143. doi: 10.13057/biodiv/d200116.
- Lindahl BD & Tunlid A. (2015). Tansley insight ectomycorrhizal fungi–potential organic matter decomposers, yet not saprotrophs. *New Phytologist*, 205:1443-1447.
- Loetsch, F., Zohrer, F., & Haller, K. E. (1973). *Forest Inventory* (Eds 2). M'Unchen: Blv Verlagsgesellschaft.
- Mahabub, S.T., Khan, M.S.H., Sarker, S., Mazed, H.M.K., & Tareque, M.H. (2016). Effect of cow manure on growth, yield and nutrient content of mungbean. *Asian Research Journal of Agriculture*, 2 (1): 1-6. doi: 10.9734/ARJA/2016/29297.
- Majuakim, L. & Kitayama, K. (2013). Influence of polyphenols on soil nitrogen mineralization through the format of bound protein in tropical Montane Forest of Mount Kinabalu,

- Borneo. *J Soil Biol Biochem*, Volume 57, 14-21.
- Marwanto, Nasiroh, Mucitro, B.G., & Handjaningsih, M. (2018). Growth effects of combined application of cow manure and inorganic nitrogen fertilizer on growth, yield and nitrogen uptake of black rice. *Akta Agrosia*, 21(2):55-60
- Mashudi & Setiadi, D. (2017). Pengaruh asal populasi dan klon terhadap keragaman riap stek pucuk *Shorea leprosula* Miq. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 6 (2), 125-134.
- Mawazin & Suhaendi, H. (2011). Kajian pertumbuhan tanaman pada ndone silvikultur tebang pilih tanam ndonesia (TPTII) Di Kalimantan Tengah. *Jurnal Penelitian Hutan Dan Konservasi Alam*, 8 (3), 253-261.
- Mawazin & Suhaendi, H. (2012). Pengaruh jarak tanam terhadap diameter *Shorea Leprosula* Miq. Umur lima tahun. *Jurnal Penelitian Hutan Dan Konservasi Alam*, 9 (2), 189-197.
- Matius, P., Tjwa, S.J.M., Raharja, Sapruddin, Noor, S., & Ruslim, Y. (2018). Plant diversity in traditional fruit gardens (Munaans) Of Benuaq and Tunjung Dayaks tribes of West Kutai, East Kalimantan, Indonesia. *Biodiversitas*, 19 (4), 1280-1288. Doi: 10.13057/biodiv/d190414.
- Melese, S.M. (2016). Importance of non-timber forest production in sustainable forest management and its implication on carbon storage and biodiversity conservation in case of ethiopia. *Journal of Biodiversity & Endangered Species*, 4 (1), 1-8.
- Merang, O.P., Lahjie, A.B., Yusuf, S., & Ruslim, Y. (2020). Productivity of three varieties of local upland rice on swidden agriculture field in Setulang Village, North Kalimantan, Indonesia. *Biodiversitas*, 21 (1), 49-56.
- Naiem, M., Widiyatno, & Al-Fauzi, M. Z. (2014). Progeny test of *shorea leprosula* as key point to increase productivity of secondary forest in PT. Balikpapan Forest Industries, East Kalimantan, Indonesia. *Procedia Environmental Sciences*, 20, 816–822.
- Ngatiman & Fajri, M. (2018). Teknik pengendalian gulma terhadap riap *Shorea leprosula* Miq. di KHDTK Labanan, Berau, Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Ekosistem Dipterokarpa*, 4 (1), 35-48.
- Ngatiman & Fajri, M. (2016). Teknik pengendalian gulma pada pertumbuhan meranti merah (*Shorea Johorensis*) di KHDTK Labanan, Berau, Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Ekosistem Dipterokarpa*, 2 (2), 49-56.
- Ngatiman. (2012). Hama penggerek batang pada tanaman kapur (*Dryobalanops lanceolata* Burck). *Mitra Hutan Tanaman*, 7 (1), 19-22.
- Omon, R.M. (2006). Pertumbuhan kayu kamper dan hopea pada lahan alang-alang dengan teknik penyiapan lahan tanam. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 3 (1), 11-23.
- Palacios, P.G., McKie, B.G., Handa, I.T., Frainer, A., & Hattenschwiler, S. (2016). The importance of litter traits and decomposers for litter decomposition: a comparison of aquatic and terrestrial ecosystems within and across biomes. *Functional Ecology*, 30, 819–829. doi: 10.1111/1365-2435.12589.
- Pratiwi, Narendra, B.H., Hartoyo, G.H.E., Kalima, T., & Pradjadinata, S. (2014). Atlas jenis-jenis pohon andalan setempat untuk rehabilitasi hutan dan lahan di Indonesia. Bogor: Forda Press. ISBN: 978-602-71770-6-2.
- Prihastuti, Abidin, Z., & Sutrisno, I. (2015). Evaluation of Organic Fertilizer Application on Soybean in the Village Rubaru, District Sumenep, Madura Island. *International Journal of Research in Agriculture and Forestry*, 2 (6), 27-34.
- Prisbitari, L.D., Nurroh, S., Saimu, A., Muthiany, M., & Kartini. (2014). Dokumen AMDAL Kegiatan Usaha Penambangan golongan C (Pasir dan Batu) PT Puser Bumi Indonesia. Program Magister Manajemen Lingkungan UGM. Yogyakarta.

- Rahanita, P., Susila, A.D., & Kartika, J.G. (2015). Pengaruh pupuk organik pada riap dan hasil tanaman kenikir (*Cosmos caudatus*) dan katuk (*Sauropus androgynus*). *Buletin Agrohorti*, 3 (2), 169-176.
- Ritonga, F.N., Dwiyaniti, F.G., Kusmana, C., Siregar, U.J., & Siregar, I.Z. (2018). Population genetics and ecology of sumatran camphor (*Dryobalanops Aromatica*) in natural and community-owned forests in Indonesia. *Biodiversitas*, 19 (6), 2175-2182.
- Riyanto, Indriyanto, & Bintoro, A. (2013). Produksi seresah pada tegakan hutan di blok penelitian dan pendidikan Taman Hutan Raya Wan Abdul Rachman Provinsi Lampung. *Jurnal Sylva Lestari*, 1 (1), 1-8.
- Ruchaemi, A. (2013). Ilmu riap hutan. Samarinda : Mulawarman University Press.
- Sahidin, I., Wahyuni, W., Malaka, M.H., & Imran, I. (2017). Antibacterial and cytotoxic potencies of stilbene oligomers from stem barks of baoti (*Dryobalanops lanceolata*) growing in Kendari, Indonesia. *Asian J Pharm Clin Res*, 10 (8), 139-143.
- Sara, D.S., Mulyani, O., Septianugraha, R., & Saribun, D.S. (2019). The Effectiveness of cow manure and inorganic fertilizer on sweetcorn (*Zea mays saccharata* Sturt) productivity. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 393 (2019), 12-22. Doi:10.1088/1755-1315/393/1/012022.
- Sari, N. (2014). Kondisi tempat tumbuh pohon keruing (*Dipterocarpus* spp) di kawasan ekowisata Tangkahan, Taman Nasional Gunung Leuser, Sumatera Utara. *Jurnal Penelitian Dipterocarpa*, 8 (2), 65-72.
- Sari, N. & Maharani, R. (2016). Kajian tempat tumbuh 3 jenis meranti komersil di Sangkima, Taman Nasional Kutai, Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Ekosistem Dipterocarpa*, 2 (2), 83-94.
- Saridan, A & Fajri, M. (2014). Potensi jenis dipterocarpa di hutan penelitian Labanan, Kabupaten Berau, Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Dipterocarpa*, 8 (1), 7-14.
- Saridan, A. (2012). Keragaman jenis dipterocarpa dan potensi pohon penghasil minyak keruing di hutan dataran rendah Kabupaten Berau, Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Dipterocarpa*, 6 (2), 75-83.
- Sembodo, D.R.J. (2010). Gulma dan pengelolaannya. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Setyowati, R.D.N., Amala, N.A., & Aini, N.N.U. (2017). Studi pemilihan tanaman revegetasi untuk keberhasilan reklamasi lahan bekas tambang. *Al Ard: Jurnal Teknik Lingkungan*, 3 (1):14-20.
- Sheoran, V. & Sheoran, A.S. (2009). Reclamation of abandoned mine land. *Journal of Mining and Metallurgy*, 45 A (1), 13-32.
- Subowo, G. (2011). Penambangan sistem terbuka ramah lingkungan dan upaya reklamasi pasca tambang untuk memperbaiki kualitas sumberdaya lahan dan hayati tanah. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 5 (2), 83-94.
- Sudarsono, W.A., Melati, M., & Aziz, S.A. (2014). Growth and yield of organic rice with cow manure application in the first cropping season. *Agrivita*, 36 (1), 19-25. doi.org/10.17503/Agrivita-2014-36-1-p019-025.
- Sudarsono, W.A., Melati, M., & Aziz, S.A. (2013). Riap, serapan hara dan hasil kedelai organik melalui aplikasi pupuk kandang sapi. *Jurnal Agron. Indonesia*, 41 (3), 202-208.
- Sudjana. (1996). *Metode statistika*. Bandung : Tarsito Bandung
- Sudomo, A. & Widiyanto, A. (2017). Produktifitas seresah sengon (*Paraserianthes falcataria*) dan sumbangannya bagi unsur kimia makro tanah. Prosiding Seminar Nasional Geografi UMS 2017, Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Berkelanjutan. Surakarta: Muhammadiyah University Press.
- Sukendro, A. & Sugiarto, E. (2012). Respon riap anakan *Shorea leprosula* Miq, *Shorea mecistopteryx* Ridley, *Shorea ovalis* (Korth) Blume dan *Shorea selanica* (DC) Blume terhadap tingkat intensitas cahaya matahari.

- Jurnal Silvikultur Tropika*, 3 (1), 22-27. ISSN: 2086-8227.
- Susanti, P.D. & Halwany, W. (2017). Dekomposisi serasah dan keanekaragaman makrofauna tanah pada hutan tanaman industri Nyawai (*Ficus variegata* Blume). *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 11, 212-223.
- Susanti, A. & Maryudi, A. (2016). Development narratives, notions of forest crisis, and boom of oil palm plantations in Indonesia. *Forest Policy and Economics*, 73(2016), 130-139 <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2016.09.009>.
- Susilo, A. (2016). Uji coba penanaman lima jenis dipterokarpa pada lahan bekas tambang di PT. Kitadin, Kalimantan Timur. *Proceeding Biology Education Conference*, 13 (1), 672-676. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Susila, I.W.W. (2010). Riap tegakan duabanga (*Duabanga Moluccana* Bl.) di Rarung. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi alam*, 7 (1), 47-58.
- Tawaraya, K. & Turjaman, M. (2014). Use of arbuscular mycorrhizal fungi for reforestation of degraded tropical forests. In Solaiman et al. (eds.), *mycorrhizal fungi: use in sustainable agriculture and land restoration*. *Soil Biology*, 41, 357-373. doi:10.1007/978-3-662-45370-4. Verlag Berlin Heidelberg: Springer.
- Trisnawati, I. & Murniati. (2018). Riap dan hasil tanaman kacang hijau (*Vigna Radiata* L.) yang ditanam di gawangan mati kelapa sawit beda umur dan pemberian pupuk kandang sapi di lahan gambut. *JOM Faperta Universitas Riau*, 5 (1), 1-11.
- Ulfa, M., Faridah, E., Lee, S.S., Sumardi, Roux, C.L., Galiana, A., Mansor, P. & Ducousso, M. (2019). Multi Inang Fungi Ektomikoriza pada Dipterocarpaceae di Hutan Tropis. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 13, 56-69.
- Widyati, E. (2015). Efektivitas pemupukan terhadap riap terubusan kilemo (*Litsea cubeba* L. Persoon) yang dipangkas. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 12 (1), 11-22.
- Wibowo, A., Ahmat, N., Hamzah, A.S., Sufian, A.S., Ismail, N.H., Ahmad, R., Jaafar, F.M., & Takayama, H. (2011). Malaysianol a, a new trimer resveratrol oligomer from the stem bark of *Dryobalanops aromatica*. *Fitoterapia*, 82 (4), 676-681.
- Widiyatno, W., Soekotjo, S., Naiem, M., Purnomo, S., & Setiyanto, P. E. (2014). Early performance of 23 dipterocarp species planted in logged-over rainforest. *Journal of Tropical Forest Science*, 26 (2), 259-266.
- Yanti, M., Indriyanto, & Duryat. (2016). Pengaruh zat alelopati dari alang-alang terhadap riap semai tiga spesies akasia. *Jurnal Sylva Lestari*, 4 (2), 27-38.
- 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.
- Yuliana, Rahmadani, E., & Permanasari, I. (2015). Aplikasi pupuk kandang sapi dan ayam terhadap riap dan hasil tanaman jahe (*Zingiber Officinale* Rosc.) di media gambut. *Jurnal Agroteknologi*, 5 (2), 37-42.