

# KARAKTERISTIK VEGETASI DAN CADANGAN KARBON PADA LAHAN TAMBANG DI GUNUNG PONGKOR, BOGOR, JAWA BARAT

*The Characteristics of Vegetation, Soil and Carbon Reserves in Mine Area of Mount  
Pongkor, Bogor, West Java*

Entin Kartini<sup>a</sup>, Lailan Syaufina<sup>b</sup>, dan Irdika Mansur<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Baranangsiang, Bogor, 16151, Telp  
(021)53166141 / 087871766557 — [e.kartini01@gmail.com](mailto:e.kartini01@gmail.com)

<sup>b</sup>Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

## ABSTRACT

*This research was conducted in the undisturbed land, underground mining area and illegal mine (PETI) land of Mount Pongkor. This research is aimed to analyze the difference of structure and composition of vegetation, and to predict carbon reserves above soil surface in undisturbed land, underground and PETI, so then adaptive type of vegetation can be identified. This study was conducted by using simple random sampling method with 40 plots. Estimation of carbon stocks using non-destructive method according ISO 7742 2011. The results show that structure and composition between underground is same as undisturbed land with complete stratification which consists of bushes, seedling, pole, trees, liana and epifit, while PETI land has no complete stratification. In PETI land, it's only found one type of vegetation on pole level that is Vernonea arborea while trees is not found. The species Syzygium lineatum, Lithocarpus sp, Maesopsis eminii, Altingia excelsa, and Ziziphus mauritiana are the species with highest Important Value Index (IVI) in undisturbed land. The Species M eminii, Lithocarpus sp, Altingia excelsa, Vernonea arborea, and Castanopsis argentea are the highest in underground area, so that they are the most dominant species in that location. Species Diversity Index ( $H'$ ) in undisturbed land is between 1.28-2.62 (medium), while in underground are is between 1.93-2.88 (medium), and in PETI land is between 0-2.45 (very low to medium). Index of Species Richness ( $R$ ) in undisturbed land and underground on every level of vegetation is between 1.74-5.9, while in PETI land is lower than 3.5 (very low). Similarity Index ( $E$ ) in research sites on every level of vegetation is between 0.58-0.98 (relatively uniform), except in PETI land for pole level and trees, the value of  $E$  is zero. The potency of carbon stock in undisturbed land was about 288.94 tons C/ha and 192.74 ton C/ha for underground area, whereas was about 0.06 tons C/ha was found in PETI location.*

**Key words:** *Illegal mining, underground mining, suspected carbon stocks, vegetation,*

## PENDAHULUAN

Emas adalah salah satu sumber daya mineral yang sangat potensial di Indonesia. Berdasarkan data Badan Geologi ESDM (2013), sumber daya emas mencapai 5386 miliar ton (Amin 2014) dan menurut data *United States Geological Survey* (USGS) (2011), cadangan emas Indonesia berkisar 2.3% dari cadangan emas dunia. Cadangan emas Indonesia menduduki peringkat ke-7, sedangkan produksinya sekitar 6.7% dari produksi emas dunia dan menduduki peringkat ke-6 (Dahlus 2014). Daerah-daerah penghasil emas di Indonesia diantaranya Bengkalis (Sumatera), Bolaan Mangondow (Sulawesi Utara), Logas (Riau), Meulaboh (Aceh), Rejang Lebong (Bengkulu), Lampung, Jambi, Kalimantan Barat, Papua, Kalimantan Timur, Kalimantan Selatan, juga di Jawa Barat yaitu Gunung Pongkor. Mineralisasi primer di daerah Pongkor dikontrol oleh struktur dan muncul berupa sistem urat. Urat-urat di lokasi tambang emas Pongkor yang mempunyai kadar tinggi di elevasi yang dekat dengan permukaan atau elevasi 600 ke atas (Syafrizal *et al.*

2009), sehingga menyebabkan banyaknya kegiatan Penambang Emas Tanpa Ijin (PETI) di permukaan.

Gunung Pongkor merupakan kawasan yang masuk dalam kawasan Taman Nasional Gunung Halimun Salak (TNGHS). Di lokasi ini terdapat kegiatan penambangan emas legal yaitu PT Antam Unit Bisnis Pertambangan Emas Pongkor (Antam Pongkor) dan penambangan emas *illegal* yang dilakukan oleh PETI. PT Antam Pongkor adalah merupakan perusahaan BUMN yang melakukan aktivitas penambangannya sejak tahun 1994, dengan Ijin Usaha Pertambangan (IUP) di KW 98PPO138 seluas 6047 ha. Sistem penambangannya menggunakan penambangan bawah tanah (tambang *underground*). Metode penambangan yang digunakan adalah metode *cut and fill*, yaitu mengambil bijih emas dari perut bumi kemudian mengisi kembali rongga yang kosong akibat proses penambangan dengan material campuran semen dan *tailing* yang telah didetoksifikasi. Lahan terbuka di permukaan akibat aktivitas penambangan hanya untuk terowongan (lubang masuk) sekitar 0.1 ha dan untuk ventilasi sekitar 0.04 ha. Sedangkan PETI melakukan aktivitas penambangannya dengan sistem tambang terbuka konvensional yang

melakukan penambangannya dengan menggali lubang dan meninggalkan lubang-lubang tambang begitu saja. Untuk membuat lubang mereka menebang pohon dan kayunya digunakan untuk penyangga di dalam lubang, sehingga vegetasi rusak bahkan hilang dan menyebabkan erosi. Sobowo (2011), menyatakan bahwa penambangan sistem terbuka konvensional banyak mengubah bentang lahan dan keseimbangan ekosistem permukaan tanah, menurunkan produktivitas tanah dan mutu lingkungan.

Dari hasil studi AMDAL Pongkor 1991, Pohon-pohon yang mendominasi di hutan lindung di Pongkor adalah jenis rasamala (*Altingia excelsa*), puspa (*Schima wallichii*), pasang (*Lithocarpus sp.*), kihin (*Nyssa javanica*), serta saninten (*Castanopsis argentea*). Selain itu terdapat pula anakan pohon serta tumbuhan bawah yang cukup banyak, dan semakin atas letaknya, keadaan anakan pohon cenderung semakin meningkat kerapatannya.

Peranan hutan sebagai penyerap karbon mulai menjadi sorotan pada saat bumi dihadapkan pada persoalan efek rumah kaca, berupa kecenderungan peningkatan suhu udara atau biasa disebut sebagai pemanasan global. Hutan berperan penting dalam menjaga kestabilan iklim global karena kemampuannya menyerap CO<sub>2</sub> melalui proses fotosintesis. Menurut Suhendang (2002), sumber daya hutan Indonesia memiliki potensi tinggi dalam keanekaragaman hayati dan potensi penyerapan karbon. Lasco 2002 menyatakan bahwa cadangan karbon di hutan tropis Asia berkisar antara 40 – 250 ton C/ha untuk vegetasi dan 50 – 120 ton C/ha untuk tanah, sedangkan menurut Rahayu *et al.* 2005 hutan di Indonesia mempunyai potensi cadangan karbon berkisar antara 61 – 300 ton C/ha.

Menurut Pratidina dan Purnamasari (2012), dari data empiris penutupan lahan dari tahun 1989 hingga tahun 2008 menunjukkan bahwa kawasan TNGHS seluas 113 357 ha telah mengalami penurunan kualitas dan degradasi seluas 22 000 ha atau 19.4%, yang disebabkan oleh kegiatan *illegal logging*, penambangan emas liar, dan perambahan hutan. Informasi terkait struktur vegetasi, serta cadangan karbon di permukaan lahan akibat kegiatan tambang bawah tanah dan tambang terbuka akibat aktivitas PETI di lokasi Gunung Pongkor masih sangat terbatas. Penelitian ini akan memberikan gambaran tentang perubahan vegetasi, serta cadangan karbon akibat kegiatan penambangan dengan sistem tambang *underground* dan aktivitas PETI di Gunung Pongkor. Hasil penelitian ini diharapkan dapat mendukung *best mining practice* pengelolaan perusahaan pertambangan emas yang berwawasan lingkungan dan menjadi rekomendasi khususnya bagi PT. Antam Pongkor dan TNGHS dalam kegiatan revegetasi lahan terganggu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan struktur dan komposisi vegetasi di lokasi lahan tidak terganggu, lahan tambang *underground* dan juga lahan PETI, serta menduga cadangan karbon tegakan tingkat tiang dan pohon.

## METODE PENELITIAN

### Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di IUP Antam Pongkor, Gunung Pongkor, Blok Kubang Kicau, Desa Bantar Karet, Kecamatan Nanggung, Kabupaten Bogor, dari bulan Februari sampai dengan April 2015.

### Bahan dan Alat

Bahan dan peralatan yang digunakan adalah contoh tumbuhan, GPS, kaliper, haka, meteran, tally sheet, tali tambang dan alat tulis.

### Metodologi

Penelitian ini dilaksanakan melalui tiga tahapan analisis, yaitu penetapan titik pengamatan, analisis struktur dan komposisi vegetasi, dan pendugaan cadangan karbon di atas permukaan tanah.

#### 1. Penetapan Titik Pengamatan

Penentuan titik pengamatan di lokasi penelitian dilakukan dengan penentuan transek (jalur) terlebih dahulu. Transek dibuat berdasarkan lokasi dimana terdapat aktivitas penambangan *underground*, aktivitas PETI dan tidak terdapat aktivitas tambang *underground* maupun PETI (lahan tidak terganggu). Sampling vegetasi dilakukan dengan *Simple random sampling with plot*. Jumlah seluruh jalur sebanyak 9 jalur yaitu 4 jalur dilokasi aktivitas tambang dalam, 2 jalur di lokasi terdapat aktivitas PETI, dan 3 jalur di lokasi lahan tidak terganggu (Gambar 1).

Di setiap jalur dibuat plot pengamatan berbentuk bujur sangkar berselang seling sepanjang 100 m dengan arah azimuth 120<sup>0</sup> menuju puncak gunung. Di lahan tidak terganggu sebanyak 10 plot, lahan PETI sebanyak 10 plot dan lahan tambang bawah tanah sebanyak 20 plot. Sehingga di sehingga total plot yang dibuat sebanyak 40 plot. Plot pengamatan dibuat dengan ukuran 20 x 20 m untuk tingkat pohon, yang di dalamnya terdapat petak ukur 10 x 10 m untuk tiang, petak ukur 5 x 5 m untuk tingkat pancang, liana, epifit, dan 2 x 2 m untuk tingkat semai dan tumbuhan bawah (Kusmana 1997).

#### 2. Analisis Struktur dan Komposisi Vegetasi

Data vegetasi yang telah terkumpul kemudian dianalisis untuk mengetahui kerapatan jenis, kerapatan relatif, dominasi jenis, dominasi relatif, frekwensi jenis dan frekwensi relatif serta indeks nilai penting (INP) menggunakan rumus sebagai berikut (Soerianegara dan Indrawan 2013) :

$$\text{Kerapatan jenis (K)} = \frac{\text{Jumlah individu suatu jenis (ind/ha)}}{\text{Luas total petak contoh}}$$

$$\text{Kerapatan relatif (KR)} = \frac{\text{Kerapatan satu jenis} \times 100\%}{\text{Kerapatan total seluruh jenis}}$$



Keterangan :  
 Trsk 01,02,09 : Lahan tidak terganggu; Trsk 03,05 : Lahan PETI; Trsk 04,06,07,08 : Lahan tambang bawah tanah.  
 : areal kegiatan tambang *underground* Antam Pongkor di blok Kubang Kicau

Gambar 1. Titik pengamatan lokasi vegetasi di Gunung Pongkor

$$\text{Dominasi (D)} = \frac{\text{Luas bidang dasar suatu jenis m}^2/\text{ha}}{\text{Luas petak contoh}}$$

$$\text{Dominasi relatif (DR)} = \frac{\text{Dominasi suatu jenis} \times 100\%}{\text{Dominasi seluruh jenis}}$$

$$\text{Frekuensi (F)} = \frac{\text{Jumlah petak penemuan suatu jenis}}{\text{Jumlah seluruh petak contoh}}$$

$$\text{Frekuensi relatif (FR)} = \frac{\text{Frekuensi suatu jenis} \times 100\%}{\text{Frekuensi seluruh jenis}}$$

Indeks Nilai Peting (INP) (Mueller *et al.* 1974) :  
 INP = KR + FR (untuk semai dan pancang)  
 INP = KR + FR + DR (untuk pohon)

Untuk menentukan tingkat keanekaragaman jenis digunakan indeks keanekaragaman Shanon ( $H'$ ) (Ludwig dan Reynolds 1988), dengan rumus sebagai berikut :

$$H' = - \sum p_i \log p_i \dots\dots\dots(1)$$

Dimana peluang untuk kepentingan spesies ( $p_i$ ):  $n_i/N$

Untuk menentukan indeks kekayaan jenis (R1) dan pemerataan jenis (E) menggunakan rumus (Ludwig dan Reynolds 1988) :

$$R_1 = \frac{S - 1}{\ln N} \dots\dots\dots (2)$$

$$E = \frac{H'}{\ln S} \dots\dots\dots (3)$$

$n_i$ : kerapatan spesies;  $N$  : total kerapatan apesies,  $S$  : jumlah jenis

3. *Pendugaan Cadangan Karbon di atas Permukaan*

Model pendugaan cadangan karbon di atas permukaan tanah menggunakan metode pengukuran non

destruktif dengan menggunakan persamaan SNI 7742 2011. Hasil pengukuran diameter dan tinggi vegetasi tingkat tiang dan pohon digunakan sebagai data untuk menduga cadangan karbon di atas permukaan. Perhitungannya dilakukan dengan menghitung biomassa atas permukaan berdasarkan *biomass expansion factor* (BEF), menggunakan persamaan SNI 7724 2011, sebagai berikut :

$$\text{Bap} = V \times \text{BJ} \times \text{BEF} \dots\dots\dots (4)$$

Bap : biomassa tingkat tiang dan pohon (kg);  
 V : volume kayu bebas cabang ( $\text{m}^3$ );  
 BJ : berat jenis kayu ( $\text{kg}/\text{m}^3$ );  
 BEF : *biomass expansion factor*.

Nilai BJ diperoleh dari berbagai literatur, sedangkan nilai BEF diperoleh dari monograf alometrik 2012. Untuk tanaman yang tidak memiliki nilai BEF, maka digunakan nilai BEF = 3.4 (panduan IPCC 2003, untuk zona iklim tropis dan type hutan daun lebar) (Haruni *et al.* 2012).

Dari data Bap kemudian dihitung jumlah karbon yang tersimpannya, dengan persamaan :

$$C = \text{Bap} \times \%C \text{ organik} \dots\dots\dots(5)$$

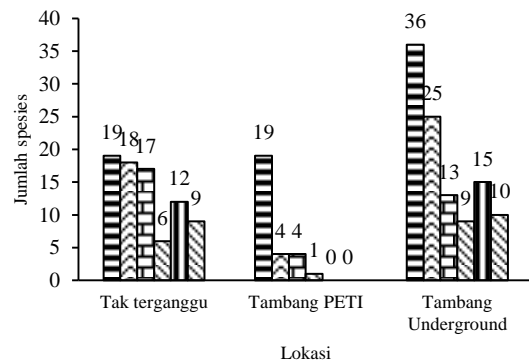
%C Organik : nilai persentase kandungan karbon sebesar 47 % (SNI 7724 2011)

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**1. Analisis Struktur dan Komposisi Vegetasi**

*1.1 Komposisi Vegetasi*

Komposisi vegetasi di lokasi penelitian teridentifikasi 19-36 spesies tumbuhan bawah, 4-25 spesies semai, 4-17 spesies pancang, 1-9 spesies tiang, 0-15 spesies pohon dan 0-10 spesies liana dan epifit (Gambar 2).



Gambar 2 Komposisi dan struktur vegetasi di lokasi Gunung Pongkor.

Gambar 2 menunjukkan bahwa komposisi vegetasi di lokasi lahan tambang *underground* sama dengan lahan tidak terganggu yaitu mengikuti pola umum vegetasi hutan tropis dan stratifikasinya masih lengkap. Hutan tropis memiliki komposisi vegetasi yang menggambarkan dinamika regenerasi secara alami, dimana vegetasi pada fase semai (*seedling*) memiliki jumlah spesies yang paling tinggi, selanjutnya berkurang pada fase pancang, tiang, pohon (Ogawa *et al.* 1987; Yamada 1975). Menurut Soerianegara dan Indrawan (2013), tipe hutan hujan tropis memiliki stratifikasi yang tersusun dari lima strata, yaitu tumbuhan bawah, semai, pancang, tiang dan pohon.

Sementara itu, komposisi vegetasi di lokasi PETI tidak lengkap, yaitu tidak ditemukan vegetasi pada tingkat pohon. Di lokasi PETI hanya pada fase tumbuhan bawah saja yang sama dengan lahan tidak terganggu, namun menurun tajam pada fase semai, tiang dan pancang. Hal ini disebabkan di lokasi tersebut diduga masih terdapat aktivitas PETI seperti menebang pohon dan merusak vegetasi pada saat membuat lubang dan juga kegiatan sarana lainnya. Intensifnya kegiatan PETI juga menyebabkan tanah longsor sehingga pohon menjadi roboh.

Tabel 1 menunjukkan bahwa ekosistem lahan tidak terganggu lebih rapat dibandingkan ekosistem lahan *underground* ditingkat semai, pancang, tiang, pohon serta liana dan epifit. Hal ini disebabkan pada lahan *underground* di beberapa transek ditemukan adanya lubang PETI dan juga sebagai akses PETI sehingga diduga para PETI menebang tumbuhan atau merusak vegetasi tumbuhan bawah. Sedangkan pada lahan PETI kehadiran tumbuhan bawah lebih banyak dibandingkan ekosistem lainnya. Hal ini disebabkan lokasi PETI kondisi ekosistemnya sangat terbuka karena kegiatan PETI yang merusak vegetasi pohon, sehingga cukup cahaya matahari yang sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan tumbuhan bawah. Di lokasi lahan tidak terganggu tumbuhan bawah lebih sedikit dibandingkan ekosistem lainnya, karena kondisinya relatif sudah ternaungi dibanding ekosistem lainnya. Cahaya matahari menjadi faktor pembatas pertumbuhan tumbuhan bawah.

### 1.2 Kerapatan Individu

Nilai kerapatan individu tumbuhan di setiap lokasi penelitian disajikan pada Tabel 1.

### 1.3 Indeks Nilai Penting

Lima Indeks Nilai Penting (INP) di lokasi lahan tidak terganggu yang disajikan pada Tabel 2, diketahui bahwa INP tumbuhan bawah tertinggi yaitu *Selaginella doederleinii* (46.51%), semai yaitu *Ficus montana* (28.67%), pancang yaitu *Actinodaphne procea* (31.14%), tiang yaitu *Actinodaphne procea* (80.41%), pohon *Syzygium lineatum* (78.99%), tingkat liana dan epifit yaitu *Freycinetia javanica* (47.38%).

Tabel 2 menunjukkan bahwa terjadi perubahan dominasi vegetasi di tiap fase. Dari lima spesies yang mendominasi di fase semai yaitu *F. Montana*, *Ficus*

*benjamina*, *Daemonorops rubra*, *Maesopsis eminii*, dan *Acer laurinum*, hanya satu spesies yang mendominasi di tingkat pohon yaitu *Maesopsis eminii*. Tumbuhan lainnya yang mendominasi di tingkat pohon antara lain *S. lineatum*, *Lithocarpus* sp, *Altingia excelsa*, dan *Ziziphus mauritiana*. Hal ini menunjukkan bahwa jenis ini mampu bersaing dibandingkan dengan jenis lainnya dan jumlah individu serta sebaran *S. lineatum* dan *Lithocarpus* sp mendominasi di lahan tidak terganggu yang merupakan kawasan TNGHS. Tumbuhan tersebut memang merupakan tumbuhan asli TNGHS. Di lokasi ini juga ditemukan beberapa liana yang melilit pada pohon dan tumbuhan epifit yang menempel pada pohon *S. lineatum*, *Lithocarpus* sp, dan *A. excelsa* antara lain *Freycinetia javanica*, *Asplenium nidus*, *Phalaenopsis amabilis*, *Nephrolepis biserrata*, dan *Milletia sericeae*. Namun yang perlu diwaspadai adalah ditemukannya jenis asing invasif atau IAS (*Invasive Alien Species*) yang mendominasi pada fase pohon dengan urutan ke tiga yaitu *M. eminii* dan *C. hirta* yang mendominasi pada tingkat tumbuhan bawah. *M. eminii* merupakan salah satu jenis tumbuhan asing invasif yang ditemukan tumbuh dominan di Gunung Gede Pangrango (Sunaryo 2012). Menurut Anonim (2003), *M. eminii* berasal dari daerah Afrika Tropik dan sering disebut sebagai kayu afrika, dan didatangkan pertama kali di Jawa Barat pada tahun 1920. *C. hirta* merupakan flora asing invasif yang mengancam kelestarian ekosistem dan keberadaan flora asli di hutan Cidahu (TNGHS) (Sunaryo 2012). Tanaman ini merupakan tumbuhan semak yang berasal dari Amerika Selatan dan Tengah yang tidak hanya menyerang lahan pertanian dan perkebunan tetapi juga menginvasi kawasan hutan bahkan hutan belum terganggu sekalipun (Peter 2001).

Lima INP tertinggi di lokasi lahan tambang *underground* yang disajikan pada Tabel 3, diketahui bahwa tumbuhan bawah tertinggi yaitu *Clidemia hirta* (29.61%), semai yaitu *Macaranga rhizinoides* (18.32%), pancang yaitu *Girromiera subaequalis* (30.00%), tiang yaitu *Eurya acuminata* (92.35%), pohon yaitu *M. eminii* (101.88%), liana dan epifit yaitu *A. nidus* (51.80%). Hal ini menunjukkan bahwa terjadi perubahan dominasi vegetasi di tiap fase dan jenis yang mampu bersaing sampai ke tingkat pohon adalah *M. eminii*, *Lithocarpus* sp, *A. excelsa*, *V. arborea*, dan *C. argentea*.

Di lahan tambang *underground*, terdapat dua jenis tumbuhan yang sama mendominasi dengan lahan tidak terganggu yaitu jenis Jenis *Lithocarpus* sp, *A. excelsa* dan yang lainnya yaitu *V. arborea*, dan *C. argentea* merupakan jenis pohon tumbuhan asli TNGHS dan ditemukan saat studi AMDAL 1991. Hal ini menunjukkan bahwa kegiatan tambang *underground* tidak mengganggu vegetasi pohon. Di lokasi ini juga ditemukan beberapa liana dan epifit yang mendominasi antara lain, *Asplenium nidus*, *Uvaria* sp, *Phalaenopsis amabilis*, *Lecananthus erubescens*, *Nephrolepis biserrata*. Hal ini menunjukkan bahwa lahan tambang *underground* komposisi struktur vegetasinya masih utuh.

Tabel 1 Kerapatan individu pada lokasi lahan tidak terganggu, PETI (Penambang Emas Tanpa Ijin) dan tambang *underground* di Gunung Pongkor.

Lokasi	Kerapatan (ind/ha)					Liana dan epifit
	Tumbuhan bawah	Semai	Pancang	Tiang	Pohon	
Lahan tidak terganggu	54750	12500	160	100	117.5	250
Lahan tambang PETI	119750	4250	80	20	0	0
Lahan tambang <i>Underground</i>	66250	11375	500	80	100	89

Tabel 2 Indeks Nilai Penting (INP) tertinggi pada lokasi lahan tidak terganggu di Gunung Pongkor.

Habitus/tingkat pertumbuhan	No	Nama Ilmiah	Nama Lokal	INP (%)
Tumbuhan Bawah	1	<i>Selaginella doederleinii</i>	Paku rane	46.51
	2	<i>Nephrolepis biserrata</i>	Paku-pakuan Buah bulu/ Sariawan	34.90
	3	<i>Clidemia hirta</i>	peujit	28.00
	4	<i>Mussaenda frodosa</i>	Kingkilaban	22.11
	5	<i>Caladium sp.</i>	Keladi	11.83
Semai	1	<i>Ficus Montana</i>	Amis mata	28.67
	2	<i>Ficus benjamina</i>	Beringin	24.67
	3	<i>Daemonorops rubra</i>	Rotan	24.17
	4	<i>Maesopsis eminii</i>	Kayu Afrika	14.17
	5	<i>Acer laurinum</i>	Huru bodas	12.17
Pancang	1	<i>Actinodaphne procea</i>	Huru	31.14
	2	<i>Pandanus furcatus</i>	Saung ringgeum	19.09
	3	<i>Melicope latifolia</i>	Ki sampan	17.05
	4	<i>Ficus benjamina</i>	Beringin	14.09
	5	<i>Syzygium lineatum</i>	Ki sireum	14.09
Tiang	1	<i>Actinodaphne procea</i>	Huru	80.41
	2	<i>Lithocarpus sp</i>	Pasang	73.42
	3	<i>Melicope latifolia</i>	Ki sampan	52.97
	4	<i>Ficus fistulosa</i>	Beunying	35.19
	5	<i>Vitex pubescens</i>	Laban	30.66
Pohon	1	<i>Syzygium lineatum</i>	Ki sireum	78.99
	2	<i>Lithocarpus sp</i>	Pasang	77.07
	3	<i>Maesopsis eminii</i>	Kayu afrika	42.26
	4	<i>Altingia excels</i>	Rasamala	31.70
	5	<i>Ziziphus mauritiana</i>	Kidara	16.45
Liana dan epifit	1	<i>Freycinetia javanica</i>	Meong tandang	47.38
	2	<i>Asplenium nidus</i>	Kadaka	43.38
	3	<i>Phalaenopsis amabilis</i>	Angrek bulan	33.38
	4	<i>Nephrolepis biserrata</i>	Paku-pakuan	27.38
	5	<i>Milletia sericeae</i>	Areuy kawao	10.69

Munculnya jenis *M. eminii* dengan dominasi yang paling tinggi di lahan tambang *underground* menunjukkan bahwa *M. eminii* merupakan jenis yang menjadi ancaman nyata terbesar terhadap kelestarian ekosistem dan keanekaragaman di lokasi ini.

Pada tumbuhan bawah juga ditemukan tumbuhan invasif selain *C. hirta* yaitu *I. cylindrica*. *I. cylindrica* merupakan tanaman pionir yang cepat tumbuh dari mulai dataran rendah hingga dataran tinggi sehingga penyebarannya sangat luas dan memiliki daya adaptasi yang tinggi sehingga sering mendominasi suatu areal. *I. cylindrica* berkembang dengan biji yang tersebar cepat bersama angin atau melalui rimpangnya yang cepat menembus ke dalam tanah. Soejani *et al.* (2001) menyatakan bahwa *I. cylindrica* menghasilkan 500 - 1000 butir biji per malai, dengan jumlah malai 10 - 20 buah. Selain itu tanaman ini menghasilkan zat *allelopati*

yang dapat menghambat pertumbuhan jenis tanaman lain di sekitarnya.

Sementara itu di lahan PETI, lima INP tertinggi yang disajikan pada Tabel 4, menunjukkan bahwa tingkat tumbuhan bawah sangat dominan dibandingkan lainnya. Indeks Nilai Penting (INP) tertinggi di tumbuhan bawah adalah *Laphaterum gracile* Brongn (31.51 %), semai tertinggi *Nyssa javanica* (71.32%), pancang tertinggi adalah Borang/Busyet (67.50), di tingkat tiang hanya di temukan 1 jenis yaitu *V. arborea* (INP 300 %), dan tidak ditemukan pohon. Hal ini diduga disebabkan karena tanaman pada fase semai sudah terinjak-injak oleh PETI, sehingga tidak bisa bertahan bahkan sampai fase pancang, sedangkan tanaman pada fase tiang dan pohon banyak yang sengaja ditebang untuk membuat akses lubang PETI, penyanggaan di dalam lubang, dan sarana aktivitas PETI lainnya atau roboh karena longsor. Di lokasi PETI

Tabel 3 Indeks Nilai Penting (INP) tertinggi pada lokasi tambang *underground* di Gunung Pongkor.

Habitus/tingkat pertumbuhan	No	Nama Ilmiah	Nama Lokal	INP (%)
Tumbuhan Bawah	1	<i>Selaginella doederleinii</i>	Paku rane	29.61
	2	<i>Clidemia hirta</i>	Buah bulu/ Sariawan	23.55
	3	<i>Imperata cylindrica</i>	eurih	22.41
	4	<i>Melastoma malabathricum</i>	Harendong kecil	13.49
	5	<i>Nephrolepis biserrata</i>	Paku-pakuan	12.22
Semai	1	<i>Macaranga rhizinoides</i>	Mara	18.32
	2	<i>Phaseolus aureus</i>	Ki bontang	15.02
	3	<i>Castanopsis acuminatissima</i>	Ki anak	14.29
	4	<i>Uvaria sp</i>	Ki kalapa	14.29
	5	<i>Melicope latifolia</i>	Ki sampan	13.55
Pancang	1	<i>Gironniera subaequalis</i>	Ki Bulu	30.00
	2	<i>Castanopsis acuminatissima</i>	Ki anak	27.00
	3	<i>Saruaria pendula</i>	Kileho	22.00
	4	<i>Actinodaphne procea</i>	Huru	18.00
	5	<i>Arthropphyllum diversifolium</i>	Gompong	18.00
Tiang	1	<i>Eurya acuminata</i>	Saketi	92.35
	2	<i>Vernonea arborea</i>	Hamirung	41.96
	3	<i>Schima wallichii</i>	Puspa	35.19
	4	<i>Vitex pubescens</i>	Laban	34.76
	5	<i>Adina minutiflora</i>	Barumbung	27.07
Pohon	1	<i>Maesopsis eminii</i>	Kayu afrika	101.88
	2	<i>Lithocarpus sp</i>	Pasang	64.56
	3	<i>Altingia excelsa</i>	Rasamala	24.46
	4	<i>Vernonea arborea</i>	Hamirung	16.44
	5	<i>Castanopsis argentea</i>	Saninten	15.56
Liana dan epifit	1	<i>Asplenium nidus</i>	Kadaka	51.80
	2	<i>Uvaria sp</i>	Areuy kikalapa	44.76
	3	<i>Phalaenopsis amabilis</i>	Angrek bulan	26.60
	4	<i>Lecananthus erubescens</i>	areuy kecemang	18.15
	5	<i>Nephrolepis biserrata</i>	Paku-pakuan	15.86

Tabel 4 Indeks Nilai Penting (INP) tertinggi di lokasi tambang PETI (Penambang Emas Tama Ijin) di Gunung Pongkor.

Habitus/tingkat pertumbuhan	No	Nama Ilmiah	Nama Lokal	INP (%)
Tumbuhan Bawah	1	<i>Laphaterum Gracile</i> Brongn	Tangkur Gunung	31.51
	2	<i>Gleichenia linearis</i>	Paku handam	25.03
	3	<i>Melastoma malabathricum</i>	Harendong	22.52
	4	<i>Imperata cylindrical</i>	eurih	19.39
	5	<i>Nephrolepis biserrata</i>	Paku-pakuan	12.93
Semai	1	<i>Nyssa javanica</i>	Kopi dengkung	71.32
	2	<i>Actinodaphne procea</i>	Huru	67.65
	3	<i>Engelhardia spicata</i>	Ki tameusi/kihujan	42.65
	4	<i>Schima wallichii</i>	Puspa	18.38
Pancang	1		Borang/Busyet	67.50
	2	<i>Astronia macrophylla</i>	Harendong besar	47.50
	3	<i>Schima wallichii</i>	Puspa	45.00
	4	<i>Actinodaphne procea</i>	Huru	40.00
Tiang	1	<i>Vernonea arborea</i>	Hamirung	300.00

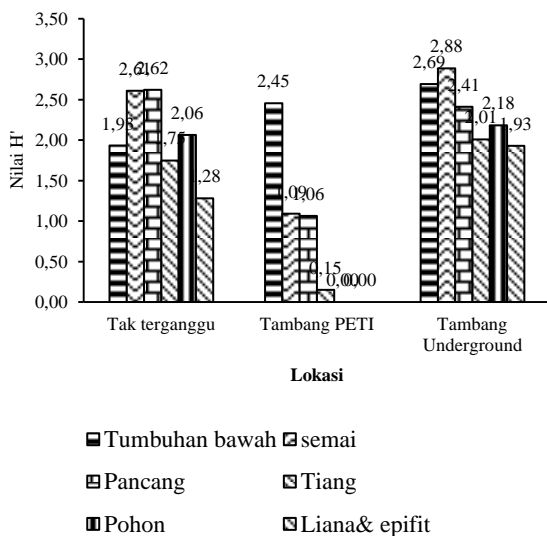
ditemukan jenis tanaman invasif yang mendominasi pada tumbuhan bawah dengan urutan ke lima yaitu *I. cylindrica*. Hal ini perlu diwaspadai karena lokasi PETI sangat berdekatan dengan lahan tidak terganggu.

Hasil identifikasi di semua lokasi penelitian baik di lahan tidak terganggu, terganggu *underground* dan juga PETI, ditemukan jenis tanaman IAS lainnya pada fase tumbuhan bawah yang perlu diwaspadai walaupun tidak mendominasi yaitu *Eupatorium odoratum*. Menurut Ameen (1999) dan Saker (1989), *E. odoratum* merupakan tumbuhan semak yang telah mendominasi di daerah perbukitan di Bangladesh dan sangat invasif apabila dibiarkan karena dalam kurun waktu sekitar tiga tahun akan membentuk rumpun yang tak bisa tertembus.

1.4 Keanekaragaman Spesies

Indeks keanekaragaman spesies ( $H'$ ) yang disajikan pada Gambar 3, diketahui bahwa indeks keanekaragaman tumbuhan bawah, semai, tiang, pohon, serta liana dan epifit tertinggi yaitu di lokasi tambang *underground* dan yang terendah di lokasi PETI. Hal ini menunjukkan bahwa kegiatan tambang *underground* tidak mengganggu keanekaragaman vegetasi di permukaan.

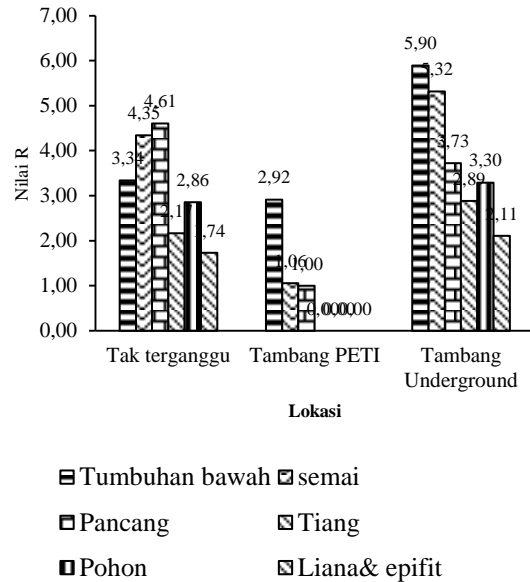
Diketahui bahwa di lokasi lahan tidak terganggu, nilai  $H'$  tertinggi di tingkat pancang (2.62), kemudian semai (2.61), pohon (2.06), tumbuhan bawah, tiang, serta liana and epifit berturut turut adalah 1.93, 1.75 dan 1.28 (sedang). Di lokasi tambang *underground*, nilai  $H'$  tertinggi adalah fase semai (2.88), kemudian tumbuhan bawah, pancang, pohon, tiang, liana dan epifit, secara berurutan adalah 2.69, 2.41, 2.18, 1.93 (sedang). Pada lahan PETI, nilai  $H'$  tertinggi tumbuhan bawah (2.45), kemudian semai, pancang berurutan adalah 1.09, 1.06 (rendah), sedangkan tiang adalah 0.15, pohon, liana dan epifit adalah nol (sangat rendah). Pada lokasi ini hanya ditemukan satu spesies pada tingkat tiang yaitu *V. arborea* dan tidak ditemukan pohon. Hal ini disebabkan karena aktivitas PETI yang merusak vegetasi. Menurut Maguran (1988), indeks keanekaragaman Shannon biasanya pada rentang 1.5 - 3.5. Semakin kecil nilai  $H'$  maka semakin rendah pula nilai keanekaragaman spesiesnya dan tingkat kompleksitasnya.



Gambar 3 Nilai  $H'$  setiap tingkat pertumbuhan tanaman pada lahan tidak terganggu, tambang PETI (Penambang Emas Tanpa Ijin) dan tambang *underground* di Gunung Pongkor.

1.5 Kekayaan Spesies

Nilai indeks kekayaan spesies di setiap lokasi berbeda-beda. Nilai R tertinggi pada tingkat tumbuhan bawah, semai dan pancang, tiang, pohon, juga liana dan epifit, ditemukan di lokasi lahan tambang *underground*, sedangkan yang terendah di lokasi lahan PETI (Gambar 4).



Gambar 4 Nilai R setiap tingkat pertumbuhan tanaman pada lahan tidak terganggu, tambang PETI (Penambang Emas Tanpa Ijin) dan tambang *underground* di Gunung Pongkor.

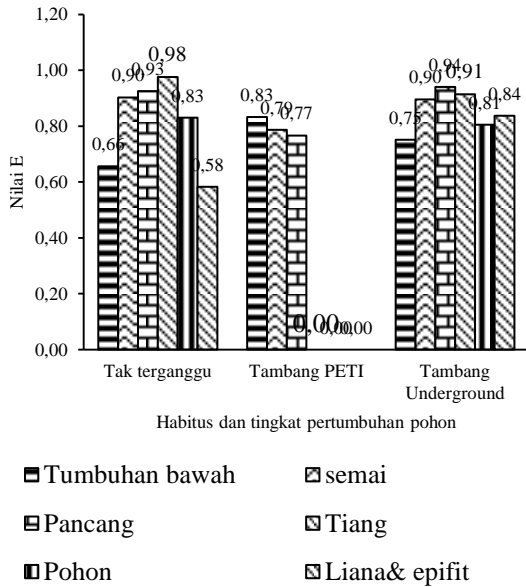
Menurut Dendang (2009), Indeks kekayaan jenis adalah jumlah jenis dalam suatu luasan areal tertentu besarnya antara 3.5-5.0. Secara umum indeks kekayaan spesies di lokasi penelitian berada dalam rentang 0-5.9.

Di lokasi lahan tidak terganggu nilai R tertinggi adalah tingkat pancang yaitu 4.61, kemudian diikuti semai, tumbuhan bawah, pohon, tiang, liana dan epifit berurutan yaitu 4.53, 3.34, 2.86, 2.17, dan 1.74. Di lokasi *underground* nilai R tertinggi adalah fase tumbuhan bawah yaitu 5.90, kemudian diikuti semai, pancang, pohon, tiang serta liana dan epifit berurutan yaitu 5.32, 3.73, 3.3, 2.89, dan 2.11. Tingginya kekayaan jenis vegetasi di tambang *underground* disebabkan karena tambang ini dalam kegiatan penambangannya tidak merusak vegetasi di permukaan lahan sehingga kondisinya relatif hampir sama dengan lahan tidak terganggu yang merupakan hutan tropis yang kekayaan jenisnya tinggi. Sedangkan di lokasi tambang PETI indeks kekayaan spesies berada di bawah 3.5 dari mulai tingkat semai, pancang tiang juga pohon, yang berarti jenis vegetasi di lokasi tersebut sangat sedikit. Pada lokasi ini hanya ditemukan satu spesies pada tingkat tiang yaitu *Vernonea arborea* dan tidak ditemukan pohon.

1.6 Kemerataan Spesies

Indeks kemerataan spesies diketahui bahwa pada umumnya nilai R disemua lokasi penelitian pada

rentang 0.58 – 0.98, kecuali di lokasi lahan PETI pada fase tiang dan pohon nilainya nol (Gambar 5). Nilai indeks kemerataan yang mendekati 1 menunjukkan bahwa jumlah individu dalam spesies relatif tersebar merata. Di lokasi tambang PETI, vegetasi tingkat tiang dan pohon nilai E nya adalah nol, karena ditingkat tiang hanya ditemukan 2 individu dalam satu spesies di transek 3 saja, sedangkan pohon tidak ditemukan dikedua transek tersebut.



Gambar 5 Nilai E setiap tingkat pertumbuhan tanaman pada lahan tidak terganggu, tambang PETI (Penambang Emas Tanpa Ijin) dan tambang *underground* di Gunung Pongkor.

**2. Dugaan Cadangan Karbon Tingkat Tiang dan Pohon**

Hasil perhitungan potensi cadangan biomassa tingkat tiang dan pohon di atas permukaan tanah di lahan tidak terganggu, lahan bekas tambang PETI dan lahan tambang *underground* di Gunung Pongkor berkisar antara 0.14 – 614.77 ton/ha, sedangkan cadangan karbonnya antara 0.06 – 288.94 ton C/ha (Tabel 5).

Tabel 5 Potensi cadangan biomassa dan karbon vegetasi tingkat tiang dan pohon di lokasi lahan tidak terganggu, lahan bekas tambang PETI dan lahan tambang *underground* di Gunung Pongkor

Lokasi	Biomassa (ton/ha)	Potensi Karbon (ton C/ha)
Lahan Tidak Terganggu	614.77	288.94
Lahan Tambang PETI	0.14	0.06
Lahan Tambang Underground	410.09	192.74

Tabel 5 di atas menunjukkan bahwa lahan tidak terganggu memiliki potensi cadangan biomassa vegetasi paling tinggi yaitu sebesar 614.77 ton/ha, kemudian diikuti oleh tambang *underground* sebesar 410.09 ton/ha, kemudian yang terendah di lahan tambang PETI

yaitu 0.14 ton/ha. Kondisi ini sangat berkaitan dengan keragaman jenis vegetasi pohon di masing-masing area. Di lahan tidak terganggu umumnya didominasi oleh vegetasi pohon berumur panjang dan memiliki kerapatan kayu yang tinggi seperti *S. lineatum*, *Lithocarpus* sp, *A. excelsa*, *A. procea* dan *V. pubescens*. Selain itu juga ditemukan pohon dengan kerapatan jenis yang tinggi seperti *C. argentea* dan *Z. mauritiana*, sedangkan di lahan *underground* walau terdapat tanaman pohon berumur panjang dan Bj yang tinggi seperti *Lithocarpus* sp, *A. excelsa*, *V. piñata*, *S. wallichii*, *G. rubrum*, dan *C. argentea* namun di lokasi ini khususnya di jalur 8, didominasi oleh tanaman *Maesopsis eminii* yang diameter dan kerapatan kayunya lebih rendah dibandingkan lainnya. Sedangkan di lokasi tambang PETI hanya ditemukan dua individu pada tingkat pancang yaitu jenis *Vernonia arborea*, yang memiliki kerapatan jenis yang rendah.

Menurut Hairiah dan Rahayu (2007), tanaman atau pohon yang berumur panjang yang tumbuh di hutan maupun kebun campuran, merupakan tempat penimbunan atau penyimpanan C (rosot C = C sink) yang tinggi. Cadangan karbon pada suatu sistem penggunaan lahan dipengaruhi oleh jenis vegetasinya. Suatu sistem penggunaan lahan yang terdiri dari pohon dengan spesies yang mempunyai nilai kerapatan kayu tinggi, biomasanya akan lebih tinggi bila dibandingkan dengan lahan yang mempunyai spesies dengan nilai kerapatan kayu rendah. (Rahayu, *et al.* 2007).

Potensi cadangan karbon di lahan tidak terganggu sebesar 288.94 ton C/ha, di lahan tambang *underground* sebesar 192.74 ton C/ha, dan lahan PETI sebesar 0.06 ton C/ha. Rahayu *et al.* (2005), menyatakan bahwa hutan di Indonesia mempunyai potensi cadangan karbon berkisar antara 61 – 300 ton C/ha. Potensi cadangan karbon hutan tropis Asia berkisar antara 40 – 250 ton C/ha untuk vegetasi (Lasco 2002). Jika dibandingkan dengan beberapa hasil penelitian di atas menunjukkan bahwa lahan tidak terganggu di Gunung Pongkor memiliki potensi cadangan karbon yang tergolong cukup tinggi.

**SIMPULAN DAN SARAN**

**Kesimpulan**

1. Struktur dan komposisi vegetasi di lokasi Gunung Pongkor, pada lahan tambang *underground* tidak berbeda dengan lahan tidak terganggu, namun secara signifikan lebih lengkap dari lahan PETI.
2. Potensi cadangan karbon tingkat tiang dan pohon di lahan tidak terganggu dan lahan tambang *underground* tergolong cukup tinggi, yaitu sebesar 288.94 ton C/ha dan 192.74 ton C/ha, sedangkan lahan tambang PETI sangat rendah yaitu hanya 0.06 ton C/ha.



### Saran

Penanaman jenis pionir lokal yang tidak bersifat *Invasive* sangat disarankan untuk mendukung kegiatan restorasi di lahan Taman Nasional Gunung Halimun Salak maupun rehabilitasi lahan terganggu PT Antam UBPE Pongkor.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada PT Antam (Persero Tbk.) yang telah membantu dalam kelancaran penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Amin D. 2014. Memperkuat Insudtri Logam Nasional dengan Hilirisasi Mineral. Warta Minerba Edisi XIX.
- Ameen M. 1999. Development of Guiding Principle for the Prevention of Impact of alien Species, Paper preseted at a Preparatory Workshop for the 4<sup>th</sup> Meeting of SBSTTA to the CBD, organized by IUCN Bangladesh, Dhaka, 25 May, 1999.
- Anonim. 2003. Penyebaran Tumbuhan Jenis Tumbuhan Asing di Indonesia. Kementrian lingkungan Hidup Indonesia dan SEAMEO Biotrop. P. 201.
- Dahlius AZ. 2014. Potensi dan Tantangan Pertambangan di Indonesia. Asosiation Mining Indonesia, Jakarta.
- Dendang B. 2009. Keragaman kupu-kupu di resort Selabintana Taman Nasional Gunung Gede Pangrango, Jawa Barat. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* 6(1): 25-36.
- Hairiah K., Rahayu S. 2007. Pengukuran Karbon Tersimpan di Berbagai Macam Penggunaan Lahan. World Agroforestry Centre. Bogor.
- Haruni K., Adinugroho WC, Imanuddin R. 2012. Monograf Model-Model Alometrik untuk Pendugaan Biomassa Pohon pada Berbagai Tipe Ekosistem Hutan di Indonesia. Kementrian Kehutanan, Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi.
- [IPCC] Intergovernmental Panel on Climate Change. 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Hayama, Japan
- Kusmana C. 1997. Metode Survei Vegetasi. Bogor. Penerbit Institut Pertanian Bogor.
- Lasco RD. 2002. Forest carbon budget in southeast Asia following harvesting and land cover change. *Science in China (series C)* 45 : 55-64.
- Ludwig JA, Reynolds JF. 1988. *Statistical Ecology: A Primer on Computing*. New York (US) : J Wiley.
- Magurran AE. 1988. *Ecological Diversity and Its Measurement*. New Jersey : Priceton University Press.
- Mueller, Dombois D, Ellenberg H. 1974 *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. New York (US) : J Wiley.
- Ogawa H, Yoda K, Kira, Orgino K. 1987. Comparative Ecological Study on Tree Main Type of Forest Vegetation in Thailand I Structure and Floristic Composition. *Nature and life in Southeast Asia IV* : 12-48 (Repinted).
- Peters H A. 2001. *Clidemia hirta* invasion at the Pasoh Forest Reserve: An unexpected plant invasion in an undisturbed tropical forest, *Biotropica* 33 (1), 60-68.
- Pratidina G, dan Purnamasari I. 2012. Telaah Model Pemberdayaan Masyarakat Melalui Kebijakan "Kampung Konservasi" Di Sekitar Wilayah Taman Nasional Gunung Halimun Salak. *Jurnal sosial Humaniora*, ISSN 2087-4928, volume 3 nomor 1.
- PT. Antam Persero Tbk., 1991. Analisis Dampak Lingkungan Penambangan dan Pengolahan Bijih Emas serta Mineral Ikutannya. Departemen Pertambangan dan Energi Republik Indoneasia.
- Rahayu S, Bertha L, Van Noordwijk M. 2005. Pendugaan Cadangan Karbon di atas Permukaan Tanah Pada Berbagai Sistem Penggunaan Lahan di Kabupaten Nunukan Kalimantan Timur. Word Agroforestry Centre.
- Saker NM. 1989. Protected areas Bangladesh – an overview of present management status. *In* : Conservation of Wildlife in Bangladesh. Proceedings of the First International Seminar cum Workshop for Conservation of Wildlife in Bangladesh. 1-4 December, 1986. The German Cultural Institute, Dhaka, Bangladesh, pp. 23-47.
- SNI 7724, 2011. Pengukuran Dan Pengitungan Cadangan Karbon-Pengukuran Lapangan Untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan (*Ground Based Forest Carbon Accounting*). Badan Standarisasi Nasional, ICN 65.020.
- Soerianegara I, Indrawan A. 2013. Ekologi Hutan Indonesia. Laboratorium Ekologi. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Subowo G. 2011. Penambangan Sistem Terbuka Ramah Lingkungan dan Upaya Reklamasi Pasca Tambang Untuk Memperbaiki Kualitas Sumber Daya Lahan dan Hayati Tanah, ISSN 197-0799.
- Suhendang. 2002. Pengantar Ilmu Kehutanan Bogor. Fakultas Kehutanan IPB.
- Soejani M, Kostermans., Tjitrosoepomo G. 2001. *Weeds of Rice in Indonesia*, Balai Pustaka, Jakarta. Pp 546.
- Sunaryo, Uji T, Tihurua E.F. 2012. Jenis Tumbuhan Asing Invasif yang Mengancam Ekosistem di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango, Resort Bodogol, Jawa Barat. Berk. Penel. HAYati : 17 (147-152), 2012.
- Sunaryo, Uji T, Tihurua EF. 2012. Komposisi Jenis dan Potensi Ancaman Tumbuhan di Taman Nasional Gunung Halimun Salak Jawa Barat.
- Syafrizal. Indarti. T. Valentine, K., 2009. Studi Distribusi Ukuran Butir Elketrum dan Asosiasi Mineralisasi Emas Pada Urat Ciurug, Pongkor, Indoneasia, JTM Vo. XVI No 2.
- Yamada I. 1975. Forest Ecological Studies of The Montane Forest of Mt. Pangrango, West Java II Stratification and Floristic Composition on The Forest Vegetation on The Higher part of Mt. Pangrango. *Tonan Aja Kenkyu* 13(4): 513-534 (Repinted).