

---

# ANALISIS VEGETASI DAN PENDUGAAN KARBON TERSIMPAN PADA POHON DI KAWASAN SEKITAR GUNUNG DAN DANAU BATUR KINTAMANI BALI

**Wawan Sujarwo dan I Dewa Putu Darma**

UPT Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya "Eka Karya" Bali - LIPI  
Candikuning, Baturiti, Tabanan-Bali. 82191. Telp. (0368) 2127, 22050, Fax. (0368) 22051  
e-mail : w\_sujarwo@yahoo.co.id

## **Abstract**

*Reforestation program of bare land with planting several species of trees has been done on several areas around Mountain and Lake Batur. So that, the study of trees vegetation analysis and estimating of carbon stock needs to be done as well. A total 2400 m<sup>2</sup> Sampling Plot with 6 plots (20 x 20 m) in four areas has been established to determine trees structure, composition, and carbon stock (above ground) in around Mountain and Lake Batur Kintamani. Enumeration of all tree species revealed that there were 11 species and 10 families with *Eucalyptus urophylla* (Myrtaceae) was the most abundant species and family in the Sampling Plot with INP was 97.24%. Shannon Index (*H'*) revealed that tree species composition was 0,8. It means the diversity of trees is low. The amount of carbon stock (above ground) was 28.0669 ton per 0.24 Ha. It means, total carbon stock in 400 Ha secondary forest around Mountain and Lake Batur was 46,778.17 ton.*

**Key words:** *vegetation analysis, carbon stock, trees, Kintamani*

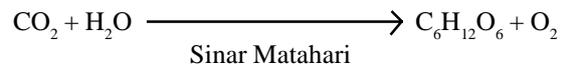
## **1. Pendahuluan**

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki tingkat keanekaragaman hayati yang tinggi dan menempati urutan ke dua setelah Brazil, baik flora maupun fauna dengan penyebaran yang sangat luas (Heriyanto dan Garsetiasih, 2004). Saat ini keanekaragaman spesies, ekosistem, dan sumberdaya genetik semakin menurun pada tingkat yang cukup membahayakan akibat kerusakan lingkungan.

Pelestarian komunitas hayati secara utuh sangat dibutuhkan untuk melestarikan keanekaragaman hayati di suatu ekosistem. Konservasi pada tingkat komunitas merupakan salah satu cara yang efektif untuk melestarikan spesies. Kawasan Gunung dan Danau Batur di Kintamani Bali merupakan kawasan kritis yang membutuhkan perhatian untuk pelestarian komunitas hayati. Letusan Gunung Batur dan maraknya penambangan galian C merupakan beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya kerusakan lingkungan di wilayah ini.

Pohon memegang peranan yang sangat penting sebagai penyusun komunitas hutan dan berfungsi sebagai penyangga kehidupan, baik dalam mencegah

erosi, siklus hidrologi, menjaga stabilitas iklim global, dan sebagai penyimpan karbon. Perubahan iklim global yang terjadi akhir-akhir ini dikarenakan ketidakseimbangan antara konsentrasi CO<sub>2</sub> di atmosfer dengan ketersediaan vegetasi tanaman, yang dalam hal ini adalah pohon (dbh/diameter breast high <sup>3</sup> 20 cm) (Daniel, *et. al.*, 1979). Pohon melalui proses fotosintesis dapat mengubah CO<sub>2</sub> menjadi O<sub>2</sub> melalui reaksi:



Kawasan hutan Kintamani yang meliputi Gunung dan Danau Batur merupakan daerah hulu yang memiliki tingkat kerusakan lingkungan yang cukup kritis (BKSDA, 2005), keberadaannya perlu mendapat perhatian dari semua lapisan masyarakat. Program penanaman beberapa jenis tanaman sudah mulai dilakukan pada beberapa titik di sekitar Gunung dan Danau Batur. Untuk itu, penelitian tentang analisis vegetasi pohon dan pendugaan karbon tersimpan yang terdapat di dalam kawasan hutan sekunder Kintamani perlu dilakukan untuk



$$\text{Kerapatan species (K)} = \frac{\text{Jumlah individu species a}}{\text{Ukuran (luas) plot sampel}} \quad (1)$$

$$\text{KR} = \frac{\text{K a}}{\text{K total}} \quad (2)$$

$$\text{Frekuensi species (F)} = \frac{\text{Jumlah plot species a ditemukan}}{\text{Jumlah total plot}} \quad (3)$$

$$\text{FR} = \frac{\text{F a}}{\text{F total}} \quad (4)$$

$$\text{Luas basal area (LBD)} = \frac{1}{4} \pi (\text{dbh})^2 \quad (5)$$

$$\text{Dominasi species (Do)} = \frac{\text{LBD species a}}{\text{Ukuran plot}} \quad (6)$$

$$\text{DR} = \frac{\text{Do a}}{\text{Do total}} \times 100\% \quad (7)$$

$$\text{INP} = \text{KR} + \text{FR} + \text{DR} \quad (8)$$

Keanekaragaman pohon dihitung berdasarkan indeks keanekaragaman Shannon ( $H'$ ). Ludwig and Reynold (1988) menyebutkan bahwa persamaan dalam perhitungan indeks Shannon adalah sebagai berikut :

$$p_i = \frac{n_i}{N} \quad (9)$$

$$H' = - \sum p_i \ln p_i \quad (10)$$

Keterangan :

- $n_i$  = jumlah individu suatu spesies
- $N$  = jumlah total individu seluruh jenis
- $P_i$  = ratio jumlah species dengan jumlah total individu dari seluruh species

### 2.3.2. Karbon Tersimpan

Pendugaan karbon tersimpan (*above ground*) menggunakan Persamaan Allometrik Brown (1997) untuk tanaman Tropis di wilayah Indonesia. Persamaan perhitungan adalah sebagai berikut :

$$B = 0,1043 \times D^{2,6} \quad (11)$$

$$C = B \times 0,5 \quad (12)$$

$$C \text{ total} = C1 + C2 + \dots Cn \quad (13)$$

Keterangan :

- $B$  = Biomassa pohon (kg/pohon)
- $D$  = dbh (cm)
- $C$  = Karbon tersimpan (kg/pohon)

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Kekayaan Jenis Pohon

Berdasarkan penelitian yang dilakukan terhadap kekayaan jenis pohon di Kawasan Sekitar Gunung dan Danau Batur, ditemukan 11 jenis pohon yang termasuk ke dalam 10 famili dengan jumlah individu sebanyak 98 individu/0,24 ha, sebagaimana tersaji secara lengkap pada Tabel 1.

**Tabel 1. Jenis-jenis Pohon yang Terdapat di Kawasan Sekitar Gunung dan Danau Batur Kintamani**

No	Species	Family	LBD(m <sup>2</sup> )	Jml Individu/0,24 Ha
1	<i>Eucalyptus urophylla</i>	Myrtaceae	2,38	32
2	<i>Schima wallichii</i>	Theaceae	0,65	23
3	<i>Casuarina junghuniana</i>	Casuarinaceae	0,98	18
4	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	0,03	9
5	<i>Pinus merkusii</i>	Pinaceae	0,68	5
6	<i>Erythrina variegata</i>	Fabaceae	0,14	4
7	<i>Helicia serrata</i>	Proteaceae	0,04	2
8	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Urticaceae	0,01	2
9	<i>Ligustrum glomeratum</i>	Oleaceae	0,02	1
10	<i>Melia azedarach</i>	Meliaceae	0,0023	1
11	<i>Paraserianthes falcataria</i>	Fabaceae	0,0006	1
Total Individu				98

Tabel 1 memperlihatkan bahwa kawasan hutan sekunder di sekitar Gunung dan Danau Batur memiliki keragaman jenis pohon yang cukup rendah berdasarkan nilai indeks keanekaragaman (Tabel 3) (Mason and Macdonald, 1986), hal ini dikarenakan kawasan Gunung dan Danau Batur merupakan kawasan yang cukup kritis, dari 4500 Ha areal yang ada hanya 500 Ha saja yang sudah hijau (Sujarwo, et. al., 2010). Penelusuran di lapangan mengungkap bahwa sebelum letusan Gunung Batur tahun 1929, dikatakan bahwa vegetasi pohon yang mendominasi di Kawasan Kintamani adalah Pinus spp.

Tabel 1 juga memperlihatkan jumlah individu pohon terbanyak terdapat pada jenis *Eucalyptus urophylla* dengan jumlah individu 32/0,24 Ha, selanjutnya diikuti oleh *Schima wallichii* yang mempunyai jumlah individu 23/0,24 Ha dan *Casuarina junghuhniana* yang mempunyai jumlah individu 18/0,24 Ha. Kelimpahan jenis pohon sebagaimana yang tersaji dalam Tabel 1 banyak dipengaruhi oleh lokasi tempat tumbuh. Jenis *Eucalyptus urophylla* sangat melimpah jumlahnya di sisi sebelah timur Gunung Batur dan berdekatan dengan Danau Batur. Di sisi lain, jenis *Schima wallichii* sangat melimpah di batas selatan Kawasan Kintamani, begitu juga jenis *Casuarina junghuhniana* banyak sekali ditemukan di sisi barat Gunung Batur.

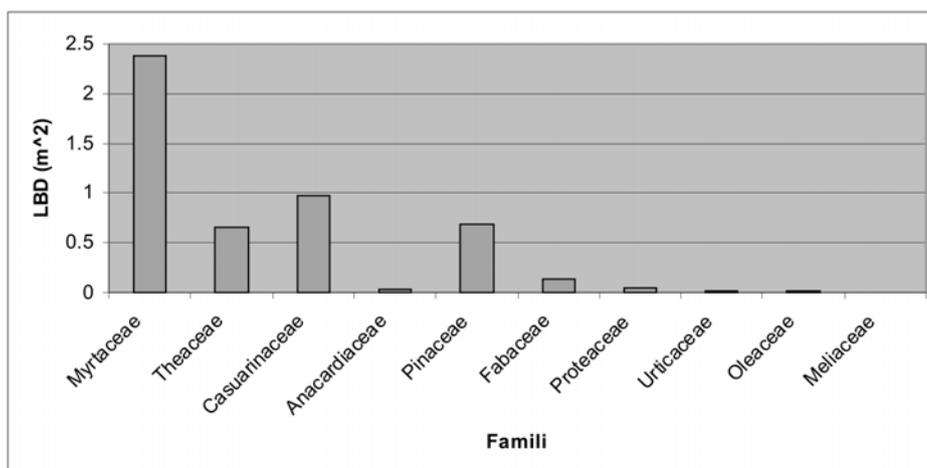
### 3.2. Struktur Vegetasi Pohon

Salah satu indikator dalam mengkaji struktur hutan adalah data diameter batang pohon yang diukur

setinggi dada (dbh/diameter breast high). Gambar 1 memperlihatkan data basal area dari masing-masing famili yang terdapat dalam plot seluas 0,24 Ha pada beberapa lokasi penelitian.

Berdasarkan Gambar 2 dapat diketahui bahwa famili Myrtaceae memiliki luas bidang dasar terbesar yaitu 2,38 m<sup>2</sup>, selanjutnya Casuarinaceae dengan luas bidang dasar sebesar 0,98 m<sup>2</sup> dan Pinaceae dengan luas bidang dasar sebesar 0,68 m<sup>2</sup> sebagaimana tersaji pada Gambar 2. Nilai tersebut cukup rendah dan akan lebih rendah lagi untuk famili Oleaceae, Urticaceae dan Meliaceae yang memiliki luas bidang dasar secara berturut-turut 0,02 m<sup>2</sup>; 0,01 m<sup>2</sup> dan 0,0023 m<sup>2</sup>. Rendahnya nilai ini menunjukkan bahwa faktor tempat tumbuh seperti kandungan hara tanah (N, P, K, dan C) sangat terbatas untuk mendukung pertumbuhan pohon, karena sebagian besar Kawasan Kintamani bertanah pasir bekas larva letusan Gunung Agung, sehingga dapat dikatakan bahwa Kawasan Kintamani merupakan kawasan kritis yang membutuhkan adanya reklamasi tempat tumbuh. Tinggi rendahnya luas basal area juga ditentukan oleh umur suatu pohon. Hortson (1976) dalam Bakri (2009) menyatakan bahwa yang paling berpengaruh dalam menentukan diameter batang adalah jenis dan umur pohon.

Famili Casuarinaceae dan Pinaceae merupakan tumbuhan dataran tinggi yang memiliki toleransi yang luas terhadap suhu, kelembaban, keadaan tanah, dan kompetisi unsur hara sehingga famili tersebut memungkinkan untuk dapat berkembang dan tumbuh dengan baik serta memiliki diameter



Gambar 2. Luas Bidang Dasar Berdasarkan Famili di Kawasan Gunung dan Danau Batur Kintamani

batang yang cukup besar. Krebs (1985) menyatakan bahwa keadaan hutan pegunungan dipengaruhi oleh batuan yang menyusun lapisan tanah, di mana kebanyakan lapisan tanah pegunungan merupakan turunan dari batuan vulkanik yang cukup asam dan kurang akan posfor dan nitrogen. Hal tersebut cukup relevan dengan hasil penelitian di lapangan yang menemukan bahwa kisaran pH di beberapa areal Kawasan Kintamani berkisar 4,5-7.

### 3.3. Indeks Nilai Penting

Indeks Nilai Penting (INP) menyatakan adanya kepentingan suatu jenis tumbuhan dan memperlihatkan peranannya di dalam komunitas hutan, di mana INP pada tingkatan pohon dicari dari hasil penjumlahan kerapatan relatif (KR), frekuensi relatif (FR) dan dominansi relatif (DR). Dari penelitian yang telah dilakukan, didapatkan Indeks Nilai Penting tertinggi terdapat pada jenis *Eucalyptus urophylla* yang mempunyai INP sebesar 97,24% sedangkan Indeks Nilai Penting terendah terdapat pada jenis *Paraserianthes falcataria* dengan nilai sebesar 7,04%. Data tentang INP secara lengkap tersaji pada Tabel 2.

Nilai frekuensi relatif (FR) tertinggi juga terdapat pada jenis *Eucalyptus urophylla* dengan nilai sebesar 32,65%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa jenis *Eucalyptus urophylla* banyak terdapat pada hutan sekunder di Kawasan Gunung dan Danau Batur. *Eucalyptus urophylla* dan *Casuarina junghuhmiana* merupakan jenis pohon yang dapat beradaptasi dengan kondisi lingkungan pegunungan yang cukup kritis. Berdasarkan nilai FR, maka dapat dilihat proporsi antara jumlah pohon dalam suatu jenis dengan jumlah jenis lainnya di dalam komunitas dan juga dapat menggambarkan penyebaran individu di dalam komunitas.

Penyebaran dan pertumbuhan pohon sangat dipengaruhi oleh daya tumbuh biji, topografi, keadaan tanah, dan faktor lingkungan lainnya. Biji pohon yang tersebar di daerah yang miskin akan bahan organik dan dengan intensitas cahaya yang berlebih seperti yang terdapat di kawasan sekitar Gunung Batur dapat mematikan pertumbuhan biji tersebut.

Berdasarkan data di atas dapat dilihat bahwa vegetasi pohon pada hutan sekunder di Kawasan Kintamani termasuk dalam kategori aksidental. Hal

**Tabel 2. Indeks Nilai Penting Pohon di Kawasan Gunung dan Danau Batur Kintamani**

No	Nama Ilmiah	Family	KR (%)	FR (%)	DR (%)	INP (%)
1	<i>Eucalyptus urophylla</i>	Myrtaceae	23,53	32,65	41,06	97,24
2	<i>Schima wallichii</i>	Theaceae	11,76	23,47	18,96	54,19
3	<i>Casuarina junghuniana</i>	Casuarinaceae	11,76	18,37	20,85	50,98
4	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	11,76	9,18	2,78	23,72
5	<i>Pinus merkusii</i>	Pinaceae	5,88	5,1	9,69	20,67
6	<i>Erythrina variegata</i>	Fabaceae	5,88	4,08	3,1	13,06
7	<i>Helicia serrata</i>	Proteaceae	5,88	2,04	1,55	9,47
8	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Urticaceae	5,88	2,04	0,8	8,72
9	<i>Ligustrum glomeratum</i>	Oleaceae	5,88	1,02	0,85	7,75
10	<i>Melia azedarach</i>	Meliaceae	5,88	1,02	0,26	7,16
11	<i>Paraserianthes falcataria</i>	Fabaceae	5,88	1,02	0,14	7,04

Nilai kerapatan relatif (KR) tertinggi terdapat pada jenis *Eucalyptus urophylla* dengan nilai sebesar 23,53%. Tingginya nilai ini menunjukkan banyaknya jenis ini di dalam sampling plot. Loveless (1989) mengemukakan bahwa sebagian tumbuhan berhasil tumbuh dalam kondisi lingkungan yang beraneka ragam sehingga tumbuhan tersebut cenderung tersebar luas.

ini menunjukkan bahwa penyebaran jenis vegetasi cukup terbatas dan penyebaran biji hanya pada lokasi hutan sekitar tempat tumbuhnya saja. Monk, et al. (2000) menyatakan bahwa persebaran biji pohon umumnya mengandalkan pasokan biji dari pohon yang berada di areal yang lebih tinggi.

Nilai dominansi relatif (DR) tertinggi terdapat pada jenis *Eucalyptus urophylla* yaitu sebesar

41,06% sedangkan dominasi relatif terendah terdapat pada jenis *Paraserianthes falcataria* yaitu sebesar 0,14%. Nilai Dominansi Relatif menunjukkan proporsi antara luas tempat yang tertutupi oleh pohon dengan luas total habitat menunjukkan jenis tumbuhan yang dominan di dalam komunitas (Indriyanto, 2006).

Odum (1971) menyebutkan bahwa jenis yang dominan mempunyai produktivitas yang besar. Penentuan suatu jenis vegetasi dominan, didasarkan pada diameter batangnya yang diukur setinggi dada (dbh). Keberadaan jenis dominan menjadi suatu indikator bahwa jenis tersebut berada pada habitat yang sesuai dalam mendukung pertumbuhannya.

### 3.4. Indeks Keanekaragaman

Untuk mengetahui indeks keanekaragaman ( $H'$ ) pada lokasi penelitian telah dilakukan analisa data dan didapat hasil sebagai berikut:

**Tabel 3. Indeks Keanekaragaman Pohon di Kawasan Gunung dan Danau Batur Kintamani**

No	Nama Ilmiah	Family	H'
1	<i>Eucalyptus urophylla</i>	Myrtaceae	0,16
2	<i>Schima wallichii</i>	Theaceae	0,15
3	<i>Casuarina junghuniana</i>	Casuarinaceae	0,14
4	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	0,10
5	<i>Pinus merkusii</i>	Pinaceae	0,07
6	<i>Erythrina variegata</i>	Fabaceae	0,06
7	<i>Helicia serrata</i>	Proteaceae	0,03
8	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Urticaceae	0,03
9	<i>Ligustrum glomeratum</i>	Oleaceae	0,02
10	<i>Melia azedarach</i>	Meliaceae	0,02
11	<i>Paraserianthes falcataria</i>	Fabaceae	0,02
Jumlah			0,80

Tabel 3 menunjukkan bahwa pada lokasi penelitian seluas Plot 20 m x 20 m sebanyak enam lokasi didapatkan indeks keanekaragaman sebesar 0,8 (berdasarkan *Shannon Diversity Index*). Hal ini menunjukkan bahwa jumlah jenis diantara jumlah total individu seluruh jenis yang ada termasuk dalam kategori rendah. Mason and Macdonald (1986) mengemukakan bahwa jika nilai Indeks Keanekaragaman lebih kecil dari 1 berarti keanekaragaman jenis rendah, jika diantara 1-3 berarti

keanekaragaman jenis sedang, jika lebih besar dari 3 berarti keanekaragaman jenis tinggi.

Rendahnya keanekaragaman pohon di dalam plot dikarenakan plot ini berada di dalam kawasan yang kritis. Pasokan unsur hara yang rendah, intensitas sinar matahari yang berlebih dan pasokan air yang sedikit menyebabkan sulitnya jenis-jenis pohon untuk tumbuh di kawasan ini dan hanya beberapa jenis pohon saja yang mampu *survive* seperti halnya *Casuarina junghuniana* dan *Eucalyptus urophylla*.

### 3.5. Karbon Tersimpan (Above Ground)

Nilai karbon tersimpan ditentukan dengan pengukuran biomassa pohon. Karbon tersimpan merupakan 50% dari Biomassa pohon yang diukur. Biomassa pohon (dalam berat kering) dihitung menggunakan persamaan allometrik berdasarkan pada pengukuran diameter batang setinggi dada (dbh). Data biomassa pohon dan karbon tersimpan secara lengkap tersaji pada Tabel 4.

Tabel 4 memperlihatkan bahwa karbon tersimpan pada pohon di Kawasan Gunung dan Danau Batur Kintamani sebesar 26,0669 Ton/0,24Ha. Sehingga pada hutan sekunder di Kawasan Gunung dan Danau Batur Kintamani yang diperkirakan masih memiliki 400 Ha areal yang masih hijau, maka di dapat jumlah karbon tersimpan sebesar 46.778,17 Ton.

Perbedaan jumlah karbon tersimpan pada setiap lokasi penelitian disebabkan perbedaan kerapatan tumbuhan pada setiap lokasi. Karbon tersimpan pada suatu komunitas hutan juga dipengaruhi oleh diameter dan berat jenis tanaman. Suatu sistem komunitas hutan yang terdiri dari jenis-jenis pohon yang mempunyai nilai kerapatan kayu tinggi maka biomasanya akan lebih tinggi bila dibandingkan dengan komunitas hutan yang mempunyai jenis-jenis pohon dengan nilai kerapatan kayu rendah (Rahayu, et, al., 2007).

Karbon tersimpan dapat diartikan banyaknya karbon yang mampu diserap oleh tumbuhan dalam bentuk biomassa. Jumlah emisi karbon yang semakin meningkat saat sekarang harus diimbangi dengan jumlah penyerapnya, hal tersebut perlu dilakukan untuk mengurangi dampak dari pemanasan global dengan cara menanam pohon sebanyak-banyaknya, karena pohon melalui proses fotosintesis dapat mengubah CO<sub>2</sub> menjadi O<sub>2</sub>. Dari kenyataan tersebut, maka dapat diperkirakan berapa banyak pohon yang

**Tabel 4. Karbon Tersimpan Pada Pohon di Kawasan Gunung dan Danau Batur Kintamani**

No	Nama Ilmiah	Family	Biomassa Pohon (Ton/0,24Ha)	Karbon Tersimpan (Ton/0,24Ha)
1	<i>Eucalyptus urophylla</i>	Myrtaceae	29,3019	14,6509
2	<i>Schima wallichii</i>	Theaceae	5,7307	2,8654
3	<i>Casuarina junghuniana</i>	Casuarinaceae	10,1909	5,0954
4	<i>Mangifera indica</i>	Anacardiaceae	0,1602	0,0801
5	<i>Pinus merkusii</i>	Pinaceae	8,6405	4,3202
6	<i>Erythrina variegata</i>	Fabaceae	1,5373	0,7686
7	<i>Helicia serrata</i>	Proteaceae	0,3011	0,1506
8	<i>Artocarpus heterophyllus</i>	Urticaceae	0,0743	0,0371
9	<i>Ligustrum glomeratum</i>	Oleaceae	0,1869	0,0934
10	<i>Melia azedarach</i>	Meliaceae	0,0084	0,0042
11	<i>Paraserianthes falcataria</i>	Fabaceae	0,0016	0,0008
Total			56,1338	28,0669

harus ditanam pada suatu kawasan untuk mengimbangi jumlah karbon yang terbebas di udara.

#### 4. Simpulan dan Saran

##### 4.1. Simpulan

Terdapat 11 jenis pohon yang termasuk ke dalam 10 famili dengan jumlah individu sebanyak 98 di dalam areal seluas 0,24 Ha (2.400 m<sup>2</sup>). Famili Myrtaceae memiliki luas bidang dasar terbesar yaitu 2,38 m<sup>2</sup>, selanjutnya Fagaceae dengan luas bidang dasar sebesar 0,98 m<sup>2</sup> dan Annonaceae dengan luas bidang dasar sebesar 0,68 m<sup>2</sup>. Berdasarkan *Shannon Diversity Index*, didapatkan indeks keanekaragaman adalah sebesar 0,8. Struktur pohon di dalam sampling plot didominasi oleh *Eucalyptus urophylla* dengan INP sebesar 97,24%. Karbon tersimpan pada pohon di Kawasan Gunung dan Danau Batur Kintamani sebesar 26,0669 Ton/0,24Ha. Sehingga pada hutan sekunder di Kawasan Gunung dan Danau Batur

Kintamani yang diperkirakan masih memiliki 400 Ha areal yang masih hijau, maka di dapat jumlah karbon tersimpan sebesar 46.778,17 Ton.

##### 4.2. Saran

Dilihat dari Indeks Keanekaragaman yang cukup kecil maka diperlukan perhatian lebih, khususnya dari Pemerintah Daerah agar tetap menjaga kelestarian hutan di Kawasan Gunung dan Danau Batur Kintamani, demi terbentuknya suatu ekosistem yang lebih baik.

##### Ucapan terimakasih

Terima kasih yang sebesar-besarnya kami ucapkan kepada I Wayan Puspa dan I Ketut Tama selaku Polisi Hutan di wilayah KRPH Penelokan yang telah banyak membantu selama penelitian di lapangan. Taksonom senior Kebun Raya Bali Ida Bagus Ketut Arinasa, M.Si yang banyak membantu dalam identifikasi jenis tanaman.

#### Daftar Pustaka

- Bakri. 2009. *Analisis Vegetasi dan Pendugaan Cadangan Karbon Tersimpan Pada Pohon di Hutan Taman Wisata Alam Taman Eden Desa Sionggang Utara Kecamatan Lumban Julu Kabupaten Toba Samosir*. Tesis. Sekolah Pasca Sarjana, Universitas Sumatra Utara, Medan.
- BKSDA. 2005. *Kawasan Konservasi Provinsi Bali*. Balai Konservasi Sumberdaya Hutan Provinsi Bali, Denpasar.
- Brown, S. 1997. *Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forests: A Primer*. FAO Forestry Paper 134, Rome.

- Daniel, T.W., J.A. Helms and F.S. Baker. 1979. *Principles of Silviculture 2<sup>nd</sup> edition*. McGraw & Hill, New York.
- Heriyanto, N.M dan R. Garsetiasih. 2004. "Potensi Pohon Kulim (*Scorodocarpus borneensis* Becc) di Kelompok Hutan Gelawan Kampar Riau". *Buletin Plasma Nutfah*, 10(1). 37-41.
- Indriyanto. 2006. *Ekologi Hutan*. Bumi Aksara, Jakarta.
- Krebs, C.J. 1985. *Ecology: the Experimental Analysis of Distribution and Abundance Third Edition*. Harper & Row Publishers Inc, New York.
- Loveless, A.R. 1989. *Prinsip-Prinsip Biologi Tumbuhan Untuk Daerah Tropik 2*. Gramedia, Jakarta.
- Ludwig, J.A. and J.F. Reynold. 1988. *Statistical ecology: a primer of methods and computing*. Wiley Press, New York.
- Mason, C.F. and S.M. McDonald. 1986. *Otters: ecology and conservation*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Monk, K.A., Y. De Fretes., R.G. Lilley. 2000. *Ekologi Nusa Tenggara dan Maluku*. Prenhallindo, Jakarta.
- Odum, P.E. 1971. *Dasar-Dasar Ekologi*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Rahayu, S., B. Lusiana dan M. van Noordwijk. 2007. *Pendugaan Cadangan Karbon di Atas Permukaan Tanah pada Berbagai Sistem Penggunaan Lahan di Kabupaten Nunukan, Kalimantan Timur*. World Agroforestry Centre, Bogor.
- Sujarwo, W., I.G. Suparta dan I.N. Suwirta. 2010. *Inventarisasi dan Konservasi Tumbuhan Langka Lokal di Kecamatan Kintamani Bangli*. Laporan Penelitian. Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya "Eka Karya" Bali - LIPI, Bali.