

## *Economic Valuation of Carbon Sink in PT Bio Farma (Persero) Forest Adoption Plot at Masigit Kareumbi Game Reserve*

**Yusuf Nugraha Andrian<sup>1\*</sup>, Ratna Wingit<sup>1</sup>, Nida Aulia Ulhaq<sup>2</sup>**

### **Article Info**

*\*Correspondence Author*

<sup>(1)</sup> PT Bio Farma (Persero)

<sup>(2)</sup> West Java Conservation  
Trust Fund

### **How to Cite:**

Andrian, Y. N., Wingit, R.,  
Ulhaq, N. A. (2023).  
*Economic Valuation of  
Carbon Sink in PT Bio  
Farma (Persero) Forest  
Adoption Plot at Masigit  
Kareumbi Game Reserve.*  
*Indonesian Journal of Social  
Responsibility Review.* 2(2),  
94-101.

### **Article History**

*Submitted: 22 August 2023*

*Received: 20 September 2023*

*Accepted: 20 September 2023*

*Correspondence E-Mail:*

*yusuf.andrian@biofarma.co.id*

### **Abstract**

Forests have an important role in human life. Forests provide direct and indirect benefits. CO<sub>2</sub> absorption and O<sub>2</sub> production are some of the indirect benefits for human life. As a conservation forest, Masigit Kareumbi Game Reserve (TBMK) area is very important in CO<sub>2</sub> absorption and O<sub>2</sub> production. The TBMK Conservation Area has a fairly high level of social pressure which was the background for the emergence of the Forest Adoption program. Caring for and protecting the highly pressured TBMK area will be important for human life as the area acts as CO<sub>2</sub> absorption, O<sub>2</sub> production area, water catchment area, and clean water provider for the surrounding community. Bio Farma participates in caring for and protecting TBMK forests by participating in the Forest Adoption program. Wali Pohon PT Bio Farma (Persero) has carbon stocks of 134.095 tons, a CO<sub>2</sub> absorption value of 418.464 tons/hectare/year, and an O<sub>2</sub> production value of 358.033 tons/hectare/year. If evaluated, the PT Bio Farma (Persero) Wali Pohon plot has a carbon absorption value of IDR 28,318,422 (twenty-eight million three hundred eighteen thousand four hundred and twenty-two rupiah).

**Keywords: Carbon Sink; Economic Value; Environmental Service; Forest Adoption; TBMK**

## Valuasi Ekonomi Serapan Karbon pada Plot Wali Hutan PT Bio Farma (Persero) di Taman Buru Masigit Kareumbi

Yusuf Nugraha Andrian<sup>1\*</sup>, Ratna Wingit<sup>1</sup>, Nida Aulia Ulhaq<sup>2</sup>

### Info Artikel

\*Korespondensi Penulis

<sup>(1)</sup> PT Bio Farma (Persero)

<sup>(2)</sup> West Java Conservation Trust Fund

Surel Korespondensi:

yusuf.andrian@biofarma.co.id

### Abstrak

Hutan memiliki peranan penting dalam kehidupan manusia. Hutan memberikan manfaat secara langsung maupun tidak langsung. Salah satu manfaat tidak langsung yang dirasakan manusia adalah penyerapan CO<sub>2</sub> dan produksi O<sub>2</sub>. Taman Buru Masigit Kareumbi (TBMK) sebagai kawasan hutan konservasi memiliki peranan sangat penting dalam penyerapan CO<sub>2</sub> dan produksi O<sub>2</sub>. Kawasan Konservasi TBMK memiliki tekanan sosial yang cukup tinggi. Tekanan kawasan yang cukup tinggi itulah yang melatarbelakangi munculnya program Wali Hutan. Merawat dan melindungi kawasan TBMK yang penuh tekanan menjadi sangat penting dalam kelangsungan hidup manusia sebagai penyerapan CO<sub>2</sub>, produksi O<sub>2</sub>, sebagai area tangkapan air, dan penyedia air bersih bagi masyarakat sekitar. Bio Farma ikut serta dalam merawat dan menjaga hutan TBMK dengan masuk melalui program Wali Hutan. Wali Hutan PT Bio Farma (Persero) memiliki cadangan karbon 134,095 ton, nilai serapan CO<sub>2</sub> sebesar 418,464 ton/hektar/tahun, dan nilai produksi O<sub>2</sub> sebesar 358,0,33 ton/hektar/tahun. Jika dievaluasi, plot wali hutan PT Bio Farma (Persero) memiliki nilai serapan karbon sebesar Rp 28.318.422 (dua puluh delapan juta tiga ratus delapan belas ribu empat ratus dua puluh dua rupiah).

**Kata Kunci: Cadangan Karbon; Jasa Lingkungan; TBMK; Valuasi Ekonomi; Wali Hutan**

## Pendahuluan

Perubahan iklim atau pemanasan global menjadi topik yang selalu hangat dibicarakan dan menjadi permasalahan dunia. Pemanasan global dapat terjadi karena tingginya tingkat emisi Gas Rumah Kaca (GRK). Gas Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>) menjadi salah satu pengaruh besar dalam perubahan iklim di dunia (Rinjani *et al.*, 2018). Hutan memiliki peran penting dalam penyerapan gas CO<sub>2</sub> saat proses fotosintesis. Beberapa upaya untuk mengurangi gas rumah kaca adalah dengan mengurangi emisi dari sumbernya dan meningkatkan kemampuan penyerapan (Adinugroho, 2010). Salah satu penyerapan karbon terbesar berada di area hutan.

Hutan memberikan manfaat yang sangat berarti, seperti manfaat langsung (*tangible*) dan manfaat tidak langsung (*intangible*). Seluruh manfaat hutan tersebut dapat dirasakan oleh manusia jika hutan dalam kondisi optimal dan terjaga (Muthmainnah & Tahnur, 2018). Beberapa manfaat langsung dari hutan yang bisa dirasakan manusia adalah obat-obatan alami dan kayu. Sementara manfaat tidak langsung yang dirasakan adalah fungsi hidrologis dan penyerapan karbon. Menjaga, merawat, dan menambah area hutan menjadi sangat berarti untuk mengurangi emisi gas rumah kaca.

Kawasan konservasi merupakan suatu kawasan hutan yang memiliki ciri khas tertentu dengan fungsi pokok pengawetan keanekaragaman tumbuhan dan satwa serta ekosistemnya. Taman buru merupakan salah satu kawasan konservasi yang memiliki fungsi utama sebagai tempat perburuan secara teratur (wisata buru) (Andrian, 2020). Taman Buru Masigit Kareumbi merupakan satu-satunya taman buru yang berada di pulau Jawa-Bali. TBMK juga menjadi area tangkapan air terbesar yang berada di area timur Bandung.

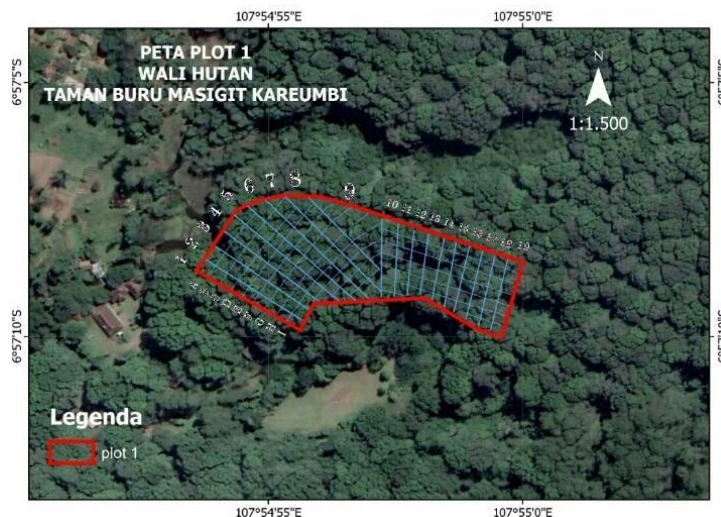
Program Wali Hutan merupakan salah satu program yang dicanangkan oleh Wanadri (*West Java Conservation Trust Fund*) di Taman Buru Masigit Kareumbi. Program Wali Hutan merupakan program adopsi luasan area hutan dengan tegakan pohon yang sudah tumbuh dalam luasan persatuan meter persegi selama satu tahun. Program ini didasari dari banyaknya tekanan terhadap kawasan dan biaya pengamanan kawasan yang minim. Tekanan manusia terhadap hutan menyebabkan deforestasi dan degradasi terhadap hutan yang ada. Penurunan jumlah dan kualitas hutan dapat menyebabkan pengurangan cadangan karbon, pelepasan emisi karbon ke atmosfer, dan mengurangi penyerapan karbon oleh hutan (Manuri *et al.*, 2011).

Penilaian ekonomi terhadap sumber daya alam dan lingkungan dinilai perlu dilakukan. Penilaian ekonomi tersebut perlu dilakukan untuk memberi gambaran kepada masyarakat umum betapa berharganya sumber daya alam. Sumber daya alam yang optimal dapat memberikan manfaat yang optimal juga bagi masyarakat.

## Metode Penelitian

### A. Pengambilan Data

Penelitian dilakukan di Taman Buru Masigit Kareumbi (TBMK), tepatnya di plot wali hutan PT Bio Farma (Persero) seluas 1 hektar (Gambar 1) dengan metode sensus. Data yang diambil meliputi DBH dan tinggi seluruh tumbuhan berkayu yang berada di plot tersebut.



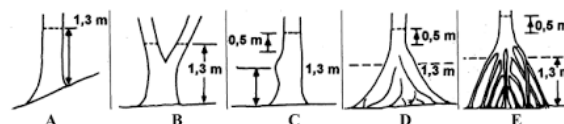
**Gambar 1. Peta Area Wali Hutan PT Bio Farma Persero Tahun 2022**  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

### B. Identifikasi Spesies Pohon

Pohon yang ditemukan akan dicatat pada *tally sheet*, diidentifikasi, dan dicari berat jenisnya dengan menggunakan data sekunder. Jika berat jenis pohon tertentu tidak dapat ditemukan pada data sekunder, maka akan digunakan berat jenis dari kerabat terdekatnya (genus atau famili).

### C. Pengukuran Keliling Pohon

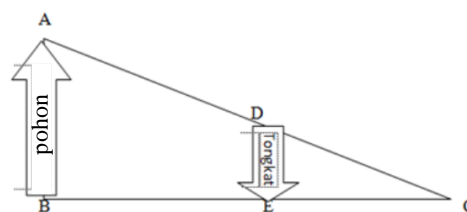
Keliling pohon dihitung menggunakan pita ukur dengan ketinggian setinggi dada (*Diameter at Breast Height/DBH*). Pengukuran DBH biasa dilakukan untuk membandingkan dimensi dan perhitungan simpanan karbon pada pohon. Metode pengukuran DBH berbeda-beda pada setiap pohon dengan prinsip-prinsip seperti pada Gambar 2.



**Gambar 2. Metode Pengukuran DBH**  
(Sumber: Weyerhaeuser dan Tennigkeit, 2000)

### D. Pengukuran Tinggi Pohon

Pengukuran tinggi pohon dilakukan dengan tongkat ukur seperti pada Gambar 3.



**Gambar 3. Pengukuran Tinggi Pohon Menggunakan Tongkat Ukur**  
(Sumber: brainly.co.id)

Pengukuran tinggi pohon menggunakan tongkat ukur menggunakan prinsip segitiga dengan perhitungan sebagai berikut:

$$Tinggi\ Pohon = \frac{BC}{EC} \times Tinggi\ Tongkat$$

### E. Perhitungan Volume Pohon

Perhitungan volume pohon menggunakan rumus sebagai berikut:

$$V = \frac{1}{4} \pi \times DBH^2 \times H \times f$$

Keterangan: V = volume pohon (m<sup>3</sup>)  
 Π = 3,14  
 DBH = diameter pohon setinggi dada  
 H = tinggi total pohon (m)  
 F = faktor bentuk (0,6)

### F. Perhitungan Biomassa di atas Permukaan Tanah

Perhitungan biomassa di atas permukaan tanah menggunakan rumus Badan SNI nomor 7724 (2011) sebagai berikut:

$$B_{ap} = V \times BJ \times BEF$$

Keterangan:

B<sub>ap</sub> = biomassa diatas permukaan tanah (Kg)  
 V = volume pohon (m<sup>3</sup>)  
 BJ = berat jenis kayu (Kg/m<sup>3</sup>)  
 BEF = *Biomassa Expansion Factor*

### G. Perhitungan Biomassa di Bawah Permukaan Tanah

Perhitungan biomassa di atas permukaan tanah menggunakan rumus Badan SNI nomor 7724 (2011) sebagai berikut:

$$B_{bp} = NAP \times B_{ap}$$

Keterangan:

B<sub>bp</sub> = biomassa dibawah permukaan tanah (Kg)  
 NAP = nilai nisbah pucuk akar  
 B<sub>ap</sub> = biomassa diatas permukaan tanah (Kg)

### H. Perhitungan Cadangan Karbon di Atas dan di Bawah Permukaan Tanah

Perhitungan cadangan karbon di atas dan di bawah permukaan tanah menggunakan acuan dari Badan SNI 7724-2011 dengan rumus sebagai berikut:

$$C_{ap} = B_{ap} \times \%C\ organik$$

$$C_{bp} = B_{bp} \times \%C\ organik$$

Keterangan:

C<sub>ap</sub> = kandungan karbon dari biomassa di atas permukaan tanah (Kg)  
 C<sub>bp</sub> = kandungan karbon dari biomassa di bawah permukaan tanah (Kg)  
 B<sub>ap</sub> = biomassa di atas permukaan tanah (Kg)  
 B<sub>bp</sub> = biomassa di bawah permukaan tanah (Kg)  
 %C organic = nilai persentase kandungan karbon, sebesar 0,47

### I. Perhitungan Jumlah Total Cadangan Karbon

Perhitungan total cadangan karbon menggunakan rumus sebagai berikut:

$$C_t = C_{ap} + C_{bp}$$

Keterangan:

C<sub>t</sub> = karbon total (Kg)  
 C<sub>ap</sub> = kandungan karbon dari biomassa di atas permukaan tanah (Kg)  
 C<sub>bp</sub> = kandungan karbon dari biomassa di bawah permukaan tanah (Kg)

### J. Serapan Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>)

Penyerapan CO<sub>2</sub> pada tanaman adalah kemampuan tanaman untuk menyerap CO<sub>2</sub> melalui pori-pori stomata yang secara umum berada di permukaan daun dalam proses fotosintesis (Salisbury & Ross, 1995). Perhitungan rumus serapan CO<sub>2</sub> mengacu pada rumus sebagai berikut (Baharuddin *et al.*, 2014):

$$\text{Serapan CO}_2 = \text{Biomassa} \times 1,4667$$

### K. Produksi Oksigen (O<sub>2</sub>)

Pada proses fotosintesis, tanaman akan menyerap CO<sub>2</sub> dan menghasilkan O<sub>2</sub>. Perhitungan jumlah Oksigen (O<sub>2</sub>) yang diproduksi mengacu pada rumus sebagai berikut (Daud *et al.*, 2018):

$$\text{Produksi O}_2 = C \times 2,67$$

Keterangan: C = cadangan karbon bersih (Kg/tahun)

### L. Nilai Jasa Lingkungan dari Serapan Karbon Dioksida

Nilai analisis jasa lingkungan dari serapan karbon dioksida menggunakan rumus sebagai berikut:

$$NJL = HJC \times C$$

Keterangan:

NJL = nilai jasa lingkungan (Rp/hektar)

HJC = harga jual karbon (Rp/ton, Rp67.672,33/ton)

C = serapan karbon (ton/hektar)

## Pembahasan

Plot Wali Hutan PT Bio Farma (Persero) memiliki luas 1 hektar, terdapat 733 tumbuhan berkayu (pancang, tiang, pohon) termasuk 118 pohon (diameter di atas 20 cm) yang terdiri dari 5 spesies yaitu, Rasamala (*Altingia excelsa*), Saninten (*Castanopsis argentea*), Puspa (*Schima wallichii*), Ki Hujan (*Albizia saman*), dan Beringin (*Ficus benjamina*). Pada plot wali hutan PT Bio Farma (Persero) didominasi oleh Rasamala (*Altingia excelsa*), hal tersebut dikarenakan TBMK sempat menjadi area hutan yang dikelola oleh Dinas Kehutanan dan Perhutani pada tahun 1953-1998 (Andrian, 2020).

Cadangan karbon yang berada di plot wali hutan PT Bio Farma berjumlah 134,095 ton/ha. Menurut Pollo *et al.* (2012), hutan reklamasi pasca penambangan yang sudah berusia 5-15 tahun dapat memiliki cadangan karbon sebesar 247 ton/ha. Cadangan karbon pada hutan tropis dapat mencapai 506,7 ton/ha (Siraj, 2019). Jumlah biomassa memiliki pengaruh yang besar pada besaran cadangan karbon. Tingkat pertumbuhan pohon (biomassa) berbanding lurus dengan tingkat cadangan karbon, jadi semakin tinggi biomassa maka akan semakin tinggi pula cadangan karbonnya (Imiliyana *et al.*, 2012).

Jumlah serapan CO<sub>2</sub> di plot wali hutan PT Bio Farma (Persero) sebesar 418,464 ton/hektar/tahun. Menurut Kiat *et al.* (2020), hutan tropis dapat menyerap CO<sub>2</sub> sebesar 143,11 ton/ha/tahun. Sementara di Taman Hutan Raya Abdul Latief, penyerapan CO<sub>2</sub> sebesar 281,75 ton/ha/tahun (Sribianti *et al.*, 2022). Nilai serapan CO<sub>2</sub> di TBMK yang tinggi dapat disebabkan oleh diameter yang besar serta kerapatan pohon yang tinggi. Semakin besar diameter pohon suatu tegakan dan berisi jenis-jenis yang memiliki kerapatan yang tinggi, maka potensi biomassa dan kandungan karbon pada tegakan tersebut akan semakin besar (Adinugroho *et al.*, 2012).

Produksi oksigen bersih yang dihasilkan oleh tumbuhan didasari jumlah oksigen yang diproduksi selama proses fotosintesis dikurangi jumlah oksigen yang dikumpulkan selama proses respirasi (Salisbury & Ross, 1978). Jika serapan karbondioksida selama proses

fotosintesis melebihi pelepasan karbondioksida selama proses respirasi, maka tanaman akan mengakumulasi karbon (cadangan karbon). Sehingga, oksigen bersih yang dihasilkan dapat dihitung berdasarkan akumulasi karbon (cadangan karbon) (Nowak *et al.*, 2007). Jumlah produksi O<sub>2</sub> berjumlah 358,033 ton/hektar/tahun. Nilai Produksi O<sub>2</sub> di TBMK lebih tinggi jika dibandingkan dengan produksi O<sub>2</sub> di Taman Hutan Raya Abdul Latief sebesar 241,05 toh/ha/tahun (Sribianti *et al.*, 2022). Hal tersebut dapat disebabkan karena jumlah cadangan karbon TBMK yang lebih besar.

Nilai ekonomi dari jasa lingkungan serapan CO<sub>2</sub> yang dihasilkan oleh plot wali hutan PT Bio Farma (Persero) di Taman Buru Masigit Kareumbi sebesar Rp 28.318.422 (dua puluh delapan juta tiga ratus delapan belas ribu empat ratus dua puluh dua rupiah). Nilai tersebut didapatkan dari jumlah serapan CO<sub>2</sub> dikalikan dengan harga karbon yang sudah ditetapkan (\$4,57). Nilai tersebut menunjukkan bahwa hutan memiliki nilai jasa lingkungan yang cukup besar secara ekonomi. Merawat dan menjaga hutan agar tidak terdegradasi menjadi hal yang sangat penting agar hutan selalu dapat menghasilkan jasa lingkungan untuk kelangsungan hidup manusia.

## Kesimpulan

Plot wali hutan PT Bio Farma (Persero) di Taman Buru Masigit Kareumbi memiliki cadangan karbon sebesar 134,095 ton, sementara nilai serapan CO<sub>2</sub> sebesar 418,464 ton/hektar/tahun, dan nilai produksi O<sub>2</sub> sebesar 358,0,33 ton/hektar/tahun. Jumlah cadangan karbon, serapan CO<sub>2</sub> dan produksi O<sub>2</sub> termasuk dalam kategori besar. Jika dievaluasi, plot wali hutan PT Bio Farma (Persero) memiliki nilai serapan karbon sebesar Rp28.318.422 (dua puluh delapan juta tiga ratus delapan belas ribu empat ratus dua puluh dua rupiah).

## Daftar Pustaka

- Adinugroho, W. C. (2010) 'Pendugaan Cadangan Karbon dalam Rangka Pemanfaatan Fungsi Hutan Sebagai Penyerap Karbon', *Hutan dan Konservasi Alam*, 3(1), pp. 103–117.
- Adinugroho, W. C., Indrawan, A., Supriyanto, S., & Arifin, H. S. (2012). Kontribusi sistem agroforestri terhadap cadangan karbon di Hulu DAS Kali Bekasi. *Jurnal Hutan Tropis*, 1(3).
- Andrian, Yusuf Nugraha. (2020). *Tantangan Dalam Perencanaan Taman Buru di Indonesia: Studi Kasus Taman Buru Masigit Kareumbi, Jawa Barat*. Tesis Program Magister, Institut Teknologi Bandung.
- Baharuddin et al. (2014) 'Potensi biomassa, cadangan karbon dan serapan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) Serta Persamaan Allometrik Penduga Biomassa pada Tegakan Bambu Betung (*Dendrocalamus asper*) pada Hutan Bambu Rakyat di Kabupaten Tana Toraja', *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian HHBK*, 1(1), pp. 415–428.
- BSNI (2011) 'Pengukuran dan penghitungan cadangan karbon–Pengukuran lapangan untuk penaksiran cadangan karbon hutan (*ground-based forest carbon accounting*)', *Standar Nasional Indonesia*, 7724.
- Imiliyana, A., Muryono, M., & Purnobasuki, H. E. R. Y. (2012). Estimasi stok karbon pada tegakan pohon *Rhizophora stylosa* di pantai Camplong, Sampang-Madura. *Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Teknologi Sepuluh November*.
- Kiat, P. E., Malek, M. A., & Shamsuddin, S. M. (2020). Net carbon stocks change in biomass from wood removal of tropical forests in Sarawak, Malaysia. *Journal of King Saud University-Science*, 32(1), 1096-1099.
- Manuri, S., Putra, C. A. S., & Saputra, A. D. (2011). *Teknik pendugaan cadangan karbon hutan. Merang REDD Pilot Project, German International Cooperation–GIZ. Palembang*.

- Muthmainnah and Tahnur, M. (2018) 'Nilai Manfaat Ekonomi Hutan Kota Universitas Hasanuddin Makassar', *Jurnal Hutan dan Masyarakat*, 10, pp. 239–245.
- Nowak, D. J., Hoehn, R., & Crane, D. E. (2007). Oxygen production by urban trees in the United States. *Arboriculture and Urban Forestry*, 33(3), 220.
- Pollo, H. N., Mansur, H. I., Sompie, C. E. D., & Kojansow, J. (2012). Carbon stock estimation on the reclaimed forest of PT Newmont Minahasa Raya in Ratatotok, Southeast Minahasa. In *Mine Closure 2012: Proceedings of the Seventh International Conference on Mine Closure* (pp. 573-584). Australian Centre for Geomechanics.
- Purnawan, E. I. (2016). Teknik Estimasi Cadangan Karbon Serapan Karbondioksida & Produksi Oksigen Hutan Alam Dipterocarpa.
- Rinjani, A. R., Setyaningsih, L., & Rusli, A. R. (2016). Potensi serapan karbon di jalur hijau kota bogor. *Jurnal Nusa Sylva*, 16(1), 32-40.
- Salisbury, F. B. and Ross, C. W. (1978) *Plant Physiology*. Belmont, CA: Wadsworth Publishing Company.
- Siraj, M. (2019). Forest carbon stocks in woody plants of Chilimo-Gaji Forest, Ethiopia: Implications of managing forests for climate change mitigation. *South African Journal of Botany*, 127, 213-219.
- Sribianti, I., Daud, M., Abdullah, A. A., & Sardiawan, A. (2022). Estimasi Biomassa, Cadangan Karbon, Produksi O<sub>2</sub> dan Nilai Jasa Lingkungan Serapan CO<sub>2</sub> Tegakan Hutan di Taman Hutan Raya Abdul Latief Sinjai Timur. *Jurnal Hutan dan Masyarakat*, 12-26.
- Weyerhaeuser, H., & Tennigkeit, T. (2000). Forest inventory and monitoring manual. *Chiang Mai, Thailand*.