

BIODIVERSITY RESTORATION BY PLANTATION

(Based on the study in Lombok, Indonesia)

RESTORASI KEANEKARAGAMAN HAYATI OLEH PENANAMAN

(Berdasarkan hasil penelitian di Lombok, Indonesia)



Japan International Forestry Promotion and Cooperation Center
(JIFPRO)

March, 2015

Foreword

This booklet was compiled on the basis of the result of research activity concerning changes of biodiversity which conducted in Lombok Island, Indonesia, by cooperation among JIFPRO, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI), Indonesian Institute of Science (LIPI) and Forest Service of West Nusa Tenggara Province.

This booklet was published to deepen peoples understanding for insects as indicators of biodiversity. Relevance between forest growth and change of insect fauna is explained clearly and interestingly. We hope that this booklet is utilized and contribute to the conservation/ rehabilitation of biological diversity.

In preparing this booklet, we got great cooperation from Dr. Kazuma Matsumoto, Forestry and Forest Products Research Institute, and Dr. Woro A. Noerdjito, Research Center for Biology-LIPI, as authors. Besides, Mr. Endang Cholik and Mr. Sarino, Research Center for Biology-LIPI, always supported the field research activities and processing specimens in laboratory. Moreover, Forest Service of NTB showed understanding and supported the activities. We would like to express our appreciation to all of the stakeholders for this activity.

PRAKATA

Brosur ini disusun berdasarkan hasil kegiatan penelitian mengenai perubahan dari keanekaragaman hayati yang dilakukan di pulau Lombok, Indonesia, Kerjasama antara JIFPRO, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI), Pusat Penelitian Biologi - Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) dan Dinas Kehutanan Nusa Tenggara Barat.

Brosur ini diterbitkan agar pengertian orang atas serangga sebagai indikator keragaman hayati mendalam. Hubungan antara pertumbuhan hutan dan perubahan fauna serangga adalah diterangkan secara jelas dan menarik. Kami berharap bahwa brosur ini dimanfaatkan dan berkontribusi terhadap konservasi /rehabilitasi dari keranekaragaman hayati.

Kami memperoleh kerjasama yang sangat baik dalam mempersiapkan brosur ini dari Dr. Kazuma Matsumoto, Forestry and Forest Products Research Institute dan Dr. Woro A. Noerdjito, Pusat Penelitian Biologi-LIPI sebagai penulis. Sdr. Endang Cholik dan Sdr. Sarino selalu membantu selama kegiatan penelitian di lapang dan proses spesimen di laboratorium. Tambahan lagi, Dinas Kehutanan Nusa Tenggara Barat telah memperlihatkan pengertian dan kegiatan-kegiatan dukungan. Kami ingin memberikan penghargaan terhadap semua pemangku kepentingan yang terlibat dalam kegiatan ini.

Dr. Sasaki Satohiko
President, JIFPRO
Tokyo 2015

Introduction

Tropical forests have been extensively degraded due to logging, expansion of agricultural land and fire, and in the worst cases the forests are transformed to be treeless grasslands. In many places in tropical Asia, as well as in the other tropical part of the world, artificial plantations have been established on the degraded grasslands to recover tree cover. Governmental bodies, including Government to Government international cooperation, first led these activities, whereas more recently voluntary private sector and NPO's are increasingly participating, with expectation so that the plantation may positively contribute to biodiversity restoration. But the artificial plantations are rather different from natural forests. Whether or not, or to what extent, we can expect recovery of forest fauna and flora in the plantation may be the question. Monitoring of biodiversity in the existing artificial plantations is therefore desirable. But the monitoring requires skills for appropriate analysis as well as incurred identification of organisms, a possible difficulty for those willing to try biodiversity restoration by plantation. In practice, biodiversity monitoring has seldom been done in the artificial plantation established in the tropical Asia.

This booklet provides results of our monitoring of assemblages of butterflies and longhorn beetles in the plantation established on the degraded grassland at Sekaroh, Jerowaru, East Lombok and draws generalization on the effect of artificial plantation in biodiversity restoration. We hope this booklet can be an aid for those volunteer people who wish to launch a plantation program in the Asian tropics.

Kazuma Matsumoto¹, Woro A. Noerdjito², Endang Cholik² and Sarino²

¹*Tohoku Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute, Morioka,
020-0123 Japan*

²*Museum Zoologicum Bogoriense, Research Center for Biology, Indonesian Institute of
Sciences (LIPI), Cibinong, Bogor 16911 Indonesia*

PENDAHULUAN

Pada saat ini, sebagian besar hutan tropis telah mengalami penurunan mutu, antara lain sebagai akibat dari penebangan pohon secara besar-besaran, perluasan kawasan pertanian dan kebakaran. Tingkat penurunan mutu yang paling jelek adalah berubahnya hutan menjadi padang rumput tanpa pohon. Di berbagai kawasan di Asia, seperti halnya di kawasan tropis lain di dunia, untuk menutup lahan terbuka dilakukan program penghijauan. Badan Pemerintah, termasuk kerjasama internasional, aktif menjadi penggerak utama perbaikan lahan rusak. Pada saat ini sektor perorangan dan organisasi non pemerintah, Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM/NGO's) semakin banyak yang melakukan kerja sama untuk memperbaiki lahan rusak, dengan harapan, bahwa penanaman pohon merupakan sumbangannya nyata terhadap restorasi keanekaragaman hayati. Namun hutan tanaman adalah agak berbeda dengan hutan alam. Muncul pertanyaan, apakah hutan tanaman yang memiliki pohon dengan keanekaragaman spesies terbatas dapat meningkatkan keanekaragaman fauna dan flora hutan. Untuk menjawab pertanyaan tersebut perlu dilakukan pemantauan keanekaragaman hayati yang ada di kawasan hutan tanaman. Oleh karena menyangkut jumlah contoh organisme yang banyak maka perlu dilakukan identifikasi dan analisa yang akurat oleh ahlinya. Suatu kenyataan bahwa pemantauan keanekaragaman hayati di kawasan hutan tanaman Asia tropik jarang dilakukan.

Brosur ini menyajikan hasil pemantauan perubahan komunitas kupu-kupu dan kumbang antena panjang yang hidup dan menetap di kawasan hutan tanaman di padang rumput Sekaroh, Jerowaru, Lombok Timur dan merupakan gambaran umum dari efek hutan tanaman dalam pemulihan (restorasi) keanekaragaman hayati. Kami berharap bahwa brosur ini dapat merupakan penggugah bagi para sukarelawan supaya melakukan program pembuatan hutan tanaman di Asia tropis.

Kazuma Matsumoto¹, Woro A. Noerdjito², Endang Cholik² and Sarino²

¹*Pusat Penelitian Tohoku, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI),*

Morioka, 020-0123 Japan

²*Museum Zoologicum Bogoriense, Research Center for Biology, Indonesian Institute of Sciences (LIPI), Cibinong, Bogor 16911 Indonesia*

1. What should be monitored in the biodiversity restoration?

What is biodiversity? Does it mean richness of species? Partially yes, and the extinction of species accompanied with loss of natural forests is a serious concern nowadays. In calculating the species richness or species diversity index, we would treat each species equally, and therefore, for example, those species common in human dominated environments and endangered forest-dwelling species are treated equally. In monitoring biodiversity restoration, however, we should consider this type of difference between the species, such as specificity for habitat, food, etc. must be considered. Some species may have narrow habitat ranges (habitat specialists), whereas some others may be common in various habitat types (habitat generalists). Forest species and grassland species that prefer forests and grasslands, respectively, may also be discriminated. As far as the insects concern, higher species diversity in forests than in grasslands is basically true and there are more forest species than grassland species in Southeast Asia, though as is not always the case in the other part of the world.

1. Apa yang harus dipantau dalam restorasi keanekaragaman hayati?

Apa itu keanekaragaman hayati? Apakah ini sama artinya dengan kekayaan spesies? Sebagian benar, penyusutan jumlah spesies akibat hilangnya hutan alam pada saat ini merupakan suatu keprihatinan yang sangat, karena dapat berakhir dengan kepunahan spesies. Dalam menghitung kekayaan spesies dan indeks keanekaragaman hayati, setiap spesies harus diperlakukan setara, oleh karena itu spesies yang umum terdapat di kawasan budidaya harus diperlakukan sama dengan spesies terancam punah yang terdapat di hutan. Bagaimanapun juga, pemantauan keanekaragaman hayati di kawasan restorasi harus tetap mempertimbangkan perbedaan kekhasan persyaratan hidup masing masing spesies, habitat, makanan, dsb. Beberapa spesies mungkin mempunyai luasan habitat yang sempit (habitat spesialis), sedangkan beberapa spesies lainnya mungkin umum di berbagai tipe habitat (habitat generalis). Spesies-spesies hutan dan spesies-spesies padang rumput, dengan pilihan utama hutan dan padang rumput, kemungkinan akan dibedakan. Sejauh ini, jika diperhatikan, di Asia Tenggara, keanekaragaman spesies serangga di hutan lebih tinggi dari pada di padang rumput, pada dasarnya adalah benar, meskipun keadaan ini tidak selalu sama di setiap bagian dunia.

2. Butterflies and longhorn beetles as the study insects

We chose butterflies and longhorn beetles for our monitoring of biodiversity with considering characteristics of the species as mentioned below.

2-1. Butterflies (Lepidoptera: Papilionoidea and Hesperioidea)

Butterflies are almost always herbivores, and the larval food is basically leaves of plants, or buds, flowers, fruits, and the food plant species is often species-specific. This suggests species diversity of the butterflies is correlated with species diversity of the plants. Butterflies may be divided into forest species and grassland species. In butterflies, the grassland species are always grass- or herb-feeders, whereas host (food) plants of the forest species include tall trees, small trees or shrubs, bamboos, palms, parasitic plants on trees, epiphytes, climbing plants, herbaceous plants on the forest floor and forest edge, etc. Grassland species are always light-demanding, whereas forest species include those prefer sunny forest edges or open woodlands and those prefer shaded forest interiors.

2. Kupu-kupu dan kumbang antena panjang sebagai serangga yang diteliti

Dalam memantau keanekaragaman hayati, kami memilih kupu-kupu dan kumbang antena panjang karena mempertimbangkan karakteristik-karakteristik dari masing masing spesies seperti dibawah ini.

2-1. Kupu-kupu (Lepidoptera: Papilionoidea dan Hesperioidea)

Hampir semua spesies kupu-kupu adalah herbivora; sedangkan larva atau ulatnya pada dasarnya sebagai pemakan daun dari tumbuhan, atau pucuk daun, bunga, buah dan spesies tumbuhan yang dimakan sering merupakan spesies yang spesifik. Hal ini menunjukkan bahwa keanekaragaman spesies kupu-kupu berkaitan dengan keanekaragaman spesies tumbuhan.

Kupu-kupu mungkin terbagi dalam spesies hutan dan spesies padang rumput. Kupu-kupu spesies padang rumput adalah selalu pemakan rumput atau herba, padahal tumbuhan inangnya (tempatnya meletakkan telur) adalah spesies hutan termasuk pohon tinggi, pohon kecil atau semak, bambu, palem, tumbuhan parasitik, epifit, tumbuhan pemanjat, tumbuhan herba pada lantai dan tepi hutan, dsb. Spesies padang rumput selalu menyukai cahaya, padahal spesies hutan termasuk yang menyukai kawasan tepi hutan atau hutan terbuka yang bersinar matahari dan memilih yang teduh di dalam hutan.



Butterflies are almost always herbivores, and the larval food is basically leaves, or sometimes flower buds and young fruits, of plants.

Hampir semua spesies kupu-kupu adalah herbivora; sedangkan larva atau ulatnya pada dasarnya sebagai pemakan daun dari tumbuhan, atau pucuk daun, bunga, buah dan spesies tumbuhan yang dimakan sering merupakan spesies yang spesifik.



Forest plants provide nectar source for butterflies. Some forest species of butterflies would not visit flowers but suck fruits and wood sap. Left: *Papilio peranthus*, a forest butterfly species, nectaring on *Clerodendrum paniculata*. Right: *Lexias aegle*, sucking fruit sap.

Tumbuhan hutan merupakan sumber nektar bagi kupu-kupu. Beberapa kupu-kupu spesies hutan tidak menyukai bunga tetapi menghisap buah-buahan dan getah kayu. Kiri: *Papilio peranthus*, merupakan kupu-kupu spesies hutan, pengisap nektar bunga *Clerodendrum paniculata*. Kanan: *Lexias aegle*, pengisap cairan buah.

2-2. Longhorn beetles (Coleoptera: Cerambycidae)

Larvae of longhorn beetles are wood borers, feeding on wood tissue. The longhorn beetles therefore depend on woody plants and are basically forest insects. Host tree species of longhorn beetles may be either species specific or ranging widely. Some species may depend on dead tree, and some others on those alive. Large species need large trees (stems or big branches), and so they are pure forest species, whereas small species may utilize small branches or twigs, shrubs, climbing plants, bamboos and so on. Some of the small species can occur even in grasslands and also in and around some farmlands, provided some woody plants, including shrubs, are available.

2-2. Kumbang antena panjang (Coleoptera: Cerambycidae)

Larva kumbang antena panjang adalah pengebor, makan jaringan kayu. Oleh karena itu, kumbang antena panjang ini tergantung pada tumbuhan berkayu dan pada dasarnya merupakan spesies hutan. Tumbuhan inang dari kumbang antena panjang mungkin salah satunya spesies spesifik atau tersebar luas. Beberapa spesies mungkin tergantung pada pohon mati, dan beberapa spesies yang lain pada yang hidup. Spesies yang berukuran besar memerlukan pohon yang besar (batang atau cabang yang besar), dan mereka adalah spesies hutan murni; namun spesies yang berukuran kecil, mungkin menggunakan cabang – cabang kecil atau ranting, perdu, tumbuhan memanjang, bambu dan sebagainya. Beberapa dari spesies berukuran kecil dapat ditemukan di padang rumput dan juga di kawasan pertanian dan sekitarnya yang ditumbuhi oleh beberapa tumbuhan berkayu, termasuk semak.



Specimens of small species of longhorn beetles.

Kumbang antena panjang yang berukuran kecil



A newly emerged longhorn beetle in Sekaroh, *Ceresium larvatum*, an adult (left) and a larva (right) found in the stem of *Enterolobium cyclocarpum*.

Kumbang antena panjang, *Ceresium larvatum* dewasa (kiri) yang baru keluar dari pupa dan larva (kanan) yang hidup pada batang kayu *Enterolobium cyclocarpum* di Sekaroh.



Large species of Cerambycidae. They require a thick stem or a thick branch to grow, hence require forest environments.

Kumbang antena panjang yang berukuran besar. Mereka memerlukan batang atau cabang yang lebih tebal untuk hidupnya, oleh karena itu mereka membutuhkan lingkungan hutan.

3. Monitoring of biodiversity restoration in the plantation at Sekaroh, Jerowaru, East Lombok

3-1. The plantation and surrounding deforested grassland areas

Biodiversity of butterflies and longhorn beetles was monitored in the reforested area of Japan-Indonesia Friendship Forest and surrounding deforested grasslands near Tanjung Ringgit, southeastern coast of Lombok. The reforestation on the degraded land started in 1996 and finished in 1999 through the collaboration between the Indonesian Ministry of Forestry and Japan International Forestry Promotion and Cooperation Center. Tree species planted were *Cassia siamea* (*Senna siamea*), *Azadirachta indica*, *Dalbergia latifolia*, *Tectona grandis*, *Ceiba pentandra*, *Swietenia macrophylla*, *Leucaena leucocephala*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Tamarindus indica*, *Anacardium occidentale*, *Annona squamosa* and *Artocarpus heterophyllus*. These species were planted in mixture, with clumping several individuals of each tree species. Dominant plant species in the deforested grassland are *Lantana camara*, *Capparis sepiaria*, *Urochloa subquadripara*, *Melochia corchorifolia*, and these plants still remain in the plantation area. Dry and wet seasons appear alternate. The maximum dry spell extends from June to August, and wet spell from December to February.

3. Pemantauan restorasi keanekaragaman hayati di dalam hutan tanaman di Sekaroh, Jerowaru, Lombok Timur.

3-1. Kawasan hutan tanaman dan padang rumput bekas hutan disekitarnya

Pemantauan keanekaragaman spesies kupu-kupu dan kumbang antena panjang telah dilakukan di kawasan penghutanan kembali, "Hutan Persahabatan" Jepang-Indonesia dan kawasan padang rumput bekas hutan, di dekat Tanjung Ringgit, pantai tenggara, Lombok. Restorasi kawasan terdegradasi melalui kerjasama antara Departemen Kehutanan dan "Japan International Forestry Promotion and Cooperation Center" (JIFPRO) dimulai pada tahun 1996 dan selesai pada tahun 1999. Spesies pohon yang ditanam adalah *Cassia siamea* (*Senna siamea*), *Azadirachta indica*, *Dalbergia latifolia*, *Tectona grandis*, *Ceiba pentandra*, *Swietenia macrophylla*, *Leucaena leucocephala*, *Tamarindus indica*, *Anacardium occidentale*, *Annona squamosa* dan *Artocarpus heterophyllus*. Tumbuhan semak *Lantana camara* merupakan vegetasi yang paling umum terdapat pada kawasan padang rumput bekas hutan. Tumbuhan yang dominan lainnya adalah *Capparis sepiaria*, *Urochloa subquadripara*, *Melochia corchorifolia*, dan spesies tumbuhan tersebut masih tinggal di dalam kawasan pertanaman. Musim kemarau (kering) dan musim hujan silih berganti. Musim kering maksimum terjadi sepanjang bulan Juni sampai Agustus dan musim basah maksimum terjadi sepanjang bulan Desember sampai Februari.



Plantation at Sekaroh in 2004 (left: *Cassia siamea*) and 2013 (right: *Enterolobium cyclocarpum*)

Kondisi hutan tanaman di Sekaraoh pada tahun 2004 (kiri: *Cassia siamea*) dan 2013 (kanan: *Enterolobium cyclocarpum*)



Degraded grassland near the plantation at Sekaroh in 2004 (left) and 2013 (right).
Note: crop fields are expanding in the grassland).

Kondisi kawasan padang rumput dekat hutan tanaman di Sekaroh pada tahun 2004, (kiri) dan 2013 (kanan: Catatan: ladang pertanian semakin luas di kawasan padang rumput).

3-2. Monitoring of biodiversity at Sekaroh

Biodiversity monitoring of insects was conducted at Sekaroh, Jerowaru, East Lombok, in two periods.

Period 1: sampling was done in January 2004, June 2005, September 2005 and January 2006 (33 months period).

Period 2: sampling was done in January 2011, October 2011, January 2013 and February 2014 (36 months period).

Butterflies were collected by hand netting at five sites (A to E) in the plantation area and two sites (F and G) in the deforested grassland surrounding the plantation area. We treated butterflies collected by two persons for 45 minutes at each site as a single sample. In period 1, longhorn beetles were collected by trapping at seven points (F1 to F7) in the plantation area and two points (G1 and G2) in the near of deforested grassland. In period 2, longhorn beetles were collected by trapping at nine points (F0 to F8) in the plantation area to anticipate development of the trees and two points (G1 and G2) near the deforested grassland. The trap is consisted of a bundle of twigs with foliage of jackfruit tied onto the tree trunk at about 1.5m high.

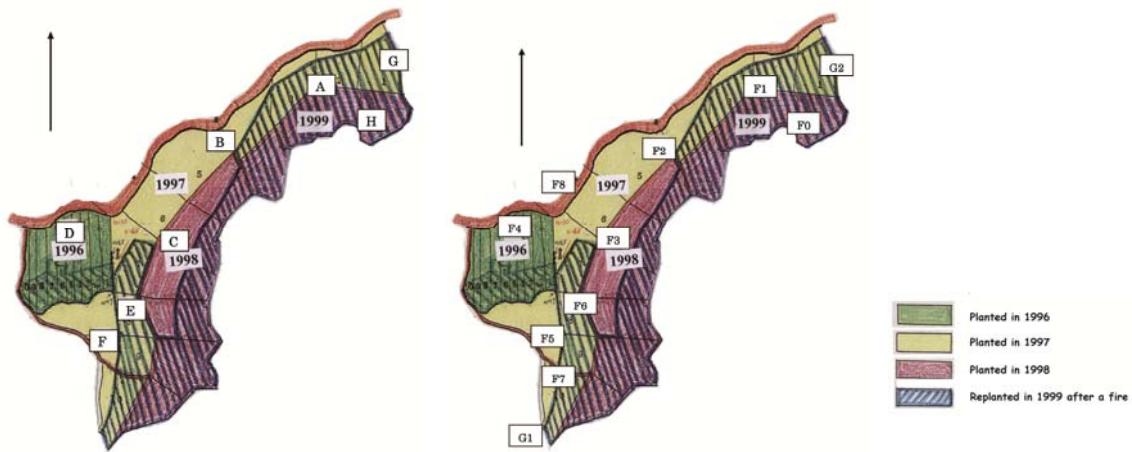
3-2. Pemantaun keanekaragaman hayati di Sekaroh

Pemantauan keanekaragaman serangga di Sekaroh, Jerowaru, Lombok Timur, telah dilakukan dalam dua periode.

Periode 1: pengambilan sampel dilakukan dalam bulan Januari 2004, Juni 2005, September 2005, Januari 2006 (33 bulan).

Periode 2: pengambilan sampel dilakukan dalam bulan Januari 2011, Oktober 2011, Januari 2013, Februari 2014 (36 bulan).

Kupu-kupu dikoleksi dengan menggunakan jaring tangan di lima petak pengamatan (A sampai E) di kawasan hutan tanaman dan dua petak (F dan G) di kawasan padang rumput bekas hutan di sekitar kawasan hutan tanaman. Koleksi kupu-kupu dilakukan oleh dua orang selama 45 menit di setiap petak pengambilan sampel. Kumbang antena panjang dikoleksi dengan menggunakan perangkap. Pada periode 1, dilakukan di tujuh titik (F1 sampai F7) di kawasan hutan tanaman dan dua titik (G1 dan G2) di kawasan padang rumputbekas hutan. Pada periode 2, koleksi kumbang antena panjang dilakukan di sembilan titik (F1 sampai F9) di kawasan hutan tanaman untuk mengantisipasi pertumbuhan pohon dan dua titik (G1 dan G2) di kawasan dekat padang rumput bekas hutan. Perangkap kumbang antena panjang ini berupa seikat cabang tumbuhan nangka dengan banyak daun yang diikatkan pada batang pohon dengan tinggi sekitar 1.5 meter.



The map of tree plantation and sampling plot for butterflies (left), and longhorn beetles (right) in the Friendship forest, Sekaroh, East Lombok

Peta penanaman pohon dan petak pengambilan sampel kupu-kupu (kiri), kumbang antena panjang (kanan) di Hutan Persahabatan, Sekaroh, Jerowaru, Lombok Timur.



Collecting butterflies by hand-net.

Koleksi kupu-kupu dengan jaring tangan.



Trap to attract longhorn beetles (left) and beating to collect longhorn beetles (right).

Perangkap untuk memikat kumbang antena panjang (kiri) dan menggoyang atau memukul-mukul perangkap untuk koleksi kumbang antena panjang (kanan).

4. Comparison between degraded grassland and plantation, and comparison between two periods

4-1. What happened in butterflies?

More species were found in the plantation than in the grassland, indicating that the establishment of the plantation resulted in enrichment of butterfly species. However, the number of species in the plantation did not increase along with tree growth from the period 1 to the period 2. The rarefaction curves also suggested increase of butterfly species in the grassland. This is probably caused by expansion of crop fields in the grassland. The crop fields provided larval food plant for some species, for example, sugar apple, *Annona squamosa*, for *Graphium agamemnon* and castor bean, *Ricinus communis*, for *Ariadne ariadne*. Some invasive grassland species (*Acraea terpsicore*, *Junonia villida* etc.) were also recorded in the grasslands.

4. Perbandingan antara padang rumput bekas hutan dan hutan tanaman serta perbandingan antar kedua periode

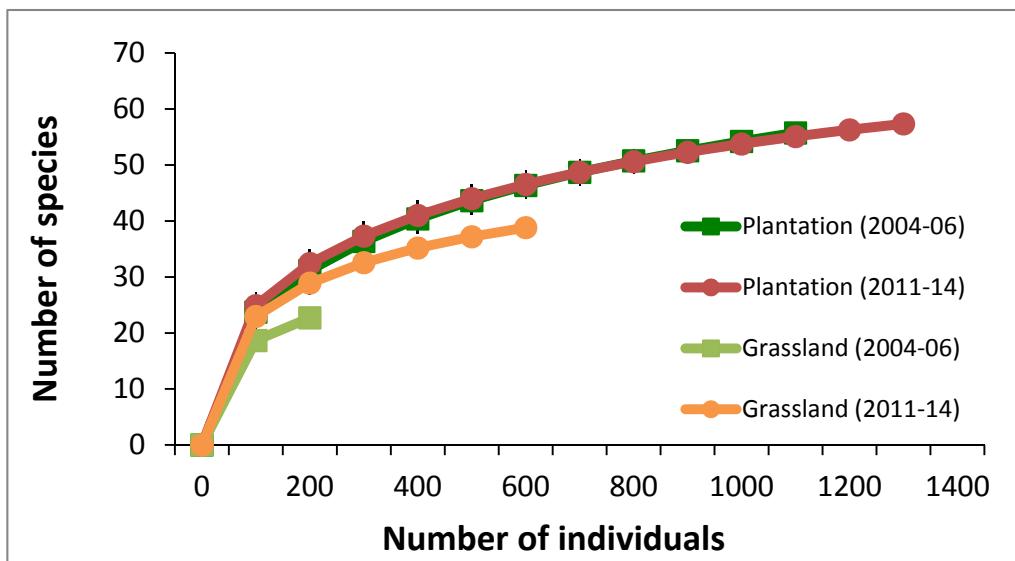
4-1. Apa yang terjadi dengan kupu-kupu?

Di kawasan pertanaman lebih banyak spesies yang ditemukan dari pada di padang rumput, hal ini menunjukkan bahwa pembuatan hutan tanaman memperkaya spesies kupu-kupu. Walaupun, jumlah spesies di kawasan pertanaman tidak meningkat seiring dengan pertumbuhan pohon dari periode 1 ke periode 2. Kurva “*rarefaction*” juga menunjukkan peningkatan spesies kupu-kupu di padang rumput. Hal ini mungkin disebabkan oleh perluasan dari lahan tanaman pertanian di kawasan padang rumput. Lahan tanaman pertanian menyediakan pakan bagi ulat beberapa spesies kupu-kupu, diantaranya sirkaya (*Annona squamosa*) untuk *Graphium agamemnon* dan jarak (*Ricinus communis*) untuk *Ariadne ariadne*. Beberapa spesies kupu-kupu padang rumput yang invasif (*Acraea terpsicore*, *Junonia villida* dll) juga ditemukan.

Number of species of butterflies recorded in the plantation and degraded grassland in the two periods, 2004-2006 and 2011-2014.

Catatan jumlah spesies kupu-kupu di kawasan hutan tanaman dan padang rumput dalam dua periode, 2004 - 2006 dan 2011 - 2014.

	2004-2006	2011-2014
Plantation <i>Hutan tanaman</i>	56	58
Grassland <i>Padang rumput</i>	39	39



Rarefaction curves for butterflies collected in the plantation and degraded grassland in the two periods, 2004-2006 and 2011-2014.

Kurva "rarefaction" untuk kupu-kupu yang terkoleksi di kawasan hutan tanaman dan padang rumput dalam dua periode, 2004-2006 dan 2011-2014.

4-2. What happened in Longhorn beetles?

The number of longhorn beetles species in the plantation increased from 2004-2006 to 2011-2014. This means species enrichment of the longhorn beetles is continuing. It seems that the reaction by the longhorn beetles to settle in the plantation is slower than the butterflies. It is also notable that the abundance of the longhorn beetles markedly increased, suggesting that the plantation provided a productive habitat for the beetles.

4-2. Apa yang terjadi dengan kumbang antena panjang

Jumlah spesies kumbang antena panjang di dalam kawasan hutan tanaman meningkat dari periode 2004-2006 ke 2011-2014. Hal ini berarti pengayaan spesies adalah berlanjut. Rupanya, bahwa reaksi kumbang antena panjang untuk menetap di kawasan hutan tanaman adalah lebih lambat dari pada kupu-kupu. Hal ini juga tampak bahwa kelimpahan dari kumbang antena panjang meningkat nyata, berkesan bahwa penanaman pohon menyediakan suatu habitat yang produktif bagi kumbang antena panjang.

Box 1.Rarefaction curves

If we compare species richness between two communities, comparison of the number of species found in the samples from the two communities may not be ideal, because sampling efficiency could be different between the two. Rarefaction is a technique of random resampling from the samples, so that we can compare the number of species in samples of the same size. In the present work, average numbers of species for 1000-times of resampling for various sample sizes (number of individuals) are presented as the rarefaction curves.

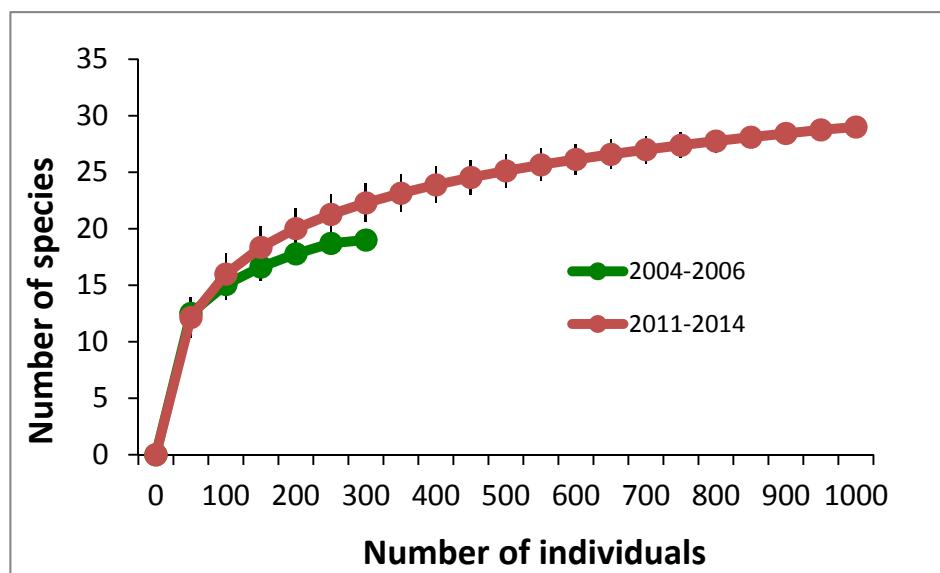
Box 1.Kurva “*rarefaction*”

Jika kita memperbandingkan kekayaan spesies antara dua komunitas, perbandingan dari jumlah spesies dalam satu sampel dari dua komunitas mungkin tidak ideal, sebab efisiensi kedua pengambilan sampel dapat berbeda. “*Rarefaction*” merupakan suatu teknik dari pengambilan sampel ulang secara acak, jadi yang dapat kita bandingkan adalah jumlah spesies dalam sampel dari ukuran yang sama. Dalam kegiatan saat ini, jumlah rata-rata dari spesies untuk 1000-kali dari pengambilan sampel ulang untuk berbagai ukuran sampel (jumlah individu) dipresentasikan sebagai kurva “*rarefaction*”.

Number of longhorn beetle species recorded in the plantation and near degraded grassland in the two period, 2004 - 2006 and 2011 - 2014.

Catatan jumlah spesies kumbang antena panjang di kawasan hutan tanaman dan dekat padang rumput bekas hutan dalam dua periode, 2004 - 2006 dan 2011 - 2014.

	2004-2006	2011-2014
Number of species <i>Jumlah spesies</i>	19	29
Number of individuals <i>Jumlah individu</i>	269	991



Rarefaction curves for longhorn beetles collected in the plantation and near degraded grassland in the two period, 2004 - 2006 and 2011 - 2014.

Kurva "rarefaction" dari kumbang antena panjang yang terkoleksi di kawasan hutan tanaman dan dekat padang rumput bekas hutan, dalam dua periode, 2004 - 2006 dan 2011 - 2014.

5. Comparison with natural forests

5-1. Monitoring biodiversity at Suranadi and Gunung Tunak (Mt. Tunak)

Biodiversity monitoring was also conducted at two natural forests at Suranadi and Gunung Tunak, and the results were compared with those from Sekaroh. Suranadi natural forest is a secondary forest located in Suranadi Nature Recreation Park, Narmada district, West Lombok, at an altitude of 256 m above sea level. The area is about 52 ha, generally flat, or slightly tilted and wavy. The forest is adjacent to a Hindu temple, Pura Suranadi, otherwise surrounded by village areas, and designated as a nature recreation park. Gunung Tunak Natural Forest is a rather disturbed secondary forest located in Gunug Tunak Natural Park, at the south-eastern coast of the island, or eastern part of Central Lombok. Total area is about 1200 ha with about 300 ha as conserved area. This is the only well-protected green spot in the typically-dry southern part of Lombok.

Sampling of butterflies and longhorn beetles as in the Sekaroh plantation was conducted at Suranadi in January 2013 and Gunung Tunak in February 2014. For butterflies, we collected 12 samples (45 minutes sampling by two persons) at Suranadi and 10 samples at Sekaroh in 2013, and 16 samples at Gunung Tunak and 20 samples at Sekaroh in 2014. For longhorn beetles, we collected samples from 60 traps at Suranadi and from 55 traps from Sekaroh in 2013, and from 50 traps at Gunung Tunak and from 55 traps from Sekaroh in 2014.



The natural forest at Suranadi.

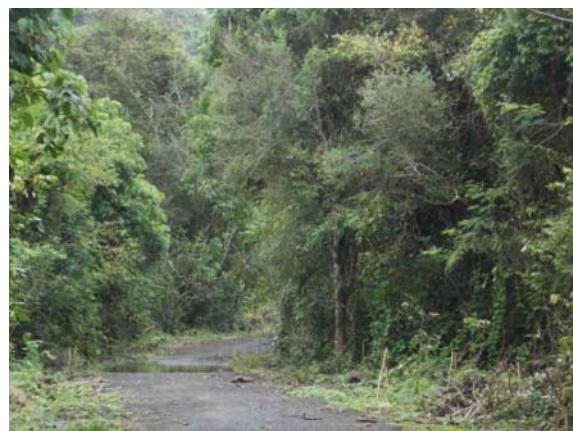
[Hutan alam di Suranadi](#)

5. Perbandingan dengan hutan alam

5-1. Pemantauan keranekaragaman hayati di Suranadi dan Gunung Tunak

Pemantauan keanekaragaman hayati juga dilakukan di 2 kawasan hutan alam, di Suranadi dan Gunung Tunak, dan kedua hasilnya dibandingkan dengan dari Sekaroh. Hutan alam Suranadi merupakan hutan sekunder di kawasan Taman Wisata Alam, Narmada, Lombok Barat, pada ketinggian 256 m di atas permukaan laut. Lahan dengan luas sekitar 52 ha ini, secara umum datar, atau sedikit miring dan bergelombang. Kawasan hutan berdampingan dengan sebuah kuil Hindu, Pura Suranadi, serta dikelilingi oleh area pedesaan, dan ditetapkan sebagai sebuah Taman Wisata Alam. Hutan alam Gunung Tunak merupakan hutan sekunder yang agak terganggu, berlokasi di kawasan Taman Nasional Gunung Tunak, terletak di pantai tenggara pulau Lombok, tepatnya di Lombok tengah bagian timur. Total luas kawasan sekitar 1.200 ha dengan sekitar 300 ha sebagai kawasan konservasi. Tempat ini merupakan kawasan hijau tipe kering di sisi selatan Lombok, yang dilindungi dengan baik.

Pengambilan sampel kupu-kupu dan kumbang sungut panjang seperti di hutan tanaman Sekaroh, dilakukan di Suranadi dalam bulan Januari 2013 dan Gunung Tunak dalam bulan Februari 2014. Untuk kupu-kupu, kami mengoleksi 12 sampel (45 menit dikoleksi oleh dua orang) di Suranadi dan 10 sampel di Sekaroh tahun 2013, dan 16 sampel di Gunung Tunak dan 20 samples di Sekaroh tahun 2014. Untuk kumbang antena panjang kami mengoleksi sampel dari 60 perangkap di Suranadi dan 55 perangkap di Sekaroh tahun 2013, dan dari 50 perangkap di Gunung Tunak dan 55 perangkap di Sekaroh tahun 2014.



The natural forest at Gunung Tunak.

Hutan alam di Gunung Tunak.

5-2. Comparison of butterfly assemblages between natural forests and plantation

More species were found in natural forests at Suranadi and Gunung Tunak than in the plantation at Sekaroh, and the rarefaction curves also suggested higher species richness in the natural forests than in the plantation. Similarity index for butterflies indicated higher similarity between Gunung Tunak and Sekaroh than between Suranadi and Sekaroh, probably because the forest at Gunung Tunak is rather disturbed and the forest at Suranadi is more mature. The species unique to Sekaroh included open habitat species, such as *Anosia chrysippus*, *Acraea terpsicore*, *Appias olferna*, *Junonia villida*, *Lampides boeticus*, *Zizeeria karsandra* and *Zizina otis*. *Acraea terpsicore*, *Appias olferna* and *Junonia villida* are invaders from overseas. Several typical forest species, such as *Neopithecops zalmora*, *Troides helena*, *Papilio peranthus* were found both at Suranadi and Gunung Tunak, but not at Sekaroh. The Suranadi forest still had more forest interior species such as *Jamides alecto*, *Lexias aegle* and *Tanaecia palguna*.

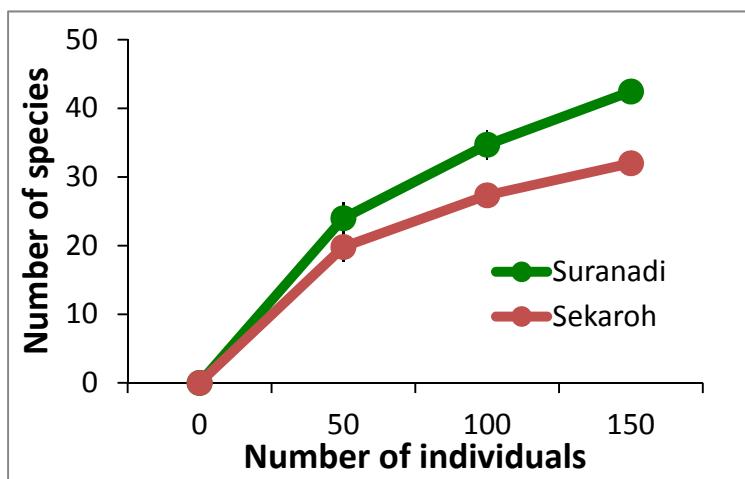
5-2. Perbandingan komunitas kupu-kupu antara hutan alam dan hutan tanaman

Lebih banyak spesies kupu-kupu terdapat di hutan alam Suranadi dan Gunung Tunak dari pada di hutan tanaman di Sekaroh, dan kurva “*rarefaction*” berkesan bahwa kekayaan spesies lebih tinggi di hutan alam dari pada di hutan tanaman. Indeks kesamaan kupu-kupu menunjukkan kesamaan lebih tinggi antara Gunung Tunak dan Sekaroh dari pada Suranadi dan Sekaroh, hal ini mungkin disebabkan oleh kondisi hutan di Gunung Tunak yang agak terganggu dan hutan di Suranadi adalah lebih tua. Spesies unik dari Sekaroh meliputi spesies habitat terbuka seperti *Anosia chrysippus*, *Acraea terpsicore*, *Appias olferna*, *Junonia villida*, *Lampides boeticus*, *Zizeeria karsandra* dan *Zizina otis*. *Acraea terpsicore*, *Appias olferna* dan *Junonia villida* adalah pendatang dari seberang laut. Beberapa tipe spesies hutan, seperti *Neopithecops zalmora*, *Troides helena*, *Papilio peranthus* ditemukan baik di Suranadi dan Gunung Tunak, tetapi tidak di Sekaroh. Hutan alam Suranadi masih lebih banyak mempunyai spesies hutan bagian dalam seperti *Jamides alecto*, *Lexias aegle* dan *Tanaecia palguna*.

Number of species and number of individuals of butterflies recorded at Suranadi and Sekaroh in 2013 (left) and Gunung Tunak and Sekaroh in 2014 (right).

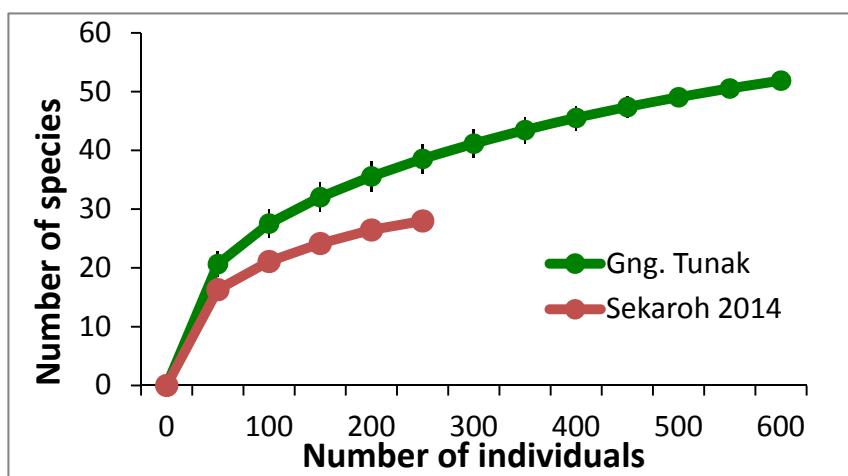
Catatan jumlah spesies dan jumlah individu kupu-kupu di Suranadi dan Sekaroh pada tahun 2013 (kiri) dan Gunung Tunak dan Sekaroh pada tahun 2014.

	Suranadi	Sekaroh		Gunung Tunak	Sekaroh
Number of species <i>Jumlah spesies</i>	43	32	Number of species <i>Jumlah spesies</i>	52	28
Number of individuals <i>Jumlah individu</i>	154	144	Number of individuals <i>Jumlah individu</i>	605	242



Rarefaction curves for butterflies recorded at Suranadi and Sekaroh in 2013.

Kurva “rarefaction” untuk kupu-kupu yang tercatat di Suranadi dan Sekaroh pada tahun 2013.



Rarefaction curves for butterflies recorded at Gunung Tunak and Sekaroh in 2014.

Kurva “rarefaction” untuk kupu-kupu yang tercatat di Suranadi dan Sekaroh pada tahun 2014.

Similarity measured by Jaccard CC between butterfly assemblages of Suranadi and Sekaroh and that between Gunung Tunak and Sekaroh.

Kesamaan diukur berdasarkan Jaccard CC antara komunitas kupu-kupu Suranadi dan Sekaroh serta antara Gunung Tunak dan Sekaroh.

Suranadi Total <u>Total, Suranadi</u>	43	Gunung Tunak Total <u>Total, Gunung Tunak</u>	52
Sekaroh Total <u>Total, Sekaroh</u>	58	Sekaroh Total <u>Total, Sekaroh</u>	58
Common species <u>spesies umum</u>	20	Common species <u>spesies umum</u>	36
Jaccard CC <u>Jaccard CC</u>	0.247	Jaccard CC <u>Jaccard CC</u>	0.486

Box 2.Similarity index

Many similarity indices have been so far proposed. There are two types of indices that indicated the importance level of species including the number of species/individuals and that indicates the similarity of species composition between regions depending on whether or not certain species are distributed in the region. Jaccard CC used in this work is among the latter, and is calculated by the following formula:

$$CC=c/(a+b-c),$$

Where a and b are the number of species found in each of the two communities and c is the number of species shared between the two.

Box 2.indeks kesamaan

Banyak indeks kesamaan telah diusulkan. Ada dua tipe indeks yang menunjukkan tarap penting dari spesies meliputi jumlah spesies / individu dan yang menunjukkan kesamaan komposisi spesies antar kawasan, tergantung pada apakah spesies tertentu tersebar di kawasan tersebut atau tidak. Jaccard CC digunakan dalam kegiatan ini adalah termasuk yang terakhir, dan dihitung mengikuti formula:

$$CC=c/(a+b-c),$$

Dimana a dan b adalah jumlah spesies yang terdapat di masing – masing dari dua komunitas dan c adalah jumlah spesies yang sama diantara keduanya.

5-3. Comparison of longhorn beetle assemblages between natural forests and plantation

As in butterflies, more species were found in natural forests at Suranadi and Gunung Tunak than in the plantation at Sekaroh, and the rarefaction curves also suggested higher species richness in the natural forests than in the plantation. Body size of species found in Suranadi and Sekaroh indicated larger species occur in Suranadi, whereas species found in Sekaroh were smaller, whereas species found in Gunung Tunak and Sekaroh were similarly small, indicating that the Suranadi forest was more mature and less disturbed than the Gunung Tunak forest and Sekaroh plantation.

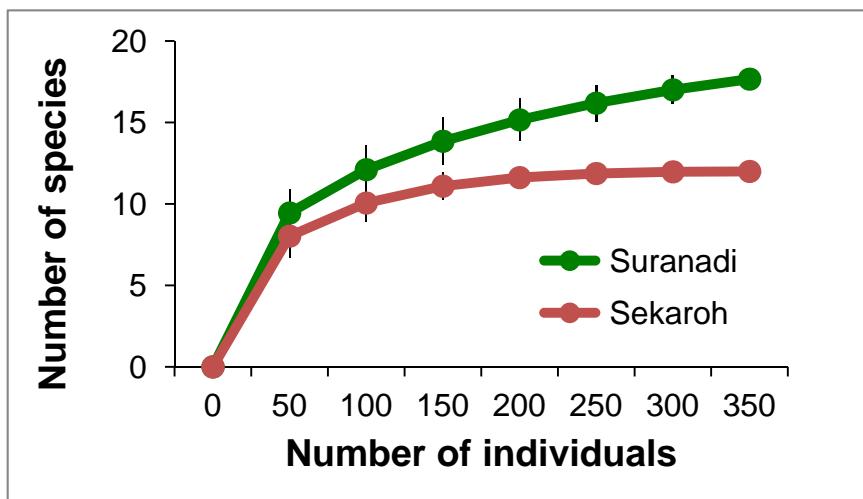
5-3. Perbandingan komunitas kumbang antena panjang antara hutan alam dan hutan tanaman

Seperti halnya kupu-kupu, lebih banyak spesies kumbang antena panjang yang terdapat di hutan alam Suranadi dan Gunung Tunak daripada di Sekaroh, dan kurva “*rarefaction*” juga berkesan bahwa kekayaan spesies kumbang antena panjang lebih tinggi di hutan alam dari pada di hutan tanaman. Ukuran tubuh dari spesies kumbang antena panjang yang terdapat di Suranadi dan Sekaroh, menunjukkan bahwa spesies yang terdapat di Suranadi lebih besar, sedangkan spesies yang terdapat di Sekaroh lebih kecil, spesies yang terdapat di Gunung Tunak dan Sekaroh mirip, berukuran kecil. Hal ini menunjukkan bahwa hutan Suranadi lebih tua dan kurang terganggu di banding Gunung Tunak dan hutan tanaman Sekaroh.

Number of species and number of individuals of longhorn beetles recorded at Suranadi and Sekaroh in 2013 (left) and Gunung Tunak and Sekaroh in 2014 (right).

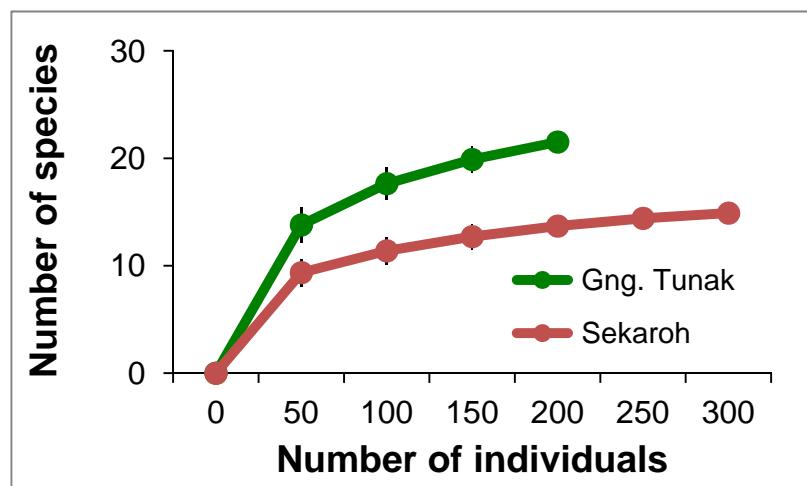
Catatan jumlah spesies dan jumlah individu kumbang antena panjang di Suranadi dan Sekaroh pada tahun 2013 (kiri) dan Gunung Tunak dan Sekaroh pada tahun 2014 (kanan).

	Suranadi	Sekaroh		Gnung Tunak	Sekaroh
Number of species	18	12	Number of species	22	15
<u>Jumlah spesies</u>			<u>Jumlah spesies</u>		
Number of individuals	380	377	Number of individuals	217	315
<u>Jumlah individu</u>			<u>Jumlah individu</u>		



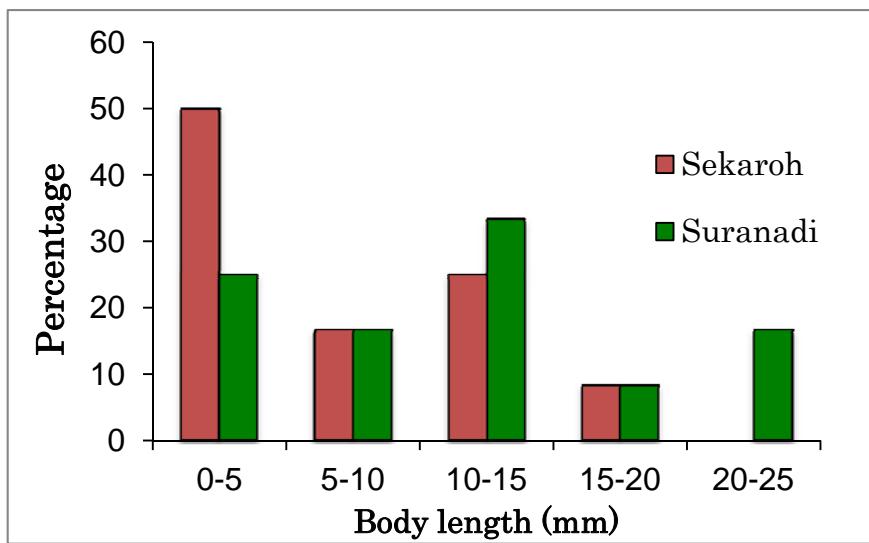
Rarefaction curves for longhorn beetles recorded at Suranadi and Sekaroh in 2013.

Kurva “*rarefaction*” untuk kumbang antena panjang tercatat di Suranadi dan Sekaroh pada tahun 2013.



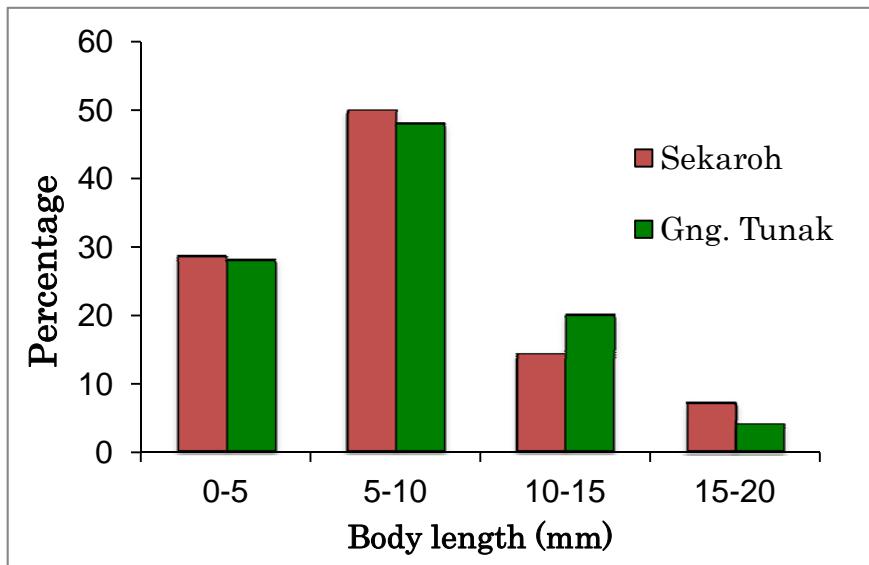
Rarefaction curves for longhorn beetles recorded at Gunung Tunak and Sekaroh in 2014.

Kurva “*rarefaction*” untuk kumbang antena panjang tercatat di Suranadi dan Sekaroh pada tahun 2014.



Frequency distribution of body length among male longhorn beetle species recorded at Suranadi natural forest and Sekaroh plantation in 2013.

Frekuensi distribusi ukuran tubuh kumbang antena panjang jantan diantara spesies yang terdapat di hutan alam Suranadi dan hutan tanaman Sekaroh pada tahun 2013.



Frequency distribution of body length among male longhorn beetle species recorded at Gunung Tunak natural forest and Sekaroh plantation in 2014.

Frekuensi distribusi dari ukuran tubuh kumbang antena panjang jantan antara spesies yang terdapat di hutan alam Gunung Tunak dan hutan tanaman di Sekaroh pada tahun 2014.

6. Conclusion

The plantation can enrich butterfly and longhorn beetle species. However, the number of species in the plantation was poorer than in the natural forests both in butterflies and longhorn beetles. Possible reason for this limited species enrichment may be due to limited source of forest species and too far distance from the nearest forests (in other words, no forests nearby). Limited number of plant species and simple structure in the plantation in comparison with the natural forests may also limit the number of species. Although planted trees at Sekaroh are already big enough for larger species of longhorn beetles to utilize, longhorn beetles found in the plantation and grassland are all small species. This means larger species would not colonize to the plantation, again due to lack of forests near the plantation and too far distance between the forests and the plantation.

Plantation is certainly better than the degraded grassland for maintaining forest insects, but the enrichment has the limitation. But if possible, better species enrichment with more forest plant species may be expected by the following trial:

1. Establish more plantations as the stepping stones to connect the plantation and the natural forest(s). Networks between the plantations would be better than a stand alone plantation for keeping rarer species.
2. Introduce native forest plants after establishment of the plantation. The native plants can be the food resources for the native insects. But, many forest trees have big seeds that are too heavy to disperse long distances, so that such species need to be introduced artificially. At the same time, technical development to introduce native plants may be needed, because different plant species require different environmental conditions.

6. Kesimpulan

Penanaman pohon dapat memperkaya spesies kupu-kupu dan kumbang antena panjang. Bagaimanapun juga jumlah spesies baik kupu-kupu dan kumbang antena panjang di kawasan hutan tanaman lebih rendah dibandingkan dengan di hutan alam. Mungkin antara lain disebabkan oleh terbatasnya sumberdaya untuk mendukung kehidupan spesies hutan dan jarak yang terlalu jauh dari hutan alam terdekat (tidak ada hutan alam terdekat). Jumlah spesies tumbuhan yang terbatas dan struktur yang sederhana dalam hutan tanaman, dibandingkan dengan hutan alam, mungkin juga menyebabkan jumlah spesiesnya terbatas. Meskipun, pohon yang ditanam di Sekaroh sudah cukup besar, untuk dimanfaatkan oleh spesies kumbang antena panjang yang berukuran besar, kumbang antena panjang yang terdapat di kawasan hutan tanaman dan padang rumput semuanya berukuran kecil. Hal ini berarti, spesies yang berukuran tubuh besar tidak mau berkoloni di kawasan hutan tanaman, dan juga jarak yang terlalu jauh antara hutan alam dan hutan tanaman.

Hutan tanaman tentu saja lebih baik dari pada padang rumput untuk memelihara kehidupan serangga hutan, tetapi kekayaannya terbatas. Jika memungkinkan, lebih baik memperkaya dengan lebih banyak menanam spesies hutan. Peningkatan spesies hutan dapat diperoleh dari percobaan sebagai berikut:

1. Membuat lebih banyak hutan tanaman sebagai fondasi penghubung hutan tanaman dan hutan-hutan alam. Kerjasama antara hutan tanaman akan lebih baik dari pada sendiri untuk menjaga spesies langka.
2. Memasukkan tumbuhan asli hutan dalam pembuatan hutan tanaman. Tumbuhan asli hutan dapat merupakan sumber makanan bagi serangga hutan asli. Namun, banyak tumbuhan hutan mempunyai biji yang besar, sangat berat dan sulit tersebar jauh, jadi spesies tersebut perlu dimasukkan secara buatan. Pada waktu yang bersamaan, teknik pengembangan terhadap tumbuhan asli hutan mungkin perlu dikembangkan, sebab pohon hutan memerlukan kondisi lingkungan berbeda.



The landscape of the Friendship Forest in Sekaroh, Lombok, in the year 1997

Lansekap Hutan Persahabatan di Sekaroh, Jerowaru, Lombok Timur, pada tahun 1997.



The landscape of the Friendship Forest in Sekaroh, Lombok, in the year 2014

Lansekap Hutan Persahabatan di Sekaroh, Jerowaru, Lombok Timur, pada tahun 2014