

PENGARUH MANAJEMEN POLA PENANAMAN TERHADAP PRODUKTIFITAS TEGAKAN BERDASARKAN SIMULASI MODEL SE_{Xi}-FS

Deqi Harja, Endri Martini, dan Betha Lusiana

World Agroforestry Center – Southeast Asia Regional Program

E-mail: d.harja@cgiar.org

ABSTRACT

Evaluating the impact of management decisions on productivity multi-species uneven-aged forest stands is a challenge. A Spatially-Explicit Individual Forest Simulator (SE_{Xi}-FS) was developed as a tool for predicting the growth of a stand and here included the productivity model of some species including Durio zibethinus (durian yields) and Hevea brasiliensis (latex yields). The productivity model is using both ecological knowledge and biophysics information, considering the light and space competition.

Some scenarios of rubber-based agroforestry systems was tested, from simple system (regular inter-planting) to complex agroforestry system (randomize spacing). The result shows fruit yield is higher in regular plantation and lower in the spatially random planting design, while latex yield shows the opposite pattern. Both yields are intermediate in the random clustered scenario. Wood volume on the other hand is not affected by spacing and the stand density scenarios.

Keywords: modeling, fruit yield, latex, spacing

I. PENDAHULUAN

Manajemen lahan berbasis agroforestri merupakan solusi pemanfaatan lahan yang mengedepankan keseimbangan antara produktifitas dan keanekaragaman hayati melalui intensifikasi dan pengayaan tegakan. Namun tidak dapat dipungkiri jika dalam jangka pendek produktifitas untuk masing-masing komoditas dalam sistem agroforestri lebih rendah dibandingkan dengan sistem monokultur. Tetapi, untuk skala waktu jangka panjang dan produktifitas keseluruhan plot, sistem agroforestri belum tentu menghasilkan produktifitas yang lebih rendah. Keberlanjutan produksi sistem merupakan hal lain yang bisa didapatkan dari sistem agroforestri karena multi produk yang dihasilkan dapat bertahan dari ketidak seimbangan harga dari salah satu komoditas pertanian atau perkebunannya.

Dari berbagai kelebihan dan kekurangan sistem agroforestri tersebut, maka dibutuhkan teknologi manajemen yang dapat mengkombinasikan berbagai komoditas dalam satu tegakan tapi tidak mengorbankan produktifitas dari masing-masing komoditas tersebut. Pertanyaan selanjutnya adalah manajemen sistem agroforest yang seperti apakah yang dapat menghasilkan produktifitas yang terbaik.

Untuk menguji berbagai skenario manajemen tegakan dalam sistem agroforest tersebut, maka dibutuhkan pemodelan yang dapat melakukan pendugaan produktifitas dari satu sistem manajemen tegakan. Dalam studi ini, digunakan model pertumbuhan pohon SE_{Xi}-FS (*Spatially Explicite Individual-based Forest Simulator*).

SE_{Xi}-FS adalah model yang mensimulasikan interaksi antara pohon-pohon. Model ini dikembangkan menggunakan pemrograman dengan pendekatan berorientasi objek (Harja dan Vincent, 2008). Pada perangkat lunak terdapat visualisasi 3D dan antarmuka pengguna grafis interaktif yang memungkinkan pengguna untuk mengeksplorasi sepenuhnya berbagai skenario manajemen. Desain berbasis objek pada pemodelan ini memungkinkan pengguna untuk melakukan pendekatan pengelolaan pada masing-masing individu spesies, dimana pengguna dapat mensimulasikan penanaman, *interplanting* dan penebangan selektif.

Pemodelan SE_{Xi}-FS dapat mensimulasikan kompetisi pertumbuhan berdasarkan persaingan untuk mendapatkan ruang dan cahaya. Agar model dapat digunakan dalam studi ini, kami

menambahkan modul produktifitas yang bisa menduga berbagai komoditas yang bisa dihasilkan masing-masing spesies/individu tanaman.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menjawab permasalahan berikut:

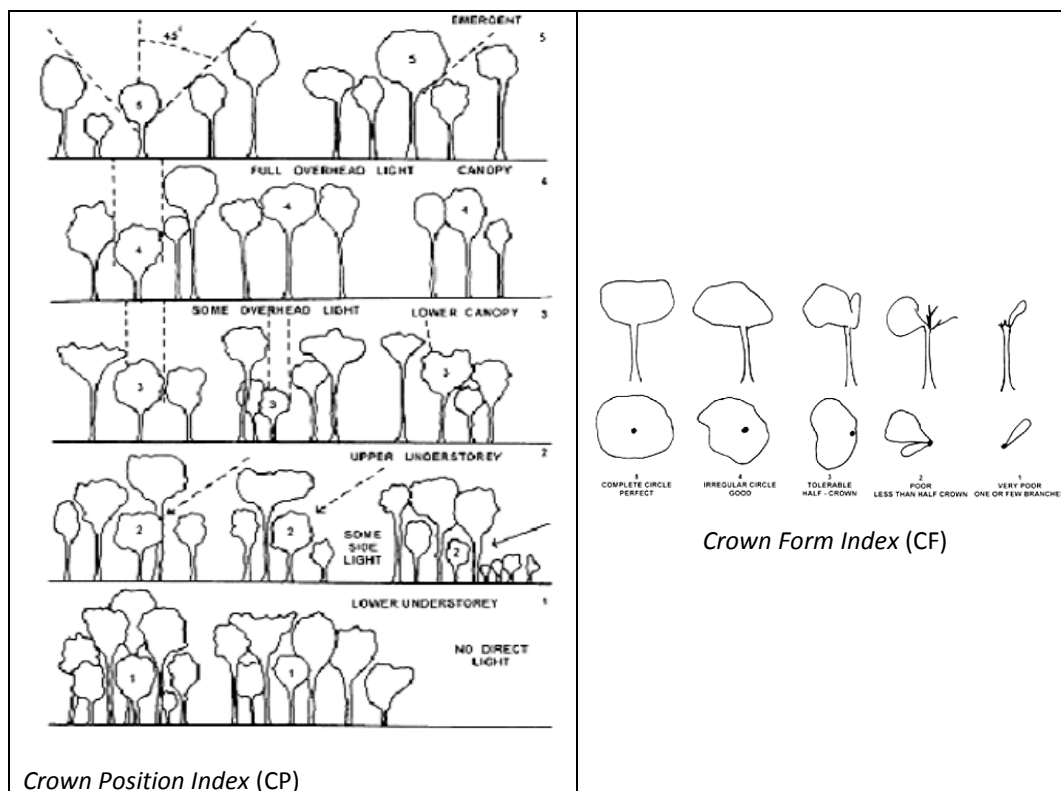
1. Bagaimana menyusun model produktifitas species berdasarkan komoditasnya (buah, getah dan lainnya) terhadap ukuran individu pohon?
2. Apakah skenario manajemen tegakan terbaik pada system agroforestri baik berdasarkan jarak tanam maupun kombinasi individu speciesnya dan apakah pengaruhnya pada produktifitas komoditas dari spesies tersebut?

II. METODE PENELITIAN

A. Penyusunan Modul Produktifitas Dalam Model SexI-FS

Untuk menyusun modul produktifitas dalam model SexI-FS, diperlukan informasi mengenai hubungan antara hasil pohon (baik berupa buah maupun kayu) dengan ukuran individu pohon. Dalam studi ini kami menggunakan komoditas Durian (*Durio zibethinus*) di Jambi, Sumatera untuk mengkalibrasi model. Berikut adalah tahapan yang kami lakukan untuk mendapatkan informasi ini:

1. Melakukan survey di tingkat petani untuk mendapatkan informasi dari petani mengenai produksi dari setiap pohon yang dimilikinya.
2. Pada setiap pohon tersebut dilakukan pengukuran berupa: diameter batang pohon, kondisi naungan oleh pohon di sekitarnya (*Crown Posisi Indeks: CP*) dan kondisi tajuknya (*Crown Form Indeks: CF*). Penjelasan CP dan CF dapat dilihat pada gambar 1.
3. Menyusun model statistik antara ukuran individu pohon dan hasil produksi buah menggunakan Metode Generalized Linear Model dengan menggunakan perangkat lunak statistika SYSTAT (SYSTAT 2007).

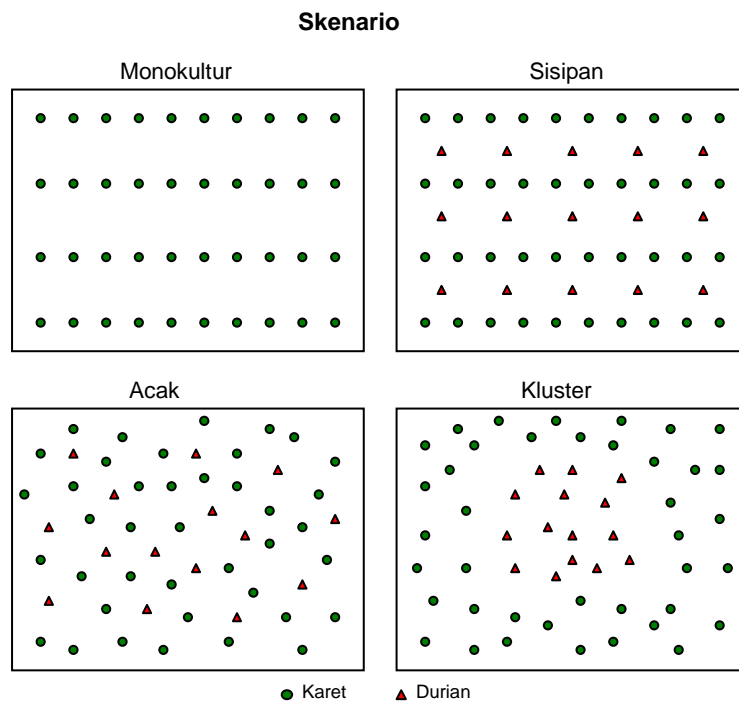


Gambar 1. Kriteria *Crown Position Index* (CP) dan *Crown Form Index* (CF) dari Alder and Synnot (1992) di Vincent (2002).

B. Simulasi Produksi Karet dan Durian Pada Berbagai Skenario Manajemen Pola Penanaman

Kami membandingkan empat skenario penanaman yang digambarkan pada Gambar 4: Karet monokultur (kontrol), penanaman karet dengan sisipan durian, campuran secara acak antara karet dan durian, dan segregasi karet dan durian (kemudian disebut sebagai "kluster" skenario). Simulasi ukuran plot adalah 48x48 m dan semua memiliki kepadatan yang sama pohon (kecuali monokultur yang total kepadatannya lebih rendah karena tanpa pohon durian), 128 pohon karet dan 64 pohon durian. Jenis karet adalah klonal GT1. Produksi getah lateks didasarkan pada model yang disusun berdasarkan data dari Thao et. al. (2006), yaitu:

$$\text{Lateks} = 5,8143 + 48,136 * \text{DBH} \quad (r = 0,90)$$



Gambar 2. Skenario desain penanaman Karet dan Durian.

III. HASIL

A. Hubungan Antara Produksi Pohon Durian dengan Ukuran Pohon

Produksi buah sangat berhubungan dengan besar kecilnya pohon yang bersangkutan (diameter batang: D) dan keragaman hasil produksi juga dipengaruhi oleh kondisi pohon tersebut, baik itu terhadap naungan tetangganya (CP) maupun kondisi tajuk pohon itu sendiri (CF). Maka model persamaan produksi pertumbuhan diasumsikan sebagai berikut:

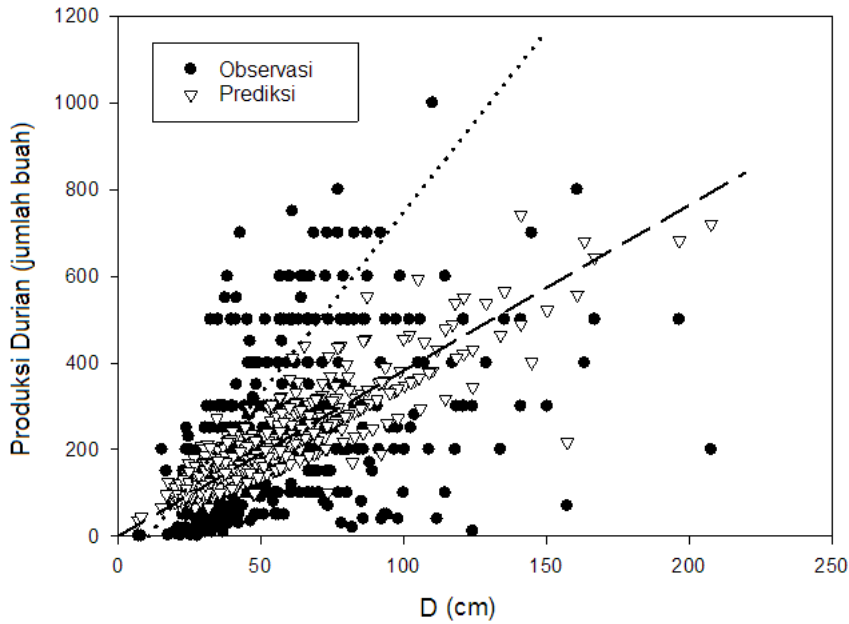
$$\text{Produksi} = a * D + b * D * CP + c * D * CF$$

Hasil dari General Linear Model (GLM) pada fungsi tersebut dapat dilihat pada Tabel 1. Salafsky (1995) telah menyelidiki faktor-faktor ekologi yang mempengaruhi produksi durian di Kalimantan melalui metode partisipatif. Kami membandingkan model yang dihasilkan Salafsky dengan hasil model kami.

Tabel 1. Hasil Generalized Linear Model Produksi Durian dengan kondisi individu pohon.

Faktor	Koefisien	Std Error	Std Coef	Tolerance	t	P(2Tail)
D	6.107	0.713	1.329	0.022	8.563	0.000
$CP * D$	-1.087	0.146	-1.053	0.026	-7.432	0.000
$CF * D$	0.699	0.155	0.552	0.035	4.521	0.000

Catatan: Jumlah data= 525, $R^2 = 0.72$, Standard error = 139.73

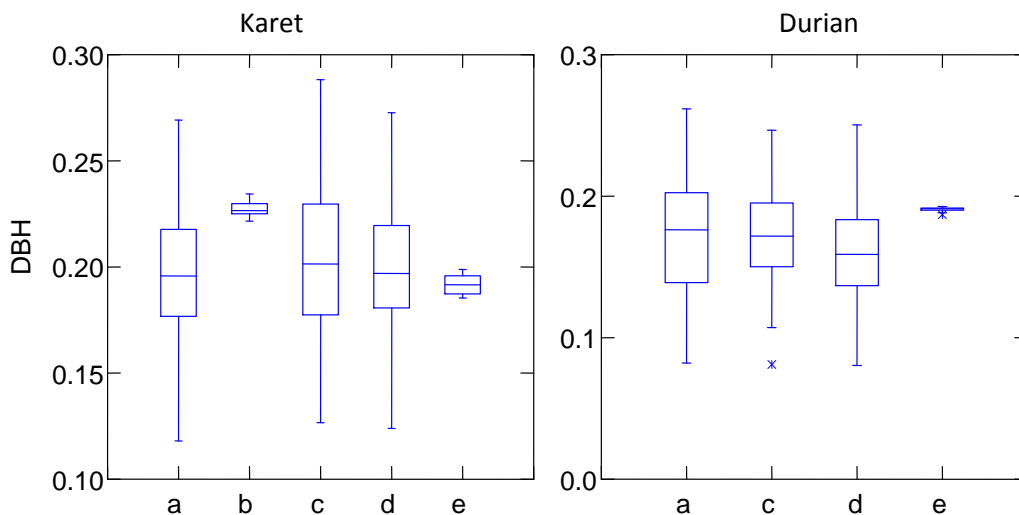


Gambar 3. Plot produksi durian hasil observasi (lingkaran) dibandingkan dengan hasil prediksi model (segitiga, $r = 0.723$) $Y = 6.107 \cdot D - 1.087 \cdot D \cdot CP + 0.699 \cdot D \cdot CF$, garis putus-putus adalah model linear tanpa faktor CP dan CF ($r=0.692$) $Y = 3.824 \cdot D$ dan garis titik-titik adalah model linear ($r = 0.353$, $y = 8.4 \cdot D - 78.3$) yang dipublikasikan oleh Salafsky (1995).

Dari hasil GLM diatas dapat dilihat bahwa faktor ekologi cukup berpengaruh pada hasil produksi buah durian dan menjelaskan variasi lebih baik dari model linear sederhana.

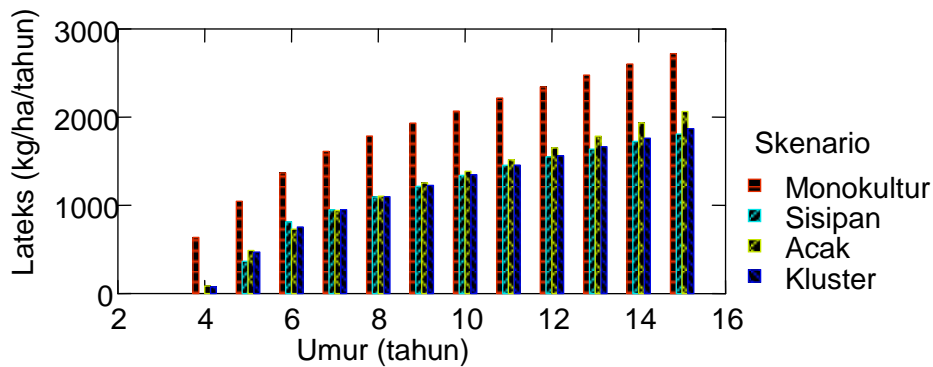
B. Simulasi Agroforestri Karet dan Durian Pada Berbagai Skenario Pola Tanam

Gambar 4 menunjukkan hasil rata-rata diameter (dbh) karet dan pohon durian setelah disimulasikan selama 15 tahun pertumbuhan. Seperti yang diperkirakan, ukuran pohon akan lebih beragam ketika pohon ditanam secara tidak teratur (pola tanam acak atau pola tanam kluster).



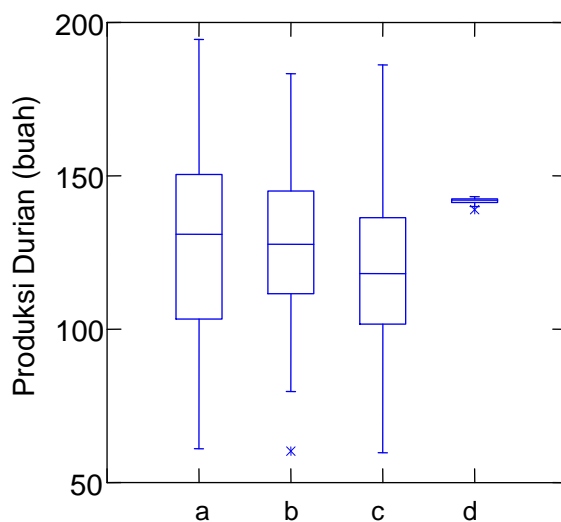
Gambar 4. Ukuran rata-rata diameter pohon setelah simulasi selama 15 tahun pada berbagai skenario: kluster (a), monokultur (b), acak (c), acak satu species (d), sisipan(e).

Gambar 5 menunjukkan hasil lateks per tahun untuk skenario yang berbeda. Rata-rata jumlah latek selama 15 tahun pada skenario acak dan sisipan lebih kecil 35% dibandingkan karet pada skenario monokultur.



Gambar 5. Lateks hasil per tahun pada beberapa skenario manajemen kebun yang berbeda

Perbedaan hasil buah durian berdasarkan pola tanam yang berbeda ditunjukkan pada Gambar 6. Penanaman durian menghasilkan buah lebih banyak pada penanaman sisipan yang teratur, walaupun terjadi hal sebaliknya dengan produksi lateks. Dan terlihat perbedaan yang nyata antara system kluster dan acak.



Gambar 6. Hasil panen durian rata-rata per individu pohon pada tahun ke-15 pada berbagai scenario: kluster (a), acak (b), acak satu species (c), sisipan(d).

IV. PEMBAHASAN

Model produksi buah dengan memperhatikan faktor ekologi memperlihatkan hasil prediksi yang lebih nyata, terutama pada kondisi agroforestri dimana umur dan ukuran tanaman yang lebih beragam. Namun pada kondisi teratur diperlihatkan *Durio zibethinus* mengasilkan rata-rata buah yang sedikit lebih tinggi. Trade-off yang harus diperhatikan adalah biaya manajemen yang lebih tinggi pada sistem yang lebih teratur.

Tanaman berukuran sama akan berbagi sumber daya yang terbaik jika berbagi dengan ruang hidup yang sama (Huxley 1999). Namun pada system campuran dan posisi yang acak maka ruang hidup juga terbagi secara acak, di sini kemampuan adaptasi individual spesies pada ruang yang tidak teratur sangat diharapkan. Spesies yang lebih dapat beradaptasi pada ruang yang tidak teratur akan lebih baik dalam memanfaatkan sumber daya ekologisnya. Karet dan durian dalam hal ini tidak

menunjukkan kompetisi yang berbeda signifikan. Jadi kemungkinan besar tidak akan terjadi spesies dominan atau didominasi pada skenario antara karet dan durian di sini.

V. KESIMPULAN

Hasil percobaan simulasi pada studi ini menunjukkan bahwa di luar komposisi spesies dan manajemen pola penanaman akan memengaruhi baik itu produktifitas individu pohon maupun produktifitas keseluruhan tegakan secara umum. Sebagai catatan, ketahanan hidup species tidak diperhatikan disini, termasuk hama dan penyakit yang mungkin berpengaruh pada produktifitas.

Kepadatan tegakan dapat disimpulkan lebih berpengaruh secara nyata dibandingkan dengan pola penanaman. Namun hal ini kemudian akan sangat berhubungan dengan manajemen paska panennya, dimana petani mungkin akan lebih nyaman dengan pola yang lebih teratur. Sistem kluster atau pengelompokan merupakan alternatif lain untuk mempermudah manajemen pemamanan. Sistem kluster ini banyak diaplikasikan di daerah Kalimantan dan disebut juga sebagai Tembawang. Perencanaan manajemen kebun kemudian akan diserahkan kepada petani untuk memilih mana yang terbaik dengan melihat kelebihan dan kekurangan masing-masing scenario manajemen kebun.

DAFTAR PUSTAKA

- Dury, S., L. Vilcosqui, et al. 1996. "Durian trees (*Durio zibethinus* Murr) in Javanese home gardens: Their importance in informal financial systems." *Agroforestry Systems* 33(3): 215-230.
- Harja D, Vincént G. 2008. Spatially Explicit Individual-based Forest Simulator - User Guide and Software. World Agroforestry Centre (ICRAF) and Institut de Recherche pour le Développement (IRD).
- Harja, D., Vincent, G., Purnomosidhi, P., Rahayu, S., Joshi, L. 2005. Impact of rubber tree planting pattern on *Imperata cylindrica* dynamics - Exploring weed control through shading using SExI-FS, a forest stand simulator. Proceedings: International Workshop on Smallholder Agroforestry Options on Degraded Soils, Batu, East Java, Indonesia. August 2005.
- Huxley, P. 1999. Tropical Agroforestry. Blackwell Science.
- Joshi, L., Van Noordwijk, M., Sinclair, F. L. 2001. Bringing local knowledge into perspective – a case of sustainable technology development in jungle rubber agroforests in Jambi. Draft manuscript for "Participatory technology development and local knowledge for sustainable land use in Southeast Asia" workshop, 6-7 June 2001 in Chiangmai, Thailand
- Lawrence , D. C. 1996. "Trade-offs between rubber production and maintenance of diversity: the structure of rubber gardens in West Kalimantan, Indonesia." *Agroforestry Systems* 34: 83 - 100 .
- Salafsky, N. 1995. Ecological Factors Affecting Durian Production In The Forest Gardens Of West Kalimantan, Indonesia. A GIS-Based cross-sectional analysis of a locally developed agroforestry systems. *Agroforestry Systems* 32: 63-79.
- Sinclair, F L and Joshi, L. 2000. Taking local knowledge about trees seriously. Book chapter in 'Forestry, forest users and research: new ways of learning' (Ed. Anna Lawrence). ETRN Publication Series 1. Thao, P.D., Thanh, D. K., Kieng, N. N., Son, M. v. 2006. Establishment Of Yield Prediction Model For Gt 1 And Pb 235. Preprints: International Natural Rubber Conference.
- SYSTAT. 2007. SYSTAT for Windows, Version 12.02. SYSTAT Software Inc. Richmond, California.
- Van Noordwijk, M., Agus, F., Suprayogo, D., Hairiah, K., Pasya, G., Verbist, B. 2004. Role of Agroforestry in Maintenance of Hydrological Functions in Water Catchment Areas. Proceedings: Hydrological Impact of Forest, Agroforestry and Upland Cropping as a Basis for Rewarding Environmental Service Providers in Indonesia.