

PENGATURAN HASIL AGROFORESTRY JABON (*Neolamarckia cadamba* Miq.) DAN KAPULAGA (*Amomum compactum*) DI KE CAMATAN PAKENJENG, GARUT, JAWA BARAT
(Yield Management on Agroforestry of Caddam (*Neolamarckia cadamba* Miq.) and Cardamom (*Amomum compactum*) in Pakenjeng, Garut, West Java)

Yonky Indrajaya & M. Siarudin
Balai Penelitian Teknologi Agroforestry,
Jl. Raya Ciamis-Banjar km 4, Ciamis, Indonesia;
email: yonky_indrajaya@yahoo.com

Diterima 3 Maret 2015 direvisi 21 April 2015 disetujui 17 Mei 2015

ABSTRACT

A agroforestry may contribute to short and long term income for farmers. A agroforestry of caddam-cardamom is widely practiced in Pakenjeng, Garut, West Java. This study aims to analyze the optimal management of caddam-cardamom agroforest using bio-economic modeling as a modification of Faustmann model. The results of this study shows that: 1) optimal rotation of agroforestry caddam-cardamom following the biological rotation of caddam stand is 5 years; 2) the Hartman optimal rotation of agroforestry caddam-cardamom is 10 years and 3) sensitivity analysis shows: a) the increment in caddam wood price will shorten Hartman rotation; b) the increment in cardamom price will lengthen Hartman rotation and c) the increment in interest rate will shorten Hartman rotation.

Keywords: Caddam, cardamom, optimal management, West Java.

ABSTRAK

A agroforestry dapat berkontribusi pada pendapatan petani, baik jangka pendek maupun jangka panjang. Pola agroforestry jabon-kapulaga telah banyak diterapkan oleh petani di Pakenjeng, Garut, Jawa Barat. Penelitian ini bertujuan menganalisis manajemen optimal agroforestry jabon-kapulaga menggunakan metode modeling bio-ekonomik yang dimodifikasi dari model Faustmann. Hasil penelitian menunjukkan: 1) daur optimal agroforestry jabon-kapulaga sesuai daur biologis tegakan jabon adalah lima tahun; 2) daur optimal Hartman agroforestry jabon-kapulaga adalah 10 tahun. Analisis sensitivitas menunjukkan: a) peningkatan harga kayu jabon akan memperpendek daur Hartman; b) peningkatan harga kapulaga akan memperpanjang daur Hartman dan c) peningkatan suku bunga akan memperpendek daur Hartman.

Kata kunci: Jabon, kapulaga, manajemen optimal, Jawa Barat.

I. PENDAHULUAN

Pengusahaan *agroforestry* telah banyak dilakukan oleh masyarakat terutama yang berbasis pohon komersial cepat tumbuh dan tanaman obat-obatan, misalnya jenis sengon (*Paraserianthes falcataria*)-kapulaga (*Amomum compactum*) (Indrajaya & Sudomo, 2013; Kusumedi & Jariyah, 2010). Selain sengon, jenis pohon komersial cepat tumbuh yang banyak dibudidayakan adalah jabon (*Neolamarckia cadamba* Miq.). Jenis ini dipilih karena memiliki sifat cepat tumbuh dan kualitas kayu yang relatif sama dengan sengon. Krisnawati *et al.* (2011) menyebutkan bahwa jabon memiliki beberapa kelebihan antara lain: pertumbuhan cepat, mudah beradaptasi pada ber-

bagai tempat tumbuh, perlakuan silvikultur relatif mudah, relatif tahan terhadap hama dan penyakit. Sementara itu, kapulaga dibudidayakan oleh para petani di bawah tegakan jabon karena jenis ini tahan naungan dan buahnya memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Selain itu, waktu panen yang relatif pendek akan memberikan pendapatan yang berkelanjutan bagi petani sambil menunggu waktu panen kayu setelah tegakan setidaknya berumur enam tahun.

Salah satu wilayah yang mengembangkan *agroforestry* jabon-kapulaga adalah Kecamatan Pakenjeng, Kabupaten Garut. Penduduk Kecamatan Pakenjeng telah membudidayakan jabon sejak tahun 1990-an dan telah beberapa kali panen. Penentuan waktu tebang kayu jabon pada sistem *agroforestry*

jabon-kapulaga di Kecamatan Pakenjeng pada umumnya masih mengikuti daur butuh (Darusman & Hardjanto, 2006) yang belum tentu memberikan keuntungan maksimal bagi petani.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis manajemen optimal dari hutan rakyat jabon yang diusahakan dengan pola *agroforestry* jabon-kapulaga. Pendekatan penentuan daur optimal dilakukan untuk memperoleh keuntungan yang maksimal. Pada umumnya, penilaian kelayakan usaha *agroforestry* menggunakan pendekatan *Net Present Value* (NPV), namun belum menganalisis manajemen optimal yang dapat memberikan keuntungan maksimal bagi petani (Indrajaya & Sudomo, 2013; Kusumedi & Jariyah, 2010). Salah satu penentuan daur optimal suatu tegakan hutan tanaman dilakukan menggunakan daur biologis (Riyanto & Putra, 2010). Penilaian daur optimal finansial tegakan jabon juga telah dilakukan di lokasi penelitian (Indrajaya & Siarudin, 2013), menggunakan pendekatan Faustmann (Amacher *et al.*, 2009; Samuelson, 1976).

Analisis tentang pengaruh tambahan keuntungan dari jasa lingkungan karbon dalam proyek *agroforestry* pada pengelolaan hutan tanaman jabon telah dilakukan oleh Indrajaya dan Siarudin (2014) menggunakan pendekatan Hartman (Hartman, 1976), seperti telah dilakukan di hutan tanaman di Eropa dan Amerika (Olschewski & Benitez, 2010). Tambahan keuntungan dari kapulaga dapat berpengaruh terhadap waktu tebang terbaik, yaitu yang dapat memberikan keuntungan maksimal.

II. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode pengaturan hasil *agroforestry* berdasarkan waktu panen pohon supaya diperoleh hasil yang maksimal. Penentuan waktu panen (daur) tegakan hutan tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah daur biologis dan daur finansial (Hartman). Penelitian dilakukan mulai bulan April-Desember tahun 2012.

A. Kondisi Umum Lokasi Penelitian

Kecamatan Pakenjeng terletak di sebelah selatan wilayah Kabupaten Garut dengan ketinggian tempat 400 m di atas permukaan laut (dpl) dan suhu udara antara 30-40°C. Luas wilayah Kecamatan Pakenjeng adalah 19.659 ha meliputi tanah hutan seluas 8.885 ha (45,2%), sawah 1.526 ha (7,8%), per-

kebunan 3.405 ha (17,3%), tanah darat 5.726 ha (29,1%), fasilitas umum 14 ha (0,1%) dan lainnya seluas 103 ha (0,5%). Luasnya hutan di Kecamatan Pakenjeng didukung oleh kondisi geografis yang berbukit dengan kelerengangan sedang hingga terjal dengan jenis tanah podsolik.

Tanaman jabon di lokasi penelitian umumnya ditanam bersama dengan tanaman kapulaga. Pada beberapa lokasi, tanaman jabon juga ditanam bersama dengan tanaman tahunan lain seperti cengkeh (*Syzygium aromaticum*), kelapa (*Cocos nucifera*), suren (*Toona sureni*), gmelina (*Gmelina arborea* Roxb.), akasia (*Acacia mangium*), mahoni (*Suietenia macrophylla*), mindi (*Melia azedaradi*), afrika (*Maesopsis eminii*), tisuk (*Hibiscus macrophyllus*), ganitri (*Elaeocarpus ganitrus*), nangka (*Anthocarpus heterophyllus*) dan manglid (*Manglietia glauca* Bl.). Namun demikian, jenis jabon merupakan jenis dominan di lokasi penelitian. Luas lahan hutan rakyat yang diusahakan oleh petani berkisar antara 800 m² hingga 15.000 m². Pada umumnya lahan hutan rakyat merupakan lahan milik petani. Kondisi tegakan jabon di lokasi penelitian sangat baik dengan tingkat pertumbuhan yang sangat tinggi. Pada penelitian ini tidak dilakukan analisis kesuburan tanah dan analisis kesesuaian lahan untuk jenis jabon.

B. Pengumpulan dan Analisis Data

Data yang dikumpulkan meliputi data pertumbuhan tegakan jabon (tinggi, diameter) pada beberapa kelas umur dan data total biaya dan pendapatan *agroforestry* jabon-kapulaga (biaya pembangunan hutan tanaman jabon, biaya pemanenan, harga kayu, biaya pembangunan tanaman kapulaga, biaya pemeliharaan dan pemanenan serta harga kapulaga) serta suku bunga riil. Pengukuran diameter dan tinggi pohon dilakukan secara simultan, yaitu mengukur secara bersama pada berbagai kelas umur yang berbeda. Pengukuran dilakukan pada tegakan jabon umur 1-9 tahun. Perkiraan volume pohon diperoleh dengan persamaan (Krisnawati *et al.*, 2011):

$$V = 0.25\pi D^2 HF \quad (1)$$

Dimana:

V = volume pohon (m³)

D = diameter (cm)

H = tinggi (m)

F = faktor bentuk pohon (0,47) apabila tinggi pohon yang digunakan adalah tinggi total dan bukan tinggi batang bebas cabang.

Untuk mengetahui volume tegakan jabon pada kelas umur > 9 tahun dilakukan pemodelan hubungan antara umur (A) dengan diameter (D) dan tinggi total (H), yaitu (Siarudin *et al.*, 2012):

$$D = 10,556A^{0,588} \quad (2)$$

$$H = 9,389 \ln A + 2,535 \quad (3)$$

Sementara itu, untuk mengetahui jumlah pohon per ha (N/ha), digunakan modifikasi model (Harbagung, 2010):

$$N = 1994,705 \left(1,033^{(A+1)}\right) (A+1)^{-1,097} \quad (4)$$

Model estimasi diameter dan tinggi pohon jabon dengan persamaan (2) dan (3) karena persamaan (2) dan (3) dibangun di lokasi penelitian yang sama dengan lokasi penelitian ini. Sementara itu, model estimasi jumlah pohon per ha digunakan persamaan (4) yang dibuat khusus untuk tegakan jabon di Jawa. Modifikasi dilakukan pada persamaan yang dibuat oleh Harbagung (2010) dengan menambahkan satu variabel tahun (A), mengingat populasi pohon jabon per ha di lokasi penelitian pada waktu penanaman adalah ± 1.000 pohon.

Data ekonomi (biaya pembangunan hutan tanaman jabon, biaya pemanenan, harga kayu, biaya pembangunan tanaman kapulaga, biaya pemeliharaan dan pemanenan serta dan harga kapulaga) dan pengelolaan *agroforestry* jabon-kapulaga (jarak tanam, penjarangan, waktu panen kapulaga dan produksi) diperoleh dengan melakukan wawancara terhadap petani sebanyak 15 orang. Suku bunga riil yang digunakan dalam penelitian ini adalah 4% (World Bank, 2013), yaitu rata-rata suku bunga riil selama 10 tahun terakhir (2003-2012).

C. Manajemen Optimal *Agroforestry* Jabon-Kapulaga

1. Pendekatan daur biologis tegakan jabon

Penentuan manajemen optimal *agroforestry* jabon-kapulaga dapat mengikuti penentuan daur optimal biologis dari tegakan jabon. Naungan yang mutlak diperlukan oleh tanaman kapulaga supaya tumbuh dan berproduksi merupakan alasan mengapa daur biologis optimal tegakan jabon dapat digunakan sebagai pendekatan manajemen optimal *agroforestry* jabon-kapulaga. Tanpa adanya naungan, maka tidak akan ada produksi kapulaga. Salah satu daur yang sering digunakan oleh rimbawan adalah daur biologi (Amacher *et al.*, 2009; Bettinger *et al.*, 2009).

Daur biologis atau titik kulminasi merupakan

daur yang sering digunakan oleh para rimbawan dalam pengaturan hasil hutan tanaman. Prinsip dari daur ini adalah waktu panen dari tegakan hutan tanaman adalah ketika riap tahunan rata-rata (*Mean Annual Increment/MAI*) sama dengan riap tahun berjalan (*Current Annual Increment/CAI*):

$$\frac{S(T)}{T} = S'(T) \quad (5)$$

2. Pendekatan daur Hartman

Daur Hartman (1976) merupakan modifikasi dari daur Faustmann dengan memperhitungkan pendapatan yang diperoleh dari hasil hutan non kayu (dalam studi ini adalah produksi tanaman kapulaga). Daur optimal Faustmann atau sering disebut sebagai daur finansial menggunakan pendekatan NPV dari seluruh manfaat dan biaya kayu (pembangunan hutan dan pemanenan) pada semua daur (Perman *et al.*, 2003). Daur ini banyak digunakan oleh para ekonom kehutanan di Eropa dan Amerika (Chang, 2001), terutama setelah Samuelson (1976) menunjukkan bahwa hanya Faustmann yang secara analitik benar dalam analisis ekonomi kehutanannya dalam perspektif teori kapital.

NPV dari tegakan hutan tanaman jabon merupakan total pendapatan dikurangi dengan biaya yang dikeluarkan pada periode tak terhingga. Apabila p merepresentasikan harga *net* (setelah dikurangi biaya pemanenan per m^3) dari suatu tegakan hutan yang memiliki stok $S(T)$, K merupakan biaya pembangunan hutan dan i merupakan suku bunga riil, maka nilai NPV kayu pada daur tak terhingga dapat disajikan dalam persamaan (6):

$$NPV^w = \frac{pS(T)e^{-iT} - K}{1 - e^{-iT}} \rightarrow \max \quad (6)$$

Sementara itu, pendapatan yang diperoleh dari kapulaga dimulai pada tahun ke-2 setelah penanaman jabon. Prasyarat tumbuh tanaman kapulaga adalah adanya naungan sehingga kapulaga mulai ditanam dan berproduksi mulai tahun ke-2 penanaman jabon. Apabila dinotasikan harga kapulaga kering sebagai δ , C merupakan jumlah produksi kapulaga kering per ha (kg/ha) dan M merupakan biaya penanaman dan pemeliharaan kapulaga pada tahun ke-1, maka nilai NPV kapulaga dapat disajikan dalam persamaan (7):

$$NPV^c = \frac{\int_a^T (\delta C - M) e^{-ia} dt}{1 - e^{-iT}} \rightarrow \max \quad (7)$$

Total keuntungan yang diperoleh dari *agroforestry* pola jabon-kapulaga adalah:

$$NPV^w + NPV^c \rightarrow \max \quad (8)$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Daur Biologis Tegakan Jabon

Berdasarkan perhitungan menggunakan persamaan (1)-(4), diperoleh hasil estimasi volume per ha tegakan jabon yang disajikan dalam Tabel 1. Jabon merupakan jenis cepat tumbuh yang dapat mencapai riap 20 m³/ha/tahun (Krisnawati *et al.*, 2011). Pertumbuhan jabon di lokasi penelitian sangat cepat yaitu riap tertinggi mencapai lebih dari 30 m³/ha/tahun (Tabel 1). Kondisi lokasi penelitian yang

sangat sesuai diduga menjadi sebab cepatnya pertumbuhan jabon (Indrajaya & Siarudin, 2013).

Daur biologis tegakan jabon di lokasi penelitian adalah lima tahun di mana nilai riap volume rata-rata tahunan (MAI) sama dengan riap volume tahun berjalan (CAI), atau nilai *Periodic Annual Increment* (PAI) sama dengan 1/T seperti disajikan dalam Gambar 1.

B. Pendekatan Daur Hartman

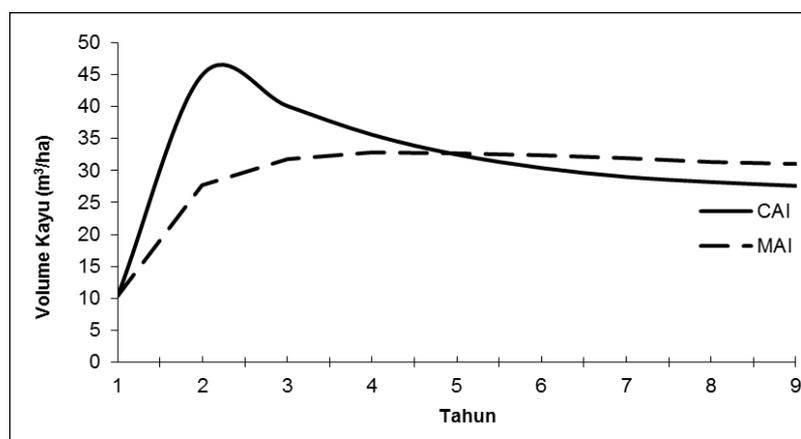
1. Jabon

Data ekonomi yang digunakan dalam penelitian ini adalah data yang digunakan dalam penelitian Indrajaya dan Siarudin (2013) di lokasi penelitian, yaitu: 1) harga kayu jabon adalah Rp 500.000/m³; 2) biaya pemanenan sebesar Rp 50.000/m³; 3) biaya pembangunan hutan sebesar Rp 14.975.000/ha dan 4) tingkat suku bunga riil yang digunakan adalah 4%. Estimasi produksi kayu jabon mengikuti Tabel 1.

Tabel 1. Estimasi volume per ha tegakan jabon

Table 1. Estimates of volume per ha of jabon stand

| Umur, tahun (Age, year) | Diameter (Diameter) (cm) | Tinggi (Height) (m) | Populasi (Population) (N/ha) | Volume (Volume) (m ³ /ha) | CAI (m ³ /ha) | MAI (m ³ /ha) |
|----------------------------|-----------------------------|------------------------|---------------------------------|---|-----------------------------|-----------------------------|
| 0 | 0 | 0 | 1.250 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 10,6 | 2,5 | 995 | 10,4 | 10,4 | 10,4 |
| 2 | 15,9 | 9,0 | 659 | 55,4 | 45,0 | 27,7 |
| 3 | 20,1 | 12,8 | 496 | 95,5 | 40,1 | 31,8 |
| 4 | 23,9 | 15,6 | 401 | 131,1 | 35,6 | 32,8 |
| 5 | 27,2 | 17,6 | 340 | 163,6 | 32,5 | 32,7 |
| 6 | 30,3 | 19,4 | 296 | 194,0 | 30,4 | 32,3 |
| 7 | 33,1 | 20,8 | 264 | 223,0 | 29,0 | 31,9 |
| 8 | 35,9 | 22,1 | 240 | 251,2 | 28,1 | 31,4 |
| 9 | 38,4 | 23,2 | 221 | 278,8 | 27,6 | 31,0 |
| 10 | 40,9 | 24,2 | 205 | 306,1 | 27,4 | 30,6 |



Gambar 1. Daur biologis tegakan jabon.

Figure 1. Biological rotation of jabon stand.

2. Kapulaga

Kapulaga ditanam di antara pohon jabon dengan jarak tanam 2 m x 2 m. Harga bibit kapulaga adalah Rp 500/batang, sehingga total biaya bibit adalah Rp 1.250.000/ha. Penanaman dilakukan pada tahun ke-2 setelah penanaman jabon. Penyiapan lahan untuk penanaman kapulaga umumnya dilakukan sekaligus untuk penyiangan tanaman jabon yang menggunakan tenaga kerja 40 HOK/ha (upah 1 HOK = Rp 25.000 pada tahun 2012 dengan jam kerja mulai pukul 07.00-12.00). Pembuatan lubang tanam, pemberian pupuk dasar dan penanaman memerlukan tenaga kerja 25 HOK/ha. Pemupukan dasar menggunakan kombinasi pupuk kandang (dosis 2,5 kg pupuk kandang kering atau 5 kg pupuk kandang basah per tanaman) dan pupuk urea/NPK (dosis 50 kg/ha). Pemupukan lanjutan dilakukan setiap tiga bulan menggunakan pupuk urea/NPK pada dosis yang sama dan kebutuhan tenaga kerja 40 HOK/ha.

Tanaman kapulaga umumnya tidak mengalami serangan hama dan penyakit sehingga tidak ada biaya pestisida. Pemanenan pertama kapulaga dilakukan pada bulan ke-5 hingga ke-6 setelah penanaman, menggunakan tenaga kerja 15 HOK/ha. Produksi kapulaga dalam satu tahun bervariasi, pada musim hujan mencapai 280 kg basah per hektar dengan jarak antar pemanenan dua bulan, sementara pada musim produksi hanya 120 kg basah per hektar dengan jarak antar pemanenan empat bulan. Tiap kilogram buah kapulaga basah akan menghasilkan buah kapulaga kering sebesar \pm 300 gram.

Harga kapulaga kering per kilogram di tingkat petani adalah Rp 30.000 hingga Rp 70.000. Dalam penelitian ini, harga kapulaga kering yang digunakan adalah Rp 40.000/kg.

3. Jabon dan kapulaga

Penanaman kapulaga di sela-sela tanaman jabon dapat memberikan tambahan pendapatan mulai tahun ke-2. Pada 5-6 bulan setelah penanaman, kapulaga sudah mulai berproduksi meskipun belum maksimal. Kontribusi pendapatan kapulaga dan kayu jabon terhadap total NPV dalam perhitungan daur Hartman disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2 menunjukkan bahwa pengelolaan AF jabon-kapulaga akan memberikan keuntungan maksimal apabila dikelola pada daur 10 tahun, yaitu lima tahun lebih lama dibandingkan daur biologis tegakan jabon. Apabila hanya mempertimbangkan kayu sebagai pendapatan dari lahan yang diusahakan, maka daur optimal finansial (Faustmann) tegakan jabon adalah enam tahun, seperti dilaporkan oleh Indrajaya dan Siarudin (2013). Keputusan menunda penebangan pohon jabon untuk memberikan naungan yang cukup bagi kapulaga akan memberikan keuntungan yang lebih tinggi dibandingkan dengan daur yang hanya mempertimbangkan kayu sebagai produk lahan tersebut. Harga kayu jabon per m³ pada umur enam dan 10 tahun di tingkat petani di lokasi penelitian diasumsikan sama. Perhitungan rinci NPV Hartman jabon dan kapulaga disajikan dalam Lampiran 1.

Tabel 2. NPV kayu jabon dan kapulaga serta produksi bersama jabon dan kapulaga dalam ribu rupiah per ha

Table 2. NPV of *caddam*, *cardamom* and joint production of *caddam* and *cardamom* in thousands of IDR per ha

| Tahun (Year) | Akumulasi biaya kapulaga terdiskon (A cumulated discounted cost of <i>cardamom</i>) | Akumulasi penerimaan kapulaga terdiskon (A cumulated discounted revenue of <i>cardamom</i>) | NPV kapulaga (NPV <i>cardamom</i>) | Jumlah penerimaan Kayu terdiskon (Total discounted revenue from <i>wood</i>) | NPV kayu (NPV <i>wood</i>) | NPV kayu dan kapulaga (NPV <i>wood and cardamom</i>) |
|-----------------|---|---|--|--|--------------------------------|--|
| 1 | 0 | - | - | 4,488 | (267,460) | (267,460) |
| 2 | 12,012 | - | (156,237) | 23,011 | 104,518 | (51,719) |
| 3 | 18,664 | 10,217 | (74,696) | 38,130 | 204,771 | 130,075 |
| 4 | 25,055 | 20,034 | (33,959) | 50,289 | 238,842 | 204,883 |
| 5 | 31,196 | 29,466 | (9,542) | 60,284 | 249,952 | 240,409 |
| 6 | 37,095 | 38,528 | 6,714 | 68,677 | 251,684 | 258,398 |
| 7 | 42,764 | 47,234 | 18,307 | 75,852 | 249,276 | 267,583 |
| 8 | 48,210 | 55,600 | 26,985 | 82,072 | 245,012 | 271,997 |
| 9 | 53,442 | 63,637 | 33,721 | 87,524 | 239,971 | 273,691 |
| 10 | 58,470 | 71,359 | 39,096 | 92,346 | 234,686 | 273,782 |
| 11 | 63,300 | 78,778 | 43,483 | 96,643 | 229,428 | 272,911 |
| 12 | 67,941 | 85,907 | 47,127 | 100,495 | 224,333 | 271,461 |
| 13 | 72,400 | 92,755 | 50,202 | 103,964 | 219,466 | 269,668 |
| 14 | 76,684 | 99,336 | 52,828 | 107,102 | 214,853 | 267,681 |
| 15 | 80,800 | 105,658 | 55,095 | 109,950 | 210,500 | 265,595 |

Tabel 3. NPV produksi bersama jabon dan kapulaga pada beberapa tingkat harga kayu dan buah kapulaga dalam ribu rupiah per ha

Table 3. NPV of joint production of caddam and cardamom on different price of wood and cardamom fruit in thousands of IDR per ha

| No | NPV Jabon dan kapulaga (NPV of wood and cardamom) | | | | |
|----|---|------------------------|--------------------------|---|------------------------|
| | Perubahan harga kayu jabon (Price change of wood) | | | Perubahan harga kapulaga (Price change of cardamom) | |
| | P = 450, δ = 40 | P = 750, δ = 40 | P = 1.050, δ = 40 | P = 450, δ = 50 | P = 450, δ = 70 |
| 1 | (267,460) | -191,158 | -114,856 | -267,460 | -267,460 |
| 2 | (51,719) | 147,809 | 347,337 | -51,719 | -51,719 |
| 3 | 130,075 | 354,875 | 579,675 | 152,664 | 197,841 |
| 4 | 204,883 | 431,632 | 658,380 | 238,757 | 306,506 |
| 5 | 240,409 | 462,119 | 683,828 | 281,048 | 362,324 |
| 6 | 258,398 | 472,976 | 687,554 | 303,540 | 393,823 |
| 7 | 267,583 | 474,646 | 681,710 | 315,936 | 412,642 |
| 8 | 271,997 | 471,794 | 671,591 | 322,755 | 424,269 |
| 9 | 273,691 | 466,694 | 659,696 | 326,315 | 431,561 |
| 10 | 273,782 | 460,521 | 647,260 | 327,894 | 436,119 |
| 11 | 272,911 | 453,909 | 634,906 | 328,238 | 438,893 |
| 12 | 271,461 | 447,204 | 622,948 | 327,798 | 440,472 |
| 13 | 269,668 | 440,600 | 611,531 | 326,857 | 441,234 |
| 14 | 267,681 | 434,199 | 600,717 | 325,597 | 441,430 |
| 15 | 265,595 | 428,055 | 590,515 | 324,139 | 441,228 |

C. Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas dilakukan pada parameter *input exogenous*/eksogenus (parameter yang tidak dipengaruhi oleh model) terhadap hasil perhitungan model untuk mengetahui tingkat sensitivitas hasil dari model atas perubahan parameter *input*. Parameter *input* yang diuji dalam penelitian ini adalah harga kayu jabon, harga kapulaga, tingkat suku bunga dan biaya pembangunan hutan tanaman jabon.

Perubahan tingkat harga kayu jabon dan kapulaga dapat memengaruhi tingkat pendapatan yang diperoleh dari *agroforestry* jabon-kapulaga sehingga daur optimal finansial Hartman dapat berubah sebagaimana disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3 menunjukkan bahwa peningkatan harga kayu jabon dengan asumsi harga kapulaga tetap akan menyebabkan daur finansial Hartman semakin pendek. Pada tingkat harga kayu Rp 750.000 dan Rp 1.050.000 per m³, daur optimal finansial Hartman berturut-turut adalah tujuh dan enam tahun. Sementara itu peningkatan harga buah kapulaga dengan asumsi harga kayu jabon tetap akan menyebabkan daur optimal finansial Hartman semakin panjang. Pada tingkat harga kapulaga Rp 50.000 dan Rp 70.000 per kg kering, daur optimal finansial Hartman berturut-turut adalah 11 dan 14 tahun.

Selain harga kayu, parameter yang diuji dalam analisis sensitivitas adalah perubahan tingkat suku bunga. Pengaruh perubahan suku bunga terhadap daur optimal finansial Hartman disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. NPV produksi bersama jabon dan kapulaga pada beberapa tingkat suku bunga dalam ribu rupiah per ha

Table 4. NPV of joint production of caddam and cardamom on different interest rates in thousands of IDR per ha

| No | NPV jabon dan kapulaga (NPV of wood and cardamom) | | |
|----|---|----------------|----------------|
| | 4% | 7% | 3% |
| 1 | (267,460) | (157,084) | (353,319) |
| 2 | (51,719) | (35,340) | (64,465) |
| 3 | 130,075 | 62,400 | 182,830 |
| 4 | 204,883 | 100,779 | 286,094 |
| 5 | 240,409 | 117,600 | 336,302 |
| 6 | 258,398 | 124,937 | 362,726 |
| 7 | 267,583 | 127,605 | 377,151 |
| 8 | 271,997 | 127,807 | 385,035 |
| 9 | 273,691 | 126,650 | 389,161 |
| 10 | 273,782 | 124,731 | 391,052 |
| 11 | 272,911 | 122,387 | 391,587 |
| 12 | 271,461 | 119,814 | 391,293 |
| 13 | 269,668 | 117,133 | 390,499 |
| 14 | 267,681 | 114,416 | 389,411 |
| 15 | 265,595 | 111,708 | 388,165 |

Tabel 4 menunjukkan bahwa pada tingkat suku bunga tinggi, daur optimal finansial Hartman menjadi lebih pendek karena NPV terdiskon lebih besar. Oleh karena itu, keputusan mempercepat penebangan dan memulai penanaman kayu jabon lebih menguntungkan dibandingkan pada tingkat suku bunga lebih rendah.

IV. KE SIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan: 1) daur optimal *agroforestry* jabon-kapulaga sesuai daur biologis tegakan jabon adalah lima tahun; 2) daur optimal finansial Hartman pada *agroforestry* jabon-kapulaga adalah 10 tahun. Analisis sensitivitas menunjukkan: 1) peningkatan harga kayu jabon akan memperpendek daur Hartman; 2) peningkatan harga kapulaga akan memperpanjang daur Hartman dan 3) peningkatan tingkat suku bunga akan memperpendek daur Hartman.

B. Saran

Pemanfaatan lahan hutan rakyat jabon yang dikelola dengan sistem *agroforestry* jabon-kapulaga menghasilkan daur optimal yang berbeda apabila hanya mempertimbangkan kayu sebagai hasil. Pengelolaan *agroforestry* yang dapat memberi keuntungan maksimum perlu diinformasikan kepada petani melalui sosialisasi penyuluh kehutanan/pertanian. Tambahan pendapatan dari berbagai jenis tanaman di bawah tegakan jabon akan memperkaya informasi tentang *agroforestry* jabon sehingga penelitian serupa dengan jenis tanaman bawah yang berbeda perlu dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amacher, G. S., Ollikainen, M., & Koskela, E. (2009). *Economics of forest resources*. Cambridge, Mass.: MIT Press..
- Bettinger, P., Boston, K., Siry, J. P., & Grebner, D. L. (2009). *Forest management and planning*. Burlington USA: Academic Press.
- Bchang, S. J. (2001). One formula, myriad conclusions, 150 years of practicing the Faustmann formula in central Europe and the USA. *Forest Policy and Economics*, 2(2), 97-99.
- Darusman, D. & Hardjanto. (2006). *Tinjauan ekonomi hutan rakyat*. Bahan presentasi seminar hasil penelitian hasil hutan.
- Harbagung. (2010). *Teknik dan perangkat pengaturan hasil: sintesa hasil penelitian kuantifikasi pertumbuhan dan hasil tegakan hutan tanaman*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan Tanaman.
- Hartman, R. (1976). Harvesting decision when a standing forest has value. *Economic Inquiry*, 14(1), 52-58.
- Indrajaya, Y. & Siarudin, M. (2013). Daur finansial hutan rakyat jabon di Kecamatan Pakenjeng, Kabupaten Garut, Jawa Barat. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 10(4), 201-211.
- Indrajaya, Y. & Siarudin, M. (2014). *Optimasi produksi kayu dan karbon pada tegakan jabon di Kecamatan Pakenjeng, Garut, Jawa Barat*. Unpublished manuscript.
- Indrajaya, Y. & Sudomo, A. (2013). Analisis finansial *agroforestry* sengon dan kapulaga di Desa Payungagung, Kecamatan Panumbangan, Ciamis. *Jurnal Agroforestry*, 1(2), 123-132.
- Krisnawati, H., Kallio, M., & Kanninen, M. (2011). *Anthocephalus cadamba* Miq.: ekologi, silvikultur, produk tivitas. Bogor: CIFOR.
- Kusumedi, P. & Jariyah, N. A. (2010). Analisis finansial pengelolaan *agroforestry* dengan pola sengon-kapulaga di Desa Tirip, Kecamatan Wadaslintang, Kabupaten Wonosobo. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*, 7(2), 93-100.
- Olschewski, R. & Benitez, P. C. (2010). Optimizing joint production of timber and carbon sequestration of afforestation projects. *Journal of Forest Economics*, 16(1), 1-10.
- Perman, R., Ma, Y., McGilvray, J., & Common, M. (2003). *Natural resource and environmental economics*. (3rd Ed.). England: Pearson Education Limited.

- Riyanto, H. D. & Putra, P. B. (2010). Model pertumbuhan tegakan hutan tanaman sengon untuk pengelolaan hutan. *Tekno Hutan Tanam-an*, 3(3), 113-120.
- Samuelson, P. A. (1976). Economics of forestry in an evolving society. *Economic Inquiry*, 14(4), 466-492.
- Siarudin, M., Indrajaya, Y., Handayani, W., Badrunasar, A., & Nurochmah, Y. (2012). *Pemanfaatan lahan agroforestry untuk mendukung mekanisme REDD+ "* (Laporan Hasil Penelitian). Ciamis: Balai Penelitian Teknologi Agroforestry.
- World Bank. (2013). World Bank Indicator. World Bank. Diunduh dari <http://Data.worldbank.org/country/indonesia>.

Lampiran 1. Perhitungan NPV agroforestry jabon-kapulaga di Kecamatan Pakenjeng, Garut, Jawa Barat (dalam ribu rupiah)
Appendix 1. NPV calculation of agroforestry caddam-cardamom in Pakenjeng, Garut, West Java (in thousand IDR)

| Uraian (Description) | Tahun (Year) | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| <i>Input</i> | | | | | | | | | | | | | |
| Pupuk | | | | | | | | | | | | | |
| –Kandang | 2.500 | 2.500 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| –NPK | 750 | 75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| –Urea | 0 | 63 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Herbisida | 320 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Pestisida | 480 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Bahan tanam | | | | | | | | | | | | | |
| –Bibit jabon | 3.125 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| –Bibit kapulaga | 0 | 1.250 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tenaga kerja (jabon) | | | | | | | | | | | | | |
| –Persiapan lahan | 2.500 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| –Penanaman dan pemupukan dasar | 800 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| –Pemeliharaan | 3.000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| –Penggangkutan | 1.500 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tenaga kerja (kapulaga) | | | | | | | | | | | | | |
| –Persiapan lahan | 0 | 1.000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| –Penanaman | 0 | 625 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| –Pemupukan NPK | 0 | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 4.000 | 4.000 |
| –Penyiangan | 0 | 2.000 | 2.000 | 2.000 | 2.000 | 2.000 | 2.000 | 2.000 | 2.000 | 2.000 | 2.000 | 2.000 | 2.000 |
| –Pemanenan kapulaga | 0 | 1.500 | 1.500 | 1.500 | 1.500 | 1.500 | 1.500 | 1.500 | 1.500 | 1.500 | 1.500 | 1.500 | 1.500 |
| Total biaya jabon | 14.975 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Biaya kapulaga per tahun | 0 | 13.013 | 7.500 | 7.500 | 7.500 | 7.500 | 7.500 | 7.500 | 7.500 | 7.500 | 7.500 | 7.500 | 7.500 |
| Biaya kapulaga per tahun terdiskon | 0 | 12.012 | 6.652 | 6.391 | 6.140 | 5.900 | 5.668 | 5.446 | 5.233 | 5.027 | 4.830 | 4.641 | 4.461 |
| Akumulasi biaya kapulaga terdiskon | 0 | 12.012 | 18.664 | 25.055 | 31.196 | 37.095 | 42.764 | 48.210 | 53.442 | 58.470 | 63.300 | 67.941 | 67.941 |
| Lampiran 1. Lanjutan | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Appendix 1. Continued</i> | | | | | | | | | | | | | |
| Uraian (De | | | | | | | | | | | | | |

Lampiran 1. Lanjutan
Appendix 1. Continued

| Uraian (<i>Description</i>) | Tahun (<i>Year</i>) | | | | | | | | | | | | |
|---|-----------------------|-----------|----------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| <i>Output</i> | | | | | | | | | | | | | |
| Penerimaan kapulaga | 0 | 5.760 | 11.520 | 11.520 | 11.520 | 11.520 | 11.520 | 11.520 | 11.520 | 11.520 | 11.520 | 11.520 | 11.520 |
| Penerimaan kapulaga terdiskon | 0 | 0 | 10.217 | 9.817 | 9.432 | 9.062 | 8.707 | 8.365 | 8.037 | 7.722 | 7.419 | 7.128 | 7.128 |
| Akumulasi penerimaan kapulaga terdiskon | 0 | 0 | 10.217 | 20.034 | 29.466 | 38.528 | 47.234 | 55.600 | 63.637 | 71.359 | 78.778 | 85.907 | 85.907 |
| NPV kapulaga | 0 | (156.237) | (74.696) | (33.959) | (9.542) | 6.714 | 18.307 | 26.985 | 33.721 | 39.096 | 43.483 | 47.127 | 47.127 |
| Penerimaan kayu jabon akhir daur | 4.671 | 24.927 | 42.992 | 59.015 | 73.631 | 87.306 | 100.363 | 113.023 | 125.450 | 137.764 | 150.058 | 162.407 | 162.407 |
| Total penerimaan terdiskon | 4.488 | 23.011 | 38.130 | 50.289 | 60.284 | 68.677 | 75.852 | 82.072 | 87.524 | 92.346 | 96.643 | 100.495 | 100.495 |
| NPV kayu | (267.460) | 104.518 | 204.771 | 238.842 | 249.952 | 251.684 | 249.276 | 245.012 | 239.971 | 234.686 | 229.428 | 224.333 | 224.333 |
| NPV kayu dan kapulaga | (267.460) | (51.719) | 130.075 | 204.883 | 240.409 | 258.398 | 267.583 | 271.997 | 273.691 | 273.782 | 272.911 | 271.461 | 271.461 |