

PENGATURAN HASIL AGROFORESTRY JABON (*Neolamarckia cadamba* Miq.) DAN KAPULAGA (*Amomum compactum*) DI KECAMATAN 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

Agroforestry may contribute to short and long term income for farmers. 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

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 terbang 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 (*Swietenia macrophylla*), mindi (*Melia azedarach*), 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):

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

Di mana:

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 tahunan berjalan (CAI), atau nilai *Periodic Annual Increment* (PAI) sama dengan $1/T$ seperti disajikan dalam Gambar 1.

B. Pendekatan Daur Hartman

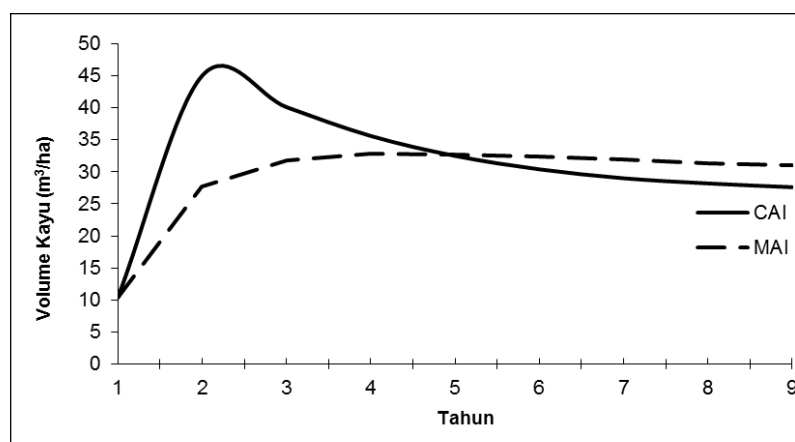
1. Jabon

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 (Accumulated discounted cost of cardamom)	Akumulasi penerimaan kapulaga terdiskon (Accumulated discounted revenue of cardamom)	NPV kapulaga (NPV cardamom)	Jumlah penerimaan Kayu terdiskon (Total discounted revenue from wood)	NPV kayu (NPV wood)	NPV kayu dan kapulaga (NPV wood and cardamom)
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 kapu-laga 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. KESIMPULAN 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, produktivitas. 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 (Description)	Tahun (Year)												
	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