

DAUR TEBANG OPTIMAL HUTAN RAKYAT GMELINA (*Gmelina arborea* Roxb.) DI TASIKMALAYA DAN BANJAR, JAWA BARAT, INDONESIA (*Optimal Harvesting Rotation of Gmelina (Gmelina arborea Roxb.) Private Forest in Tasikmalaya and Banjar, West Java, Indonesia*)

Yonky Indrajaya & M. Siarudin
Balai Penelitian Teknologi Agroforestry,
Jl. Raya Ciamis-Banjar km 4, Ciamis, Indonesia;
email: yonky_indrajaya@yahoo.com dan msiarudin@yahoo.com
Diterima 3 Pebruari 2015 direvisi 8 April 2015 disetujui 8 Mei 2015

ABSTRACT

Determination of cutting cycle on plantation forest including private forest, is an important step to gain maximum profit in the plantation forest management. This study aims to analyze optimal harvesting rotation of gmelina private forest in Tasikmalaya and Banjar, West Java. The method used was profit maximization obtained from all rotation of gmelina stand. Data collected were stand growth and economic data. Stand growth was collected through field measurement and through interview with gmelina farmer for economic data. The results of this study are: a) optimal biological rotation of gmelina stand is 8 years; b) Faustmann rotation of gmelina stand is 10.5 years; c) the length of Faustmann rotation is negatively correlated with stumpage price, interest rate and wood production reduction, but positively correlated with planting cost.

Keywords: Gmelina, private forest, optimal rotation, profit maximization.

ABSTRAK

Penentuan daur tebang hutan tanaman termasuk hutan rakyat merupakan langkah penting dalam rangka memperoleh keuntungan yang sebesar-besarnya dalam perusahaan hutan tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis daur tebang optimal hutan rakyat gmelina di Tasikmalaya dan Banjar, Jawa Barat. Metode yang digunakan adalah memaksimalkan keuntungan yang diperoleh dari kayu gmelina semua daur. Jenis data yang dikumpulkan adalah data pertumbuhan tegakan dan ekonomi. Data pertumbuhan tegakan dikumpulkan melalui pengukuran di lapangan dan data ekonomi didapatkan melalui wawancara dengan masyarakat. Hasil penelitian menunjukkan: a) daur optimal biologis tegakan gmelina adalah delapan tahun; b) daur Faustmann tegakan gmelina adalah 10,5 tahun; c) panjang daur Faustmann berbanding terbalik dengan harga kayu, suku bunga riil dan penurunan produksi kayu, serta berbanding lurus dengan biaya pembuatan tanaman hutan.

Kata kunci: Gmelina, hutan rakyat, daur optimal, memaksimalkan keuntungan.

I. PENDAHULUAN

Hutan rakyat sebagai salah satu pemasok kayu menjadi penting keberadaannya karena produksi ka-yu hutan alam terus menurun dan pembangunan hutan tanaman belum optimal (Diniyati & Awang, 2010). Salah satu jenis hutan rakyat yang banyak dikembangkan di daerah Tasikmalaya dan Banjar adalah jenis gmelina (*Gmelina arborea* Roxb.). Jenis ini dipilih karena pertumbuhannya yang relatif cepat dengan daur 7-10 tahun dan harga kayunya yang hampir sama dengan sengon (Roshtko *et al.*, 2004). Kualitas kayu gmelina relatif sama dengan sengon sehingga pada beberapa produk dapat menggantikan posisi kayu sengon. Pada umumnya waktu te-

bang hutan rakyat ditentukan oleh kebutuhan petani yang belum tentu memberikan keuntungan yang maksimal (Darusman & Hardjanto, 2006).

Upaya untuk memperoleh hasil yang maksimal dari produksi kayu hutan tanaman telah dilakukan oleh para ahli kehutanan dengan menentukan daur optimal berdasarkan metode kulminasi maksimum. Daur optimal berdasarkan metode ini adalah suatu waktu di mana riap rata-rata tahunan sama dengan riap tahunan berjalan (Amacher *et al.*, 2009). Secara biologis metode ini telah menghasilkan daur yang maksimal karena terjadi pada saat nilai riap volume rata-rata tahunan (*Mean Annual Increment/MAI*) maksimum. Namun, apabila aspek ekonomi juga dipertimbangkan

dalam perhitungan, maka daur ini belum tentu memberikan keuntungan yang maksimal (Perman *et al.*, 2003; Samuelson, 1976). Dalam konteks teori kapital, penentuan daur optimal hutan yang paling tepat adalah menggunakan metode Faustmann (Samuelson, 1976).

Beberapa penelitian telah dilakukan menggunakan metode Faustmann, di antaranya di Amerika (Chang, 2001; van Kooten *et al.*, 1995), Eropa (Olschewski & Benitez, 2010; Tassone *et al.*, 2004) dan Indonesia (Indrajaya, 2013; Indrajaya & Siarudin, 2013). Karena adanya perbedaan kondisi dari tiap jenis tegakan hutan, maka penelitian ini perlu dilakukan.

Tulisan ini bertujuan untuk menganalisis daur tebang optimal hutan rakyat gmelina yang banyak dibudidayakan oleh masyarakat di daerah Tasikmalaya dan Banjar, Jawa Barat dengan mempertimbangkan nilai total produksi kayu atau nilai keuntungan produksi. Daur biologis dan daur finansial dibahas untuk memberikan gambaran perbedaannya. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan masukan kepada pengelola hutan tanaman gmelina agar mendapatkan keuntungan yang maksimal.

II. METODE PENELITIAN

A. Kondisi Umum Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Kota Banjar dan Kabupaten Tasikmalaya, Provinsi Jawa Barat. Kota Banjar merupakan wilayah timur Jawa Barat yang terletak pada 07°19'-07°26' Lintang Selatan dan 108°26'-108°40' Bujur Timur dengan luas 131,97 km². Sebagian besar (87%) wilayah ini terletak pada ketinggian kurang dari 100 meter di atas permukaan laut (m dpl) dan sisanya berada pada ketinggian 100-500 m dpl. Curah hujan rata-rata tiga tahun terakhir adalah 2.757 mm/tahun dengan suhu 20-30°C dan kelembaban 60-93% (Badan Pusat Statistik Kota Banjar, 2014).

Kabupaten Tasikmalaya terletak pada 7°02'29"-7°49'08" Lintang Selatan dan 107°54'10"-108°25'42" Bujur Timur. Wilayah dengan luas total 2708,82 km² ini terbentang mulai dari pesisir di bagian selatan hingga ketinggian 2.500 mdpl. Sebagian besar (81%) wilayah berupa pertanian, baik pertanian lahan basah maupun kering, termasuk kebun dan hutan. Kabupaten Tasikmalaya pada umumnya bersifat tropis dengan temperatur 34°C pada wila-

yah dataran rendah dengan kelembaban 50%, sedangkan pada daerah dataran tinggi mempunyai temperatur 18°-22°C dengan kelembaban udara ber-kisar antara 61-73%. Curah hujan rata-rata per ta-hun 2.172 mm (Badan Pusat Statistik Kabupaten Tasikmalaya, 2013).

B. Pengumpulan dan Analisis Data

Data yang dikumpulkan meliputi: 1) data pertumbuhan tegakan gmelina yaitu tinggi total dan diameter setinggi dada (yaitu pada ketinggian 1,3 meter) serta populasi pohon gmelina dalam satu ha dan 2) data ekonomi yaitu total biaya dan pendapatan (yaitu biaya pembangunan hutan tanaman gmelina, biaya pemanenan dan harga kayu), serta data tingkat suku bunga riil di Indonesia dalam 10 tahun terakhir (World Bank, 2013). Pengukuran tinggi dan diameter pohon gmelina dilakukan pada plot berukuran 10 m x 20 m pada 17 lokasi, yaitu enam lokasi di kota Banjar dan 11 lokasi di Kabupaten Tasikmalaya. Pemilihan lokasi pengamatan dilakukan secara sengaja (*purposive*) yaitu tegakan gmelina yang mewakili berbagai kelas umur pada jenis tanah yang relatif sama yaitu latosol. Total individu pohon yang diukur adalah 1.058 pohon yang mewakili umur 2-9 tahun.

Estimasi volume pohon diperoleh dengan persamaan (West & West, 2009):

$$V = \frac{1}{4} \pi D^2 \times H \times F \quad (1)$$

Di mana:

V = Volume pohon (m³)

D = Diameter pohon (m)

H = Tinggi pohon (m)

F = Faktor bentuk pohon (tidak memiliki satuan).

Karena belum ada studi tentang faktor bentuk pohon gmelina, faktor bentuk yang digunakan dalam penelitian ini adalah faktor bentuk pohon jabon, yaitu 0,47 (Krisnawati *et al.*, 2011) mengingat secara fisiologis pohon gmelina mirip dengan pohon jabon.

Untuk mengetahui volume tegakan gmelina pada kelas umur >9 tahun dilakukan pemodelan hubungan antara umur (A, tahun) dengan diameter (D, cm) dan tinggi (H, m) (Siarudin *et al.*, 2015), yaitu:

$$D = 4,006 A^{0,506} \quad (2)$$

$$H = 3,519 \ln A + 2,38 \quad (3)$$

Untuk mengestimasi jumlah pohon per ha, tingkat kematian pohon diasumsikan sama dengan tingkat kematian pohon tegakan manglid (*Manglietia glauca* Bl.), yaitu rata-rata 5% per tahun (Siarudin *et al.*, 2014). Tingkat kematian pohon gmelina diasumsikan sama tiap tahun sehingga estimasi jumlah pohon per ha pada tahun ke- t adalah:

$$N_t = N_{t-1} (1 - 0,05) \quad (4)$$

Data ekonomi (biaya pembangunan hutan, biaya pemanenan, harga kayu) dan pengelolaan hutan rakyat gmelina (jarak tanam awal penanaman) diperoleh dengan melakukan wawancara terhadap petani. Suku bunga riil merupakan data sekunder yang diperoleh dari Bank Dunia (World Bank, 2013).

C. Penentuan Daur Optimal Tegakan Gmelina

1. Daur biologis

Daur biologis banyak digunakan oleh para rim-bawan dengan argumentasi bahwa secara biologis pohon akan mencapai puncak pertumbuhannya, kemudian akan tua dan mati. Daur biologis ini dihitung berdasarkan riap volume rata-rata tahunan (MAI) $S(T)/T$ sama dengan riap volume tahun berjalan (*Current Annual Increment/CAI*) $S'(T)$, di mana S merupakan stok kayu pada waktu T .

2. Daur Faustmann

Daur finansial atau daur Faustmann ditentukan dengan pendekatan *Net Present Value* (NPV) dari tegakan gmelina dalam rotasi tak terhingga (Amacher *et al.*, 2009). Apabila kita juga memperhitungkan seluruh biaya dan pendapatan dari seluruh rotasi maka keuntungan yang diperoleh dapat maksimal. Persamaan NPV untuk rotasi tak terhingga atau daur Faustmann adalah sebagai berikut (Perman *et al.*, 2003):

$$NPV = \pi = \frac{pS(T)e^{-iT} - C}{1 - e^{-iT}} \quad (5)$$

$$\text{Max}_T \{ \pi(T) \}, \pi'(T) = 0 \quad (6)$$

Di mana

p = harga kayu *net* biaya penebangan per m^3 (Rp/ m^3)

C = biaya pembangunan hutan tanaman gmelina (Rp/ha)

i = suku bunga riil (%)

Kondisi untuk daur optimal Faustmann adalah ketika keuntungan marginal dari menunda penebangan setara dengan biaya kesempatan yang disebabkan oleh penundaan ini (Perman *et al.*, 2003):

$$pS'(T) = i [pS(T) + \pi^*] \quad (7)$$

Terminologi $[pS(T) + \pi^*]$ menunjukkan jumlah nilai dari lahan π^* dan stok kayu $pS(T)$ pada waktu pemanenan. Apabila π^* diganti dengan terminologi dari sisi kanan persamaan (5) dan menata kembali persamaan (7), maka akan diperoleh persamaan (8). Persamaan (8) digunakan untuk memberikan ilustrasi secara grafis.

$$\frac{pS'(T)}{pS(T) - C} = \frac{i}{1 - e^{-iT}} \quad (8)$$

Analisis sensitivitas dilakukan untuk mengetahui perubahan faktor-faktor eksogenous (yaitu suku bunga riil, harga kayu dan produksi) terhadap daur optimal finansial Faustmann.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Daur Biologis

Untuk menghitung pertumbuhan volume tegakan gmelina berdasarkan waktu digunakan persamaan 1, 2, 3 dan 4. Jumlah pohon per ha adalah 2.500 pohon atau dengan jarak tanam awal tegakan gmelina adalah 2 m x 2 m. Hasil perhitungan pertumbuhan volume per ha tegakan gmelina disajikan dalam Tabel 1.

Dari Tabel 1 diketahui bahwa pertumbuhan tegakan gmelina di lokasi penelitian relatif rendah dengan MAI tertinggi adalah 9,77 m^3 /tahun pada tahun ke-7. Jenis hutan rakyat lain seperti jabon dapat mencapai MAI hingga 30 m^3 (Indrajaya & Siarudin, 2013) atau sengon yang dapat mencapai 60 m^3 /tahun pada umur enam tahun pada kualitas tempat tumbuh bagus (Krisnawati *et al.*, 2011). Daur biologis tegakan gmelina di lokasi penelitian adalah delapan tahun yaitu ketika MAI = CAI seperti disajikan dalam Gambar 1.

Karena pertumbuhannya relatif lebih lambat dibandingkan jenis hutan rakyat yang lain (sengon dan jabon), maka daur biologisnya pun menjadi relatif lebih panjang. Daur biologis tegakan sengon berkisar antara 5-7 tahun pada bonita empat hingga dua (Indrajaya, 2013), sedangkan daur biologis optimal jabon adalah lima tahun (Indrajaya & Siarudin, 2013).

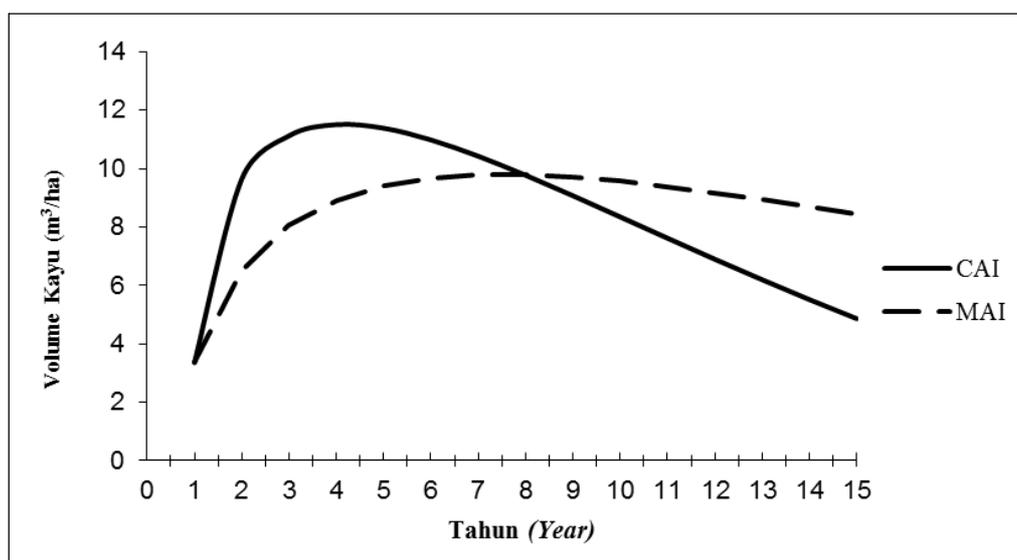
B. Daur Finansial

Penentuan daur finansial Faustmann menggunakan beberapa asumsi, yaitu: 1) pemanenan tegakan gmelina dilakukan secara tebang habis; 2)

Tabel 1. Estimasi volume per ha tegakan gmelina

Table 1. Estimates of volume per ha of gmelina stand

Umur, tahun (Age, year)	Diameter (cm)	Tinggi (Height) (m)	Populasi (Population) (N/ha)	Volume (m ³ /ha)	CAI (m ³ /ha)	MAI (m ³ /ha)
0	0,00	0,00	2500	0,00	-	-
1	4,01	2,38	2375	3,35	3,35	3,35
2	5,69	4,82	2256	13,00	9,65	6,50
3	6,98	6,25	2143	24,12	11,12	8,04
4	8,08	7,26	2036	35,62	11,51	8,91
5	9,04	8,04	1934	47,01	11,38	9,40
6	9,92	8,69	1838	57,99	10,98	9,66
7	10,72	9,23	1746	68,41	10,42	9,77
8	11,47	9,70	1659	78,18	9,77	9,77
9	12,18	10,11	1576	87,25	9,07	9,69
10	12,84	10,48	1497	95,60	8,34	9,56
11	13,48	10,82	1422	103,21	7,62	9,38
12	14,09	11,12	1351	110,11	6,90	9,18
13	14,67	11,41	1283	116,30	6,19	8,95
14	15,23	11,67	1219	121,81	5,51	8,70
15	15,77	11,91	1158	126,67	4,86	8,44



Gambar 1. Daur biologis optimal tegakan gmelina.

Figure 1. Optimal biological rotation of gmelina stand.

permudaan dilakukan pada tahun yang sama dengan penanaman melalui bibit; 3) tingkat harga, suku bunga riil dan pertumbuhan pohon telah diketahui dan tetap (Indrajaya & Siarudin, 2013).

Berdasarkan wawancara dengan responden, harga kayu gmelina di tingkat petani adalah Rp 500.000/m³ dengan biaya pemanenan Rp 50.000/m³. Biaya pembangunan hutan tanaman gmelina adalah Rp 14.590.000 (Lampiran 1). Suku bunga riil dalam perhitungan adalah 4% (rata-rata suku bunga riil di Indonesia selama 10 tahun terakhir). Dengan

menggunakan persamaan (8), hasil perhitungan memperoleh daur finansial optimal tegakan gmelina sebesar 10,5 tahun (Gambar 2).

Dari Gambar 2 diketahui bahwa petani akan memperoleh hasil yang maksimal apabila menebang tegakan gmelinanya pada tahun ke-10,5 dibanding tahun ke-8 mengikuti daur biologisnya. Daur optimal finansial tegakan gmelina sedikit lebih panjang dibanding daur biologisnya, seperti halnya jenis sengon maupun jabon (Indrajaya, 2013; Indrajaya & Siarudin, 2013).

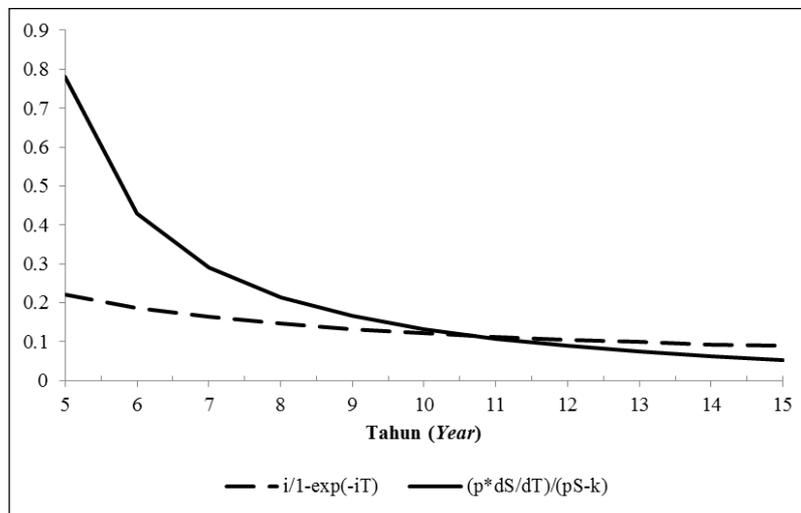
C. Analisis Sensitivitas

Analisis sensitivitas dilakukan untuk menguji seberapa sensitif hasil dari perhitungan daur Faustmann dipengaruhi oleh faktor eksogenus, yaitu faktor yang berada di luar model. Faktor-faktor di luar model dapat memengaruhi peubah (harga kayu, tingkat suku bunga, biaya pembuatan tanaman dan tingkat produksi kayu). Perubahan harga kayu gmelina yang digunakan dalam analisis sensitivitas adalah Rp 750.000 dan Rp 1.000.000. Hasil analisis sensitivitas model terhadap harga kayu disajikan dalam Gambar 3.

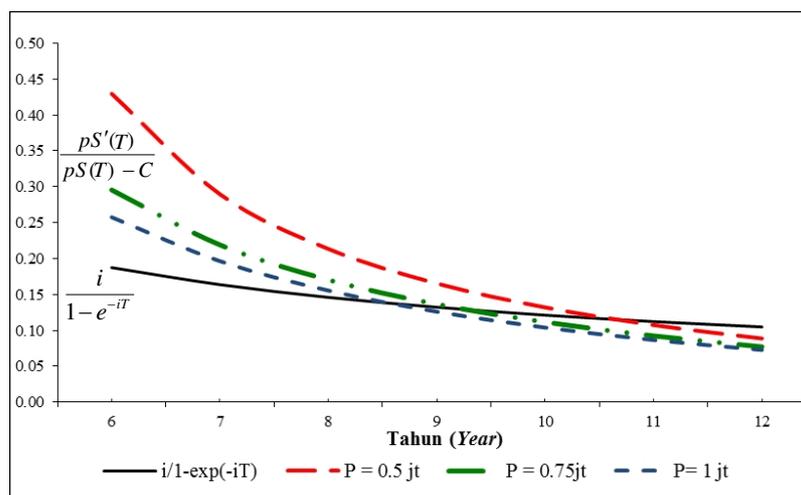
Dari Gambar 3 diketahui bahwa daur finansial Faustmann berbanding terbalik dengan peningkatan harga kayu gmelina. Peningkatan harga

kayu gmelina akan memperpendek daur Faustmann; sebaliknya, penurunan harga kayu gmelina akan memperpanjang daur Faustmann. Harga kayu yang semakin tinggi akan menyebabkan nilai sekarang menjadi lebih tinggi dan kemungkinan untuk mendapatkan keuntungan dari daur berikutnya menjadi lebih tinggi sehingga keputusan untuk mempercepat pemanenan kayu menjadi pilihan yang tepat.

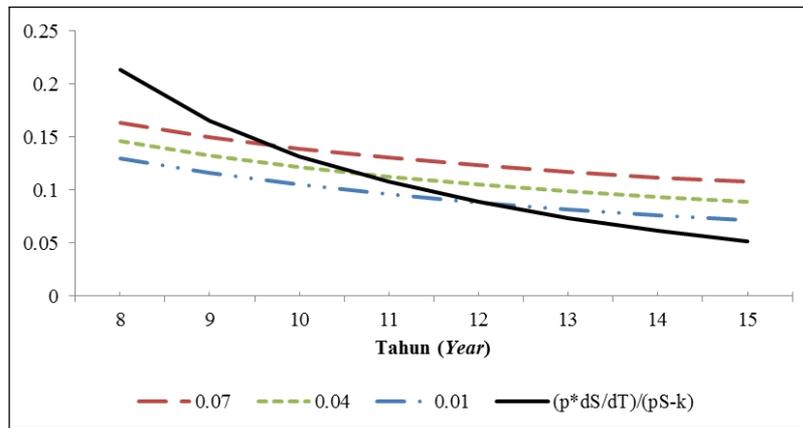
Suku bunga riil juga kemungkinan dapat berubah karena berubahnya tingkat inflasi. Perubahan tingkat suku bunga dalam analisis sensitivitas adalah 1% dan 7%. Daur Faustmann pada beberapa tingkat suku bunga disajikan dalam Gambar 4.



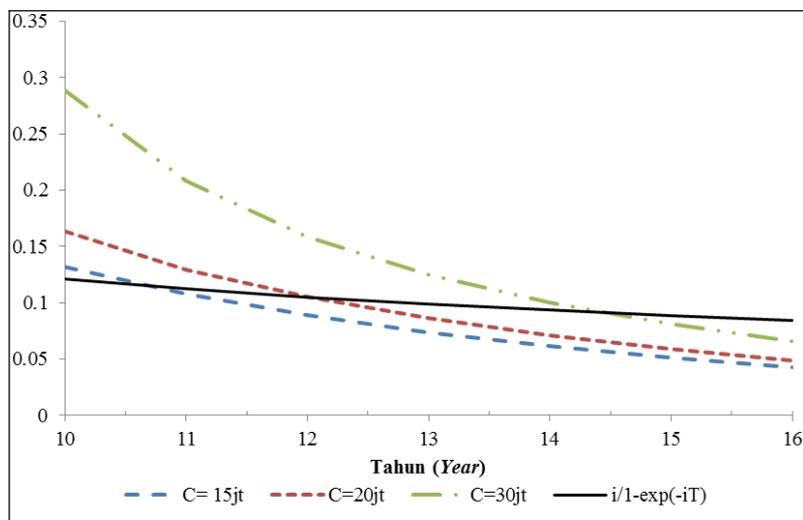
Gambar 2. Daur optimal finansial tegakan gmelina.
Figure 2. Optimal financial rotation of gmelina stand.



Gambar 3. Daur Faustman gmelina pada beberapa tingkat harga kayu.
Figure 3. Faustmann rotation of gmelina on different stumpage prices.



Gambar 4. Daur Faustmann gmelina pada beberapa tingkat suku bunga.
 Figure 4. Faustmann rotation of gmelina on different interest rates.

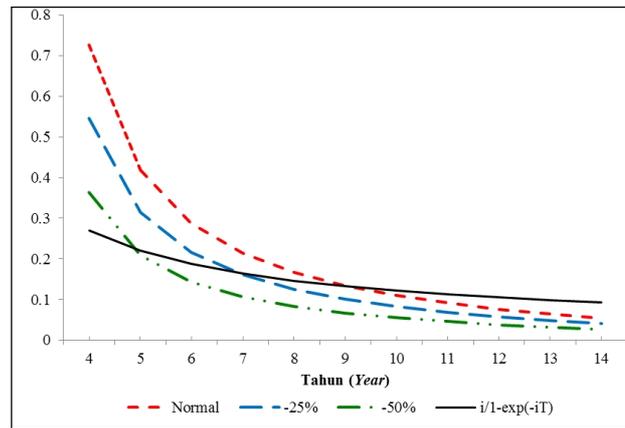


Gambar 5. Daur Faustmann gmelina pada beberapa biaya pembangunan hutan.
 Figure 5. Faustmann rotation of gmelina on different plantation costs.

Dari Gambar 4 diketahui bahwa daur Faustmann juga berbanding terbalik terhadap tingkat suku bunga riil, peningkatan suku bunga riil akan menyebabkan daur Faustmann yang semakin pendek. Selain harga kayu dan tingkat suku bunga riil, perubahan juga dapat terjadi pada biaya pembangunan hutan. Daur Faustmann pada beberapa biaya pembangunan hutan disajikan dalam Gambar 5. Dalam analisis sensitivitas diujicobakan apabila biaya pembangunan hutan gmelina meningkat menjadi Rp 20.000.000 dan Rp 30.000.000.

Dari Gambar 5 diketahui bahwa panjang daur Faustmann berbanding lurus dengan biaya pembuatan hutan tanaman, peningkatan biaya pema-

ngunan hutan akan menyebabkan daur Faustmann menjadi lebih panjang. Selain itu, karena hutan tanaman gmelina yang dianalisis adalah monokultur, maka tegakan gmelina relatif rentan terhadap serangan hama dan penyakit. Analisis sensitivitas terhadap penurunan produksi kayu pernah dilakukan pada hutan alam (Yuniati, 2011). Diasumsikan penurunan produksinya adalah 25% dan 50%. Daur Faustmann pada beberapa penurunan produksi tersebut disajikan dalam Gambar 6. Dari Gambar 6 diketahui bahwa panjang daur Faustmann berbanding terbalik dengan penurunan produksi kayu; semakin tinggi penurunan produksi kayu, maka semakin pendek daurnya.



Gambar 6. Daur Faustmann gmelina pada beberapa tingkat penurunan produksi kayu.

Figure 6. Faustmann rotation of gmelina on different decreasing rate of wood production.

IV. KE SIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas dapat disimpulkan bahwa daur optimal biologis tegakan gmelina di Tasikmalaya dan Banjar, Jawa Barat adalah delapan tahun, sedangkan daur optimal Faustmann adalah 10,5 tahun. Panjang daur Faustmann berbanding terbalik dengan harga kayu, suku bunga riil dan penurunan produksi kayu, dan berbanding lurus dengan biaya pembuatan tanaman hutan.

B. Saran

Petani hutan rakyat gmelina sebaiknya menggunakan daur Faustmann agar dapat memperoleh keuntungan maksimal. Daur biologis maupun daur butuh tidak memberikan keuntungan yang maksimal karena tidak mempertimbangkan faktor ekonomi dalam penentuan daurnya. Penelitian manajemen optimal hutan gmelina pola *agroforestry* menarik untuk dilakukan mengingat banyak diadopsi dalam perusahaan gmelina.

DAFTAR PUSTAKA

Amacher, G. S., Ollikainen, M., & Koskela, E. (2009). *Economics of forest resources*. Cambridge, Mass.: MIT Press.

Badan Pusat Statistik Kabupaten Tasikmalaya. (2013). *Kabupaten Tasikmalaya dalam angka*. Tasikmalaya: Badan Pusat Statistik Kabupaten.

Badan Pusat Statistik Kota Banjar. (2014). *Kota Banjar dalam angka*. Banjar: Badan Pusat Statistik.

Chang, 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*. Paper presented at the Prosiding seminar hasil penelitian hasil hutan.

Diniyati, D. & Awang, S. A. (2010). Kebijakan penentuan bentuk insentif pengembangan hutan rakyat di wilayah Gunung Sawal, Ciamis dengan metode AHP. *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*, 7(2), 129-143.

Indrajaya, Y. (2013). Penentuan daur optimal hutan tanaman sengon/*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen dengan metode Faustmann. *Jurnal Penelitian Agroforestry*, 1(1), 31-40.

Indrajaya, Y., & Siarudin, M. (2013). Daur finansial hutan rakyat jabon di Kecamatan Pekenjeng, Kabupaten Garut, Jawa Barat. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 10(4), 201-211.

Krisnawati, H., Kallio, M., & Kanninen, M. (2011). *Anthocephalus cadamba* Miq.: *Ekologi, silvikultur, produktivitas*. Bogor: CIFOR.

Krisnawati, H., Varis, E., Kallio, M., & Kanninen, M. (2011). *Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen. *Ekologi, silvikultur dan produktivitas*. Bogor: CIFOR.

- 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. doi: DOI 10.1016/j.jfe.2009.03.002.
- Perman, R., Ma, Y., McGilvray, J., & Common, M. (2003). *Natural resource and environmental economics. Third Edition*. England: Pearson Education Limited.
- Roshetko, J. M., Mulawarman, & Purnomosidhi, P. (2004). *Gmelina arborea* - a viable species for smallholder tree farming in Indonesia? *New Forest*, 28, 207-215.
- Samuelson, P. A. (1976). Economics of forestry in an evolving society. *Economic Inquiry*, 14(4), 466-492.
- Siarudin, M., Indrajaya, Y., Suhaendah, E., & Badrunasar, A. (2014). *Pemanfaatan lahan agroforestry untuk mendukung mekanisme REDD+* (Laporan hasil penelitian). Ciamis: Balai Penelitian Teknologi Agroforestry.
- Siarudin, M., Indrajaya, Y., Suhaendah, E., & Badrunasar, A. (2015). *Pemanfaatan lahan agroforestry untuk mendukung mekanisme REDD+* (Laporan hasil penelitian). Ciamis: Balai Penelitian Teknologi Agroforestry.
- Tassone, V. C., Wesseler, J., & Nesci, F. S. (2004). Diverging incentives for afforestation from carbon sequestration: an economic analysis of the EU afforestation program in the south of Italy. *Forest policy and economics*, 6(6), 567-578. doi: Doi 10.1016/S1389-9341(03)00006-6.
- van Kooten, G. C., Binkley, C. S., & Delcourt, G. (1995). Effect of carbon taxes and subsidies on optimal forest rotation age and supply of carbon services. *American Journal of Agricultural Economics*, 77(2), 365-374. doi: 10.2307/1243546.
- West, P. W. & West, P. W. (2009). *Tree and forest measurement* (Vol. 20). New York: Springer.
- World Bank. (2013). *World Bank Indicator*. World Bank. Diakses dari .
- Yuniati, D. (2011). Analisis finansial dan ekonomi pembangunan hutan tanaman Dipterokarpa dengan teknik SILIN (Studi kasus PT Sari Bumi Kusuma, Kalimantan Barat). *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 8(4), 239-249.

Lampiran 1. Estimasi biaya pembangunan hutan tanaman gmelina tahun 2014
Appendix 1. Costs estimation of gmelina plantation in 2014

Biaya (Cost)	Satuan (Unit)	Harga, Rp (Price, IDR)	Jumlah (Amount)	Total
I. Biaya bahan (Material costs)				
- Bibit (<i>Seedling</i>)	Buah	1.000	2.500	2.500.000
- Pupuk organik (<i>Organic fertilizer</i>)	Kilogram	200	13.000	2.600.000
- Pupuk anorganik (<i>Anorganic fertilizer/urea</i>)	Kilogram	3.000	500	1.500.000
- Pupuk anorganik (<i>Anorganic fertilizer/TSP</i>)	Kilogram	3.000	500	1.500.000
- Herbisida (<i>Herbicide</i>)	Botol	40.000	1	40.000
II. Biaya operasional (Operational costs)				
- Persiapan lahan (<i>Land preparation</i>)	HOK*	25.000	70	1.750.000
- Penanaman (<i>Planting</i>)	HOK	25.000	43	1.075.000
- Pemupukan (<i>Fertilizer application</i>)	HOK	25.000	55	1.375.000
- Penyiangan (<i>Weeding</i>)	HOK	25.000	67	1.675.000
- Pewiwilan (<i>Pruning</i>)	HOK	25.000	13	325.000
- Penjarangan (<i>Thinning</i>)	HOK	25.000	10	250.000
Total biaya (Total costs)				14.590.000

Keterangan (*Remark*): 1 HOK di lokasi penelitian adalah sebesar Rp 25.000,- dengan waktu kerja ± 4 jam per hari.