

This file has been cleaned of potential threats.

If you confirm that the file is coming from a trusted source, you can send the following SHA-256 hash value to your admin for the original file.

383e8b177cefc906624d41416f3eaf2c6b497f0e7ebdd1ae95f2628df53ba236

To view the reconstructed contents, please SCROLL DOWN to next page.

**PERMUDAAN DUABANGA (*Duabanga moluccana* Blume)
PADA SISTEM SILVIKULTUR TEBANG JALUR TANAM INDONESIA
DI KAWASAN HUTAN PRODUKSI GUNUNG TAMBORA, PULAU SUMBAWA
(*Duabanga moluccana Blume Regeneration on The Indonesia Strip Cutting and
Planting System at Production Forest Area, Mt. Tambora, Sumbawa Island**)**

Oleh/By :

I Komang Surata

Balai Penelitian Kehutanan Kupang

Jalan Untung Surapati No. 7 (belakang) Po. Box 69, Telp. (0380) 823357; Fax. (0380) 831068 Kupang 85115

e-mail : bppkbnt@yahoo.com

*) Diterima : 29 Mei 2007; Disetujui : 1 Februari 2008

ABSTRACT

*The problem in implementing exploitation method with the Indonesian Selective Cutting and Planting System (TPTI) at production forest area in Mt. Tambora, Sumbawa island was low regeneration of duabanga (*Duabanga moluccana Blume*) on logged over areas and substituted with another less non commercial wood species. The growth of *D. moluccana* regeneration required enough sunlight on open area (intolerant species). The implementation of Indonesia Strip Cutting and Planting System (TJTI) make to open areas will be created better growth on *D. moluccana* regeneration. The objective of this study is to obtain some information about the effect of *D. moluccana* regeneration on TJTI silviculture system. The study was conducted with Completely Block Randomized Design method using 4 treatments of silviculture system and 3 groups/repetitions i.e. no enrichment planting and maintenance on TJTI, enrichment planting and maintenance on TJTI, no enrichment planting and no maintenance on TJTI, enrichment planting and maintenance on TPTI. The wide of production strip is 170 m and conservation strip is 30 m. *D. moluccana* enrichment planting with spacing 10 m x 10 m was conducted 1 year after exploitation. The maintenance was conducted every 6 months in the first year, then one every year until 3 years old. The study result on silviculture system of TJTI showed that 4 years old after exploitation, it could increase the height, diameter, and survival of natural regeneration and enrichment planting population of *D. moluccana*. The growth rate of height, diameter, and survival of natural regeneration increased i.e. 47.40%, 86.68%, 183.2% respectively and enrichment planting 47.26%, 88.1%, 272.3% respectively. Regeneration of *D. moluccana*, 74% comes from natural regeneration and 26% comes from enrichment planting. The maintenance doesn't increasing height and the population of regeneration, but it's increasing the diameter. The exploitation with TJTI and TPTI silviculture system could decrease soil fertility and micro climate.*

Key words : Duabanga moluccana Blume, silviculture system, intolerant, enrichment planting, natural regeneration

ABSTRAK

Permasalahan yang dihadapi dalam penerapan metode pemanenan hutan dengan sistem silvikultur Tebang Pilih Tanam Indonesia (TPTI) di hutan alam produksi kawasan hutan Gunung Tambora, Pulau Sumbawa adalah permudaan duabanga (*Duabanga moluccana* Blume) di kawasan hutan bekas tebangan rendah dan digantikan jenis lain yang kurang komersial. Pertumbuhan permudaan *D. moluccana* memerlukan cahaya matahari (jenis intoleran) yang tumbuh pada kawasan terbuka. Penerapan sistem silvikultur Tebang Jalur Tanam Indonesia (TJTI) diharapkan akan menciptakan ruang terbuka yang lebih baik, sehingga diharapkan dapat meningkatkan regenerasi *D. moluccana*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan informasi pengaruh pertumbuhan permudaan *D. moluccana* pada sistem silvikultur TJTI. Metode penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap Berblok dengan empat perlakuan sistem silvikultur dan tiga blok/ulangan antara lain: TJTI tidak dilakukan pengayaan dan disertai pemeliharaan, TJTI dilakukan pengayaan dan disertai pemeliharaan, TJTI tidak dilakukan pengayaan dan pemeliharaan, TPTI dilakukan pengayaan dan disertai pemeliharaan. Lebar jalur tebang (produksi) 170 m dan jalur tidak ditebang (konservasi) 30 m yang letaknya berselang-seling pada plot coba sepanjang 250 m. Pengayaan *D. moluccana* menggunakan jarak tanam 10 m x 10 m yang dilakukan satu tahun setelah penebangan. Pemeliharaan dilakukan setiap enam bulan sekali pada tahun pertama, kemudian satu kali setiap tahun sampai umur tiga

tahun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada umur empat tahun setelah tebangan, sistem silvikultur TJTI dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi, diameter, dan jumlah hidup permudaan alam dan pengayaan *D. moluccana*. Pertumbuhan tinggi, diameter, dan jumlah hidup permudaan alam *D. moluccana* meningkat masing-masing 47,4%, 86,68%, 183,2% dan pengayaan 47,26%, 88,1%, 272,3 %. Permudaan *D. moluccana* 74% berasal dari permudaan alam dan 26% pengayaan. Pemeliharaan tidak meningkatkan pertumbuhan tinggi dan jumlah hidup permudaan dan hanya meningkatkan diameter. Pemanenan dengan sistem silvikultur TJTI dan TPTI menurunkan tingkat kesuburan tanah dan iklim mikro.

Kata kunci : *Duabanga moluccana* Blume, sistem silvikultur, intoleran, pengayaan, permudaan alam

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Duabanga (*Duabanga moluccana* Blume) merupakan hasil hutan kayu yang mempunyai nilai ekonomi dan produksi cukup tinggi, tumbuh secara alami di kawasan hutan Gunung Tambora, Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB). Pengelolaan hutan alam produksi duabanga dilakukan oleh PT Veneer Products Indonesia dengan sistem silvikultur Tebang Pilih Tanam Indonesia (TPTI) dan hanya memanen jenis kayu duabanga. Luas kawasan hutan yang dipanen 20.000 ha berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian No. 301/Kpts/UM/6/1973 tanggal 22 Juni 1973 tentang HPH (PT Veneer Products Indonesia, 1991).

Penerapan sistem silvikultur TPTI dinilai tidak cocok lagi untuk mengelola hutan alam produksi di kawasan hutan Gunung Tambora, karena dampak negatif yang terjadi antara lain rendahnya persen tumbuh permudaan *D. moluccana* dan digantikan jenis kayu lain yang kurang ekonomis. Menurut Surata (2004) rendahnya permudaan alam duabanga disebabkan jenis ini termasuk jenis pohon yang membutuhkan cahaya (intoleran). Permudaan alam *D. moluccana* tumbuh dengan baik di kawasan terbuka bekas tebangan sebagai vegetasi pionir, tumbuh secara bergebrombol dan umurnya hampir seragam.

Ketidaksesuaian penerapan sistem silvikultur TPTI sebenarnya telah diketahui dari data hasil inventarisasi sebelum tebangan yang menunjukkan bahwa pada hutan primer komposisi jenis kayu 85%

didominasi oleh jenis *D. moluccana* dengan ukuran kelas pohon 99% berdiameter lebih besar dari 50 cm dan hampir semua serta tidak ditemukan permudaan alam tingkat semai, pancang, dan tiang (Alrasjid, 1991). Dengan demikian komposisi struktur dan tingkat strata tegakannya tidak seimbang, sehingga permudaan hutan alam *D. moluccana* tidak tercapai seperti yang diharapkan. Dalam perjalanan selama berlangsungnya pemanenan dengan sistem TPTI telah terjadi kerusakan hutan yang semakin parah. Hal ini karena tidak berhasilnya permudaan alam dan pengayaan *D. moluccana* serta kurang disiplinnya pemegang Hak Pengusahaan Hutan (HPH) dengan peraturan yang telah digariskan terutama dalam penebangan pohon dan pengayaan. Akibatnya rotasi tebangan kedua setelah umur 35 tahun tidak tercapai seperti yang diharapkan.

Dalam rekomendasi hasil seminar pertemuan tentang pemecahan permasalahan dalam pengelolaan hutan alam *D. moluccana* di Gunung Tambora telah disarankan sistem TPTI diganti dengan sistem silvikultur lain yang lebih sesuai. Salah satunya dengan sistem silvikultur TJTI (PT Veneer Products Indonesia, 1991). Sistem silvikultur TJTI akan memberikan keuntungan, antara lain dapat menciptakan kawasan terbuka yang lebih besar, sehingga diharapkan dapat meningkatkan regenerasi *D. moluccana*.

Menurut ketentuan yang berlaku sesuai Keputusan Direktur Jenderal Pengusahaan Hutan No.101/Kpts/IV-BPH/1995 tanggal 3 Mei 1995 bahwa sistem silvikultur TJTI dapat diterapkan pada kondisi

hutan produksi, antara lain hutan yang tidak bisa diterapkan pengelolaannya dengan sistem TPTI, Tebang Habis dengan Permudaan Buatan (THPB), pada kawasan bekas tebangan TPTI yang kondisinya telah rusak, rawan terhadap perambahan dan kawasan tersebut termasuk lahan budidaya hutan atau hutan produksi.

Sistem silvikultur TJTI terdiri dari jalur tebang (produksi) dan jalur yang tidak ditebang (konservasi), letaknya berselang-seling dan tinggi pohon dipakai sebagai dasar ukuran untuk menentukan lebar jalur. Sistem regenerasi hutan dilakukan secara alam atau buatan. Kalau regenerasi hutan digunakan dengan cara permudaan alam, maka lebar jalur tebang dan konservasi harus memperhatikan arah angin. Jalur konservasi berfungsi untuk perlindungan keanekaragaman hayati, mengantisipasi erosi, dan sebagai pohon biji. Setelah penebangan, perlu dilakukan tindakan perapihan untuk menciptakan prakondisi yang baik untuk meningkatkan pertumbuhan permudaan alam *D. moluccana* (Alrasjid, 1998).

Sistem silvikultur TJTI merupakan sistem silvikultur alternatif untuk mengelola hutan alam produksi *D. moluccana*. Konsep yang mendasari munculnya sistem silvikultur TJTI adalah pemanfaatan dan pembinaan hutan yang kondisinya kurang memungkinkan untuk diterapkan pemanenan dengan sistem silvikultur TPTI, namun sebelum penerapannya perlu dilakukan uji coba.

B. Tujuan

Berdasarkan permasalahan tersebut di atas, maka dilakukan penelitian yang bertujuan untuk memperoleh informasi tentang pengaruh sistem silvikultur TJTI terhadap tingkat keberhasilan permudaan alam dan pengayaan *Duabanga moluccana* Blume. Diharapkan hasil penelitian ini dapat dipakai sebagai dasar untuk menggantikan sistem silvikultur TPTI yang sudah ada dalam mengelola hutan alam produksi *D. moluccana* di kawasan hutan Gunung Tambora.

II. BAHAN DAN METODE

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di lokasi konsesi HPH PT Veneer Products Indonesia di kawasan hutan produksi Gunung Tambora, Pulau Sumbawa, Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB) pada bulan Maret 1998-Juni 2003. Lokasi penelitian terletak pada ketinggian 500 m dpl., tipe iklim B menurut Schmidt dan Ferguson (1951) dengan rata-rata curah hujan tahunan 2.500-3.750 mm dan rata-rata hari hujan 123-153 hari. Jenis tanah termasuk Regosol (Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, 1993).

B. Bahan Penelitian

Dalam penelitian ini digunakan bahan-bahan yaitu cuplikan kawasan hutan alam primer duabanga, biji duabanga, *polybag* ukuran 15 cm x 20 cm, media semai tanah (*topsoil*), dan pasir. Peralatan yang digunakan untuk penebangan pohon, antara lain *chain saw*, *loader*, serta alat ukur berupa *phi band*, haga meter, meter rol, kaliper, *lux meter*, dan termometer.

C. Metode Penelitian

Rangkaian pelaksanaan kegiatan penelitian meliputi pemilihan lokasi uji coba, pengukuran lokasi, inventarisasi tegakan sebelum penebangan, penebangan (yang dilakukan sesuai perlakuan), pengangkutan kayu hasil tebangan, persiapan lokasi pengayaan, pengayaan, pemeliharaan, pengamatan, dan pengumpulan data.

Penelitian dilakukan pada kawasan hutan seluas 100 ha dengan ukuran 1.000 x 1.000 m² yang dibagi menjadi petak-petak jalur tebang (produksi) TJTI : J₁, J₂, J₃, jalur konservasi (K), dan jalur TPTI J₄ yang disajikan pada Gambar 1. Setiap petak jalur tebang produksi TJTI dan TPTI mempunyai ukuran 170 x 250 m² sedangkan jalur konservasi 30 x 250 m².

Penebangan plot TJTI dilakukan ha- nya pada jalur produksi dengan sistem

K 30 m	J2 170 m 250 m	K	J3	K	J2	K	J4	K
K		K		K		K		K
K	J1	K	J1	K	J3	K	J4	K
K	J3	K	J2	K	J1	K	J4	K

Gambar (Figure) 1. Denah plot perlakuan (*Lay out of treatment plot*)
 Keterangan (Remark) : J₁, J₂, J₃ = Perlakuan TJTI (*TJTI treatment*), J₄ = Perlakuan TPTI (*TPTI treatment*),
 K= Jalur konservasi (*Conservation strip*)

tebang habis terhadap semua jenis pohon *Duabanga moluccana* Blume, kayu perdagangan, dan kayu jenis lain yang berdiameter lebih besar dari 10 cm dan selanjutnya dilakukan pengayaan dengan jenis *D. moluccana*. Penebangan pada plot TPTI dilakukan hanya menebang jenis duabanga saja yang berdiameter lebih besar dari 50 m, dengan menyisakan pohon inti duabanga sebanyak lima pohon per ha yang tersebar merata dan dilakukan pengayaan dengan jenis *D. moluccana*.

Kegiatan pengayaan didahului persiapan bibit duabanga di persemaian dengan menggunakan *polybag* ukuran 15 cm x 20 cm, diisi dengan media tanam berupa tanah (*topsoil*) 100%. Penyemaian *D. moluccana* didahului dengan pendereran biji di bak tabur dengan campuran media pasir tanah dengan perbandingan 1:1. Setelah biji *D. moluccana* tumbuh, maka pada umur tiga minggu dilakukan penyapihan ke *polybag* dan ditanam satu anakan per *polybag*. Pada umur enam bulan bibit siap untuk ditanam di lapangan.

Persiapan lokasi pengayaan meliputi pembersihan lokasi, penggalian lubang tanam, dan pemasangan ajir. Pengayaan *D. moluccana* pada kawasan bekas te-

bangun TJTI dan TPTI dilakukan pada umur satu tahun setelah tebang dengan jarak tanam 10 m x 10 m. Pemeliharaan dilakukan setiap enam bulan sekali pada tahun pertama dan selanjutnya satu tahun sekali sampai umur tiga tahun. Bentuk pemeliharaan yang dilakukan berupa pembebasan pesaing secara vertikal dan horisontal. Khusus untuk tanaman pengayaan dilakukan pendangiran radius 0,5 m yang dilakukan hanya pada tahun pertama.

D. Rancangan Penelitian

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap Berblok yang terdiri dari empat perlakuan dan tiga kelompok (ulangan). Perlakuan sistem silvikultur yang dicobakan adalah sebagai berikut :

- J1 = Jalur tebang produksi TJTI, tidak dilakukan pengayaan, hanya mengandalkan permudaan alam, dan tidak ada pemeliharaan.
- J2 = Jalur tebang produksi TJTI, dilakukan pengayaan jarak tanam 10 m x 10 m dan disertai pemeliharaan.
- J3 = Jalur tebang produksi TJTI, tidak dilakukan pengayaan, hanya mengandalkan permudaan alam, dan dilakukan pemeliharaan.

J4 = Sistem TPTI, dilakukan pengayaan jarak tanam 10 m x 10 m dan disertai pemeliharaan.

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan, maka dilakukan pengamatan pertumbuhan tinggi, diameter, dan jumlah hidup *Duabanga moluccana* Blume. Di samping itu dilakukan pula pengamatan jumlah permudaan alam jenis kayu perdagangan dan jenis kayu lain. Pengamatan permudaan alam dilakukan dengan metode jalur (*continous strip sampling*) dengan intensitas sampling 10%. Pada setiap jalur produksi TJTI dan TPTI dibuat petak jalur pengamatan ukuran 20 x 250 m² sebanyak dua jalur pengamatan. Selanjutnya setiap jalur ukur dibagi menjadi petak-petak ukur untuk mengamati strata pohon 20 x 20 m², tiang 10 x 10 m², pancang 5 x 5 m², dan semai 2 x 2 m². Sedangkan pengamatan pertumbuhan pengayaan dilakukan secara total. Kriteria yang digunakan untuk menilai tingkat strata permudaan alam adalah sebagai berikut :

1. Tingkat semai, yaitu permudaan mulai kecambah sampai tinggi 1,5 m.
2. Tingkat pancang, yaitu permudaan tinggi 1,5 m dan lebih sampai pohon muda yang berdiameter kurang dari 10 cm.
3. Tingkat tiang, yaitu pohon muda yang berdiameter 10-19 cm.

4. Tingkat pohon, yaitu pohon yang mempunyai diameter lebih besar dari 15 cm.

Data pendukung lainnya yang diamati adalah sifat kimia tanah dan iklim mikro.

Data hasil pengamatan permudaan *D. moluccana* diolah secara statistik dengan menggunakan SPSS (Santoso, 2000). Untuk mengetahui perbedaan antara komponen perlakuan, maka pengaruh perlakuan yang nyata diuji lebih lanjut dengan LSD 0,05%.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Permudaan Duabanga

Hasil analisis sidik ragam data pertumbuhan tinggi, diameter, dan jumlah hidup permudaan alam dan pengayaan *Duabanga moluccana* Blume di lapangan pada umur empat tahun setelah pemanenan disajikan pada Tabel 1. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan sistem silvikultur TJTI berpengaruh nyata meningkatkan pertumbuhan tinggi, diameter, jumlah hidup permudaan alam, dan pengayaan *D. moluccana*.

Selanjutnya berdasarkan hasil analisis Uji LSD 0,05% (Tabel 2) menunjukkan

Tabel (Table) 1. Analisis keragaman tinggi, diameter, dan persen hidup permudaan *D. moluccana* pada umur empat tahun (*Analysis of variance for height, diameter and survival of D. moluccana regeneration at 4 years old*)

Parameter (Parameter)	Sumber keragaman (Source of variance)	Db (Df)	JK (SS)	KT (MS)	F	Sig.
Tinggi (Height)	Perlakuan (Treatment)	3	4,305	1,435	6,437*	0,026
	Blok (Block)	2	2,096	1,048	4,700*	0,059
	Acak (Error)	6	1,337	0,223		
	Total (Total)	11	7,738			
Diameter (Diameter)	Perlakuan (Treatment)	3	15,544	5,181	7,272*	0,020
	Blok (Block)	2	0,764	0,382	0,536	0,611
	Acak (Error)	6	4,275	0,713		
	Total (Total)	11	20,583			
Jumlah hidup pengayaan (Survival total of enrichment planting)	Perlakuan (Treatment)	3	14.031,630	4.677,210	31,079*	0,000
	Blok (Block)	2	5,265	27,632	0,184	0,837
	Acak (Error)	6	902,975	150,496		
	Total (Total)	11	14.989,870			
Jumlah hidup permudaan alam (Survival of)	Perlakuan (Treatment)	3	22.210,380	7.403,460	314,784*	0,000
	Blok (Block)	2	870,965	435,482	18,516*	0,003

<i>natural regeneration</i>)	Acak (<i>Error</i>)	6	141,115	23,519
Total (<i>Total</i>)		11	23.222,460	

Keterangan (*Remark*) : * Berbeda nyata pada taraf uji 0,05% (*Significant of 0,05 level*)
 Tabel (*Table*) 2. Rata-rata tinggi, diameter, dan jumlah permudaan *D. moluccana* pada perlakuan sistem silvikultur umur empat tahun setelah penebangan (*Average of height, diameter, and regeneration of D. moluccana on silviculture system treatment at 4 years old after exploitation*)

Perlakuan (<i>Treatment</i>)	Regenerasi alam (<i>Natural regeneration</i>)			Pengayaan (<i>Enrichment planting</i>)			Total regenerasi (<i>Regeneration total</i>) (pohon/ha)
	Tinggi (<i>Height</i>)	Diameter (<i>Diameter</i>)	Jumlah (<i>Total</i>)	Tinggi (<i>Height</i>)	Diameter (<i>Diameter</i>)	Jumlah (<i>Total</i>)	
	(m)	(cm)	(pohon/ha)	(m)	(cm)	(pohon/ha)	
J ₁	4,40 a	5,32 ac	117,1 a	-	-	-	117,1 a
J ₂	4,82 a	6,87 b	108,6 a	4,58 a	6,45 a	39,2 a	147,8 a
J ₃	4,61 a	5,64 c	124,2 a	-	-	-	124,2 a
J ₄	3,27 b	3,68 d	38,7 b	3,97 b	5,86 b	11,2 b	49,9 b

Keterangan (*Remark*) :

* Angka rata-rata yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata (*Mean value with the same letter is not different significantly*)

- = Tanpa pengayaan (*No enrichment planting*)

bahwa perlakuan J₁, J₂, dan J₃ nyata meningkatkan pertumbuhan tinggi, diameter, jumlah hidup permudaan alam, dan permudaan total duabanga dibandingkan dengan sistem silvikultur J₄.

Perbandingan pertumbuhan permudaan duabanga disajikan pada Gambar 2 dan Gambar 3. Pada gambar tersebut terlihat bahwa urutan perlakuan yang terbaik sampai terendah dari parameter pertumbuhan tinggi, diameter, dan jumlah permudaan duabanga berturut-turut adalah pada perlakuan J₂, J₃, J₁, dan J₄. Perlakuan sistem silvikultur J₂ paling baik meningkatkan pertumbuhan permudaan alam, yaitu tinggi, diameter, dan jumlah hidup masing-masing sebesar 47,4%, 86,68%, 183,2% dan pengayaan 47,26%, 88,1%, 272,3%.

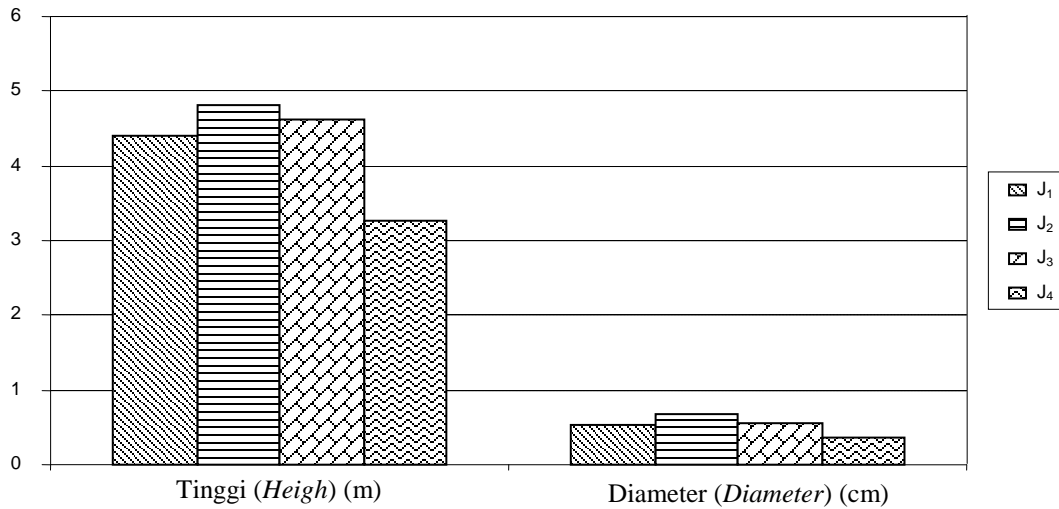
Peningkatan pertumbuhan tinggi, diameter, jumlah hidup permudaan alam, dan pengayaan *D. moluccana* pada perlakuan J₁, J₂, dan J₃ terjadi karena sistem silvikultur TJTI lebih banyak meningkatkan terbukanya tajuk dan tanah dibandingkan dengan sistem TPTI sebagai akibat dari kegiatan pemanenan yang lebih banyak pada jalur produksi. Terbukanya tajuk terutama terjadi pada tempat bekas pohon rebah, jalan sarad, Tpn, TPK, dan

pinggir jalan *logging*. Dengan semakin banyak tajuk dan tanah yang terbuka, maka akan semakin banyak cahaya matahari yang masuk ke lantai hutan, sehingga akan meningkatkan regenerasi alam duabanga. *D. moluccana* termasuk jenis intoleran artinya anakan duabanga tumbuh membutuhkan cahaya. Cahaya dari energi matahari sangat diperlukan dalam proses fisiologi untuk regenerasi duabanga terutama untuk meningkatkan pertumbuhan biji dan fotosintesis. Menurut Daniel *et al.* (1979) terbukanya tajuk hutan primer akan lebih banyak menumbuhkan jenis-jenis pohon yang membutuhkan cahaya, seperti jenis pionir dan jenis intoleran lainnya yang bijinya tumbuh dan mengisi tajuk yang terbuka. Menurut Alrasjid (1991) pada kawasan bekas tebangan TPTI di Gunung Tabora permudaan alam *D. moluccana* tumbuh pada tempat terbuka cukup banyak sedangkan pada tempat tertutup sangat kurang.

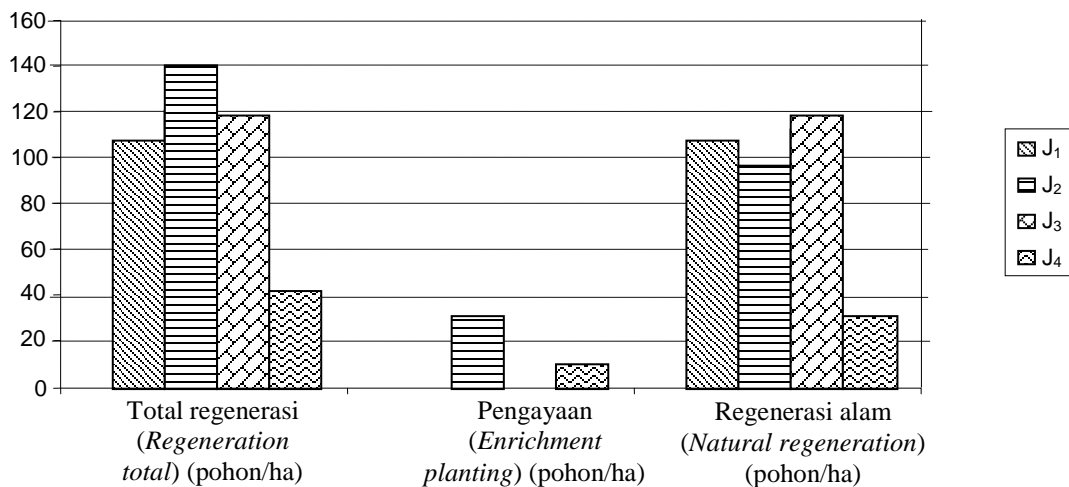
Hasil pengamatan di lapangan juga menunjukkan bahwa pada lingkungan yang ternaungi penuh, anakan *D. moluccana* tidak ada, pada lingkungan yang ternaungi sebagian dan tanahnya terbuka serta kondisinya relatif lembab, anakan *D. moluccana* tumbuh sedikit serta pada

kawasan yang tajuk dan tanahnya terbuka banyak dijumpai anakan *D. moluccana*. Permudaan alam *D. moluccana* di kawasan bekas tebangan tidak tersebar merata

dan bersifat sporadis dan hanya tumbuh bergerombol pada kawasan yang tajuk pohon dan tanahnya terbuka. Jumlah permudaan yang tumbuh sangat tergantung



Gambar (Figure) 2. Rata-rata tinggi dan diameter *D. moluccana* umur empat tahun (Average of height and diameter of *D. moluccana* at 4 years old)



Gambar (Figure) 3. Permudaan *D. moluccana* umur 4 tahun (Regeneration of *D. moluccana* at 4 years old)

pada lebar tajuk yang terbuka (luas rumpang). Setiap rumpang yang luasnya 10 m² menghasilkan 40-47 semai dan luas rumpang 30 x 30 m² menghasilkan 100 semai (Surata, 2001). Menurut Balai Teknologi Reboisasi Banjarbaru (1994) lebar tajuk terbuka yang ideal adalah pada rumpang 1-1,5 tinggi pohon atau 40-60 m² dengan luas 1.000-2.000 m² atau 4-6 rumpang pada luas satu ha.

Pemeliharaan permudaan *D. moluccana* pada plot J₂, J₃ dibandingkan dengan plot tanpa pemeliharaan J₁ tidak nyata meningkatkan tinggi dan persen hidup dan hanya meningkatkan pertumbuhan diameter. Pertumbuhan diameter meningkat, karena bila dilakukan pemeliharaan dengan cara pembebasan pohon pesaing di sekitarnya secara vertikal dan horizontal akan menciptakan ruang tum-

buh yang lebih luas bagi pertumbuhan permudaan *D. moluccana*, sehingga sinar matahari lebih banyak masuk ke lantai hutan dan akan mengurangi persaingan unsur hara dan air. Pemeliharaan ini akan lebih memacu pertumbuhan anakan ke samping (diameter) daripada pertumbuhan meninggi (ke atas). Menurut Nyland (1996) pertumbuhan tinggi tanaman sebagian besar ditentukan oleh tingkat kesuburan tanah sedangkan pertumbuhan diameter ditentukan oleh tingkat kerapatan pohon. Semakin rendah kerapatan pohon maka akan memacu tingkat pertumbuhan diameter.

Pemeliharaan tidak meningkatkan jumlah tumbuh permudaan alam dan pengayaan. Hal ini disebabkan karena biji duabanga seluruhnya tumbuh seragam pada awal musim hujan (pada tahun pertama penebangan) dan setelah umur satu tahun biji *D. moluccana* tidak dapat tumbuh lagi, karena ruang terbuka sudah ditutupi oleh gulma. Dengan demikian pemeliharaan intensif sangat dibutuhkan pada tahun pertama untuk menciptakan kondisi pertumbuhan anakan yang lebih baik. Menurut PT Veneer Products Indonesia (1991) pemeliharaan yang dilakukan satu tahun setelah penebangan pada sistem silvikultur TPTI kurang membantu jumlah permudaan *D. moluccana*, karena gulma yang berupa semak atau jenis paku-pakuan sudah lebih cepat menutup kawasan yang terbuka. Permudaan *D. moluccana* pada daerah rumpang yang tanahnya terbuka mengalami persaingan pertumbuhan yang cukup tinggi dengan gulma dan semak untuk mendapatkan unsur hara, air, dan cahaya, sehingga gulma perlu dibersihkan dengan intensif. Setelah tajuk tanaman *D. moluccana* melebihi tinggi tanaman di sekitarnya, maka pemeliharaan bisa dikurangi karena anakan *D. moluccana* sudah dapat bersaing dengan gulma.

Penanaman pengayaan pada plot J₂ yang dilakukan pada kawasan bekas tebangan dengan sistem jalur dengan jarak 10 m x 10 m tidak nyata meningkatkan jumlah total permudaan dibandingkan

dengan J₁ dan J₃. Data hasil pengamatan pada Tabel 2 menunjukkan bahwa perbandingan keberhasilan permudaan *D. moluccana* pada sistem TJTI lebih baik. Permudaan total *D. moluccana* lebih banyak ditentukan oleh permudaan alam (74%) daripada pengayaan (26%) dan keberhasilan permudaan pada TPTI lebih banyak ditentukan oleh hasil permudaan alam (78%) daripada hasil pengayaan (22%). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa regenerasi pada kawasan bekas tebangan lebih banyak ditentukan oleh permudaan alam daripada hasil pengayaan. Menurut Whitmore (1984) keberhasilan pemulihan kembali hutan alam bekas tebangan Dipterocarpacea di Kalimantan lebih banyak ditentukan oleh permudaan alam.

Jumlah persen hidup pengayaan *D. moluccana* pada plot TJTI lebih besar daripada TPTI. Hasil ini dapat ditunjukkan dari data keberhasilan tumbuh pengayaan umur 4 tahun setelah tebangan pada TJTI sebanyak 39,2 pohon (77,77%) dan TPTI 11,2 pohon (22,22%). Hal ini disebabkan ruang terbuka lantai hutan sistem TJTI lebih banyak terbentuk, sehingga mendorong pertumbuhan pengayaan *D. moluccana*. Pengayaan pada plot sistem TPTI lebih banyak mati, karena lantai hutan yang kurang terbuka dan lokasinya lebih cepat tertutup oleh semak atau gulma dan menimbulkan persaingan yang tinggi, sehingga menyebabkan kematian bibit *D. moluccana* yang cukup tinggi. Oleh sebab itu untuk meningkatkan keberhasilan *D. moluccana* sebaiknya pengayaan lebih intensif dilakukan pada tahun pertama (saat penebangan).

B. Permudaan Alam Jenis Kayu Perdagangan dan Jenis Kayu Lain

Hasil permudaan alam jenis kayu duabanga, kayu perdagangan, dan kayu jenis lain pada umur satu dan empat tahun disajikan pada Tabel 3. Jenis-jenis kayu yang termasuk kayu perdagangan antara lain monggo (*Eugenia grandis*), sabaha (*Elaeocarpus sphaericus*), lende (*Letsia*

angulata), niu (*Ailanthus integrifolia*), soka merah (*Bischofia javanica*), jambu hutan (*Eugenia cymosa*).

satu tahun sistem silvikultur TJTI dan TPTI menghasilkan permudaan duabanga pada strata tingkat semai dan

Hasil permudaan alam jenis *D. moluccana* menunjukkan bahwa pada umur

Tabel (Table) 3. Jumlah permudaan pada areal bekas tebangan umur satu dan empat tahun (*Total of regeneration on log over area at 1 and 4 years old*)

Jenis (Species)	Sistem TJTI (TJTI system) (pohon/ha)		Sistem TPTI (TPTI system) (pohon/ha)		Jalur konservasi (Conservation strip) (pohon/ha)	
	Semai (Seedling)	Pancang (Sapling)	Semai (Seedling)	Pancang (Sapling)	Semai (Seedling)	Pancang (Sapling)
	<i>Umur 1 tahun setelah tebangan (1 Year old after exploitation)</i>					
Duabanga (<i>Duabanga moluccana</i> Bl).	2.432,6	-	538,7	-	-	-
Kayu perdagangan lokal (Local market wood)	3.725,2	66,7	4.218,3	52,3	1.232,2	116,7
Kayu jenis lain (Another species wood)	5.985,2	91,0	4.865,25	167,1	3.985,9	106,67
<i>Umur 4 tahun setelah tebangan (4 Years old after exploitation)</i>						
Duabanga (<i>Duabanga moluccana</i> Bl).	-	116,63	-	38,75	-	-
Kayu perdagangan lokal (Local market wood)	1.023,7	725,2	1.540,76	954,34	932,6	146,7
Kayu jenis lain (Another species wood)	3.432,9	3451,6	3.897,52	3.865,64	3.284,6	126,67

pancang, sedangkan hutan primer (jalur konservasi) tidak ada permudaan alam duabanga. Pada umur empat tahun permudaan alam *D. moluccana* pada sistem TJTI dan TPTI tidak ada permudaan alam tingkat semai dan hanya didominasi oleh permudaan tingkat pancang saja. Hasil ini menunjukkan bahwa permudaan alam duabanga hanya terjadi pada saat pemanenan sampai umur satu tahun yang tumbuh pada tajuk pohon dan tanahnya yang masih terbuka (belum ditumbuhi gulma). Setelah umur satu tahun tajuk yang terbuka sudah tertutup oleh rumput atau semak, sehingga biji *D. moluccana* tidak bisa tumbuh lagi. Kondisi seperti ini menciptakan permudaan *D. moluccana* yang umurnya hampir seragam.

Permudaan alam jenis kayu perdagangan lokal dan jenis kayu lain pada umur satu dan empat tahun pada sistem TPTI menghasilkan permudaan alam pada tingkat strata semai dan pancang yang jumlahnya lebih banyak daripada sistem TJTI dan jalur konservasi. Hal ini menun-

jukkan bahwa semakin terbuka tajuk pohon, maka cahaya matahari semakin banyak masuk ke lantai hutan dan kondisi seperti ini akan menekan pertumbuhan permudaan alam jenis kayu perdagangan lokal dan kayu jenis lain, karena diduga jenis ini bersifat semi toleran (membutuhkan cahaya sebagian). Permudaan jenis kayu perdagangan lokal dan kayu jenis lain dapat tumbuh meningkat dengan adanya cahaya yang tidak terlalu penuh.

Kriteria cukup tidaknya permudaan alam pada kawasan bekas tebangan menurut Whyat dan Smith (1963) dalam Indrawan (1996) yaitu (1) terdapat paling sedikit 40% jumlah permudaan tingkat semai dari jenis-jenis komersial atau sebanyak 1.000 semai/ha yang tersebar merata, (2) terdapat paling sedikit 60% jumlah permudaan tingkat pancang dari jenis komersial atau minimal 240 pancang/ha yang tersebar merata. Dengan mengacu pada kriteria tersebut dan hanya memasukkan jenis duabanga sebagai jenis kayu komersial (karena hanya jenis kayu dua-

bangsa yang dipanen) serta memperhatikan jumlah semai duabangsa yang tumbuh pada umur satu tahun setelah pemanenan, yaitu pada sistem TJTI sebesar 2.432,6 semai dan pada sistem TPTI sebesar 538,7 semai, maka dapat disimpulkan bahwa persyaratan jumlah minimal permudaan alam *D. moluccana* pada sistem TJTI dinilai sudah lebih dari cukup (lebih besar dari 1.000 semai/ha) sedangkan pada sistem TPTI permudaan alamnya tidak mencukupi (kurang dari 1.000 semai/ha). Dengan demikian ditinjau dari kecukupan permudaan alam duabangsa, maka sistem TJTI dapat diterapkan untuk pemanenan hutan alam *D. moluccana* di kawasan hutan Gunung Tambora dan sistem TPTI tidak dapat diterapkan karena akan mengancam kelestarian jenis *D. moluccana* dan dikhawatirkan duabangsa akan digantikan oleh jenis kayu perdagangan dan jenis kayu lain yang lebih toleran.

Tingkat kematian permudaan alam *D. moluccana*, kayu perdagangan, dan jenis kayu lain dari umur satu sampai empat tahun meningkat. Tingkat kematian permudaan alam *D. moluccana* sangat tinggi, yaitu sebesar 95,20%. Hal ini disebabkan karena permudaan alam duabangsa tumbuh bergerombol dan rapat sehingga terjadi persaingan pertumbuhan yang akan menimbulkan kematian semai yang cukup tinggi. Setelah umur 4 tahun setiap rumpang hanya tinggal beberapa pohon anakan *D. moluccana*. Sementara itu tingkat kematian permudaan kayu perdagangan lebih rendah, yaitu sebesar 79,81% dan kayu jenis lain 42,33%. Kematian

jenis kayu lain masih dalam batas yang wajar secara alamiah. Menurut Lim dan Wong (1973) dalam Soerianegara dan Indrawan (1976) di Sabah kemampuan hidup semai jenis Dipterocarpacea dari tahun ke tahun berkurang dan pada tahun kelima tingkat kematiannya mencapai 57,3%.

C. Kesuburan Tanah

Data hasil analisis sifat kimia tanah disajikan pada Tabel 4. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan TJTI dan TPTI meningkatkan pH H₂O dan pH KCl serta menurunkan ketersediaan unsur hara C-organik, N, P, K, Ca, dan Mg. Kenaikan pH ini terjadi diduga karena semakin berkurangnya bahan organik tanah, akibat penebangan pohon (pembukaan areal hutan). Dengan demikian hutan akan terbuka dan pada waktu hujan turun unsur hara akan lebih mudah hanyut melalui erosi. Erosi yang terjadi pada bekas jalan sarad di lokasi penelitian terlihat jelas dalam bentuk parit-parit kecil akibat sebagian tanah terbawa oleh air. Erosi pada bekas tebangan yang tanahnya tidak terbuka relatif lebih kecil.

Unsur hara di dalam tanah perannya sangat penting untuk membantu kelangsungan proses metabolisme tanaman dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman. Reaksi tanah atau pH tanah meningkat setelah perlakuan TJTI dan TPTI dan hal ini masih dalam taraf netral. Kisaran pH seperti ini masih memberikan kondisi yang optimal bagi ketersediaan unsur hara makro seperti N, P, dan K.

Tabel (Table) 4. Hasil analisis kimia tanah pada umur 4 tahun setelah pemanenan (*Soil chemical analysis at 4 years old after exploitation*)

Karakteristik tanah (<i>Soil characteristics</i>)	Perlakuan (<i>Treatment</i>)		
	Sistem TJTI (<i>TJTI system</i>)	Sistem TPTI (<i>TPTI system</i>)	Jalur konservasi (<i>Conservation strip</i>)
pH H ₂ O (1:1)	6,93	6,79	6,42
pH KCl (1 :1)	5,72	5,97	5,20
C-Organik (%)	0,46	0,78	1,02
N-total (%)	0,04	0,09	0,17
P tersedia (me/100 g)	5,43	5,76	9,66
Na-dd (me/100 g)	0,32	0,26	0,24
K-dd (me/100 g)	0,19	0,26	0,24
Ca-dd (me/100 g)	4,19	3,19	4,19

Mg-dd (me/100 g)	3,90	2,90	2,19
Tekstur tanah	Lempung berpasir (<i>Sandy loam</i>)	Lempung berpasir (<i>Sandy loam</i>)	Lempung berpasir (<i>Sandy loam</i>)
Pasir (<i>Sand</i>) (%)	40,5	39,7	34,6
Debu (<i>Silt</i>) (%)	49,0	50,0	55,6
Liat (<i>Clay</i>) (%)	10,5	10,3	9,8

Hasil analisis tanah menunjukkan bahwa tekstur tanah termasuk lempung berpasir, dengan demikian sifat fisik tanah ini cukup baik untuk memberikan kondisi sirkulasi udara dan aerasi tanah yang baik bagi pertumbuhan perakaran dan mikroorganisme dalam menunjang pertumbuhan tanaman.

Menurut kriteria penilaian Lembaga Penelitian Tanah (1983) menunjukkan bahwa ketersediaan unsur hara K, Ca, dan Mg tinggi dan unsur hara P, C-organik, dan N rendah. Akan tetapi jenis-jenis pionir seperti jenis *D. moluccana* dapat tumbuh dengan baik pada tanah yang kurang subur. Hal ini dapat diketahui dari jenis *D. moluccana* yang dapat tumbuh dengan baik pada tanah baru bekas letusan Gunung Tambora pada tahun 1883, yang kondisi pelapukan dan tingkat kesuburan tanahnya masih rendah.

D. Iklim Mikro

Iklim mikro adalah gabungan sifat-sifat fisik udara dari tanaman dan hewan yang merupakan faktor yang sangat penting dari suatu ekosistem hutan (Deshmukh, 1992). Hasil pengamatan data iklim mikro meliputi intensitas matahari, suhu tanah, suhu udara, dan kelembaban udara disajikan pada Tabel 5.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada jalur tebang sistem TJTI terjadi peningkatan intensitas cahaya matahari, suhu tanah, suhu udara dan terjadi penurunan kelembaban udara. Pada jalur tebang sistem TJTI intensitas cahaya matahari 3.100 lux, suhu tanah 26,3° C, suhu udara

30,3° C, dan kelembaban udara 76,1%. Iklim mikro seperti ini memberikan kondisi yang optimal untuk pertumbuhan permudaan duabanga, sehingga menyebabkan permudaan alamnya meningkat.

Intensitas cahaya matahari pada jalur TJTI lebih besar daripada TPTI dan jalur konservasi. Peningkatan intensitas cahaya matahari menyebabkan tumbuhnya jenis-jenis pionir. Biji pohon jenis pionir akan berkecambah lebih baik apabila mendapatkan suhu dan intensitas cahaya yang cukup. Menurut Whitmore (1984) besar kecilnya intensitas cahaya yang masuk ke lantai hutan dipengaruhi oleh terbukanya tajuk hutan dan akan berpengaruh nyata terhadap perkembangan suksesi permudaan alam terutama dari kelompok jenis pionir, sekunder, dan intoleran. Suksesi seperti ini disebut juga jenis *nomad*. Hasil penelitian Sasaki dan Mori (1981) di hutan tropis basah di Malaysia menunjukkan bahwa kebutuhan minimum cahaya anakan *Shorea ovalis*, *Hovea belvire*, dan *Vatica odorata* berkisar antara 500-700 lux sedangkan untuk pertumbuhan selanjutnya kebutuhan cahaya minimum 1.500 lux.

Suhu udara dan suhu tanah pada sistem TJTI lebih besar daripada TPTI. Suhu udara akan mempengaruhi perkecambahan biji. Jika suhu udara di bawah 20° C, maka dapat menghalangi perkecambahan biji dan perkecambahan biji akan berhenti jika suhu udara mencapai 45° C. Suhu udara juga mempengaruhi evaporasi dan transpirasi tanaman. Dengan meningkatnya suhu udara, maka akan

Tabel (Table) 5. Rata-rata suhu tanah, suhu udara, kelembaban udara, dan intensitas cahaya matahari pada perlakuan sistem silvikultur pada umur enam bulan (*Average of soil temperature, air temperature, air humidity, and sunlight intensity on silviculture system treatment at 6 months old*)

Karakteristik iklim mikro (<i>Micro climate characteristic</i>)	Perlakuan (<i>Treatment</i>)		
	Sistem TJTI	Sistem TPTI	Jalur konservasi

	(TJTI system)	(TPTI system)	(Conservation strip)
Suhu tanah (<i>Soil temperature</i>) (°C)	26,3	25,6	24,2
Suhu udara (<i>Air temperature</i>) (°C)	30,3	29,1	28,5
Kelembaban udara (<i>Air humidity</i>) (%)	76,1	85,9	91,6
Intensitas cahaya matahari (<i>Sunlight intensity</i>) (lux)	3.100	2.500	1.800

meningkatkan evaporasi dan transpirasi tanaman. Suhu udara minimum dan maksimum yang memungkinkan untuk pertumbuhan normal sangat berbeda dan tergantung dari spesies dan tingkat pertumbuhan tanaman (Manan *et al.*, 1980).

Kelembaban udara pada sistem TJTI lebih rendah daripada TPTI. Hal ini karena lantai hutan pada sistem TJTI lebih banyak terbuka, sehingga menyebabkan energi cahaya matahari yang sampai ke lantai hutan lebih banyak digunakan untuk proses fotosintesis daripada pemanasan tanah dan evaporasi. Di samping itu kecepatan angin pada daerah jalur tebang relatif lemah, sehingga uap air yang dihasilkan untuk proses fotosintesis tidak dapat menguap dan menyebabkan kelembaban udara menurun.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Sistem silvikultur TJTI dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi, diameter, jumlah hidup permudaan alam, dan pengayaan *Duabanga moluccana* Blume. Pertumbuhan tinggi, diameter, dan jumlah hidup permudaan alam *D. moluccana* pada sistem TJTI meningkat masing-masing sebesar 47,4 %, 86,68%, 183,2% dan pengayaan 47,26%, 88,1%, 272,3%.
2. Pengayaan pada sistem TJTI tidak meningkatkan jumlah total permudaan *D. moluccana*. Jumlah total permudaan *D. moluccana* 74% berasal dari permudaan alam dan 26% dari pengayaan.
3. Pemeliharaan pada sistem TJTI tidak meningkatkan jumlah total permudaan dan tinggi akan tetapi dapat meningkatkan pertumbuhan diameter permudaan *D. moluccana*.

4. Pertumbuhan permudaan alam *D. moluccana* hanya terjadi sampai umur satu tahun setelah pemanenan dan pertumbuhannya bergerombol pada tajuk dan tanah yang terbuka.
5. Permudaan alam jenis kayu perdagangan lokal dan jenis kayu lain (selain *D. moluccana*) pada sistem TPTI menghasilkan jumlah strata tingkat semai dan pancang yang lebih banyak daripada sistem TJTI.
6. Pemanenan hutan dengan sistem TJTI dan TPTI menurunkan tingkat kesuburan tanah dan iklim mikro.

B. Saran

1. Berdasarkan pertimbangan jumlah permudaan alam *Duabanga moluccana* Blume yang dihasilkan pada sistem silvikultur TJTI lebih besar daripada TPTI dan jumlah tersebut sudah melebihi ketentuan jumlah minimal permudaan alam pada strata tingkat semai yang dipersyaratkan. Dengan demikian maka sistem silvikultur TJTI dapat diterapkan untuk menggantikan sistem silvikultur TPTI dalam pengelolaan hutan alam *D. moluccana* di kawasan Gunung Tambora.
2. Untuk penyempurnaan sistem silvikultur TJTI di Gunung Tambora, di masa mendatang hendaknya perlu didukung penelitian aspek kerusakan lingkungan, produksi tebang, jenis kayu berdiameter kecil yang bisa dimanfaatkan, analisis ekonomi, dan kajian sosial budaya dari masyarakat setempat.

DAFTAR PUSTAKA

- Alrasjid, H. 1991. *Duabanga moluccana* Bl. dan Sistem Permudaannya. Prosiding Seminar Sehari Pengenalan

- dan Pemecahan Permasalahan dalam Pengelolaan Hutan Alam *Duabanga moluccana* Bl. HPH PT Veneer Products Indonesia. Jakarta.
- Alrasjid, H. 1998. Konsepsi TJTI Sebagai Salah Satu Alternatif Sistem Silvikultur Untuk Pengelolaan Hutan Produksi. Prosiding Panel Pakar TJTI dan Expose Pemanapan Tebang Jalur. Bogor 3-4 Maret 1998. Pusat Litbang Hutan dan Konservasi Alam. Bogor.
- Balai Teknologi Reboisasi Banjarbaru. 1994. Laporan Pelaksanaan Ekspose Desain Lapangan Satu Unit Pengelolaan Hutan Produksi Lestari Menggunakan Tebang Rumpang di Kintap. Balai Teknologi Reboisasi Banjarbaru.
- Daniel, T.W., J.A. Helms, and T.S. Baker. 1979. Principles of Silviculture. 2nd ed. McGraw-Hill, Inc. New York.
- Desmukh, I. 1992. Ekologi dan Biologi Tropika. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta.
- Indrawan, A. 1996. Penilaian Permudaan di Areal Bekas Tebangan Dalam Rangka Penerapan TPTI di HPH PT Pertisa, Riau. Jurnal Manajemen Hutan Tropika 12 (1). Bogor.
- Keputusan Menteri Pertanian No. 301/Kpts/UM/6/1973 tanggal 22 Juni 1973 tentang HPH. Jakarta.
- Manan, M.E., R.E. Chambers, Sukardi, D. Murdiyarsa, dan I. Santoso. 1980. Klimatologi Pertanian Dasar. Departemen Ilmu-Ilmu Pengetahuan Alam. Fakultas Pertanian IPB. Bogor.
- Nyland, R.D. 1996. Silviculture, Concepts and Applications. The McGraw-Hill Companies, Inc. New York.
- PT Veneer Products Indonesia. 1991. Pengalaman PT Veneer Products Indonesia dalam Mengelola Hutan Alam *Duabanga moluccana* Bl. Prosiding Seminar Sehari Pengenalan dan Pemecahan Permasalahan dalam Pengelolaan Hutan Alam *Duabanga moluccana* Bl. HPH PT Veneer Products Indonesia. Jakarta.
- Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. 1993. Peta Tanah Propinsi Nusa Tenggara Barat. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Bogor.
- Santoso, S. 2000. SPSS Statistik Parametrik. PT. Elex Media Komputindo. Kelompok Gramedia. Jakarta.
- Sasaki, S. and T. Mori. 1981. Seedling Growth Under Various Light Condition in The Tropical Rain Forest. Proceeding XVII IUFRO Congress. Tsukuba.
- Schmidt, F.G., and J.H.A. Ferguson. 1951. Rainfall Types Based on Wet and Dry Period Ratios for Indonesia with Western New Guinea. Verhand 42. Direktorat Meteorologi dan Geofisika. Djakarta.
- Soerianegara, I. dan A. Indrawan. 1976. Ekologi Hutan Indonesia. Lembaga Kerjasama Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- Surata, I.K. 2001 Teknik Penanaman Duabanga (*Duabanga moluccana* Bl). Aisuli No.12. Balai Penelitian Kehutanan Kupang.
- Surata, I.K. 2004. Laporan Kegiatan Penelitian Teknik Budidaya Duabanga (*Duabanga moluccana* Bl) di Nusa Tenggara Barat. Balai Penelitian Kehutanan Kupang. (Tidak dipublikasikan).
- Whitmore, T.C. 1984. Tropical Rain Forest of The Far East. Second Edition. Oxford University Press. New York.