

**PENGARUH TEKNIK PEMBENIHAN LANGSUNG DAN PENYIANGAN
TERHADAP PERTUMBUHAN AWAL MERBAU (*Intsia bijuga* OK.)
(*The Effect of Direct Seeding and Weeding on Early Growth Merbau
(Intsia bijuga OK.)**)**

Oleh/By :

Faisal Danu Tuheteru¹, Irdika Mansur² dan/and Cahyo Wibowo²

¹Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Haluoleo Kendari, Jl. Malaka Kampus Bumi Tridharma Anduonohu Kendari Tlp. (0401) 391692; email: faisaldanu_28@yahoo.com

²Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Kotak Pos 168 Bogor 16001

*)Diterima: 11 Juni 2010; Disetujui: 13 Januari 2011

ABSTRACT

Direct seeding (direct planting of seed in the field) is an alternative method for reforestation in tropical area. The objectives of this study were to understand the effect of direct seeding and weeds on growth of merbau (Intsia bijuga OK.). This study was done in Cikabayan experimental farm of Agriculture Faculty, Bogor Institute of Agriculture from November 2008 until February 2009. The result showed that direct seeding with buried method produced significant effect on early growth. Compared with the mulch covering method, the buried method increases height (28,44 cm), germination percentage (95%), germination rate (12,21 day), seed survival (89,67%) and nutrient uptake (N & P). The mulch covering method without weeding resulted in low dry weight (0,8 g)

Keywords : Buried, Intsia bijuga OK, reforestation

ABSTRAK

Teknik pembenihan langsung merupakan salah satu metode alternatif untuk mendukung reforestasi dan rehabilitasi hutan dan lahan di daerah tropika. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh metode penaburan (pembenaman) benih dan gulma terhadap pertumbuhan tanaman merbau (*Intsia bijuga* OK.). Penelitian ini dilaksanakan di kebun percobaan Cikabayan Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor yang berlangsung mulai bulan November 2008 hingga Februari 2009. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode benih ditanam berpengaruh nyata terhadap parameter pertumbuhan tanaman. Metode benih ditanam dapat meningkatkan tinggi (28,44 cm), daya berkecambah (95%), laju perkecambahan (12,21 hari), persen jadi benih (89,67%) dan penyerapan unsur hara N dan P dibanding dengan metode benih ditutup mulsa. Metode benih ditutup mulsa dan tidak ada penyiangkan menghasilkan berat kering akar yang rendah (0,8 g).

Kata kunci : Pembenaan, *Intsia bijuga* OK., reforestasi

I. PENDAHULUAN

Fakta menunjukkan bahwa laju rehabilitasi hutan dan lahan (± 700.000 ha/tahun) tidak sebanding dengan laju degradasi lahan dan hutan (1.08 juta/ha/tahun) di Indonesia (Kemenhut, 2008). Lambannya rehabilitasi hutan dan lahan di Indonesia sangat dipengaruhi oleh banyak faktor diantaranya, faktor adanya keterba-

taan regenerasi alami dan penanaman konvensional dalam mengembalikan fungsi dan keberadaan hutan (Nurhasybi & Sudrajat, 2005). Salah satu alternatif metode yang dapat dikembangkan dalam kegiatan rehabilitasi lahan adalah metode pembenihan langsung di lapangan (*direct seeding*). Pembenihan langsung merupakan teknik penaburan atau penanaman

benih di lapangan tanpa melalui tahapan persemaian (Schmidt, 2000; Beyer, 2008).

Pembenihan langsung mempunyai keuntungan dapat mengurangi biaya pembangunan hutan dengan cara meniadakan biaya produksi bibit di persemaian dengan begitu biaya pengangkutan bibit dan upah buruh di persemaian serta biaya penanaman dapat ditekan, sehingga biaya total penanaman dapat dikurangi secara nyata (Schmidt, 2007). Keuntungan lain dari teknik ini adalah pembangunan lahan lebih cepat dan dapat menjangkau lahan yang luas, kenampakan secara alami serta menjaga performa tanaman (dalam pengangkutan sering terjadi guncangan dan terputusnya akar) (Purnell & Higgins, 1999; Ochsner, 2001; Goode, 2006). Teknik *direct seeding* telah diterapkan untuk merehabilitasi lahan tambang di India dan Australia (Ochsner, 2001), sistem *agroforestry* dengan jenis legum (Owour *et al.*, 2001; Niang *et al.*, 2002), restorasi dan rehabilitasi hutan di Amazon (Carmargo *et al.*, 2002 dalam Schmidt, 2008), Meksiko (Deniz-Agular, 2003 dalam Schmidt, 2008) dan Australia (Doust *et al.*, 2006; 2008), penanaman lahan kering di Nigeria (Eden Foundation, 1996), rehabilitasi mangrove (Schmidt, 2008) serta restorasi hutan dengan berbagai spesies (Knight *et al.*, 1998).

Salah satu faktor penghambat penerapan *direct seeding* di daerah tropika adalah kompetisi tanaman dengan gulma (Ochsner, 2001). Hasil studi Sun *et al.* (1995) dan Engel and Parrotta (2001) menyimpulkan bahwa kompetisi gulma merupakan faktor utama peningkatan kematian anakan pembenihan langsung. Kaitannya dengan rehabilitasi lahan dan hutan di Indonesia, maka teknik ini perlu diujicobakan dengan jenis-jenis tanaman yang cocok. Pengalaman penanaman merbau (*Intsia bijuga* OK.) dengan menggunakan benih langsung di lapangan belum banyak dilakukan. Kaitannya dengan rehabilitasi lahan dan hutan di Indonesia, maka teknik ini perlu diujicobakan. Peneli-

tian ini bertujuan untuk mendapatkan teknik pembenihan langsung yang efektif dan pengaruh gulma terhadap pertumbuhan tanaman merbau untuk rehabilitasi lahan dan hutan di Indonesia.

II. BAHAN DAN METODE

A. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan November 2008 hingga Februari 2009, dengan mengambil lokasi di kebun percobaan Cikabayan Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.

B. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan dan alat yang digunakan pada penelitian ini adalah benih merbau, tanah podsolik merah kuning, kertas koran, bak kecambah, timbangan analitik, oven, kayu penugal, kaliper, kamera digital, gembor, cangkul, alat tulis, penggaris dan lain-lain.

C. Metode Penelitian

1. Persiapan Lahan

Lahan yang dijadikan wilayah penelitian pada kondisi topografi yang cenderung datar. Persiapan lahan diawali dengan perencanaan luas areal objek yang didasarkan pada jumlah plot penelitian. Selanjutnya dilakukan pembersihan lahan dari gulma dan tunggak yang diikuti dengan penggemburan plot sampai kepada perataan plot-plot penelitian. Plot dibuat berukuran 1 x 1 m dengan jarak antar plot 50 cm.

2. Perlakuan Awal Benih

Perlakuan awal dilakukan untuk menjamin bahwa benih akan berkecambah dan perkecambahan berlangsung cepat dan seragam. Perlakuan awal dilakukan sebelum penaburan dengan cara pengikisan kemudian benih direndam dalam air dingin selama 30 menit (Yuniarti, 2001). Untuk mengetahui daya kecambah

awal dari benih yang diujikan, maka dilakukan uji fisiologis di rumah kaca.

3. Metode Penanaman Langsung

Penaburan dilakukan berdasarkan perlakuan yang diberikan dengan sistem baris pada plot yang berukuran 1 x 1 m dengan jumlah benih yang ditabur sebanyak 50 benih yang sudah diberi perlakuan awal dengan jarak tabur atau tanam antar benih 10 x 20 cm.

4. Pemeliharaan

Pemeliharaan dilakukan dengan cara menjaga dan mengamati benih yang ditanam dari kondisi ekstrim, predator benih serta kecambah yang telah tumbuh dari vegetasi pesaing secara manual. Penyiraman dilakukan setiap pagi selama satu minggu pertama.

5. Pengamatan

Data yang diamati pada percobaan ini adalah daya berkecambah (%), laju perkecambahan (hari), tinggi (cm), diameter (mm), berat kering akar (g), berat kering pucuk (g), berat kering total (g), rasio pucuk akar, daya hidup (%), persen jadi benih (%), serapan hara tanaman N, P dan K (analisis dilakukan oleh Balai Penelitian Tanah, Laboratorium Penelitian dan uji Tanah, Bogor), keragaman gulma dengan cara menghitung frekuensi dan kepadatan relatif masing-masing gulma serta indeks nilai pentingnya (INP).

6. Rancangan Percobaan

Penelitian dilakukan dengan Rancangan Split plot, dimana faktor utama (*main plot*) adalah penyiangan yang terdiri atas dua taraf yaitu disiangi (A1) dan tidak disiangi (A2), sedangkan sub plotnya adalah metode penaburan benih yang terdiri dari dua perlakuan yaitu, metode benih ditanam 1-4 cm (B1) dan metode benih ditutup mulsa (B2). Masing-masing perlakuan diulang tiga kali.

D. Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan uji ANOVA (uji-F) dan pengujian lanjutan menggunakan uji lanjut LSD (Mattjik dan Sumartajaya, 2000) dengan menggunakan pengolahan data komputer program CoStat 6311 Win.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Tabel 1 menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan metode benih ditutup mulsa dan tidak dilakukan penyiangan memiliki berat kering akar tanaman *I. bijuga* umur tiga bulan terendah. Secara tunggal metode penaburan benih ditanam berbeda nyata dengan metode benih ditutup mulsa pada semua parameter yang diamati kecuali pada parameter diameter, rasio pucuk akar, daya hidup dan serapan K. Rata-rata daya berkecambah tanaman *I. bijuga* pada metode benih ditanam lebih tinggi yakni 95% bila dibandingkan dengan metode benih ditutup mulsa yang hanya 25,67%. Tanaman *I. bijuga* dalam perkecambahannya membutuhkan waktu rata-rata 12 (dua belas) hari untuk berkecambah lebih cepat dari metode mulsa. Daya hidup anakan *I. bijuga* di lapangan cukup tinggi yakni diatas 90% (Tabel 2 dan Gambar 1).

Hasil inventarisasi gulma pada plot-plot tanaman yang tidak disiangi pada metode penaburan benih ditanam dan ditutup mulsa ditemukan masing-masing 12 jenis dan 11 jenis. Keragaman gulma pada kedua metode penaburan benih relatif sama. Jenis yang mendominasi pada metode yang ditanam adalah jenis *Centrosema* sp. (nilai INP = 36,14%) sedangkan pada metode benih ditutup mulsa didominasi oleh jenis *Borreria alata* dengan nilai INP 52,38%. Ditemukan konsistensi dominansi *Borreria alata* dengan biomasa yang dimilikinya (Tabel 2).

Tabel (Table) 1. Pengaruh metode penaburan benih dan penyiangan terhadap parameter pertumbuhan tanaman *I. bijuga* umur 3 bulan (The effect of direct seeding and weeding on growth parameter *I. bijuga* on 3 month)

Paramater (Parameter)	Metode penaburan (Sowing method)				Penyiangan (Weeding)			
	Dibenamkan (The buried method)		Mulsa (The mulch covering method)		Disiangi (Weeding)		Tidak disiangi (Without weeding)	
Tinggi (Height) (cm)	28,44	a	23,02	b	26,48	x	24,98	x
Daya kecambah (Germination percentage) (%)	95	a	25,67	b	63	x	57,67	x
Laju perkecambahan (Germination rate) (hari) (day)	12,21	b	18,29	a	15,51	x	14,98	x
Diameter (Diameter) (mm)	5,03	a	4,51	a	4,99	x	4,55	x
Berat kering pucuk (Shoot dry weight) (g)	3,37	a	2,24	b	3,07	x	2,53	x
Rasio pucuk akar (Top root ratio)	2,38	a	2,13	a	2,30	x	2,21	x
Berat kering total (Total dry weight) (g)	4,78	a	3,31	b	4,45	x	3,63	x
Daya hidup (Survival) (%)	94,35	a	94,12	a	95,83	x	92,68	x
Persen jadi benih (Survival seed) (%)	89,67	a	23,67	b	59,67	x	53,67	x
Serapan N (N Uptake)	0,034	a	0,025	b	0,033	x	0,026	x
Serapan P (P Uptake)	0,0033	a	0,0021	b	0,0026	x	0,0028	x
Serapan K (K Uptake)	0,039	a	0,028	a	0,038	x	0,029	x

Keterangan (Remarks) : Rerata sebaris diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji LSD pada taraf kepercayaan 95% (Values in each row followed by the same letter was not significantly different at level of 95% base LSD)



Gambar (Figure) 1. Visualisasi benih dan perkecambahan benih *Intsia bijuga* di lapangan (A = perkecambahan benih pada metode penaburan benih ditutup mulsa, B = metode benih dibenamkan dan C = benih *I. Bijuga*) (Visualisation and germination seed of *I. Bijuga* in field experiment, A = the mulch covering method, B= method which buried, and C = *I. bijuga* seed)

Tabel (Table) 2. Analisis vegetasi gulma yang tumbuh bersama dengan tanaman *Intisa bijuga* umur 3 bulan (Vegetation analysis of weed growing with *Intisa bijuga* on 3 month)

Jenis (<i>Species</i>)	Famili (<i>family</i>)	INP (<i>Importance value Index=IVI</i>)		Biomassa (<i>Biomass</i>) (g)	
		Benam (<i>The buried method</i>)	Mulsa (<i>The mulch covering method</i>)	Benam (<i>The buried method</i>)	Mulsa (<i>The mulch covering method</i>)
<i>Ageratum conyzoides</i> L.	Asteraceae	9.55	25.40	8.85	8.94
<i>Borreria alata</i> (Aubl) DC	Rubiaceae	24.09	52.38	11.11	85.63
<i>Brachiara</i> spp.	Poaceae	9.55	-	2.18	-
<i>Celosia argentea</i> L.	Amaranthaceae	7.05	-	94.03	-
<i>Centrosema</i> sp.	Fabaceae	36.14	8.41	54.33	26.00
<i>Cleome ruidosperma</i> DC	Capparidaceae	9.55	25.24	4.10	7.98
<i>Digitaria ciliaris</i> (Retz.)	Poaceae	-	9.84	-	37.04
<i>Digitaria longiflora</i> Retz.)	Poaceae	28.64	28.25	5.58	28.33
<i>Emilia sonchifolia</i> (L.)	Asteraceae	9.55	8.41	1.55	1.25
<i>Imperata cylindrica</i> L.	Poaceae	-	11.27	-	4.16
<i>Mimosa invisa</i>	Fabaceae	18.64	6.98	6.97	1.15
<i>Oxalis barrelieri</i> L.	Oxalidaceae	14.09	13.97	1.59	2.49
<i>Paspalum conjugatum</i> Berg	Poaceae	9.55	-	4.85	-
<i>Sida rhombifolia</i> L.	Malvaceae	23.64	9.84	6.04	16.22
Jumlah		200	200	201.18	219.18

B. Pembahasan

Berdasarkan Tabel 2 bahwa metode penaburan benih dibenamkan berbeda nyata dengan metode benih ditutup mulsa pada semua paramater yang diamati, kecuali pada parameter diameter, rasio pucuk akar, daya hidup dan serapan K. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan awal dengan cara pengikisan dan perendaman air dingin selama 12 jam menunjukkan keberhasilan daya berkecambah 95% pada metode benih dibenamkan dengan daya hidup 94% serta persen jadi benih mencapai 90%. Daya kecambah di lapangan konsisiten dengan uji daya kecambah di rumah kaca yakni 92-96%. Pada metode benih ditabur di atas permukaan tanah kemudian ditutup mulsa hanya memiliki daya berkecambah dan persen jadi benih masing-masing 25,67% dan 23,67%.

Tingginya daya kecambah, daya hidup dan persen jadi benih sangat berkaitan dengan karakteristik *I. bijuga* yang memerlukan kelembaban yang cukup un-

tuk tumbuh (Nurhasybi *et al.*, 2007). Kelembaban tanah menjadi sangat penting dalam menentukan daya kecambah dan laju perkecambahan jenis serta daya hidup anakan (Jinks *et al.*, 2006). Air menyediakan kelembaban yang memungkinkan benih berkecambah setelah beberapa hari ditanam. Air sangat penting dalam proses perkecambahan benih, yaitu untuk mendukung aktivitas enzim yang memungkinkan terjadinya pemecahan kulit biji dan penggunaan bahan-bahan cadangan makanan (Copeland, 1976 dalam Suhartati, 2007).

Beberapa hasil penelitian baik skala rumah kaca maupun lapangan menunjukkan bahwa tingkat keberhasilan pengecambahan benih *I. bijuga* yang tinggi diperoleh pada metode pembedaan atau penugalan benih di dalam tanah atau media kecambah (Sasaki dan Ng, 1981 dalam Mukhtar *et al.*, 1993; Yuniarti dan Kurniawati, 1997; Yuniarti, 2001; Nurhasybi *et al.*, 2007; Tuheteru, 2009). Keberhasilan perkecambahan benih dan pertumbuhan awal anakan pada metode

benih ditanam juga telah dilaporkan oleh Johnson (1980) dalam Nurhasybi *et al.* (2007), Owuor *et al.* (2001), Yuniarti (2001), Seiwa *et al.* (2002), Wood dan Elliott (2004), Nurhasybi *et al.* (2007), Q-H Yang *et al.* (2008) dan Doust *et al.* (2006; 2008).

Terjadinya daya kecambah yang rendah, kematian benih dan anakan yang tinggi pada metode penaburan benih di atas permukaan media yang ditutup mulsa mungkin disebabkan oleh temperatur permukaan tanah yang tinggi yang menyebabkan kerusakan embrio akar (Zimmerman *et al.*, 2000 dalam Doust *et al.*, 2006; Q-H Yang *et al.*, 2008). Hal senada dijelaskan oleh Schmidt (2008) bahwa kematian yang paling tinggi selama perkecambahan dan pada pertumbuhan awal, yakni pada saat setelah penetrasi radikal ke dalam tanah dan sebelum akar baru mendapatkan kelembaban yang cukup untuk berfungsi dengan baik. Penaburan benih pada tanah yang terlalu dangkal dan miskin umumnya mempunyai perkecambahan dan daya hidup yang rendah (Steven, 1991 dalam Sun *et al.*, 1995).

Benih *I. bijuga* pada metode benih ditanam lebih cepat berkecambah dengan waktu 12,21 hari sedangkan metode benih ditutup mulsa membutuhkan waktu 18,25 hari. Rata-rata hari berkecambah yang dimiliki oleh metode benih ditanam sejalan dengan beberapa hasil penelitian sebelumnya yakni berkisar 11-13 hari (Soerianegara dan Lemmens, 1994; Yuniarti, 2001). Laju perkecambahan benih yang cepat memungkinkan pertumbuhan awal anakan akan lebih baik. Benih yang cepat berkecambah akan memberikan kesempatan yang relatif lebih awal dan lebih lama lagi bagi tanaman untuk hidup (Daniel *et al.* 1987).

Plot-plot tanaman pada skala lapangan yang diberi pelakuan benih ditanam dan disiangi menghasilkan berat akar yang tinggi (Tabel 1). Bobot akar yang besar menunjukkan bahwa akar berfungsi baik sebagai penyerap hara dan air

dalam tanah guna mendukung pertumbuhan tanaman. Sementara rasio pucuk akar tanaman merbau berkisar antara 2,13-2,38. Menurut Barnett (1984) dalam Nurhasybi *et al.* (2008) bahwa pertumbuhan bibit akan mencapai adaptasi yang baik dengan daya tahan yang tinggi pada rasio pucuk akar antara 1-3. Karmer dan Kozlowski (1960) dalam Nurhasybi *et al.* (2008) menyebutkan bahwa rasio pucuk akar menunjukkan rasio antara air dan mineral yang diserap dalam proses fotosintesis dan transpirasi.

Pada umumnya keberadaan gulma pada penelitian ini belum menunjukkan pengaruh yang signifikan. Namun pada hakekatnya, gulma tetap menjadi masalah yang perlu dikendalikan. Tabel 1 menunjukkan bahwa metode benih ditutup mulsa tanpa disiangi menghasilkan berat kering akar yang rendah. Williams (2002); Zimdahl (2004) dan Doust *et al.* (2006) menjelaskan bahwa keberadaan jenis gulma dapat bersifat negatif maupun positif terhadap pertumbuhan tanaman yang ditanam dengan teknik pembenihan langsung. Pengaruh tersebut diantaranya mengurangi ketersediaan unsur hara atau mengurangi tekanan temperatur atmosfer dan meningkatkan kelembaban tanah.

Secara umum jenis *Boreria alata* (Rubiaceae) adalah jenis yang hampir ditemukan dan dominan di semua plot penelitian. Jenis ini merupakan teratai tahunan yang memiliki ciri batang segi empat, daun duduk berhadapan dan perakarannya tidak dalam serta batangnya tumbuh merambat dan berbuku-buku, namun demikian dari buku-buku tersebut tumbuh cabang dan potensial membentuk perakaran. Efek persaingan yang ditimbulkannya diduga cukup besar. Gulma ini dilaporkan mengganggu pembangunan penutup tanah kacang, tumbuh dominan dan gawangan karet, sehingga merupakan saingan tanaman muda dan pembibitan serta mengganggu pada saluran drainase.

Pertumbuhan tanaman *I. bijuga* termasuk yang lambat (Mukhtar *et al.* 1993;

Soerianegara dan Lemmens, 1994). Hendromono (2002) menjelaskan bahwa pertumbuhan tanaman yang lambat dapat menimbulkan resiko bersaing dengan gulma lebih lama yang akibatnya dapat menyebabkan terhambatnya pertumbuhan bahkan mengalami kematian. Hasil studi Sun *et al.* (1995) dan Engel and Parrotta (2001) menyimpulkan bahwa kompetisi gulma merupakan faktor utama peningkatan kematian anakan pembenihan langsung, oleh karena itu perlu upaya kontrol yang efektif untuk meminimalisir pengaruh tersebut. Kontrol vegetasi terhadap gulma dapat meningkatkan pertumbuhan dan daya hidup yang tinggi (Purnell 1999; Willoughby *et al.* 2004a dalam Jinks *et al.* 2006).

IV. KESIMPULAN

1. Metode pembenihan langsung merbau (*Intsia bijuga* OK.) dapat diaplikasikan untuk rehabilitasi lahan pada kondisi lahan yang tidak dibersihkan.
2. Teknik pembenihan benih merbau (*Intsia bijuga* OK.) menghasilkan pertumbuhan lebih baik dibandingkan dengan penutupan mulsa.
3. Gulma yang menghambat pertumbuhan merbau (*Intsia bijuga* OK.) perlu dikontrol.

DAFTAR PUSTAKA

- Beyer G. 2008. Direct seeding establishing a forest with seed. Iowa Departement of Natural Resources. Iowa
- Daniel, TW., Helms J.A dan Baker, F.S. 1987. Prinsip-prinsip silvikultur. Marsono D, Soeseno, OH, Penerjemah; Yogyakarta : Gadjah Mada University Press. Terjemahan dari: Principles of Silviculture.
- Departemen Kehutanan RI. 2008. Resume data informasi rehabilitasi hutan dan lahan tahun 2007. Direktorat Bina Rehabilitasi Hutan dan Lahan, Dephut. Jakarta.
- Doust SJ, Erskine PD, Lamb D. 2006. Direct seeding to restore rain-forest species : microsite effect on the early establishment and growth of rainforest tree seedlings on degraded land in the wet tropics of Australia. *Forest Ecology and Management* 234 : 333-343.
- Doust SJ, Erskine PD, Lamb D. 2008. Restoring rainforest species by direct seeding : tree seedling establishment and growth performance on degraded land in the tropics of Australia. *Forest Ecology and Management* 256 : 1178-1188.
- Eden Foundation, 1996. Direct seeding- the natural solution for revegetating Arid Lands. What is direct seeding, and why do it. www.eden-foundation.org/project/_aridland.html. diakses : 12 Agus-tus 2008.
- Engel VL, Parrotta JA. 2001. An evaluation of direct seeding for reforestation of degraded land in Central Sao Paulo State, Brazil. *Forest Ecology and Management* 152 : 169-181.
- Goode A. 2006. The effect of sowing rate, surface amelioration and smoke treatment on emergence and early growth of direct sown native species in South Gippsland. The University of Melbourne. Parkville.
- Hendromono. 2002. Penyiapan lahan tanpa bakar dan tanpa olah tanah untuk tanaman sengon buto (*Enterolobium cyclocarpum* Griseb.). *Bul. Pen. Hutan* 633 : 13-24.
- Jinks RL, Willoughby I, Baker C. 2006. Direct seeding of ash (*Fraxinus excelsior* L.) and scamore (*Acer pseudoplatanus* L.) : the effects of sowing date, pre-emergent herbicides, cultivation and protection on seedling emergence and sur-

- vival. *Forest Ecology and Management* 237 : 373-386.
- Knight AJP, Beale PE, Dalton GS. 1998. Direct seeding of native trees and shrubs in low rainfall areas and non-wetting sands in South Australia. *Agroforestry System* 39 (3) : 225-239.
- Mattjik AA dan Sumertajaya IM. 2000. Rancangan percobaan. IPB Press. Bogor.
- Mukhtar AS, Masano, Mindawati N. 1993. Pembinaan dan pelestarian pohon merbau (*Intsia bijuga* Bl.) di Indonesia. Prosiding Seminar Sehari Optimalisasi Pemanfaatan Kayu Merbau di Indonesia. Asosiasi Pengusaha Hutan Indonesia. Jakarta.
- Niang AI, Amadalo BA, Wolf J de, Gathumbi SM. 2002. Species screening for shoot term planted fallows in the highlands of Western Kenya. *Agroforestry Systems* 56 : 145-154.
- Nurhasybi dan Sudrajat DJ. 2005. Teknik penaburan benih secara langsung sebagai metode alternatif rehabilitasi hutan dan lahan di dalam : dengan IPTEK membangun hutan tanaman demi kemakmuran bangsa dan kelestarian lingkungan. Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengembangan Hutan Tanaman; Yogyakarta, 18 November 2005. Yogyakarta. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan Tanaman, Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Kementerian Kehutanan. hlm 23-27.
- Nurhasybi, Sudrajat DJ, Hariyadi D, Haerujaman AH. 2007. Teknik direct seeding beberapa jenis tanaman hutan merbau (*Intsia bijuga* Bl.) dan gmelina (*Gmelina arborea* Roxb.). Laporan Hasil Penelitian, Sumber Dana DIPA BPTP Bogor Tahun 2007. BPTP. Bogor.
- Nurhasybi, Sudrajat DJ dan Aisyah PS. 2008. Penentuan kriteria kecambah normal yang berkorelasi dengan vigor bibit tusam (*Pinus merkusii* Jungh et de Vriese). *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman* 5 (01) : 1-11.
- Ochsner P. 2001. Direct seeding in the tropics. Danida Forest Seed Centre. Denmark.
- Owuor BO, Gudu S, Niang A. 2001. Direct seeding of *Sesbania sesban* for green manure in agroforestry system [komunikasi pendek]. *Agroforestry System* 52 : 23-25.
- Purnell K, Higgins I. 1999. What is direct seeding. Landcare Notes LC0108. State of Victoria, Department of Natural Resources and Environment. Victoria.
- Q-H Yang, X Wei, X-L Zeng, W-H Ye, X-J Yin, Wang Z-M and Y-S Jiang. 2008. Seed biology and germination ecophysiology of *Camellia nitidissima*. *Forest Ecology and Management* 255 : 113-118.
- Schmidt L. 2000. Guide to Handling of tropical and subtropical forest seed. Danida Forest Seed Centre. Denmark.
- Schmidt L. 2007. Tropical forest seed. Springer.
- Schmidt L. 2008. A review of direct sowing versus planting in tropical afforestation and land rehabilitation. Faculty of Life Sciences University of Copenhagen. Denmark.
- Seiwa K, Watanabe A, Saitoh T, Kannu H, Akasaka S. 2002. Effect of burying and seed size on seedling establishment of Japanese Chestnuts, *Castanea crenata*. *Forest Ecology and Management* 164 : 149-156.
- Soerianegara I, Lemmens, R.H.M.J. 1994. Plant resources of South-East Asia, Timber Trees : Major commercial Timbers 5 (1). Prosea. Bogor.

- Suhartati. 2007. Pengaruh perlakuan awal terhadap viabilitas benih sengon buto (*Enterolobim cyclocarpum* Griseb). Jurnal Penelitian Hutan Tanaman Vol 4 Suplemen No. 1 : 189-197.
- Sun D, Dickinson GR, Bragg AL. 1995. Direct seeding of *Alphitonia petriei* (Rhamnaceae) for gully revegetation in Tropical Northern Australia. Forest Ecology and Management 73 : 249-257.
- Tuheteru, FD. 2009. Pengembangan teknik pembenihan langsung (*direct seeding*) untuk regenerasi hutan (Tesis). Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Williams RJF. 2002. Weed competition. *di dalam* : Naylor REL, editor. Weed Management Handbook, edisi ke-9. Blackwell Science.
- Woods K, Elliott S. 2004. Direct seeding for forest restoration on abandoned agricultural land in Northern Thailand. *J. Trop. For. Sci* 16 (2) : 248-259.
- Yuniarti dan Kurniawati PP. 1997. Litbang pengannan benih merbau (*Intsia bijuga* Bl) (penaksiran potensi produksi buah/benih per-pohon dan mutu benih pada satu musim berbuah). Laporan Uji-coba Teknologi Perbenihan. Balai Teknologi Perbenihan. Bogor.
- Yuniarti N. 2001. Mengenal perbenihan dan budidaya tanaman merbau (*Intsia bijuga* O.Ktze). Tekno Benih Vol. VI No. 1. Balai Teknologi Perbenihan, Balitbanghut Dephut. Bogor.
- Zimdahl RL. 2004. Weed-crop competition a review. Edisi ke-2. Blackwell Publishing.

Lampiran (Appendix) 1. Sifat fisik dan kimia tanah di lokasi penelitian (*Result of soil physical and chemical in the study sites*)

Sifat tanah (<i>Soil properties</i>)*	Nilai (<i>Value</i>)	Kelas (<i>Class</i>)
Tekstur (<i>Texture</i>) %		
• Pasir (<i>Sand</i>)	5	
• Debu (<i>Silt</i>)	11	
• Liat (<i>Clay</i>)	84	Liat (<i>Clay</i>)
pH		
• H ₂ O	4.83	Masam (<i>Acid</i>)
• KCl	4.07	sangat masam (<i>Very acid</i>)
Bahan organik (<i>Organic matter</i>)		
• C (%)	1.32	Rendah (<i>Low</i>)
• N (%)	0.12	Rendah (<i>Low</i>)
• C/N (%)	11	Sedang (<i>Moderate</i>)
P ₂ O ₅ Ekstrak (<i>Extraction</i>) HCl (mg/kg)	374	sangat tinggi (<i>Very high</i>)
K ₂ O Ekstrak (<i>Extraction</i>) HCl (mg/kg)	36	Sedang (<i>Moderate</i>)
Nilai Tukar Kation (<i>Cation exchange value</i>)		
• K (cmol/kg)	0.07	sangat rendah (<i>Very low</i>)
• Ca (cmol/kg)	6.71	Sedang (<i>Moderate</i>)
• Mg (cmol/kg)	0.57	Rendah (<i>Low</i>)
• Na (cmol/kg)	0.05	sangat rendah (<i>Very low</i>)
Kejenuhan basa (<i>Base saturation</i>) (%)	50	Sedang (<i>Moderate</i>)
Al dapat ditukar (<i>Exchanged</i>) (cmol/kg)	0.77	
H dapat ditukar (<i>Exchanged</i>) (cmol/kg)	0.24	

Keterangan (*Remark*): *Balai Penelitian Tanah, Laboratorium Penelitian dan uji Tanah, Bogor (*Soil Research Institute, Laboratory of Research and Testing Soil, Bogor*).

Lampiran (Appendix) 2. Gambaran umum kondisi iklim di lokasi penelitian (*The climate conditions in the study sites*)

Tanggal (<i>Date</i>)	Temperatur (<i>Temperature</i>)		Kelembaban nisbi (<i>Relative humidity</i>) (%)	Intensitas matahari (<i>Sunlight intensity</i>) (kalori/cm ²)	Curah hujan (<i>Rainfall</i>) (mm)
	Maks (°C)	Min (°C)			
Nopember 2008					
• 18-24	30.0	23.1	84.3	187.6	9.9
• 25-30	32.1	22.6	84.6	288.0	3.7
Desember 2008					
• 1-7	32.3	22.8	84.8	306.6	3.6
• 8-14	30.0	22.2	89.6	207.1	5.6
• 15-21	29.4	22.5	90.0	219.6	21.9
• 22-31	30.4	22.2	86.1	231.9	5.9
Januari 2009					
• 1-7	31.0	21.3	82.5	263.3	2.2
• 8-14	27.3	22.0	92.2	147.7	17.8
• 15-21	28.5	22.1	88.8	177.7	27.0
• 22-31	29.9	22.5	88.2	217.8	4.3
Pebruari 2009					
• 1-7	27.7	21.8	92.3	163.0	21.2
• 8-14	29.5	21.9	85.4	194.4	9.8
• 15-21	30.8	22.6	87.1	239.7	1.4
• 22-31	30.3	22.3	85.3	244.9	12.6

Keterangan (*Remark*) : Kelas curah hujan (*Rainfall class*), 5-20 mm/hari (ringan), 20-50 (normal), 50-100 mm/hari (lebat) dan > 100 mm/hari (sangat lebat). Sumber data : Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Stasiun Klimatologi Darmaga Bogor (Rainfall class, 5-20 mm/day (*light*), 20-50 (*normal*), 50-100 (*heavy*) dan > 100 (*very heavy*). Sumber data (*Source data*) : Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Stasiun Klimatologi Darmaga Bogor.