

PERTUMBUHAN SEMAI SENGON DAN MANGIUM PADA TANAH PADAT

(GROWTH OF MANGIUM AND SENGON SEEDLING ON COMPACTED SOIL)

Juang Rata Matangaran ^{*)1)} Cahyo Wibowo ²⁾, Ujang Suwarna ¹⁾

ABSTRACT

The research was conducted to examine the seedling of mangium (*Acacia mangium*) and sengon (*Paraserianthes falcataria*) on compacted soil. Soil was compacted with a proctor test at the different level of bulk density (0.9;1.0; 1.1; 1.2; 1.3 g/cm³) with 10 replications. The compacted soil was put into the plastic pot. After 6 month growth in pot the seedling growth response was measured. The result showed that the root penetration and seedling height linearly decrease with the increase of bulk density. The root of seedling of mangium (*Acacia mangium*) and sengon (*Paraserianthes falcataria*) could not penetrate deeply at the hardest soil (1.3 g/cm³). Roots needs space to grow. The space was occupied by soil particles and soil pores. Root may influence chemical and physical properties of soil. In related to the compacted soil the root penetration is the important variable which is affected by the soil hardness. Under the condition of decrease penetration, seedling can not grew well in lack of nutrient to be absorbed by the root. On the other hand the bulk density 1.3 g/cm³ showed difference for seedling height response. However, the growth response was significantly reduced at the level of 1.3 g/cm³. The bulk density 1,3 g/cm³ was the critical limit of soil hardness for the seedling of Mangium and Sengon growth.

Keywords : Soil compaction, root penetration, seedling height, *acacia mangium*, *paraserianthes falcataria*.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menguji respon pertumbuhan semai Mangium (*Acacia mangium*) dan Sengon (*Paraserianthes falcataria*) pada tanah padat. Tanah dipadatkan sesuai dengan kepadatan tanah di areal operasi peralatan berat pada areal Hutan Tanaman Industri. Tanah dipadatkan dengan menggunakan proctor test dengan berbagai variasi tingkat kepadatan tanah yaitu (0.9,1.0,1.1,1.2,1.3 g/cm³) dengan masing-masing 10 ulangan. Tanah yang telah dipadatkan dimasukkan kedalam pot paralon dan semai ditumbuhkan. Setelah bertumbuh 6 bulan respon pertumbuhan kedua jenis semai tersebut diukur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedalaman penetrasi akar dan pertumbuhan tinggi berkurang dengan meningkatnya kepadatan tanah. Akar dari mangium dan sengon tidak dapat menembus dalam pada kepadatan tanah 1,3 g/cm³. Akar memerlukan rongga untuk dapat bertumbuh baik. Rongga telah terisi dengan partikel tanah. Akar bisa dipengaruhi oleh sifat fisik tanah dan kepadatan tanah adalah variabel yang berpengaruh terhadap pertumbuhan akar. Pada kondisi kedalaman penetrasi akar yang berkurang semai tidak dapat tumbuh baik karena kekurangan hara yang dapat diserap oleh akar. Tingkat kepadatan tanah 1,3 g/cm³ adalah sangat berpengaruh mengurangi respon pertumbuhan akar maupun tinggi semai. Oleh sebab itu kepadatan tanah 1,3 g/cm³ adalah batas kritis kepadatan tanah untuk pertumbuhan normal dari Sengon dan Mangium.

Kata kunci : Kepadatan tanah, penetrasi akar, tinggi semai, *acacia mangium*, *paraserianthes falcataria*.

PENDAHULUAN

Terbukanya lapisan atas tanah dan pemadatan tanah hutan sangat biasa akibat penggunaan *forwarder* untuk operasi penyaradan di areal Hutan

Tanaman Industri (HTI). Berat *forwarder* ditambah muatan dimana seluruh kayu tidak terseret dipermukaan tanah tetapi dimuat didalam bak *forwarder* mengakibatkan *ground pressure* pada permukaan tanah akan sangat besar yang pada akhirnya menyebabkan pemadatan tanah (*soil compaction*) yang sangat intensif. Terbentuknya cekungan yang dalam pada bekas jejak roda/ban (*rut/rutted*), serta terbukanya lapisan permukaan tanah (*top soil*) menunjukkan kerusakan tanah yang sangat parah akibat operasi *forwarder* tersebut.

¹⁾ Dep. Manajemen Hutan Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor

²⁾ Dep. Silviculture Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor

^{*)} Korespondensi penulis : jrmatangaran@yahoo.com

Penggunaan *forwarder* untuk operasi penyaradan di areal hutan tanaman menyebabkan kerusakan tanah berupa pemadatan tanah yang intensif karena beratnya *forwarder*. Berat *forwarder* ditambah muatan dimana seluruh kayu tidak terseret dipermukaan tanah tetapi dimuat didalam bak *forwarder* mengakibatkan *ground pressure* pada permukaan tanah akan sangat besar yang pada akhirnya menyebabkan pemadatan tanah yang sangat intensif.

Manuver *forwarder* menyebabkan terbentuknya cekungan yang dalam pada bekas jejak roda/ban (*rutted*), serta terbukanya lapisan permukaan tanah (*top soil*) menunjukkan kerusakan tanah yang sangat parah akibat operasi *forwarder* tersebut (Aruga *et al.*, 2001, Elliason 2005, Sakai *et al.*, 2008). Pemadatan tanah pada pemanenan kayu di hutan umumnya terjadi karena bekerjanya alat berat berupa traktor penyarad kayu. Tapak traktor penyarad kayu umumnya traktor berban ulat (*rupsban/crawler/track tractor*) atau beroda karet (*wheel skidder/rubber tired skidder*) yang dilengkapi dengan pisau (*blade*) dan *winch*, secara umum disebut *bulldozer*. *Bulldozer* bergerak mendorong tanah dan membuat jalan sarad kemudian menyarad kayu keluar dari tunggak ke Tpn/*landing*. Bergeraknya alat berat tersebut di atas permukaan tanah hutan menyebabkan kerusakan berupa hilangnya lapisan permukaan tanah (*topsoil*) berupa erosi (*erosion*) dan limpasan permukaan (*run off*) yang besar serta Bergeraknya partikel tanah menjadi bertambah padat dengan berkurangnya porositas tanah (Matangaran dan Kobayashi, 1999).

Pengaruh penggunaan alat berat dalam penyaradan kayu berupa meningkatnya kerapatan massa tanah (*bulk density*), berkurangnya total ruang pori, berkurangnya laju infiltrasi, berkurangnya permeabilitas tanah, berkurangnya kapasitas tampung air, berubahnya struktur butir tanah (Diazjunior, 2003). Pemadatan tanah terjadi karena dipengaruhi oleh beberapa faktor yang berhubungan dengan keadaan tanah dan gaya luar yang bekerja pada tanah tersebut. Hal yang penting diperhatikan adalah besarnya *ground pressure* dan getaran yang terjadi, lapisan serasah, tekstur tanah, struktur dan kadar air selama proses pemadatan berlangsung (Marsili *et al.*, 1998).

Beberapa hasil penelitian menunjukkan semakin tinggi intensitas penyaradan makin meningkat kepadatan tanah. Pada awal rit sampai dengan 4 atau 5 rit terjadi peningkatan yang drastis tetapi selanjutnya relatif konstan (Matangaran *et al.*, 2000, 2006; Diazjunior, 2003). Penggunaan alat berat dalam operasi penyaradan menyebabkan

kehilangan material tanah dan terjadinya cekungan permukaan tanah (*rutted*) pada hutan di Belgia (Herbauts *et al.*, 1996)

Akibat terpadatkannya tanah hutan maka perakaran pohon terganggu yang pada akhirnya produktivitas panen akan berkurang (Coder, 2000). Pemadatan tanah secara signifikan terjadi pada penggunaan *forwarder*, *skidder*, dan *processor* di beberapa lokasi hutan tanaman di Jepang (Matangaran *et al.*, 2000; 2006⁽¹⁾, 2006⁽²⁾). Sedangkan pertumbuhan anakan jenis meranti (*Shorea selanica*) sangat terganggu pada tingkat kepadatan tanah 1,2 g/cm³ (Matangaran dan Kobayashi, 1999; Matangaran 2004, 2002). Penelitian Wasis (2006) di areal HTI di Sumatera Selatan menunjukkan penurunan kualitas tempat tumbuh pada rotasi kedua pemanenan diakibatkan selain kebakaran hutan juga karena aktivitas pemanenan berupa penyaradan kayu menggunakan *forwarder*. Pertumbuhan anakan *Dryobalanops lanceolata* dan *Shorea leprosula* terganggu akibat miskinnya bahan organik dibekas jalan sarad (Nussbaum *et al.*, 1995).

Tujuan Penelitian ini adalah menguji respon pertumbuhan semai Mangium (*Acacia mangium*) dan Sengon (*Paraserianthes falcataria*) terhadap variasi tingkat kepadatan tanah, menganalisis batas kritis tingkat kepadatan tanah terhadap respon pertumbuhan semai Mangium dan Sengon.

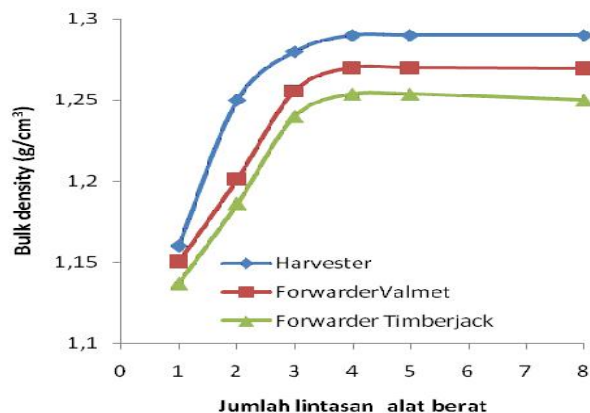
BAHAN DAN METODE

Metode penelitian dilakukan dengan cara penelitian lapangan di areal Hutan Tanaman Industri di Sumatera Selatan. Penelitian lapangan dilakukan dengan mengukur kepadatan tanah areal bekas operasi *forwarder* dan harvester serta respon pertumbuhan anakan yang telah bertumbuh 6 bulan di areal tersebut. Penelitian laboratorium dilakukan di Laboratorium Pemanenan Hutan Fakultas Kehutanan IPB dengan cara membuat simulasi kepadatan tanah dengan alat *proctor test* dan uji sifat fisik tanah. Pengujian respon pertumbuhan Sengon dan Mangium dilakukan di rumah kaca Laboratorium Silviculture Fakultas Kehutanan IPB.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran di areal Hutan Tanaman Industri di Sumatera Selatan menunjukkan bahwa rata-rata kepadatan tanah di areal bekas jalan sarad *forwarder Valmet* menunjukkan peningkatan *bulk density* pada 3x melintas dan mencapai nilai

maksimum pada 4 x melintas serta cenderung konstan sampai dengan 8x melintas. Pola peningkatan kepadatan tanah cenderung sama dengan forwarder Timberjack, tetapi terdapat perbedaan nilai kepadatan yang lebih besar pada Valmet. Pada forwarder Timberjack beroperasi tanpa serasah 1 x melintas nilai kepadatan tanah 1,15 g/cm³ sedangkan pada Valmet 1,16 g/cm³. Pada 3 x lintasan forwarder Timberjack menunjukkan kepadatan tanah sebesar 1,26 g/cm³ sedangkan Valmet sebesar 1,28 g/cm³. Perbedaan ini disebabkan karena kapasitas muat kayu pada Timberjack lebih sedikit dibandingkan Valmet. Timberjack memuat kurang lebih 10 m³ kayu sedangkan Valmet dapat memuat sampai dengan 14 m³ kayu. Berat kayu mempengaruhi total beban yang didistribusikan pada tapak forwarder valmet tersebut sehingga *ground pressure* pada tapak roda menjadi lebih besar. Rentang kepadatan tanah yang terjadi adalah antara 1 g/cm³ sampai 1,3 g/cm³. (Gambar 1, Tabel 1)



Gambar 1. Kepadatan tanah akibat operasi alat berat forwarder dan harvester

Tabel 1. Tinggi anakan *Acacia mangium* usia 6 bulan pada lokasi bekas operasi penyaradan terhadap perbedaan kepadatan tanah.

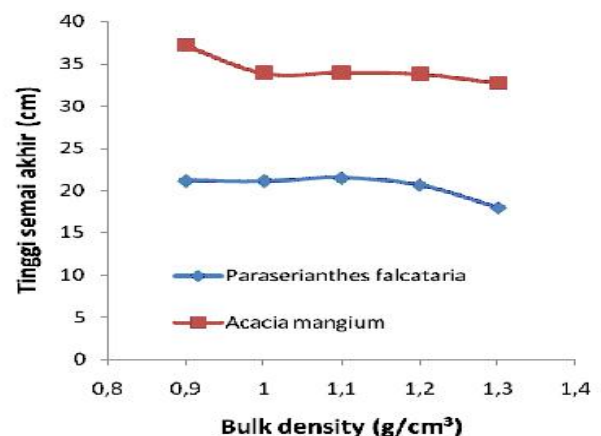
No	Lokasi tanaman <i>Acacia mangium</i>	Tinggi tanaman (cm) (rata2, std dev)	Bulk density (g/cm ³)	Cone index (kg/cm ²)
1.	Areal bekas operasi forwarder	388,8 ± 13,3	1,18 ± 0,03	10,57 ± 1,12
2.	Areal bekas operasi harvester	201,0 ± 31,9	1,29 ± 0,05	12,5 ± 1,69
3.	Tpn	147,8 ± 14,6	1,39 ± 0,08	12,99 ± 1,23

Respon pertumbuhan *Acacia mangium* pada areal bekas operasi penyaradan kayu oleh alat sarad forwarder dibandingkan dengan harvester dan Tpn dapat dilihat menunjukkan perbedaan respon

pertumbuhan yang lebih baik pada areal bekas penyaradan oleh forwarder dibandingkan dengan harvester. Pertumbuhan tinggi juga lebih baik pada areal bekas operasi forwarder dibandingkan dengan Tpn. Makin tinggi nilai *bulk density* makin rendah tinggi tanaman mangium. Pada Tpn pertumbuhan tinggi mangium lebih rendah dibandingkan pada areal bekas operasi forwarder.

Tingkat kepadatan tanah dilapangan disimulasikan di laboratorium dengan menggunakan proctor test. Dilakukan penambahan kadar air tanah untuk mendapatkan kepadatan maksimum. Hasil menunjukkan bahwa tanah dapat dipadatkan maksimum pada kadar air 23 % dengan jumlah pukulan standar yaitu sebanyak 25 kali pukulan proctor. Pada kondisi kadar air tanah 23 % tersebut dicari jumlah pukulan proctor yang memberi kepadatan sesuai kepadatan di lapangan yang diinginkan yaitu : 0,9 g/cm³; 1,0 g/cm³; 1,1 g/cm³; 1,2 g/cm³; 1,3 g/cm³. Nilai 0,9 g/cm³ mewakili kondisi tanah asal yg tidak terpadatkan (*undisturb*) sedangkan 1,0 g/cm³ sampai 1,3 g/cm³ mewakili kepadatan tanah akibat penyaradan kayu oleh forwarder dan harvester.

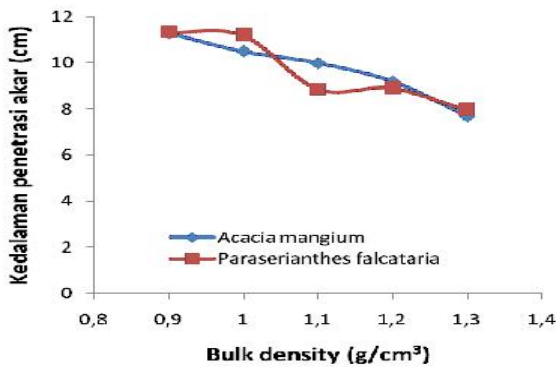
Respon pertumbuhan tinggi semai pada bulan ke 6 setelah bertumbuh pada tanah padat menunjukkan perubahan. Perubahan terjadi pada tanah yang sangat padat saja yaitu tingkat kepadatan tanah 1,3 g/cm³, sedangkan tingkat kepadatan lainnya tidak menunjukkan perbedaan yang berarti. Semai sengon dan mangium memberikan respon negatif terhadap kepadatan tanah pada tingkat 1,3 g/cm³. Kedua jenis ini menunjukkan respon pertumbuhan tinggi semai yang cenderung menurun pada tingkat kepadatan 1,3 g/cm³ (Gambar 2)



Gambar 2. Tinggi semai Sengon dan Mangium setelah 6 bulan tumbuh pada tanah padat.

Dari hasil penelitian ini maka kedua jenis ini perlu dipertimbangkan kembali untuk dipilih dan ditanam pada rotasi kedua karena pada rotasi kedua kepadatan tanah sudah cukup padat akibat operasi alat berat penyaradan kayu. Alat penyaradan kayu seperti *harvester* dan *forwarder valmet* menyebabkan tingkat kepadatan tanah yang tinggi akibat ground pressure alat ditambah dengan beban muatan sortimen kayu yang mencapai 14 m³ per tripnya.

Kedalaman penetrasi akar (Gambar3) berkurang pada jenis *Paraserianthes falcataria* (Sengon) dan *Acacia mangium* (Mangium) akibat meningkatkan nilai kepadatan tanah. Respon penurunan kedalaman penetrasi akar kedua jenis tersebut terjadi pada kepadatan tanah 1,1 g/cm³. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Paraserianthes falcataria* (Sengon) dan *Acacia mangium* (Mangium) menunjukkan angka NPA yang tinggi (lebih dari 4 bahkan lebih dari 5) Tabel 2. Jenis Sengon dan Mangium adalah jenis yang lebih rentan terhadap kepadatan tanah. Perubahan kepadatan tanah menjadi lebih padat menyebabkan akar kedua jenis tersebut terganggu pertumbuhannya.



Gambar 3. Kedalaman penetrasi akar Sengon dan Mangium setelah 6 bulan tumbuh pada tanah padat.

Tabel 2. Nisbah Pucuk Akar (NPA) Sengon dan Mangium pada tanah padat.

Jenis tanaman HTI	Nisbah Pucuk Akar (NPA) pada kepadatan tanah				
	0,9 g/cm ³	1 g/cm ³	1,1 g/cm ³	1,2 g/cm ³	1,3 g/cm ³
1. <i>Acacia mangium</i>	2,71	2,92	4,12	5,23	4,74
2. <i>Paraserianthes falcataria</i>	2,71	4,05	4,97	4,25	4,39



Gambar 4. Respon Pertumbuhan Sengon (*Paraserianthes falcataria*) pada berbagai tingkat kepadatan tanah.



Gambar 5. Respon Pertumbuhan Mangium (*Acacia mangium*) pada berbagai tingkat kepadatan tanah.

KESIMPULAN

Disimpulkan bahwa jenis *Paraserianthes falcataria* (Sengon) dan *Acacia mangium* (Mangium) tidak tumbuh baik pada tanah, terutama pada tingkat kepadatan tanah lebih dari 1,3 g/cm³.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan Nasional atas sponsor biaya penelitian ini. Juga disampaikan terima kasih kepada Dr.Cipta Purwita dan staf atas bantuannya untuk penelitian lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aruga, K., J.R. Matangaran, K. Nakamura, R.Sakurai, M.Iwaoka, T.Nitami, H.Sakai, H.Kobayashi (2001) Vehicle Management System for Forest Environmental Conservation. *In* Proceeding of The First International Precision Forestry Cooperative Symposium. USDA Forest Service, Seattle, Washington, June 17-20, 2001.
- Coder, K.D., 2000. Soil Compaction Impact on Tree Roots. Univ Georgia.
- Diazjunior, M., 2003. A Soil Mechanics Approach to Study Soil Compaction and Traffic Effect on the Pre consolidation Pressure of Tropical Forest. Soil Sci.Fed Univ.of Lavras Brazil.
- Eliasson, L.,2005. Effect of Forwarder Tyre Pressure on Rut Formation and Soil Compaction. *Silva Fennica* 39(4):549-557.
- Herbaut, J., J. Elbayad, W. Gruber.1996. Influence of Logging Traffic on the Hydromorphic Degradation of Acid Forest Soil Developed on Loessic Loam in Middle Belgium. *Forest Ecology and Management* 87 (1-3):193-207
- Marsili, A., P.Servadio, M.Pagliai, N. Vignozzi.1998. Change of Some Physical Properties of a Clay Soil Following Passage of Rubber and Metal Tracked Tractors. *Soil and Tillage Research* 49(3):185-199
- Matangaran, J.R., K.Aruga, R.Sakurai, M.Iwaoka, H.Sakai. 2006⁽¹⁾. The Recovery of Soil Compaction in the Selection Logged Over Area at Tokyo University Forest in Hokkaido. *Journal of The Japan Forest Engineering Society*, Vol 21(1): 79-82
- Matangaran, J.R., K.Aruga, R.Sakurai, H.Sakai, H.Kobayashi. 2006⁽²⁾. Effects of Multiple Passes of Tractor on Soil Bulk Density A Case Study in the Boreal Natural Forest of Tokyo University Forest in Hokkaido. *Journal of The Japan Forest Engineering Society*, Vol 21 (3): 227-231
- Matangaran, J.R. 2004. The Growth of Mangium (*Acacia mangium* Willd) and Kayu Afrika (*Maesopsis eminii* Engl.) on Compacted Soil. *Jurnal Teknologi Hasil Hutan*, Vol. XVII (2):51-59
- Matangaran, J.R., M.Iwaoka, H. Sakai and H. Kobayashi. 1999. Soil Compaction by a Processor and Forwarder on a Thinning Site. *Journal of The Japan Forest Engineering Society* Vol.14 (3): 209-212.
- Matangaran, J.R., H. Kobayashi. 1999. The Effect of Tractor Logging on Forest Soil Compaction and Growth of *Sorea selanica* Seedling in Indonesia. *Journal of Forest Research* Vol.4 (1) :13-15.
- Nussbaum, R, J. Anderson , T.Spenser. 1995. Factor Limiting the Growth of Indigenous Tree Seedling Planted on Degraded Rain Forest Soil in Sabah Malaysia. *Forest Ecology and Management* 74 (1-3):149-159. Sakai H, T. Nordfjell, K. Suadicanani , B. Talbot , E. Bollehuus 2008. Soil Compaction on Forest Soils From Different Kinds of Tires and Tracks and Possibility of Accurate Estimate. *Croatia Journal Forest Engineering* 29(1):15-27.
- Wasis, B, 2006. Perbandingan Kualitas Tempat Tumbuh Antara Daur Pertama dengan Daur Kedua Pada Hutan Tanaman Acacia Mangium Willd. Disertasi. Fakultas Pasca Sarjana IPB