

**Tingkat Pembukaan Kanopi Hutan Akibat Kegiatan Pemanenan
pada Sistem Silvikultur Tebang Pilih Tanam Indonesia**
(*Opened Forest Canopy Caused by Forest Exploitation Using Indonesian Selective
Cutting and Planting Silvicultural System*)

Wahyudi

*Jurusan Kehutanan, Faperta, Universitas Palangka Raya
Jl. H. Timang Palangka Raya, 73111. Email: wahyudi888@for.upr.ac.id*

ABSTRACT

Forest exploitation (harvesting) on the production forest management using silvicultural system of Indonesian Selective Cutting and Planting (ISCP) has been conducted since 1989. This research was aimed to analyze forest degradation in the form of opened forest canopy that be caused by harvesting using ISCP system. The research was located at the working areas of 2018 at PT Gunung Meranti forest concession. Research samples namely 30 trees, they were divided into 6 diameter classes i.e. 41 to 50 cm, 51 to 60 cm, 61 to 70 cm, 71 to 80 cm, 81 to 90 cm dan 91 cm up. Each diameter classes was compiled into 5 trees. Research result show the equation of opened forest canopy which caused degraded forest that be analyzed using tree diameter, i.e. $Y=24,472+0,4428X$ ($R^2=67,45\%$).

Keywords: degradation, diameter, harvesting, equation

PENDAHULUAN

Pengelolaan sumberdaya hutan di Indonesia dilaksanakan untuk sebesar-besarnya kemakmuran rakyat. Dalam rangka mendapatkan nilai ekonomi terhadap sumberdaya hutan, maka hutan produksi harus dikelola untuk mendapatkan hasil hutan, terutama kayu bulat. Pengusahaan hutan produksi telah dijalankan sejak tahun 70-an melalui sistem konsesi, yaitu melalui Izin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu (IUPHHK) yang dahulu bernama Hak Pengusahaan Hutan (HPH). Sejak tahun 2009, pengelolaan hutan produksi harus dilaksanakan menggunakan salah satu atau beberapa sistem silvikultur (*multiple silvicultural system*) yang diijinkan pemerintah (Kementerian Kehutanan),

seperti Tebang Pilih Tanam Indonesia (TPTI), Tebang Pilih Tanam Jalur (TPTJ), Tebang Rumpang dan Tebang Habis dengan Permudaan Buatan (THPB) (Permenhut No. P.11/Menhut-II/2009).

Kegiatan pemanenan kayu (*forest harvesting*) meliputi kegiatan penebangan pohon dan penyaradan. Kegiatan tersebut bertujuan untuk menghasilkan kayu guna pemenuhan kebutuhan bahan baku industri hilir dalam negeri dan untuk pemenuhan terhadap pasar domestik. Pemanfaatan hasil hutan melalui kegiatan pemanenan kayu ini dapat menimbulkan perubahan terhadap ekosistem hutan. Dampak dari kegiatan pemanenan kayu di hutan alam antara lain mengakibatkan pembukaan tajuk sehingga intensitas cahaya yang sampai ke lantai hutan menjadi lebih tinggi, serta adanya

pengelupasan topsoil akibat robohnya pohon dan kegiatan penarikan kayu (Elias, 2008). Pembalakan ramah lingkungan yang dapat meminimalisir kerusakan lingkungan memerlukan biaya dan investasi awal yang tinggi sehingga tidak banyak pengusaha hutan yang bersedia menerapkan secara serius (Saridan dan Soegiharto, 2007). Oleh karena itu kegiatan pengelolaan dan pemanfaatan hutan alam, terutama pada tahapan pemanenan kayu, masih banyak yang belum dilakukan secara baik dan benar sesuai kaidah-kaidah dalam teknik RIL. Kegiatan pemanenan kayu seharusnya direncanakan dan dilaksanakan dengan benar serta memperhatikan ketentuan-ketentuan yang berlaku karena pengaruhnya sangat besar terhadap kelestarian ekosistem hutan, terutama dalam rangka menjaga kesinambungan struktur dan komposisi tegakan hutan, pertumbuhan tegakan tinggal dan biodiversity (Elias 2002; Wahyudi, 2013).

Inventarisasi Tegakan Tinggal (ITT) merupakan salah satu tahapan kegiatan dalam sistem silvikultur Tebang Pilih Tanam Indonesia (TPTI), sejak 2009 kegiatan ini tidak diberlakukan lagi sehingga data struktur dan komposisi tegakan tinggal pada areal-areal bekas tebangan pemegang IUPHHK-HA tidak dapat tersedia. Pengetahuan tentang struktur dan komposisi tegakan tinggal merupakan bagian terpenting dalam menyusun rencana pengelolaan hutan yang lestari (Dephut, 1997). Selain itu, perlunya kajian terhadap potensi tegakan tinggal untuk penyelamatan pohon-pohon muda agar tidak terjadi penurunan produksi pada siklus tebang berikutnya karena siklus tebang sangat dipengaruhi oleh struktur dan komposisi tegakan tinggal (Indrawan, 2003; Wahyudi, 2012). Dampak yang langsung dirasakan

akibat tidak adanya kegiatan ITT adalah tidak tersedianya data area terdegradasi akibat penebangan, seperti luas areal terbuka dan luas tanah terkupas akibat kegiatan pemanenan kayu. Pada areal terdegradasi ini harus dilakukan penanaman/pengayaan (*enrichment planting*).

PT. Gunung Meranti merupakan salah satu IUPHHK-HA di Kalimantan Tengah yang melakukan perusahaan hutan dengan sistem Tebang Pilih Tanam Indonesia (TPTI). Pelaksanakan kegiatan TPTI di areal kerja PT. Gunung Meranti tahun 2015 diharapkan mampu mewakili areal yang lain, sehingga perhitungan tingkat pembukaan tajuk akibat kegiatan pemanenan kayu dengan sistem TPTI dapat dilakukan di areal PT Gunung Meranti, Kalimantan Tengah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui luas pembukaan tajuk dan luas tanah terkupas akibat kegiatan pemanenan hutan sistem TPTI di areal kerja PT Gunung Meranti, Provinsi Kalimantan Tengah. Penelitian ini juga membuat model persamaan yang mampu menerangkan tingkat pembukaan tajuk dan tanah terkupas berdasarkan diameter pohon-pohon yang ditebang.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada areal kerja blok tebangan RKTUPHHK-HA PT Gunung Meranti tahun 2014. Penelitian dilakukan dengan membuat petak penelitian berukuran 40 m x 240 m (luas 0,96 ha) dengan ulangan sebanyak 5 kali, sehingga secara keseluruhan penelitian ini berada pada areal seluas 4,8 ha. Setiap petak penelitian ditempatkan sedemikian rupa sehingga didalamnya terdapat minimal 1 pohon yang ditebang.

Sample pohon tebang ditentukan dari hasil ITSP sebanyak 30 batang yang mewakili kelas diameter, yaitu 40-49 cm, 50-59 cm, 60-69 cm, 70-79 cm, 80-89 cm dan 90 cm ke atas. Sebelum ditebang, setiap pohon diukur diameter setinggi dada. Setelah penebangan, diukur dampak yang ditimbulkan berupa luas pembukaan tajuk dan luas areal terkupas akibat kerobohan pohon dan penarikan kayu menuju TPn.

Persentase pembukaan tajuk dan pengelupasan topsoil akibat kegiatan pemanenan kayu dihitung berdasarkan perbandingan antara luas pembukaan tajuk dan luas topsoil yang terkelupas akibat kegiatan penebangan kayu dengan luas petak pengamatan.

$$K = \frac{L}{LP} \times 100\%$$

K = Persentase pembukaan tajuk atau topsoil terkupas

L = Luas pembukaan tajuk atau topsoil terkupas

LP = Luas petak penelitian

Hubungan antara diameter pohon yang ditebang dengan luas pembukaan tajuk dan pengelupasan topsoil dibuat persamaan regresi sederhana $Y = k + aX_1$ dimana Y: jenis kerusakan; k: konstanta; a: koefisien; dan X_1 : diameter pohon tebang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rasio kerusakan

Hasil pengukuran diameter pohon tebang yang mewakili kelas diameter 40-49 cm, 50-59 cm, 60-69 cm, 70-79 cm, 80-89 cm dan 90 cm ke atas serta dampak yang ditimbulkan akibat penebangan pohon-pohon tersebut berupa luas pembukaan tajuk dan luas tanah (topsoil) terkupas disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Luas pembukaan tajuk akibat penebangan berdasarkan kelas diameternya

| No | Jenis Pohon | Diameter (cm) | Pembukaan tajuk (m ²) | Luas Topsoil terkupas (m ²) | No | Jenis Pohon | Diameter (cm) | Pembukaan tajuk (m ²) | Luas Topsoil terkupas (m ²) |
|----|-------------|---------------|-----------------------------------|---|----|-------------|---------------|-----------------------------------|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Meranti | 41 | 48,24 | 4,50 | 16 | Mahambun g | 72 | 47,50 | 4,20 |
| 2 | Meranti | 47 | 30,26 | 2,00 | 17 | Keruing | 76 | 56,70 | 1,16 |
| 3 | Benuas | 49 | 55,72 | 1,15 | 18 | Meranti | 72 | 47,75 | 2,25 |
| 4 | Letang | 50 | 60,59 | 5,70 | 19 | Benuas | 76 | 45,50 | 2,24 |
| 5 | Meranti | 50 | 36,47 | 5,00 | 20 | Keruing | 75 | 50,10 | 4,20 |
| 6 | Mahambun g | 52 | 45,30 | 1,04 | 21 | Kerakas | 82 | 75,50 | 15,60 |
| 7 | Kerakas | 54 | 42,34 | 1,25 | 22 | Meranti | 82 | 56,72 | 2,50 |
| 8 | Meranti | 55 | 75,10 | 6,00 | 23 | Benuas | 85 | 51,50 | 3,30 |
| 9 | Mahadirang | 58 | 28,26 | 1,60 | 24 | Keruing | 89 | 56,70 | 3,66 |
| 10 | Meranti | 60 | 78,50 | 5,70 | 25 | Mahambun g | 82 | 95,04 | 2,40 |
| 11 | Suhi | 62 | 45,54 | 1,28 | 26 | Keruing | 94 | 59,40 | 5,40 |
| 12 | Benuas | 65 | 48,99 | 1,86 | 27 | Keruing | 94 | 63,55 | 4,30 |
| 13 | Suhi | 65 | 42,50 | 1,40 | 28 | Meranti | 95 | 92,50 | 6,90 |
| 14 | Suhi | 69 | 50,24 | 3,50 | 29 | Benuas | 100 | 95,10 | 10,00 |
| 15 | Kerakas | 70 | 51,50 | 4,80 | 30 | Kerakas | 119 | 55,56 | 3,00 |

Sumber: Data yang diolah

Berdasarkan analisis data yang dilakukan pada semua petak penelitian seluas 4,8 dapat diketahui intensitas penebangan yang dilakukan PT Gunung Meranti pada areal tersebut, yaitu sebesar 4,58 pohon per ha atau 26,33 m³ per ha; dengan demikian volume bersih setiap batang pohon rata-rata sebesar 5,75 m³ per pohon. Hasil analisis data juga menunjukkan persentase pembukaan tajuk akibat penebangan dan luas areal (topsoil) terkupas terhadap luas seluruh petak penelitian, masing-masing sebesar 3,52% dan sebesar 0,53%.

Data tersebut di atas dapat memberi arahan untuk memprediksi luas areal yang terdegradasi akibat pemanenan hutan berdasarkan intensitas penebangan yang dilakukan. Sebagai contoh, pada etat luas perusahaan sebesar 1.000 ha/tahun, maka luas areal bekas tebangan (*logged over area*) yang mengalami pembukaan tajuk diperkirakan seluas 1000 ha x 3,52% = 35,2 ha dan yang mengalami kerusakan topsoil diperkirakan seluas 1000 ha x 0,53% = 5,3 ha. Data tersebut belum termasuk luas TPN dan TPK serta areal terdegradasi lain akibat pengadaan sarana dan prasarana perusahaan.

Model Kerusakan

Kerusakan hutan akibat kegiatan pemanenan kayu ditentukan oleh intensitas penebangan (Elias, 2008; Junaidi, 2007; Muhdi, 2009). Menentukan luas kerusakan hutan dalam bentuk luas pembukaan tajuk dan luas tanah terkupas sebaiknya memperhatikan intensitas penebangan yang dilakukan, karena kerusakan sudah tentu disebabkan oleh aktifitas penebangan dan penyaradan. Makin tinggi volume penebangan dan penyaradan, maka semakin tinggi pula luas kerusakan yang ditimbulkan. Dalam

rangka menjawab hipotesa tersebut, dibuat model persamaan yang dapat menentukan luas kerusakan hutan dalam bentuk pembukaan tajuk dan pengelupasan topsoil yang disebabkan oleh setiap pohon yang ditebang dan pohon yang ditebang juga dipengaruhi oleh volumenya.

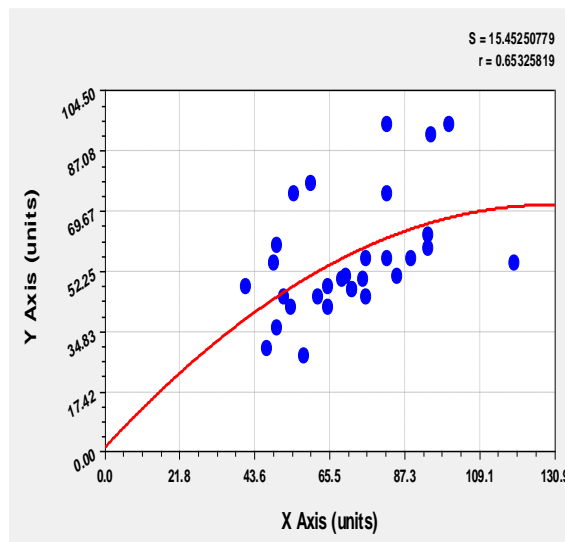
Pengukuran diameter pohon sudah lazim digunakan untuk menentukan volume pohonnya (Wood & Wiant, 1993). Pengukuran diameter pohon di hutan lebih mudah dan praktis dilakukan, sehingga pendugaan kerusakan hutan hanya dilakukan melalui pengukuran diameternya. Data diameter pohon-pohon yang ditebang dapat dilihat pada Laporan Hasil Cruising untuk menduga besaran kerusakan yang akan ditimbulkan. Sedangkan data yang sesungguhnya dapat dilihat pada Laporan Hasil Produksi. Dari data tersebut dapat disusun rencana pembinaan hutan, terutama untuk memenuhi kebutuhan data luas areal yang harus ditanami dan diperkaya.

Tabel 2. Hubungan diameter pohon tebang dengan kerusakan yang ditimbulkan

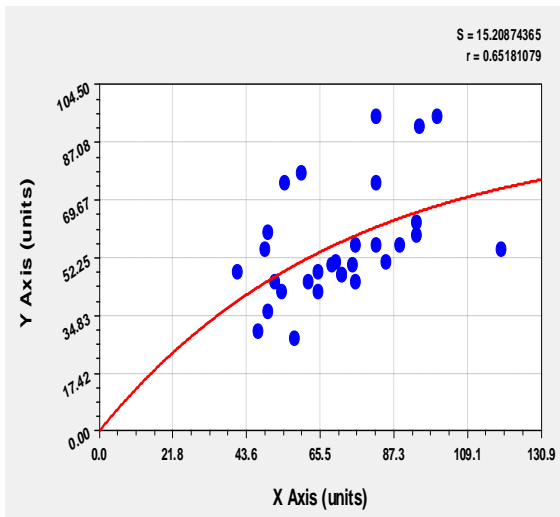
| Diameter Pohon Tebang (cm) | Pembukaan Tajuk (m ²) Y=24,472+0,4428X R ² =67,45 % | Top soil terkupas (m ²) Y=0,5286+0,0467X R ² =65,22% |
|----------------------------|--|---|
| 42 | 43,0696 | 2,4900 |
| 50 | 46,6120 | 2,8636 |
| 60 | 51,0400 | 3,3306 |
| 70 | 55,4680 | 3,7976 |
| 80 | 59,8960 | 4,2646 |
| 90 | 64,3240 | 4,7316 |
| 100 | 68,7520 | 5,1986 |
| 110 | 73,1800 | 5,6656 |
| 120 | 77,6080 | 6,1326 |

Sumber: Data yang diolah

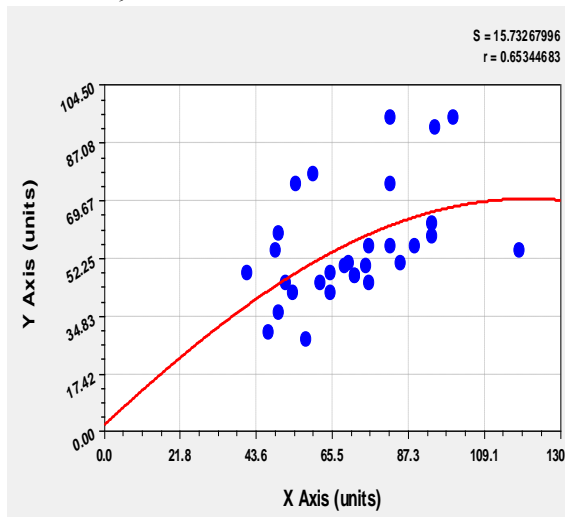
Berdasarkan analisis data, terdapat hubungan regresi antara diameter pohon yang ditebang dengan luas pembukaan tajuk melalui model persamaan $Y=24,472+0,4428X$ ($R^2 =67,45\%$) dan hubungan diameter pohon yang ditebang dengan luas areal (topsoil) terkupas, yaitu $Y=0,5286+0,0467X$ ($R^2 =65,22\%$). Nilai koefisien determinasi sebesar 67,45% dan 65,22% menunjukkan bahwa persamaan tersebut cukup dapat digunakan untuk menerangkan tingkat kerusakan hutan berupa pembukaan tajuk dan pengelupasan topsoil yang disebabkan oleh aktifitas penebangan dan penyaradan kayu. Pada Tabel 2 terlihat prediksi tingkat pembukaan tajuk (m2) dan topsoil terkupas (m2) yang disebabkan oleh pemanenan pohon berdasarkan kelas diameternya.



Quadratic
 X= diameter (cm)
 Y = pembukaan tajuk (m2)
 $Y = a + bX + cX^2$
 a= 1,3646
 b= 1,0768
 c= -4,1325
 $R^2=65,33\%$



Exponential
 X= diameter (cm)
 Y = pembukaan tajuk (m2)
 $Y = a (1 - e^{-bx})$
 a= 9,0449
 b=1,3877
 $R^2= 65,18\%$
 S=15,21



Sinusoidal
 $Y=a+b\cos(cX+d)$
 a= -3,5332 d= -1,2089
 b= 1,0558 $R^2 = 65,34$
 c= 9,9294 S = 15,73

Gambar 1. Hubungan diameter pohon tebang dengan pembukaan tajuk berdasarkan model eksponensial, kuadratik dan sinusoidal

Penggunaan persamaan tersebut mengandung pengertian bahwa makin besar diameter pohon yang dipanen, maka semakin besar pula kerusakan hutan yang terjadi, baik berupa pembukaan tajuk maupun luas tanah yang rusak (terkelupas). Kesimpulan yang terbangun dari persamaan tersebut dapat dimanfaatkan untuk menduga luas areal yang rusak akibat penebangan berdasarkan jumlah pohon yang dipanen. Kesimpulan ini dapat dipergunakan untuk menyusun rencana pembuatan bibit di persemaian dan keperluan bibit untuk penanaman dan pengayaan di lapangan. Beberapa persamaan lain yang menghubungkan diameter pohon tebang dengan pembukaan tajuk ditampilkan menggunakan curvexpert seperti terlihat pada Gambar 2.

Berdasarkan indikator koefisien determinasi pada model persamaan eksponensial, kuadratik, sinusoidal dan MMF masing-masing sebesar 65,18%; 65,33%; 65,34 %; dan 65,23% menunjukkan bahwa model persamaan tersebut cukup mampu menerangkan tingkat pembukaan tajuk berdasarkan diameter pohon yang ditebang. Terdapat korelasi yang positif bahwa pembukaan tajuk hutan dipengaruhi oleh tingkat pemanenan pohon. Makin besar intensitas pemanenan pohon maka semakin besar pula pembukaan tajuk hutan.

KESIMPULAN

Makin tinggi intensitas pemanenan kayu maka semakin luas pembukaan tajuk hutan dan pengelupasan topsoil, dengan prosentase masing-masing sebesar 3,52% dan sebesar 0,53%. Hubungan diameter pohon tebang dengan pembukaan tajuk

hutan adalah $Y=24,472+0,4428X$ ($R^2=67,45\%$)

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Kehutanan. 1997. Handbook of Indonesian Forestry. Departemen Kehutanan Republik Indonesia, Jakarta.
- Direktorat Jenderal Bina Produksi Kehutanan. 2009. Perdirjen No. P.9/VI/BPHA/2009. Pedoman Pelaksanaan Sistem Silvikultur Dalam Areal Izin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu Pada Hutan Produksi. Direktorat Jenderal Bina Produksi Kehutanan, Jakarta.
- Direktorat Jenderal Pengusahaan Hutan. 1993. Surat Keputusan Dirjen No. 151/Kpts/IV-BPHH/1993. Pedoman Tebang Pilih Tanam Indonesia Edisi Revisi. Direktorat Jenderal Pengusahaan Hutan, Jakarta.
- PT Gunung Meranti. 2011. Buku Rencana Kerja Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu Dalam Hutan Alam Pada Hutan Produksi Berbasis Inventarisasi Hutan Menyeluruh Berkala (IHMB) Periode Tahun 2011 s/d. 2020, PT. Gunung Meranti.
- PT Gunung Meranti. 2013. Buku Rencana Kerja Tahunan Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu Dalam Hutan Alam Pada Hutan Produksi Tahun 2014, PT. Gunung Meranti, Banjarmasin.
- Elias. 2002. Reduced Impact Logging (Buku 1 dan 2). IPB Press, Bogor.(a)
- Elias. 2008. Pembukaan Wilayah Hutan. IPB Press, Bogor.

- Junaedi, A. 2007. Dampak Pemanenan Kayu dan Perlakuan Silvikultur Tebang Pilih Tanam Jalur (TPTJ) Terhadap Potensi Kandungan Karbon Dalam Vegetasi Hutan Alam Tropika. Thesis Program Pasca Sarjana. IPB, Bogor.
- Indrawan A., 2003. Verifikasi Model Sistem Pengelolaan Tegakan Hutan Alam Setelah Penebangan Dengan Sistem Tebang Pilih Tanam Indonesia. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*. Vol. IX No. 2 Juli-Desember 2003: 33-42..
- Kementerian Kehutanan. 2009. Peraturan Menteri Kehutanan No : P.11/Menhut-II/2009. Sistem Silvikultur Dalam Areal Izin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu Pada Hutan Produksi. Kementerian Kehutanan, Jakarta.
- Kementerian Kehutanan. 2014. Peraturan Menteri Kehutanan No : P.65/Menhut-II/2014. Perubahan Sistem Silvikultur Dalam Areal Izin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu Pada Hutan Produksi, Kementerian Kehutanan, Jakarta.
- Kershaw, K. A. 1973. Quantitative and Dynamic Plant Ecology. Butter and Tanner Ed. Ke-2, London.
- Kusmana. 2009. Ekologi Lanskap Hutan Tropika. Program Pascasarjana, Departemen Silvikultur, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Lamprecht, H. 1989. Silviculture in the tropics. Tropical forest ecosystem and their tree species in possibilities and method for their long term utilization. GTZ, Germany.
- Ludwig, J.A., and J. F. Reynolds. 1988. Statistical Ecology a Primer on Methods and Computing. John Wiley & Sons, New York.
- Magurran, A. E. 1988. Ecological Diversity and Its Measurement. Croom Helm Ltd, London.
- Marsono, Dj. 1977. Deskripsi Vegetasi dan Tipe-Tipe Vegetasi Tropika. Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Marsono, Dj. dan Sastrosumarto, 1981. Pengaturan Struktur, Komposisi dan Kerapatan Tegakan Hutan Alam dalam Rangka Peningkatan Nilai Hutan Bekas Tebangan HPH. Makalah Lokakarya Sistem Silvikultur TPI. Bogor.
- Mawazin. dan Subiakto, A. 2013. Keanekaragaman dan Komposisi Jenis Permudaan Alam Hutan Rawa Gambut Bekas Tebangan di Riau. Puslitbang Konservasi dan Rehabilitasi, Bogor.
- MacKinnon K, Hatta G, Hakimah H, Arthur M. 2000. Ekologi Kalimantan. Seri Ekologi Indonesia, Buku III. Canadian International Development Agency (CIDA), Prenhallindo, Jakarta.
- Mueller. Dombois, D. and Ellenberg, H. 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Willey and Sons, New York.
- Muhdi. 2009. Dampak Pemanenan Kayu Dengan Teknik Reduced Impact Logging Terhadap Kerusakan Tegakan Sisa di Hutan Alam. Berk. Peneliti Hayati. Medan.
- Odum, E. P. 1996. Dasar-Dasar Ekologi (T. Samingan, Terjemahan). Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Oliver, C.D dan Larson. 1990. Forest Stand Dynamics. MC Graw Hill, Inc. New York.
- Pamungkas, P. 2006. Kajian Aspek Vegetasi dan Kualitas Tanah Sistem Silvikultur Tebang Pilih Tanam
-

- Jalur (Studi Kasus di Areal HPH PT. Sari Bumi Kusuma, Kalimantan Tengah). Disertasi. Program Pasca Sarjana. IPB, Bogor.
- Priyadi, H., dkk. 2009. Pembalakan Ramah Lingkungan. CIFOR. Bogor.
- Sanijar. Manurung, T. F., dkk. 2013. Kerusakan Tegakan Tinggal Akibat Kegiatan Pemanenan Di Areal IUPHHK-HA PT. Kalimantan Satya Kencana. Pontianak.
- Saridan, A. dan Soegiharto, S. 2011. Struktur Tegakan Tinggal Pada Uji Coba Pemanenan di Hutan Penelitian Labanan Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* Vol. 9 No.3. Samarinda.
- Smith, R. L. (1977). *Element of ecology*. New York : Harper & Row. Publisher
- Simon, H. 2007. *Metode Inventore Hutan*. Pustaka Pelajar, Yogyakarta.
- Soekotjo. 2014. *Silvikultur Intensif Menjamin Peningkatan Produktivitas Hutan Alam*. Seminar Multisistem Silvikultur dan Penerapan Silin. Ditjen Bina Usaha Kehutanan, Direktorat Bina Usaha Hutan Alam, Semarang.
- Soerianegara, I. dan Indrawan, I. 1980. *Ekologi Hutan Indonesia*. Departemen Manajemen Hutan. Fakultas Kehutanan. IPB, Bogor.
- Stuckle IC, Siregar CA, Supriyanto, Kartana J. 2001. *Forest Health Monitoring to Monitor the Sustainability of Indonesian Tropical Rain Forest*. ITTO and Seameo Biotrop.
- Susanty, F. H. 2008. *Komposisi Floristik Vegetasi Setelah Tebangan di Areal Hutan Produksi Terbatas*. *Jurnal Penelitian Dipterokarpa* Vol.2 No.1, Samarinda.
- Sutisna, U. 1981. *Komposisi Jenis Hutan Bekas Tebangan di Batulicin, Kalimantan Selatan*. Deskripsi dan analisis. Balai Penelitian Hutan, Bogor.
- Widjatmoko, D. Y. 2000. *Kajian Vegetasi Bekas Tebangan di Areal HPH PT. Andalas Merapi Timber Provinsi Sumatera Barat*. Laporan Khusus Sarjana Kehutanan Terapan. Manajemen Hutan. IPB, Bogor. Tidak dipublikasikan.
- Wahyudi. 2007. *Perbandingan Sistem Pembalakan Ramah Lingkungan (RIL) Dengan Sistem Konvensional Dalam Kegiatan Penyaradan di HPH PT. Gunung Meranti Kalimantan Tengah*. *Jurnal Hutan Tropika Universitas Palangkaraya* Vol. II No.1, Palangkaraya.
- Wahyudi, 2012. *Simulasi Pertumbuhan dan Hasil Menggunakan Siklus Tebang 25, 30 dan 35 Tahun pada Sistem Tebang Pilih Tanam Indonesia*. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, Badan Litbang Kehutanan Bogor, Vol. IX, No.2 Tahun 2012, Bogor.
- Wood GB, Wiant Jr HV. 1993. *Modern Methods of Estimating Tree and Log Volume*. West Virginia University Publications Services.
-