

ANALISIS WAKTU KERJA PENGUKURAN TINGGI POHON MENGUNAKAN KLINOMETER DAN HAGAMETER

Diah Rakhmah Sari* dan Ariyanto
Fakultas Kehutanan, Universitas Mulawarman.
*E-mail: rakmah_sari@yahoo.com

ABSTRACT

Tree height measurement is one part of the inventory activity of standing trees before logging which requires a relatively long time and quite expensive costs, so it needs to use a more productive measuring instrument. There are several commonly used tree height measuring instruments, including the clinometer and hagameter. This study aim is to determine the working time of measuring tree height with clinometer and hagameter. The research method used was to determine the sample tree randomly, then measured the height of each tree with the clinometer and hagameter. In addition, it also calculates the length of time the measurement of the height of each instrument by recording the start and finish time of each measurement activity carried out. The results showed that measuring the height of a tree using clinometer takes 0.68 minutes per tree in average, and using a stick meter aid takes 1.18 minutes in average, and by using haga with a scale board aids takes 0.88 minutes per tree in average. Thus the measurement of tree height by using a clinometer is faster than using a hagameter, while measuring the height of a tree using a hagameter with a scale board is faster than a meter.

Keywords: Hagameter; clinometer, tree height; work time

ABSTRAK

Pengukuran tinggi pohon merupakan salah satu bagian dari kegiatan inventarisasi tegakan yang dilakukan sebelum penebangan yang memerlukan waktu yang relatif lama dan biaya yang cukup mahal, sehingga perlu dipertimbangkan penggunaan alat ukur yang lebih produktif. Terdapat beberapa alat ukur tinggi pohon yang biasa digunakan, diantaranya adalah klinometer dan hagameter. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui waktu kerja pengukuran tinggi pohon dengan klinometer dan hagameter. Hasil penelitian ini diharapkan juga dapat menjadi bahan masukan dalam penggunaan kedua alat ukur tersebut untuk meningkatkan produktivitas pengukuran tinggi pohon. Metode penelitian dilakukan dengan menentukan pohon sampel secara acak, kemudian dilakukan pengukuran tinggi setiap pohon sampel menggunakan klinometer dan hagameter. Selanjutnya, dilakukan perhitungan lamanya waktu pengukuran tinggi pohon masing-masing alat dengan mencatat waktu mulai dan waktu selesai setiap kegiatan pengukuran yang dilakukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengukuran tinggi pohon dengan menggunakan klinometer rata-rata memakan waktu 0,68 menit per pohon, menggunakan hagameter dengan alat bantu meteran memakan waktu rata-rata 1,18 menit per pohon, sedangkan menggunakan hagameter dengan alat bantu papan skala memakan waktu rata-rata 0,88 menit per pohon. Dengan demikian pengukuran tinggi pohon menggunakan klinometer lebih cepat dibandingkan dengan hagameter, sedangkan pengukuran tinggi pohon menggunakan hagameter dengan alat bantu papan skala lebih cepat daripada dengan alat bantu meteran.

Kata kunci: Hagameter; klinometer; tinggi pohon; waktu kerja

PENDAHULUAN

Balenovic dkk (2015) menyatakan bahwa tinggi pohon merupakan variabel penting dalam memberikan gambaran kuantitatif dari pohon dan tegakan yang dapat menentukan kualitas tapak dari tegakan dan memperkirakan beberapa parameter seperti: biomassa, cadangan karbon, pertumbuhan tegakan, dll. Sementara Larjavaara dan Muller-Landau (2013) menyatakan bahwa tinggi pohon adalah variabel kunci untuk memperkirakan biomassa pohon dan menyelidiki sejarah kehidupan pohon, namun sulit untuk melakukan pengukuran di hutan dengan kanopi tinggi dan padat serta tajuk yang lebar. Avery (1975), mengemukakan bahwa oleh karena banyak variabel bebas bergabung ke dalam regresi

untuk memprediksi volume pohon, pengukuran diameter pohon dan tinggi cenderung dilakukan untuk menghitung volume. Pengukuran potensi tegakan dengan menggunakan survey konvensional memerlukan biaya besar dan waktu yang lama (Sahid, 2010).

Data tinggi pohon biasanya diperoleh dengan melakukan kegiatan inventarisasi hutan. Inventarisasi hutan sendiri adalah salah satu kegiatan dalam pengelolaan hutan yang memerlukan waktu cukup lama, tenaga yang banyak dan biaya yang besar. Data potensi tegakan pada umumnya diperoleh dari hasil kegiatan inventarisasi, dimana dalam inventarisasi tersebut massa tegakan ditaksir melalui pendugaan volume setiap pohon penyusun tegakan yang bersangkutan (Susila dan Darwo, 2015). Tinggi

pohon adalah salah satu variabel yang paling sering diukur dalam inventarisasi hutan dan dalam pendekatan kuantitatif untuk penilaian biomassa hutan, cadangan karbon, pertumbuhan, dan produktivitas tapak, dan karena itu banyak usaha yang telah dilakukan untuk menghasilkan pengukuran tinggi pohon yang cepat, mudah dan akurat (Bijak dan Sarzynski, 2015),

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui waktu kerja pengukuran tinggi pohon dengan menggunakan klinometer dan hagameter. Penelitian tentang waktu kerja pengukuran tinggi pohon menggunakan klinometer dan hagameter ini penting dilakukan dalam rangka memperbaiki metode dan cara kerja pengukuran tinggi pohon dan meningkatkan produktivitas pengukuran tinggi pohon.

METODE PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Hutan Pendidikan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman, Kecamatan Lempake, Kota Samarinda, Provinsi Kalimantan Timur.

B. Alat dan Bahan Penelitian

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini, antara lain meteran, klinometer, hagameter, kompas, parang, tongkat, *stop watch*, kamera, dan alat tulis menulis.

Bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini, antara lain kertas HVS, tali rafia, plastik, spidol, cat semprot.

C. Objek Penelitian

Objek yang diamati/diukur dalam penelitian ini adalah 40 pohon sampel yang ditentukan secara acak dengan jenis-jenis yang termasuk ke dalam kelompok tanaman Dipterocarpaceae.

D. Teknik pengumpulan data

1. Data tinggi pohon

Pengumpulan data tinggi pohon dilakukan dengan terlebih dahulu mengukur tinggi pohon menggunakan klinometer pada setiap pohon sampel. Pengukuran tinggi pohon dengan klinometer dilakukan dengan menggunakan alat bantu tongkat kayu. Pohon sampel yang diukur tingginya diberi label yang berisikan data nomor, jenis dan diameter pohon. Kemudian, pada pohon sampel yang sama dilakukan lagi pengukuran tinggi pohon dengan menggunakan hagameter. Pengukuran tinggi pohon dengan hagameter ini dilakukan dengan 2 cara, yaitu dengan menggunakan alat bantu meteran dan papan skala.

2. Data waktu kerja pengukuran tinggi pohon
Waktu kerja pengukuran tinggi pohon dilakukan dengan menggunakan *stop watch* dengan metode non stop. Pengukuran waktu kerja dilakukan dengan mengukur waktu setiap elemen kerja kegiatan pengukuran tinggi pohon dengan menggunakan klinometer dan hagameter. Elemen kerja pengukuran tinggi pohon dengan klinometer adalah: Mencari Posisi Pohon (MP); Mencari Titik Puncak (MTP); Mengukur Titik Bebas Cabang (MTBC); Mencari Tinggi Tongkat (MTT); dan Mencari Titik Dasar (MTD). Elemen kerja pengukuran tinggi pohon dengan hagameter adalah: Mencari Posisi Pohon (MP); Mencari Titik Puncak (MTP); Mengukur Titik Bebas Cabang (MTBC); dan Mencari Titik Dasar (MTD).

E. Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menghitung lamanya waktu setiap elemen kerja pada kegiatan pengukuran tinggi pohon dengan masing-masing alat kemudian menjumlahkannya, sehingga diperoleh total lamanya waktu kerja pengukuran tinggi pohon dengan menggunakan klinometer dan hagameter. Lamanya elemen kerja yang sama pada setiap pengukuran tinggi pohon sampel juga dijumlahkan, untuk memperoleh lamanya total waktu setiap elemen kerja pengukuran tinggi pohon dengan menggunakan klinometer dan hagameter.

Waktu pengukuran tinggi pohon setiap alat diperoleh dengan menjumlahkan waktu keseluruhan setiap alat dan membaginya dengan jumlah pohon yang diukur setiap alat tersebut, seperti pada rumus berikut:

$$\text{Waktu pengukuran tinggi (WP)} = \frac{\sum W}{\sum p}$$

Dimana:

WP = Waktu pengukuran tinggi setiap alat

$\sum W$ = Jumlah total waktu pengukuran tinggi seluruh pohon

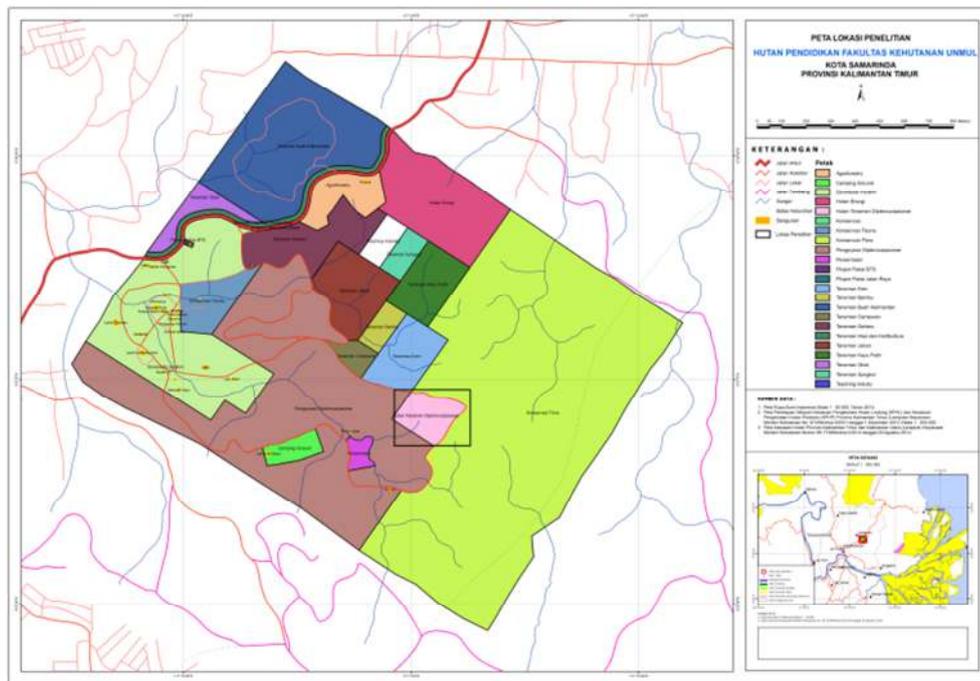
$\sum p$ = Jumlah pohon yang diukur

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Hutan Pendidikan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman (HPFU) dan Laboratorium Pemanenan Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman, Peta lokasi penelitian disajikan pada Gambar 1, Penelitian ini memerlukan waktu \pm 8 bulan efektif dari bulan Februari – September 2018.

Hutan Pendidikan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman (HPFU) atau yang lebih dikenal dengan Kebun Raya Unmul Samarinda (KRUS) pada 17 Februari 2001 sejak ditandatangani kerjasama antara Universitas Mulawarman dengan Pemerintah Kota Samarinda yang ditandatangani oleh Rektor Unmul pada saat itu Prof, Ir, H, Rachmad Hernadi, M, Sc dengan

Walikota Samarinda Drs, Achmad Amin, MM, KRUS merupakan kawasan yang masih bernuansa alami dengan habitat hutan hujan tropis dataran rendah (*low land tropical rain forest*), yang terletak pada ketinggian ± 50 mdpl dengan kelembaban udara 80-90% dan curah hujan bulanan rata-rata $\pm 161,3$ mm (KRUS, 2013; KRUS, 2014).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Pohon sampel yang diukur terletak di Blok Hutan Tanaman Dipterocarpaceae. Hutan tanaman ini ditanam tahun 2006, dengan jarak tanam 6x6. Jenis-jenis yang ditanam di Blok Hutan Tanaman ini adalah jenis kapur, meranti merah dan bangkirai.

Kegiatan pengukuran tinggi pohon dengan klinometer dan hagameter terbagi menjadi beberapa elemen kerja. Waktu kerja untuk setiap elemen kerja pengukuran tinggi pohon dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 1. Waktu Kerja Pengukuran Tinggi Pohon setiap Elemen Kerja

No, Pohon	Jenis	Diameter rata-rata (cm)	Klinometer (menit)					Hagameter dengan Papan Skala (menit)				Hagameter dengan Meteran (menit)			
			MP	MTP	MTBC	MTT	MTD	MP	MTP	MTBC	MTD	MP	MTP	MTBC	MTD
1	MM	17,13	8,59	2,43	2,98	4,80	6,16	1,73	7,98	8,98	5,75	0,32	7,35	5,10	5,08
2	KPR	17,59	4,32	1,00	1,60	2,62	3,23	8,66	3,96	4,66	2,24	5,59	3,72	3,13	2,89
3	BKR	12,7	0,80	0,25	0,65	0,43	0,32	1,53	0,79	0,67	0,39	0,56	0,54	0,32	0,40
Jumlah			13,71	3,68	5,23	7,85	9,71	11,92	12,73	14,31	8,38	6,47	11,61	8,55	8,37
Rata-rata			0,34	0,09	0,13	0,20	0,24	0,30	0,32	0,36	0,21	0,16	0,29	0,21	0,21

Keterangan:

MM: Meranti merah; KPR: Kapur; BKR: Bangkirai

MP: Mencari posisi pohon; MTP: Mencari titik puncak; MTBC: Mengukur titik bebas cabang; MTT:

Mencari tinggi tongkat; MTD: Mencari titik dasar

Dari Tabel 1 dapat diketahui bahwa pada pengukuran tinggi pohon dengan klinometer elemen kerja yang terlama waktunya adalah mencari posisi pengukuran yang pas. Pengukuran tinggi pohon dengan menggunakan klinometer sebaiknya dilakukan pada jarak datar minimal setinggi pohon tersebut, atau pada kelerengan maksimal 70%, karena akan mempengaruhi akurasi atau tingkat ketelitian dari pengukuran tinggi pohon tersebut. Sedangkan untuk pengukuran tinggi pohon dengan menggunakan hagameter, elemen waktu kerja yang terlama adalah pada kegiatan mengukur tinggi bebas cabang (pengukuran menggunakan hagameter dengan alat bantu meteran) dan mengukur tinggi titik puncak (pengukuran menggunakan hagameter dengan alat bantu papan skala).

Berdasarkan alat yang digunakan, pengukuran tinggi pohon dengan menggunakan klinometer memerlukan waktu selama 0,68 menit per pohon, pengukuran tinggi pohon menggunakan hagameter dengan alat bantu papan skala memerlukan waktu sebesar 0,88 menit per pohon, dan pengukuran tinggi pohon menggunakan hagameter dengan alat bantu meteran memerlukan waktu selama 1,18 menit per pohon (Gambar 2). Jenis pohon yang diukur adalah meranti merah, kapur dan bangkirai yang termasuk ke dalam famili Dipterocarpaceae. Diameter rata-rata pohon yang diukur adalah 17 cm untuk jenis meranti merah dan jenis kapur, serta 12 cm untuk jenis bangkirai.

Berbeda dengan pengukuran diameter yang merupakan pekerjaan yang relatif mudah, murah dan dapat menghasilkan ukuran yang akurat, pengukuran tinggi dan tajuk pohon merupakan pekerjaan yang relatif sulit dan membutuhkan banyak tenaga (Hardjana, 2013). Oleh karena itu, upaya peningkatan produktivitas kegiatan pengukuran tinggi pohon perlu dilakukan. Menurut Capalbo dan Antle (1988) dan Troena (1996), produktivitas sendiri merupakan perbandingan antara jumlah barang dan atau jasa yang dihasilkan (output) dengan jumlah faktor produksi (input) yang digunakan untuk kegiatan produksi barang dan atau jasa tersebut. Hasibuan (1996) dan Riyanto (1986) menerangkan bahwa produktivitas adalah perbandingan antara output (hasil) dengan input (masukan). Jika produktivitas naik ini hanya dimungkinkan oleh adanya peningkatan efisiensi (waktu-bahan-tenaga) dan sistem kerja, teknik produksi dan adanya peningkatan keterampilan dari tenaga kerjanya. Sari (2014) menyatakan peningkatan produktivitas, efektivitas, dan efisiensi kerja

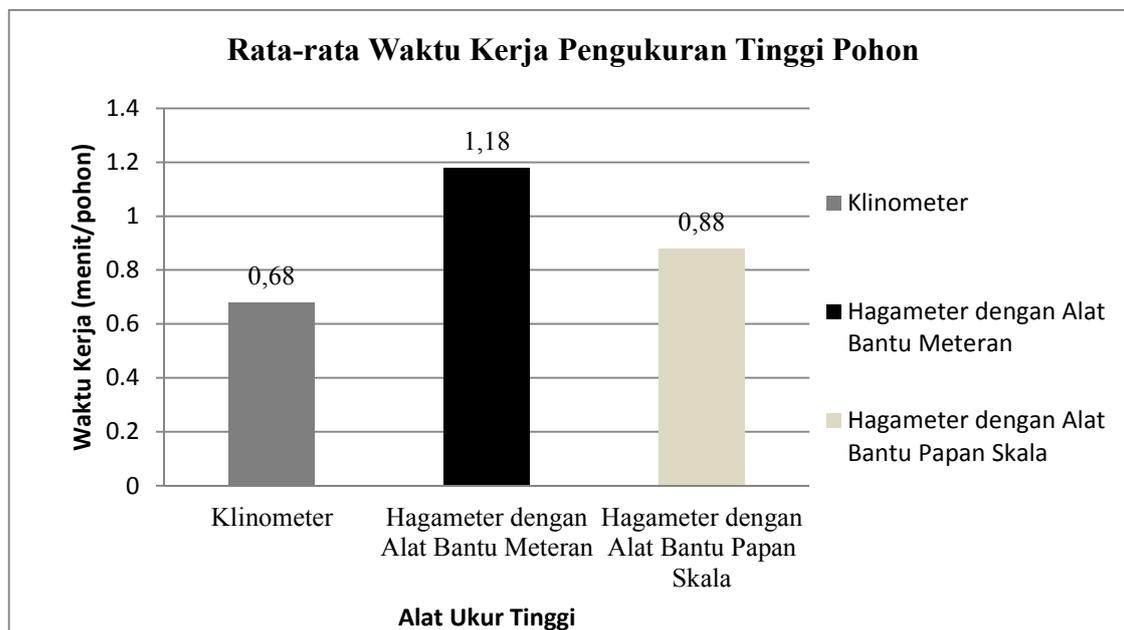
antara lain dengan cara menentukan metode kerja terbaik, meminimalisir waktu kerja yang tidak efektif, memperhatikan lingkungan kerja yang mendukung peningkatan produktivitas dan menyasikan antara manusia (pekerja) dengan alat dan pekerjaan yang dilakukan.

Sejalan dengan hal tersebut di atas, untuk meningkatkan produktivitas pengukuran tinggi pohon, bisa dilakukan dengan menerapkan metode pengukuran yang lebih singkat. Dari kedua alat yang digunakan, pengukuran tinggi pohon dengan menggunakan klinometer lebih cepat jika dibandingkan dengan menggunakan hagameter. Pengukuran tinggi pohon yang dilakukan menggunakan hagameter, lebih cepat jika menggunakan alat bantu papan skala daripada menggunakan alat bantu meteran dalam menentukan jarak datar. Namun, walaupun pengukuran tinggi pohon dengan klinometer lebih cepat daripada dengan hagameter, tetapi hasil pengukuran tinggi pohon dengan klinometer harus diolah lagi untuk mendapatkan data tinggi pohon yang dukur, sedangkan hasil pengukuran tinggi pohon dengan hagameter dapat diperoleh dengan perhitungan yang lebih mudah.

Hasil pengamatan dilapangan juga menunjukkan bahwa pengukuran tinggi pohon di hutan dengan klinometer dan hagameter dapat dipengaruhi oleh lebar tajuk maupun kerapatan pohon, dimana hal ini bisa mempengaruhi kecepatan dan akurasi pengukuran tinggi pohon. Untuk pohon yang miring, kesalahan dalam memilih lokasi atau pilihan titik dimana pengukuran jarak diambil adalah satu-satunya sumber kesalahan yang umum dan berkelanjutan dalam mengukur tingginya, dimana jarak dapat diukur secara akurat hanya ketika titik terletak di tanah secara vertikal di bawah ujung pohon (Bragg, 2014).

Hasil penelitian Williams, dkk (1994) yang menguji kehandalan lima instrumen dalam mengukur ketinggian pohon di lapangan, menunjukkan bahwa alat pengukur tinggi laser adalah satu-satunya instrumen untuk menghasilkan estimasi yang tidak bias dari ketinggian sebenarnya dibandingkan 4 alat lainnya. Dimana, uji akurasi menunjukkan instrumen klinometer dan *enbeeco* menghasilkan hasil bias masing-masing di kelas 0-33 dan > 66 kaki. Namun begitu, hasil untuk laser dapat menyatkan karena terbatasnya jumlah data yang dikumpulkan dengan instrumen ini. Dan hasilnya (secara subyektif) mengkonfirmasi bahwa pohon hingga 40 kaki diukur sangat akurat dengan menggunakan klinometer, relaskop, dan *enbeeco*,

sedangkan tele-relaskop umumnya menghasilkan hasil yang kurang akurat daripada instrumen lainnya.



Gambar 2, Rata-rata Waktu Kerja Pengukuran Tinggi Pohon

Pengukuran tinggi pohon dengan metode tangan (seperti dengan menggunakan klinometer dan hagameter) menghasilkan estimasi tinggi pohon yang tidak bias, tetapi terdapat kesalahan acak yang tinggi, dan terjadi kelebihan pengukuran tinggi sampai lebih dari 100% pada 6 dari 370 pengukuran. Sedangkan untuk pengukuran tinggi pohon dengan metode sinus (seperti menggunakan *Laser rangefinder*) lebih cepat dipelajari, menampilkan lebih sedikit variasi hasil pengukuran di antara teknisi pengukur, dan terdapat lebih rendah kesalahan acak, tetapi menghasilkan perkiraan tinggi pohon yang lebih rendah secara sistematis rata-rata sebesar 20%. Walaupun metode sinus lebih direkomendasikan untuk sebagian besar pengukuran tinggi pohon di hutan tropis, adanya hasil estimasi pengukuran tinggi yang lebih rendah, yang kemungkinan akan bervariasi sesuai dengan tipe hutan dan instrumen/alat yang digunakan, harus tetap dikoreksi jika ketinggian sebenarnya diperlukan (Larjavaara dan Muller-Landau, 2013).

KESIMPULAN DAN SARAN

Pengukuran tinggi pohon lebih cepat dilakukan dengan menggunakan klinometer dibandingkan hagameter, Elemen kerja terlama untuk pengukuran tinggi pohon dengan klinometer adalah pada kegiatan mencari posisi pengukuran, sedangkan elemen kerja terlama dengan menggunakan hagameter adalah pada kegiatan

mencari tinggi bebas cabang (dengan alat bantu papan skala) dan mencari titik puncak (dengan alat bantu meteran), Untuk pengukuran tinggi pohon dengan hagameter, sebaiknya kegiatan mencari jarak datar dilakukan dengan menggunakan alat bantu papan skala, karena lebih cepat jika dibandingkan dengan menggunakan alat bantu meteran.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Kementerian RISTEKDIKTI atas dukungan dana pada kegiatan penelitian ini. Terima kasih kepada Pimpinan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman, Ketua Laboratorium Hutan Pendidikan Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman dan semua pihak yang sudah membantu pelaksanaan kegiatan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Avery, Th. E. 1975. Measuring Standing Tree. Natural Resources Measurement. Second Edition. New York. 69-89.
- Balenovic, I., Seletković, A., Pernar, R & Jazbec, A. 2015. Estimation of The Mean Tree Height of Forest Stands by Photogrammetric Measurement Using Digital Aerial Images of High Spatial Resolution. Ann. For. Res. 58(1): 125-143.
- Bijak, S. & Sarzynski, J. 2015. Accuracy of Smartphone Applications in The Field

- Measurements of Tree Height. *Folia Forestalia Polonica, Series A*, 2015, Vol. 57 (4), 240–244.
- Bragg, C.D. 2014. Accurately Measuring the Height of (Real) Forest Trees. *Journal of Forestry*, Volume 112 (1): 51–54.
- Capalbo, S.M. & Antle, J.M. 1988. *Agricultural Productivity: Measurement and Explanation. Resource for Future*. Washington DC.
- Hardjana, A. K. 2013. Model Hubungan Tinggi Dan Diameter Tajuk Dengan Diametersetinggi Dada Pada Tegakan Tengawang Tungkul Putih (*Shoreamacrophylla*(De Vriese)P.S.Ashton) Dan Tungkul Merah(*Shorea Stenopteraburck.*) Di Semboja, Kabupaten Sanggau. *Jurnal Penelitian Dipterokarpa* Vol. 7 No.1, Juni 2013: 7-18.
- Hasibuan, M. 1996. *Organisasi dan Motivasi, Dasar Peningkatan Produktivitas*. Bumi Aksara Putra, Jakarta.
- KRUS. 2013. Laporan Tahunan Kebun Raya Unmul Samarinda (KRUS) Tahun 2013. KRUS. Samarinda.
- KRUS. 2014. Laporan Tahunan Kebun Raya Unmul Samarinda (KRUS) Tahun 2014. KRUS. Samarinda.
- Larjavaara, M. & Muller-Landau, H.C. 2013. Measuring Tree Height: A Quantitative Comparison of Two Common Field Methods in A Moist Tropical Forest. *Methods in Ecology and Evolution*:1-9.
- Riyanto, J. 1986. *Produktivitas dan Tenaga Kerja*. SIUP : Jakarta.
- Sahid. 2010. Penaksiran Volume Pohon Pinus merkusii melalui Foto Udara (Studi Kasus di BKPH Majenang, KPH Banyumas Barat. *Jurnal Ilmu Kehutanan* IV (1): 44-45.
- Sari, D.R. 2014. Aplikasi Ergonomi dalam Industri Kehutanan. *Lembusuana*, XIV(161): 18-23.
- Susila, I.W.W & Darwo. 2015. Riap dan Dugaan Volume Tegakan Ampupu (*Eucalyptus Urophylla* S.T. Blake) Di Kawasan Hutan Wololobo, Bajawa Flores. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman* Vol. 12 (2): 105-113.
- Troena, E.A. 1996. *Produktivitas. Konsep, Pendekatan dan Pengukuran*. Lembaga Manajemen Fakultas Ekonomi Universitas Brawijaya, Malang.
- Williams, Bechtold, & Labau, 1994. Five Instruments for Measuring Tree Height: An Evaluation. *Southern Journal of Applied Forestry* 18(2):76-8.