

PITA VOLUME POHON BERDIRI JENIS JATI UNTUK PENDUKUNG PADA PENGELOLAAN HUTAN RAKYAT

(Standing Trees Volume Tape of Teak to Support The Management of Private Forest)

Budiman Achmad¹ dan Dian Diniyati²

^{1,2}Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Agroforestry
Jl. Raya Ciamis-Banjar Km. 4 Ciamis 46201 Telp. (0265) 771352, Fax. (0265) 775866
e-mail: budah59@yahoo.com

Diterima 10 November 2020, Direvisi 25 Desember 2020, Disetujui 25 Desember 2020

ABSTRACT

The absence of an estimating tool for the volume of standing trees causes the community timber management to tend to disadvantage farmers. This study aims to provide a practical tool for estimating the volume of teak trees in an equitable timber transaction. This research used samples of 74 Nusantara Superior Teak (JUN) stands in Lemahbang Village, Bendo District, Magetan Regency, East Java, representing the smallest to largest diameter classes. The data were collected using a destructive method by felling trees and bucking them into logs at most 2 m long. The total volume of trees is obtained by summing up all the logs till the smallest diameter of 7 cm. Data were analyzed using linear regression $V = a + b \cdot DBH$ and non-linear $V = a \cdot DBH^b$. The results showed that the teak tree volume tape was better constructed using a non-linear model $V = 0.0000776 \cdot DBH^{2.613}$ with $r = 0.94$. This teak tree volume tape can help minimize the gap in tree volume estimation between farmers and intermediaries. Besides, this volume tape can also reduce damage to other crops, minimize plant biodiversity loss, and maintain environmental quality because tree sales will tend to be selective, not clear-cut. It is also important to support the implementation of available trade by providing regulation by the local government.

Keywords : *Community teak forest, regulation, sustainable, volume tape*

ABSTRAK

Belum tersedianya alat penduga volume pohon berdiri menyebabkan pengelolaan hutan rakyat cenderung merugikan pihak petani. Penelitian ini bertujuan untuk menyediakan alat bantu praktis penduga volume pohon jati pada transaksi kayu secara berkeadilan. Penelitian ini menggunakan sampel berupa tegakan jati unggul nusantara (JUN) di Desa Lemahbang, Kecamatan Bendo, Kabupaten Magetan Jawa Timur sebanyak 74 pohon yang mewakili kelas diameter terkecil hingga terbesar. Pengumpulan data menggunakan metode destruktif dengan menebang dan memotong batang pohon menjadi sortimen paling panjang 2 m. Volume total pohon diperoleh dengan menjumlahkan seluruh sortimen hingga diameter terkecil 7 cm. Data dianalisis menggunakan regresi linier $V = a + b \cdot DBH$ dan non-linear $V = a \cdot DBH^b$. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pita volume pohon jati lebih baik dibangun menggunakan model non-linear $V = 0,0000776 \cdot DBH^{2,613}$ dengan $r = 0,94$. Pita volume pohon jati ini bisa meminimalisir perbedaan penaksiran volume pohon antara petani dan tengkulak. Selain itu, pita volume ini juga bisa menekan kerusakan tanaman lainnya, meminimalisir kehilangan biodiversitas tanaman, dan menjaga mutu lingkungan karena penjualan pohon akan cenderung secara selektif, bukan tebang habis. Hal yang juga penting adalah perlunya dukungan pemerintah dalam menyediakan aturan penerapannya untuk alat transaksi perdagangan di lapangan.

Kata kunci : Berkeadilan, berkelanjutan, hutan jati rakyat pita volume

I. PENDAHULUAN

Adopsi teknologi agroforestri pada hutan rakyat ditujukan untuk meningkatkan produksi hasil hutan. Namun, fakta

menunjukkan bahwa hasilnya belum signifikan bagi petani. Hal ini terjadi karena beberapa faktor, salah satunya adalah pada proses transaksi pohon terjadi praktek taksasi volume pohon yang tidak sesuai dengan

volume riil di lapangan oleh tengkulak yang volumenya cenderung *underestimated*. Petani sebenarnya mempunyai akses terhadap informasi pasar, yakni bisa dengan mudah mengetahui harga kayu. Akan tetapi, karena tidak memahami cara menaksir volume pohon yang akan dijualnya, maka penaksiran volume pohon diserahkan saja pada tengkulak. Ketimpangan informasi yang dimiliki antara petani dengan tengkulak terutama dalam kemampuan menaksir volume pohon sering dimanfaatkan oleh tengkulak untuk mengambil keuntungan yang merugikan petani (Müller, 2020). Dengan demikian, upaya meningkatkan kesejahteraan petani melalui introduksi teknologi silvikultur seolah menjadi kurang bermakna.

Ada beberapa cara mengurangi terjadinya praktek yang merugikan petani diantaranya dengan penguatan kapasitas petani melalui penyuluhan atau penyediaan alat bantu transaksi yang mudah, murah dan praktis. Selain itu, penguatan kelembagaan menjadi penting untuk mendukung aturan main yang telah berjalan dan menyediakan payung hukum berupa peraturan/regulasi terkait. Model partisipatori atau pelibatan petani dalam kelompok tani dalam merancang kegiatan diyakini menjadi salah satu metode yang sangat baik dampaknya terhadap peningkatan kapasitas petani (Gouttenoire et al., 2013).

Jika praktek yang sering merugikan petani tidak dihentikan, maka akan terjadi implikasi negatif pada petani, diantaranya: (a) menumbuhkan perlakuan tidak adil dan *discourage* petani dalam mengelola hutan, (b) program pemberdayaan masyarakat sekitar hutan akan terhambat, dan (c) menumbuhkan rasa ketidakpedulian di kalangan tengkulak pada petani, dan pembodohan berjalan terus.

Saat ini, dengan kondisi pemilikan lahan petani kecil yang rata-rata sempit, kontribusi ekonomi hutan rakyat tidak lebih dari 30% (Achmad, 2016). Sebagai kompensasinya ditengarai cukup banyak masyarakat sekitar hutan, terutama pada usia produktif, melakukan migrasi ke kota untuk mencari

nafkah (Das et al., 2020). Generasi muda lebih menyukai bekerja di kota karena pertimbangan status atau gengsi, dengan anggapan bahwa pekerjaan petani bukanlah profesi yang “berkelas” bagi mereka (Awang et al., 2001). Namun sebagian besar petani yang bermigrasi ke kota akhirnya kembali lagi ke desanya masing-masing dan menggarap lagi hutannya karena jarang terjadi kesesuaian antara ketrampilan yang dimiliki petani dengan lapangan kerja yang tersedia di kota (Diniyati, 2009). Kasus serupa juga terjadi dinegara maju seperti Swedia, dimana hanya petani yang mempunyai komitmen tinggi yang menetap di lokasi untuk mengurus hutan dan dukungan pemerintah sangat membantu dalam mengembangkan ekonomi pedesaan (Westin & Holm, 2018).

Bercermin dari permasalahan yang dihadapi masyarakat sekitar hutan (petani hutan), kegiatan yang mampu menyerap tenaga kerja di desa perlu diciptakan. Salah satunya bisa dilakukan dengan mengembangkan daerah-daerah pedesaan untuk memiliki ciri-ciri sebagai daerah perkotaan. Upaya tersebut biasa dikenal dengan istilah "urbanisasi pedesaan" untuk mengurangi gap ekonomi pedesaan dengan perkotaan (Ma et al., 2020). Selanjutnya upaya lainnya bisa dilakukan dengan mengembangkan pusat-pusat pertumbuhan ekonomi baru, atau dikenal dengan istilah "daerah penyangga pusat pertumbuhan". Akan tetapi, upaya tersebut harus terhubung dengan pusat kegiatan lain di luar daerah, seperti pasar atau konsumen bahan baku yang dihasilkan dari pedesaan (Greenberg et al., 2018). Upaya penting lainnya adalah mendorong petani untuk bekerja secara kolektif, bukan secara individual (Dolinska & d'Aquino, 2016).

Potensi kehilangan hasil akibat pengelolaan yang tidak efisien bisa ditekan dengan menerapkan teknik pengelolaan hutan yang baik. Memanen pohon secara tebang habis adalah bentuk lain dari minimnya pengetahuan petani dalam menyeleksi pohon yang bernilai ekonomi optimal. Andaikan

petani mengetahui nilai ekonomi setiap pohon melalui penaksiran volumenya, maka petani kemungkinan hanya perlu menebang pohon yang senilai dengan kebutuhan finansialnya, sehingga hutan yang dikelola bisa menghasilkan *income* secara berkelanjutan. Pengaturan waktu panen yang baik mempengaruhi keberlanjutan hasil (Kolo et al., 2020). Mencermati permasalahan dasar yang dihadapi masyarakat sekitar hutan, khususnya petani hutan rakyat, dengan mempertimbangkan tingkat pengetahuannya, maka salah satu upaya yang paling mudah dilakukan adalah membekali petani dengan alat bantu berupa pita volume pohon berdiri.

Saat ini belum tersedia alat ukur yang praktis, murah dan mudah yang bisa dipergunakan oleh petani skala kecil. Alat bantu yang tersedia masih berbentuk alometri dan dendrometer elektronik yang mahal harganya (Fan et al., 2020; Pereira et al., 2019). Penelitian ini bertujuan untuk

mendapatkan alat bantu pendugaan volume pohon berdiri jenis jati untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan hutan penghasil kayu pertukangan skala kecil.

II. METODE PENELITIAN

A. Bahan dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Desa Lemahbang, Kecamatan Bendo, Kabupaten Magetan, Jawa Timur (07°19'42,7"LS, 108°23'20,2"BT, elevasi: 99 mdpl). Bahan yang digunakan berupa 74 pohon jati dari hutan tanaman milik rakyat yang dikelola oleh Koperasi Perumahan Wanabakti Nusantara (KPWN). Pohon contoh berumur sekitar 5 tahun dengan diameter minimal 7 cm yaitu diameter terkecil yang bisa digunakan untuk palet.



Gambar 1. Kondisi hutan jati yang dipergunakan sebagai sampel penyusunan pita volume
Figure 1. The teak forest condition which were used as samples to generate volume tape

B. Pengumpulan Data

Pohon contoh diambil sebanyak 74 pohon yang ditentukan secara *purposive* sesuai dengan kriteria pohon yang dibutuhkan, yaitu batangnya normal atau tidak patah. Dimensi pohon yang diukur meliputi diameter setinggi dada (DBH), yaitu

1,30 m dari permukaan tanah yang diukur dengan pita ukur, sedangkan tinggi total pohon menggunakan *dendrometer digital criterion RD 1000*. Volume total pohon diperoleh dari penjumlahan volume tiap seksi pohon yang dipotong sepanjang maksimum 2 m hingga DBH terkecil 7 Cm.



Gambar 2. Proses pengukuran dimensi balok di lapangan
 Figure 2. The process of measuring log dimensions in the field

C. Analisis Data

1. Penentuan volume pohon contoh

Volume setiap pohon contoh diperoleh dengan menjumlahkan volume dari seksi batang yang membentuknya. Volume pohon setiap seksi dihitung dengan menggunakan rumus Smalian (Krisnawati, 2002):

$$Vs_i = \frac{Gp_i + Gu_i}{2} L_i \quad (1)$$

$$V_j = \sum Vs_i \quad (2)$$

dimana :

Vs_i = volume seksi batang ke- i (m^3)

Gp_i = luas bidang dasar bagian pangkal batang ke- i (m^2)

Gu_i = luas bidang dasar bagian ujung batang ke- i (m^2)

L_i = panjang seksi batang ke- i (m)

V_j = volume pohon ke- j (m^3)

2. Model hubungan tinggi pohon (T) dengan DBH

Untuk bisa dilakukan penyusunan tabel volume lokal, disyaratkan adanya keeratan hubungan antara tinggi total pohon (T) dengan DBH-nya. Jika kedua variable tersebut mempunyai hubungan yang tinggi dengan ditunjukkan nilai $R \geq 0,70$ maka terpenuhi persyaratan tersebut karena

keragaman tinggi pohon bisa diterangkan dengan baik oleh keragaman DBH (Abdurachman, 2012). Dengan kata lain, untuk menduga volume pohon bisa diwakili oleh variabel DBH saja, tidak perlu melibatkan tinggi pohon. Model yang akan diuji adalah sebagai berikut :

$$T = a(DBH)^b \quad (3)$$

dimana :

T = tinggi total pohon (m)

a dan b = konstanta

DBH = diameter batang pada ketinggian 1,30 m dari muka tanah (cm)

3. Model pendugaan volume pohon

Penyusunan tabel volume lokal dilakukan melalui pendugaan volume batang pohon sampai batas diameter ujung 7 Cm. Untuk menyusun tabel volume lokal tersebut, akan diuji dua model regresi berikut :

$$V = a + b(DBH) \quad (4)$$

$$V = a(DBH)^b \quad (5)$$

dimana :

V = volume batang pohon sampai batas diameter ujung 7 cm (m^3)

DBH = diameter batang pada ketinggian 1,30 m dari muka tanah (cm)

a, b = konstanta/parameter

Tabel volume yang dihasilkan dari penelitian ini adalah tabel volume lokal pohon dengan kulit sampai batas diameter ujung batang 7 cm. Pendugaan parameter model menggunakan metode Jumlah Kuadrat Terkecil (*Least Square Method*), yakni dengan meminimalkan kuadrat simpangan data pengamatan terhadap model. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan bantuan perangkat lunak SPSS.

4. Pemilihan model terbaik

Setelah dilakukan analisis regresi terhadap model yang diuji, selanjutnya dilakukan pemilihan model terbaik dengan kriteria yang mempertimbangkan ketelitian dan kepraktisan penggunaan model. Sedangkan kriteria dalam pemilihan model regresi adalah:

- 1) Ketelitian model, dilihat dari besarnya koefisien determinasi (R^2) yang menunjukkan persentase besarnya variasi peubah volume pohon yang dapat diterangkan oleh peubah diameter.
- 2) Kesederhanaan model, yang ditunjukkan oleh jumlah peubah penduga yang disertakan seminimal mungkin.

- 3) Kepraktisan, yakni tingkat kemudahan dalam penerapan model, khususnya untuk mengukur peubah penduganya.

D. Penyusunan Pita Volume

Tabel volume lokal yang diperoleh berdasarkan model terpilih kemudian dikonversi kedalam bentuk pita dimana parameter diameter ditransfer menjadi parameter keliling. Dengan demikian, pasangan parameter yang semula diameter dan volume, menjadi keliling dan volume, dan yang semula berbentuk tabel menjadi berbentuk pita.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hubungan diameter setinggi dada dengan tinggi total pohon

Korelasi kedua parameter tersebut perlu diuji terlebih dahulu untuk mengetahui apakah pendugaan volume pohon bisa diwakili oleh salah satu parameter saja yaitu DBH saja. Hasil analisis menggunakan SPSS diperoleh *output* sebagai berikut:

Tabel 1. Tingkat keeratan hubungan antara tinggi total pohon dengan DBH

Table 1. Correlation value between total tree height with DBH

Koefisien korelasi (R)	Koefisien determinasi (R^2)	Kesalahan baku (Std. Error of the Estimate)
0,724	0,524	0,099

Tabel 2. Koefisien regresi model linier hubungan $T = a*DBH^b$

Table 2. Coefficients value of linear regression using model $T = a*DBH^b$

	Koefisien (Coefficients)		t	Nilai p (sig)
	B	Simpangan baku (Std. Error)		
Variable bebas (ln/DBH)	0,480	0,054	8,899	0,000
Konstanta (Constant)	3,679	0,505	7,283	0,000

Variabel tak bebas (Dependent Variable): tinggi pohon (tree height)

Berdasarkan hasil analisis tersebut diatas, maka model hubungan antara DBH dengan tinggi total pohon (T) adalah $T = 3,679 \cdot DBH^{0,48}$ dengan nilai koefisien korelasi 0,724. Besarnya nilai koefisien korelasi model tersebut di atas bisa dijadikan dasar bahwa ada hubungan yang kuat antara tinggi total pohon dengan DBH 1,3 m. Hal ini menunjukkan bahwa keragaman tinggi pohon (T) bisa diterangkan oleh keragaman DBH, atau variabel T bisa diwakili oleh variabel DBH pada model penduga volume pohon. Dengan kata lain model regresi penduga volume pohon jati berdiri memenuhi syarat

untuk disederhanakan hanya menggunakan variable diameter saja sebagai penduganya.

B. Model penduga volume pohon berdiri

Setelah diperoleh regresi hubungan antara DBH dengan tinggi total pohon, maka tahap selanjutnya adalah penyusunan model penduga volume pohon dengan parameter tunggal (DBH). Hubungan antara volume pohon (V) dengan DBH tersebut diuji dengan menggunakan dua model, yaitu regresi linear dan regresi non-linear, untuk mendapatkan model yang terbaik. Hasil analisis model menggunakan *software* SPSS diperoleh rangkuman *output* sebagai berikut:

Tabel 3. Rangkuman parameter penduga model
 Table 3. Model Summary of Parameter Estimates

Model (Equations)	Rangkuman model (Model Summary)				Parameter penduga (Parameter Estimates)		
	R ² (R Square)	F	Derajat bebas 1 (df1)	Derajat bebas 2 (df2)	Nilai-p (Sig.)	Konstanta (Constant)	b1
Linear	0,877	514,806	1	72	0,000	-0,116	0,014
Non-Linear	0,885	555,589	1	72	0,000	7,76E-005	2,613

Variabel tak bebas : volume (Dependent Variable: volume)

Variabel bebas : Diameter setinggi dada (DBH) (The independent variable : DBH)

Berdasarkan hasil uji model-model regresi no 4 dan 5 yang rangkumannya disajikan pada Tabel 3, diperoleh hasil sebagai berikut:

Hubungan antara volume pohon berdiri (V) dengan DBH yaitu:

- 1) $V = -0,116 + 0,014 \text{ DBH}$ dengan $R = 0,937$ atau $R^2 = 0,877$
- 2) $V = 0,0000776 \text{ DBH}^{2,613}$ dengan $R = 0,941$ atau $R^2 = 0,885$

Berdasarkan model-model tersebut bisa disimpulkan bahwa model no 5 mempunyai koefisien korelasi lebih tinggi sehingga model 5 lebih memenuhi persyaratan yang lebih baik untuk digunakan dalam menduga volume pohon berdiri berdasarkan DBH hingga diameter limit 7 cm. Selanjutnya model terpilih digunakan untuk menyusun tabel volume lokal jati seperti pada Tabel 4.

Berdasarkan tabel volume lokal yang disusun menggunakan regresi terpilih yaitu $V = 0,0000776 \text{ DBH}^{2,613}$ selanjutnya disusun pita volume dengan mengganti besaran diameter setinggi dada menjadi keliling batang pada ketinggian 1,3 m, seperti ditampilkan pada Tabel 4. Sumber daya alam, termasuk hutan rakyat, selayaknya bisa dimanfaatkan oleh masyarakat secara lestari dan berkeadilan. Akan tetapi, pada prakteknya pihak yang menguasai akses informasi dan akses teknologi yaitu tengkulak lebih dominan dalam memperoleh manfaat tersebut. Petani hutan rakyat sebenarnya sudah mempunyai akses cukup baik terhadap informasi harga kayu, tetapi masih rendah kemampuannya terhadap mengakses atau mengadopsi teknologi sehingga terjadi ketimpangan dalam menerapkan strategi pemasaran kayu. Pemerintah sebenarnya juga

telah mengupayakan peningkatan kemampuan petani dalam mengakses informasi dan difusi teknologi dengan menyediakan tabel volume berbagai jenis pohon. Akan tetapi, karena pada umumnya kemampuan pemahaman petani relatif masih rendah menyebabkan kandungan informasi pada tabel tidak bisa

diterapkan dengan mudah, sehingga penyediaan tabel tersebut belum sepenuhnya mencapai sasaran. Sebaliknya, tabel tersebut justru menjadi alat yang baik dan menguntungkan tengkulak untuk digunakan sebagai acuan menaksir volume pohon yang akan dibeli.

Tabel 4. Penyusunan pita volume pohon jati dengan cara mentransformasikan parameter DBH pada tabel volume lokal yang dibangun menggunakan model $V = 0,0000776 \text{ DBH}^{2,613}$ menjadi parameter keliling batang.

Table 4. The construction of tree volume tape by transforming the parameter of DBH in the local tree volume table constructed by using model $V = 0,0000776 D^{2,613}$ into stem girth parameter

Diameter setinggi dada (DBH) (cm)	Volume (Volume) (m ³)	Keliling (girth) (cm)	Volume (volume) (m ³)
9	0.02	30	0.03
10	0.03	40	0.06
15	0.09	50	0.11
20	0.19	60	0.17
25	0.35	70	0.26
30	0.56	80	0.37
40	1.19	90	0.50
50	2.13	100	0.66



C. Implikasi pada pengelolaan hutan rakyat

Pita volume merupakan turunan (*derivate*) dari tabel volume lokal yang bentuknya lebih disederhanakan dan lebih mudah dipahami serta sangat mudah dipraktekkan oleh petani sehingga merupakan cara percepatan difusi dan pemanfaatan iptek yang sama fungsinya dengan tabel volume lokal. Implikasi dari penggunaan pita volume ini akan meningkatkan nilai pohon, dan secara kumulatif meningkatkan nilai hutan rakyat sehingga penebangan secara ekstensif bisa ditekan. Penerapan pita volume secara benar di lapangan dalam skala besar selain bisa

menghindari kerugian petani, juga mendukung dalam menjaga keragaman jenis tanaman dan menjaga mutu lingkungan (Bicknell et al., 2014).

Pita volume pohon jati (Tabel 4) digunakan sebagai sarana pembantu untuk menduga volume pohon jati sampai batas diameter ujung 7 cm. Pita volume ini dapat digunakan dengan baik pada kisaran peubah penduga (diameter setinggi dada) yang diamati pada saat penyusunan model, yaitu pada kisaran 10 – 70, serta diterapkan pada daerah yang mempunyai kondisi mirip dengan daerah dimana pita volume ini disusun.



Gambar 3. Praktek mengukur volume pohon jati berdiri menggunakan pita volume.
Figure 3. Practice of measuring volume of standing teak tree using the volume tape

IV. KESIMPULAN

Hasil analisis menyimpulkan bahwa model yang lebih baik digunakan untuk menyusun pita volume pohon jati rakyat di lokasi penelitian dan sekitarnya adalah non-linear $V = 0,0000776 \text{ DBH}^{2,613}$. Pita volume pohon berdiri untuk jenis jati memudahkan petani dan tengkulak dalam melakukan transaksi jual beli pohon secara lebih berkeadilan. Penerapan pita volume juga membantu petani dalam menentukan jumlah dan ukuran pohon yang perlu ditebang untuk memenuhi sejumlah kebutuhan finansial tertentu. Penerapan pita volume pohon pada skala luas selain bisa menjaga kelestarian lingkungan, juga bisa menjaga kelestarian hutan dan kelestarian usaha kayu rakyat. Perlu dukungan dari pemerintah berupa peraturan pemerintah daerah dalam menyebarkan dan mensosialisasikan pita volume terutama dalam kesepakatan sistem penebangan untuk meminimalisir kerusakan tegakan lain. Pita volume jenis jati ini tidak disarankan untuk menaksir volume pohon jenis lain.

UCAPAN TERIMAKASIH (ACKNOWLEDGEMENT)

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Unit Bagi Hasil (UBH) Koperasi Perumahan Wanabakti Nusantara (KPWN) yang mendanai kegiatan penelitian ini, petani pemilik tanaman bagi hasil di Magetan dan

teknisi yang telah membantu pengumpulan data dilapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman. (2012). Tabel Volume Batang di Bawah Pangkal Tajuk Pohon Keruing (*Dipterocarpus acutangulus*) di Labanan Berau Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Dipterokarpa*, 6(1), 31–40.
<https://doi.org/10.20886/jped.2012.6.1.31-40>
- Achmad, B. (2016). *Tingkat Kelestarian Dalam Pengelolaan Hutan Rakyat Untuk Peningkatan Kesejahteraan Masyarakat: kasus di Kabupaten Ciamis*. Universitas Gadjah Mada.
- Awang, A. S., Santosa, H., Widayanti, W. T., Nugroho, Y., Kustomo, & Sapardiono. (2001). *Gurat Hutan Rakyat Di Kapur Selatan*. Debut Press.
- Bicknell, J. E., Struebig, M. J., Edwards, D. P., & Davies, Z. G. (2014). Improved timber harvest techniques maintain biodiversity in tropical forests. *Current Biology*, 24(23), R1119–R1120.
<https://doi.org/10.1016/j.cub.2014.10.067>
- Das, P., Saha, J., & Chouhan, P. (2020). Effects of Labor Out-Migration on Socio-Economic Set-up at the Place of Origin: Evidence from Rural India. *Children and Youth Service Review*, *In Press*.
- Diniyati, D. (2009). *Bentuk Insentif Pengembangan Hutan Rakyat di Wilayah Ekosistem Gunung Sawal, Ciamis*. Universitas Gadjah Mada.
- Dolinska, A., & d'Aquino, P. (2016). Farmers as agents in innovation systems. Empowering farmers for innovation through communities of practice. *Agricultural Systems*, 142, 122–130.
<https://doi.org/10.1016/j.agsy.2015.11.009>

- Fan, G., Feng, W., Chen, F., Chen, D., Dong, Y., & Wang, Z. (2020). Measurement of volume and accuracy analysis of standing trees using Forest Survey Intelligent Dendrometer. *Computers and Electronics in Agriculture*, 169(October 2019), 105211.
<https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105211>
- Gouttenoire, L., Cournut, S., & Ingrand, S. (2013). Participatory modelling with farmer groups to help them redesign their livestock farming systems. *Agron. Sustain. Dev*, 33, 413–424.
<https://doi.org/10.1007/s13593-012-0112-y>
- Greenberg, Z., Farja, Y., & Gimmon, E. (2018). Embeddedness and growth of small businesses in rural regions. *Journal of Rural Studies*, 62(July), 174–182.
<https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2018.07.016>
- Kolo, H., Kindu, M., & Knoke, T. (2020). Optimizing forest management for timber production , carbon sequestration and groundwater recharge. *Ecosystem Services*, 44(June), 101147.
<https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2020.101147>
- Krisnawati, H. (2002). Perbandingan Rumus-Rumus Empiris dalam Pendugaan Volume Dolok Keruing (Dipterocarpus spp .) (Cmparison of Empirical Formulas in Estimating The Log Volume of Keruing(Dipterocarpus ... *Buletin Penelitian Hutan*, 633, 1–12.
- Ma, C., Jiang, Y., & Qi, K. (2020). Investigating the urban e rural integrated town development strategy on the basis of the study of rural forms in Nantong , China. *Frontiers of Architectural Research*, xxx.
<https://doi.org/10.1016/j.foar.2020.06.001>
- Müller, K. (2020). Socio-economic analysis of farmers facing asymmetric information in inputs markets : evidence from the rainfed zone of Pakistan Technology in Society Socio-economic analysis of farmers facing asymmetric information in inputs markets : evidence from the ra. *Technology in Society*, September.
<https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101405>
- Pereira, J., Silva, M., Luiza, M., Ferreira, E., Fernandes, G., Ribeiro, A., Mendonça, D., Dias, C., França, E., Silva, J., Correia, G., Naruna, M., Almeida, F. De, Rodrigues, M., & Fernandes, D. M. (2019). Computational techniques applied to volume and biomass estimation of trees in Brazilian savanna. *Journal of Environmental Management*, 249(February), 109368.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109368>
- Westin, K., & Holm, E. (2018). Do trees make people more rooted? Private forest owners' migration behaviour. *Forest Policy and Economics*, 94(April), 11–20.
<https://doi.org/10.1016/j.forpol.2018.06.0>