

## KERAGAMAN PERTUMBUHAN AWAL UJI KETURUNAN *Hibiscus macrophyllus* DI VAN DILLEM, TRENGGALEK

**Mudji Susanto**

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan

Email: mudjisusanto@biotifor.or.id

### Abstrak

Uji keturunan Warugunung (*Hibiscus macrophyllus*) dibangun lokasi lereng Gunung Willys, di Van Dillelem, Kabupaten Trenggalek, Jawa Timur. Materi genetik Warugunung berasal dari sebaran hutan rakyat di 7 populasi di Pulau Jawa. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui keragaman genetik pertumbuhan dan kinerja famili maupun populasi yang diuji pada tingkat awal pertumbuhan di uji keturunan. Penelitian uji keturunan Warugunung menggunakan rancangan *Incomplete Block Design* dengan menguji 50 famili dengan 3 pohon setiap plot dan 6 ulangan. Hasil pengukuran umur 6 bulan di analisis dengan Anova dan parameter genetik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa uji keturunan Warugunung pada umur 6 bulan telah menunjukkan adanya perbedaan tinggi pohon maupun diameter pohon antar populasi secara signifikan. Tanaman Warugunung yang berasal dari Populasi Sodonghilir Padawaras, Tasikmalaya, Jawa Barat mempunyai pertumbuhan tinggi pohon yang terbaik dengan rerata sebesar 81,71 cm dan Tanaman yang berasal dari populasi Banjar, Ciamis, Jawa Barat mempunyai pertumbuhan diameter yang terbesar dengan rerata 0,97 cm. Heritabilitas individu tinggi pohon dan diameter batang termasuk katagori tinggi yaitu  $h^2_i=0,87$  untuk tinggi pohon dan  $h^2_i=0,30$  untuk diameter batang. Penelitian pada tahap awal dapat disimpulkan bahwa materi genetik yang diuji mempunyai keragaman genetik pertumbuhan antar famili di dalam populasi maupun antar populasi secara signifikan.

**Kata Kunci:** Keragaman Genetik, Pertumbuhan, Heritabilitas, Populasi

## 1. PENDAHULUAN

Penelitian pemuliaan jenis Warugunung (*Hibiscus macrophyllus*) dalam rangka meningkatkan produktifitas kayu pertukangan telah dimulai sejak tahun 2015 di Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan (Susanto et al., 2015). Penelitian tersebut meliputi serangkaian kegiatan pemuliaan yang meliputi koleksi materi genetik di sebaran alam di Jawa, pembangunan uji keturunan serta seleksi pohon dengan nilai pemuliaan yang baik. Pembangunan uji keturunan Warugunung telah dilaksanakan dengan menguji famili-famili hasil koleksi materi genetik dari beberapa populasi dari Jawa.

Uji keturunan tersebut dilakukan evaluasi setiap periode waktu untuk mengetahui perubahan kinerja famili-famili yang diuji. Perubahan kinerja dari famili-famili yang diuji sangat penting dalam memilih famili-famili yang unggul berdasarkan nilai genetik. Perubahan kinerja famili akan dipengaruhi oleh genetik dan lingkungan. Keller, Bouchard, Arvey, Segal, & et al, (1992) telah mempelajari pengaruh faktor genetik dan lingkungan dikaitkan dengan nilai kinerja (*work values*).

Paper ini menyajikan hasil penelitian tentang keragaman genetik pertumbuhan awal terhadap uji keturunan Warugunung di Van Dillelem, Kabupaten Trenggalek, Jawa Timur. Pada pertumbuhan awal dapat terlihat kinerja masing-masing famili maupun populasi yang diuji.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di uji keturunan Waruunung di Van Dillelem, Kecamatan Bendungan, Kabupaten Trenggalek, Jawa Timur. Susanto et al., (2016) melaporkan bahwa uji keturunan Warugunung tersebut secara geografis terletak di Garis Lintang Selatan 7°55'24.00" dan Garis Bujur Timur 111°43'19.78" dengan ketinggian 830 m dpl, kelerengan antara 15° sampai dengan 30°.

Susanto et al. (2016) melaporkan bahwa uji keturunan Warugunung di Trenggalek dibangun pada bulan Desember 2016 dengan rancangan *Row Column Design (Incomplete Block Design)* yang menguji 50 Famili yang berasal dari 8 Populasi sebaran alam maupun Hutan Rakyat di Jawa, jarak tanam 2 meter antar pohon di dalam baris dan 4 meter antar baris (antar teras), jumlah pohon tiap plot sebanyak 3 pohon dengan linear plot. Informasi detail tentang famili atau provenans yang diuji disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Informasi tentang bahan materi genetik yang di uji di uji keturunan Warugunung di Van Dille, Trenggalek

| No            | Populasi  | Garis Lintang | Garis Bujur   | Ketinggian tempat (m dpl) | Jumlah Famili |
|---------------|---|---------------|---------------|---------------------------|---------------|
| 1             | Cipatujah-Sodong Hilir, Tasikmalaya, Jawa Barat | 7°43,450' S   | 108°03,893' E | 10                        | 4             |
| 2             | Padawaras-Sodong Hilir, Tasikmalaya, Jawa Barat | 7°30,446' S   | 107°59,455' E | 518                       | 3             |
| 3             | Ciguha-Pagerageng, Tasikmalaya, Jawa Barat      | 7°05,471' S   | 108°11,847' E | 766                       | 6             |
| 4             | Pamarican, Banjar Patroman, Ciamis, Jawa Barat  | 7°24,985' S   | 108°2,947'E   | 55                        | 9             |
| 5             | Banyuasin, Purworejo, Jawa Tengah               | 7°39,403 S    | 110°05,381'E  | 259                       | 7             |
| 6             | Senduro, Lumajang, Jawa Timur                   | 8°02,729'S    | 113o03,447'E  | 912                       | 7             |
| 7             | Sumberwringin, Bondowoso, Jawa Timur            | 7°59,422'S    | 113o59,5996'E | 789                       | 7             |
| 8             | Samigaluh, Kulonprogo, Yogyakarta               | 7°40,505'S    | 110o07,954'E  | 530                       | 7             |
| <b>Jumlah</b> |   |               |               |                           | <b>50</b>     |

Sumber : Susanto et al. (2015); Susanto (2016); Susanto (2017) dan Susanto et al. (2016)

## 2.2. Pengambilan Data

Data penelitian diambil dari pengukuran pertumbuhan pohon pada saat uji keturunan Warugunung berumur 6 bulan. Pengukuran pertumbuhan dilakukan terhadap seluruh individu pohon di uji keturunan Warugunung dengan mengukur diameter pangkal diatas tanah dan tinggi total pohon.

## 2.3. Analisa Data

Data hasil pengukuran pertumbuhan pohon uji keturunan Warugunung pada umur 6 bulan selanjutnya dianalisis dengan Anova dan parameter genetik.

## 2.4. Analisis Varian

Analisis Anova diperlukan untuk mengetahui keragaman pertumbuhan antar populasi maupun antar famili di dalam populasi. Analisis Anova menggunakan model linear dari Williams, Matheson, & Harwood (2002) dan Susanto (2016) sebagai berikut:

$$Y_{ijklmn} = \mu + U_i + B_{j(i)} + K_{k(i)} + P_l + F_{m(l)} + e_{ijklmn}$$

Keterangan :

$Y_{ijklmn}$  : pengukuran tanaman ke  $n$ , ulangan ke  $i$ , baris ke  $j$  dalam ulangan ke  $i$ , kolom ke  $k$  dalam ulangan ke  $i$ , populasi ke  $l$ , famili ke  $m$  dalam populasi ke  $l$

$\mu$  : rerata umum

$U_i$  : pengaruh ulangan ke  $i$

$B_{j(i)}$  : pengaruh baris ke  $j$  dalam ulangan ke  $i$

$K_{k(i)}$  : pengaruh kolom ke  $k$  dalam ulangan ke  $i$

$P_l$  : pengaruh populasi ke  $l$

$F_{m(l)}$  : pengaruh famili ke  $m$  dalam populasi ke  $l$   
 $e_{ijklmn}$  : sisa (*error*)

### 2.5. Analisis Parameter Genetik

Analisis parameter genetik diperlukan untuk mengetahui keragaman genetik uji keturunan maupun kinerja famili pada awal pertumbuhan uji keturunan Warugunung di Van Dillelem. Analisis parameter genetik yang dilakukan adalah estimasi heritabilitas individu ( $h^2$ ) dan korelasi genetik ( $r_g$ ). Estimasi heritabilitas individu pertumbuhan dan korelasi genetik antara tinggi pohon dan diameter batang menggunakan formula dari Williams et al., (2002).

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Keragaman Pertumbuhan

Hasil pengukuran dan analisis data rerata pertumbuhan uji keturunan Warugunung di Van Dillelem, Trenggalek Jawa Timur pada umur 6 bulan di sajikan pada Tabel 2. Hasil nalaisi anova disajikan pada Tabel 3.

**Tabel 2.** Rerata pertumbuhan uji keturunan Warugunung di Van Dillelem, Trenggalek umur 6 bulan

| No | Populasi  | Tinggi Pohon (cm) | Diameter (cm) |
|----|---|-------------------|---------------|
| 1  | Cipatujah-Sodong Hilir, Tasikmalaya, Jawa Barat | 81,54             | 0,93          |
| 2  | Padawaras-Sodong Hilir, Tasikmalaya, Jawa Barat | <b>81,71</b>      | 0,91          |
| 3  | Ciguha-Pagerageng, Tasikmalaya, Jawa Barat      | 77,76             | 0,87          |
| 4  | Pamarican, Banjar Patroman, Ciamis, Jawa Barat  | 75,16             | <b>0,97</b>   |
| 5  | Banyuasin, Purworejo, Jawa Tengah               | 68,04             | 0,80          |
| 6  | Senduro, Lumajang, Jawa Timur                   | 64,53             | 0,75          |
| 7  | Sumberwringin, Bondowoso, Jawa Timur            | 56,29             | 0,73          |
| 8  | Samigaluh, Kulonprogo, Yogyakarta               | 62,78             | 0,80          |

Tabel 2 menunjukkan bahwa populasi yang berasal dari wilayah Jawa Barat mempunyai pertumbuhan lebih cepat, kemudian disusun oleh populasi yang berasal dari wilayah Jawa Tengah dan Dearah Istimewa Yogyakarta, dan pertumbuhan yang paling lambat adalah pohon warugunung yang berasal dari populasi-popuasi wilayah Jawa Timur. Kondisi wilayah Jawa Barat; Jawa Tengah, dan Jawa Timur sangat berbeda. Perbedaan tersebut antara lain; perbedaan curah hujan, perbedaan jenis tanah, maupun perbedaan suhu udara sehingga sangat berpengaruh terhadap suatu tanaman yang hidup di daerah tersebut. Perbedaan tersebut berlangsung lama yang dapat mempengaruhi terhadap genetik maupun performance suatu tanaman pada dalam jenis yang sama. Hal tersebut menyebabkan adaptasi suatu jenis terhadap lingkungan yang ditempati. Adaptasi ke lingkungan oleh evolusi plastisitas fenotipik dan asimilasi genetik telah diteliti dengan hasil menunjukkan bahwa terjadi perubahan plastisitas optimal sebanding dengan prdiktabilitas flutuasi lingkungan dari waktu ke waktu (Lande, 2009).

Uji keturunan Warugunung di Van Dillelem, Trenggalek pada umur 6 bulan mempunyai perbedaan pertumbuhan tinggi pohon secara signifikan antar populasi maupun antar famili di dalam populasi, sedangkan perbedaan pertumbuhan diameter batang secara signifikan hanya terjadi antar populasi (Tabel 3). Uji keturunan pada umur 6 bulan untuk sifat diameter batang belum menunjukkan adanya perbedaan antar famili di dalam populasi, keadaan tersebut dapat disebabkan oleh beberpa hal yaitu antara lain faktor genetik dan umur tanaman. Tanaman Warugunung masih umur 6 bulan, sehingga belum dapat menunjukkan kinerja pertumbuhan diameter yang optimal. Umur tanaman sangat berpengaruh terhadap proses penyerapan unsur Nitrogen (N) untuk pertumbuhan. Sun et al. (2016) telah melakukan penelitian tentang modulasi Umur dari Respon Efisiensi Resorpsi Nitrogen (NRE) terhadap pertumbuhan di tegakan pinus dengan hasil menunjukkan bahwa NRE sangat dipengaruhi oleh umur

tanaman. Pada umur 6 bulan famili-famili yang diuji di uji keturunan Warugunung di Van Dillelem, Trenggalek tersebut respon NRE nya belum menunjukkan perbedaan kinerja yang berbeda, sehingga belum mampu menunjukkan adanya perbedaan pertumbuhan diameter batang antar famili.

Tabel 3 menunjukkan bahwa rancangan penelitian uji keturunan Warugunung di Van Dillelem, Trenggalek termasuk rancangan yang tepat dan efektif sesuai dengan keadaan lapangan, sehingga dapat mengurangi atau meminimalkan faktor error. Faktor error merupakan sumber variasi yang tidak diketahui, bila error semakin kecil maka hasil analisis yang dihasilkan semakin baik. Ives, Midford, & Garland (2007) telah mengembangkan suatu metode analisis untuk mengurangi kesalahan (error) karena kesalahan pengukuran, pengambilan sampel, jumlah ulangan yang terlalu sedikit.

**Tabel 3.** Anova pertumbuhan uji keturunan Warugunung di Van Dillelem umur 6 bulan

| Sumber Variasi                | Derajat bebas | Rerata Kuadrat          |
|-------------------------------|---------------|-------------------------|
| <b><i>Tinggi Pohon</i></b>    |               |                         |
| Ulangan                       | 5             | 7243,93 <sup>(**)</sup> |
| Baris dalam ulangan           | 36            | 1852,07 <sup>(**)</sup> |
| Kolom dalam ulangan           | 16            | 1054,85 <sup>(**)</sup> |
| Populasi                      | 7             | 2550,50 <sup>(**)</sup> |
| Famili dalam populasi         | 42            | 1340,9 <sup>(**)</sup>  |
| Error                         | 430           | 358,11 <sup>(**)</sup>  |
| <b><i>Diameter Batang</i></b> |               |                         |
| Ulangan                       | 5             | 1,96 <sup>(**)</sup>    |
| Baris dalam ulangan           | 36            | 0,43 <sup>(**)</sup>    |
| Kolom dalam ulangan           | 16            | 0,13 <sup>(NS)</sup>    |
| Populasi                      | 7             | 0,40 <sup>(**)</sup>    |
| Famili dalam populasi         | 42            | 0,22 <sup>(NS)</sup>    |
| Error                         | 430           | 0,16                    |

Keterangan : <sup>(\*\*)</sup> = Sifnifikan pada level 0,01  
 NS = tidak signifikan

Perbedaan pertumbuhan tinggi pohon dan diameter batang signifikan antar baris. Pengaruh baris sangat signifikan terhadap pertumbuhan Warugunung di uji keturunan dapat diterangkan bahwa perbedaan baris tersebut merupakan perbedaan kontur atau teras di lapangan. Lokasi uji keturunan Warugunung mempunyai kemiringan 15° sampai dengan 30°, sehingga antar kontur akan terjadi perbedaan kesuburan tanah akibat erosi tanam dan aliran permukaan. Wezel, Steinmüller, & Friederichsen (2002) telah melakukan penelitian di Vietnam tentang pengaruh posisi kelerengan terhadap produktifitas hasil pertanian dengan hasil menunjukkan bahwa bahan organik Nitrogen (N) dan kandungan Fosfor (P) 10-22% lebih rendah pada posisi lereng tengah hal tersebut menyebabkan penurunan produksi pertanian sebesar 27% sampai dengan 31%. Moges & Holden (2008) melakukan penelitian di Ethiopia tentang kesuburan tanah yang berhubungan dengan posisi kelerengan dan penggunaan lahan pertanian dengan hasil menunjukkan bahwa posisi kelerengan mempunyai pengaruh terhadap kandungan karbon organik, nitrogen total, kapasitas tukar kation, kalsium (Ca), dan magnesium (Mg) secara signifikan.

### 3.2. Parameter Genetik

Hasil analisis parameter genetik uji keturunan Warugunung di Van Dillelem, Trenggalek umur 6 bulan disajikan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Estimasi heritabilitas individu dan korelasi genetik antara tinggi pohon dan diameter batang

| Sifat           | Heritabilitas Individu ( $h_i^2$ ) | Korelasi genetik ( $r_g$ ) |
|-----------------|------------------------------------|----------------------------|
| Tinggi Pohon    | 0,87                               | 0,94                       |
| Diameter Batang | 0,30                               |                            |

Tabel 4 menunjukkan bahwa keragaman genetik pertumbuhan (tinggi pohon dan diameter batang) tergolong tinggi, sehingga uji keturunan Warugunung di Van Dille, Trenggalek ke depannya dapat dilakukan seleksi pohon dengan memilih pohon yang mempunyai nilai genetik pertumbuhan yang baik untuk meningkatkan riap volume. Famili-famili yang diuji tersebut pada level persemaian telah dilakukan analisis estimasi heritabilitas oleh Susanto (2016) dengan hasil menunjukkan bahwa heritabilitas individu tinggi semai pada sebesar  $h_i^2=0,60$  untuk umur 15 hari;  $h_i^2=0,71$  untuk umur 30 hari ; dan  $h_i^2=0,78$  untuk umur 45 hari. Hal tersebut mengindikasikan bahwa estimasi heritabilitas individu dapat dihitung sejak di persemaian karena nilai heritabilitas individu tinggi tanaman menunjukkan nilai yang stabil mulai dari persemaian sampai di lapangan. Nilai heritabilitas yang stabil sangat menguntungkan dalam program pemuliaan Warugunung untuk mengatur strategi pemuliaan di awal pertumbuhan. Heritabilitas individu untuk pertumbuhan pohon yang tinggi ( $h_i^2=0,48$  untuk tinggi pohon dan  $h_i^2=0,60$ ) untuk diameter batang) juga ditemukan di uji keturunan *Eucalyptus urophylla* umur 3 tahun di Thaliland yang menguji 45 famili halvesib terbaik yang berasal dari 80 famili pada generasi pertama (Dlamini, Pipatwattanukul, & Maelim, 2017).

Korelasi genetik antar sifat tinggi pohon dan diameter batang menunjukkan korelasi yang sangat kuat. Korelasi genetik yang positif dan kuat dibutuhkan dalam kegiatan seleksi pohon kedepannya. Seleksi pohon cukup menggunakan salah satu sifat pertumbuhan, karena memilih sifat tinggi pohon yang tinggi maka akan terpilih pohon yang mempunyai diameter yang besar. Korelasi genetik yang positif dan kuat antara tinggi pohon dan diameter batang ( $r_g=0,83$ ) juga ditemukan di uji keturunan *Araucaria cunninghamii* di Bondowos, Jawa Timur pada umur 5 tahun yang menguji 80 famili halvesib dari sebaran alam di Papua (Setiadi & Susanto, 2012). Penelitian korelasi genetik antara tinggi pohon dengan diameter batang yang positif dan kuat telah dilakukan di uji keturunan *Falcataria moluccana* di Cikampek Jawa Barat pada umur 4 bulan sebesar  $r_g=0,83$  (Hadiyan, 2010) pada umur 4 tahun sebesar  $r_g=0,93$  (Susanto, Baskorowati, & Setiadi, 2014).

#### 4. SIMPULAN, SARAN, DAN REKOMENDASI

##### 4.1. Kesimpulan

Hasil penelitian di uji keturunan Warugunung di Van Dille, Trenggalek, Jawa Timur pada umur 6 bulan dapat disimpulkan bahwa uji keturunan Warugunung tersebut mempunyai keragaman genetik pertumbuhan awal yang tinggi dengan kinerja populasi maupun famili di awal pertumbuhan yang cukup untuk memprediksi keragaman genetik.

##### 4.2. Saran dan Rekomendasi

Uji keturunan Warugunung di Van Dille, Trenggalek disarankan agar tetap dilakukan evaluasi dan pengukuran pertumbuhan maupun sifat lainnya setiap 6 bulan sekali, karena jenis tersebut merupakan jenis cepat tumbuh.

#### 5. UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Dinas Pertanian, Perkebunan, dan Kehutanan Kabupaten Trenggalek, Propinsi Jawa Timur atas kerjasamanya dalam pembangunan Sumber Benih jenis-jenis Kayu Pertukangan; Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan (B2P2BPTH) di Yogyakarta; teman-teman Tim Kayu Pertukangan B2P2BPTH (Mashudi, Sugeng Pudjiono, Liliana Baskorowati, Dedi Setiadi, Hamdan AA, dan Maman Sulaeman) yang telah membantu dalam penelitian pemuliaan

Warugunung; Pak Damiri, Pak Loh Barada, dan Pak Komari sebagai pemelihara plot uji keturunan jenis kayu pertukangan di Van Dille, Trenggalek.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Dlamini, L. N., Pipatwattanakul, D., & Maelim, S. (2017). Growth variation and heritability in a second-generation *Eucalyptus urophylla* progeny test at Lad Krating Plantation, Chachoengsao province, Thailand. *Agriculture and Natural Resources*, 51(3), 158–162. <https://doi.org/10.1016/j.anres.2016.12.005>
- Hadiyan, Y. (2010). Evaluasi Awal Kebun Benih Semai Uji Keturunan Sengon (*Falcataria moluccana* sinonim : *Paraserianthes falcataria*) Umur 4 Bulan Di Cikampek Jawa Barat. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 7(2), 85–91.
- Ives, A. R., Midford, P. E., & Garland, T. (2007). Within-species variation and measurement error in phylogenetic comparative methods. *Systematic Biology*, 56(2), 252–270. <https://doi.org/10.1080/10635150701313830>
- Keller, L. M., Bouchard, T. J., Arvey, R. D., Segal, N. L., & et al. (1992). Work values: Genetic and environmental influences. *Journal of Applied Psychology*, 77(1), 79–88. <https://doi.org/10.1037//0021-9010.77.1.79>
- Lande, R. (2009). Adaptation to an extraordinary environment by evolution of phenotypic plasticity and genetic assimilation. *Journal of Evolutionary Biology*, 22(7), 1435–1446. <https://doi.org/10.1111/j.1420-9101.2009.01754.x>
- Moges, A., & Holden, N. M. (2008). Soil fertility in relation to slope position and agricultural land use: A case study of umbulo catchment in Southern Ethiopia. *Environmental Management*, 42(5), 753–763. <https://doi.org/10.1007/s00267-008-9157-8>
- Setiadi, D., & Susanto, M. (2012). Variasi Genetik Pada Kombinasi Uji Provenans Dan Uji Keturunan *Araucaria cunninghamii* Di Bondowoso Jawa Timur. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 6(3), 157–166.
- Sun, Z., Liu, L., Peng, S., Peñuelas, J., Zeng, H., & Piao, S. (2016). Age-Related Modulation of the Nitrogen Resorption Efficiency Response to Growth Requirements and Soil Nitrogen Availability in a Temperate Pine Plantation. *Ecosystems*, 19(4), 698–709. <https://doi.org/10.1007/s10021-016-9962-5>
- Susanto, M. (2016). Variasi Genetik Warugunung (*Hibiscus macrophyllus*) dalam Biodiversitas Hutan Rakyat di Jawa. In *Proceeding Seminar Nasional Biodiversitas VI, Surabaya 3 September 2016 (Vol. VI, pp. 405–414)*. Retrieved from <http://biologi.fst.unair.ac.id/wp-content/uploads/2017/01/proceeding-complete.pdf>
- Susanto, M. (2017). Viabilitas Benih Warugunung (*Hibiscus macrophyllus*) antar Populasi di Jawa. In *Prosiding Seminar Nasional Biodiversitas “Pengelolaan Keanekaragaman Hayati melalui Penerapan Bioteknologi”* (pp. 39–42). Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Susanto, M., Baskorowati, L., & Setiadi, D. (2014). Estimation of genetic gain of at Cikampek, *Falcataria moluccana* West Java. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 11(2), 65–76.
- Susanto, M., Mashudi, Pudjiono, S., Stiadi, D., Hamdan, Haryjanto, L., ... Baskorowati. (2016). Pemuliaan Jenis Kayu Pertukangan (Jati, Mahoni, Gmelina, Nyawai, Manglid, dan Tisuk).
- Susanto, M., Mashudi, Pudjiono, S., Stiadi, D., Hamdan, Haryjanto, L., & Nurtjahjaningsih, I. (2015). Pemuliaan Dan Bioteknologi Jenis Kayu Pertukangan (Jati, Mahoni, Gmelina, Nyawai, Manglid, Dan Tisuk).
- Wezel, A., Steinmüller, N., & Friederichsen, J. R. (2002). Slope position effects on soil fertility and crop productivity and implications for soil conservation in upland northwest Vietnam. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 91(1–3), 113–126. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(01\)00242-0](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(01)00242-0)
- Williams, E. R., Matheson, A. C., & Harwood, C. E. (2002). *Experimental Design and Analysis For Tree Improvement*. CSIRO Publishing. Retrieved from [www.publish.csiro.au](http://www.publish.csiro.au)