

Liliana Baskorowati, Hamdan Adma Adinugraha, Mudji Susanto, Mashudi. (2020). Variasi Pertumbuhan dan Pembuahan Klon Jati (*Tectona grandis* L.f.) Umur 11 Tahun. *Journal Bioeksperimen*. Vol. 6 (1) Pp. 9-17. Doi: 10.23917/bioeksperimen.v6i1.2795

## VARIASI PERTUMBUHAN DAN PEMBUAHAN KLON JATI (*Tectona grandis* L.F.) UMUR 11 TAHUN

Liliana Baskorowati\*, Hamdan Adma Adinugraha, Mudji Susanto, Mashudi

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan  
Jl Palagan T Pelajar Km 15, Purwobinangun, Pakem, Sleman, Yogyakarta

\*Email: liliana.baskorowati@gmail.com

Paper submit: 24 Januari 2019, Paper publish: Maret 2020

**ABSTRACT** – The development of teak clones (*Tectona grandis* L.F.) is currently being done by industry and farmers to increase productivity. The use of superior teak clones will determine the success of planting; therefore, the superior clones need to be developed. Knowledge of variations in growth and fruiting in the seed orchard of teak clones is important to determine the reproductive capacity of a plant. Therefore, study on variations in the growth and fruiting of teak clones was undertaken. The study was conducted at 11 years old of teak clones, located in Alas Ketu Wonogiri, Central Java. The teak plants measured were planted with a spacing of 2 x 6 m, using a randomized block design, with 100 clones; 3 ramet per clone and consists of 5 blocks as replications. The clones originated from Gunung Kidul, Madiun, Cepu, Wonogiri, Randublatung, Rembang, Muna, Matakidi, Kendari, Buton, and Thailand. All individual trees in the plots were examined for collecting data. Parameters were measured including height of trees, diameter breast height, flower and fruit production. The results showed that height and diameter growth varied significantly between clones, as well as between replications; while flower and fruit production did not show significant differences between clones and between replications. When the clones grouped in height class and diameter class, it showed that the production of flowers and fruits of teak clones were differs significantly. Moreover, the reproductive success of this teak clone seed orchard was very low at 2.15%, suggested due to very little rainfall during the flowering season which causes many flowers to fall out.

**Keywords:** Teak, clones, growth, fruiting, reproductive success

### Pendahuluan

*Tectona grandis* L.F. atau jati merupakan jenis kayu dengan kualitas yang sangat bagus yang berasal dari India, Myanmar, Laos dan Thailand (Kaosa-ard, 1981; Soerianegara & Lemmens, 1993). Jenis ini merupakan salah satu jenis tanaman yang terpenting di Indonesia karena keawetan dan kekuatan kayunya. Manfaat kayu sangat beragam untuk konstruksi bangunan, furniture, jembatan, bantalan rel kereta api dan lainnya. Namun demikian jenis ini merupakan jenis yang lama tumbuh (*slow growing species*) sehingga untuk mendapatkan hasil kayu dengan kualitas yang bagus harus menunggu waktu yang cukup lama kurang lebih 30 tahun (Soerianegara & Lemmens, 1993). Peningkatan kebutuhan akan kayu jati

semakin banyak, sedangkan pasokan kayu jati semakin menurun.

Penerapan kehutanan klonal pada jati akan meningkatkan produktivitas sehingga akan berkontribusi secara substansial dalam memenuhi permintaan pasar. Meskipun demikian pengembangan tanaman hutan dengan klon akan berhasil jika menggunakan klon yang unggul. Pembangunan kebun benih menggunakan klon unggul dari berbagai daerah merupakan strategi yang penting dalam program pemuliaan jenis jati. Diasumsikan bahwa keturunan hasil perkawinan silang pohon-pohon superior dalam kebun benih tersebut mempunyai sifat-sifat yang unggul secara genetik. Tujuan utama pembangunan kebun benih klon jati adalah untuk menyediakan secara masal benih jati unggul; yang mempunyai akses ke lokasi serta

kemudahan koleksi benih unggul. Dengan demikian sumber benih klon akan mempunyai hubungan yang penting dengan penanaman jati secara komersial. Menurut Ramesh dan Gunaga, (2012) pembentukan kebun benih akan menjadi jalan buntu jika potensi penuh terhadap kebun benih tersebut tidak diwujudkan melalui pemanenan benih-benih yang sudah ditingkatkan kualitas genetiknya. Beberapa studi terdahulu banyak melaporkan rendahnya produksi benih jenis jati baik di kebun benih klon maupun dalam tegakan jati yang lain (Gunaga, R.P. and Vasudeva, 2005; Indira, 2005; Ramesh & Gunaga, 2012).

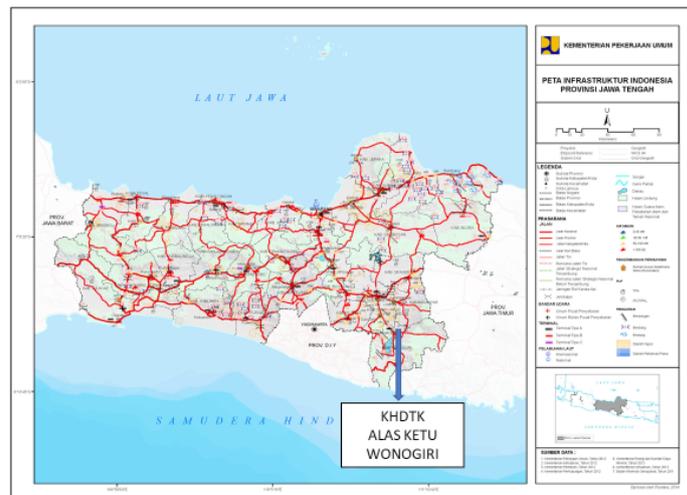
Meskipun program pemuliaan jati sudah berlangsung lama di Indonesia dan sudah memahami benar pentingnya peningkatan produksi benih yang berkualitas, namun variasi klon terhadap pembungaan untuk jenis ini masih sangat sedikit diketahui. Variasi pembuahan pada suatu jenis sangat umum

terjadi, tetapi apakah perbedaan pembungaan antar klon dipengaruhi oleh faktor genetik, sangat penting untuk diketahui. Selama ini penentuan pemilihan pohon unggul maupun penilaian sebuah kebun benih pada jati masih menggunakan kenampakan fenotipik dan mengabaikan kemampuan produksi bunga (Sett, Mishra, & Rana, 2016).

## Metode Penelitian

### 1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan di plot uji klon jati yang ditanam pada tahun 2005 di KHDTK BBPPBPTH alas Ketu, Wonogiri Jawa Tengah (Gambar 1). Pengukuran dilakukan ketika tegakan uji klon pada umur 11 tahun. Plot uji klon jati terletak pada ketinggian 141 m diatas permukaan laut, LS 7°32'15"-8°15'15"; BT 110°4'- 111°18'.



Gambar 1. Lokasi KHDTK Alas Ketu Wonogiri, Jawa Tengah

### 2. Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam pengamatan adalah alat tulis, Haga meter, pita diameter (*phi band*) dan binokuler. Sedangkan bahan yang digunakan adalah plot uji klon ditanam dengan jarak tanam 2 x 6 m, menggunakan desain Rancangan acak kelompok dengan 100 klon; 3 ramet per klon dan terdiri dari 5 blok sebagai ulangan (Adinugraha & Mahfudz, 2016). Klon-klon tersebut berasal dari Gunung Kidul, Madiun, Cepu, Wonogiri, Randublatung,

Rembang, Muna, Matakidi, Kendari, Buton, Thailand (Adinugraha & Mahfudz, 2016).

### 3. Tahapan Pelaksanaan/Rancangan Penelitian

Pengukuran dilakukan pada semua pohon yang masih tersisa di plot uji dengan parameter yang diukur adalah tinggi pohon, diameter batang, dan produksi bunga. Haga meter digunakan untuk mengukur tinggi pohon, yang diukur mulai dari pangkal batang sampai dengan

ujung batang. Diameter diukur pada ketinggian setinggi dada (1,3 m di atas permukaan tanah) dengan menggunakan pita meter. Produksi bunga dihitung dengan cara menghitung jumlah malai per pohon kemudian dikalikan dengan rata-rata jumlah bunga per malai yaitu 429 (Bila, Lindgren, & Mullin, 1999).

#### 4. Analisis Data

Pengukuran data di lapangan berupa tinggi, diameter, jumlah bunga dianalisis menggunakan analisis varians untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang nyata antar klon. Model analisis varians yang digunakan seperti yang dideskripsikan dibawah. Data tiap individu digunakan sebagai masukan data, dengan klon sebagai faktor random dan blok sebagai faktor tetap.

$$Y_{ij} = \mu + B_i + K_j + E_{ij}$$

Keterangan :

$Y_{ij}$  = pengamatan pada blok ke-i, klon ke-j

$\mu$  = rerata umum

$B_i$  = efek blok ke-i

$K_j$  = efek klon ke-j

$E_{ij}$  = random error pada pengamatan ke-ij, dengan asumsi data terdistribusi normal dengan rerata 0 dan varians  $\sigma^2$

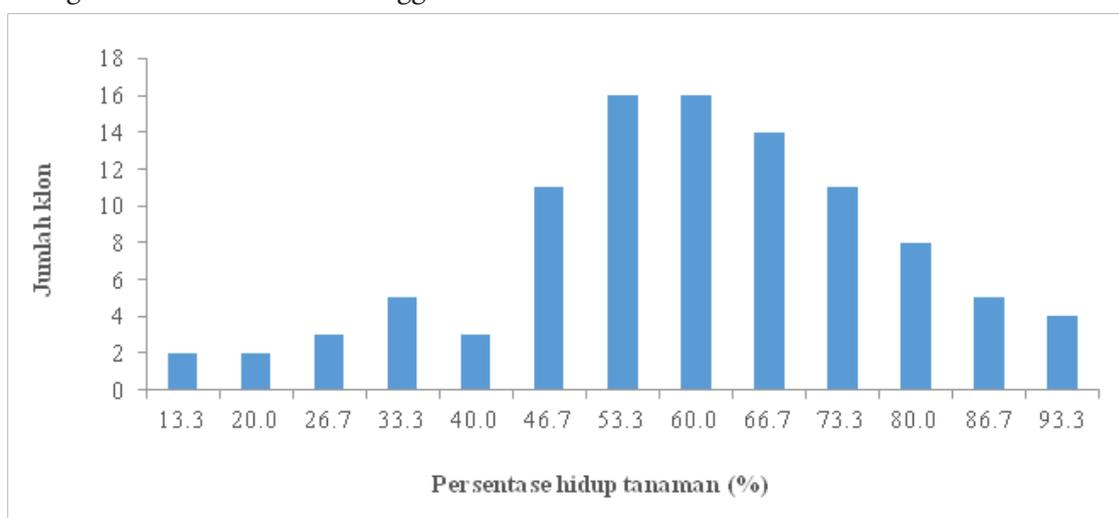
Untuk melihat apakah pertumbuhan berpengaruh terhadap pembungaan dan penguasaan, tanaman dikategorikan berdasarkan kelas tinggi dan kelas diameter. Tinggi tanaman

dikategorikan menjadi 4 kelas yaitu (1): <10 m; (2): 10 - 14.9 m; (3): 15 - 19.9 m dan (4): > 20 m; dan untuk diameter tanaman dikategorikan menjadi 6 kelas yang terdiri dari (1): <10 cm; (2): 10-14.9 cm; (3): 15-19.9 cm; (4): 20-24.9 cm; (5): 25-29.9 cm; (6): 30-34.9 cm.

### Hasil dan Pembahasan

#### 1. Pertumbuhan Tanaman

Hasil pengamatan di lapangan diketahui bahwa pada umur 11 tahun tanaman uji klon jati di Wonogiri, Jawa Tengah menunjukkan persentase hidup tanaman secara keseluruhan sekitar 60,13% yang bervariasi dari 13,33-93,33% (Gambar 1). Dari hasil pengukuran diperoleh rerata tinggi pohon 12,87 m yang bervariasi dari 5,3 - 22,5 m dengan riap tinggi tanaman 1,17 m/tahun. Diameter batang setinggi dada/dbh bervariasi dari 5,7 - 39,2 cm dengan rata-rata mencapai 14,65 cm sehingga riap diameter batang 1,33 cm/tahun. Hasil penghitungan taksiran volume pohon diperoleh sebaran volume mulai dari 0,01 - 1,46 m<sup>3</sup> per pohon dengan rata-rata volume secara keseluruhan yaitu 0,146 m<sup>3</sup> per pohon. Dari hasil tersebut diperoleh angka taksiran riap volume tanaman uji klon tersebut sekitar 11,06 m<sup>3</sup>/ha/tahun. Selanjutnya data hasil pengamatan tersebut dianalisis untuk mengetahui pengaruh klon dan blok penelitian, yang hasilnya disajikan pada Tabel 1.



Gambar 1. Persentase hidup tanaman uji klon jati di Wonogiri umur 11 tahun

**Tabel 1. Hasil analisis varians pertumbuhan tinggi, diameter dan volume pohon uji klon jati umur 11 tahun di Alas Ketu, Wonogiri**

| Sumber variasi | Derajat bebas | Tinggi |            | Diameter |            | Volume pohon |            |
|----------------|---------------|--------|------------|----------|------------|--------------|------------|
|                |               | RK     | Pr > F     | RK       | Pr > F     | RK           | Pr > F     |
| Replikasi      | 4             | 112,24 | < 0,0001** | 271,21   | < 0,0001** | 0,169        | < 0,0001** |
| Klon           | 99            | 11,87  | < 0,0001** | 36,56    | < 0,0001** | 0,034        | < 0,0001** |
| Galat          | 798           | 6,92   |            | 18,64    |            | 0,015        |            |
| Total          | 901           |        |            |          |            |              |            |

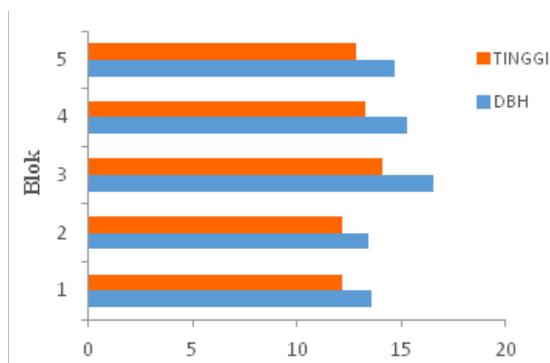
Hasil analisis varian pada Tabel 1 menunjukkan bahwa pertumbuhan tinggi pohon, diameter batang dan volume pohon berbeda sangat nyata baik antar klon pada plot uji maupun antar blok. Variasi pertumbuhan tersebut menunjukkan adanya pengaruh yang ditimbulkan baik faktor genetik maupun lingkungannya. Secara umum pertumbuhan tanaman merupakan hasil interaksi antara faktor genetik dengan lingkungannya (Zobel & Talbert, 1984). Pertumbuhan tinggi, diameter dan volume pohon terbaik diperoleh pada blok 3 (Gambar 2 dan 3) yang masing-masing sebesar 16,55 cm untuk dbh, 14,09 m untuk tinggi dan 0,19 m<sup>3</sup> untuk volume pohon.

Pengukuran pertumbuhan tanaman jati sebagai salah satu primadona jenis tanaman penghasil kayu pertukangan adalah volume pohon yang dapat ditaksir dengan pengukuran sifat utama yaitu tinggi pohon dan diameter batang/dbh (D. K. S. Goh et al., 2013; Fitriani, 2012; Harbagung & Imanuddin, 2009; K. Palanisamy, Maheshwar, & Yi, 2009). Pada tabel 2 disajikan rerata pertumbuhan tinggi, diameter batang dan volume pohon 10 klon terbaik pada uji klon jati di Alas Ketu Wonogiri. Pertumbuhan terbaik ditunjukkan oleh klon

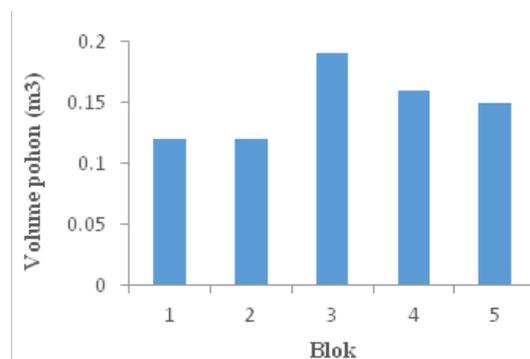
44 dan 43 pada ketiga sifat yang diamati yang kemudian dikuti oleh klon 24, 37 dan 46.

Sementara pertumbuhan tanaman terendah sebesar untuk sifat tinggi 9,92 m (klon 6), sifat dbh sebesar 10,10-10,85 cm (klon 6, 7, 2) dan untuk volume pohon 0,05 m<sup>3</sup> (klon 6, 2, 7). Apabila dilakukan seleksi klon dengan memilih 10 klon terbaik untuk penanaman berikutnya maka potensi pertumbuhan tanaman dapat ditingkatkan menjadi 18,47 cm (25,60%) untuk sifat dbh dan 14,97 m (16,32%) untuk sifat tinggi. Potensi riap volume tanaman dengan menggunakan 10 klon terbaik dapat mencapai 21,20 m<sup>3</sup>/ha/tahun pada umur 11 tahun.

Dibandingkan dengan hasil analisis pertumbuhan sebelumnya yang dilakukan pada waktu tanaman berumur 5 tahun diketahui ada penurunan persentase hidup tanaman sebesar 16,49% yang sebelumnya 72%. Penurunan tersebut terjadi karena dilakukan penebangan seleksi pada tanaman-tanaman yang menunjukkan pertumbuhan yang jelek atau tertekan serta pada tanaman yang menunjukkan adanya kerusakan batang akibat serangan hama/penyakit. Klon 44 dan 43 menunjukkan tingkat pertumbuhan yang stabil sejak umur tanaman 5 tahun tetap menunjukkan pertumbuhan terbaik (Adinugraha dan Mahfudz, 2016).



**Gambar 2. Tinggi dan diameter tanaman pada setiap blok**



**Gambar 3. Volume pohon pada setiap blok**

Tabel 2. Pertumbuhan 10 klon terbaik pada uji klon jati umur 11 tahun di Wonogiri, Jawa Tengah

| No urut       | Klon | Dbh (cm) | Klon | Tinggi (m) | Klon | Vol (m <sup>3</sup> ) |
|---------------|------|----------|------|------------|------|-----------------------|
| 1             | 44   | 21,91    | 44   | 16,62      | 44   | 0,40                  |
| 2             | 43   | 21,61    | 43   | 16,44      | 43   | 0,39                  |
| 3             | 24   | 18,05    | 64   | 14,92      | 95   | 0,31                  |
| 4             | 37   | 17,79    | 24   | 14,85      | 37   | 0,28                  |
| 5             | 64   | 17,68    | 90   | 14,79      | 82   | 0,25                  |
| 6             | 90   | 17,66    | 96   | 14,72      | 24   | 0,24                  |
| 7             | 95   | 17,44    | 46   | 14,40      | 46   | 0,23                  |
| 8             | 82   | 17,34    | 77   | 14,35      | 78   | 0,23                  |
| 9             | 46   | 17,33    | 76   | 14,32      | 77   | 0,22                  |
| 10            | 96   | 17,20    | 37   | 14,31      | 54   | 0,22                  |
| <b>Rerata</b> |      | 18,40    |      | 14,97      |      | 0,28                  |

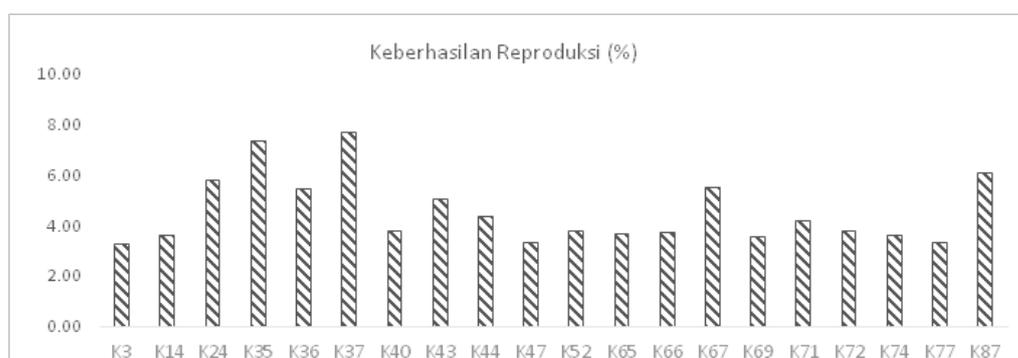
## 2. Produksi Bunga dan Buah

Hasil analisis varians menunjukkan bahwa produksi bunga dan buah tanaman klon jati pada lokasi uji tidak berbeda nyata antar klon maupun antar blok. Hasil analisis varians dari uji klon umur 11 tahun untuk produksi bunga dan buah disajikan pada Tabel 3. Persen jadi bunga menjadi buah untuk uji klon ini sangat rendah dengan rerata 2,15%. Rendahnya keberhasilan reproduksi pada jati ini juga di laporkan oleh (Palupi & Owens, 2002). Pada penelitian ini dua puluh klon dengan persen keberhasilan reproduksi terbaik diperlihatkan dalam Gambar 4, dengan klon nomer 37, 35 dan 87 merupakan

klon-klon dengan keberhasilan reproduksi tinggi (>8%). Secara umum diketahui bahwa keberhasilan reproduksi pada tanaman jati dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti ketersediaan agen penyerbuk, keadaan cuaca maupun keserempakan pembungaan. Gunaga et al., 2011 menyatakan bahwa keberhasilan penyerbukan pada klon jati sangat dipengaruhi oleh keselarasan antara pembungaan yang serempak dengan musim hujan. Lebih lanjut dikatakan bahwa rendahnya bunga menjadi buah pada kebun benih klon sangat dipengaruhi oleh ketidak serempakan pembungaan antar klon serta hujan yang tidak kontinyu.

Tabel 3. Hasil analisis varians produksi bunga dan buah uji klon jati umur 11 tahun di Alas Ketu, Jawa Tengah

| Sumber Variasi | db | Produksi Bunga |        | Produksi Buah |        |
|----------------|----|----------------|--------|---------------|--------|
|                |    | RK             | Pr > F | RK            | Pr > F |
| Blok           | 4  | 1628.7         | 0.4148 | 15877.68      | 0.1813 |
| Klon           | 93 | 1373.4         | 0.8365 | 6812.65       | 0.9791 |



Gambar 4. Rerata keberhasilan reproduksi (persen bunga menjadi buah) klon Jati umur 11 tahun di Alas Ketu, Jawa Tengah

Jika data pengukuran dikelompokkan dalam kelas tinggi dan diameter (Tabel 4), maka hasil analisis varians memperlihatkan bahwa produksi bunga dan buah berbeda nyata ( $p < 0.05$ ) antar kelas tinggi, dan berbeda sangat nyata ( $p < 0.001$ ) antar kelas diameter. Lebih lanjut, jika dilihat dari rerata produksi bunga dan buah tanaman klon jati berbeda sangat nyata antar kelas diameter, dimana kelas diameter 5 (25 - 29.9 cm) merupakan diameter tanaman dengan produksi pembungaan dan pembuahan yang paling banyak dibandingkan dengan kelas diameter yang lainnya. Dari Gambar 5, dapat dilihat kecenderungan produksi bunga dan buah akan meningkat seiring dengan

peningkatan diameter tanaman, meskipun produksi bunga dan buah akan mengalami penurunan pada kelas diameter 6 (30 - 34.9 cm). Lebih lanjut, dari Gambar 5 tersebut diketahui bahwa produksi bunga dan buah akan semakin meningkat sebanding dengan kenaikan tinggi suatu tanaman; kenaikan produksi bunga dan buah tersebut sangat mungkin berkorelasi dengan pertumbuhan. Tanaman dengan tinggi yang diatas rata-rata mempunyai kesempatan mendapatkan sinar matahari yang diperlukan untuk proses reproduksi lebih besar daripada tanaman yang tidak mendapatkan sinar matahari.

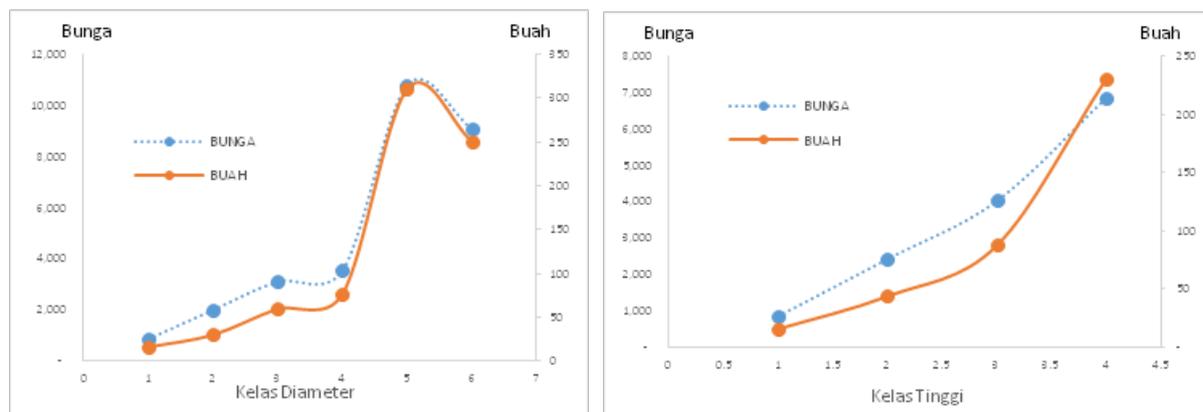
**Tabel 4. Hasil analisis varians produksi bunga dan buah berdasarkan kelas tinggi dan diameter uji klon jati umur 11 tahun di Alas Ketu, Jawa Tengah**

| Sumber Variasi | db | Produksi Buah |          | Produksi Bunga |          |
|----------------|----|---------------|----------|----------------|----------|
|                |    | RK            | Pr > F   | RK             | Pr > F   |
| Blok           | 4  | 21007557.2    | 0.2355   | 12366.4702     | 0.2187   |
| Kelas tinggi   | 3  | 63284802.5    | 0.0062*  | 42001.8979     | 0.0024*  |
| Blok           | 4  | 72697604.6    | 0.2785   | 52154.4599     | 0.1276   |
| Kelas diameter | 5  | 450910501.7   | <.0001** | 483920.2497    | <.0001** |

Variasi produksi benih dapat terjadi dalam dan antar spesies (Jackson & Sweet, 1972; Kramer & Kozlowski, 1960; Matthews, 1951). Mereka menyebutkan bahwa faktor lingkungan seperti kondisi nutrisi dan faktor genetik seperti sinkronitas pembungaan dan tingkat ketidakcocokan berkawin sendiri suatu spesies dalam satu populasi telah berpengaruh penting terhadap inisiasi bunga dan produksi benih dalam suatu populasi spesies di hutan. Pembungaan yang sinkron dapat menarik berbagai serangga atau hewan sebagai penyerbuk untuk mengunjungi dan memindahkan serbuk sari dari satu ke pohon lain. Hal tersebut juga dapat meningkatkan transfer serbuk sari antar pohon yang mengarah ke peningkatan penyerbukan silang yang akhirnya akan menyebabkan bervariasinya pembungaan dalam satu populasi tanaman.

Baskorowati & Fauzi, (2013) menjelaskan beberapa hal yang menyebabkan keberhasilan

reproduksi pada jati sangat rendah antara lain karena ketidak serempakan pembungaan antar klon dalam satu populasi. Ketidak serempakan pembungaan antar klon akan mengurangi daya tarik serangga untuk mengunjungi bunga. Kurangnya jumlah penyerbuk dan ketidak efektifan serangga merupakan salah satu faktor yang menyebabkan rendahnya produksi buah jati dibandingkan dengan kelimpahan bunga jati. Hal ini disebabkan oleh benang sari (pollen) jati yang bersifat lengket sehingga serangga penyerbuk merupakan kunci utama terjadinya penyerbukan silang. Selain hal tersebut, ketidak serempakan pembungaan akan berakibat pada ketidak efektifan serangga penyerbuk yang umumnya serangga hanya berpindah dari satu bunga ke bunga yang lain pada satu pohon, yang akan menyebabkan bunga kawin sendiri, sehingga produksi jati menjadi rendah.



Gambar 5. Rerata produksi bunga dan buah tanaman uji klon jati umur 11 tahun di Alas Ketu, Jawa Tengah berdasarkan kelas diameter dan kelas tinggi.

## Simpulan

Pertumbuhan klon jati pada umur 11 tahun di Alas Ketu, Jawa Tengah sangat baik dengan riap volume sekitar 11,06 m<sup>3</sup>/ha/tahun. Pertumbuhan tinggi pohon, diameter batang dan volume pohon berbeda sangat nyata baik antar klon pada plot uji maupun antar blok. Pertumbuhan terbaik ditunjukkan oleh klon 44 dan 43 pada ketiga sifat yang diamati yang kemudian dikuti oleh klon 24, 37 dan 46. Hasil pengamatan produksi bunga dan buah tanaman klon jati pada lokasi uji tidak berbeda nyata antar klon maupun antar blok dengan persen

keberhasilan reproduksi yang rendah yaitu 2.15 %; namun demikian terdapat kecenderungan produksi bunga dan buah akan meningkat seiring dengan peningkatan diameter maupun tinggi tanaman.

## Ucapan Terimakasih

Terimakasih penulis ucapkan kepada semua pihak yang telah membantu pengambilan data di lapangan di KHDTK Wonogiri Jawa Tengah yaitu Bpk Suwandi dan Bpk Didik. Penelitian ini menggunakan anggaran penelitian DIPA Badan Litbang Kehutanan tahun anggaran 2016.

## Daftar Pustaka

- Adinugraha, H. A., & Mahfudz. (2016). Estimasi parameter genetik uji klon jati umur 5 tahun di Wonogiri, Jawa Tengah. *WASIAN*, 3(1), 17–23.
- Baskorowati, L., & Fauzi, M. A. (2013). Biologi Jati. In *Benih Unggul untuk Pengembangan Hutan Jati Rakyat*. (pp. 05–11). FORDA PRESS bekerjasama dengan Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan.
- Bila, A. D., Lindgren, D., & Mullin, T. J. (1999). Fertility variation and its effect on diversity over generations in a teak plantation (*Tectona grandis* L.f. L.f.). *Silvae Genetica*, 48(3–4), 109–114.
- D. K. S. Goh, Japarudin, Y., Alwi, A., Lapammu, M., Floris, A., & Monteuis, O. (2013). Growth differences and genetic parameter estimates of 15 teak (*Tectona grandis* L.f. L.f.) genotypes of various ages clonally propagated by microcuttings and planted under humid tropical conditions. *Silvae Genetica*, 62(4–5), 196–206.
- Fitriani, A. (2012). Evaluasi Pertumbuhan Tanaman Jati Pada Areal Gerakan Rehabilitasi Hutan dan Lahan. *Jurnal Hutan Tropis*, 13(1), 55–66.
- Gunaga, R.P. and Vasudeva, R. (2005). Causes for low fruit production in clonal seed orchards of teak (*Tectona grandis* L.f. Linn): A special references to India. In J. K. Bhat, K.M., Nair,

- K.K.N. Bhat, K.V., Muralidharan, E.M. and Sharma (Ed.), *Quality Timber Products of Teak from Sustainable Forest Management* (pp. 352–358). Published by KFRI, Peechi.
- Gunaga, R. P., Kanfade, A. H., & Vasudeva, R. (2011). Soil fertility status of 20 seed production areas of *Tectona grandis* L.f. Linn. f. in Karnataka, India. *Journal of Forest Science*, 57(11), 483–490.
- Harbagung, I., & Imanuddin, R. (2009). Penentuan Ukuran Optimal Petak Ukur Permanen Untuk Hutan Tanaman Jati. *Jurnal Penelitian Hutan Dan Konservasi Alam*, 6(1), 57–68.
- Indira, E. P. (2005). Why teak seed orchards are low productive. In *Quality Timber Products of Teak from Sustainable Forest Management* (Eds.) Bhat, K.M., Nair, KKN, Bhat, K.V., Muralidharan, E.M. and Sharma, J.K., (pp. 347–351).
- Jackson, D. I., & Sweet, G. . (1972). Flower initiation in temperate woody plants. *Horticultural Abstracts*, 42, 9–24.
- K. Palanisamy, Maheshwar, H., & Yi, J.-S. (2009). Teak (*Tectona grandis* L.f. Linn. f.): A Renowned Commercial Timber Species. *Journal of Forest Science*, 25(1), 1–24.
- Kaosa-ard, A. (1981). Teak its natural distribution and related factors. *Nat. His. Bull. Siam. Soc.*, 29, 55–74.
- Kramer, P. J., & Kozlowski, T. . (1960). *Physiology of trees*. Mc Grow Hill Book Company, New York.
- Matthews, J. D. (1951). Forest genetics. *Nature*, 167(4254), 764. <https://doi.org/10.1038/167764a0>
- Palupi, E. R., & Owens, J. N. (2002). Reproductive Phenology and Reproductive Success of Teak (*Tectona grandis* L.f. L. F.). *International Journal of Plant Sciences*. <https://doi.org/10.1086/297604>
- Ramesh, V., & Gunaga, R. (2012). Flowering Phenology in Teak Seed Orchards—Genetic Variation, Measurement and Implications to Seed Orchard Fertility. *Phenology and Climate Change*, 320. Retrieved from [http://cdn.intechopen.com/pdfs/32929/InTech-Flowering\\_phenology\\_in\\_teak\\_seed\\_orchards\\_genetic\\_variation\\_measurement\\_and\\_implications\\_to\\_seed\\_orchard\\_fertility.pdf](http://cdn.intechopen.com/pdfs/32929/InTech-Flowering_phenology_in_teak_seed_orchards_genetic_variation_measurement_and_implications_to_seed_orchard_fertility.pdf)
- Sett, R., Mishra, J. P., & Rana, P. K. (2016). Seed production of teak in different orchards of central India: the present scenario. *International Journal of Science, Environment and Technology*, 5(3), 969–990.
- Soerianegara, I., & Lemmens, R. H. M. . (1993). *Plant resources of South-East Asia 5(1): Timber trees: major commercial timbers*. Belanda, Wageningen: Pudoc Scientific Publishers.
- Zobel, B., & Talbert, J. T. (1984). *Applied Forest Tree Improvement*. John Willey and Sons. New York: John Willey and Sons.