

PERTUMBUHAN STEK BATANG GMELINA ARBOREA HASIL KOLEKSI DARI LIMA POPULASI SEBARAN DI INDONESIA

The growth of stem cuttings of Gmelina arborea taken from five origin populations in Indonesia

Hamdan Adma Adinugraha¹, Dedi Setiadi¹, Arnoldus Naibini² dan Nyuwito²

¹Kontributor Utama, ¹Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan
Jl. Palagan Tentara Pelajar KM 15, Purwobinangun, Pakem, Sleman, Yogyakarta, Indonesia
email penulis korespondensi : hamdan_adma@yahoo.co.id

²Institut Pertanian (INTAN)

Jl. Magelang Km 5.6, Kutu Tegal, Sinduadi, Mlati, Sleman, Yogyakarta, Indonesia

Tanggal diterima: 09 September 2020, Tanggal direvisi: 09 September 2020, Disetujui terbit: 21 Desember 2020

ABSTRACT

This study was conducted to determine the effect of plant material origin and size of cuttings on the growth ability of Gmelina arborea stem cuttings in the nursery. The study was arranged in a randomized factorial pattern design, consisting of two factors, namely the length of the cuttings (L1 = 20 cm and L2 = 30 cm) and the cuttings size factor (small diameter class/D1 = <1.25 cm, medium/D2 = 1.25 – 2.50 cm and large/D3 => 2.50 cm). Each treatment used 5 stem cuttings and repeated in 3 times, which are grouped based on their origin population namely Bantul/P1, Bogor/P2, Lampung/P3, Bondowoso/P4 and Lombok/P5. The observations showed the survival percentage was 83.12% and the rooting percentage was 78.23% which was influenced by the length and diameter of the stem cuttings. The growth of shoots (number, length and diameter) and the number of shoot nodes and leaf were affected by the interaction of origin of the population and the length and diameter of the stem cuttings. Applying stem cutting method is very potential to produce planting stock of Gmelina arborea. Stem cuttings which has a bigger size showed better grow of stem cuttings.

Keywords: woody plants, vegetative propagation, population origin, seedling growth

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh asal bahan tanaman dan ukuran stek terhadap kemampuan pertumbuhan stek batang *G. arborea* di persemaian. Penelitian disusun dengan rancangan acak kelompok pola faktorial, yang terdiri atas dua faktor yaitu panjang stek (L1 = 20 cm dan L2 = 30 cm) dan faktor ukuran stek (kelas diameter kecil/D1 = < 1,25 cm, sedang/D2 = 1,25 – 2,50 cm dan besar/D3 = > 2,50 cm). Setiap perlakuan menggunakan 15 stek batang yang dikelompokkan berdasarkan populasi asalnya yaitu Bantul/P1, Bogor/P2, Lampung/P3, Bondowoso/P4 dan Lombok/P5. Hasil pengamatan menunjukkan persentase hidup 83,12% dan persentase berakar 78,23% yang dipengaruhi oleh ukuran panjang dan diameter stek. Pertumbuhan tunas (jumlah, panjang dan diameter) serta jumlah ruas tunas dan daunnya secara umum dipengaruhi oleh interaksi antara asal populasi dan ukuran panjang serta diameter stek yang digunakan. Pembuatan stek batang sangat potensial untuk diterapkan dalam produksi bibit *Gmelina arborea* di persemaian. Stek yang berdiameter lebih besar dan lebih panjang menghasilkan pertumbuhan stek yang lebih baik.

Kata kunci : tanaman berkayu, perbanyakan tanaman, pertumbuhan bibit, populasi asal

I. PENDAHULUAN

Gmelina arborea Roxb atau dikenal dengan nama jati putih merupakan salah satu jenis tanaman penghasil kayu yang diprioritaskan dalam pembangunan hutan tanaman baik di kawasan hutan negara maupun hutan rakyat. Kayu jenis ini memiliki nilai ekonomi karena merupakan bahan baku yang baik untuk pulp, kertas, *flooring*, veneer, papan partikel, peti kemas, konstruksi ringan di bawah

atap, kerajinan tangan, kayu bakar/arang dan bahan korek api (Kosasih & Danu, 2013). Bagian tanaman yang lain yaitu daunnya merupakan pakan ternak yang baik (Orwa, Mutua, Kindt, Jamnadass, & Anthony, 2009; Awotoye, Ogunbanjo, Jeminiwa, Okanlawon, & Oyelami, 2016). Akhir-akhir ini banyak penelitian yang melaporkan pemanfaatan ekstrak kulit batang *G. arborea* dalam bidang medis. Kandungan senyawa-senyawa fenolik yang ada pada bagian tanaman tersebut

memiliki efek farmakologis antara lain untuk antioksidan, anti diabet, antipiretik, anti-fungal, analgesik, aktifitas diuretik, anti-bacterial, *cardio-protective* dan lain-lain (Arora & Tamrakar, 2017; Kulkarni & Veeranjanyulu, 2013; Pathala et al., 2015).

Penyediaan bibit *G. arborea* dilakukan secara generatif dengan menyemaikan benihnya di persemaian. Bahkan untuk pembangunan hutan tanaman *G. arborea*, Pemerintah RI telah mensyaratkan penggunaan benih bersertifikat melalui Surat Keputusan Menteri Kehutanan Nomor: 707/Menhut-II/2013. Jenis ini juga dapat diperbanyak secara vegetatif dengan teknik stek cabang/*branch cuttings* (Borpuzari & Kachari, 2019) stek batang/*stem cuttings* (Jayusman, 2005; Kumar, Jharia, & Ansari, 2011; Ujjwala, Rambabu, & Swamy, 2013; Patil, Saralch, Chauhan, & Dhillon, 2017), teknik stek pucuk (Singh & Ansari, 2014) dan kultur jaringan (Thirunavoukkarasu & Debata, 1998; Suarez, Acosta, & Gatti, 2013). Penelitian-penelitian tersebut dilakukan terutama dalam rangka memperbanyak pohon induk jenis tersebut yang sudah dewasa. Penerapan teknik perbanyak vegetatif sangat diperlukan untuk mempertahankan sifat-sifat genetik pohon induk kepada anakan yang dihasilkan.

Pada penelitian ini dilakukan perbanyak tanaman *G. arborea* yang merupakan hasil koleksi dari lima populasi sebaran tanaman tersebut di Indonesia. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh asal bahan tanaman dan ukuran panjang dan diameter stek terhadap keberhasilan tumbuhnya di persemaian. Hasil penelitian ini diharapkan dapat diperoleh informasi yang bermanfaat untuk pengembangan pohon-pohon terpilih jenis tersebut di masa yang akan datang.

II. BAHAN DAN METODE

A. Lokasi penelitian

Penelitian ini dilakukan di persemaian Balai Besar Penelitian dan Pengembangan

Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan yang berlokasi di Purwobinangun, Kecamatan Pakem, Sleman, Yogyakarta. Penelitian dilakukan sejak bulan Januari sampai dengan bulan Mei 2019, dimulai dari kegiatan penyiapan media, penyiapan bibit, penyusunan rancangan penelitian, penyiapan bedengan sungkup, pemangkasan tanaman, pembuatan stek batang, pemeliharaan dan pengamatan pertumbuhan bibit.

B. Bahan dan peralatan

Bahan penelitian yang digunakan adalah tanaman *G. arborea* berumur ± 24 bulan. Bibit yang digunakan memiliki ukuran tinggi rata-rata 100-150 cm dan diameter batang rata-rata 2 cm. Tanaman tersebut merupakan hasil koleksi dari 5 populasi yaitu Bantul, Bogor, Bondowoso, Lampung dan Lombok (Setiadi & Adinugraha, 2018). Tanaman tersebut selanjutnya dipangkas menggunakan gunting stek dan hasil pangkasannya dimanfaatkan untuk stek batang. Setiap batang tersebut dipotong menjadi beberapa stek batang yang masing-masing panjangnya 20 dan 30 cm. Bagian pangkal stek batang selanjutnya direndam dalam larutan zat pengatur tumbuh akar *Root up*[®] dengan konsentrasi larutan 25% selama ± 15 menit.

Penanaman stek batang dilakukan pada media pasir sungai dalam polybag ukuran 15 x 25 cm yang disusun dalam bedengan yang ditutup dengan sungkup plastik. Sebelum ditanami media disterilisasi dengan cara menyiramkan larutan fungisida pada media tersebut. Untuk memudahkan dalam penanaman stek dan supaya tidak merusak jaringan kulit bagian pangkal stek maka dibuat lubang tanam pada media dengan kedalaman tanam 5 cm. Selanjutnya untuk mengurangi intensitas panas matahari maka di atas bedengan diberi naungan paranet dengan intensitas cahaya sekitar 55%.

C. Rancangan penelitian

Percobaan stek batang dilakukan dengan rancangan acak kelompok pola faktorial, dengan perlakuan terdiri atas tiga faktor yaitu panjang

stek (L1 = 20 cm dan L2 = 30 cm); faktor ukuran stek (kelas diameter kecil/D1 = < 1,25 cm, sedang/D2 = 1,25 – 2,50 cm dan besar/D3 = > 2,50 cm); populasi asal yaitu Bantul/P1, Bogor/P2, Lampung/P3, Bondowoso/P4 dan Lombok/P5. Pada setiap kelompok, masing-masing perlakuan menggunakan 15 sampel stek batang sehingga jumlah unit pengamatan seluruhnya terdapat 450 (2×3×5×15) stek batang. Data pertumbuhan yang diamati yaitu persentase hidup, persentase stek berakar, jumlah tunas, panjang tunas, diameter tunas, jumlah daun dan jumlah ruas tunas. Penelitian sebelumnya menggunakan panjang stek 10-45 cm dengan diameter 0,5-3 cm menunjukkan persentase berakar yang sangat bervariasi yaitu 15,0-92,3% (Jayusman, 2005; Kumar et al., 2011; Patil et al., 2017; Singh & Ansari, 2014; Ujjwala et al., 2013).

D. Analisis data

Data hasil pengamatan selanjutnya dianalisis menggunakan analisis sidik ragam/ANOVA untuk mengetahui pengaruh masing-masing perlakuan. Kegiatan analisis ini dilakukan dengan bantuan program excel. Apabila dari hasil uji F diperoleh hasil yang berbeda nyata/signifikan maka dilakukan uji lanjut menggunakan uji jarak Duncan (*Duncan Multiple Range Test/DMRT*). Untuk analisis data persentase hidup dan berakar stek batang

terlebih dahulu dilakukan transformasi data ke bentuk arcsin sebelum dianalisis.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengamatan diketahui bahwa secara umum perbanyak tanaman *G. arborea* sangat potensial dikembangkan dengan menggunakan teknik stek batang. Kemampuan tumbuh stek batang yang memanfaatkan batang tanaman muda di persemaian relatif tinggi seperti disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pertumbuhan stek batang *G. arborea* di dalam bedengan sungkup

Pada penelitian ini diperoleh rata-rata persentase hidup stek batang 83,12%, persentase berakar 78,23%, jumlah tunas 3, panjang tunas 11,70 cm, diameter tunas 2,18 mm, jumlah daun 14 helai dan jumlah ruas per tunas 4 ruas. Hasil tersebut juga menunjukkan bahwa penerapan teknik stek batang pada bedengan sungkup tanpa pengabutan/*non mist propagation* cukup efektif untuk dilakukan (Amri, 2010).

Tabel 1. Hasil sidik ragam persen hidup dan berakar stek batang *G.arborea* umur 2,5 bulan

Sumber variasi	Derajat bebas	Kuadrat tengah		F table	
		Persentase hidup	Persentase berakar	0,05	0,01
Populasi (P)	4	483,52 ns	474,07 ns	2,53	3,65
Panjang stek (L)	1	2527,57 **	2029,96 **	4,00	7,08
Ukuran stek (D)	2	4822,99 **	3675,21 **	3,15	4,98
Interaksi (L x D)	2	1280,63 **	1534,74 **	3,15	4,98
Interaksi (P x L x D)	20	340,19 ns	215,43 ns	1,75	2,20
Galat	60	215,63	271,48		
Total	89				

Keterangan: ns = tidak berbeda nyata, **= berbeda nyata pada taraf uji 0,01

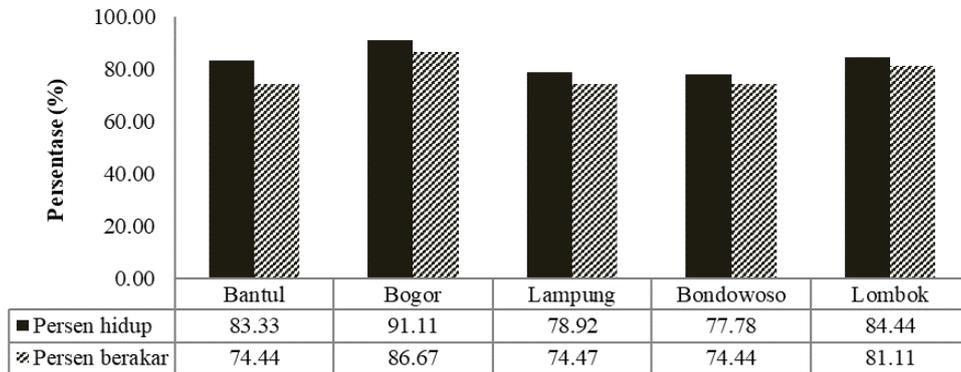
Hasil yang sama dilaporkan pula oleh Jayusman (2005); Singh dan Ansari (2014); Ujjwala et al. (2013) yang menunjukkan

kemampuan yang relatif baik jenis ini diperbanyak secara vegetatif meskipun bahan stek yang digunakan diambil dari pohon dewasa

dengan persentase berakar bervariasi dari 20 – 93%.

Tabel 1 menunjukkan bahwa variasi persentase hidup dan persentase berakar stek batang *G. arborea* sangat dipengaruhi oleh

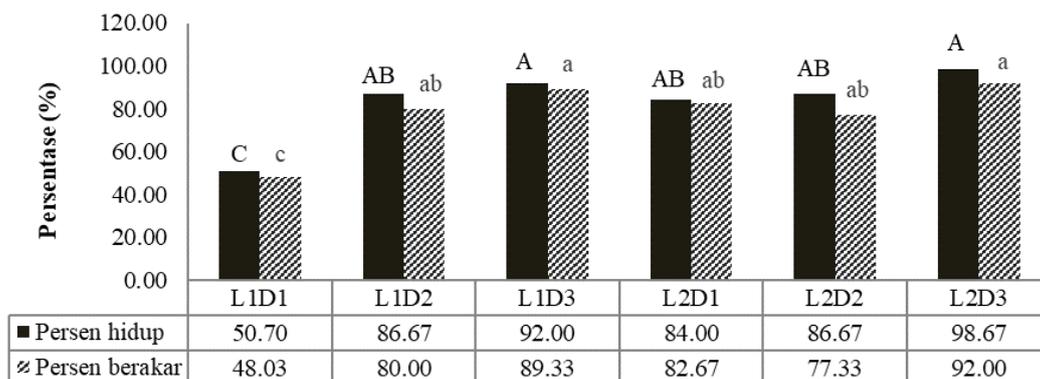
faktor ukuran bahan stek yang digunakan baik panjang stek, diameter maupun interaksi diantara kedua faktor tersebut. Adapun populasi asal tanaman tidak menyebabkan variasi yang nyata seperti disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik persen hidup dan berakar stek batang *G.arborea* dari 5 populasi

Bahan tanaman yang digunakan pada penelitian ini memiliki umur yang sama dan dipilih yang memiliki ukuran tinggi dan diameter yang seragam meskipun berasal dari daerah sebaran berbeda. Hasil yang berbeda diperoleh pada penelitian sebelumnya diketahui bahwa kelima populasi asal tersebut

berpengaruh nyata terhadap variasi morfologi benihnya dan daya perkecambahannya (Setiadi & Adinugraha, 2019). Hasil serupa juga dilaporkan Fornah et al. (2017) bahwa asal provenan benih berpengaruh terhadap daya perkecambahan benih dan tingkat pertumbuhan bibit *G. arborea* di persemaian.



Gambar 3. Grafik hasil uji jarak Duncan persen hidup dan berakar stek batang *G. Arborea*

Pada Gambar 3 diketahui bahwa bertambahnya ukuran panjang dan diameter stek batang cenderung meningkatkan kemampuan tumbuhnya. Panjang stek batang 20 cm (L1) dapat ditingkatkan kemampuan tumbuhnya dengan memilih batang yang berukuran diameter sedang (D2) atau besar (D3).

Sementara panjang 30 cm (L2) dapat memanfaatkan batang yang berdiameter kecil

sampai besar. Hasil terbaik diperoleh pada perlakuan stek batang yang panjangnya 30 cm dan berdiameter besar dan sebaliknya yang terendah persentase hidupnya pada stek batang dengan panjang 20 cm yang berdiameter kecil. Stek batang yang berukuran kecil tetap dapat dimanfaatkan seperti pada penelitian sebelumnya yang menggunakan ukuran stek batang < 20 cm, namun untuk meningkatkan keberhasilan tumbuhnya harus diberi perlakuan

perendaman dalam larutan dengan konsentrasi yang tepat (Borpuzari & Kachari, 2019; Patil et al., 2017).

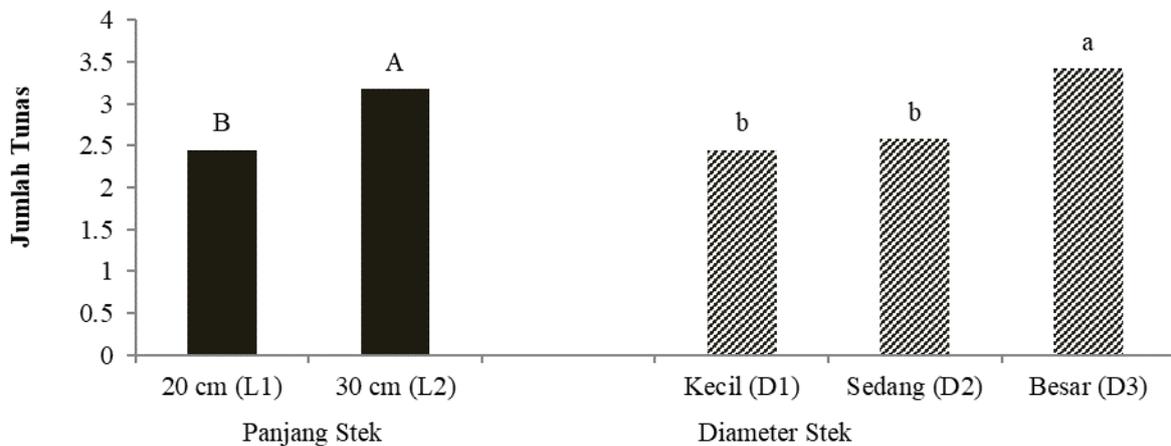
Tabel 3. Hasil analisis sidik ragam pertumbuhan stek batang *G. arborea* umur 2,5 bulan

Sumber variasi	Derajat bebas	Kuadrat tengah				
		Jumlah tunas	Panjang tunas	Diameter tunas	Jumlah daun	Jumlah ruas
Populasi (P)	4	0,66 ns	187,15 **	0,87 **	43,44 **	1,43 ns
Panjang stek (L)	1	13,92 **	157,61**	3,63 **	205,21 **	5,14 **
Ukuran stek (D)	2	5,79 **	338,34 **	7,22 **	392,83 **	3,99 **
Interaksi (L) × (D)	2	1,35 ns	6,17 ns	0,12 ns	8,23 ns	0,54 ns
Interaksi (P) × (L) × (D)	20	0,86 ns	45,12 **	0,35 *	18,92 *	1,69 **
Galat	60	0,53	13,25	0,16	8,85	0,57
Total	89					

Keterangan: ns = tidak berbeda nyata, * = berbeda nyata pada taraf uji 0,05 dan ** = berbeda nyata pada taraf uji 0,01

Selanjutnya dari hasil analisis sidik ragam pada Tabel 3 menunjukkan bahwa tingkat pertumbuhan bibit stek batang dipengaruhi oleh interaksi diantara ke-3 faktor yang diuji. Dari data tersebut diketahui adanya variasi yang

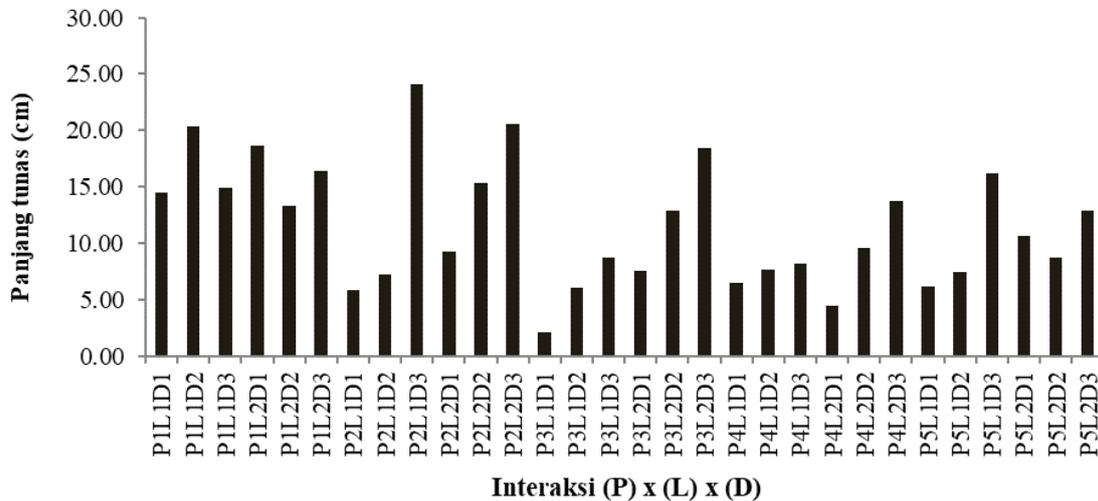
signifikan nyata pada pertumbuhan panjang tunas, diameter tunas, jumlah daun dan jumlah ruas tunas. Adapun variasi jumlah tunas yang tumbuh lebih dominan dipengaruhi oleh faktor panjang stek dan ukuran diameternya.



Gambar 4. Variasi jumlah tunas stek batang *G. arborea*

Pada Gambar 4 diketahui bahwa jumlah tunas stek batang *G. arborea* yang terbanyak (3-4 tunas) diperoleh pada perlakuan panjang stek 30 cm/L2 dan pada kelas diameter besar /D3. Untuk pertumbuhan stek sangat diperlukan ketersediaan cadangan karbohidrat yang cukup pada bahan stek. Bahan stek yang memiliki ukuran lebih besar dan panjang akan memiliki cadangan makanan yang lebih banyak dibandingkan yang berukuran lebih

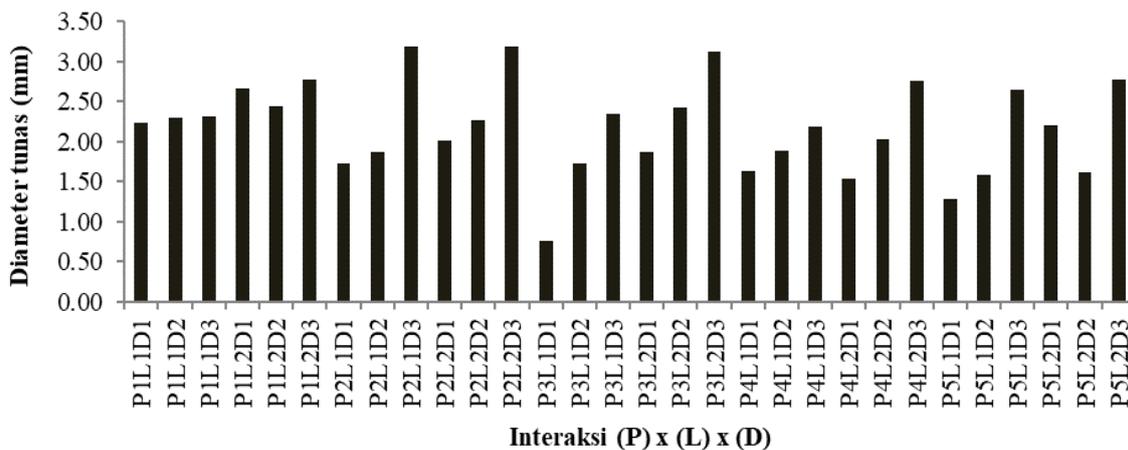
kecil/pendek (Hartmann et al., 2010). Hasil yang sama telah dilaporkan pada beberapa jenis tanaman lainnya diantaranya *Tinospora crispa* (Aminah et al., 2015), *Jatropha curcas* (Adekola & Akpan, 2012) dan *Picea abies* (Yang et al., 2015). Selain itu juga dapat dipengaruhi oleh klon atau pohon induk yang digunakan untuk bahan perbanyak (Zargar & Kumar, 2018; Hakim, Yuliah, & Adinugraha, 2019).



Gambar 5. Variasi panjang tunas stek batang *G. arborea*

Hasil pengamatan panjang tunas pada Gambar 5 diketahui rerata panjang tunas setiap populasi yaitu Bantul (16,4 cm), Bogor (13,7 cm), Lampung (9,3 cm), Bondowoso (8,3 cm) dan Lombok (10,4 cm). Adanya variasi tersebut berhubungan dengan kondisi fisiologis tanaman

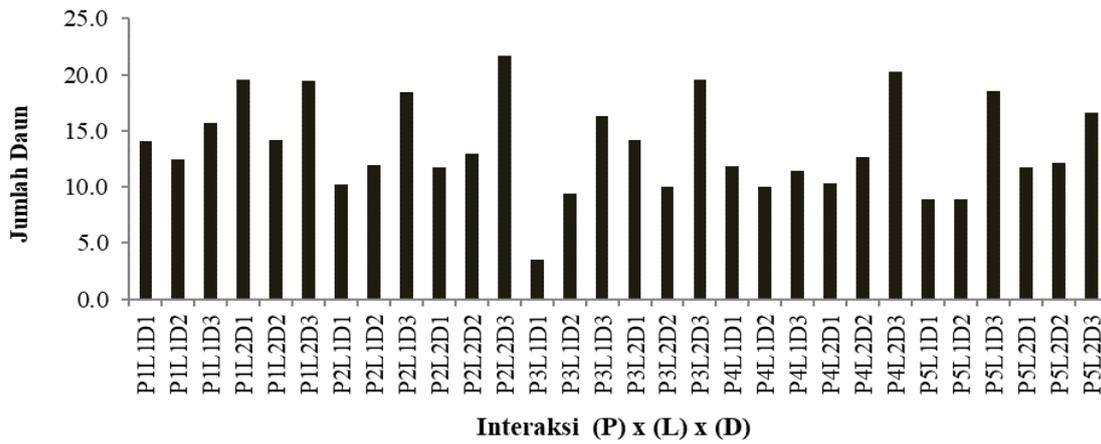
yang tumbuh pada lokasi berbeda (Piper et al., 2017). Selain itu, lima perlakuan yang menghasilkan panjang tunas terbaik yaitu P2L1D3 (24,1 cm) diikuti oleh empat perlakuan lainnya P2L2D3 (20,6 cm), P1L2D2 (20,3 cm), P1L2D1 (18,7 cm) dan P3L2D3 (18,4 cm).



Gambar 6. Variasi diameter tunas stek batang *G. arborea*

Hasil yang sama diperoleh pada pengamatan diameter tunas (Gambar 6) yaitu Bantul (2,46 mm), Bogor (2,38 mm), Lampung (2,04 mm), Bondowoso (2,00 mm) dan Lombok (2,02 mm). Lima perlakuan yang menunjukkan nilai rerata diameter tunas terbaik yaitu P2L1D3 (3,19 mm) diikuti oleh P2L2D3 (3,19 mm), P3L2D3 (3,12 mm), P1L2D3 (2,78) dan P5L2D3 (2,78 mm). Hasil tersebut menunjukkan bahwa pertumbuhan panjang tunas sejalan dengan pertumbuhan diameternya

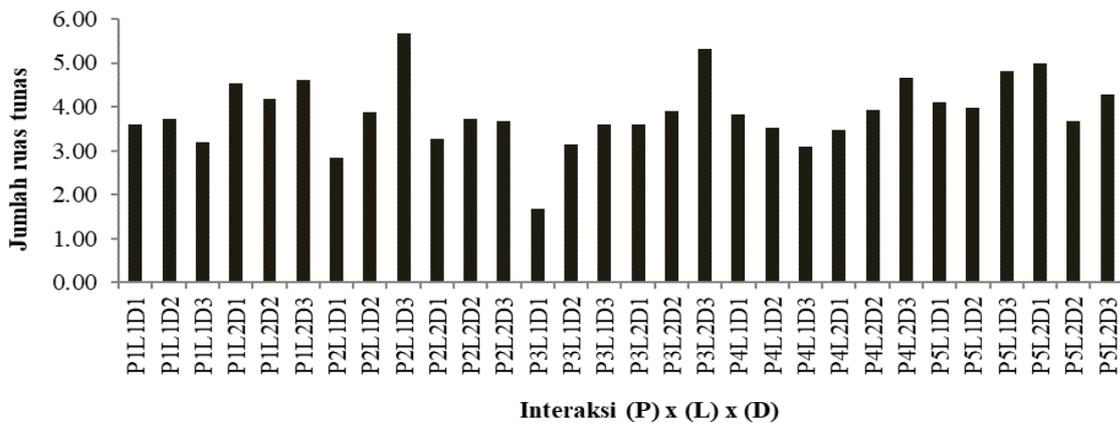
yang dibuktikan dengan adanya korelasi positif yang kuat yaitu sebesar 0,83 antara kedua karakter tersebut. Untuk mendapatkan pertumbuhan stek batang yang optimum maka stek yang panjangnya 20 cm/L1 dapat digunakan namun hendaknya memiliki diameter besar/D3 dan bahan stek yang diameternya kecil/D1 maka sebaiknya dijadikan stek dengan panjang 30 cm/L2. Hasil pengamatan jumlah daun dan jumlah ruas tunas disajikan pada Gambar 7 dan Gambar 8.



Gambar 7. Grafik variasi jumlah daun stek batang *G. Arborea*

Secara umum rerata jumlah daun pada setiap populasi menunjukkan variasi yang nyata yaitu Bantul (15,93), Bogor (14,49), Lampung (12,15), Bondowoso (12,75) dan Lombok

(12,81). Adapun rerata jumlah ruas tunas setiap populasi relatif sama yaitu berkisar antara 3, 5-4, 3 dengan populasi yang menunjukkan hasil terbaik diperoleh pada populasi Lombok.



Gambar 8. Variasi jumlah ruas tunas stek batang *G. arborea*

Dari pengamatan jumlah daun dan jumlah ruas juga diperoleh pola yang sama yaitu stek berukuran lebih panjang dan berdiameter lebih besar menghasilkan pertumbuhan yang lebih baik. Lima perlakuan yang menghasilkan rata-rata jumlah daun terbanyak adalah perlakuan P2L2D3 (22) diikuti P1L2D1 (20), P3L2D3 (20), P3L2D3 (20), P4L2D3 (20), P1L2D3 (19) dan P5L1D3 (19). Adapun lima perlakuan yang menghasilkan rata-rata jumlah ruas tunas terbanyak yaitu P2L2D3 (5,7) dan selanjutnya P3L2D3 (5,3), P5L2D1 (5,0), P5L1D3 (4,8) dan P4L2D3 (4,7). Demikian yang dilaporkan Okunlola (2013) pada jenis *Duranta repens*

bahwa stek yang lebih panjang dapat menghasilkan jumlah daun lebih banyak.

Dari hasil analisis yang dilakukan dapat dilihat bahwa stek batang yang berasal dari populasi Bogor menunjukkan rata-rata nilai terbaik, baik persen hidup, persen berakar maupun tingkat pertumbuhan tunasnya. Namun demikian harus diperhatikan pula faktor lain seperti umur bahan tanaman, media dan penggunaan zat pengatur tumbuh. Tingkat keberhasilan tumbuh stek batang juga sangat dipengaruhi oleh tingkat juvenilitas bahan stek, media stek dan zat pengatur tumbuh/hormon yang digunakan (Beeson & Silva, 2017; Hassanein, 2013; Zargar & Kumar, 2018).

Varietas tanaman juga dilaporkan sangat berpengaruh terhadap kemampuan berakar stek cabang (Magesa et al., 2018). Pada umur 2,5 bulan stek batang *G. arborea* sudah dapat tumbuh dengan baik di bedengan sungkup dan siap diaklimatisasi dengan kondisi lingkungan terbuka dengan cara pembukaan bedengan sungkup secara bertahap. Bahkan menurut Kumar et al. (2011) pada umur 2 bulan juga sudah cukup menunjukkan keberhasilan tumbuh stek batang.

IV. KESIMPULAN

Pembuatan stek batang pada tanaman *G. arborea* sangat potensial untuk diterapkan dalam produksi bibit di persemaian. Bibit yang tersedia di persemaian dan belum ditanam di lapangan dapat diperbanyak dengan teknik stek batang dengan persentase hidup yang relatif tinggi yaitu 83,12%. Bahan tanaman yang menghasilkan pertumbuhan stek batang terbaik yaitu yang diameternya > 2,5 mm dan bahan tanaman yang diameternya kurang dari itu dapat digunakan dengan membuat panjang stek sekitar 30 cm.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan tempat pelaksanaan penelitian ini. Selanjutnya disampaikan pula kepada Dr. Mudji Susanto, Ir. Mashudi, Ir. Sugeng Pudjiono, Maman Sulaeman dan Heri Efendi yang telah membantu pada kegiatan eksplorasi materi genetik. Ucapan terima kasih disampaikan pula kepada Bapak Ponimin dan Mas Gunawan yang telah membantu kegiatan pemeliharaan bibit di persemaian.

DAFTAR PUSTAKA

Adekola, O. F., & Akpan, I. G. (2012). Effects of Growth Hormones on Sprouting and Rooting of *Jatropha Curcas* L. Stem Cuttings. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 16(1), 165–168.

Aminah, H., Fauzi, M. S. H., Mubarak, T., & Hamzah, M. (2015). Effect of Hormone and Cutting Length on the Rooting of *Tinospora crispa*. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 5(3), 1-4, 5(3), 1–4.

Amri, E. (2010). Viabel Options and Factors in Consideration for Low Cost vegetative Popagation of Tropical Trees. *International Journal of Botany*, 6(2), 187–193.

Arora, C., & Tamrakar, V. (2017). *Gmelina arborea*: Chemical chemical constituents, pharmacological activities and applications. *International Journal of Phytomedicine*, 9, 528–542.
<https://doi.org/10.5138/09750185.2149>

Awotoye, O. O., Ogunbanjo, O. R., Jeminiwa, S. M., Okanlawon, F. B., & Oyelami, B. A. (2016). Comparative Evaluation of Fodder Yield and Leaf Quality of Some Selected Tree Species. 4(3), 116–118.
<https://doi.org/10.13189/eer.2016.040302>

Beeson, R. C. J., & Silva, D. (2017). Development of a Procedure to Maximize Production of Hardy Rootstocks of Citrus Using Stem Cuttings. *American Journal of Plant Sciences*, 8, 2837–2846.
<https://doi.org/10.4236/ajps.2017.811192>

Borpuzari, P. P., & Kachari, J. (2019). Clonal propagation of *Gmelina arborea* Roxb . An important multipurpose tree species of north eastern region. 7(6), 10–15.

Fornah, Y., Mattia, S. B., Otesile, A. A., & Kamara, E. G. (2017). Effects of Provenance and Seed Size on Germination , Seedling Growth and Physiological Traits of *Gmelina arborea* Roxb. *International Journal of Agriculture and Forestry*, 7(1), 28–34.
<https://doi.org/10.5923/j.ijaf.20170701.05>

Hakim, L., Yuliah, & Adinugraha, H. A. (2019). Pengaruh Pohon Induk Dan Bahan Stek Terhadap Pertumbuhan Stek Cabang Timoho (*Kleinhovia hospita* L). *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 13(2), 115–122.

Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies, F. T., & Geneve, R. . (2010). *Plant propagation: principles and practices* (7th ed.). Prentice Hall, Upper Saddle River.

Hassanein, A. M. A. (2013). Factors influencing plant propagation efficiency via stem cuttings. *Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants*, 5(3), 171–176.

Jayusman. (2005). Perbanyak Stek Pada Penyiapan Bahan Klonal *Gmelina* dari trubusan.pdf. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 2(3), 103–108.

- Kosasih, A. S., & Danu. (2013). *Manual Budidaya Jati Putih (Gmelina arborea Roxb.)*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peningkatan Produktivitas Hutan, Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan.
- Kulkarni, Y. A., & Veeranjanyulu, A. (2013). Effects of *Gmelina arborea* extract on experimentally induced diabetes. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 6(8), 602–608. [https://doi.org/10.1016/S1995-7645\(13\)60104-2](https://doi.org/10.1016/S1995-7645(13)60104-2)
- Kumar, P., Jharia, S. k., & S.A. Ansari. (2011). Change in pH regimes and adventitious root induction in semi-hardwood cuttings of *Gmelina arborea* Roxb Change in pH regimes and adventitious root induction in semi-hardwood cuttings of *Gmelina arborea* Roxb. *Plant Growth Regulation*, 65, 531–536. <https://doi.org/10.1007/s10725-011-9617-7>
- Magesa, J. M., Msogoya, T. J., & Rweyemamu, C. L. (2018). Effects of growth media on rooting of stem cuttings of hybrid coffee varieties. *African Journal of Agricultural Research*, 13(2), 41–46. <https://doi.org/10.5897/AJAR2017.12791>
- Okunlola, A. I. (2013). The Effects of Cutting Types and Length on. *Global Journal of Human Social Science, Geography, Geo-Sciences, Environmental & Disaster Management*, 13(3), 1–4.
- Orwa, C., Mutua, A., Kindt, R., Jamnadass, R., & Anthony, S. (2009). *Gmelina arborea Gmelina arborea Roxb . Agroforestry Database:a tree reference and selection guide version 4.0*. (<http://www.worldagroforestry.org/sites/treedb/s/treedatabases.asp>).
- Pathala, D., Harini, A., & Hegde, P. L. (2015). A Review on Gambhari (*Gmelina arborea* Roxb.). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 4(2), 127–132.
- Patil, Y. B., Saralch, H. S., Chauhan, S. K., & Dhillon, G. P. S. (2017). Effect of Growth Hormone (IBA and NAA) on Rooting And Sprouting Behaviour of (*Gmelina arborea* Roxb.). *Indian Forester*, 143(2), 81–85.
- Piper, F. I., Fajardo, A., & Hoch, G. (2017). Single-provenance mature conifers show higher non-structural carbohydrate storage and reduced growth in a drier location. *Tree Physiology*, 37, 1001–1010. <https://doi.org/10.1093/treephys/tpx061>
- Setiadi, D., & Adinugraha, H. A. (2018). Eksplorasi benih Jati Putih (*Gmelina arborea* Roxb.) dari berbagai variasi habitat untuk populasi pemuliaan for breeding populations. *Jurnal Biologi Tropika*, 1(2), 30–37.
- Setiadi, D., & Adinugraha, H. A. (2019). Variasi Ukuran Dan Berat Benih Jati Putih Hasil Koleksi Dari Enam Populasi Sebaran Di Indonesia. *Jurnal Hutan Tropis*, 7(3), 317–324.
- Singh, S., & Ansari, S. A. (2014). Mass Multiplication of Mature Trees of *Gmelina arborea* Roxb. Through Ex-vitro Rooting of Rejuvenated Bud Sprouts. *Reseach Journal of Forertry*, 8(1), 25–31. <https://doi.org/10.3923/rjf.2014.25.31>
- Suarez, I. E., Acosta, C. C., & K.C. Gatti. (2013). In Vitro Multiplication of *Gmelina arborea* Roxb. Adult Trees. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 16(1), 97–102. <https://doi.org/10.31910/rudca.v16.n1.2013.863>
- Thirunavoukkarasu, M., & Debata, B. K. (1998). *Micropropagation of Gmelina arborea Roxb*. 3(2), 82–85.
- Ujjwala, D., Rambabu, M., & Swamy, N. R. (2013). *Clonal propagation of forest tree Gmelina arborea Roxb*. 3(2), 16–18.
- Yang, F. O., Wang, J., & Li, Y. (2015). Effects of cutting size and exogenous hormone treatment on rooting of shoot cuttings in Norway spruce [*Picea abies* (L.) Karst.]. *New Forests*, 46, 91–105.
- Zargar, A. R., & Kumar, D. (2018). Effect of Maturity Stage of Donor Plant on Propagation of *Diploknema butyracea* through Branch Cuttings. *World Journal of Agricultural Research*, 6(1), 19–19.

