

This file has been cleaned of potential threats.

If you confirm that the file is coming from a trusted source, you can send the following SHA-256 hash value to your admin for the original file.

ab3bcada35cecac7c023913bcbe02f4900ffea94da13428118c096124a32b6de

To view the reconstructed contents, please SCROLL DOWN to next page.

**KORELASI KARAKTERISTIK BIBIT NYAMPLUNG (*Calophyllum inophyllum* L)
DENGAN PERTUMBUHAN TANAMAN PADA TINGKAT LAPANG**

***CORRELATION OF MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF NYAMPLUNG SEEDLING
(Calophyllum inophyllum L) WITH THE PERFORMANCE AT FIELD CONDITION***

Ratna Uli Dayamanti dan Dede J. Sudrajat

Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Perbenihan Tanaman Hutan
Jalan Pakuan, Ciheuleut, P.O.Box 105 Bogor
Telp. 081318831243; Email : nauliratna@gmail.com

Diterima: 16 Juni 2017; Direvisi: 02 September 2017; Disetujui: 21 Juni 2019

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji korelasi antara karakteristik morfologi bibit terhadap pertumbuhan tanaman nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L) umur dua tahun setelah tanam di Parungpanjang, Bogor. Tiga kelompok benih dikumpulkan dari Carita, Purworejo, dan Pangandaran ditumbuhkan di persemaian dengan umur berbeda (4 bulan dan 6 bulan). Bibit dicampur dan dikelompokkan menurut karakteristik morfologi bibit (ukuran tinggi dan diameternya). Setiap kelompok bibit dibagi ke dalam 5 kelas tinggi dan setiap kelas tinggi dibagi ke dalam 2 kelas diameter, sehingga secara keseluruhan terdapat 10 kelas morfologi bibit. Parameter bibit yang diamati adalah indeks kekokohan, berat kering, panjang akar, rasio pucuk akar dan jumlah daun. Bibit-bibit tersebut ditanam dalam rancangan acak lengkap berblok (tiga asal benih, 10 kelas morfologi, tiga blok, 30 bibit per blok). Persen hidup, tinggi, dan diameter bibit dikaji pada umur dua tahun setelah tanam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa klasifikasi morfologi bibit nyamplung berpengaruh nyata terhadap persen hidup, pertumbuhan tinggi dan diameter tanaman nyamplung umur dua tahun. Tinggi dan diameter bibit berkorelasi nyata dengan parameter mutu bibit lainnya dan juga berkorelasi nyata dengan pertumbuhan tanaman bibit nyamplung umur dua tahun. Nyamplung umur dua tahun di lapangan dapat tumbuh dengan baik jika kita menggunakan bibit dengan ukuran tinggi di atas 31 cm dan diameter lebih dari 5,1 mm. selain itu rasio tinggi dan diameter (kurang dari 6) dan indeks mutu bibit (lebih dari 4,5) menjadi pertimbangan penting dalam pemilihan bibit. Kata kunci: *Calophyllum inophyllum*, diameter, tinggi, morfologi, mutu bibit

ABSTRACT

The aim of this research is to assess the correlation of morphological characteristics of nyamplung seedling (Calophyllum inophyllum L) on field growth of two years age after outplanting in Parungpanjang, Bogor. Three seedlots collected from Carita, Pangandaran and Purworejo were grown in seedbeds with different ages (four months and six months). The seedlings are mixed and grouped according to their height and root collar diameter. Each group of seedlings is divided into 5 height classes and each class is divided into two diameter classes, so there are 10 classes of seed morphology. The parameters of seedling were observed on sturdiness quotient, dry weight, root length, shoot-root ratio, and number of leaves. The seedlings were planted in randomized completely block design (three seeds origins, 10 morphological class, three blocks, 30 seedlings per block). Seedling survival, height, and root collar diameter growth were assessed on two years after outplanting. The result showed that morphological classification affected on seedling survival, height and root collar diameter growth. Seedling height and root collar diameter were significantly correlated with other parameters and also with field growth. Two-year-old Nyamplung on field can grow significantly if we use seedling with a height above 31 cm and a diameter more than 5.1 mm. In addition, the ratio of height and diameter and seed quality index are become important consideration in seed selection.

Keywords: Calophyllum inophyllum, diameter, height, morphology, seedling quality

PENDAHULUAN

Persyaratan mutu bibit tanaman hutan yang kurang optimal untuk kegiatan penanaman akan mempengaruhi keberhasilan rehabilitasi lahan. Darwo

(2006) menyatakan bahwa tingkat keberhasilan rehabilitasi lahan di daerah tangkapan air Danau Toba sangat beragam dengan kisaran 5 - 85 %. Rendahnya keberhasilan rehabilitasi lahan tersebut diduga

berhubungan dengan rendahnya kualitas bibit yang digunakan. Bibit berkualitas tinggi adalah bibit yang dapat tumbuh dengan cepat dan bertahan di berbagai lingkungan tempat tumbuh. Selama ini, penilaian bibit siap tanam lebih banyak didasarkan pada karakteristik morfologi (tinggi dan diameter pangkal batang) karena pengukurannya relatif mudah dan cepat (Bayala *et al.*, 2009; Pinto, 2011; Khanal *et al.*, 2018).

Beberapa penelitian melaporkan bahwa morfologi (diameter dan tinggi) bibit berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman di lapangan. Bibit dengan morfologi (tinggi dan diameter) yang lebih besar mempunyai korelasi positif dengan persen hidup dan pertumbuhan bibit setelah penanaman di lapangan seperti pada *Shorea* spp. (Adman, 2011) dan *Prunus avium*, *Pinus sylvestris*, *Picea abies* (Esen *et al.*, 2012; Johansson *et al.*, 2015), dan *Anthocephalus cadamba* (Budiman *et al.*, 2015). Sementara pada kasus lain, morfologi bibit (diameter atau tinggi) yang lebih kecil juga mempunyai daya adaptasi dan pertumbuhan di lapangan yang lebih baik khususnya pada kondisi tapak spesifik seperti pegunungan (Jurasek *et al.*, 2009) atau daerah kering (Grossnickle, 2012; South *et al.*, 2012). Hal ini menunjukkan bahwa kriteria mutu bibit sangat terkait dengan jenis dan lingkungan tempat tumbuhnya (ekologi), sehingga tidak dapat diadopsi secara langsung dari berbagai jenis yang berbeda atau dari berbagai wilayah dengan kondisi lingkungan yang berbeda (Sudrajat, 2010).

Sekarang ini, jenis tanaman hutan yang telah distandarkan dibuat standar mutu bibitnya dalam SNI masih terbatas, hanya mencakup delapan jenis tanaman hutan, yaitu jati (SN 01-7138-2005), mangium, ampupu, gmelina, sengon, tusam, meranti, dan tengkawang (SNI 01-5006.1-2006) sehingga beberapa jenis tanaman hutan, penilaian mutu bibitnya belum mengacu pada standar yang optimal, termasuk untuk jenis nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L) yang mulai banyak dibudidayakan.

Nyamplung merupakan jenis potensial penghasil biodiesel dengan minyak yang berasal dari biji sesuai dengan SNI 04 7182 2006 sebagai bahan bakar mesin disel dengan kadar metil ester 99,61 % (Prihanto *et al.*, 2013). Berdasarkan potensi tersebut, nyamplung sangat dimungkinkan untuk dikembangkan. Saat ini pencampuran biodiesel dengan solar mencapai 20 % (B-20) dan pada tahun 2020 ditargetkan 30 % (B-30)

(Murtiningrum & Firdaus, 2015). Sejalan dengan target B30 pada tahun 2020, maka pada tahun 2025 diperkirakan kebutuhan biodiesel meningkat dari 39,66 juta kilo liter (2016) menjadi 79,28 juta liter. Bila diasumsikan seluruh kebutuhan biodiesel disuplai dari jenis ini, maka diperlukan luas tanaman nyamplung minimal 254.000 ha pada tahun 2025 (FORDA, 2008). Hal ini sangat memungkinkan karena nyamplung dapat tumbuh dengan baik di luar habitat alamnya dan dapat beradaptasi dengan baik pada lahan-lahan kritis (Sudrajat *et al.*, 2018). Bila program tersebut dilaksanakan, maka keperluan bibit untuk memenuhi kebutuhan program tersebut sangat besar. Peningkatan mutu persemaian dan pengaturan kriteria atau standar mutu bibit siap tanam sangat diperlukan untuk meningkatkan keberhasilan penanaman (Ivetić & Devetaković, 2016).

Penelitian mutu bibit jenis-jenis tanaman daun lebar (daerah tropis), dalam hubungannya dengan keberhasilan penanaman di tingkat lapang masih sangat terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui korelasi karakteristik morfologi bibit nyamplung dengan keberhasilan penanaman bibit nyamplung di lapangan. Kriteria morfologi bibit ini dapat menjadi acuan dalam penyusunan standar mutu bibit nyamplung siap tanam.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada bulan Januari – Desember 2015 di Hutan Penelitian Parung Panjang Bogor, Jawa Barat. Lokasi penanaman terletak di antara 106°06’ Bujur Timur dan 06°20’ Lintang Selatan, pada ketinggian 51,71 m dpl. Topografi relatif datar (kemiringan <15 %) dengan jenis tanah podsolik haplik. Vegetasi awal berupa trubusan puspa, semak belukar, dan alang-alang yang mempunyai pertumbuhan cepat setelah pembabadian gulma (Sudrajat *et al.*, 2016).

Berdasarkan hasil analisis kesuburan tanah di Laboratorium Tanah dan Tanaman, SEAMEO BIOTROP Bogor, blok uji penanaman tersebut memiliki tingkat kesuburan yang relatif seragam (rendah sampai sangat rendah) dengan reaksi tanah masam (Tabel 1). Lokasi tersebut memiliki tipe curah hujan A dengan kisaran curah hujan tahunan 2000 - 2500 mm/tahun.

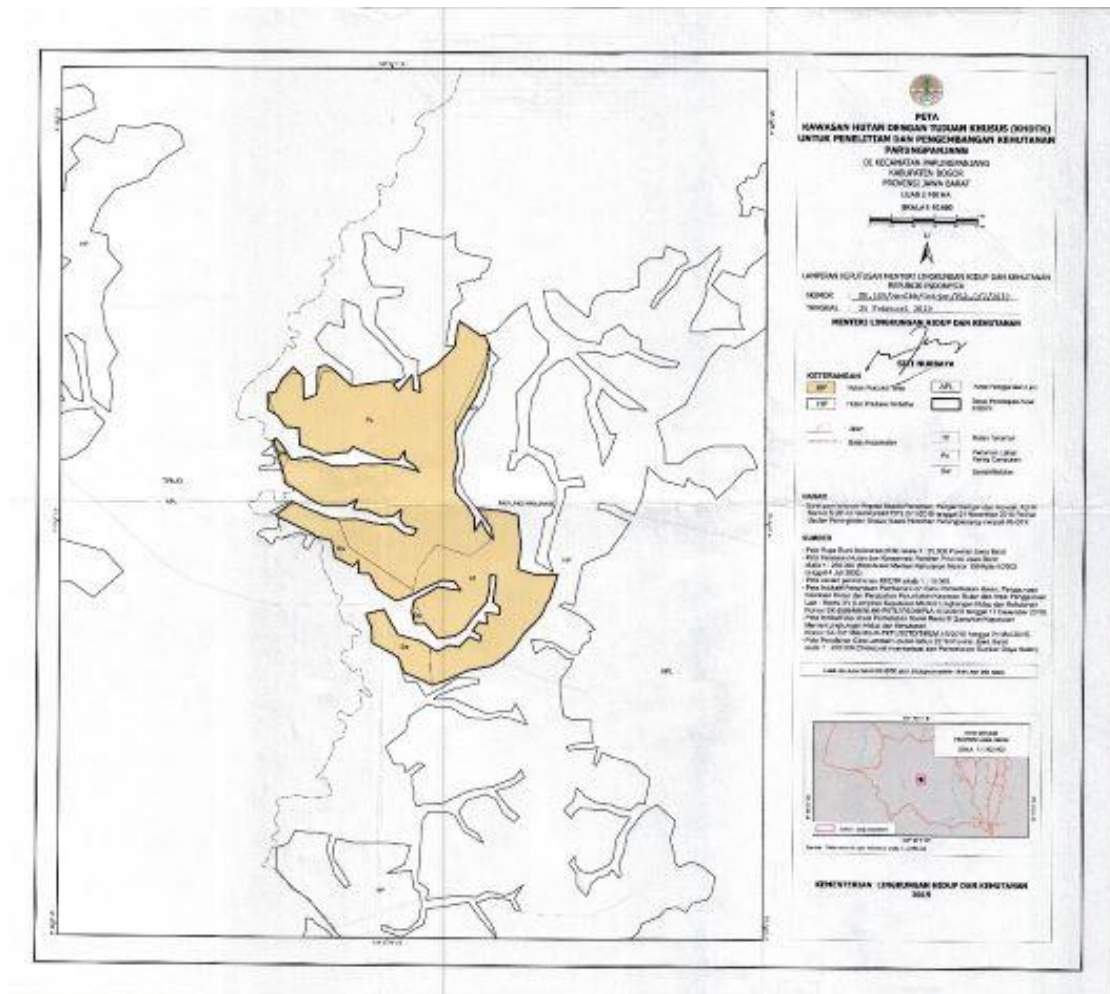
Tabel 1. Kandungan unsur hara dan tekstur tanah pada 3 blok penanaman

Karakter tanah	Blok 1	Blok 2	Blok3
pH (H2O)	4,7	4,3	4,5
N total (%)	0,18	0,16	0,17

Korelasi Karakteristik Bibit Nyamplung (*Calophyllum inophyllum...*)
(Ratna Uli Damayanti dan Dede J. Sudrajat)

Karakter tanah	Blok 1	Blok 2	Blok3
P tersedia Bray I-II(ppm)	0,38	0,51	0,45
Ca (me/100 g)	3,97	2,39	3,08
Mg (me/100 g)	5,54	3,50	3,80
K (me/100 g)	0,53	0,24	0,41
Pasir (%)	13,6	15,5	15,7
Debu (%)	9,5	10,5	11,1
Liat (%)	76,9	74,0	73,2

Sumber data : Hasil pengukuran di lapangan (2015)



Gambar 1. Lokasi Penelitian KHDTK Parung Panjang
(Sumber : Lampiran SK.165/menlhk/setjen/PLA.0/2/2019)

Tabel 2. Deskripsi lokasi pengumpulan benih nyamplung

Kelompok Benih	Lokasi	Letak geografis	Curah hujan tahunan (mm/tahun)	Ketinggian (m dpl)	Suhu rata-rata (° C)	Kelembaban (%)	Status tegakan
Carita	Desa Sukarame, Kecamatan Carita, Kabupaten Pandeglang	6°27'31" LS, 105°82'83" BT	3950	0-5	23-32	77-85	Alam
Pangandaran	Desa Batu Karas, Kecamatan Cijulang, Kabupaten Ciamis	7°75'30" LS, 108°50'22" BT	3196	0-5	25-30	80-90	Alam
Purworejo	RPH Loano, BKPH Purworejo, KPH Kedu Selatan, Purworejo	7°65'49" LS, 110°66'81" BT	2000	200	19-28	70-90	Tanaman

Sumber data : hasil pengukuran di lapangan (2015)

Benih nyamplung dikumpulkan dari tiga lokasi, yaitu Carita (Banten), Purworejo (Jawa Tengah), dan Pangandaran (Jawa Barat) (Tabel 2). Benih dikumpulkan pada bulan Juni dengan mengambil buah yang jatuh di lantai hutan.

Metode Penelitian

1. Produksi bibit

Pembuatan bibit dilakukan di Persemaian Hutan Penelitian Parungpanjang dengan menggunakan polibag berukuran 15 cm x 20 cm. Media yang digunakan dalam campuran tanah (*top soil*), sekam padi, dan kompos (1:1:1 v/v/v). Benih yang telah dibuang kulit cangkangnya ditanam pada polibag kemudian ditempatkan di bedeng dengan naungan 65 %. Pada bibit umur 3 bulan, naungan tersebut dibuka dan dilakukan pergeseran bibit. Untuk mendapatkan variasi tinggi dan diameter yang memadai, produksi bibit dilakukan dalam dua tahap, yaitu umur bibit 4 bulan dan umur bibit 6 bulan. Setiap tahap tersebut dibuat 1000 bibit per asal benih

sehingga totalnya menjadi 2000 bibit per asal benih.

2. Klasifikasi bibit

Sebelum pengklasifikasian, bibit dari dua tahap persemaian tersebut (umur bibit 4 bulan rata-rata tinggi 22 ± 5 cm dan umur bibit enam bulan dengan rata-rata tinggi 34 ± 6 cm) dicampurkan untuk setiap asal benih. Penentuan kelas morfologi bibit tersebut mempertimbangkan karakteristik morfologi bibit siap tanam di dua belas pengada bibit nyamplung (Sudrajat *et al.*, 2010). Bibit nyamplung siap tanam adalah bibit dengan tinggi 24 – 39 cm dan diameter pangkal batang 4 – 6 mm (Sudrajat *et al.*, 2010).

Bibit nyamplung dari setiap asal benih diklasifikasikan ke dalam 5 kelas tinggi bibit. Penentuan 5 kelas tinggi tersebut didasarkan pada sebaran tinggi bibit terendah dan tertinggi. Setiap kelas tinggi bibit dibagi dalam 2 subkelas diameter, yaitu besar dan kecil berdasarkan nilai tengah sebaran diameter pada setiap kelas (Tabel 3). Bibit diklasifikasikan ke dalam 10 kelas morfologi.

Tabel 3. Klasifikasi tinggi dan diameter bibit nyamplung untuk uji penanaman

Klasifikasi morfologi bibit	Tinggi bibit (mm)	Diameter pangkal batang (mm)
KB-1	≤20	≤ 3,0
KB-2	≤20	> 3,0
KB-3	>20 – 25	≤ 3,8
KB-4	>20 – 25	> 3,8
KB-5	>25 – 30	≤ 4,8
KB-6	>25 – 30	> 4,8
KB-7	>30 – 35	≤ 5,1
KB-8	>30 – 35	> 5,1
KB-9	>35	≤ 5,3
KB-10	>35	> 5,3

Keterangan : KB = klasifikasi bibit.

Sumber data : Hasil pengukuran di lapangan (2015)

Untuk setiap kelas morfologi bibit tersebut, sebanyak lima bibit diambil secara acak dan diukur panjang akar, indeks kekokohan, jumlah daun, berat kering batang, berat kering akar, berat kering total, nisbah pucuk akar, dan indek mutu bibit. Panjang akar diukur pada pangkal akar hingga ujung akar terpanjang. Indeks kekokohan bibit merupakan rasio tinggi (cm) dengan diameter bibit (mm). Pengukuran

berat kering total bibit dilakukan dengan cara mengeringkan semua bagian bibit (akar, batang, dan daun) dengan oven suhu 70 °C selama 48 jam. Nisbah pucuk akar merupakan perbandingan antara berat kering pucuk dan berat kering akar. Indek mutu bibit dihitung dengan rumus sebagai berikut (Thompson, 1985):

$$Indek\ mutu\ bibit = \frac{Berat\ kering\ total\ bibit\ (g)}{\frac{Tinggi\ bibit\ (cm)}{Diameter\ (mm)} + \frac{Berat\ kering\ pucuk\ (g)}{Berat\ kering\ akar\ (g)}}$$

3. Penanaman

Setiap kelas morfologi ditanam sebanyak sembilan puluh bibit diambil secara acak yang digunakan untuk uji penanaman pada tiga blok sehingga setiap blok terdiri dari 30 bibit /perlakuan (5

bibit x 6 bibit). Untuk setiap asal benih dipersiapkan 900 bibit atau secara keseluruhan untuk tiga asal benih ditanam 2.700 bibit dengan rancangan pada Gambar 1.

Rancangan acak lengkap berblok digunakan untuk menguji karakteristik morfologi bibit dari setiap

asal benih. Lubang tanam berukuran 30 cm x 30 cm x 30 cm dengan jarak tanam 2 m x 2 m. Setiap lubang diberi pupuk kandang 2 kg sebagai pupuk dasar.

Persen hidup dan pertumbuhan tanaman (diameter dan tinggi) diamati pada umur 2 tahun.

Blok I			Blok II			Blok III		
Carita	Pangandaran	Purworejo	Carita	Pangandaran	Purworejo	Carita	Pangandaran	Purworejo
KB-7	KB-4	KB-5	KB-6	KB-5	KB-10	KB-4	KB-3	KB-5
KB-10	KB-10	KB-8	KB-4	KB-4	KB-5	KB-10	KB-2	KB-8
KB-1	KB-7	KB-3	KB-10	KB-6	KB-3	KB-8	KB-7	KB-1
KB-3	KB-2	KB-6	KB-5	KB-9	KB-8	KB-5	KB-10	KB-9
KB-4	KB-9	KB-2	KB-7	KB-1	KB-2	KB-6	KB-1	KB-6
KB-6	KB-5	KB-9	KB-1	KB-7	KB-1	KB-2	KB-8	KB-10
KB-8	KB-6	KB-10	KB-8	KB-3	KB-7	KB-7	KB-5	KB-7
KB-2	KB-1	KB-1	KB-9	KB-10	KB-9	KB-3	KB-9	KB-4
KB-5	KB-3	KB-7	KB-3	KB-2	KB-4	KB-1	KB-4	KB-2
KB-9	KB-8	KB-4	KB-2	KB-8	KB-6	KB-9	KB-6	KB-3

Keterangan: informasi KB-1 sampai KB-10 lihat Tabel 2.

Gambar 2. Peta tanaman uji kriteria morfologi bibit nyamplung siap tanam

Analisis Data

Asal benih tidak dimasukan ke dalam rancangan penelitian, namun dijadikan peubah untuk melihat kecederungan bila kriteria morfologi bibit ini diterapkan pada beberapa atau berbagai asal benih. Model linear yang digunakan adalah:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ijk}$$

Dimana :

- Y_{ijk} = Nilai pengamatan pada perlakuan klasifikasi tinggi dan diameter bibit ke-i dan blok ke-j pada ulangan ke k
- μ = Rataan umum
- α_i = Pengaruh perlakuan klasifikasi tinggi dan diameter bibit ke-i
- β_j = Pengaruh blok ke-j
- ϵ_{ijk} = galat percobaan pada perlakuan klasifikasi tinggi dan diameter bibit ke-i, blok ke-j dan ulangan ke k

Persen hidup tiap kelompok tanaman ditransformasi ke dalam arcsin sebelum dianalisis. Analisis ragam dilakukan secara terpisah terhadap data hasil uji morfologi bibit dari setiap asal benih. Uji Duncan digunakan sebagai uji lanjut bila hasil analisis ragam berpengaruh nyata. Analisis korelasi Pearson juga digunakan untuk menganalisis hubungan

beberapa parameter morfologi bibit dengan persen hidup dan pertumbuhan (tinggi dan diameter) tanaman nyamplung umur dua tahun. Data yang digunakan untuk korelasi merupakan data gabungan dari tiga asal benih yang digunakan dalam penelitian ini. Model linear yang digunakan pada analisis pearson adalah :

$$r = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{\{n \sum x^2 - (\sum x)^2\} \{n \sum y^2 - (\sum y)^2\}}}$$

Dimana:

- r = koefisien korelasi r pearson
- n = jumlah sampel
- x = karakter diameter dan tinggi bibit dipersemaian
- y = karakter tinggi dan diameter tanaman umur 2 tahun

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Klasifikasi bibit berdasarkan tinggi dan diameter berpengaruh nyata terhadap hampir semua parameter morfologi bibit seperti panjang akar, jumlah daun, berat kering pucuk, berat kering akar, rasio pucuk akar, indek kekokohan, dan indek mutu bibit, kecuali untuk rasio pucuk akar asal benih Carita (Tabel 4). Klasifikasi morfologi bibit berdasarkan tinggi dan diameter juga memberi perbedaan yang nyata untuk parameter bibit lainnya.

Tabel 4. Panjang akar (PA), jumlah daun (JD), berat kering pucuk (BKP), berat kering akar (BKA), berat kering total (BKT), rasio pucuk akar (RPA) dan indek mutu bibit (IMB) masing-masing klasifikasi morfologi bibit pada setiap asal benih

Asal benih	Klasifikasi morfologi bibit	PA (cm)	JD (cm)	BKP (g)	BKA (g)	BKT (g)	RPA	IK	IMB
Carita	KB-1	13,3 d	6,6 d	0,80 f	0,24 d	1,04 f	3,43	6,99 ab	0,12 g
	KB-2	18,0 a-d	8,0 cd	1,85 de	0,67 cd	2,53 de	2,82	6,31 bcd	0,30 ef
	KB-3	15,6 cd	9,3 bcd	1,25 ef	0,77 c	2,02 e	2,23	5,85 cde	0,27 f
	KB-4	20,0 abc	10,6 a-d	2,39 cd	0,82 bc	3,20 cd	2,96	5,39 e	0,39 cd
	KB-5	17,6bcd	9,3 bcd	2,21 d	0,71 c	2,93 de	3,16	6,06 cde	0,34 de
	KB-6	22,6 ab	11,6 abc	2,74 cd	0,81 bc	3,54 cd	3,56	5,68 de	0,40 c
	KB-7	20,3 abc	12,0 abc	3,15 c	0,86 bc	4,01 c	3,65	7,20 a	0,40 c
	KB-8	21,3 abc	13,0 ab	4,32 ab	1,34 a	5,67 ab	3,20	6,34 bcd	0,49 ab
	KB-9	19,3 abc	13,0 ab	4,04 b	1,21 ab	5,25 b	3,47	6,14 bc	0,48 ab
	KB-10	24,0 a	14,6 a	5,14 a	1,48 a	6,61 a	3,49	6,30 bcd	0,51 a
	Rerata kuadrat	30,744*	18,6**	5,750**	0,397**	9,013**	0,561 ns	1,034**	44,163**
Purworejo	KB-1	16,0 ab	8,6 d	1,03 g	0,37 f	1,39 f	2,96 bc	7,11 a	0,16 g
	KB-2	18,6 ab	9,3 d	1,36 fg	0,46 ef	1,81 ef	3,00 abc	5,87 cde	0,24 f
	KB-3	14,3 b	8,3 d	1,38 fg	0,65 def	2,04 ef	2,23 c	6,08 bcd	0,27 f
	KB-4	21,3 a	14,6 ab	3,13 cd	0,81 cde	3,94 cd	3,85 ab	5,11 e	0,40 bc
	KB-5	14,6 ab	10,6 cd	2,13 ef	0,68 def	2,81 de	3,16 abc	5,77 cde	0,33 e
	KB-6	18,3 ab	11,3 bcd	3,29 cd	1,16 bc	4,45 c	2,99 bc	5,75 de	0,46 b
	KB-7	14,6 ab	13,3 abc	2,64 de	1,12 bc	3,76 cd	2,34 c	6,55 a-d	0,38 de
	KB-8	18,6 ab	15,3 a	5,03 b	1,46 ab	6,49 b	3,48 ab	6,25 a-d	0,52 a
	KB-9	19,0 ab	14,6 ab	3,64 c	0,89 cde	4,52 c	4,10 a	6,21 ab	0,45 ab
	KB-10	20,3 ab	16,0 a	6,05 a	1,70 a	7,75 a	3,60 ab	6,38 abc	0,54 a
	Rerata kuadrat	18,874*	25,485**	7,997**	0,555**	12,521**	1,094**	1,132**	0,046**
Pangandaran	KB-1	11,0 b	6,3 e	0,45 e	0,12 e	0,57 f	3,69 b	6,21 bcd	0,07 g
	KB-2	13,0 ab	8,6 de	1,06 de	0,35 de	1,41 ef	2,89 b	5,34 f	0,19 f
	KB-3	14,6 ab	9,3 cde	1,90 cde	0,74 cd	2,64 de	2,71 b	6,05 cde	0,32 e
	KB-4	16,0 ab	11,3 cd	2,51 cd	0,85 bcd	3,36 cd	3,14 b	6,57 bc	0,40 cd
	KB-5	15,0 ab	10,6 cd	2,38 cd	0,70 cd	3,08 de	3,37 b	5,78 def	0,35 de
	KB-6	18,6 ab	10,6 cd	2,99 bc	1,05 bc	4,04 bcd	2,82 b	5,59 ef	0,44 bc
	KB-7	15,3 ab	13,0 bc	3,40 bc	0,87 bcd	4,27 bcd	4,10 b	7,43 a	0,41 c
	KB-8	16,0 ab	15,3 ab	4,40 b	0,84 bcd	5,25 bc	5,64 a	6,39 bc	0,47 b
	KB-9	15,0 ab	16,0 ab	4,26 b	1,31 b	5,57 b	3,24 b	6,49 bc	0,50 ab
	KB-10	20,6 a	18,6 a	5,96 a	1,85 a	7,81 a	3,33	6,27 bcd	0,55 a
	Rerata kuadrat	21,644*	42,296**	8,160**	0,693**	13,260**	2,220*	1,227**	67,130**

Keterangan: informasi KB-1 sampai KB-10 lihat Tabel 2.
 Sumber data : hasil pengukuran dilapangan

Analisis keragaman menunjukkan kelas morfologi bibit berpengaruh sangat nyata terhadap persen hidup, tinggi, dan diameter pada ketiga kelompok bibit yang diuji. Blok menunjukkan pengaruh nyata pada parameter tinggi bibit asal Carita dan asal Pangandaran, serta diameter bibit asal Purworejo (Tabel 5).

Tabel 5. Analisis keragaman pengaruh klasifikasi morfologi bibit terhadap persen hidup dan pertumbuhan tanaman nyamplung umur 2 tahun

Parameter tanaman di lapangan dan sumber keragaman	Rerata kuadrat		
	Asal benih Carita	Asal benih Purworejo	Asal benih Pangandaran
Persen hidup			
- Kelas morfologi	505,348**	172,593**	10,684**
Tinggi tanaman			
- Kelas morfologi	69281,681**	49571,884**	5191,911**
- Blok	3048,961*	1538,740 ^{ns}	7902,759*

Parameter tanaman di lapangan dan sumber keragaman	Rerata kuadrat		
	Asal benih Carita	Asal benih Purworejo	Asal benih Pengandaran
Diameter tanaman			
- Kelas morfologi	1580,393**	693,130**	206,289**
- Blok	40,166 ^{ns}	60,831*	23,082 ^{ns}

Keterangan : * = berpengaruh nyata pada tingkat kepercayaan 95 % ** = berpengaruh sangat nyata pada tingkat kepercayaan 99 %, ns = tidak berpengaruh nyata

Sumber data : hasil pengukuran di lapangan (2015)

Persen Hidup, Tinggi dan Diameter Tanaman di Lapangan

Secara umum, kelas morfologi bibit (KB) pada ketiga kelompok bibit yang diuji (Carita, Purworejo, dan Pangandaran) memiliki tren yang berbeda, akan tetapi ketiga lokasi tersebut menyatakan bahwa kelas morfologi dengan ukuran tinggi dan diameter yang besar mendapatkan nilai terbaik untuk uji lanjutnya

pada ketiga parameter (persen hidup, tinggi, dan diameter) (Tabel 6). KB sepuluh adalah kelas morfologi terbaik pada ketiga parameter tetapi tidak berbeda nyata dengan KB 9 dan 8. Sedangkan respon pertumbuhan yang paling rendah pada ketiga kelompok bibit yang diuji terdapat pada kelas morfologi bibit 1, 2, dan 3.

Tabel 6. Persen hidup, tinggi dan diameter tanaman pada berbagai klasifikasi tinggi dan diameter bibit

Klasifikasi morfologi bibit	Persen hidup (%)			Tinggi (cm)			Diameter (mm)		
	CRT	PWJ	PDR	CRT	PWJ	PDR	CRT	PWJ	PDR
KB-1	58 d	72 d	38 d	70,8 e	53,7 d	103,6 c	12,8 e	9,1 f	11,8 d
KB-2	79 c	83 c	76 c	119,0 d	122,4 c	134,7 ab	18,3 d	12,7 e	14,9 c
KB-3	92 abc	92 abc	83 c	129,3 cd	120,5 c	140,9 ab	21,5 c	17,3 c	17,5 abc
KB-4	95 abc	93 abc	80 c	128,8 cd	121,5 c	135,3 ab	21,7 c	17,4 c	16,6 bc
KB-5	93 bc	92 abc	80 c	134,1 bcd	144,8 b	125,0 b	18,6 d	16,9 c	16,7 bc
KB-6	93 bc	90 bc	80 c	137,5 bc	118,6 c	132,1 ab	19,0 d	15,3 d	19,25 ab
KB-7	97 ab	91 b	90 b	134,3 bcd	119,8 c	142,3 ab	21,8 c	17,0 c	16,5 bc
KB-8	97 ab	95 ab	90 b	143,3 bc	136,7 b	152,8 a	24,0 b	19,7 b	18,7 ab
KB-9	100 a	97 a	91 b	147,6 b	124,4 c	145,5 ab	27,9 a	18,4 bc	17,7 abc
KB-10	100 a	96 a	93 a	182,1 a	186,2 a	146,5 ab	28,1 a	21,6 a	20,1 a

Keterangan: informasi KB-1 sampai KB-10 lihat Tabel 2, huruf yang sama pada kolom yang sama tidak memberikan perbedaan yang nyata berdasarkan uji Duncan tingkat kepercayaan 95 %.

Sumber data : hasil pengukuran di lapangan (2015)

Korelasi Antar Parameter Morfologi Bibit dengan Pertumbuhan Bibit di Lapangan

Korelasi antar parameter mutu bibit di persemaian menunjukkan hampir semua parameter yang diuji berkorelasi nyata, kecuali korelasi antara indeks kekokohan dengan tinggi bibit ($r = -0,18$), korelasi antara rasio pucuk akar dengan indeks kekokohan ($r = 0,01$), dengan panjang akar ($r = 0,16$), dengan berat kering akar ($r = 0,08$), dengan berat kering total ($r = 0,35$), dan dengan indeks mutu bibit ($r = 0,27$).

Korelasi antara parameter mutu bibit dengan pertumbuhan tanaman umur 2 tahun di lapangan menunjukkan nilai korelasi yang sebagian besar nyata, kecuali untuk korelasi parameter rasio pucuk akar dengan pertumbuhan tanaman yang menunjukkan nilai tidak berkorelasi nyata (Tabel 7). Sebagian besar korelasi bernilai positif, kecuali korelasi ditunjukkan oleh indeks kekokohan dengan parameter mutu bibit

lainnya dan dengan pertumbuhan bibit di lapangan yang memberikan nilai korelasi negatif.

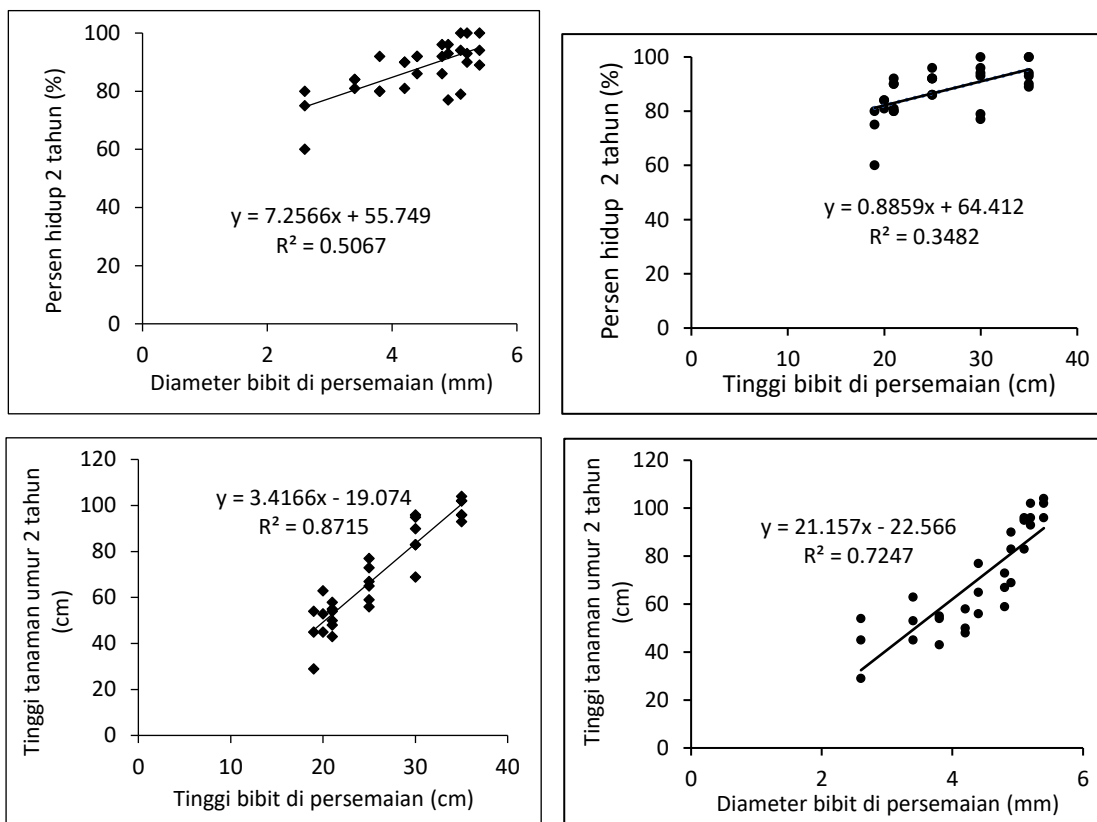
Nilai koefisien korelasi terbesar dengan nilai $r > 0,70$ ditunjukkan oleh korelasi antara diameter bibit dengan persen hidup ($r = 0,75$) dan dengan tinggi tanaman ($r = 0,77$), korelasi antara berat kering total dengan tinggi tanaman ($r = 0,71$), dan korelasi antara indeks mutu bibit dengan persen hidup ($r = 0,73$) (Tabel 6). Selain itu, tinggi bibit di persemaian juga memiliki korelasi positif yang nyata dengan persen hidup ($r = 0,61$), tinggi tanaman ($r = 0,67$) dan diameter tanaman ($r = 0,61$) umur 2 tahun di lapangan. Adanya hubungan yang kuat antara diameter bibit dan tinggi tanaman dengan persen hidup dan pertumbuhan tanaman umur 2 tahun setelah tanam menunjukkan bahwa klasifikasi berdasarkan diameter dan tinggi bibit dapat digunakan untuk menduga keberhasilan penanaman nyamplung (Gambar 2)

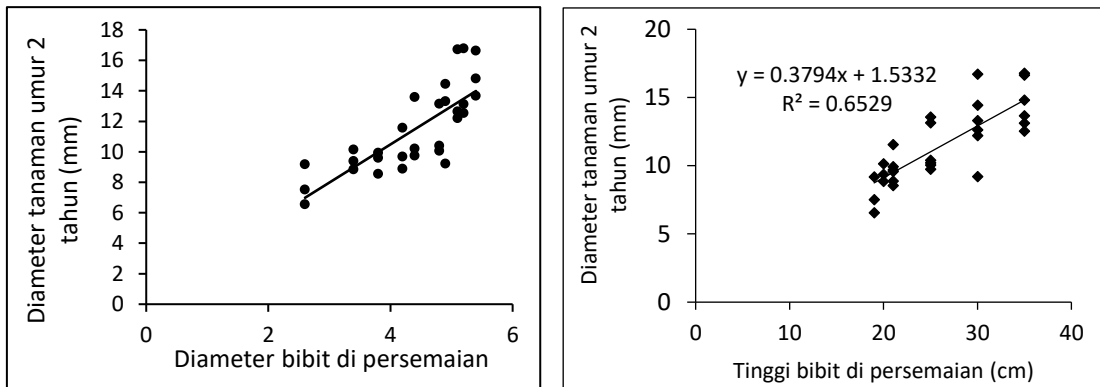
Tabel 7. Korelasi karakter dan parameter bibit di persemaian dengan persen hidup dan pertumbuhan tanaman di lapangan

	DB	IK	PA	JD	BKB	BAK	BKT	RPA	IMB	PT	TT	DT
TB	0,94**	-0,18 ^{ns}	0,45*	0,84**	0,87**	0,81**	0,87**	0,39*	0,76**	0,61**	0,67**	0,61**
DB		-0,49**	0,59**	0,90**	0,93**	0,89**	0,93**	0,36*	0,90**	0,75**	0,77**	0,70**
IK			-0,51**	-0,42*	-0,42*	-0,49**	-0,44*	0,01 ^{ns}	-0,65**	-0,67**	-0,58**	-0,49**
PA				0,54**	0,63**	0,61**	0,63**	0,16 ^{ns}	0,61**	0,66**	0,47**	0,66**
JD					0,93**	0,85**	0,94**	0,44*	0,88**	0,65**	0,61**	0,49**
BKB						0,93**	0,99**	0,42*	0,90**	0,64**	0,70**	0,62**
BAK							0,95**	0,08 ^{ns}	0,90**	0,68**	0,68**	0,67**
BKT								0,35 ^{ns}	0,92**	0,66**	0,71**	0,64**
RPA									0,27 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,03 ^{ns}
IMB										0,73**	0,67**	0,60**
PT											0,60**	0,70**
TT												0,72**

Keterangan: TB = tinggi bibit, DB = diameter bibit, IK = indeks kekokohan, PA = panjang akar, JD = jumlah daun, BKB=berat kering batang, BKA =berat kering akar, BKT = berat kering total, RPA = nisbah pucuk akar, IMB = indek mutu bibit, PT = persen hidup tanaman, TT = tinggi tanaman, DT = diameter tanaman. ** = berbeda nyata pada tingkat kepercayaan 99 % * = berbeda nyata pada tingkat kepercayaan 95 %, ns = tidak berbeda nyata

Sumber data : hasil pengukuran di lapangan (2015)





Gambar 3. Hubungan antara karakter diameter dan tinggi bibit dipersemaian dengan persen hidup, tinggi dan diameter tanaman umur 2 tahun di lapangan

Pembahasan

Klasifikasi morfologi berdasarkan tinggi dan diameter memberikan pengaruh yang nyata terhadap parameter mutu bibit (panjang akar, berat kering, indeks kekokohan, dan indeks mutu bibit), persen tumbuh, pertumbuhan tinggi, dan diameter tanaman nyamplung umur 2 tahun pada ketiga kelompok bibit yang diuji. Hal ini menunjukkan bahwa klasifikasi morfologi tersebut memberi indikasi dapat dijadikan acuan bagi penentuan standar mutu bibit nyamplung siap tanam. Ukuran tinggi dan diameter bibit dipersemaian merupakan klasifikasi morfologi yang paling akurat untuk memprediksi pertumbuhan tanaman *Q.Coccifera* umur 2 tahun di lapangan (Tsakalimi, Ganatsas, & Jacobs, 2013). Karakter morfologi (tinggi dan diameter) bibit secara umum banyak diterapkan dalam pengujian mutu bibit karena pengukurannya relatif mudah dan cepat (Pinto, 2011; Bayala *et al.*, 2009), walaupun pada beberapa kasus tidak selalu mencerminkan kemampuan bibit beradaptasi dan tumbuh di lapangan (Trubat *et al.*, 2010; Zidaet *al.*, 2008). Hasil berlawanan ini kemungkinan diakibatkan oleh adanya perbedaan lingkungan dan atau gambaran dari interaksi jenis dengan lingkungan yang berbeda-beda. Dengan demikian, kriteria mutu bibit sangat terkait dengan jenis dan lingkungan tempat tumbuhnya (ekologi), sehingga tidak dapat diadopsi secara langsung dari berbagai jenis yang berbeda atau dari berbagai wilayah yang lain. Mutu bibit merefleksikan semua aspek dari lingkungan tempat tumbuh, perubahan musim, dan variasi perlakuan tanaman di persemaian (Grossnickle, 2012; Grossnickle & South, 2017)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa persen hidup tanaman cukup tinggi pada beberapa kelas

morfologi bibit. Menurut pedoman penilaian keberhasilan tanaman, persen hidup dikatakan sangat baik bila $\geq 85\%$, baik $75 - 85\%$, cukup baik $65 - 75\%$, kurang baik $55 - 65\%$, dan gagal $< 55\%$. Pada kelompok bibit Carita dan Purworejo, sebagian besar persen hidup dikategorikan sangat baik ($> 85\%$) pada kelas morfologi KB-3 sampai dengan KB-10, sedangkan untuk kelompok bibit asal Pangandaran, persen hidup dengan kategori sangat baik dihasilkan pada kelas morfologi KB-7 sampai dengan KB-10. Secara umum untuk persen hidup yang menunjukkan hasil sangat baik ($\geq 85\%$) ditunjukkan pada kelas morfologi KB-7, KB-8, KB-9 dan KB-10.

Pertumbuhan dari ketiga kelompok bibit yang diuji menunjukkan hasil yang relatif seragam pada kelas morfologi KB-3 hingga KB-9. Kelas morfologi KB-10 memberikan pertumbuhan paling tinggi. Namun pertumbuhan yang relatif stabil dapat dilihat dari mulai KB-8, KB-9 hingga KB-10 atau mutu bibit siap tanam untuk bibit nyamplung mempunyai ukuran lebih dari 30 cm dengan diameter lebih dari 5,1 mm dengan tetap mempertimbangkan parameter bibit lainnya seperti indeks kekokohan yang memiliki korelasi nyata bernilai negatif. Korelasi negatif yang ditunjukkan oleh indeks kekokohan dengan parameter tanaman umur 2 tahun di lapangan dan dengan pertumbuhan bibit setelah tanam memberi indikasi bahwa bibit dengan indeks kekokohan yang besar mempunyai mutu yang rendah. Nilai indeks kekokohan yang diperkenankan untuk bibit yang masih di persemaian yaitu 6,3 - 10,8 (Adman, 2011). Dalam penelitian ini, indeks kekokohan di atas nilai 6 terjadi pada kelas morfologi bibit KB-1 dan KB-2 yang memberikan persen hidup dan pertumbuhan terendah untuk kelompok bibit yang diuji. Hal ini

menunjukkan bahwa perlunya adanya keseimbangan antara tinggi dan diameter, dimana bila bibit terlalu tinggi dengan diameter yang kecil menghasilkan mutu bibit yang rendah. Dalam prakteknya, klasifikasi morfologi tersebut dapat diterapkan dengan tetap mempertahankan indek kekokohan bibit kurang dari 6,5 (untuk klasifikasi KB-8 - KB-9) seperti pada Tabel 3 dan tinggi maksimal bibit hingga 1,5 m (Badan Standardisasi Nasional, 2018, Hasnah & Windyarini, 2014)

Kelas morfologi KB-1 dan KB-2 memberikan pertumbuhan yang paling rendah untuk semua parameter pada ketiga asal benih yang diuji dan morfologi bibit (tinggi dan diameter) yang lebih besar memberikan persen hidup dan pertumbuhan yang lebih baik. Hal ini sependapat dengan hasil penelitian Maltoni *et al.* (2010), Pinto (2011), dan Budiman *et al.* (2015) bahwa bibit yang memiliki ukuran lebih besar mampu tumbuh lebih baik di lapangan. Bibit dengan ukuran tinggi 20-29 cm dan diameter 4,5 mm merupakan ukuran bibit terbaik dibandingkan dengan ukuran bibit yang lebih kecil Budiman *et al.*, (2015). Ketika bibit yang berbeda ukuran ditanam, pertumbuhan yang berbeda akan terjadi pada semua bibit tersebut, bibit akan bertambah dan tumbuh setiap waktu sehingga pertumbuhan akhir di lapangannya pun kemungkinan berbeda (Pinto *et al.*, 2011). Di Parung Panjang, pertumbuhan gulma sangat cepat setelah pembersihan lahan sehingga bibit-bibit yang lebih tinggi memungkinkan untuk bersaing dengan gulma (Sudrajat *et al.*, 2016).

Tinggi bibit umumnya berkontribusi terhadap proses fotosintesis yang memberikan hubungan dan kontribusi timbal balik terhadap persen hidup dan pertumbuhan bibit di lapangan. Diameter bibit secara fisiologi mereprestasikan jalur utama untuk menyalurkan air dari tanah ke daun dan sebaliknya untuk menyalurkan hasil-hasil fotosintesis ke akar. Diameter yang besar memberikan indikasi sistem perakaran yang baik untuk memenuhi kebutuhan transpirasi (Pinto, 2011). Pada penelitian ini, klasifikasi tinggi dan diameter bibit berpengaruh terhadap indek mutu bibit (IMB), KB-8, KB-9 dan KB-10 memiliki IMB yang relatif lebih tinggi (> 4,5) dan relatif berbeda nyata dengan klasifikasi bibit di bawahnya (KB-1 sampai KB-7). Indek ini telah diuji untuk jenis *Pseudotsuga menziesii* dan dapat merefleksikan keberhasilan penanaman berbagai tipe bibit (Thompson, 1985).

Secara umum, klasifikasi bibit di persemaian berdasarkan tinggi dan diameter bibit memberikan persen hidup dan pertumbuhan tanaman nyamplung

hingga umur 2 tahun yang berbeda. Klasifikasi yang memberikan persen hidup dan pertumbuhan tanaman di lapangan terbaik adalah KB-8 (bibit dengan tinggi 30-35 cm dan diameter pangkal batang > 5,1 mm), KB-9 (bibit dengan tinggi > 35 cm dan diameter pangkal batang \leq 5,3 mm) dan KB-10 (tinggi > 35 cm dan diameter pangkal batang > 5,3 mm). Klasifikasi tersebut berhubungan dengan parameter mutu bibit lainnya seperti indeks kekokohan yang kurang dari 6 dan indek mutu bibit yang lebih dari 4,5.

KESIMPULAN

Morfologi bibit nyamplung berdasarkan klasifikasi tinggi dan diameter dapat dijadikan sebagai indikator bibit nyamplung siap tanam umur 2 tahun di lapangan. Karakter tinggi dan diameter bibit di persemaian berkorelasi positif dengan parameter mutu bibit lainnya dan dengan persen hidup, tinggi, dan diameter tanaman umur 2 tahun di lapangan. Bibit nyamplung ukuran tinggi di atas 31 cm dan diameter pangkal lebih dari 5,1 mm dengan indeks kekokohan maksimal 6 dan indeks mutu minimal 4,6 merupakan ukuran terbaik untuk pertumbuhan di lapangan umur tanaman 2 tahun.

SARAN

Korelasi antara pertumbuhan nyamplung di lapangan dengan parameter bibit (tinggi dan diameter) di persemaian dipengaruhi oleh banyak faktor banyak lingkungan, sehingga selain aspek morfologi perlu dilakukan kajian lebih lanjut mengenai aspek fisiologis mutu bibit yang diduga berpengaruh terhadap keberhasilan tanaman.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kementerian Riset dan Teknologi yang telah membiayai penelitian ini melalui hibah insentif research. Terima kasih juga disampaikan kepada Pengelola Hutan Penelitian Parungpanjang, Bogor atas kerjasama dan bantuan dalam uji lapang penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adman, B. (2011). Pertumbuhan Tiga Kelas Mutu Bibit Meranti Merah Pada Tiga Iuphkh Di Kalimantan. *Jurnal Penelitian Dipterokarpa*, 5(2), 47–60.
- Badan Standardisasi Nasional. (2018). *SNI 8420:2018 Bibit tanaman hutan*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Bayala, J., Dianda, M., Wilson, J., Ouédraogo, S. J., & Sanon, K. (2009). Predicting field performance of five irrigated tree species using seedling quality assessment in Burkina Faso, West Africa. *New Forests*, 38(3), 309–322. <https://doi.org/10.1007/s11056-009-9149-4>
- Budiman, B., Sudrajat, D. J., Lee, D. K., & Kim, Y. S. (2015).

- Effect of initial morphology on field performance in white jabon seedlings at Bogor, Indonesia. *Forest Science and Technology*, 11(4). <https://doi.org/10.1080/21580103.2015.1007897>
- Esen, D., Yildiz, O., Esen, U., Edis, S., & Çetintas, C. (2012). Effects of cultural treatments, seedling type and morphological characteristics on survival and growth of wild cherry seedlings in turkey. *IForest*, 5(6), 283–289. <https://doi.org/10.3832/efor0639-005>
- Grossnickle, S. C. (2012). Why seedlings survive: Influence of plant attributes. *New Forests*, 43(5–6), 711–738. <https://doi.org/10.1007/s11056-012-9336-6>
- Grossnickle, S. C., & South, D. B. (2017). Seedling quality of southern pines : Influence of plant attributes. *Tree Planters' Notes*, 60(2), 29–40.
- Hasnah, T. M., & Windyarini, E. (2014). Variasi genetik pertumbuhan semai pada uji klon provenan nyamplung (*Calophyllum inophyllum*) dari delapan pulau di Indonesia *Jurnal Perbernihan Tan*, 77–88.
- Ivetić, V., & Devetaković, J. (2016). Reforestation challenges in Southeast Europe facing climate change. *Reforesta*, 1(1), 178–220. <https://doi.org/10.21750/10.21750/REFOR.1.10.10>
- Johansson, K., Hajekc, J., Sjölina, O., & Normarkd, E. (2015). Early performance of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* – a comparison between seedling size, species, and geographic location of the planting site. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 30(5), 388–400. <https://doi.org/10.1080/02827581.2014.987808>
- Jurasek, A., Leugner, J., & Martincova, J. (2009). Effect of initial height of seedlings on the growth of planting material of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) in mountain conditions. *Journal of Forest Science*, 55(3), 112–118.
- Khanal, P. N., Dean, T. J., Roberts, S. D., Grebner, D. L., & Straka, T. J. (2018). Explaining first-year seedling survival from quality distributions of bare-root seedlings and microsites in industrial plantations. *Open Journal of Forestry*, 8, 362–379. <https://doi.org/10.4236/ojf.2018.83023>
- Maltoni, A., Mariotti, B., Tani, A., & Jacobs, D. F. (2010). Relation of *Fraxinus excelsior* seedling morphology to growth and root proliferation during field establishment. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 25(SUPPL. 8), 60–67. <https://doi.org/10.1080/02827581.2010.485805>
- Murtiningrum, & Firdaus, A. (2015). Perkembangan biodiesel di indonesia tinjauan atas kondisi saat ini, teknologi produksi & analisis prospektif. *Jurnal PASTI*, 9(1), 35–45.
- Pinto, J. R. (2011). Morphology targets: What do seedling morphological attributes tell us?. dalam Riley LE. Haase DL dan Pinto JR (eds), *National Proceedings: Forest and Conservation Nursery Associations-2010. Fort Collins, CO: USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station* (p.74–79) Available at: http://www.fs.fed.us/rm/pubs/rmrs_p065.html. Amerika :Nursery council meeting.
- Pinto, J. R., Dumroese, R. K., Davis, A. S., & Landis, T. D. (2011). Conducting seedling stocktype trials: A new approach to an old question. *Journal of Forestry*, 109(5), 293–299.
- Prihanto, A., Pramudono, B., & Santosa, H. (2013). Peningkatan Yield Biodiesel Dari Minyak Biji Nyamplung Melalui Transesterifikasi Dua Tahap. *Momentum*, 9, 46–53.
- South, D. B., Jackson, D. P., Starkey, T. E., & Enebak, S. A. (2012). Planting deep increases early survival and growth of *Pinus echinata* seedlings. *The Open Forest Science Journal*, 5(1), 33–41. <https://doi.org/10.2174/1874398601205010033>
- Sudrajat, D. J., Nurhasybi, R., Kurniaty, D., & Budiman, B. (2010). *Kajian standar mutu bibit siap tanam*. Bogor: Balai Penelitian Teknologi Perbenihan.
- Sudrajat, D. J., Nurhasybi, Siregar, I. Z., Siregar, U. J., Mansur, I., & Khumaida, N. (2016). Intraspecific variation on early growth of *Neolamarckia cadamba* MIQ . in provenance-progeny tests in West Java province, Indonesia. *Biotropia*, 23(1), 10–20. <https://doi.org/10.11598/btb.2016.2>
- Sudrajat, D. J., Nurhasybi, & Suita, E. (2018). Comparison of nyamplung plant establishment: Direct seeding, bare-root, blocked media, and containerized seedlings. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika*, 24(2), 51–59. <https://doi.org/10.7226/jtfm>.
- Thompson, B. E. (1985). Seedling morphological evaluation- What you can tell by looking. dalam M. L. Durvea (Ed.), *Evaluating seedling quality: principles, procedures, and predictive abilities of major tests* (pp. 59–71). Corvallis: Forest Research Laboratory, Oregon State University.
- Trubat, R., Cortina, J., & Vilagrosa, A. (2010). Nursery fertilization affects seedling traits but not field performance in *Quercus suber* L. *Journal of Arid Environments*, 74(4), 491–497. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2009.10.007>
- Tsakaldimi, M., Ganatsas, P., & Jacobs, D. F. (2013). Prediction of planted seedling survival of five Mediterranean species based on initial seedling morphology. *New Forests*, 44(3), 327–339. <https://doi.org/10.1007/s11056-012-9339-3>
- Zida, D., Tigabu, M., Sawadogo, L., & Odén, P. C. (2008). Initial seedling morphological characteristics and field performance of two Sudanian savanna species in relation to nursery production period and watering regimes. *Forest Ecology and Management*, 255(7), 2151–2162. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.12.029>