

**KERAGAMAN MORFOLOGI BUAH, BENIH DAN BIBIT PONGAMIA
(*Pongamia pinnata* (L.) Pierre) DI PULAU JAWA**

*(Morphological Diversity of Fruits, Seeds and Seedlings of Pongamia
(Pongamia pinnata (L.) Pierre) in Java Island)*

Supriyanto¹, Iskandar Z Siregar¹, Ani Suryani², Aam Aminah³, dan/and Dede J. Sudrajat³

¹Departemen Silvikultur Fakultas Kehutanan IPB, Dramaga, Bogor, Indonesia

²Departemen Teknologi Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian IPB, Dramaga, Bogor, Indonesia

³Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Perbenihan Tanaman Hutan

Jl. Pakuan Ciheuleut PO BOX 105 ; Telp 0251-8327768, Bogor, Indonesia

e-mail: aamaminah515@yahoo.com

Naskah masuk: 2 Oktober 2017; Naskah direvisi: 21 November 2017; Naskah diterima: 25 November 2017

ABSTRACT

Pongamia (Pongamia pinnata (L.) Pierre) is one of a potential tree species to produce biodiesel. Pongamia-based biodiesel development program is still constrained by the availability of quality and quantity seeds due to the limited of seed sources. The purpose of this research was to identify the morphological diversity of fruits, seeds and seedlings from 5 populations in Java Island. Randomized completely design and randomized block design were used to assess the difference of fruits, seeds and seedlings morphological characteristics among populations. Principal component and hierarchy cluster analysis were used to explain variation pattern among populations. The results showed that the difference of populations was significantly affected by the difference of fruits, seeds, and seedlings morphology of pongamia. Seeds from Carita population showed good quality seed indicators with moisture content of 19.31%, and germination capacity of 74.50%. Sturdiness quotient of the seedling was 10.78. Contribution of genetic factor was higher than environment factor is relation to the differences of morphological characteristics of fruits, seeds and seedlings of pongamia. Morphological character of the five populations can be divided into 3 groups, i.e. the first group of Batukaras and Kebumen, second group of Alas Purwo and Baluran, and group 3 was Carita.

Keywords: *fruit, Java Island, morphological diversity, pongamia, seedlings, seeds*

ABSTRAK

Pongamia (*Pongamia pinnata* (L.) Pierre) merupakan salah satu jenis pohon potensial untuk memproduksi biodiesel. Pengembangan biodiesel berbasis pongamia masih terkendala oleh ketersediaan benih bermutu yang sangat terbatas karena belum tersedia sumber benih yang baik. Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi keragaman morfologi buah, benih dan bibit pongamia dari 5 populasi di Pulau Jawa. Rancangan acak lengkap dan rancangan acak kelompok digunakan untuk menguji perbedaan karakteristik morfologi buah, benih dan bibit antar populasi. Analisis komponen utama dan kluster hirarkhi digunakan untuk menerangkan pola keragaman antar populasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan populasi berpengaruh nyata terhadap morfologi buah, benih dan bibit pongamia. Benih asal Carita mengindikasikan benih yang berkualitas baik dengan kadar air 19,31%, daya kecambah 74,50%. dan kekokohan bibit 10,78. Kontribusi faktor genetik lebih tinggi daripada faktor lingkungan untuk perbedaan semua karakter morfologi buah, benih, dan bibit pongamia. Berdasarkan karakter morfologi, kelima populasi di Pulau Jawa dapat dibagi ke dalam 3 kelompok, yaitu kelompok 1 terdiri dari Batukaras dan Kebumen, kelompok 2 terdiri dari Alas Purwo dan Baluran serta kelompok 3 adalah Carita.

Kata kunci: *benih, bibit, buah, keragaman morfologi, pongamia, pulau Jawa*

I. PENDAHULUAN

Pongamia (*Pongamia pinnata* (L.)) merupakan tanaman tahunan dengan tajuk yang berbentuk payung. Pohonnya dapat mencapai tinggi sekitar 15-20 m. Daun berwarna hijau tua dan mengkilap (Bobade & Khyade, 2012). Buah berupa polong mempunyai tangkai yang pendek, ukuran panjang 4,0 – 7,5 cm, lebar 1,7 – 3,2 cm, berisi 1-3 biji, dan tidak merekah bila masak. Biji berbentuk elips berwarna coklat kemerahan, ukuran panjang 1,7 – 2,0 cm, lebar 1,2 – 1,8 cm.

Biji mempunyai potensi kandungan minyak 30-40% yang mengandung sekitar 55% asam oleat (asam lemak kritis untuk biodiesel berkualitas tinggi yang diperlukan untuk transportasi), dengan potensi tahunan produksi buah 3-5 ton per hektar (Scott, Pregelj, Chen, & Gresshoff, 2008; *Graham et al.*, 2011; Kazakoff, Gresshoff, & Scott, 2011). Melihat potensinya, pongamia sangat menjanjikan untuk dikembangkan. Hingga saat ini pongamia belum dibudidayakan secara intensif, namun di beberapa daerah telah mulai dirintis program budidaya pongamia untuk memenuhi kebutuhan bahan baku biodiesel. Untuk menunjang program tersebut, informasi karakteristik populasi pongamia antara lain dengan mengetahui karakteristik buah, benih dan bibit pongamia sebagai bahan utama untuk program penanaman sangat diperlukan.

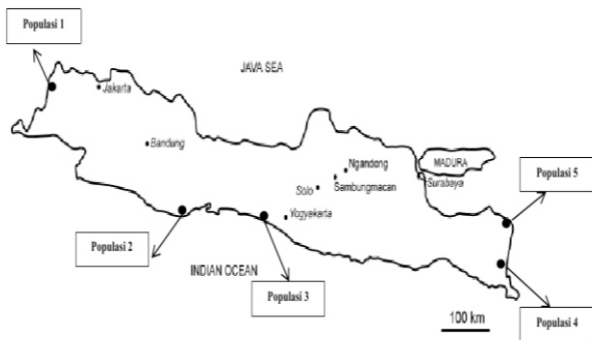
Hasil-hasil penelitian tentang keragaman karakteristik benih pongamia telah dilaporkan Divakara, Upadhyaya, & Krishnamurthy (2011) di India; Jiang *et al.*, (2012) di South-east Queensland dan Kuala Lumpur; dan Ahlawat *et al.*, (2016) di India. Namun informasi keragaman morfologi pongamia di Indonesia khususnya di Pulau Jawa masih terbatas.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji keragaman morfologi buah, benih dan bibit pongamia dari 5 populasi di Pulau Jawa. Informasi karakter morfologi buah, benih dan bibit pongamia dapat dikaitkan dengan upaya konservasi pongamia baik secara insitu maupun eksitu serta program pemuliaan pongamia dalam hubungannya dengan tanaman sumber bahan baku biodiesel.

II. BAHAN DAN METODE

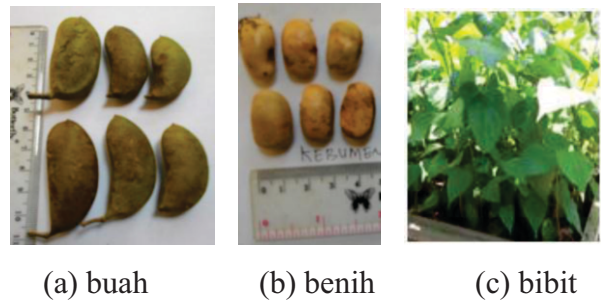
A. Bahan dan Alat

Penelitian menggunakan 5 populasi alami pongamia di Pulau Jawa, yaitu : 1) populasi Desa Carita (Provinsi Banten), 2) Desa Batukaras, Kabupaten Pangandaran (Provinsi Jawa Barat), 3) Desa Ambalresmi, Kabupaten Kebumen (Provinsi Jawa Tengah), 4) Taman Nasional Alas Purwo, Banyuwangi, dan 5) Taman Nasional Baluran, Situbondo (Provinsi Jawa Timur) (Gambar 1). Penelitian dilakukan mulai bulan September 2015 sampai dengan September 2016.



Gambar (Figure) 1. Lokasi pengambilan sampel benih pongamia: (1) Carita, (2) Batukaras, (3) Kebumen, (4) Alas Purwo, (5) Baluran (Location of sampel collection of pongamia seeds: (1) Carita, (2) Batukaras, (3) Kebumen, (4) Alas Purwo, (5) Baluran)

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari buah, benih dan bibit pongamia (Gambar 2) yang berasal dari 5 (lima) populasi di Pulau Jawa. Buah dikumpulkan dari pohon induk dari setiap lokasi berjumlah 5 - 10 pohon (Aminah, 2017). Sampel buah diambil dari setiap pohon induk dengan jumlah yang sama kemudian dikompositkan untuk setiap populasi. Buah yang dikumpulkan dari setiap lokasi selanjutnya diproses di Laboratorium Teknologi Benih dan disemaikan di Persemaian Stasiun Penelitian Nagrak, Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Perbenihan Tanaman Hutan Bogor. Bahan yang digunakan di antaranya adalah pasir, tanah dan kompos sebagai media perkecambahan dan pembibitan. Alat yang digunakan terdiri dari kaliper dan timbangan elektronik (*digital balance*).



Gambar (Figure) 2. Bahan penelitian : (a) buah (b) benih dan (c) bibit pongamia (Research materials: (a) fruit, (b) seeds, (3) seedlings)

B. Prosedur Penelitian

Pengunduhan buah pongamia dilakukan segera setelah buah masak dengan ciri-ciri warna kulit buah hijau kecokelatan sampai cokelat. Seleksi buah untuk bahan penelitian berdasarkan penampilan buah yang baik, tidak keriput, bebas dari hama dan penyakit dan bebas dari luka mekanis, selanjutnya dilakukan ekstraksi benih (Aminah, 2017).

Benih diekstraksi dari buah dengan mengeluarkan dari cangkangnya. Cara ini dapat dilakukan secara manual, dengan cara memukul ujung buah dengan kayu hingga terbuka dan benih mudah untuk dikeluarkan (Aminah, 2017).

Untuk mengidentifikasi keragaman parameter buah dan benih (panjang, diameter dan berat buah dari benih segar serta banyaknya benih per buah), setiap populasi diwakili oleh 100 buah dan benih. Buah dan benih kemudian diukur panjang dan diameternya dengan menggunakan kaliper dan beratnya diukur dengan timbangan elektronik.

Berat buah dan benih per kg ditentukan dengan mengukur berat 100 butir benih sebanyak 8 ulangan dan ditransformasikan ke dalam berat 1000 butir. Selain itu dilakukan juga pengujian kadar air dengan metode oven.

Benih disemai di rumah kaca dengan menggunakan bak kecambah berukuran 25 cm x 20 cm. Benih yang ditabur sebanyak 50 butir dengan 4 ulangan. Benih dinyatakan berkecambah bila telah muncul sepasang daun yang berkembang sempurna. Perkecambahan benih diamati setiap hari selama 30 hari. Data yang dicatat dan dihitung adalah daya berkecambah, kecepatan berkecambah dan rata-rata waktu berkecambah. Bibit disapih di *polybag* berukuran diameter 12 cm dan tinggi 15 cm yang diisi media campuran tanah, pasir dan kompos (2:1:1 v/v/v). Bibit-bibit tersebut disusun dengan rancangan acak kelompok lengkap dengan 4 ulangan. Setiap ulangan terdiri dari 25 bibit yang disusun bujur sangkar (5 bibit x 5 bibit). Setelah bibit berumur 3 bulan, sebanyak 9 bibit per ulangan yang berada di bagian tengah kelompok bibit diukur tinggi total, diameter pangkal leher akar, jumlah daun, panjang daun, lebar daun dan nilai kekokohan bibit. Panjang dan lebar daun diukur dengan mengukur 2 pasang daun bagian atas yang telah berkembang sempurna. Indeks kekokohan bibit diukur dengan membagi tinggi bibit (cm) dengan diameter (mm).

C. Analisis Data

Rancangan acak lengkap digunakan untuk menguji perbedaan karakteristik buah dan benih, sedangkan rancangan acak kelompok digunakan untuk menguji karakteristik bibit di persemaian. Data dianalisis dengan analisis ragam dan uji lanjut menggunakan *Duncan's Multiple Range Test* dengan taraf uji 5%.

Keragaman fenotipe untuk setiap karakter dipisahkan ke dalam komponen-komponen yang disebabkan oleh faktor genetik dan non genetik (lingkungan) (Sudrajat, 2014). Keragaman fenotipe (KF) adalah total keragaman antar fenotipe ketika ditumbuhkan pada suatu kisaran lingkungan, keragaman genetik (KG) merupakan bagian dari keragaman fenotipe yang dapat dijadikan atribut untuk keragaman genetik antar populasi, sedangkan keragaman galat (KL) merupakan bagian dari keragaman fenotipe yang disebabkan pengaruh lingkungan.

Untuk menentukan besarnya keragaman populasi yang berkontribusi terhadap keragaman total, heritabilitas dalam arti luas (H^2) dihitung sebagai berikut (Zheng, Sun, Zhou, & Coombs., 2009)

$$H^2 = \frac{KG}{KF} \times 100 \dots \dots \dots (1)$$

Kemajuan genetik (GG) sebagai persentasi dari asumsi seleksi 5% dari genetik superior atau jumlah populasi (diferensiasi seleksi (DS) = 2,06) dihitung dengan rumus :

$$GG = \frac{GA}{X} \times 100 \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

- GA = perolehan genetik
 KF = keragaman fenotipe
 X = rata-rata parameter

Analisis komponen utama dan kluster hirarkhi digunakan untuk menerangkan pola keragaman antar populasi. Analisis komponen utama juga digunakan untuk mengidentifikasi karakter tanaman yang berkontribusi besar terhadap keragaman dan mengelompokkan populasi yang mempunyai karakteristik morfologi buah, benih dan bibit yang sama.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Analisis ragam menunjukkan adanya pengaruh nyata asal benih atau populasi tempat tumbuh pongamia terhadap morfologi buah (panjang buah, diameter buah, berat buah dan banyaknya benih per buah), morfologi benih (panjang benih, diameter benih dan berat benih), perkecambahan (kadar air, daya kecambah, waktu berkecambah dan kecepatan berkecambah) serta morfologi bibit (tinggi bibit, diameter bibit, panjang daun dan nilai kekokohan semai bibit). Jumlah benih dalam setiap buah dalam morfologi buah serta jumlah daun dan lebar daun dalam morfologi bibit tidak berbeda nyata. Jumlah benih dalam setiap buah bervariasi, yaitu 1 - 2 butir benih untuk semua populasi (Tabel 1).

Tabel (Table) 1. Variasi morfologi buah, benih dan bibit pongamia dari 5 populasi

(Variation of fruit, seed and seedling morphology from 5 populations).

Parameter (Parameters)	Asal benih (Seeds source)				
	Carita	Batukaras	Kebumen	Alas Purwo	Baluran
Morfologi buah (fruit morphology)					
Panjang buah (mm) (Fruit length, mm)	54,75 a	52,48 b	42,95 d	44,49 cd	45,56 C
Diameter buah (mm) (Fruit diameter, mm)	17,10 bc	19,28 ab	17,63 bc	21,13 a	16,33 C
Berat buah (g) (Fruit weight, g)	2,98 bc	5,74 a	3,88 b	3,78 b	2,49 C
Jumlah benih per buah (butir) (Number of seed, butir/grain)	1,25	1,00	1,00	1,50	1,00
Morfologi benih (Seed morphology)					
Panjang benih (mm) (Seed length, mm)	15,87 c	20,19 a	19,35 a	17,48 b	17,09 B
Diameter benih (mm) (Seed diameter, mm)	12,90 b	12,22 bc	12,87 b	14,92 a	12,02 C
Berat benih (g) (Seed weight, g)	1,33 b	1,54 a	1,59 a	1,64 a	1,09 C
Perkecambahan (Germination)					
Kadar air (%) (Moisture content, %)	19,31 d	49,67 b	40,80 C	47,64 b	60,18 a
Daya kecambah (%) (Germination capacity, %)	74,50 c	55,50 d	56,00 d	96,50 a	86,00 b
Waktu berkecambah (time germinated hari/day)	7,00 e	11,00 b	10,00 c	18,50 a	8,00 d
Kecepatan berkecambah (Germination rete%/etmal)	10,64 a	5,04 b	5,60 b	5,22 b	4,36 c
Morfologi bibit					
Tinggi bibit (cm) (Seedling height, cm)	38,72 a	23,78 b	24,77 b	19,97 b	24,47 b
Diameter bibit (mm) (Seedling diameter, mm)	3,62 a	2,98 b	3,05 b	2,80 b	3,52 a
Jumlah daun bibit (helai) (Leaf number, helai/sheet)	8,50	6,25	7,00	6,50	8,64
Panjang daun bibit (mm) (Leaf length, mm)	11,15 a	10,25 a	10,67 a	8,57 b	9,67 ab
Lebar daun bibit (mm) (Leaf wide, mm)	7,51	7,26	7,42	6,06	6,70
KS bibit (sturdiness quotient)	10,78 a	7,91 b	7,98 b	7,20 bc	6,95 c

Keterangan (*Remarks*): Nilai yang diikuti huruf yang sama pada baris yang sama berpengaruh tidak nyata pada taraf 5%, *tn* = tidak berbeda nyata, *KS* = Kekokohan semai (*Values within a similar column followed by the same letter are not significantly different in accordance with the results of the 95% confident level Duncan's multiple range test, tn = non significant, IKB = sturdiness quotient*).

Tabel 2 memperlihatkan variasi jumlah buah dan benih pongamia per 1000 butir dari 5 lokasi. Tabel tersebut memperlihatkan bahwa bahan reproduktif yang berasal dari populasi Batukaras, Kebumen dan Alas Purwo mempunyai nilai yang hampir sama., baik dari berat buah, jumlah buah, berat benih dan jumlah benih bila dibandingkan dengan buah dan benih yang berasal dari Carita dan Baluran.

Tabel (*Table*) 2. Variasi berat 1000 butir buah dan benih serta jumlah buah dan benih per kg (*Variation of weight of 1000 fruits and seeds, and number of fruits and seeds per kg*)

Asal Benih (<i>Seed source</i>)	Berat buah (<i>Fruit weight</i>) (g)	Jumlah buah / kg (<i>The amount of fruit/kg</i>) (butir) (<i>items</i>)	Berat benih (<i>Seed weight</i>) (g)	Jumlah benih/kg (<i>The amount of seed/kg</i>) (butir) (<i>items</i>)
Carita	2783,90	359	1351,01	740
Batukaras	5741,18	174	1527,09	655
Kebumen	4577,99	218	1585,19	631
Alas Purwo	4536,51	220	1669,62	599
Baluran	2832,74	353	1177,25	849

Hasil analisis keragaman memperlihatkan bahwa nilai keragaman fenotipe mempunyai nilai tertinggi bila dibandingkan dengan nilai lainnya, baik untuk morfologi buah, morfologi benih, perkecambahan dan morfologi bibit. Nilai heritabilitas terbesar adalah pada

perkecambahan yang nilainya mendekati 100%, yaitu 99,80 - 99,98% (Tabel 3).

B. Pembahasan

Berdasarkan hasil uji Duncan (Tabel 1), variasi morfologi buah dari setiap lokasi penelitian menunjukkan bahwa buah dan benih yang berasal dari Carita memberikan karakteristik fisiologis, karena benihnya mempunyai daya kecambah yang tinggi, yaitu sebesar 74,5% dengan kadar air yang relatif rendah (19,3%). Salah satu tolok ukur tercapainya masak fisiologis adalah daya berkecambah (*viabilitas*) yang tinggi. Hal ini juga terlihat dari morfologi bibit yang berasal dari Carita yang menunjukkan hampir semua karakter bibit mempunyai nilai yang tinggi baik tinggi bibit (38,72 cm), diameter bibit (3,62 mm), maupun panjang daun (11,15 mm).

Tabel 1 juga menunjukkan bahwa berat benih berhubungan dengan daya kecambah. Hal ini dapat dibuktikan dari berat benih tertinggi (1,64 g) yang berasal dari Alas Purwo mempunyai daya kecambah yang tinggi pula (96,50%). Benih yang memiliki ukuran dan berat yang tinggi cenderung mempunyai pertumbuhan dan persentase hidup serta daya kecambah yang tinggi (Mandal, Chakraborty, & Gupta, 2008; Sage, Koenig, & McLaughlin, 2011; Sudrajat, 2016).

Berat benih tergantung pada bahan makanan cadangan, yang diproduksi sebagai hasil dari dua fertilisasi (*endosperm*) dan

didominasi oleh sifat-sifat induknya, juga dipengaruhi oleh ketersediaan hara pada saat perkembangan benih dan faktor lingkungan lainnya. Perkembangan embrio dan fungsi fisiologis merupakan kontribusi dari sifat pohon induknya baik jantan maupun betina (butir pollen) dalam suatu jenis. Terjadinya berbagai perbedaan kondisi geo-iklim pongamia di berbagai habitat diharapkan akan tercermin dalam sifat genetik populasi tersebut. Dalam penelitian ini, benih dari berbagai populasi mencerminkan variabilitas yang nyata dalam morfologi buah, benih dan bibit.

Perbedaan morfologi dan watak benih sebagai pengaruh perbedaan keturunan (genetik), faktor pertumbuhan antar kelompok benih dari tempat tumbuh berbeda dan lingkungan. Beberapa hasil penelitian sebelumnya juga menunjukkan adanya variasi sifat morfologi benih antar populasi, seperti pada *Trigonobalanus doichangensis* di Cina (Zheng *et al.*, 2009), dan *Anthocephalus cadamba* di Indonesia (Sudrajat, 2016). Nilai kekokohan bibit yang tinggi menunjukkan kemampuan hidup yang rendah karena tidak seimbang perbandingan antara diameter dan tinggi batang. Berdasarkan standar mutu bibit pada beberapa jenis tanaman hutan nilai yang cukup optimal untuk menggambarkan pertumbuhan bibit yang baik mempunyai kisaran nilai kekokohan bibit 7-8 (SNI, 1999).

Hasil penelitian Aminah dan Budiman (2009) melaporkan bahwa hasil pengujian berat 1000 butir menunjukkan berat benih berkisar 1069,57 g – 1605,51 g, dengan jumlah benih per kg berkisar 623 butir – 935 butir.

Pendugaan variabilitas genetik dapat diketahui melalui pendekatan marka morfologis dan atau marka genetik (Sudrajat, 2014). Kedua Pendekatan ini saling menunjang satu sama lainnya. Pendekatan marka morfologis tetap diperlukan terutama untuk menguji ekspresi genetik akibat dari pengaruh variasi lingkungan (Sudrajat, 2014). Besarnya komponen ragam genotipe lebih tinggi dari komponen ragam lingkungan. Hal ini menunjukkan bahwa komponen genotipe adalah kontributor utama dari total keragaman dibandingkan keragaman lingkungan. Dalam sebagian besar jenis tanaman, benih atau biji bervariasi dalam derajat perkecambahan antara populasi dan di dalam populasi dan antara individu dan di dalam individu karena faktor genetik dan/atau lingkungan (Sudrajat, 2014).

Dalam penelitian ini keragaman genetik lebih tinggi dari pada keragaman lingkungan untuk semua karakter baik itu morfologi buah, benih, perkecambahan maupun morfologi bibit. Hal ini menunjukkan bahwa perbaikan bisa dicapai untuk sifat ini melalui seleksi sederhana dengan melihat karakter-karakter yang ada.

Tabel (Table) 3. Keragaman buah, benih dan bibit pongamia di Pulau Jawa (*Variability of fruits, seeds and seedlings of pongamia in Java island*)

Parameter (Parameters)	KL	KG	KF	H ²	KKL	KKG	KKF	GA	GG (%)
Morfologi buah (fruit morphology)									
Panjang buah (<i>Fruit length</i> , mm)	0,53	107,27	107,80	0,9951	0,73	10,36	10,38	21,28	44,30
Diameter buah (<i>Fruit diameter</i> , mm)	0,53	12,63	13,16	0,9597	0,73	3,55	3,63	7,17	39,19
Berat buah (<i>Fruit weight</i> , g)	0,15	5,57	5,71	0,9741	0,38	2,36	2,39	4,80	127,10
Jumlah benih per buah (<i>Number of seed</i> , butir/grain)	0,03	0,08	0,11	0,7394	0,17	0,29	0,34	0,51	44,38
Morfologi benih (Seed morphology)									
Panjang benih (<i>Seed length</i> , mm)	0,10	11,83	11,94	0,9914	0,32	3,44	3,45	7,06	39,21
Diameter benih (<i>Seed diameter</i> , mm)	0,05	5,09	5,13	0,9908	0,22	2,25	2,27	4,62	35,61
Berat benih (<i>Seed weight</i> , g)	0,00	0,20	0,21	0,9902	0,04	0,45	0,45	0,92	64,23
Perkecambahan (Germination)									
Kadar air (<i>Moisture content</i> , %)	1,50	919,61	921,12	0,9984	1,23	30,33	30,35	62,42	143,43
Daya kecambah (<i>Germination capacity</i> , %)	8,02	1284,23	1292,25	0,9938	2,83	35,84	35,95	73,59	99,86
Waktu berkecambah (<i>time germinated</i>)	0,02	82,13	82,15	0,9998	0,13	9,06	9,06	18,67	171,26
Kecepatan berkecambah (<i>Germination rete</i>)	0,05	25,58	25,63	0,9980	0,23	5,06	5,06	10,41	168,62
Morfologi bibit (Seedling morphology)									
Tinggi bibit (<i>Seedling height</i> , cm)	2,41	196,66	199,07	0,9879	1,55	14,02	14,11	28,71	109,01
Diameter bibit (<i>Seedling diameter</i> , mm)	0,01	0,46	0,47	0,9697	0,12	0,68	0,69	1,37	42,91
Jumlah daun (<i>Leaf number</i> , helai)	0,44	3,26	3,70	0,8803	0,67	1,81	1,92	3,49	47,30
Panjang daun (<i>Leaf length</i> , mm)	0,25	2,95	3,20	0,9209	0,50	1,72	1,79	3,39	33,73
Lebar daun (<i>Leaf wide</i> , mm)	0,13	0,95	1,08	0,8773	0,36	0,97	1,04	1,88	26,90
IKB (<i>sturdiness quotient</i>)	0,08	9,03	9,10	0,9915	0,28	3,00	3,02	6,16	75,51

Keterangan (*Remarks*): KL = komponen ragam lingkungan, KG = komponen ragam genotipe, KF = komponen ragam fenotipe, H² = heritabilitas dalam arti luas, KKL = koefisien keragaman lingkungan, KKG = koefisien keragaman genotipe, KKF = koefisien keragaman fenotipe, GA = perolehan genetik, GG = kemajuan genetik, IKB = nilai kekokohan bibit (*KL = environment variation, KG = genotype variation, KF = phenotype variation, H² = board sense heritability, KKL = coefficient of environment variantion, KKG = coefficient of genotype variation, KKF = coefficient of phenotype variation, GA = genetic advance, GG = genetic gain, IKB = sturdiness quotient*).

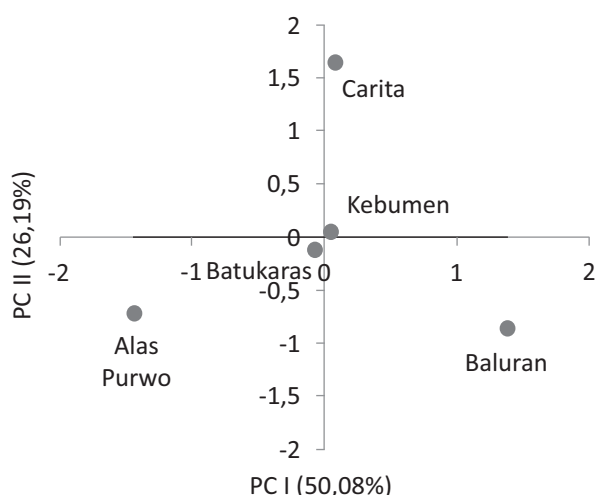
Hasil penelitian Aminah (2017) menunjukkan bahwa pertumbuhan bibit asal Carita yang baik di persemaian setelah ditanam di Parung Panjang juga pertumbuhannya paling baik bila dibandingkan dengan bibit asal lokasi yang lain. Karakter-karakter yang memiliki keragaman fenotipe

luas akan menguntungkan dalam kegiatan seleksi dibandingkan karakter yang memiliki keragaman fenotipe yang sempit, apabila karakter tersebut juga memiliki keragaman genotipe yang luas serta nilai dugaan heritabilitas yang tinggi (Sudrajat, 2014). Meskipun demikian, nilai keragaman fenotipe

yang luas pada suatu karakter belum tentu memiliki keragaman genetik yang luas pula. Hal ini juga memberi indikasi bahwa yang berkontribusi sangat besar terhadap total keragaman untuk karakter-karakter tersebut adalah komponen genetik. Beberapa penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa sebagian besar karakter morfofisiologi buah, benih dan bibit jenis-jenis tanaman hutan dikendalikan sangat kuat oleh faktor genetik (Sudrajat, 2014). Faktor lingkungan, yang beragam antar lokasi dan populasi di dalam lokasi, hanya mempunyai pengaruh kecil (Sudrajat, 2014).

Keragaman yang disebabkan oleh keragaman genetik memberi indikasi lingkup karakter yang dapat dipertimbangkan untuk seleksi. Pada penelitian ini, koefisien variasi genetik dan kemajuan genetik untuk karakter berat buah, tinggi bibit, diameter pangkal akar, nilai kekokohan bibit, jumlah daun, panjang daun dan lebar daun menunjukkan nilai yang tinggi. Koefisien keragaman genetik yang lebih tinggi menunjukkan bahwa pemuliaan untuk karakter-karakter tersebut dapat dicapai melalui seleksi sederhana, sedangkan nilai kemajuan genetik yang lebih tinggi menunjukkan bahwa rata-rata populasi untuk tinggi bibit, indeks kekokohan dan berat buah dapat bertambah melalui pemilihan genetik superior dengan intensitas 5% (Sudrajat, 2014).

Pendugaan heritabilitas ini berguna sebagai indikator awal kemungkinan untuk seleksi satu atau lebih karakter. Nilai heritabilitas yang tinggi yang berpasangan dengan kemajuan genetik yang tinggi dihasilkan oleh karakter berat buah, tinggi bibit, kadar air, waktu berkecambah dan kecepatan berkecambah yang menunjukkan bahwa karakter-karakter tersebut mempunyai nilai genetik yang tinggi dengan jumlah komponen genetik aditif yang dapat diturunkan lebih tinggi (Sudrajat, 2014). Nilai heritabilitas yang tinggi yang diikuti dengan kemajuan genetik yang tinggi cukup memadai dan akurat untuk pemilihan populasi terbaik, sedangkan nilai heritabilitas yang tinggi yang berpasangan dengan kemajuan genetik rendah seperti yang ditunjukkan panjang buah, panjang benih dan diameter benih memberi indikasi bahwa karakter-karakter tersebut mempunyai lebih banyak komponen genetik non aditif daripada komponen aditifnya sehingga karakter tersebut tidak dapat digunakan sebagai kriteria seleksi yang baik (Rawat & Bakshi, 2011).

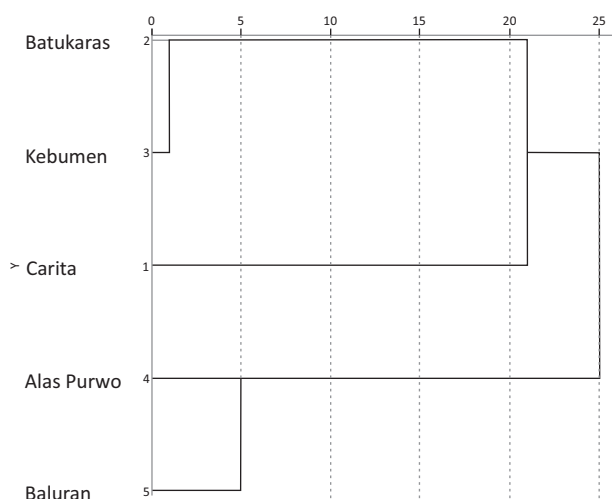


Gambar (Figure) 3. Biplot analisis komponen utama karakteristik buah, benih dan bibit dari 5 populasi pongamia di Pulau Jawa (*Biplot of principal component analysis of fruits, seeds, and seedlings of 5 populations of pongamia in Java Island*)

Analisis komponen utama menghasilkan 2 komponen utama karakter tanaman yang berkontribusi besar terhadap keragaman pongamia di Pulau Jawa (Gambar 3). Komponen utama pertama dan kedua menghasilkan masing-masing 50,08% dan 26,19% keragaman dari jumlah karakter yang ada. Komponen utama I terdiri dari diameter bibit dan jumlah daun. Semua karakter yang tergabung dalam komponen utama 1 adalah morfologi bibit. Komponen utama II terdiri dari panjang buah, kecepatan berkecambah, panjang daun, lebar daun, IKB yang merupakan identitas dari karakter morfologi buah, perkecambahan dan morfologi bibit. Selain menggambarkan kedekatan karakter-karakter morfologi antar populasi yang letaknya berdekatan dalam diagram biplot

tersebut, Gambar 3 menunjukkan juga bahwa populasi Carita memiliki keunggulan-keunggulan pada kelompok parameter yang ada di kedua komponen utama tersebut.

Analisis kluster hirarkhi didapatkan 3 kelompok, yaitu kelompok 1 terdiri dari Batukaras dan Kebumen, kelompok 2 terdiri dari Alas Purwo dan Baluran serta kelompok 3 adalah Carita (Gambar 4). Masing-masing kelompok tersebut mempunyai morfologi buah, benih dan bibit yang sama. Kesamaan karakteristik secara morfologi tersebut merupakan pertanda kedekatan secara genetik yang dapat dijadikan pertimbangan untuk kegiatan konservasi sumber daya genetik dan pengumpulan materi genetik untuk pemuliaan jenis pongamia.



Gambar (Figure) 4. Analisis kluster hirarkhi karakteristik buah, benih dan bibit dari 5 populasi pongamia di Pulau Jawa (*Cluster analysis of fruits, seeds, and seedlings of 5 populations of pongamia in Java Island*)

IV. KESIMPULAN

Morfologi buah, benih dan bibit pongamia asal Carita menunjukkan indikator benih yang berkualitas baik dengan kadar air 19,31% dan daya kecambah 74,50%. Kontribusi faktor genetik lebih dominan dalam mempengaruhi perbedaan karakteristik morfologi buah dan benih antar populasi yang ditunjukkan oleh nilai koefisien keragaman genetik yang lebih tinggi daripada koefisien keragaman lingkungan. Karakter morfologi kelima populasi di Jawa dapat dibagi ke dalam 3 kelompok, yaitu kelompok 1 terdiri dari Batukaras dan Kebumen, kelompok 2 terdiri dari Alas Purwo dan Baluran serta kelompok 3 adalah Carita.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Bapak Atep, Bapak Edi, Bapak Mahfud, Bapak Banda dan Bapak Siswanto yang telah membantu pengumpulan buah pongamia di lokasi penelitian serta Bapak Emuy Supardi, Bapak Udin dan Ibu Juju yang telah membantu analisis morfologi buah, benih dan bibit pongamia di laboratorium Balai Penelitian dan Pengembangan Teknologi Perbenihan Tanaman Hutan dan Stasiun Penelitian Nagrak.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahlawat, S. P., Kumar, R., Ranjan, R., Pandey, S., Joshi, D. C., & Dhyani, S. K. (2016). Morphological and molecular level of genetic diversity among *Pongamia* [*Pongamia pinnata* (L.) Pierre] accessions Morphological and molecular level of genetic diversity among *Pongamia*. *Indian Journal of Biotechnology*, 15(1), 85–94.
- Aminah, A. (2017). *Karakterisasi morfologi, genetik, kandungan minyak dan evaluasi awal pertumbuhan bibit pongamia (Pongamia pinnata (L.) Pierre) di Pulau Jawa*. Disertasi. Sekolah Pascasarjana. Bogor: Insitut Pertanian Bogor.
- Aminah, A., & Budiman, B. (2009). Teknik penanganan benih kranji (*Pongamia pinnata*) sebagai sumber energi terbarukan. Laporan Penelitian Balai Penelitian Teknologi Perbenihan Tanaman Hutan. Bogor (ID): Kementerian Kehutanan.
- Bobade SN, & Khyade VB. (2012). Detail study on the properties of *Pongamia Pinnata* (Karanja) for the production of biofuel. *Research Journal of Chemical Sciences*, 2(7), 2231–606.
- Divakara, B. N., Upadhyaya, H. D., & Krishnamurthy, R. (2011). Identification and evaluation of diverse genotypes in *Pongamia pinnata* (L.) Pierre for genetic improvement in seed traits. *Journal of Biodiversity and Ecological Sciences*, 1(1), 179–190.
- Graham, P., Reedman, L., Rodriguez, L., Raison, J., Braid, A., Haritos, V., Adams, P. (2011). Sustainable aviation fuels road map: Data assumptions and modelling, (May), 1–104. Retrieved from <http://www.csiro.au/en/Outcomes/Energy/Powering-Transport/Sustainable-Aviation-Fuels.aspx#>
- Jiang, Q., Yen, S., Stiller, J., Edwards, D., Scott, P. T., & Peter, M. (2012). Genetic, biochemical, and morphological diversity of the legume biofuel tree *Pongamia pinnata*. *Journal of Plant Genome Sciences*, 1(3), 54 – 67. <https://doi.org/10.5147/jpgs.2012.0084>
- Kazakoff, S. H., Gresshoff, P. M., & Scott, P. T. (2011). *Pongamia pinnata*, a sustainable

- feedstock for biodiesel production. In *Energy Crops*.
- Mandal, S.M., Chakraborty, D., & Gupta, K. (2008). Seed size variation: influence on germination and subsequent seedling performance in *Hyptis suaveolens* (Lamiaceae). *Research Journal of Seed Science*, 1(1), 26–33.
- Rawat, K., & Bakshi, M. (2011). Provenance variation in cone, seed and seedling characteristics in natural populations of *Pinus wallichiana* A.B. Jacks (Blue Pine) in India. *Annals of Forest Research*, 54(1), 39–55.
- Sage, R.D., Koenig, W.D., & Mc Laughlin, B.C. (2011). Fitness consequences of seed size in the valley oak *Quercus lobata* Née (Fagaceae). *Annals of Forest Science*. 68, 477-484.
- Scott, P. T., Pregelj, L., Chen, N., & Gresshoff, P. M. (2008). *Pongamia pinnata*: An untapped resource for the biofuels industry of the future. *Bioenergi. Res.*, 1, 2–11. <https://doi.org/10.1007/s12155-008-9003-0>.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia. (1999). SNI 01-5006.1-1999 tentang mutu bibit (akasia, ampupu, gmelina, sengon, tusam, meranti dan tengkawang). Jakarta (ID): SNI.
- Sudrajat, D. J. (2014). *Keragaman populasi, uji provenansi dan adaptasi jabon (Neolamarckia cadamba (Roxb.) Bosser)*. Disertasi. Sekolah Pascasarjana. Bogor: Insitut Pertanian Bogor.
- Sudrajat, D. J. (2016). Genetic variation of fruit, seed, and seedling characteristics among 11 populations of white jabon in Indonesia. *Forest Science and Technology*, 12(1), 9–15. <https://doi.org/10.1080/21580103.2015.1007896>.
- Zheng, Y.I., Sun, W.B., Zhou, Y., & Coombs, D. (2009). Variation in seed and seedling traits among natural population of *Trigonobalanus doichangesis* (A. Camus) Forman (Fagaceae), a rare and endangered plant in Southwest Cina. *New Forests*. 37, 285-294.