
JURNAL METAMORFOSA
Journal of Biological Sciences
ISSN: 2302-5697
<http://ojs.unud.ac.id/index.php/metamorfoza>

**KARAKTERISTIK DAN ANALISIS HUBUNGAN KEKERABATAN MALAPARI
(*Pongamia pinnata* (L.) Pierre) SEBAGAI TANAMAN PENGHASIL MINYAK
DI DUA AKSESI**

**CHARACTERISTICS AND RELATIONSHIP ANALYSIS OF MALAPARI
(*Pongamia pinnata* (L.) Pierre) AS AN OIL PRODUCING CROP IN TWO ACCESSION**

Ferliana Febritasari*, Ni Luh Arpiwi, I Gusti Ayu Sugi Wahyuni
Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Udayana, Bali
**Email : ferlianafebritasari@yahoo.com*

INTISARI

Malapari (*Pongamia pinnata* (L.) Pierre) adalah tanaman penghasil minyak yang sangat berpotensi untuk bahan baku biodiesel. Hal ini menjadi suatu alasan bahwa tanaman Malapari perlu dikembangkan dan dibudidayakan. Malapari tumbuh alami di hutan dataran rendah pada tanah berkapur, batu karang di pantai, sepanjang tepi hutan bakau dan sepanjang aliran dan sungai pasang surut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik tanaman Malapari dan hubungan kekerabatan antara dua aksesori yang tumbuh di Bali Utara (Pemaron, Uma Anyar, Kalisada, Pengulon, Sumber Kelampok) dan Jawa Timur (Taman Nasional/TN Alas Purwo, TN. Baluran) berdasarkan karakter morfologi dan kandungan minyak. Penelitian telah dilakukan pada bulan Juli-November 2015. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu observasi dan pengamatan karakter morfologi serta analisis kandungan minyak dari biji. Hubungan kekerabatan pohon-pohon Malapari yang tumbuh di dua aksesori tersebut dianalisis dengan program Minitab Vis 14. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan karakteristik morfologi pada batang, daun, bunga, dimensi buah dan biji dan kandungan minyak. Hasil analisis kekerabatan pada tingkat kemiripan diatas 80%, pohon-pohon Malapari dielompokkan menjadi 3 kelompok besar, yaitu kelompok I Malapari dari Desa Uma Anyar mempunyai tingkat kemiripan sebesar 59,51%, kelompok II Malapari dari Pengulon mempunyai tingkat kemiripan sebesar 80,16% dan kelompok III malapari dari TN. Alas Purwo dan 32 individu Malapari lainnya yang berasal dari berbagai daerah mempunyai tingkat kemiripan sebesar 84,53%.

Kata kunci : Pongamia pinnata, morfologi, hubungan kekerabatan, tingkat kemiripan

ABSTRACT

Malapari (*Pongamia pinnata* (L.) Pierre) is an oil-producing plant which has the potential for biodiesel feedstock. This becomes a reason that Malapari plants need to be developed and cultivated. Malapari grow naturally in lowland forests on calcareous soils, rocks on the beach, along the edge of the mangroves and along stream and river tides. This study aims to determine the characteristics of Malapari and relationship between the two accessions grown in North Bali (Pemaron, Uma Anyar, Kalisada, Pengulon, Sumber Kelampok) and East Java (Alas Purwo National Park and Baluran National Park) based on morphological characters and oil content. The research was conducted in July-November 2015. The method used in this research was observation of morphological characters as well as the analysis of the oil content of seeds.

Relationship among trees that grow in the two accessions was analyzed using Minitab Vis 14. Results showed that there were differences in morphological characteristics, namely the leaves, flowers, fruits, pod and seeds dimension and oil content. Analysis of relationships among trees at similarity level above 80% classified them into 3 major groups, namely group I Malapari from Uma Anyar village with similarity level of 59,51%, group II Malapari from Pengulon village with similarity level of 80,16% and group III Malapari from Alas Purwo National Park and 32 other trees from various villages having similarity level of 84,53%.

Keywords: Pongamia pinnata, morfologi, relationship, oil content, similarity

PENDAHULUAN

Malapari (*Pongamia pinnata* (L.) Pierre) adalah tanaman penghasil minyak nabati yang sangat berpotensi untuk bahan baku biodiesel. Spesies ini mempunyai sinonim dengan beberapa nama antara lain *Millettia pinnata* (L.) Panigrahi menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Arpiwi *et al.* (2013a). Kelebihan Malapari sebagai bahan baku biodiesel adalah bijinya mempunyai rendemen minyak yang tinggi yaitu 27-39% dari berat kering, merupakan minyak non-pangan, produksi buah sampai 50 tahun, hasil panen tinggi dan mampu tumbuh di lahan kritis (Soerawidjaja, 2005). Hal ini menjadi suatu alasan bahwa tanaman Malapari perlu dikembangkan dan dibudidayakan. Malapari tumbuh alami di hutan dataran rendah pada tanah berkapur dan batu karang di pantai, tanah berpasir, tanah liat berpasir, tanah liat yang bergumpal-gumpal, sepanjang tepi hutan bakau dan sepanjang aliran sungai pasang surut. Malapari dikenal sangat toleran pada kondisi salinitas tinggi (Kumar *et al.*, 2007).

Malapari sangat prospektif untuk dikembangkan karena dimanfaatkan secara luas antara lain sebagai tanaman yang berguna di berbagai industri tanin, perkayuan, bioenergi, obat-obatan dan pakan ternak. Spesies ini berperan sebagai pelindung abrasi dan untuk konservasi daerah pantai, tumbuh subur di daerah pantai karena toleran terhadap salinitas dan penggenangan (Scott *et al.*, 2008). Selain itu Malapari berperan sebagai penyubur lahan karena kemampuannya dalam memfiksasi nitrogen dari udara bebas melalui simbiosis dengan bakteri penambat nitrogen *Rhizobia*

dalam bentuk nodul/bintil akar (Arpiwi *et al.*, 2013b). Bijinya mengandung minyak nabati dengan kandungan minyak sebesar 27-39% dari berat kering (Soerawidjaja, 2007). Minyak yang dihasilkannya dapat digunakan sebagai pelumas seperti yang telah dimanfaatkan dalam industri penyamakan kulit tradisional, pembuatan sabun, pernis dan cat.

Kekerabatan adalah dengan melihat kemiripan ciri morfologinya. Penggunaan karakter morfologi merupakan metode yang mudah dan cepat, bisa digunakan secara langsung pada populasi tanaman. Data yang diperoleh dapat dijadikan sebagai deskripsi dan dasar pengembangan tanaman dalam program pemuliaan, misalnya populasi pemuliaan ataupun kebun benih. Deskripsi tanaman tersebut nantinya dapat dijadikan sebagai syarat pendaftaran untuk menjadi varietas baru dan unggul (Fatimah, 2013).

BAHAN DAN METODE

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli-November 2015, meliputi penelitian lapangan dan laboratorium. Sampel diambil dari dua aksesori, yaitu aksesori Bali Utara dan aksesori Jawa Timur. Aksesori Bali Utara meliputi sepanjang pantai di Bali Utara yang terdiri dari Pantai Desa Pemaron, Desa Uma Anyar, Desa Kalisada, Desa Pengulon dan Desa Sumber Kelampok Kabupaten Buleleng. Aksesori Jawa Timur meliputi Taman Nasional Alas Purwo dan Taman Nasional Baluran. Ekstraksi minyak dilakukan di Laboratorium Fisiologi Tumbuhan Jurusan Biologi Fakultas MIPA Universitas Udayana.

Teknik Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan dengan cara observasi yaitu survei lapangan langsung berdasarkan petunjuk literatur dan informasi masyarakat untuk menemukan lokasi dan menentukan akses Malapari. Akses adalah wilayah yang luas yang merupakan habitat alami Malapari dan setiap akses terdiri dari beberapa lokasi yang bisa merupakan sebuah desa maupaun kawasan konservasi seperti taman nasional dan setiap lokasi diambil sampel sebanyak 5 pohon.

Cara Kerja

Sampel buah Malapari yang sudah masak diambil dari tiap pohonnya sebanyak 2 kg dan diberi label sehingga diketahui dari pohon mana sampel tersebut diambil. Dimensi buah dan biji diukur yang meliputi: panjang, lebar, tebal buah menggunakan alat caliper dengan satuan ukur milimeter (mm). Untuk berat buah dan biji ditimbang menggunakan neraca analitik dengan satuan ukur gram (g). Pengamatan secara langsung (observasi) memakai acuan buku morfologi tumbuhan (Tjitrosoepomo, 2005), karakter yang diamati terdiri dari batang (bentuk batang, permukaan batang, arah tumbuh batang, percabangan batang, warna batang), daun (tata letak daun, bentuk daun, tangkai daun, urat-urat daun, warna tangkai, helaian daun, ujung daun, pangkal daun, susunan tulang daun, tepi daun, daging daun, warna daun, panjang daun, lebar daun), bunga (warna bunga).

Ekstraksi minyak dilakukan dengan metode sokletasi menggunakan pelarut heksan. Biji dipisahkan dari kulitnya dan dikeringkan dengan cara dijemur dibawah sinar matahari selama satu minggu. Selanjutnya biji kering diblender sampai halus dan diayak supaya homogen. Serbuk biji halus sebanyak 10g dimasukkan ke dalam timbel dan diekstrak dengan alat soklet. Pelarut heksan sebanyak 175 ml dituangkan ke dalam labu didih dan ditambahkan kepingan keramik untuk mencegah tumpahnya pelarut dan minyak

karena pemanasan yang lama. Ekstraksi dilakukan pada suhu 60°C selama 30 menit. Hasil ekstraksi adalah minyak yang masih bercampur dengan heksan yang selanjutnya dipisahkan dengan cara destilasi.

Campuran minyak dengan heksan ditampung pada labu leher dua dan dihubungkan dengan alat destilasi. Batang magnet dimasukan ke dalam labu untuk mengaduk kemudian dipanaskan pada *hotplate stirrer* dengan suhu 60°C. Destilasi diakhiri setelah semua heksan terpisah dari minyak. Rendemen minyak dihitung dengan rumus (Cepada, 2011) sebagai berikut:

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Berat minyak}}{\text{Berat sampel}} \times 100\%$$

Metode Pengolahan Data

Data kualitatif dan kuantitatif dimasukkan ke dalam tabel kemudian di buat skoring dengan menggunakan *Microsoft Excel*, dengan metode skoring. Data skoring dan data kuantitatif kemudian dianalisis dengan menggunakan program Minitab Vis 14 untuk melihat hubungan kekerabatan yang berupa dendrogram berdasarkan karakter morfologi yang berjumlah 38 sifat ciri dan kandungan minyak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Morfologi Tanaman Malapari

Secara morfologi tanaman Malapari di Bali Utara dan Jawa timur menunjukkan keanekaragaman pada ciri morfologi batang, daun, bunga, buah dan biji. Pengamatan karakter kualitatif pada organ batang Malapari merupakan pohon dengan batang berkayu, berbentuk bulat dengan permukaan batang kasar, arah tumbuh batang tegak lurus, percabangan batang monopodial dan warna batang abu-abu.

Pengamatan karakter pada organ daun meliputi tata letak daun, bentuk daun, tangkai daun, urat-urat daun, warna tangkai, helaian daun, ujung daun, pangkal daun, susunan tulang daun, tepi daun, daging daun, warna daun, panjang daun, dan lebar daun menunjukkan adanya keanekaragaman.

Daun Malapari di akses Bali Utara dan Jawa Timur pada umumnya berbentuk jorong, tata letak daun berhadapan, tangkai daun silindris, urat-urat daun terlihat jelas, warna tangkai hijau, helaian daun jorong, susunan tulang daun menyirip, tepi daun rata, daging daun tipis. Ujung daun berbentuk meruncing hingga membulat namun pada daerah Pengulon ujung daun runcing dan pada daerah Pamaron ujung daun tumpul.

Semua sampel daun yang diambil menunjukkan bentuk pangkal daun membulat hingga meruncing hanya pada Desa Pengulon, Sumber Kelampok pangkal daun tumpul dan pada TN. Baluran pangkal daun runcing. Pada umumnya memiliki warna daun hijau muda hingga hijau tua. Pengamatan karakter kuantitatif pada organ daun meliputi panjang daun dan lebar daun. Panjang daun berkisar antara 10 cm dan 16 cm dengan rata-rata 13,7 cm dan lebar daun berkisar antara 6 cm dan 11 cm dengan rata-rata 7,8 cm. Bunga malapari termasuk bunga majemuk bentuk tandan semu di ketiak daun berbau menyengat, berwarna putih, merah muda dan putih keunguan.

Menurut penelitian yang dilakukan (Oyen, 2012) mengemukakan bahwa jenis tumbuhan ini memiliki perbungaan tanda, berpasang-pasangan, mahkota bunga putih sampai pink dan ungu di bagian dalam, bentuk bulat telur. Buah Malapari berupa polong bentuk ujung buah meruncing, pangkal buah runcing, memiliki permukaan buah kasar, warna eksokarp (kulit buah) pada umumnya berwarna coklat. Pada daerah Baluran didapatkan warna buah yang sangat unik berbeda dengan warna buah lain yaitu berwarna coklat kemerahan. Panjang buah berkisar antara 26,9 mm dan 65,4 mm dengan rata-rata 36,9 mm, lebar buah berkisar antara 11,6 mm dan 20,5 mm dengan rata-rata 14,4 mm. Tebal buah berkisar antara 5,7 mm dan 9,9 mm dengan

rata-rata 7,8 mm, berat buah berkisar antara 0,7 g dan 4,6 g dengan rata-rata 2,06 g.

Biji Malapari berkeping dua, jumlah biji 1 sampai 2 biji setiap buahnya, warna biji coklat kemerahan, memiliki ukuran biji kecil, sedang hingga besar, bentuk biji pada umumnya lonjong padat dan pipih. Panjang biji berkisar antara 9,3 mm dan 21,5 mm dengan rata-rata 14,7 mm, lebar biji berkisar antara 7,3 mm dan 13,3 mm dengan rata-rata 8,8 mm. Tebal biji berkisar antara 4,7 mm dan 7,6 mm dengan rata-rata 6,1 mm, dan berat biji berkisar antara 0,3 g dan 2,1 g dengan rata-rata 0,93 g.

Kandungan Minyak Malapari (*Pongamia pinnata* (L.) Pierre)

Berdasarkan hasil ekstraksi minyak biji Malapari diperoleh kandungan minyak yang sangat beragam. Kandungan minyak seluruh sampel berkisar 17-42%. Hal ini sependapat dengan hasil penelitian yang dilakukan di India menunjukkan bahwa kandungan minyak Malapari berkisar 10-47% berat kering (Divakara *et al.*, 2010; Kaushik *et al.*, 2007; Mukta *et al.*, 2009). Tingginya keragaman kandungan minyak tersebut sangat erat kaitannya dengan faktor genetik, lingkungan dan interaksi keduanya.

Hal ini membuktikan kandungan minyak memiliki keragaman yang sangat tinggi pada pohon yang tumbuh dalam satu lokasi maupun pada lokasi yang berbeda. Ini tergantung pada cadangan makanan yang bersifat diturunkan oleh faktor genetik. Faktor penurunan sifat pada keturunan terkandung di dalam gen yang mengendalikan terbentuknya sifat penampakan secara fisik melalui interaksinya dengan faktor lingkungan seperti iklim, suhu, jenis tanah, kondisi tanah, ketinggian tempat dan kelembaban (Allen, 1960)

Hubungan Keekerabatan Malapari (*Pongamia Pinnata* (L.) Pierre) Pada Dua Aksesori

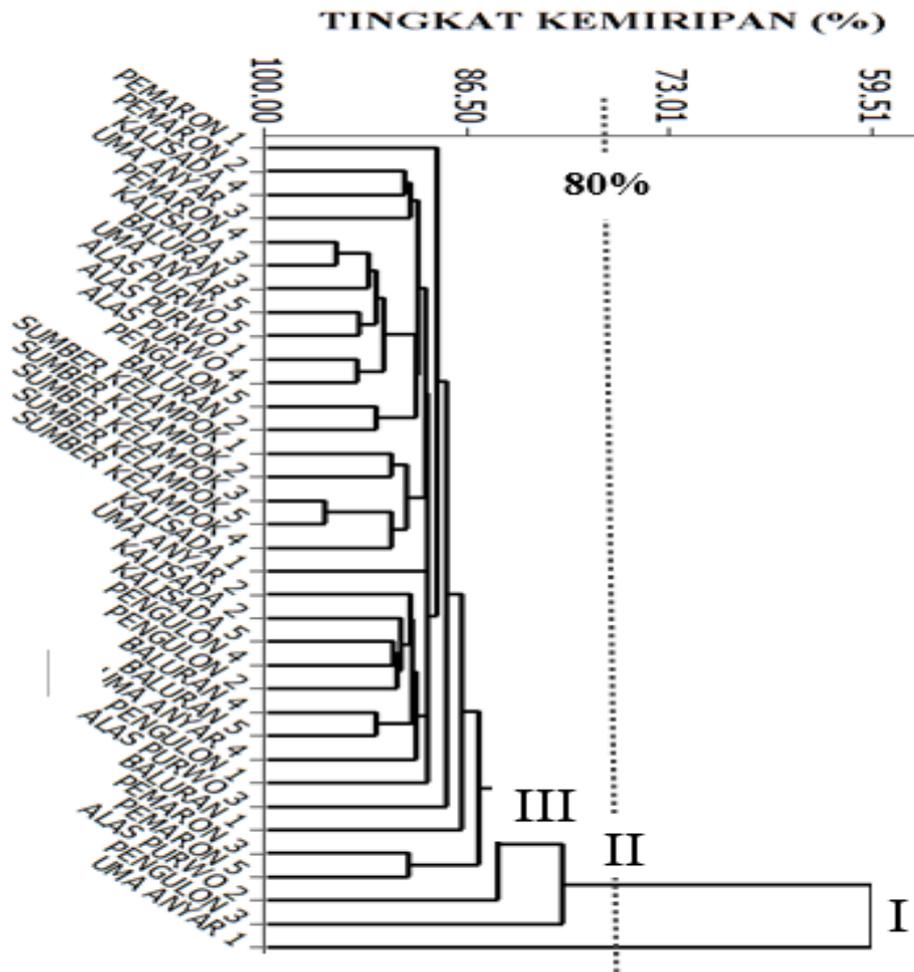
Hasil analisis data kuantitatif dan kualitatif menunjukkan adanya hubungan keekerabatan pada dua aksesori dalam bentuk dendrogram (Gambar 1). Dari gambar dendrogram, dapat diketahui bahwa semakin kecil nilai kesamaan (dalam skala 100,00-59,51) dari garis yang menghubungkan antara individu satu dengan yang lain, maka semakin besar perbedaan yang dimiliki antar individu tersebut. Hasil analisis keekerabatan malapari terhadap 38 karakter morfologi dan kandungan minyak di dua aksesori pada tingkat kemiripan diatas 80% didapatkan dendrogram yang dikelompokkan menjadi 3 kelompok besar yaitu kelompok I merupakan sampel malapari dari daerah desa Uma anyar1 yang mempunyai tingkat kemiripan sebesar 59,51% terpisah dari kelompok II dan III. Kelompok II merupakan sampel malapari yang didapatkan dari desa Pengulon3 dengan tingkat kemiripan sebesar 80,16%.

Kelompok III merupakan sampel yang didapatkan dari Alaspurwo2 yang mengelompok dengan beberapa sampel malapari yang berasal dari desa Kalisada1, Kalisada2, Kalisada3, Kalisada4, Kalisada5, Sumber Kelampok1, Sumber Kelampok2, Sumber Kelampok3, Sumber Kelampok4, Sumber Kelampok5, Pamaron1, Pamaron2, Pamaron3, Pamaron4, Pamaron5, Uma anyar2, Uma Anyar3, Uma Anyar4, Uma Anyar5, Pengulon1, Pengulon2, Pengulon4, Pengulon5, Baluran1, Baluran2, Baluran3, Baluran4, Baluran5, Alaspurwo1, Alaspurwo3, Alaspurwo4, Alaspurwo5 dengan tingkat kemiripan sebesar 84,53% terjadi karena beberapa sampel tersebut mempunyai ciri morfologi yang hampir sama sehingga semua sampel pada kelompok III ini mempunyai hubungan keekerabatan yang dekat.

Pada kelompok I yaitu sampel malapari dari desa Uma Anyar1 mempunyai tingkat kemiripan 59,51%, menunjukkan terpisah jauh dengan kelompok II dan III,

hal ini terjadi karena adanya perbedaan pada karakter ujung daun, pangkal daun, warna daun, panjang daun, lebar daun, warna bunga, panjang buah, lebar buah, tebal buah, berat buah, bentuk biji, ukuran biji, panjang biji, lebar biji, berat biji, tebal biji, dan kandungan minyak yang mencapai 32% dengan persamaan ciri morfologi antara lain bentuk batang, permukaan batang, arah tumbuh batang, percabangan batang, warna batang, tata letak daun, tangkai daun, urat-urat daun, warna tangkai, helaian daun, susunan tulang daun, tepi daun, daging daun, bentuk buah, ujung buah, pangkal buah, permukaan buah, warna buah, jumlah biji, warna biji, dan permukaan biji. Karakter-karakter morfologi tersebut yang membedakan sampel malapari dari daerah aksesori Bali Utara Desa Uma Anyar secara nyata berbeda dengan sampel malapari dari aksesori Jawa Timur.

Pada kelompok II merupakan sampel malapari dari desa Pengulon3 dengan tingkat kemiripan sebesar 80,16% sampel ini mempunyai 24 persamaan morfologi antara lain bentuk batang, permukaan batang, arah tumbuh batang, percabangan batang, warna batang, tata letak daun, tangkai daun, urat-urat daun, warna tangkai, helaian daun, susunan tulang daun, tepi daun, daging daun, bentuk buah, ujung buah, pangkal buah, permukaan buah, warna buah, jumlah biji, ukuran biji, bentuk biji, warna biji, dan permukaan biji dan 15 perbedaan morfologi antara lain ujung daun, pangkal daun, warna daun, panjang daun, lebar daun, warna bunga, panjang buah, lebar buah, tebal buah, berat buah, panjang biji, lebar biji, berat biji, tebal biji, dan kandungan minyak 27% berat kering. Perbedaan dan persamaan kemunculan morfologi suatu tanaman dapat digunakan untuk mengetahui jauh dekatnya hubungan keekerabatan. Ciri-ciri morfologi yang dikontrol secara genetis akan diwariskan ke generasi berikutnya. Faktor lingkungan juga berpengaruh terhadap ekspresi ciri tersebut, meskipun hanya bersifat temporer (Kartikaningrum *et al.*, 2002).



Pada kelompok III mempunyai tingkat kemiripan sebesar 84,53% nilai ini menunjukkan bahwa pengelompokannya sangat kuat dan dekat. Karakter yang menyatukan jenis-jenis adalah karakter bentuk batang, permukaan batang, arah tumbuh batang, percabangan batang, warna batang, tata letak daun, bentuk daun, pangkal daun, tangkai daun, urat-urat daun, warna tangkai, helaian daun, susunan tulang daun, tepi daun, daging daun, warna daun, warna bunga, bentuk buah, ujung buah, pangkal buah, permukaan buah, warna buah, jumlah biji, ukuran biji, warna biji, dan permukaan biji. Persamaan karakter ini bisa disebabkan karena jenis tanaman malapari tersebut tumbuh pada lokasi yang sama atau berdekatan dan bisa diduga berasal dari nenek moyang yang sama atau pohon induk yang sama. Kelompok ini memiliki

perbedaan karakter morfologi yang lebih sedikit dibandingkan dengan persamaan karakter morfologi yaitu 13 karakter morfologi yang membedakan antara lain karakter ujung daun, panjang daun, lebar daun, panjang buah, lebar buah, tebal buah, berat buah, bentuk biji, panjang biji, lebar biji, tebal biji, berat biji dan kandungan minyak yang rata-rata berkisar 28% berat kering.

Perbedaan dan persamaan karakter dapat digunakan untuk mengetahui jauh dekatnya hubungan kekerabatan (Suskendriyati *et al.* 2002). Semakin rendah variasi ciri yang dimiliki maka semakin tinggi tingkat kesamaan di antara aksesori yang ada sehingga makin dekat hubungan kekerabatannya, maka semakin tinggi tingkat kesamaan antar jenis sehingga hubungan kekerabatan semakin dekat, begitu

juga sebaliknya (Tenda dan Maskromo, 2009).

Sokal dan Sneath (1963) menyatakan bahwa semakin banyak persamaan karakter yang dimiliki maka semakin besar nilai similaritasnya berarti semakin dekat hubungan kekerabatannya diantara kelompok OTUs yang diperbandingkan. Sebaliknya semakin banyak perbedaan karakter yang dimiliki maka semakin kecil nilai similaritasnya berarti semakin jauh hubungan kekerabatannya diantara kelompok OTUs yang diperbandingkan.

KESIMPULAN

Pengamatan terhadap 38 karakter morfologi dan kandungan minyak dari tanaman Malapari menunjukkan perbedaan karakteristik morfologi pada pangkal daun, ujung daun, warna daun, panjang daun, lebar daun, warna bunga, warna buah, panjang buah, lebar buah, tebal buah, berat buah, ujung buah, pangkal buah, jumlah biji, ukuran biji, bentuk biji, panjang biji, lebar biji, tebal biji, berat biji kandungan minyak yang beragam.

Analisis kekerabatan didua aksesi (Bali Utara dan Jawa Timur) malapari dapat dikelompokkan menjadi 3 kelompok besar : kelompok I malapari dari daerah Uma anyar mempunyai tingkat kemiripan sebesar 59,51%, kelompok II malapari dari daerah Pengulon mempunyai tingkat kemiripan sebesar 80,16% dan kelompok III Alaspurwo dan 32 individu malapari lainnya yang berasal dari berbagai daerah mempunyai tingkat kemiripan sebesar 84,53%.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, G.S. and A. Johnsen. 1960. Factors Affecting the Viability and Germination Behaviour of Coniferous Seed. IV. Stratification Period and Incubation Temperature, *Pseudotsuga Menziesii* (Mirb.) Franco. *For. Chron.* 36:18-19.
- Arpiwi, N.L., G. Yan, E.L. Barbour, and J.A. Plummer. 2013a. Genetic Diversity, Seed Traits and Salinity Tolerance of *Millettia pinnata* (L.) Panigrahi, a Biodiesel Tree. *Genetic Resources & Crop Evolution* 60: 677–692
- Arpiwi, N.L., G. Yan, E.L. Barbour, J.A. Plummer, and E. Watkin. 2013b. Phenotypic and Genotypic Characterization of Root Nodule Bacteria Nodulating *Millettia pinnata* (L.) Panigrahi, a Biodiesel Tree. *Plant & Soil* 367: 363 – 377
- Cepada, G.N., B.B. Santoso, M.M. Lisangan, dan I. Silamba. 2011. Komposisi Kimia Minyak Atsiri Daun Akway. *Makara Sains* 15 (1): 63-66
- Divakara, B.N., A.S. Alur, and S. Tripati. 2010. Genetic Variability and Relationship of Pod and Seed Traits in *Pongamia pinnata* (L.) Pierre., a Potential Agroforestry Tree, *International Journal of Plant Production*, 4: 129-141.
- Fatimah, S. 2013. Analisis Morfologi dan Hubungan Kekerabatan Sebelas Jenis Tanaman Salak (*Salacca Zalacca* (Gertner) Voss Bangkalan. Prodi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Trunojoyo Madura. 6: 1
- Kartikaningrum, S.N., A.N. Hermiati, dan Sugiharto. 2002. Analisis Kekerabatan Mentimun (*Cucumis sativus* L.) Menggunakan Metode RAPD-PCR dan Isozim. *Biodiversitas*. 9 (2): 99-102
- Kaushik, N., S. Kumar, K. Kumar, R.S. Beniwal, N. Kaushik and S. Roy. 2007. Genetic Variability and Association Studies in Pod and Seed traits of *Pongamia pinnata* (L.) Pierre in Harayana, India, *Genetic Resources & Crop Evolution*, 54: 1827-1832.
- Kumar, S., A.K. Radhamani, K.S. Varaprasad. 2007. Germination and Seed Storage Behaviour in *Pongamia pinnata* (L.) Pierre *Jurnal Current Science*. 93: 910 – 911
- Mukta, N., I.Y.L.N. Murthy and P. Sripal. 2009. Variability Assessment in *Pongamia pinnata* (L.) Pierre Germplasm for Biodiesel Traits,

- Industrial Crops and Products*, 29: 536-540.
- Oyen, S. 2012. Karakter Morfologi Ki Besi (*Pongamia pinnata*) di Maluku. *Jurnal Agronomi*. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta
- Scott, P.T., L. Pregelj, N. Chen, J.S. Hadler, M.A. Djordjevic, and P.M Gresshoff. 2008. *Pongamia pinnata* (L.) Pierre an Untapped Resource for The Biofuels Industry of The Future. *Bioenergy Research* 1: 2-11
- Soerawidjaja. 2007. Membangun Industri Biodiesel Di Indonesia. Forum Biodiesel Indonesia.
- Sokal, R.H and P.A. Sneath, 1963. Principle of Numerical Taxonomy. W.H. Freeman and Co. San Francisco.
- Suskendriyati, H., A, N. Wijiyanti, Hidayah dan D. Cahyuning. 2002 Studi Morfologi dan Hubungan Kekerbatan Varietas Salak Pondoh di Dataran Tinggi Sleman. *Biodiversitas*. 1 (2): 59-64
- Tenda, E.T. dan I. Maskromo. 2009. Potensi Produksi dan Karakteristik Kimia di Beberapa Akses Sagu Unggul di Papua. Lokakarya Pengembangan Sagu di Indonesia. Batam
- Tjirosoepomo, G. 2005. Morfologi Tumbuhan. Yogyakarta. Gajah Mada University Press