

Penetapan Strategi Pemuliaan untuk Mendukung Pengembangan Malapari (*Pongamia pinnata* L.) sebagai Penghasil Biofuel

Determining the Breeding Strategy to Support *Pongamia Pinnata* L. Development as Biofuel Producer

Jayusman

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan
Jl. PalaganTentaraPelajar Km. 15, Purwobinangun, Pakem, Sleman, Yogyakarta 55582
Corresponding authors: yusblora2003@yahoo.com

Abstract: Malapari (*Pongamiapinnata*L.) is widespread in Indonesia and is a highly prospective priority species to support the national biofuel development program. The *P. pinnata* development program as one of the alternative biofuel producing species has begun at BBPPBTH through exploration and collection of genetic material from various provenances spread across Indonesia. Evaluation and analysis of the best provenances based on the yield of crude oil has been completed. To meet the needs of short-term seeds in 2018 has been the development of provenance seed sources using genetic material based on the best provenance. Another important urgent stage is the establishment of a *P. pinnata* breeding strategy that will be a provide direction to productivity improvement activities. Breeding strategies are crucial to optimize genetic acquisition effectively. Initiating the preparation of *P. pinnata* breeding strategies in the early stages, evaluating the fulfillment of elements of a breeding strategy that includes (1) the setting of breeding objectives, (2) preparation of the basic population and breeding population, (3) the selection method, (4) the genetic test and 5) relationship management. Based on preliminary evaluation, there are still elements of breeding strategies that have not been met, such as the presence of basic populations that have wide genetic diversity, the selection of the most appropriate selection method, the implementation of genetic testing and the implementation of relationship management. For resource and time efficiency the focus and priority of *P. pinnata* breeding activities of the next phase should be directed to meet the four elements. In addition, attention to the determinants of *P. pinnata* breeding strategies should also receive attention such as the mastery of reproductive biology, understanding the role of additive and non-additive genes, hybrid potentials as well as interactions of genetic factors and location of development.

Keywords: biofuel, breeding strategy, crude oil, genetic material, *Pongamia pinnata*, provenance

1. PENDAHULUAN

Pongamia pinnata Linn menyebar secara luas di Indonesia dari pulau Sumatera, Jawa, Kalimantan, Nusa Tenggara Barat, Papua hingga kepulauan Maluku. *P. pinnata* dikenal memiliki spektrum pemanfaatan yang luas antara lain sebagai bahan bakuindustri, perikanan, obat-obatan, pakanternak, pelindungabrasi, konservasi daerah pantai dan sebagai pupuk hayati nitrogen karena kemampuannya dalam membentuk knodul dan bersimbiose dengan bakteri pemfiksasi nitrogen (Duke, 1983; Friedericks, *et al.*, 1990; Gilman & Watson, 1994; Glover & Adam, 1990). Kualitas biofuel malapari memiliki kualifikasi B100 yaitu komposisi sepenuhnya dari biofueltersebut dapat langsung digunakan pada mesin diesel tanpa harusmemodifikasi mesin (Kumar *etal.*, 2007; Patmawati, 2013). Kualitas biofuel *P. pinnata* telah memenuhi standard SNI 04-7182-2006 untuk biodisel (BSN, 2006)

Pengembangan *P. pinnata* skala operasional lapangan dilaporkan telah diterapkan di Australia (Scott *et al.*, 2008). Potensi *P. pinnata* sebagai sumber biofuel yang potensial juga telah dilaporkan oleh Daniel *et al.*, (2006).

Program pengembangan jenis potensial memiliki nilai strategis dimasa mendatang sebagai upaya memenuhi berbagai tujuan ekologi, diversifikasi produk, sumber kayu dan sumber energi yang terbarukan telah ditetapkan sehingga upaya kongkrit menjadi prioritas yang mendapat dukungan dari pihak-pihak terkait. Salah satu prioritas tersebut adalah program untuk mendukung produksi bahan bakar nabati untuk mengantisipasi kelangkaan bahan bakar fosil yang cadangannya di Indonesia diperkirakan tinggal 3,9 milyar barrel atau hanya cukup untuk 11 tahun kedepan (KNRT, 2006)

Salah satu energi alternatif berbasis teknologi yang prospektif untuk dikembangkan adalah energi dari biofuel. Peran sektor kehutanan dalam mendukung kebijakan Energi Nasional yang telah menetapkan target menyediakan alternatif bahan



bakar terbaru sebesar 5% dari kebutuhan minyak nasional hingga tahun 2025 serta target waktu yang tidak terlalu lama (KNRT, 2006; Soerawidjaya, 2006). Salah satu spesies alternatif yang ditetapkan untuk mendukung program pengembangan biodiesel tersebut adalah Malapari (*Pongamia pinnata* Linn).

Bahan baku biofuel malapari sangat sulit apabila mengandalkan produksi dari tegakan alam, selain faktor jarak yang menyebar antar pulau, lokasi sebaran alam malapari berada pada daerah yang akses transportasi sangat terbatas sehingga akan meningkatkan biaya operasional. Faktor lain adalah tingkat produktifitas tegakan alam yang belum diketahui, sehingga akan menyulitkan penyiapan bahan baku. Untuk itu diperlukan upaya penyiapan bahan baku biji *P. pinnata* yang berada di hutan tanaman dengan akses pengelolaan yang efisien.

Upaya sistematis yang dapat ditempuh untuk peningkatan produktifitas tanaman adalah melalui penerapan program pemuliaan (Wright, 1976; Zobel and Talbert, 1984). Program pemuliaan *P. pinnata* untuk jangka pendek adalah difokuskan untuk penyiapan benih unggul dalam waktu tidak terlalu lama, sedangkan untuk jangka menengah dan jangka panjang adalah diarahkan untuk peningkatan produktifitas tanaman terutama produksi buah/biji sebagai produk utama.

Untuk efisiensi waktu maka program pemuliaan tersebut harus didukung oleh tersedianya strategi pemuliaan yang tepat (Hardiyanto, 1995). Evaluasi terhadap pemenuhan unsur-unsur yang menjadi dasar penentuan strategi pemuliaan sangat penting untuk dilakukan. Sebuah strategi pemuliaan yang baik adalah mengacu karakteristik spesies *P. pinnata* dengan target produksi buah yang optimal sehingga perlu menghindari penggunaan strategi pemuliaan spesies lain dengan target yang berbeda seperti pada spesies Mahoni (*Swietenia macrophylla*) dengan target produksi kayu, Kemeyan (*Styrax benzoin*) dengan target produksi getahmapupun spesies Gambir (*Uncaria gambir*) dengan target produksi daun.

Tujuan umum dari suatu program pemuliaan adalah (1) memulihkan secara progresif populasi dasar dan populasi pemuliaan, (2) membiakkan materi yang dimulihkan untuk membangun populasi perbanyak, (3) menjaga variabilitas dan ukuran populasi (populasi dasar & populasi pemuliaan) dan (4) pencapaian target pemuliaan secara ekonomis.

Strategi pemuliaan merupakan sebuah skema yang dibuat untuk mencapai tujuan yang diinginkan dalam program pemuliaan dengan memperhatikan semua kondisi yang ada. Penyusunan skema pemuliaan *P. pinnata* perlu mendapat dukungan informasi pendukung yang diperoleh berdasarkan evaluasi ketersediaan unsur-unsur strategi pemuliaan *P. pinnata*.

Tujuan penelitian ini adalah menyiapkan data dasar yang akan digunakan untuk penetapan rekomendasi penyusunan strategi pemuliaan *P. pinnata*.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Waktu Penelitian

Periode penelitian adalah 2015 - 2018 dengan lokasi aktifitas eksplorasi di pulau Jawa, Sumatera dan Lombok, Analisis minyak mentah (*crude oil*) di Lab. LPPT UGM, dan Pembangunan tegakan benih provenans. Aktifitas kegiatan yang telah dilaksanakan tertera pada tabel 1.

Tabel 1. Aktifitas pemuliaan *P. pinnata*

Periode	Aktifitas	Target
2015-2016	Eksplorasi materi genetik	Koleksi benih berdasarkan provenans
2017	Analisis rendemen <i>crude oil</i> & Analisis Sifat fisiko kimia	Data rendemen dan Sifat fisiko kimia <i>crude oil</i>
2018	Pembangunan tegakan benih provenans	Plot tegakan benih provenans seluas 3 Ha di Subang, Provinsi Jawa Barat
2019	Evaluasi plot tegakan benih provenans <i>P. pinnata</i>	Data perkembangan dan pertumbuhan populasi TN. Ujung Kulon

2.2 Alat dan Bahan Penelitian

Bahan penelitian antara lain data primer hasil eksplorasi, analisis rendemen *crude oil* (minyak mentah), analisis sifat fisiko kimia minyak mentah (*crude oil*), progres pembangunan tegakan benih provenans.

2.3 Tahapan evaluasi

Evaluasi dilakukan berdasarkan pemenuhan unsur-unsur pemuliaan yang dipersyaratkan mengacu uraian Hardiyanto (1995) yaitu (1) penetapan tujuan pemuliaan *P. pinnata*, (2) ketersediaan populasi dasar dan populasi pemuliaan, (3) penetapan model seleksi, (4) pelaksanaan uji genetik dan (5) pelaksanaan manajemen kekerabatan. Tabulasi hasil evaluasi disusun untuk memudahkan analisis dan pembahasan.

2.4 Penyusunan Rekomendasi

Penetapan rekomendasi ditetapkan berdasarkan progres aktifitas pemuliaan yang telah diselesaikan. Informasi data evaluasi digunakan untuk mendukung penyusunan strategi pemuliaan *P. pinnata* pada tahap pemuliaan generasi berikutnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Evaluasi unsur-unsur strategi pemuliaan *P. pinnata*

3.1.1 Tujuan pemuliaan *P. pinnata*

Persyaratan sebuah tujuan pemuliaan yang baik adalah memiliki kesesuaian target pemuliaan yang diinginkan, penetapan kriteria seleksi dan identifikasi sifat-sifat yang diseleksi.

Berdasarkan persyaratan tersebut maka tujuan pemuliaan *P. pinnata* yang ditetapkan untuk peningkatan produktifitas tanaman dengan target produksi buah yang maksimal. Kriteria seleksi diarahkan untuk memilih provenans yang menghasilkan rendemen *crude oil* terbaik. Identifikasi sifat-sifat yang akan diseleksi dilakukan berdasarkan perkembangan plot tegakan benih provenans dengan parameter pertumbuhan yang mencakup tinggi, diameter, bentuk percabangan dan produksi buah.

Tujuan pemuliaan *P. pinnata* untuk program jangka pendek adalah menghasilkan benih unggul yang dapat digunakan untuk penanaman skala operasional lapangan. Benih unggul yang dihasilkan tersebut diharapkan mampu meningkatkan produksi buah yang maksimal.

3.1.2 Populasi dasar dan populasi pemuliaan

Hasil evaluasi terhadap ketersediaan populasi dasar dan populasi pemuliaan masih terbatas dengan populasi dasar masih mengandalkan tegakan alam yang tersebar dengan jarak yang berjauhan. Populasi dasar tersebut belum dibangun pada lokasi yang mudah terjangkau dan dengan manajemen pemeliharaan yang efektif. Populasi dasar di hutan alam tersebut juga sangat rentan terdegradasi oleh aktifitas manusia sehingga jaminan keberadaan materi dasar tidak dapat terjamin untuk jangka panjang. Informasi potensi dan sebaran dan sebaran alami *P. pinnata* sampai dengan tahun 2014 telah dilaporkan oleh Jayusman (2015).

Keberadaan populasi pemuliaan pada program pemuliaan bertumpu ada plot tegakan benih provenans. Populasi tunggal yang digunakan meskipun diperkenankan dalam manajemen kekerabatan tetapi untuk membangun tegakan benih dari sisi basis genetik belum ideal karena akan menyulitkan aktifitas seleksi yang akan dilakukan. Pembangunan populasi pemuliaan idealnya dibangun berdasarkan banyak populasi sehingga basis genetiknya masih terjaga. Populasi tegakan benih provenans dapat ditetapkan sebagai populasi dasar untuk pemuliaan generasi berikutnya dan sekaligus

sebagai populasi pemuliaan untuk program jangka pendek.

3.1.3 Seleksi

Hasil evaluasi terhadap kriteria seleksi *P. pinnata* berdasarkan nilai ekonomi tinggi dan sifat tersebut diwaktu mendatang akan tetap penting yaitu rendemen *crude oil*. Idealnya kriteria seleksi sifat yang akan dimuliakan adalah sifat-sifat yang tidak dapat dimanipulasi dengan teknik silvikultur atau teknologi lain dengan biaya murah. Kepastian informasi yang mendukung tingkat produksi *crude oil* belum dilakukan, sehingga informasi tersebut perlu disiapkan untuk efektifitas kegiatan.

Seleksi terhadap sifat-sifat yang sesungguhnya memenuhi persyaratan untuk semua keperluan, maka sifat tersebut tetap diperlukan diwaktu mendatang antara lain kecepatan pertumbuhan (tinggi pohon dan diameter batang), bentuk percabangan, sudut cabang lebar dan produksi buah. Pentingnya memahami peran genetik terhadap suatu sifat pertumbuhan tanaman telah banyak dibahas oleh Wright, (1976) dan Zobel & Talber (1984).

3.1.4 Uji genetik

Hasil evaluasi terhadap pemenuhan unsur uji genetik untuk jangka pendek sampai saat ini belum dilakukan. Uji genetik diarahkan peningkatan perolehan genetik melalui pengendalian lingkungan, sehingga mampu meningkatkan akurasi seleksi. Hal penting lain yang perlu dilakukan adalah melakukan upaya pengendalian silsilah.

Program jangka pendek pemuliaan *P. pinnata*, tidak menempuh tahap uji genetik karena metode seleksi yang digunakan adalah mengatasi persolan waktu yang terbatas (Tabel 1.). Tahap uji genetik direkomendasikan untuk dilakukan pada program jangka menengah dengan mempertimbangkan kecukupan sumberdaya dan ketersediaan personel. Uji genetik yang akan dilakukan dapat melalui uji klon maupun uji keturunan. Hasil evaluasi terhadap pohon induk di plot tegakan benih provenans dapat menjadi dasar dalam menentukan model uji genetik.

Uji genetik juga dapat digunakan untuk evaluasi pertumbuhan awal seperti pada *Acacia crassicarpa*, *Acacia mangium* dan *Eucalyptus urophilla* (Arnold, 2003).

3.1.5 Manajemen kekerabatan

Hasil evaluasi terhadap pemenuhan unsur manajemen kekerabatan menunjukkan unsur tersebut belum lengkap dan belum terpenuhi. Faktor pembatas adalah belum dilakukannya identifikasi struktur dan keragaman genetik populasi. Identifikasi keragaman genetik yang relatif cepat adalah melalui penggunaan



penanda molekuler seperti *Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD)* dan *Simple Sequence Repeat (SSR)*. Aplikasi penanda molekuler telah direkomendasikan oleh Cheliak and Rogers (1990) dan Glaubitz and Moran (2000). Asesmen variabilitas plasma nutfah *P. pinnata* juga telah dilaporkan oleh Mukta *et al.*, (2008).

Tujuan manajemen kekerabatan adalah untuk menghindarkan depresi inbreeding (pengaruh negatif kawin kerabat) dan menghindari hilangnya alel-alel yang mungkin berguna di masa mendatang. Informasi struktur keragaman genetik dapat digunakan sebagai dasar pemilihan materi genetik yang akan dilibatkan dalam pembangunan populasi dasar maupun populasi pemuliaan. Efisiensi dapat ditempuh berdasarkan informasi pola distribusi keragaman genetik. Distribusi keragaman genetik jika terdapat dalam populasi maka tidak perlu menggunakan jumlah materi genetik dari banyak populasi dan sebaliknya jika distribusi keragaman genetik tersebar antar populasi atau sumber geografis maka seleksi materi genetik difokuskan tidak mengambil individu atau famili perwakilan populasi terlalu banyak, tetapi harus menggunakan materi genetik dari banyak populasi dengan perwakilan tidak terlalu besar.

Informasi berdasarkan penanda genetik dapat digunakan untuk mengidentifikasi sistem perkawinan pohon induk yang mewakili populasi target. Informasi sistem perkawinan dapat mengidentifikasi seberapa besar perkawinan silang, perkawinan kerabat dan *selfing* (kawin sendiri). Rekomendasi pentingnya informasi sistem perkawinan juga dilaporkan oleh Bilge *et al.*, (2012) dan Kundu (1999). Manfaat informasi sistem perkawinan kerabat dapat dikurangi melalui pengaturan jarak tanam yang tidak terlalu lebar di kebun benih yang akan dibangun, sedangkan informasi adanya perkawinan silang yang tinggi maka jarak tanam antar pohon tidak perlu terlalu berdekatan. Informasi genetik tersebut sangat membantu dan memudahkan dalam pengelolaan kebun benih.

Beberapapanduan yang dapat digunakan dalam manajemen kekerabatan antara lain (1) pemuliaan satu populasi dan (2) pemuliaan subgalur.

3.2 Rekomendasi pemenuhan unsur-unsur strategi pemuliaan *P. Pinnata*

Berdasarkan uraian sebelumnya maka belum semua unsur-unsur dasar strategi pemuliaan *P. pinnata* terpenuhi. Seiring program jangka pendek yang telah memasuki tahap akhir maka perlu dipersiapkan langkah-langkah kongkrit untuk melengkapi kelengkapan unsur strategi pemuliaan *P. pinnata*.

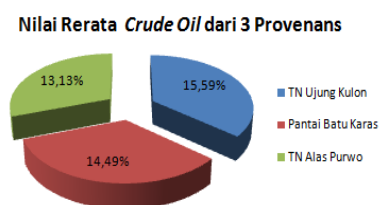
Rekomendasi berdasarkan hasil evaluasi pemenuhan unsur-unsur yang menjadi dasar

penentuan strategi pemuliaan *P. pinnata* tertera pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekomendasi pemenuhan unsur-unsur strategi pemuliaan *P. pinnata*.

Unsur strategi pemuliaan <i>P.pinnata</i>	Status terkini	Rekomendasi
1. Tujuan pemuliaan	Sudah ditetapkan	Menjaga konsistensi arah tujuan pemuliaan
2. Populasi dasar & populasi pemuliaan	Tersedia plot tegakan benih provenan	Pembangunan populasi dasar dan populasi pemuliaan dengan menjaga basis genetik
3. Model seleksi	Sudah ditetapkan untuk materi genetik awal	Penetapan metode seleksi jangka menengah berdasarkan hasil uji genetik
4. Uji genetik	Belum dilakukan	Pelaksanaan uji genetik
5. Manajemen kekerabatan	Belum dilakukan	Penyiapan data struktur & keragaman genetik, informasi sistem perkawinan

Tujuan program pemuliaan jangka pendek spesies *P. pinnata* adalah fokus untuk pengembangan provenans dengan kadar rendemen minyak mentah terbaik. Informasi provenan terpilih adalah berasal dari provenan dari Taman nasional (TN) Ujung kulon karena terbukti menghasilkan rendemen tertinggi yaitu dengan nilai rerata 15,59 % (Jayusman, 2018).



Gambar 1. Nilai rerata *crude oil* *P. pinnata* (Jayusman, 2018)

Ketersediaan plot tegakan benih *P. pinnata* seluas 3 Ha di Subang-Provinsi Jawa Barat dengan materi tanaman berasal dari provenan TN Ujung Kulon. Tegakan benih provenan tersebut dapat difungsikan sebagai populasi dasar dan sebagai populasi pemuliaan pada program pemuliaan lanjut. Kelemahan populasi dasar dan populasi pemuliaan *P. pinnata* tersebut adalah belum dilengkapi dengan informasi genetiknya, sehingga belum menggambarkan representasi populasi *P.pinnata*.

Penetapan rendemen minyak mentah pada awal pembangunan plot tegakan benih provenan merupakan model seleksi awal dalam penetapan



metode seleksi *P. pinnata*. Metode seleksi tersebut perlu dievaluasi untuk memastikan apakah sifat rendemen yang dimiliki populasi terwariskan dengan kuat atau lemah.

Uji genetik pada kegiatan pemuliaan *P. pinnata* program jangka pendek tidak dilakukan tetapi pada program jangka panjang sangat penting untuk dilakukan.

Manajemen kekerabatan belum dilakukan karena dibatasi oleh belum adanya informasi keragaman genetik populasi, famili dan individu yang digunakan dalam membangun tegakan benih provenan.

Beberapa hal yang perlu dipahami adalah memperhatikan penentu dari strategi pemuliaan *P. pinnata* yang mencakup penguasaan biologi reproduksi, peran gen (aditif dan non-aditif), penguasaan informasi interaksi lingkungan dan genetik serta pemahaman dan penguasaan potensi hibrid. Penguasaan faktor-faktor penentu keberhasilan strategi pemuliaan *P. pinnata* direkomendasikan dikuasai pada program jangka menengah dan jangka panjang.

3. SIMPULAN

Program pemuliaan *P. pinnata* jangka pendek telah memasuki tahun ke-4 dari lima tahun. Strategi pemuliaan pada program jangka pendek ditujukan untuk mendorong *P. pinnata* berkontribusi menghasilkan benih unggul dalam waktu tidak terlalu lama telah dilakukan melalui pembangunan sumber benih provenan. Perbaikan strategi program jangka menengah dan jangka panjang perlu dipersiapkan.

Penetapan strategi pemuliaan *P. pinnata* masih memerlukan bukti pemenuhan dan pemantaban yang mencakup (1) unsur populasi dasar dan populasi pemuliaan dengan basis keragaman genetik yang luas, (2) model seleksi untuk program pemuliaan jangka menengah dan jangka panjang, dan (3) dukungan hasil uji genetik dan pelaksanaan manajemen kekerabatan.

Aktifitas program pemuliaan jangka menengah dan jangka panjang difokuskan untuk melengkapi pemenuhan dan pemantaban unsur-unsur strategi yang belum memadai.

4. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada anggota tim Litbang Malapari (*P. pinnata*) periode 2015-2019 atas segala peran dan kontribusinya selama kegiatan penelitian. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada Pengelola TN Ujung Kulon, TN Alas Purwo atas kerjasamanya dalam kegiatan eksplorasi dan Ir. Suwito atas kerjasamanya dalam pembangunan plot tegakan benih provenan malapari.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Arnold, R.J. 2003. Genetic Variation In Early Growth, Stem Straightness And Survival In *Acacia Crassicarpa*, *A. Mangium* And *Eucalyptus Urophylla* In Bukidnon Province, Philippines. *Journal of Tropical Forest Science* 15(2): 332-351 (2003)
- Bilgen, B.B., Kurt, Y and Kaya, N. 2012. Mating system in natural population of Taurus cedar (*Cedrus libani* A. Rich). *Turk J Agric for* 36 (2012):379-387
- Cheliak, W. M. and D. L. Rogers. 1990. Integrating Biotechnology Into Tree Improvement Program. *Canadian Journal of Forest Research* 20: 452-463.
- KNRT, 2006. Buku Putih: Penelitian, Pengembangan dan Penerapan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Bidang Sumber Energi Baru dan Terbarukan untuk Mendukung Keamanan Ketersediaan Energi Tahun 2025. Kementerian Negara Riset dan Teknologi (KNRT). Jakarta. [ingkatkn.biaya](#)
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). 2006. SNI 04-7182-2006. Biodiesel. Jakarta :Badan Standardisasi Nasional.
- Duke, J.A. 1983. *Pongamia pinnata* (L.) Pierre. Handbook of Energy Crops. Unpublished. Purdue University.
- Glaubitz, J. C. and G. F. Moran. 2000. Genetic Tools: The Use of Biochemical and Molecular Markers in Forest Conservation Genetics-Principles and Practice (Eds: A. Young, D. Boshier and T. Boyle). CSIRO Publishing. Collingwood. 352p.
- Daniel K.Y. Tan, Inakwu O.A. Odeh, Tihomir Ancev' 2006. Potential biodiesel crops for marginal land in Australia. Faculty of Agriculture and Environment, University of Sydney, NSW, 2006 Australia.
- Fredericks, J.B., C. Hagedorn and S.W. Vanscoyoc. 1990. Isolation of *Rhizobium leguminosarum (biovar trifolii)* Strain from Ethiopian Soils and Symbiotic Effectiveness on African Annual Clover Species. *Applied and Environmental Microbiology*. Apr. 1990. p 1087-1092.
- Gilman, EF dan D.G Watson, 1994. *Pongamia pinnata*. Environmental Horticulture Department, Florida Cooperative Extension Service Institute of Food and Agriculture Science, University of Florida.



- Glover N and N Adam, 1990. Tree Improvement of Multipurpose Tree Species. Multipurpose Tree Species Network Technical Series, Vol; 2. Winrock International Institute for Agricultural Development. Pp 67-99
- Hardiyanto, E.B. 1995. Kursus Pemuliaan Pohon. Suplemen Bahan Kuliah. Kerjasama Fakultas Kehutanan UGM dengan Asosiasi Pengusaha Hutan Indoensia. Wanaga I, 20 November – 2 Desember 1995. 104 Halaman
- Jayusman, 2018. Variasi Rendemen Minyak Mentah Malapari (*Pongamia Pinnata* L) Berdasarkan Provenans. Prosiding Seminar nasional UNDIP 2018 (proses cetak).
- Jayusman. 2015. Eksplorasi materi genetika malapari (*Pongamia pinnata*) pada beberapa sebaran alami. Wana Benih Vol. 15 (2) Juli 2016
- Kumar S and J Radhamani, A.K Singh and K.S Varaprasad, 2007. Germination and Seed Storage Behaviour in *Pongamia pinnata* L. Division of Germplasm National Bureau Of Plant Genetic Resources. New Delhi 110012. India.
- Kundu, S.K. 1999. The mating system and genetic significance of polycarpy in the neem tree (*Azadirachta indica*). Theoretical and Applied Genetics November 1999, Volume 99, Issue 7–8, pp 1216–1220
- Mukta N, I.Y.L.N. Murthy and P. Sripal, 2008. Variability assessment in *Pongamia pinnata* (L.) Pierre germplasm for biodiesel traits. Directorate of Oil seeds Research, Hyderabad, Andhra Pradesh 500 030, India.
- Patmawati. 2013. Produksi Biodiesel Secara Transesterifikasi In Situ dari Mikroalga *Chlamydomonas* sp. dan *Synechococcus* sp. yang dikultivasi dengan Media Teknis [tesis]. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Scott PT, L Pregelj, N Chen, J S. Hadler, MI A. Djordjevic and P M. Gresshoff, 2008. *Pongamia pinnata*. ARC Centre of Excellence for Integrative Legume Research, The University of Queensland, St. Lucia, Brisbane, Queensland, 4072, Australia
- Soerawidjaja T.H, 2006, Bahan Bakar Hayati (*biofuels*) pengganti BBM : Biodiesel
- dan Bioetanol, Workshop Pengembangan Energi
- Wright J. 1976. Introduction to Forest Genetics. Academic Press. Inc. London. pp 35 – 78.
- Zobel B. J. and J. Talbert. 1984. Applied Forest Tree Improvement. John Wiley and Sons, Inc, pages: 505 page
- Diskusi:**
- Penanya:**
- Herliani (Universitas Mulawarman)**
- Bagaimanakah hambatan budidaya Malapari?
- Jawab:**
- Terdapat 4 faktor hambatan, yakni
- Jenis jagung
 - Tempat yang terletak di sepanjang pantai
 - Salinitas yang tinggi
 - Penghambat nitrogen