

**HUBUNGAN KARAKTER FISIK POHON DAN
PRODUKSI POLONG MALAPARI (*Pongamia pinnata* Merr.):
STUDI KASUS DI ALAS PURWO – JAWA TIMUR**

*Relationship of Tree Physical Characteristics and Malapari
(Pongamia pinnata Merr.) Pods Production :
Case Study at Alas Purwo – East Java*

Kurniawati Purwaka Putri dan Pande Gede Putra

Balai Penelitian Teknologi Perbenihan Tanaman Hutan
Jl. Pakuan Cihuleut PO BOX 105, Bogor 16001, Telp./Fax : 0251-8327768
Email : niapurwaka@yahoo.co.id

Naskah masuk : 07 Februari 2013; Naskah direvisi : 11 Februari 2013; Naskah diterima : 30 Juli 2013

ABSTRACT

*The information on potential production of pods and seeds of malapari is needed to support raw materials for bio-diesel oil production. One of the estimates methods of pods potential production is the relationship between pod production and physical characteristics. The purpose of this study was to determine the relationship between tree physical characteristics and pod production of malapari (*Pongamia pinnata* Merr.) in the National Park Alas Purwo. Correlation and regression tests were used to estimate malapari pod production. The results of this study indicated that diameter and the number of pods malapari have a high level of close relationship ($R = 70,3\%$). The best model of regression equation for malapari pods production was linear regression. The equation mathematic was $Y = 11,46 + 0,016D$ ($R^2\text{-adj} = 44,4\%$; $Se = 9,4$) where Y is podst production (number of pods/tree) and D is diameter breast height (cm).*

Keywords: *Alas purwo national park, correlation, fruit production, Pongamia pinnata, tree physical characteristik*

ABSTRAK

Informasi potensi produksi buah/biji malapari sangat dibutuhkan dalam kaitannya dengan potensi ketersediaan bahan baku untuk produksi minyak bio-diesel. Salah satu teknik pendugaan potensi produksi buah/biji malapari dengan menghubungkan antara produksi buah/biji dengan karakter fisik pohon dalam suatu model persamaan regresi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat keeratan hubungan antara karakter fisik pohon dengan produksi polong malapari (*Pongamia pinnata* Merr.) di kawasan Taman Nasional Alas Purwo. Analisis data dengan menggunakan uji korelasi untuk menguji tingkat keeratan antara karakter fisik pohon malapari (diameter batang dan tinggi total pohon) dengan jumlah polong. Untuk menduga jumlah polong dilakukan analisis regresi. Hasil penelitian menunjukkan diameter batang pohon berkorelasi erat dengan jumlah polong (70,3%). Model persamaan regresi penduga jumlah polong malapari yang terbaik adalah model regresi linier dengan bentuk persamaan matematik adalah $Y = 11,46 + 0,016 D$ ($R^2\text{-adj} = 44,4\%$; $Se = 9,4$) yang mana Y adalah produksi polong (jumlah polong/pohon) dan D adalah diameter batang pohon setinggi dada (cm).

Kata kunci: *Taman Nasional Alas purwo, korelasi, produksi buah, Pongamia pinnata, karakter fisik pohon*

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Salah satu kebijakan ekonomi nasional saat menyebutkan bahwa pengurangan import bahan bakar minyak (BBM) jenis solar diantaranya dengan peningkatan pemanfaatan biodiesel dalam solar (FAME) dari 2,5% menjadi 10% untuk transportasi dan industry, serta 20% untuk pembangkit listrik (Kompas, 2013). Namun hingga saat ini kapasitas produksi biodiesel dalam negeri baru mencapai 680 ribu kilo liter (<http://ugm.ac.id/index.php?page=rilis&artikel=4654>), sehingga kegiatan eksplorasi terhadap jenis-jenis sumber bahan baku biodiesel lainnya masih diperlukan disamping pengembangan terhadap sumber bahan baku yang telah ada.

Salah satu jenis tanaman hutan sumber bahan baku energi nabati terbarukan potensial adalah malapari (*Pongamia pinnata*) dari famili Fabaceae. Biji malapari menghasilkan minyak nabati sebesar 27 - 40% dari berat kering benihnya, yang dapat digunakan sebagai pelumas dan bahan baku bio-diesel serta bahan pembuatan sabun (Mukta dan Sreevalli, 2010). Minyak nabati tersebut diketahui mempunyai sifat yang hampir sama dengan minyak diesel konvensional (Mardjono, 2008).

Tanaman malapari termasuk jenis cepat tumbuh yang tumbuh secara alami di dataran rendah pada tanah berkapur dan batu karang di pantai, sepanjang tepi hutan bakau, sepanjang aliran dan sungai pasang surut (Heyne, 1987). Penyebaran alaminya yaitu di sepanjang pantai dan tepi sungai di India dan Myanmar, juga ditemui di dataran rendah tropis yang lembab di Filipina, Malaysia, Australia, Seychelles, Amerika Serikat dan Indonesia (NFT, 1997). Salah satu tegakan alami malapari yang ada di Pulau Jawa adalah di kawasan Taman nasional Alas Purwo, Kabupaten Banyuwangi - Jawa Timur.

Dalam kaitannya dengan ketersediaan bahan baku untuk produksi minyak bio-diesel, maka informasi potensi produksi biji malapari dari suatu lokasi tanaman sangat dibutuhkan. Oleh karena itu teknik atau metode penduga produksi buah/biji yang akurat dan praktis dalam pelaksanaan di lapangan sangat dibutuhkan. Salah satu teknik untuk menduga produksi buah adalah dengan mengumpulkan data-data karakter fisik pohon secara sampling dan menghubungkan dengan produksi buah/biji dalam suatu model persamaan regresi. Hal ini disebabkan adanya keeratan hubungan (korelasi) produksi buah dengan karakter pohon

(Chen *et al.*, 2009). Selain sebagai penduga produksi buah/biji, tingkat keeratan hubungan antara karakter fisik pohon dengan produksi buah/biji juga bermanfaat dalam menentukan teknik-teknik silvikultur yang tepat dalam rangka meningkatkan produksi biji ataupun produktivitas tegakan.

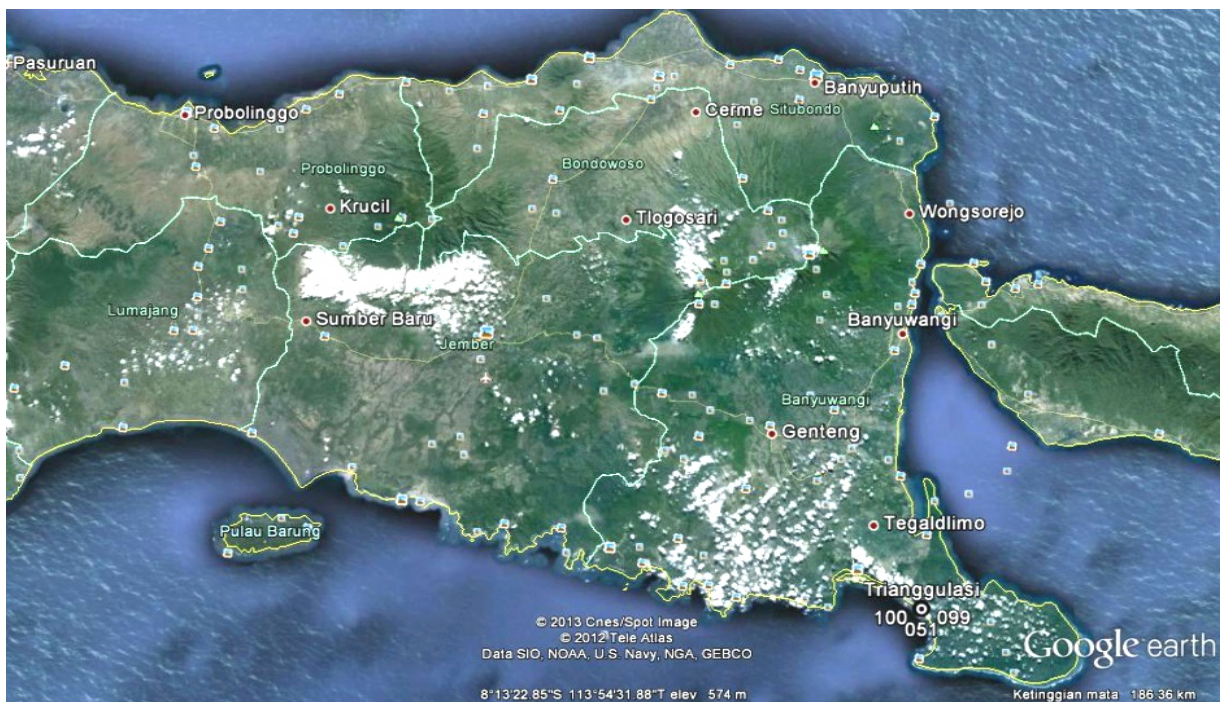
B. Tujuan

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui tingkat keeratan hubungan antara karakter fisik pohon dengan produksi polong malapari (*Pongamia pinnata* Merr.) di kawasan Taman Nasional Alas Purwo - Jawa Timur.

II. BAHAN DAN METODE

A. Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni - Oktober 2012 di Alas Purwo, Banyuwangi. Secara geografis lokasi penelitian berada di sekitar Pantai Trianggulasi Kawasan Taman Nasional Alas Purwo- Jawa Timur dengan posisi koordinat 114° 20" - 114° 36" BT dan 08° 25" - 08° 47" LS. Lokasi tersebut secara administrasi pemerintahan termasuk dalam wilayah Desa Kalipait, Kecamatan Tegaldlimo, Kabupaten Banyuwangi (Gambar 1).



Gambar (Figure) 1. Lokasi Taman Nasional Alas Purwo, Banyuwangi - Jawa Timur (Location of Alas Purwo National Park, Banyuwangi-East java)

Berdasarkan Sistem Klasifikasi Schmidt dan Fergusson, kawasan Taman Nasional Alas Purwo memiliki tipe iklim D (agak lembab) dan E (agak kering). Temperatur udara 27° - 30° C dan kelembaban udara antara 40-85%. Curah hujan 1.000 - 1.500 mm/tahun. Secara umum, bulan basah terjadi pada bulan Nopember sampai April, dan bulan kering terjadi pada bulan Mei sampai Oktober. Kisaran penyinaran matahari bulanan di Banyuwangi dan sekitarnya adalah 52% (bulan Januari) hingga 89% (bulan September).

B. Bahan dan Alat

Bahan yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah tegakan alam malapari dan polong malapari. Peralatan yang digunakan adalah Talley sheet, meteran, galah ukur, terpal, galah berkait, gunting pruning, timbangan, plastik, teropong dan alat-alat tulis.

C. Metodologi

1. Pengukuran karakter fisik pohon meliputi diameter batang dan tinggi total pohon. Diameter batang diukur pada ketinggian 130 cm dari permukaan tanah. Tinggi pohon diukur mulai dari atas permukaan tanah hingga tajuk teratas.

2. Berdasarkan hasil pengukuran tersebut dilakukan pemilihan pohon model produksi buah/polong. Pemilihan ditentukan secara *purposive* dengan memperhatikan keterwakilan jumlah pohon model (*proporsional*) menurut sebaran kelas diameter pohon yang ada di areal penelitian. Jumlah pohon keseluruhan yang diukur sebanyak 97 pohon sedangkan jumlah pohon untuk pembuatan model sebanyak 12 pohon.
3. Pengunduhan buah/polong pada pohon-pohon model terpilih dilakukan terhadap semua polong yang ada di pohon. Polong yang diperoleh dari masing-masing pohon model kemudian dimasukkan dalam wadah/plastik yang terpisah dan diberi label/nomor masing-masing pohonnya.
4. Pengukuran produksi polong dilakukan dengan menghitung jumlah polong untuk masing-masing pohon.

D. Analisis Data

Untuk menguji hubungan keeratan antara produksi polong malapari dengan karakter fisik pohon (diameter batang dan tinggi pohon) dilakukan uji korelasi, sedangkan untuk penduga produksi polong dilakukan analisis regresi. Analisis regresi menghasilkan model

persamaan penduga yang menyatakan hubungan antara produksi buah dengan karakter pohon sebagai peubah bebas atau penduga (*predictor*). Model persamaan yang digunakan terdiri dari model linear dan non linear eksponensial dengan model matematik sebagai berikut :

$$1. Y = a + bx$$

$$2. Y = a e^{bx}$$

Keterangan (*Remarks*):

Y adalah peubah tak bebas produksi polong; a, b adalah koefisien regresi; X adalah karakter fisik pohon yaitu diameter batang dan tinggi pohon.

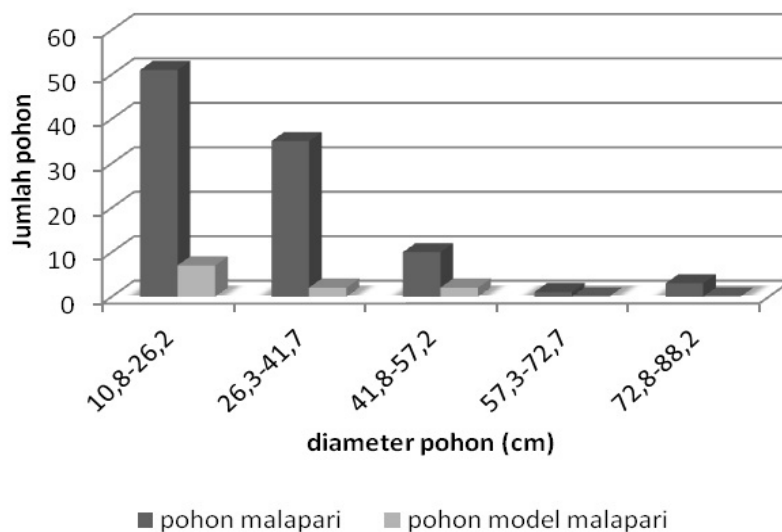
Data dianalisis dengan menggunakan program SPSS. Pemilihan model penduga produksi buah terbaik dilakukan dengan menggunakan beberapa kriteria yaitu koefisien korelasi (R) dan koefisien determinasi (R²). Semakin tinggi nilai R² maka semakin besar variasi yang dapat dijelaskan. Sudjana (1992)

menyebutkan bahwa model regresi terbaik dalam menyusun model penduga produksi buah/benih adalah yang menunjukkan nilai koefisien determinasi (R²) terbesar dengan nilai standar error (Se) terkecil.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sebaran Pohon Model

Pohon malapari (*P. pinnata*) yang digunakan sebagai pohon model dalam penelitian ini sebanyak 12 pohon dengan kisaran diameter batang antara 14,2 - 54,1 cm. Pohon-pohon model tersebut ditentukan secara *purposive* dari 97 pohon (kisaran diameter batang 10,8 - 88,2 cm) yang ada di lokasi penelitian. Jumlah pohon malapari dan pohon model yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Gambar 2.



Gambar (Figure) 2. Jumlah pohon dan sebaran frekuensi diameter pohon malapari (*Frekuensi distribution of malapari tree diameter*).

B. Hubungan Jumlah Polong Dengan Karakter Fisik Pohon

Tingkat keeratan hubungan antara jumlah polong malapari dengan karakter fisik pohon

(diameter batang dan tinggi total) dapat dilihat dalam matrik korelasi seperti yang tersaji pada Tabel 1.

Tabel (Table) 1. Korelasi antara jumlah polong dengan karakter fisik pohon malapari (*Correlation between number of pods and tree physical characters of malapari*).

| | Jumlah polong (Number of pods) | Tinggi pohon (Height) | Diameter batang (Diameter) |
|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| Jumlah polong (Number of pods) | 1 | - | - |
| Tinggi (Height) | 0,656 * | 1 | - |
| Diameter batang (Diameter) | 0,703 * | 0,891 ** | 1 |

Keterangan (Remarks): ** = Korelasi nyata pada taraf uji 0,01 (*Correlation is significant different at 0.01 level*);
 * = Korelasi nyata pada taraf uji 0,05 (*Correlation is significantly different at 0.05 level*).

Pada Tabel 1 menunjukkan bahwa jumlah polong dipengaruhi nyata oleh diameter batang dan tinggi pohon pada tingkat kepercayaan 95%, namun pengaruh diameter batang lebih tinggi daripada pengaruh tinggi pohon. Hal ini akan mempermudah teknik pendugaan produksi polong karena pengukuran diameter batang lebih mudah daripada pengukuran tinggi pohon. Korelasi atau hubungan antara jumlah polong dengan diameter dan tinggi pohon adalah positif yang berarti bahwa pada fase produksi buah, semakin besar ukuran diameter batang dan tinggi pohon maka semakin banyak jumlah polong yang dihasilkan.

Berdasarkan nilai koefisien korelasi yang dihasilkan (Tabel 1), diameter batang menunjukkan korelasi/hubungan yang lebih erat/tinggi dengan jumlah polong malapari ($R = 0,703$) dibandingkan dengan tinggi total ($R = 0,656$). Trihendradi (2004) menyebutkan bahwa tingkat keeratan hubungan diantara dua atau lebih variabel dapat ditentukan berdasarkan nilai koefisien korelasinya yaitu nilai koefisien korelasi antara 0,7 - 1,0 menunjukkan hubungan yang tinggi (sangat erat); 0,4 - 0,7 menunjukkan hubungan yang sedang; 0,2 - 0,4 menunjukkan hubungan yang rendah; dan $< 0,2$ hubungan dapat diabaikan.

Dalam penelitian ini (Tabel 1) diketahui bahwa semakin besar diameter batang akan semakin banyak jumlah polong malapari yang dihasilkan. Hasil yang sama juga terjadi pada tanaman malapari di lokasi hutan rakyat Batu Karas Ciamis yaitu produksi buah malapari berkorelasi positif dengan ukuran diameter batang pohonnya (Danu dan Putri, 2013). Hubungan antara diameter batang pohon dengan jumlah polong tersebut sangat dimungkinkan, karena diameter batang secara langsung terkait erat dengan ukuran tajuk pohon, sehingga pohon malapari yang memiliki diameter batang besar juga memiliki ukuran tajuk yang besar. Buah malapari terbentuk di bagian ujung-ujung pucuk, sehingga semakin besar tajuk semakin banyak jumlah buah/polong. Nurhasybi (2011) menyatakan bahwa pada tujuh jenis tanaman berdaun lebar yang berada di dataran rendah Mississippi Amerika Serikat terdapat tingkat keterkaitan yang cukup tinggi antara diameter batang dengan lebar tajuk. Selanjutnya Nambiar dan Brown (1997) menjelaskan bahwa tajuk yang besar/lebar yang berkaitan erat dengan produktivitas buah secara tidak langsung sangat ditentukan oleh faktor luas kanopi (tajuk) yang erat hubungannya

dengan fisiologis kemampuan daun dalam menghasilkan energi untuk mendukung produksi buah, disamping ditentukan faktor ketersediaan hara lahan. Hal inilah yang menyebabkan jumlah polong malapari lebih banyak dihasilkan pada pohon berdiameter batang besar dibandingkan dengan pohon berdiameter batang kecil. Terdapatnya hubungan yang erat antara jumlah polong malapari dengan diameter batang yang merupakan dasar dalam pendugaan produksi polong malapari (Walpole, 1993).

C. Pendugaan Potensi Produksi Polong Malapari

Hasil pengunduhan buah malapari di setiap kelas diameter disajikan pada Tabel 2.

Untuk mengetahui tingkat atau keeratan hubungan diantara diameter batang pohon dengan jumlah polong malapari, maka dilakukan analisis regresi. Nilai-nilai statistik antara lain model persamaan regresi, koefisien korelasi (R), koefisien determinasi yang disesuaikan (R^2 adj) dan galat baku (Se) yang dihasilkan tersaji pada Tabel 3. Analisis sidik ragam untuk mengetahui signifikansi koefisien korelasi disajikan pada Lampiran 1 sampai dengan 4.

Tabel (Table) 2. Produksi buah malapari dari pohon model di Alas Purwo (*Fruit malapari production from the tree models in Alas Purwo*)

| Kelas diameter (<i>Diameter class</i>) | Diameter pohon (<i>Diameter of tree</i>) (cm) | Tinggi pohon (<i>Height of tree</i>) (m) | Jumlah polong (<i>Number of pods</i>) |
|---|--|---|--|
| 10,8 - 26,2 | 14.2 | 7.0 | 562 |
| | 16.7 | 9.0 | 643 |
| | 18.2 | 6.5 | 1,053 |
| | 18.3 | 8.5 | 965 |
| | 23.6 | 9.5 | 1,238 |
| | 23.9 | 9.5 | 1,082 |
| | 25.5 | 9.0 | 1,044 |
| 26,3 - 41,7 | 33.8 | 9.5 | 1,045 |
| | 34.7 | 8.5 | 1,189 |
| | 40.8 | 12.0 | 723 |
| 41,8 - 57,2 | 45.2 | 12.0 | 1,244 |
| | 54.1 | 14.0 | 2,797 |

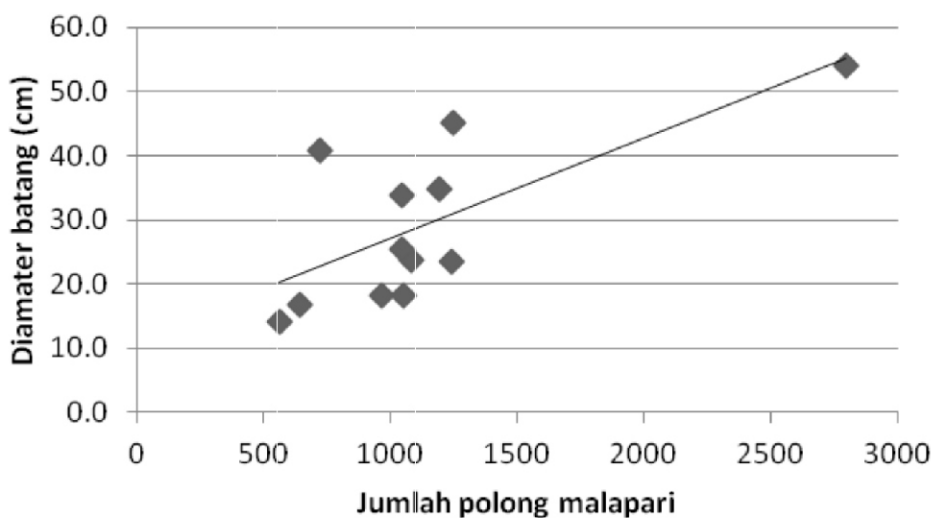
Tabel (Table) 3. Koefisien korelasi (R), koefisien determinasi disesuaikan (R^2 adj) dan galat baku (Se) dari model-model persamaan penduga jumlah polong (*Corelation coefficient; adjusted determination coefficient and standard error of the estimated pods number*).

| No | Persamaan Model Regresi (<i>Regression model equation</i>) | Koefisien korelasi/R (<i>Corelation coefficient</i>) | Koefisien determinasi adjusted / R^2 adj (<i>Adjusted determination coefficient</i>) | Galat baku (<i>Standard error</i>) (%) |
|----|---|---|---|---|
| 1. | $Y = 6,799 + 0,002 T$ | 65,6% | 37,3% | 1,69 |
| 2. | $Y = 7,225 e^{0,000 T}$ | 60,1% | 29,7% | 0,18 |
| 3. | $Y = 11,46 + 0,016 D$ | 70,3% | 44,4% | 9,4 |
| 4. | $Y = 15,44 e^{0,000 D}$ | 64,5% | 35,8% | 0,34 |

Keterangan (*Remarks*) : Y = jumlah polong ; T = tinggi pohon; D = diameter (*diameter*).

Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa dari keempat persamaan regresi yang dicobakan, persamaan regresi $Y = 11,46 + 0,016 D$ menghasilkan nilai koefisien determinasi yang disesuaikan (R^2 adj) tertinggi sebesar 44,4%. Dengan demikian, hanya 44,4% variasi produksi polong malapari di Alas Purwo yang

diperoleh dapat dijelaskan oleh diameter setinggi dada, sedangkan sisanya dipengaruhi oleh variabel lainnya seperti ukuran tajuk, umur pohon, kesehatan, cahaya dan kondisi iklim. Deskripsi hubungan antara diameter batang dengan jumlah polong malapari disajikan pada Gambar 3.



Gambar (Figure) 3. Kurva hubungan diameter batang pohon dengan jumlah polong malapari (*Curve of the relationship between diameter of tree and malapari pods number*).

Di lokasi Taman Nasional Alas Purwo sangat sulit dilakukan pengukuran potensi produksi biji/benih malapari karena terkendala serangan hama monyet pemakan buah/polong malapari. Sehingga informasi yang diperoleh hanya sampai tingkat produksi polong muda. Walaupun demikian informasi ini dapat menjadi dasar informasi potensi tegakan malapari di kawasan Taman Nasional sebagai sumber bahan baku biodiesel. Dalam penelitian ini diketahui bahwa potensi produksi polong muda berkisar 562 - 2.797 buah/pohon. Apabila diasumsikan jumlah biji malapari yang dapat dihasilkan untuk setiap polong muda rata-rata sebanyak 2 buah, kemudian dengan asumsi rata-rata berat biji di Alas Purwo sama dengan berat biji

malapari asal Batu Karas Jawa Barat yaitu 0,99 gr/butir (Putri *et al.*, 2012), maka potensi produksi biji malapari asal Alas Purwo Jawa Timur berkisar 1,11 - 5,54 kg/pohon. Potensi tersebut tentunya akan lebih maksimal terutama apabila teknik silvikulturnya juga diterapkan dengan baik. Sebagai perbandingan bahwa produksi biji malapari yang dihasilkan pada tanaman malapari secara monokultur di Australia mampu menghasilkan 9-90 kg biji dengan kisaran berat biji 0,5 - 0,6 gram/butir dan kandungan minyak sebesar 35 - 45%. Bahkan tanaman malapari yang telah dimuliakan seperti di Australia dapat menghasilkan jumlah benih 400 butir/kg dengan berat biji 2,5 gram/butir dan kandungan minyaknya sebesar 60% (Milletia Plantations, 2010).

Untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas polong/biji malapari dapat dikerjakan dengan menerapkan teknik silvikultur seperti pemupukan dan pengaturan jarak tanam. Pemupukan sangat penting dalam memaksimalkan berat biji malapari yang dihasilkan. Jarak tanam akan mempengaruhi kondisi diameter batang, hal ini penting karena diameter batang merupakan karakter fisik pohon malapari yang berkorelasi dengan jumlah polong. Mengingat lokasi tegakan malapari di Alas Purwo terletak di areal konservasi, maka tegakan malapari di lokasi tersebut tidak dapat diberikan tindakan silvikultur sebagai upaya peningkatan produksi bijinya. Namun demikian lokasi ini dapat dijadikan sebagai salah satu sumber benih untuk kegiatan penanaman di tempat lain. Ukuran berat biji selain tergantung pada cadangan makanan yang bersifat diturunkan (genetik) juga dipengaruhi oleh ketersediaan hara pada saat proses pembentukan benih serta faktor lingkungan (Allen, 1960; Johnsen *et al.*, 1989).

IV. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Diameter batang pohon malapari (*Pongamia pinnata* Merr.) berkorelasi sangat erat dengan jumlah polong yang dihasilkan dengan koefisien korelasi (R) sebesar 0,703.

Model persamaan regresi penduga jumlah polong malapari di Alas Purwo yang memenuhi syarat ketelitian adalah $Y = 11,46 + 0,016 D$ (R^2 adj = 44,4%; Se 9,4) dimana D adalah diameter batang.

B. Saran

Perlu penelitian lanjutan tentang potensi produksi polong malapari dengan parameter lingkungan (ketinggian tempat, jenis tanah, curah hujan) dan perlakuan silvikultur.

UCAPAN TERIMA KASIH

Diucapkan terima kasih kepada Kepala Balai Taman Nasional Alas Purwo, Banyuwangi yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk dapat melaksanakan penelitian di lokasi TN Alas Purwo serta kepada seluruh staf TN Alas Purwo khususnya Bapak Margo dan Bapak Dudun Supriadi atas bantuannya selama pengambilan data di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, G.S. 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.
- Danu dan K.P. Putri. 2013. Produksi Benih Malapari (*Pongamia pinnata* merril.) pada Berbagai Kelas Diameter Batang : Studi Kasus di Batukaras Kabupaten Ciamis.

- Makalah Poster yang disampaikan dalam Seminar Nasional Peranan Hasil Litbang Hutan Bukan Kayu Dalam Mendukung Pembangunan Kehutanan. Balai Penelitian Teknologi Hasil Hutan Bukan Kayu. Mataram. Dalam proses pencetakan.
- Johnsen, O., J. Dietrichson dan G. Skaret. 1989. Phenotypic Changes in Progenies of Northern Clones of *Picea abies* (L.) Karst. Grown in A Southern Seed Orchard. III. Climate Changes and Growth in A Progeny Trial. Scand. J. For. Res. 4: 343-350.
- Heyne, K. 1987. Tumbuhan berguna Indonesia (terjemahan). Jilid III. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Jakarta.
- [Http://ugm.ac.id/index.php?page=rilis&artikel=4654](http://ugm.ac.id/index.php?page=rilis&artikel=4654). Diakses pada tanggal 7 Desember 2012.
- Kompas. 2013. Bahan Bakar Nabati : Wajib Pakai Produksi Biodiesel Dalam Negeri. Terbit Sabtu, 31 Agustus 2013.
- Mardjono, R. 2008. Mengenal Ki Pahang (*Pongamia pinnata*) Sebagai Bahan Bakar Alternatif Harapan Masa Depan. Warta Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri Volume 14: 1 April (1-3). Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Bogor.
- Millettia Plantations. 2010. *Millettia pinnata*: The Sustainable Biofuel Crop of The Future. <http://www.millettiaplantations.com>. Diakses pada tanggal 27 November 2012.
- Mukta, N. dan Y. Sreevalli. 2010. Propagation Techniques, Evaluation and Improvement of The Biodiesel Plant *Pongamia pinnata* (L) Pierre - A Review. Industrial Crops and Product 31 : 1 - 12.
- Nambiar, E.K.S dan A.G. Brown. 1997. Management of Soil Nutrient and Water in Tropical Plantation Forest. ACIAR and CIFOR Published. CSIRO Canberra. Australia.
- NFT Highlights. 1997. A Quick Guide to Useful Nitrogen Fixing Trees from Around The World. NFTA 97-03, June. 1997.
- Nurhasbi. 2011. Upaya Meningkatkan Produktivitas Sumber Benih Tanaman Hutan di Hutan Rakyat. Prosiding Seminar hasil-hasil penelitian “Teknologi perbenihan untuk meningkatkan produktivitas hutan rakyat di Propinsi Jawa Tengah”. Balai Penelitian Teknologi Perbenihan Tanaman Hutan. Bogor.
- Putri, K.P., Danu, P.G. Putra dan A. Muharam. 2012. Kuantifikasi Produksi Buah Tanaman Hutan Jenis Kemenyan (*Styrax benzoin*) dan Malapari (*Pongamia pinnata*). Laporan Hasil Penelitian Tahun Anggaran 2012. Balai Penelitian Teknologi Perbenihan Tanaman Hutan. Bogor. Tidak dipublikasikan.
- Sudjana. 1992. Teknik Analisis Regresi dan Korelasi Bagi para Peneliti. Tarsito. Bandung.
- Trihendradi, C. 2004. Memecahkan Kasus Statistik : Deskriptif, Parametrik dan Non Parametrik dengan SPSS 12. Andi. Yogyakarta.
- Walpole, E.R. 1993. Pengantar Statistika (Edisi 3). Gramedia. Jakarta.

Lampiran (*Appendix*) 1. Analisa sidik ragam untuk persamaan regresi linear dengan variable bebas tinggi pohon (*Analysis of variance for linear regression equation*).

| Sumber Keragaman (<i>Source of variance</i>) | Derajat bebas (<i>Degrees of freedom</i>) | Jumlah kuadrat (<i>Sum of square</i>) | Kuadrat tengah (<i>Mean square</i>) | F – hitung (<i>F-cal.</i>) | Sig |
|---|--|--|--|---------------------------------|-------|
| Regresi (<i>Regression</i>) | 1 | 21,667 | 21,667 | 7,537 | 0,021 |
| Sisa (<i>Residual</i>) | 10 | 28,749 | 2,875 | | |
| Jumlah (<i>Total</i>) | 11 | 50,417 | | | |

Lampiran (*Appendix*) 2. Analisa sidik ragam untuk persamaan regresi eksponensial dengan variable bebas tinggi pohon (*Analysis of variance for eksponential regression equation*).

| Sumber Keragaman (<i>Source of variance</i>) | Derajat bebas (<i>Degrees of freedom</i>) | Jumlah kuadrat (<i>Sum of square</i>) | Kuadrat tengah (<i>Mean square</i>) | F – hitung (<i>F-cal.</i>) | Sig |
|---|--|--|--|---------------------------------|-------|
| Regresi (<i>Regression</i>) | 1 | 0,189 | 0,189 | 5,640 | 0,039 |
| Sisa (<i>Residual</i>) | 10 | 0,336 | 0,034 | | |
| Jumlah (<i>Total</i>) | 11 | 0,525 | | | |

Lampiran (*Appendix*) 3. Analisa sidik ragam untuk persamaan regresi linear dengan variable bebas diameter batang (*Analysis of variance for linear regression equation*).

| Sumber Keragaman (<i>Source of variance</i>) | Derajat bebas (<i>Degrees of freedom</i>) | Jumlah kuadrat (<i>Sum of square</i>) | Kuadrat tengah (<i>Mean square</i>) | F – hitung (<i>F-cal.</i>) | Sig |
|---|--|--|--|---------------------------------|-------|
| Regresi (<i>Regression</i>) | 1 | 868,138 | 868,138 | 9,778 | 0,011 |
| Sisa (<i>Residual</i>) | 10 | 887,878 | 88,788 | | |
| Jumlah (<i>Total</i>) | 11 | 1.756,017 | | | |

Lampiran (*Appendix*) 4. Analisa sidik ragam untuk persamaan regresi eksponensial dengan variable bebas diameter batang (*Analysis of variance for exponential regression equation*).

| Sumber Keragaman (<i>Source of variance</i>) | Derajat bebas (<i>Degrees of freedom</i>) | Jumlah kuadrat (<i>Sum of square</i>) | Kuadrat tengah (<i>Mean square</i>) | F – hitung (<i>F-cal.</i>) | Sig |
|---|--|--|--|---------------------------------|-------|
| Regresi (<i>Regression</i>) | 1 | 0,840 | 0,840 | 7,134 | 0,023 |
| Sisa (<i>Residual</i>) | 10 | 1,178 | 0,118 | | |
| Jumlah (<i>Total</i>) | 11 | 2,018 | | | |