

Penyerbukan Terkendali antar Individu Superior *Melaleuca cajuputi* sub sp *Cajuputi* di Kebun Benih Ponorogo

Controlled Pollination among Superior Individuals of *Melaleuca cajuputi* sub sp *Cajuputi* in Seedling Seed Orchard at Ponorogo

Noor Khomsah Kartikawati*, Prastyono

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan,
Jl. Palagan Tentara Pelajar KM 15, Purwobinangun, Pakem, Sleman, Yogyakarta, Indonesia

*Corresponding author: aticka_kart@yahoo.com

Abstract: Controlled pollination is one of the important activities in a breeding program. This research was aimed to determinate reproductive success and general combining ability of superior individuals of cajuput (*Melaleuca cajuputi* subsp *cajuputi*) which having a high oil yield and oil content. The research was conducted during flowering season on December to June in seedling seed orchard of cajuput at Ponorogo. Ten parent trees from 4 provenances, namely Suli (Ambon), Pelita Jaya (Seram), Ponorogo (East Java) and Gundih (Central Java) were used in controlled pollination. Controlled pollination was carried out reciprocally with emasculation and isolation in pollination bag. The results showed that out of 28 crossed combinations, the best effective pollination found at crossing of individuals 25 x 60 (provenance Suli, Ambon x provenance Ponorogo). The best pollen donor was found no 25 from Suli, Ambon. While the best reproductive success was found in crossing individual 78 x 25 (provenance Ponorogo X Provenance Suli, Ambon).

Keywords: controlled pollination, *Melaleuca cajuputi* sub sp *cajuputi*, superior individual, reproductive success, general combining ability

1. PENDAHULUAN

Tanaman *Melaleuca cajuputi* subsp *cajuputi* atau yang dikenal dengan nama lokal kayuputih merupakan salah satu jenis tanaman asli di Indonesia. Di Indonesia tanaman kayuputih tumbuh secara alami di kepulauan Maluku, yaitu di Pulau Buru, Pulau Seram, Pulau Timor bagian Timur. Di luar Indonesia tanaman ini tumbuh di Australia bagian Barat dan Bagian Utara. (Brophy, J., Craven, L.A., & Doran, 2013) Lebih lanjut disebutkan bahwa tanaman ini dapat menghasilkan minyak atsiri yang dikenal dengan nama minyak kayuputih. Kandungan 1,8 cineole yang terdapat pada tanaman kayuputih dapat berfungsi untuk pengobatan.

Program pemuliaan tanaman kayuputih telah dilakukan oleh Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan yang merupakan kerjasama dengan CSIRO Forest and Forestry Product ((Doran, Rimbawanto, Gunn, B, & Nirsatmanto, 1998). Program pemuliaan ini dilatarbelakangi adanya kesenjangan antara tingkat kebutuhan dan penyediaan (*suppy-demand*) dan bertujuan untuk meningkatkan produktivitas tanaman terutama dalam hal kadar 1,8 cineole dan rendemen minyak. Kebun benih kayuputih di Ponorogo merupakan salah satu kebun benih

kayuputih yang dibangun dalam rangkaian program pemuliaan tersebut.

Salah satu komponen kegiatan dalam program pemuliaan tanaman kayuputih adalah penyerbukan terkendali. Pada umumnya penyerbukan terkendali dilakukan pada pohon-pohon induk yang terpilih dengan keunggulan sifat tertentu. Penyerbukan terkendali dapat menghasilkan anakan/ keturunan dengan sifat perpaduan antara kedua induknya, atau bahkan melebihi sifat kedua induknya. Pada tanaman kayuputih penyerbukan terkendali bertujuan untuk mendapatkan individu yang memiliki sifat-sifat minyak (kadar 1,8 cineole dan rendemen) yang bagus. Selain itu penyerbukan terkendali juga dapat digunakan untuk menghasilkan galur elite (Kartikawati et al, 2005).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keberhasilan penyerbukan terkendali pada pohon superior kayuputih I kebun bneih Ponorogo.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di kebun benih kayuputih di KPH Sukun, Ponorogo yang dibangun tahun 2000. Kebun benih ini merupakan konversi dari uji keturunan setelah dilakukan seleksi. Kebun benih dibangun dengan menggunakan rancangan RCBD, terdiri dari 4



replikasi, 6 treeplot dan 85 famili. Jarak tanam yang digunakan adalah 3 x 2 m.

Penelitian penyerbukan terkendali dilakukan pada pohon-pohon superior di kebun benih Ponorogo. Pohon superior diseleksi berdasarkan sifat pertumbuhan dan sifat minyak. Prosedur penyerbukan terkendali dilakukan dengan mengikuti Moncur (1995), yaitu dengan pengebirian (emaskulasi), isolasi, penyerbukan, dan evaluasi hasil penyerbukan.

Sebanyak 10 pohon yang superior dipilih sebagai pohon induk. Pohon induk tersebut berasal dari 4 provenan yaitu Suli (Ambon), Pelita Jaya (Seram), Ponorogo (Jawa Timur) dan Gundih (Jawa Tengah). Informasi asal usul dan sifat minyak masing-masing pohon induk disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Informasi Pohon Induk yang Digunakan Dalam Penyerbukan Terkendali Kayuputih di Kebun Benih Ponorogo.

No Pohon Induk	Asal Provenans	Leaf dry weight	kadar 1,8 cineole
9	Suli, Ambon	75.43	52.69
18	Suli, Ambon	85.34	31.32
21	Suli, Ambon	65.69	35.7
25	Suli, Ambon	83.19	27.36
29	Pelita Jaya, Seram	21.82	61.28
32	Pelita Jaya, Seram	-	79.94
60	Ponorogo	87.64	42.67
69	Ponorogo	27.83	57.96
72	Gundih	90.77	29.85
78	Gundih	79.21	48.84

Penelitian dilakukan bulan Desember – Juni. Pengamatan secara berkala dilakukan untuk mengetahui jumlah buah muda yang jadi dan jumlah buah sampai di panen.

Parameter yang diamati adalah efektivitas penyerbukan (*Pollination efficiency = PE*), keberhasilan reproduksi (*Reproductive Success = RS*), dan viabilitas benih. Besarnya efisiensi penyerbukan dihitung dengan membandingkan jumlah buah yang jadi dibandingkan jumlah bunga yang diserbuki. Nilai keberhasilan reproduksi (*RS*) dihitung dengan mengalikan perbandingan jumlah buah yang dipanen dengan jumlah bunga yang diserbuki dengan jumlah biji bernas dengan jumlah ovule (Owens, et al, 1991)

$$RS = \text{Fruit} / \text{Flower} \times \text{Seed} / \text{ovule} \dots \dots \dots (1)$$

Pengujian viabilitas benih dilakukan dengan mengecambahkan buah(kapsul) kayuputih dalam cawan petri, dengan media berupa kertas tisu yang dibasahi. Penyiraman dilakukan setiap 2 hari sekali. Jumlah kapsul yang dikecambahkan sebanyak 3 kapsul selanjutnya dirata-rata. Pengamatan perkecambahan dilakukan selama 21 hari.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Efektivitas Penyerbukan

Efektivitas penyerbukan (EP) merupakan salah satu parameter yang penting dalam mengevaluasi keberhasilan penyerbukan suatu jenis. Besarnya nilai EP pada masing-masing pohon induk dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Rata-rata Efektivitas penyerbukan dan keberhasilan reproduksi pada penyerbukan terkendali pohon superior di kebun benih Ponorogo.

No	Induk betina	Efektivitas Penyerbukan	Keberhasilan Reproduksi
1	9	0.21	0.14
2	18	0.56	0.33
3	21	0.34	0.14
4	25	0.53	0.35
5	29	0.20	0.17
6	32	0.10	0.07
7	60	0.29	0.17
8	69	0.16	0.14
9	72	0.22	0.00
10	78	0.15	0.00

Berdasarkan tabel diatas menunjukkan bahwa secara umum efektivitas penyerbukan dan keberhasilan reproduksi masih relatif rendah. Pohon induk nomor 25 yang berasal dari provenan Suli (Ambon) dan pohon induk no 18 yang juga berasal dari provenan yang sama merupakan pohon induk yang memiliki efektivitas penyerbukan dan keberhasilan reproduksi terbaik. Sementara pohon induk nomor 78 dari provenan Gundih (Jawa Tengah) menghasilkan nilai keberhasilan reproduksi dengan penyerbukan terkendali yang rendah.

Kartikawati (2008) menyebutkan bahwa penyerbukan terkendali yang dilakukan pada jenis yang sama di kebun benih Paliyan Gunungkidul menghasilkan nilai efektivitas penyerbukan yang lebih baik, yaitu sebesar 56,8%. Tetapi hasil penelitian serupa di kebun benih Ponorogo menghasilkan nilai yang lebih rendah. Banyak faktor yang berpengaruh terhadap keberhasilan reproduksi suatu jenis. Faktor lingkungan seperti suhu, kelembaban dan curah hujan menentukan keberhasilan penyerbukan. Di Ponorogo memiliki rata-rata curah hujan yang lebih tinggi dibandingkan di Gunungkidul, yaitu 2000 mm/th, sementara di Gunungkidul kurang dari 2000mm/th. Dengan demikian hal ini berpengaruh terhadap proses penempelan serbuk sari ke putik dan pembuahan ke sel telur. Faktor dari dalam yang juga mempengaruhi keberhasilan penyerbukan adalah tingkat kecocokan (*compatibility*) antara pohon induk yang disilangkan. Fenomena ini tampak pada hasil penyerbukan pada masing-masing kombinasi persilangan yang dilakukan (Tabel 3).



Tabel 3. Efektivitas penyerbukan pada masing-masing kombinasi persilangan pada penyerbukan terkendali pohon superior di kebun benih Ponorogo

♀	♂					
	25	29	32	60	65	69
9	0.33	0.00	0.43	0.00	0.00	-
18	0.56	0.56	0.69	0.00	0.00	-
21	0.57	0.08	0.28	0.56	0.00	0.33
25	0.50	0.00	0.00	0.90	0.33	0.67
29	0.26	0.00	0.00	0.52	0.00	-
32	0.00	0.23	0.00	0.00	-	-
60	0.60	0.11	0.00	0.21	0.71	0.73
69	0.17	0.15	0.33	0.36	-	0.00
72	0.50	0.00	0.22	0.40	0.00	0.00
78	0.67	0.00	0.50	0.22	0.00	0.41

Apabila dibandingkan dari Tabel 2 dan Tabel 3, terlihat bahwa sesungguhnya nilai efektivitas penyerbukan bervariasi tergantung pada kombinasi persilangan yang dilakukan. Nilai efektivitas penyerbukan tertinggi terdapat pada kombinasi persilangan antara pohon 25 x 60. Pada penyerbukan terkendali yang menghasilkan nilai efektivitas penyerbukan lebih besar dari nol mengindikasikan bahwa serbuk sari dikenali oleh kepala putik untuk selanjutnya terjadi proses perkecambahan dan pembentukan *pollen tube*. Untuk mencapai pada tahapan ini serbuk sari berada dalam jumlah yang mencukupi untuk membuahi sel telur.

Namun demikian banyak juga ditemukan kombinasi persilangan yang nilai efektivitas penyerbukannya nol. Artinya bahwa proses penyerbukan tidak berhasil dan buah gugur sebelum terbentuknya embrio. Proses interaksi antara gamet jantan dan gamet betina pada tahap awal yaitu interaksi sekresi ekstraseluler yang diproduksi kepala putik dengan permukaan serbuk sari yang masak gagal terjadi sehingga tidak ada sel telur yang dibuahi (Glover, 2007). Baskorowati *et al* (2008) menyebutkan bahwa proses penyerbukan dan pembuahan pada kayuputih terjadi dalam kurun waktu kurang lebih 4 hari. Sedangkan perubahan morfologis dari bunga menuju buah berlangsung kurang lebih 9 hari. Dari 56 kombinasi persilangan yang dilakukan, 35% tidak berhasil melakukan penyerbukan. Terjadinya kegagalan penyerbukan ini dapat disebabkan oleh faktor dari dalam maupun faktor lingkungan. Serbuk sari yang berhasil menempel pada kepala putik tidak dapat berkecambah dan membentuk *pollen tube* menuju ke sel telur. Penolakan putik untuk membuka jalan pembentukan *pollen tube* ini lebih dikendalikan karena adanya mekanisme ketidakcocokan gen.

Pada penyerbukan alam, kegagalan penyerbukan dapat terjadi karena agen penyerbuk (*pollinator*) jumlahnya tidak mencukupi atau karena pembungaan yang tidak sinkron atau karena faktor lingkungan seperti curah hujan maupun kelembaban.

Satu hal yang menarik dari penelitian ini adalah fenomena yang tampak pada penyerbukan sendiri (*selfing*) pada pohon induk no 25 dan 21 yang menghasilkan nilai efektivitas penyerbukan yang cukup bagus. Tampak persilangan sendiri pada kedua nomor induk ini berhasil membentuk buah muda. Namun seiring dengan proses menuju buah yang masak terjadi aborsi buah. Hal ini terlihat pada nilai keberhasilan reproduksi (RS) pada penyerbukan sendiri kedua nomor pohon induk ini adalah nol. Buah

masak tidak dapat dihasilkan dari penyerbukan sendiri. Menurut Kartikawati (2005) disebutkan bahwa tanaman kayuputih tergolong tanaman yang bersifat *self incompatible* artinya tanaman ini tidak dapat bersilang sendiri. Lebih lanjut disebutkan bahwa besarnya nilai *indeks incompatibility* pada jenis ini adalah 0.05. Penelitian yang lebih mendalam pada pola perkawinan jenis ini dilaporkan oleh Kartikawati *et al* (2013) secara molekuler dengan menggunakan penanda DNA. Dilaporkan bahwa tanaman kayuputih merupakan jenis tanaman yang menghendaki terjadinya perkawinan silang, dengan nilai outcrossing rate (*tm*) sebesar 0.98. Artinya 98 persen anakan yang dihasilkan tanaman kayuputih merupakan hasil perkawinan silang, dan hanya kurang dari 2 persen yang merupakan hasil perkawinan kerabat.

3.2. Keberhasilan Reproduksi (RS)

Nilai RS mencerminkan kemampuan individu dalam bereproduksi yang lebih nyata karena fase reproduksi individu tersebut sudah sampai pada tahapan menghasilkan benih masak. Secara umum nilai masing-masing kombinasi persilangan menunjukkan nilai yang lebih rendah jika dibandingkan dengan nilai efektivitas penyerbukan (EP) (Tabel 2 dan Tabel 3). Hal ini menunjukkan adanya aborsi buah muda yang sudah jadi ketika menuju proses ke buah masak. Pada jenis kayuputih, waktu yang diperlukan untuk perkembangan buah muda menuju buah masak adalah 146 hari (Baskorowati *et al*, 2008).

Terjadinya aborsi buah muda disebabkan oleh beberapa factor antara lain kondisi lingkungan seperti curah hujan, kelembaban, suhu, kecepatan angin dan lain-lain. Selain itu juga karena faktor genetis pada tingkat kecocokan gen. Palupi dan Owens (1997) menyebutkan bahwa aborsi buah pada jenis jati terutama disebabkan oleh gagalnya perkembangan endosperma selama proses menuju buah masak.

Tabel 3. Keberhasilan reproduksi (RS) pada masing-masing kombinasi persilangan pada penyerbukan terkendali pohon superior di kebun benih Ponorogo

♀	♂					
	25	29	32	60	65	69
9	0.12	0.00	0.29	0.00	0.00	-
18	0.33	0.33	0.50	-	-	-
21	0.29	0.08	0.20	0.33	0.00	0.00
25	0.00	0.00	0.00	0.81	0.33	0.44
29	0.19	0.00	0.00	0.43	0.00	-
32	0.00	0.16	0.00	0.00	-	-
60	0.42	0.10	0.00	0.00	0.43	0.59
69	0.08	0.09	0.29	0.27	-	0.00
72	0.39	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00
78	0.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

3.3 Viabilitas Benih

Evaluasi terhadap keberhasilan penyerbukan terkenali pada tahapan yang lebih lanjut adalah pengujian viabilitas benih yang dihasilkan. Menurut Copeland



dan McDonal (2001) disebutkan bahwa viabilitas benih dapat diukur menggunakan tolok ukur daya berkecambah (germination capacity). Benih yang mampu berkecambah mengindikasikan bahwa ada potensi untuk menjadi tumbuhan yang normal pada lingkungan yang kondusif. Pada pengujian ini akan terlihat lebih nyata benih-benih yang mampu berkecambah dan tumbuh menjadi tumbuhan normal. Gambaran persen kecambah pada masing-masing kombinasi persilangan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata jumlah kecambah paa masing-masing kombinasi persilangan pohon-pohon superior I kebun benih kayuputih Ponorogo

No	Kombinasi persilangan	Jumlah kapsul masak	Rata-rata jumlah kecambah
1	9 x 25	3	14
2	9 x 32	2	11
3	18 x 25	4	16
4	18 x 29	5	16
5	18 x 32	11	12
6	21 x 25	3	14
7	21 x 29	1	10
8	21 x 32	7	12
9	21 x 60	3	15
10	25 x 60	17	22
11	25 x 65	1	14
12	25 x 69	4	19
13	29 x 25	2	13
14	29 x 60	9	19
15	32 x 29	1	9
16	60 x 25	6	18
17	60 x 29	1	11
18	60 x 65	3	19
19	60 x 69	13	16
20	69 x 25	1	12
21	69 x 29	1	9
22	69 x 60	4	13
23	72 x 25	5	10
24	72 x 32	3	16
25	78 x 25	2	14

Berdasarkan Tabel 3 dan Tabe 4 menunjukkan bahwa nilai keberhasilan reproduksi yang tinggi tidak selalu menghasilkan viabilitas benih yang tinggi juga.

4. SIMPULAN

Banyak faktor yang mempengaruhi keberhasilan Banyak faktor yang mempengaruhi keberhasilan penyerbukan terkendali, baik dari dalam maupun dari luar/lingkungan. Tingkat kompatibilitas antar pohon induk adalah salah satu faktor yang menentukan keberhasilan reproduksi dan kelangsungan pewarisan sifat. Pohon induk nomor 60 dari provenans Ponorogo (Jawa Timur) merupakan pohon induk betina yang memiliki kompatibilitas tinggi terhadap beberapa induk jantan (*pollen donor*). Sedangkan pollen donor terbaik terdapat pada pohon induk nomor 25 yang berasal dari provenans Suli (Ambon)

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada tim pemuliaan kayuputih di BBPPBPTH dan para petugas lapangan yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian di lapangan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Baskorowati L., R. Umiyati, N.K. Kartikawati, Rimbawanto dan M. Susanto. (2008). Pembungaan dan pembuahan *Melaleuca cajuputi subsp cajuputi*. Powell. di kebun benih semai Paliyan, Gunungkidul, Yogyakarta. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan, Vol.2* (2): 189-202.
- Brophy, J., Craven, L.A., & Doran, J. C. (2013). *Melaleucas. Their Botany, essential oils and users.* (-, Ed.). Canberra: ACIAR Monograph N0 156. Australian Centre for International Agricultural Research
- Copeland, L.O & McDonal. (2001). *Principles of Seed Science and Technology.* Kluwer Academic Publisher. London.
- Glover, B.J. (2007). *Understanding flower and flowering: An Integrate approach.* Oxford University Press Inc. New York.
- Kartikawati, N.K., Naiem, M., Hardiyanto, & Rimbawanto, A. (2013). Improvement of Seed Orchard Management Based on Mating System of Cajuputi Trees. *Indonesian Journal of Biotechnology, 18*(I), 26–35
- Kartikawati, N.K. (2005). Tingkat Inkompatibilitas Bersilang Sendiri Pada Tanaman Kayu Putih. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman 2* (3); pp 141-147
- Kartikawati, N.K. (2008). Pengaruh tipe penyerbukan terhadap keberhasilan reproduksi pada tanaman *Melaleuca cajuputi subsp cajuputi*. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman 5* (2).
- Owens, J.N., P. Somsathapornkul & S. Tangmitcharon. (1991). *Manual Studying Flowering and Seed Ontogeny in Tropical Forest Trees.* ASEAN-Canada Tree Seed Centre. Muak-Lek Saraburi 18180, Thailand
- Palupi, E.R & Owens. (1997). Pollination, Fertilization and embryogenesis of teak (*Tectona grandis* L.f). *Int.J. Plant Sci 158*(3)259-273.

DISKUSI

Tri Wahyu Hidayat

Pertanyaan: Tujuannya kan benih yang unggul, lalu benihnya termasuk benih apa?

Jawaban: Benih ortodak viabilitas tidak cepat turun. Benih disimpan dalam DCS sehingga bisa bertahan sampai 10 tahun. Benih berada dalam kapsul dan memiliki biji yang lembut