



Analisis Keragaman Genetik Plasma Nutfah Tanaman Kayu Putih (*Melaleuca cajuputi* subsp. *cajuputi*) Berdasarkan Karakter Morfologi dan Anatomi Daun serta *Oil Glands*

Aswin Hendry Atmoko^{1*}, Tri Suwarni Wahyudiningsih², Noor Khomsah Kartikawati³

^{1,2}Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Tidar, Magelang, Indonesia

³Badan Riset dan Inovasi Nasional, Pusat Riset Konservasi Tumbuhan, Kebun Raya, dan Kehutanan, Bogor, Indonesia

ARTIKEL INFO

Sejarah artikel
Diterima 02/10/2023
Diterima dalam bentuk revisi 04/11/2023
Diterima dan disetujui 17/11/2023
Tersedia online 22/12/2023

Kata kunci
Anatomi
Dendogram
Kayu putih
Klon
Morfologi

ABSTRAK

Tanaman kayu putih merupakan tanaman hutan asli Indonesia yang dimanfaatkan untuk produksi minyak atsiri. Keragaman genetik tanaman kayu putih yang tersebar di zona persebaran alami cukup beragam. Diperlukan adanya studi dan penelitian untuk mempelajari hubungan kekerabatan antar tanaman kayu putih dan keragaman genetik plasma nutfah tanaman kayu putih. Studi kekerabatan dan juga keragaman genetik plasma nutfah didasarkan pada kemiripan karakter fenetik (kuantitatif dan kualitatif) morfologi dan anatomi daun. Terdapat 36 klon unggul tanaman kayu putih yang dilakukan pengamatan morfologi dan anatomi daun untuk menentukan dendogram. Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian deksriptif dan juga penelitian eksperimental yang disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial dengan faktor yaitu macam klon yang terdiri atas 36 taraf (macam klon) dan dilakukan analisis sidik ragam menggunakan ANOVA dan dilakukan uji lanjut menggunakan uji Duncan's. Dendogram dibuat menggunakan aplikasi MVSP versi 3.22. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keragaman genetik yang luas pada 36 klon unggul tanaman kayu putih. Pada dendogram terbentuk 4 kluster dengan 8 klon yang menunjukkan tingkat kemiripan yang tinggi berdasarkan nilai disimilaritas sebesar 0,0. klon 14 dan 36 merupakan klon dengan rerata jumlah kelenjar minyak tertinggi. Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat dipahami bahwa keragaman genetik pada 36 klon unggul tanaman kayu putih cukup tinggi, hal tersebut mendukung upaya pemuliaan tanaman karena *database* yang diperoleh memberikan informasi klon yang dapat digunakan sebagai indukan untuk meningkatkan kemampuan produksi minyak kayu putih karena memiliki potensi produksi minyak yang tinggi.

© 2023 Politeknik Pembangunan Pertanian Manokwari



ABSTRACT

The cajuputs plant is a forest plant native to Indonesia which is used for the production of essential oils. The genetic diversity of cajuputs spread across the natural distribution zone is quite diverse. Research is needed to proof the relationship between cajuputs and the genetic diversity of cajuputs germplasm. The study of kinship and genetic diversity of germplasm is based on similarities in phenetic characters (quantitative and qualitative) of leaf morphology and anatomy. The research carried out was descriptive research and also experimental research which was arranged in a non-factorial Completely Randomized Design (CRD) with factors namely clone types consisting of 36 levels (clone types) and analysis of variance was carried out using ANOVA and further tests were

carried out using Duncan's test. The dendogram was created using the MVSP application version 3.22. The research results showed that there was extensive genetic diversity in 36 superior clones of cajuputs. In the dendogram, 4 clusters were formed with 8 clones which showed a high level of similarity based on a dissimilarity value of 0.0. Clones 14 and 36 were the clones with the highest average number of oil glands. Based on the research carried out, it can be understood that the genetic diversity of the 36 superior clones of cajuputs plants is quite high, this supports plant breeding because the database obtained provides information on clones that can be used as parents/broodstock to increase the ability of eucalyptus oil production because it has high potential of oil production.

PENDAHULUAN

Tanaman kayu putih (*Melaleuca cajuputi* subsp. *cajuputi*) merupakan tanaman hutan asli Indonesia yang telah didomestikasi sejak lama, tanaman kayu putih merupakan tanaman hutan dengan hasil hutan bukan kayu, namun diekstraksi untuk diperoleh minyak atsiri terutama kandungan 1,8-Cineole. Sebaran alami tanaman kayu putih dari genus *Melaleuca* terutama spesies *cajuputi* meliputi Australia bagian Barat (*Western territories*) dan Utara (*Northern territories*) serta Indonesia yang tersebar pada beberapa pulau meliputi Pulau Ambon, Pulau Buru, Pulau Seram, dan Pulau Timor bagian timur (Rimbawanto, 2017). Keanekaragaman plasma nutfah tanaman kayu putih di Indonesia yang cukup beragam merupakan salah satu keuntungan dalam pengembangan varietas unggul tanaman kayu putih.

Pemanfaatan tanaman kayu putih telah dikenal sejak lama oleh masyarakat Indonesia sebagai bahan baku obat-obatan herbal

tradisional dan aromatik (Muslimin *et al.*, 2019). Prospek budidaya tanaman kayu putih di Indonesia cukup menjanjikan, hal ini didukung karena Indonesia merupakan negara beriklim tropis dengan hamparan lahan yang subur dan luas, sehingga berpeluang untuk menjadi industri produksi atsiri dari tanaman kayu putih (Sumardi *et al.*, 2018). Ditinjau dari total produksi minyak kayu putih dalam negeri berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2021) sebesar 25,06 juta liter, Indonesia belum mampu memenuhi permintaan pasar global dengan kebutuhan mencapai 252 juta liter/tahunnya (Ganesh *et al.*, 2020). Tingginya permintaan minyak kayu putih secara global tidak diimbangi dengan peningkatan produksi atsiri (Rimbawanto, 2017) sehingga masih diperlukan adanya peningkatan produksi minyak kayu putih baik secara intensifikasi maupun ekstensifikasi.

Eksplorasi dan identifikasi tanaman kayu putih terutama di Benua Asia dan Australia tetap dilakukan untuk mendapatkan database

spesies dan indukan dengan karakter tertentu untuk keperluan pemuliaan tanaman. Dillon et al. (2015) menyatakan bahwa hingga saat ini terdapat \pm 900 spesies tanaman kayu putih yang tercatat. Melalui pemuliaan tanaman terutama seleksi populasi dan bioteknologi yang berkembang cukup pesat, dapat dihasilkan tanaman kayu putih maupun klon unggul dan memiliki karakter yang menguntungkan (Brophy et al., 2013). Beragamnya spesies atau varietas tanaman kayu putih berimplikasi pada perbedaan karakter dan produksi tanaman kayu putih yang bervariasi (Blum, 2018) terutama pada produksi minyak atsiri (Widiyanto & Siarudin, 2013).

Keragaman genetik tanaman kayu putih terutama yang ditinjau dari morfologi daun dan anatomi daun (meliputi stomata dan *oil glands*) penting untuk diteliti lebih lanjut karena menentukan produksi daun dan produksi minyak atsiri (Rimbawanto, 2017). Sebanyak 36 klon unggul dari berbagai provenans yang diujikan akan dilakukan analisis similaritas menggunakan dendogram untuk mengetahui hubungan kekerabatan, maka akan diperoleh database penting terkait keragaman genetik pada klon tanaman kayu putih berdasarkan marka morfologi dan anatomi daun, hubungan kekerabatan, serta informasi jumlah kelenjar minyak (*oil glands*) sebagai penentu produksi minyak atsiri pada klon tanaman kayu putih.

METODE

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian deskriptif sekaligus eksperimental. Penelitian deskriptif dilakukan untuk menggambarkan kondisi morfologi dan anatomi

daun klon tanaman kayu putih dan mempelajari kaitan hubungan kekerabatan melalui dendogram UPGMA (*Unweight Pair Group Methode with Arithmetic Mean*). Penelitian secara eksperimental dilakukan untuk mengetahui dampak macam klon (variabel independen) terhadap jumlah kelenjar minyak/mm² pada epidermis atas maupun epidermis bawah daun (variabel dependen). Penelitian dilaksanakan mulai tanggal 12 Januari 2023 hingga 25 Januari 2023 dan dilakukan di Bandongan *Teaching Farm* Universitas Tidar yang berlokasi di Kabupaten Magelang. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah mikroskop monokuler, optilab, gelas preparat dan penutup, pipet, mikrotom, silet, penggaris, lup, laptop, alat dokumentasi, dan alat tulis. Adapun bahan yang digunakan adalah 36 klon tanaman kayu putih yang berasal dari berbagai provenans (meliputi hasil persilangan, klon endemik suatu lokasi, dan domestikasi), aquades, dan safranin. Klon yang digunakan merupakan berbagai koleksi yang berasal dari berbagai wilayah di Indonesia yang memproduksi minyak kayu putih, dan beberapa klon berasal dari Australia. Penentuan jumlah klon berdasarkan total macam klon yang dapat diamati dan merupakan total koleksi dari berbagai wilayah di Indonesia, semakin banyak klon yang diamati maka keragaman genetik/biodiversitas yang dapat diamati akan semakin luas.

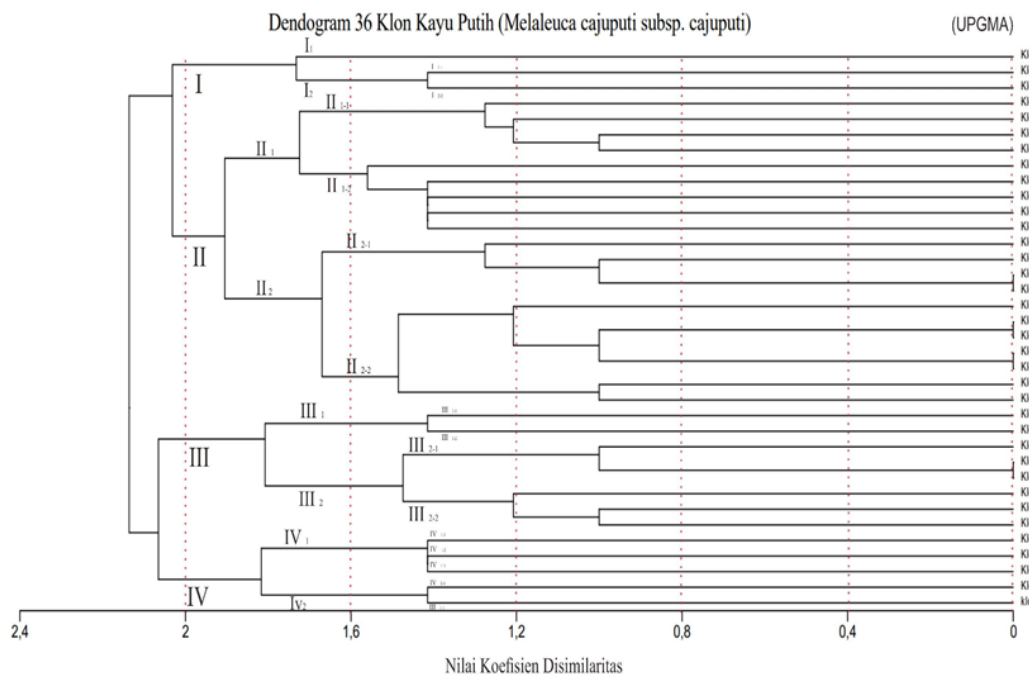
Pengamatan data morfologi daun meliputi panjang tangkai daun (ptd), panjang daun (pd), lebar daun (ld), dan jumlah tulang daun (jtd) yang diukur/dihitung dengan ulangan sebanyak 40 kali pada masing-masing klon.

Pengamatan data anatomi daun meliputi jumlah kelenjar minyak/mm² pada epidermis atas (kma) dan epidermis bawah (kmb) serta jumlah stomata/mm² pada epidermis atas (sa) dan epidermis bawah (sb) dengan ulangan sebanyak 6 kali pada masing-masing epidermis tiap klon serta parameter pendukung yaitu tipe stomata (ts). Untuk mengetahui pengaruh macam klon terhadap jumlah kelenjar minyak/mm², percobaan disusun dalam RAL (Rancangan Acak Lengkap) non faktorial, faktor yang diujikan merupakan macam klon dengan 36 taraf (36 macam klon tanaman kayu putih) dan dilakukan analisis sidik ragam menggunakan ANOVA, kemudian dilakukan uji lanjut menggunakan DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*). Data morfologi dan anatomi daun akan diubah menjadi dendogram menggunakan

aplikasi MVSP (Multi Variate Statistical Package) versi 3.22.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, hasil menunjukkan bahwa keragaman genetik yang ada pada 36 klon tanaman kayu putih menunjukkan keragaman yang luas bila ditinjau dari morfologi dan anatomi daun tanaman kayu putih. Dendogram yang terbentuk dari hasil pengamatan karakter morfologi dan anatomi daun mampu membentuk 4 klaster yang berbeda, dimana pada masing-masing klaster terdiri atas beberapa kelompok klon yang dikelompokkan berdasarkan kemiripan yang ada. Berikut merupakan dendogram 36 klon unggul tanaman kayu putih.



Gambar 1. Dendogram keragaman genetik 36 klon unggul tanaman kayu putih

Sebagian besar parameter yang diamati untuk membentuk dendogram adalah karakter

kuantitatif, sedangkan karakter kualitatif adalah tipe stomata (ts). Selain untuk memahami

keragaman genetik, dendogram juga digunakan untuk mempelajari hubungan antar organisme berdasarkan beberapa karakter yang memiliki nilai kemiripan (Angermueller *et al.*, 2016). Bila ditinjau pada dendogram yang terbentuk, terdapat 8 klon dengan nilai koefisien disimilaritas terendah yaitu 0,00 sehingga dapat

dipahami bahwa klon tersebut memiliki derajat kemiripan yang sangat tinggi, klon tersebut adalah klon 25 dengan 17, klon 22 dengan 12, klon 34 dengan 10, dan klon 36 dengan 19, adapun daftar provenans masing-masing klon yang diujikan adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Identitas dan Provenans Klon Tanaman Kayu Putih

Klon.	Kode Polibag	Asal Provenans
Klon 1	FS 39	Penyerbukan terkendali 18 x 5
Klon 2	F2.46	F2 (PT F 60 x 69 Kb Ponorogo)
Klon 3	KBK. 15	Suli, Ambon
Klon 4	F ₂ 41	Gundih F67
Klon 5	FS 22 (2)	Penyerbukan terkendali Paliyan F 25 x 23
Klon 6	F ₂ 55	PT Ponorogo F60 x 18
Klon 7	Lam 71	F1 Ponorogo
Klon 8	F1 Plyn 11	Pelita jaya, Seram
Klon 9	F1 Plyn 20	Northern Teritory Australia
Klon 10	FS 22 (1)	Penyerbukan terkendali Paliyan F 25 x 23
Klon 11	FS 26	Penyerbukan terkendali Paliyan F 18 x 23
Klon 12	KBK 30	Masarete, Butu
Klon 13	F1 Plyn 8	Waipirit, seram
Klon 14	F1 Plyn 21	Western Australia
Klon 15	F ₂ . 57	Penyerbukan terkendali Ponorogo 69 x 25
Klon 16	FS 25	Penyerbukan terkendali Paliyan F 9 x 23
Klon 17	FS 14 (2)	PT Paliyan 2 x 10
Klon 18	F1 Plyn 18	Suli, Ambon
Klon 19	FS 22 (1)	Penyerbukan terkendali Paliyan F 25 x 23
Klon 20	FS 28	PT Paliyan 18 x 2a
Klon 21	KBK 1	Suli, Ambon
Klon 22	F1 Plyn 10	Pelita Jaya, Seram
Klon 23	KBK 28	Suli, Ambon
Klon 24	FS 22 (1)	Penyerbukan terkendali Paliyan F 25 x 23
Klon 25	F ₂ 52	PT Ponorogo 60 x 11
Klon 26	F ₂ 50	PT Ponorogo 60 x 65
Klon 27	F1 Plyn 19	Northern Teritory, Australia
Klon 28	F ₂ 35	KBK Cepu 78
Klon 29	KBK 5	Pelita Jaya, Seram
Klon 30	F ₂ .54	PT Ponorogo 60 x 25
Klon 31	Fullsib (FS) 18	PT Paliyan 23 x 10
Klon 32	FS 21	PT Paliyan 18 x 10
Klon 33	KBK 14	Suli, Ambon
Klon 34	FS 14 (1)	PT Paliyan 2 x 10
Klon 35	F ₂ 58	Suli 26
Klon 36	F1 Plyn 14	Cotonea, Seram

Keterangan: PT: hasil penyerbukan terkendali dari dua indukan (tetua betina dan jantan untuk persilangan diketahui), FS: full sibling, saudara kandung yang berasal dari indukan persilangan/Rcd = 0,5, F1: generasi satu/keturunan pertama, F2: generasi kedua/keturunan kedua, KBK : Kebun benih klon, symbol "x" merupakan symbol untuk persilangan antara tetuan jantan dan tetuan betina

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, hasil menunjukkan bahwa keragaman genetik yang ada pada 36 klon tanaman kayu putih menunjukkan keragaman yang luas bila ditinjau dari morfologi dan anatomi daun tanaman kayu putih. Dendogram yang terbentuk dari hasil pengamatan karakter morfologi dan anatomi daun mampu membentuk 4 klaster yang berbeda, dimana pada masing-masing klaster terdiri atas beberapa kelompok klon yang dikelompokkan berdasarkan kemiripan yang ada.

Karakter morfologi secara fenotipik yang tidak menunjukkan keragaman luas adalah pada parameter panjang tangkai daun (ptd), dimana berdasarkan data pengamatan secara langsung tidak menunjukkan adanya variasi data pada tiap klon yang cukup signifikan mulai dari rentang 0,16 cm hingga 0,45 cm. Penggunaan dendogram penting untuk mengetahui keterkaitan antar klon-klon tanaman kayu putih secara fenotipik berdasarkan perbedaan dan kesamaan yang ada. Menurut Tseng (2013) analisis *cluster* dapat digunakan untuk memprediksi hubungan dari suatu organisme/individu terutama dalam hubungan kekerabatan. Similaritas (derajat kesamaan) dalam dendogram akan ditunjukkan dengan garis bercabang yang membentuk *phylogenetic tree*. Gugus/*cluster* dari kelompok yang serupa disebut fenon/*phenon*, empat cluster di atas garis fenon 80% diberi peringkat genus, sedangkan dua cluster pada tingkat kesamaan 55% diberi peringkat sub-famili (Pai, 2021).

Pada dendogram yang terbentuk, terdapat 4 gugus/*cluster* yang terdiri atas beberapa

kelompok klon tanaman kayu putih, yaitu klaster I, klaster II, klaster III, dan klaster IV. Klon kayu putih yang terletak pada sub-klaster yang sama disebabkan karena ada kesamaan karakter morfologi dan anatomi daun, demikian juga dengan klon kayu putih sejenis yang letaknya tidak berdekatan atau berhimpitan dengan klon yang lain disebabkan oleh tidak adanya kemiripan baik pada morfologi maupun anatomi sehingga tidak terdapat similaritas yang signifikan. Diduga bahwa kelompok klon yang berada pada klaster masih memiliki hubungan kekerabatan baik dari indukan yang sama maupun masih dalam spesies yang sama namun dalam sub spesies yang berbeda. Berdasarkan data yang diperoleh dan analisis sidik ragam, macam klon tidak berpengaruh nyata terhadap panjang tangkai daun, karakter kuantitatif akan berkorelasi langsung dengan morfologi dan fisiologi tanaman (Nasir, 2001), hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan bahwa karakter kuantitatif yang diamati akan berpengaruh dalam menentukan karakter morfologi masing-masing klon dan membedakan klon tersebut dengan klon yang lain.

Klaster/*cluster* yang ada terdiri atas beberapa klon kayu putih dengan kesamaan-kesamaan yang ada, klaster 1 terdiri atas 3 klon dengan nilai *Euclidean* sebesar 2,05 meliputi klon 9, klon 35, dan klon 6. Klaster 2 terdiri atas 20 klon dengan nilai *Euclidean* sebesar 2,05 meliputi klon 21, klon 18, klon 26, klon 13, klon 24, klon 16, klon 14, klon 11, klon 5, klon 33, klon 30. Klon 25, klon 17, klon 31, klon 22, klon 12, klon 34, klon 10, klon 32, dan klon 4.

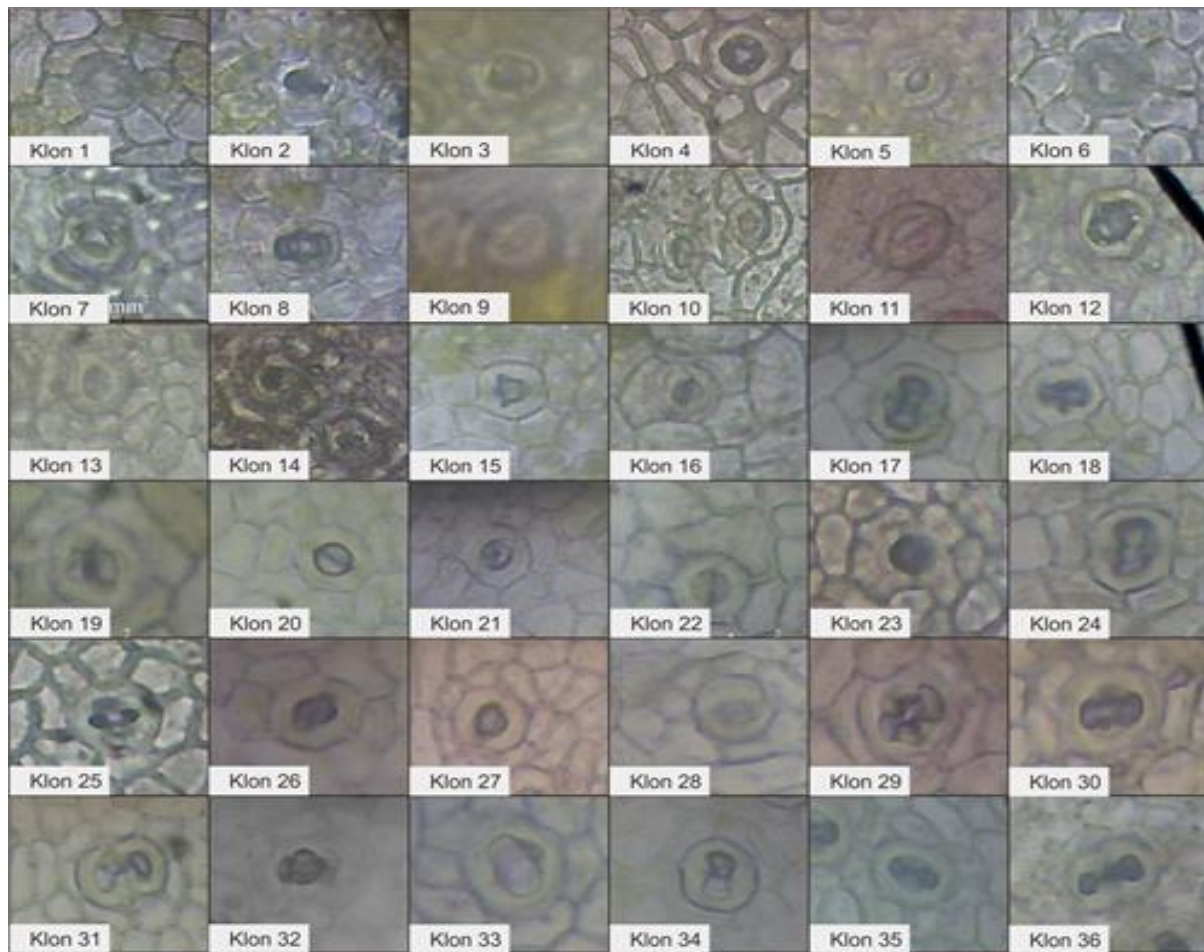
Klaster 3 terdiri atas 8 klon dengan nilai Euclidean sebesar 2,08 meliputi klon 27, klon 15, klon 20, klon 36, klon 19, klon 23, klon 8, dan klon 3. Klaster 4 terdiri atas 5 klon dengan nilai Euclidean sebesar 2,08 meliputi klon 29, klon 28, klon 7, klon 2, dan klon 1. Nilai Euclidean tertinggi ada pada klon-klon klaster 3 dan 4, diduga klaster ini memiliki penampilan fenotip (morfologi dan anatomi) yang paling berbeda daripada klon di klaster 1 dan 2, selisih nilai Euclidean dari keempat klaster adalah 0,03 sehingga tetap terdapat perbedaan namun tidak terlalu kontras (tidak terlalu luas) seperti bentuk daun yang sama namun dalam ukuran yang berbeda.

Nilai *Euclidean* digunakan untuk menentukan derajat korelasi antara dua titik atau dua variabel yang dianalisa kemiripannya maupun perbedaannya berdasarkan faktor-faktor yang menjadi penentu/kunci dasar dalam mengelompokan suatu variabel (Angermueller *et al.* 2016). Nilai *Euclidean* juga dapat direpresentasikan menjadi *Euclidean distance* yaitu merupakan suatu cara pengukuran jarak suatu variabel berdasarkan tingkat kemiripannya dengan variabel lain yang dibandingkan, semakin kecil nilai *Euclidean* maka variabel akan menunjukkan segmen kemiripan yang semakin sama, biasanya dinyatakan dalam garis lurus yang tidak bercabang karena menandakan adanya kesamaan yang semakin identik. Percabangan yang terbentuk (*clade*) pada dendogram yang terbentuk akan mengindikasikan adanya pengelompokan baru atas variabel dengan kesamaan parameter menuju ke grup yang lebih

kecil (menuju nilai *Euclidean* yang lebih kecil/identik).

Nilai *Euclidean* yang digunakan menjadi penentuan jarak/derajat kemiripan pada suatu dendogram, semakin kecil nilai disimilaritas atau *Euclidean* maka akan menurunkan potensi terbentuknya klaster maupun sub-klaster karena akan semakin seragam/identik sesuai dengan persamaan yang ada, sebaliknya semakin besar nilai disimilaritas atau *Euclidean* maka akan membentuk *clade* atau klaster dan sub-klaster pada dendogram karena perbedaan parameter pada variabel akan membentuk cabang untuk mengelompokan persamaan sesuai dengan parameter yang ada (Husi, 2019).

Plasma nutfah merupakan sumber materi genetik untuk program seleksi klon unggul maupun kegiatan pemuliaan tanaman dengan memilah sifat-sifat tertentu yang akan dipilih (Karuniawan *et al.*, 2017). Analisis klaster/*cluster* merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi keragaman genetik pada tanaman, terutama tanaman-tanaman yang memiliki kemiripan guna memahami perbedaannya. Dalam program atau kegiatan pemuliaan tanaman, analisis klaster penting dipelajari untuk menemukan indukan yang sesuai dengan *traits*, ada tidaknya keterkaitan dengan tanaman yang masih satu genus, dan tentunya untuk memilah karakter yang diinginkan berdasarkan perbedaan yang ada. Keterkaitan sifat antar tanaman merupakan informasi penting dalam kegiatan pemuliaan tanaman.



Gambar 2. Bentuk stomata pada 36 klon tanaman kayu putih (*Melaleuca cajuputi* subsp. *cajuputi*)

Berdasarkan data yang diperoleh pada parameter macam stomata masing-masing klon tanaman kayu putih, hasil menunjukkan bahwa terdapat keberagaman pada macam tipe stomata pada beberapa klon, untuk gambar stomata pada masing-masing klon dapat dilihat pada Gambar 2.

Bentuk stomata pada masing-masing klon tanaman kayu putih menunjukkan adanya keragaman, ditandai dengan adanya perbedaan bentuk stomata pada beberapa klon, akan tetapi sebagian besar klon memiliki bentuk stomata yang sama. Pada Gambar 2 merupakan gambar stomata pada 36 klon dengan perbesaran 40x dan telah dilakukan *cropping*. Stomata pada klon tanaman kayu putih terdiri atas dua sel

penjaga (*guard cell*) dan dua sel tetangga dengan bentuk yang sama di kanan dan kiri sel penjaga. Pada 36 klon tanaman kayu putih terdapat stomata pada bagian epidermis atas dan juga bagian epidermis bawah. Tanaman kayu putih merupakan familia *Myrtaceae*, Sari *et al.* (2022) dalam penelitiannya menyatakan bahwa beberapa spesies tanaman kayu putih memiliki bentuk stomata tipe anomositik (tipe *Ranunculaceae*), akan tetapi berdasarkan penelitian sebagian besar klon kayu putih memiliki bentuk stomata aktinositik, anisosistik, dan anomositik.

Klon tanaman kayu putih dengan bentuk stomata aktinositik meliputi klon 1, klon 2, klon 3, klon 4, klon 5, klon 6, klon 7, klon 8, klon 12,

klon 13, klon 14, klon 15, klon 16, klon 17, klon 18, klon 20, klon 21, klon 22, klon 23, klon 24, klon 25, klon 26, klon 27, klon 28, klon 30, klon 33, dan klon 35. Klon dengan bentuk stomata anisositik meliputi klon 29, klon 31, klon 32, dan klon 34. Klon dengan bentuk stomata anomositik meliputi klon 9, klon 10, klon 11, klon 19, dan klon 36. Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat dipahami bahwa bentuk stomata yang berbeda pada beberapa kelompok klon mengindikasikan adanya keragaman. Terdapat faktor internal yang mengatur bentuk stomata pada masing-masing klon. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Chowdhury *et al.* (2021) ditemukan fakta bahwa peran gen MMCs dan GMC selama sintesis protein mampu mempengaruhi proses perkembangan stomata menjadi beberapa bentuk meskipun peluangnya kecil.

Klaster I hanya terdiri atas 3 klon tanaman kayu putih, hal ini menandakan bahwa klon 9, 35, dan 6 memiliki dasar pengelompokan atas kemiripan karakter morfologi dan anatomi yang spesifik, terdapat kemungkinan bahwa 3 klon tersebut memiliki hubungan kekerabatan yang cukup dekat berdasarkan karakter fenetik yang dapat diamati, akan tetapi pada klaster I tidak terdapat klon dengan nilai disimilaritas yang kecil seperti klon yang berada pada klaster II dan III.

Brophy *et al.* (2013) menyatakan bahwa persebaran alami tanaman kayu putih, terutama yang berasal dari genus *Melaleuca* akan mempengaruhi *traits* dan *kinship* selama kurun waktu tertentu, dikarenakan seiring dengan berlangsungnya persebaran alami, terjadi proses penyerbukan silang dan mutasi yang disebabkan oleh domestikasi yang dilakukan diluar habitat asli klon dengan kondisi lingkungan yang berbeda. Kartikawati (2014) menyatakan bahwa usaha secara sistematis yang dapat dilakukan untuk meningkatkan keragaman genetik tanaman kayu putih beberapa cara dapat ditempuh melalui seleksi individu-individu tanaman kayu putih dan juga pemuliaan tanaman melalui perkawinan (*breeding*) sehingga keragaman genetik dapat dicapai dengan tujuan tertentu.

Klon tanaman kayu putih dalam dendrogram yang menunjukkan keragaman tinggi/luas sangat direkomendasikan untuk digunakan sebagai indukan dalam kegiatan pemuliaan tanaman (tetua persilangan), keragaman genetik yang tinggi akan memperbesar kemungkinan munculnya ekspresi sifat/karakter tertentu yang mungkin lebih baik atau tidak ada pada indukan sebelumnya (Mangoendidjojo, 2022). Berikut merupakan tabel klaster 36 klon kayu putih.

Tabel 2. Tabel Klaster 36 Klon Unggul Tanaman Kayu Putih

Kls	Sub-Klaster				Klon	Provenans	
I	I ₁				Klon 9	Northern Territory Australia	
	I ₂	I ₂₋₁			Klon 35	Suli 26	
		I ₂₋₂			Klon 6	PT Ponorogo F60 x 18	
II	II ₁	II ₁₋₁	II ₁₋₁₋₁		Klon 21	Suli, Ambon	
			II ₁₋₁₋₂	II ₁₋₁₋₂₋₁	Klon 18	Suli, Ambon	
				II ₁₋₁₋₂₋₂	II ₁₋₁₋₂₋₂₋₁	Klon 26	PT Ponorogo 60 x 65

Kls		Sub-Klaster		Klon	Provenans
				II ₁₋₁₋₂₋₂₋₂	Klon 13 Waipirit, Seram
	II ₁₋₂	II ₁₋₂₋₁			Klon 24 PT Paliyan F 25 x 23
		II ₁₋₂₋₂	II ₁₋₂₋₂₋₁		Klon 16 PT Paliyan F 9 x 23
			II ₁₋₂₋₂₋₂		Klon 14 Western Australia
			II ₁₋₂₋₂₋₃		Klon 11 PT Paliyan F 18 x 23
			II ₁₋₂₋₂₋₄		Klon 5 PT Paliyan F 25 x 23
	II ₂	II ₂₋₁	II ₂₋₁₋₁		Klon 33 Suli, Ambon
			II ₂₋₁₋₁₋₁		Klon 30 PT Ponorogo 60 x 25
			II ₂₋₁₋₂		Klon 25 PT Ponorogo 60 x 11
			II ₂₋₁₋₂₋₁		Klon 17 PT Paliyan 2 x 10
		II ₂₋₂	II ₂₋₂₋₁		Klon 31 PT Paliyan 23 x 10
			II ₂₋₂₋₁₋₁	II ₂₋₂₋₁₋₂₋₁	Klon 22 Pelita Jaya, Seram
			II ₂₋₂₋₁₋₂		Klon 12 Masarete, Butu
				II ₂₋₂₋₁₋₂₋₂	Klon 34 PT Paliyan 2 x 10
					Klon 10 PT Paliyan F 25 x 23
			II ₂₋₂₋₂	II ₂₋₂₋₂₋₁₋₁	Klon 32 PT Paliyan 18 x 10
			II ₂₋₂₋₂₋₁	II ₂₋₂₋₂₋₁₋₂	Klon 4 Gundih F67
III	III ₁		III ₁₋₁		Klon 27 Northern Territory Australia
			III ₁₋₂		Klon 15 PT Ponorogo 69 x 25
	III ₂	III ₂₋₁	III ₂₋₁₋₁		Klon 20 PT Paliyan 18 x 2a
			III ₂₋₁₋₂		Klon 36 Cotonea, Seram
					Klon 19 PT Paliyan F 25 x 23
		III ₂₋₂	III ₂₋₂₋₁		Klon 23 Suli, Ambon
			III ₂₋₂₋₂	III ₂₋₂₋₂₋₁	Klon 8 Pelita Jaya, Seram
				III ₂₋₂₋₂₋₂	Klon 3 Suli, Ambon
IV	IV ₁	IV ₁₋₁			Klon 29 Pelita Jaya, Seram
		IV ₁₋₂			Klon 28 KBK Cepu 78
		IV ₁₋₃			Klon 7 F1 Ponorogo
	IV ₂	IV ₂₋₁			Klon 2 F2 (PT F 60 x 69 KB Pnrg)
		IV ₂₋₂			Klon 1 PT 18 x 5

Percabangan/sub-klaster yang terdapat pada dendrogram dapat dipahami bahwa terdapat pengelompokan kembali berdasarkan sifat yang lebih identik. Ditinjau berdasarkan klaster dan juga sub-klaster yang terbentuk maka dapat dipahami bahwa akumulasi keragaman yang ada pada 36 klon yang diujikan adalah luas.

Jumlah kelenjar minyak/mm² yang diamati pada penelitian ini juga menunjukkan adanya keragaman yang tinggi, macam klon tanaman kayu putih berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah kelenjar minyak/mm², baik pada epidermis atas maupun epidermis bawah, berikut merupakan tabel uji lanjut DMRT taraf 1% pada parameter jumlah kelenjar minyak.

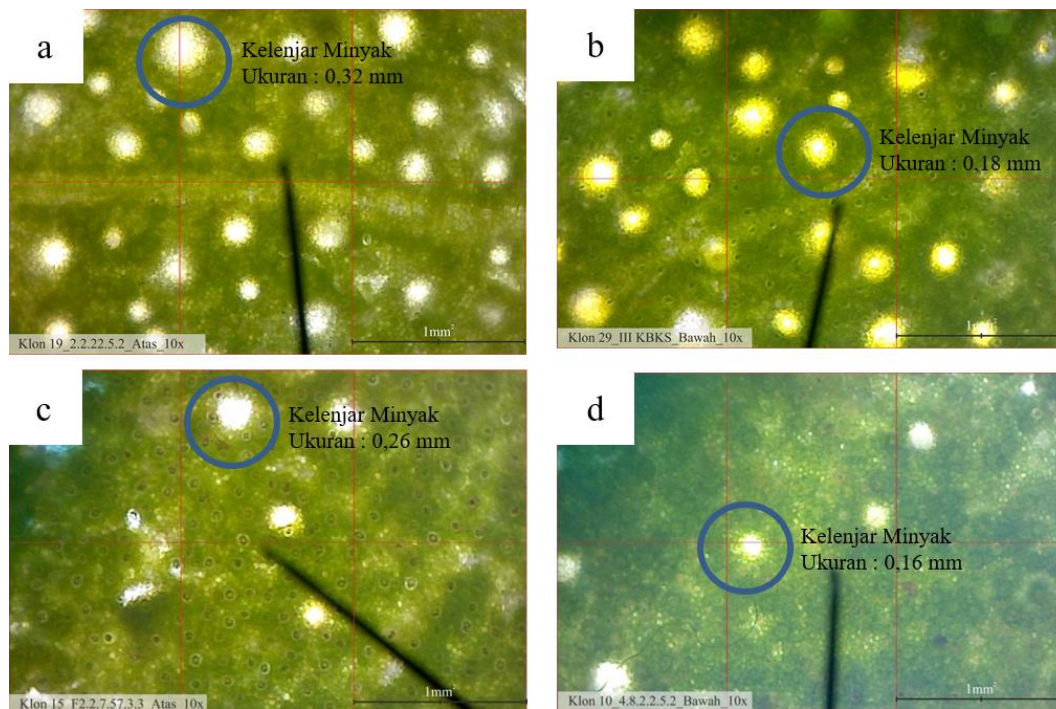
Tabel 3. Tabel DMRT Pengaruh Macam Klon terhadap Jumlah Kelenjar Minyak

Macam Klon	Jumlah Kelenjar Minyak/mm ² (unit)	
	Epidermis Atas (ea)	Epidermis Bawah (eb)
Klon 1	1,83±1,49 ^{efgh}	4±1,46 ^{abcde}
Klon 2	3,33±1,47 ^{cdefg}	4,67±1,46 ^{abc}
Klon 3	4±1,49 ^{abcde}	3,67±1,46 ^{abcde}
Klon 4	2,17±1,49 ^{efgh}	2,5±1,46 ^{cdef}
Klon 5	2,33±1,50 ^{defgh}	2,83±1,45 ^{bcddef}

Macam Klon	Jumlah Kelenjar Minyak/mm ² (unit)	
	Epidermis Atas (ea)	Epidermis Bawah (eb)
Klon 6	1,67±1,50 ^{gh}	4,5±1,46 ^{abcd}
Klon 7	4,67±1,50 ^{abc}	4±1,42 ^{abcde}
Klon 8	3,83±1,47 ^{abcdef}	3,67±1,42 ^{abcde}
Klon 9	3,67±1,47 ^{bcdefg}	3,83±1,42 ^{abcde}
Klon 10	1,67±1,47 ^{gh}	1±1,42 ^f
Klon 11	3,17±1,45 ^{cdefg}	1,83±1,38 ^{ef}
Klon 12	2,67±1,47 ^{cdefgh}	2,83±1,37 ^{bcdef}
Klon 13	3,17±1,49 ^{cdefgh}	2,67±1,39 ^{bcdef}
Klon 14	5,83±1,51 ^a	2,33±1,40 ^{def}
Klon 15	1,17±1,43 ^h	2,5±1,39 ^{cdef}
Klon 16	2,5±1,37 ^{defgh}	3±1,41 ^{abcdef}
Klon 17	4,67±1,38 ^{abc}	3±1,43 ^{abcdef}
Klon 18	3,17±1,37 ^{cdefgh}	2±1,45 ^{ef}
Klon 19	5,5±1,40 ^{ab}	4,33±1,44 ^{abcd}
Klon 20	3,33±1,30 ^{cdefg}	2,67±1,46 ^{bcdef}
Klon 21	2,83±1,32 ^{cdefgh}	3,33±1,47 ^{abcde}
Klon 22	2,17±1,30 ^{efgh}	3±1,49 ^{abcdef}
Klon 23	4±1,32 ^{abcde}	4,67±1,51 ^{abc}
Klon 24	4,33±1,30 ^{abcd}	3,67±1,47 ^{abcde}
Klon 25	4±1,26 ^{abcde}	3,5±1,49 ^{abcde}
Klon 26	3±1,24 ^{cdefgh}	2,67±1,53 ^{bcdef}
Klon 27	3,17±1,28 ^{cdefgh}	3±1,55 ^{abcdef}
Klon 28	3,5±1,27 ^{bcdefg}	4±1,56 ^{abcde}
Klon 29	4,17±1,31 ^{abcde}	4,33±1,57 ^{abcd}
Klon 30	3±1,28 ^{cdefgh}	3,33±1,59 ^{abcde}
Klon 31	2,83±1,35 ^{cdefgh}	2,67±1,69 ^{bcdef}
Klon 32	2,17±1,40 ^{efgh}	1,83±1,80 ^{ef}
Klon 33	2,5±1,41 ^{defgh}	3±1,75 ^{abcdef}
Klon 34	2,33±1,49 ^{defgh}	2,5±1,86 ^{cdef}
Klon 35	3,5±1,48 ^{bcdefg}	4,83±1,65 ^{ab}
Klon 36	4±1,90 ^{abcde}	5,17±1,83 ^a
Mean	3,2181	3,2592
F hitung	4,785**	3,748**
C/V	14,538%	14,815%

Berdasarkan data uji lanjut menggunakan DMRT di Tabel 3. pada taraf 1% dapat dipahami bahwa macam klon berbeda nyata terhadap parameter jumlah kelenjar minyak/mm². Hal ini merupakan indikasi bahwa terdapat perbedaan anatomi pada masing-masing klon terutama pada jumlah kelenjar minyak. Pada parameter jumlah kelenjar minyak, pada epidermis atas, klon dengan jumlah kelenjar minyak terbanyak/mm² adalah klon 14 sebanyak 5,83 dan paling sedikit adalah klon 15 sebanyak 1,17, sedangkan pada

epidermis bawah, klon dengan jumlah kelenjar minyak terbanyak adalah klon 36 sebanyak 5,17 dan paling sedikit adalah pada klon 10 sebanyak 1,00. Pada parameter jumlah stomata, jumlah stomata terbanyak pada epidermis atas terdapat 2 klon yaitu klon 7 dan 8 sebanyak 5,667 dan paling sedikit adalah klon 34 sebanyak 2,00, sedangkan pada epidermis bawah, klon dengan stomata paling banyak adalah klon 13 sebanyak 5,00 dan paling sedikit adalah klon 4 sebanyak 1,17.



Gambar 3. Klon dengan jumlah kelenjar minyak terendah dan tertinggi pada epidermis atas dan bawah, (a) klon 19 tertinggi pada epidermis atas, (b) klon 29 tertinggi pada epidermis bawah, (c) klon 15 terendah pada epidermis atas, (d) klon 10 terendah pada epidermis bawah

Kelenjar minyak merupakan bagian/jaringan sekretori pada daun tanaman kayu putih yang berfungsi untuk menampung senyawa/minyak atsiri pada organ daun tanaman kayu putih. Berdasarkan tabel uji lanjut DMRT pada Tabel 3 dapat diamati bahwa setiap daun pada klon kayu putih memiliki jumlah dan persebaran yang berbeda-beda pada setiap mm^2 , hal tersebut merupakan indikasi keragaman genetik yang ada pada tanaman kayu putih, dimana jumlah dan persebaran kelenjar minyak pada masing-masing klon terdapat variasi. Menurut Prastyono (2017) konsentrasi minyak pada daun tanaman kayu putih selain dipengaruhi oleh jumlah kelenjar minyak, juga dipengaruhi oleh kerapatan dan juga ukuran dari kelenjar minyak tersebut, jumlah kelenjar minyak akan berkorelasi positif dengan kerapatan kelenjar minyak, terlebih lagi

pengamatan dilakukan dengan jumlah per satuan luas (1 mm^2). Produksi minyak atsiri pada tanaman, terutama senyawa 1,8-*Cineole* pada tanaman kayu putih ini tidak hanya dikendalikan oleh kelenjar minyak saja, akan tetapi juga diatur oleh faktor internal berupa genetik (gen), tipe, dan umur daun (Brophy *et al.*, 2013).

Jumlah kelenjar minyak pada daun tanaman kayu putih akan mengalami perubahan seiring dengan bertambahnya usia daun. Kelenjar minyak pada tanaman kayu putih akan mulai terbentuk bahkan pada saat daun immature/ daun muda yang belum sempurna, namun saat luas area daun bertambah, hal ini berkorelasi negatif dengan jumlah kelenjar minyak, dimana bertambahnya luas daun, akan berimplikasi kepada jumlah kelenjar minyak menjadi berkurang, hal ini secara tidak

langsung memberikan informasi bahwa jumlah kelenjar minyak akan dicapai maksimal sebelum dan mencapai ukuran maksimalnya. Jumlah kelenjar dan karakter kelenjar minyak pada tanaman kayu putih benar-benar dikendalikan oleh ekspresi gen, hal ini dibuktikan dengan penelitian [List *et al.* \(1995\)](#) dimana diberikan perlakuan stres air, pemberian unsur nitrogen, fosfor, dan juga intensitas cahaya tidak berpengaruh terhadap jumlah dan kerapatan kelenjar minyak.

Klon tanaman kayu putih yang digunakan dalam penelitian ini merupakan tanaman hasil propagasi menggunakan stek pucuk, dan dilakukan penanaman pertama/*pre-nursery* mulai tanggal 15 November 2007 (berumur 16 tahun saat pengamatan dilakukan) di Balai Besar Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan Sleman, Yogyakarta. Bahan tanam klon berasal dari berbagai provenans dan lokasi. Klon yang diamati merupakan klon yang telah memasuki usia produktif atau tanaman menghasilkan, karena tanaman kayu putih akan siap panen pada usia 3 tahun ([Rimbawanto, 2017](#)), sehingga klon yang diamati merupakan tanaman yang telah siap produksi, sehingga kondisi morfologis, fisiologi, terutama anatomi kelenjar minyaknya optimal untuk diamati.

Penelitian [Goodger *et al.* \(2018\)](#) menyatakan bahwa kelimpahan/kuantitas relatif kelenjar minyak diatur/dibawah kendali *ontogenetic* yang identik pada masing-masing spesies. Pada 36 klon kayu putih (*Melaleuca cajuputi* subsp. *cajuputi*) yang diamati jumlah kelenjar minyaknya, bagian permukaan daun dengan rerata jumlah kelenjar minyak/mm² terbanyak adalah pada bagian epidermis bawah

dengan rerata 3,2592, selisih yang cukup tipis dengan epidermis atas sebesar 3,2181, namun dilihat dari rerata yang ada pada kedua epidermis, tidak terdapat korelasi yang terlalu signifikan antara jumlah kelenjar minyak pada kedua permukaan epidermis daun.

Beberapa kelompok klon dengan rerata jumlah kelenjar minyak pada epidermis bawah yang tidak berbeda nyata adalah klon 2 dan 23 dengan notasi abc, klon 6, 19, dan 29 dengan notasi abcd, klon 1, 7, 28, 9, 3, 8, 24, 25, 21, dan 30 dengan notasi abcde, klon 16, 17, 22, 27, dan 33 dengan notasi abcdef, klon 5, 12, 13, 20, 26, dan 31 dengan notasi bcdef, klon 4, 15, dan 34 dengan notasi cdef, dan klon 18, 11, dan 32 dengan notasi ef, rentang rerata pada epidermis bawah adalah 1-5,17. Keragaman genetik jelas terdapat pada 36 klon tanaman kayu putih terutama dalam jumlah kelenjar minyaknya, jumlah kelenjar minyak yang berbeda pada tiap klon secara tidak langsung mengindikasikan adanya faktor internal yang beragam dalam ekspresi jumlah kelenjar minyak, sehingga ini merupakan ragam genetik atau bahkan kesamaan yang ada pada masing-masing klon yang diujikan.

Database yang memuat informasi terkait dengan jumlah kelenjar minyak/mm² pada tanaman kayu putih merupakan informasi penting untuk menentukan keragaman genetik berdasarkan anatomi daun masing-masing klon, selain untuk menentukan keragaman genetik, informasi jumlah kelenjar minyak juga penting untuk menentukan klon unggul dengan jumlah produksi minyak atsiri yang tinggi. Kerapatan, ukuran, dan jumlah kelenjar minyak akan menentukan konsentrasi dan jumlah minyak

atsiri pada daun (Prastyono, 2013). Klon dengan jumlah kelenjar minyak yang tinggi direkomendasikan untuk menjadi indukan/tetuan dalam pemuliaan tanaman karena potensinya yang unggul dalam karakter jumlah kelenjar minyak/mm² maupun akumulasinya dalam biomassa daun.

Koefisien Varians (KV) pada penelitian yang dilakukan tergolong dalam batas yang aman, parameter yang diamati menunjukkan keseluruhan KV dibawah 15 %, dimana keakuratan data pengamatan yang diperoleh cukup tinggi, kondisi KV yang tinggi terlebih diatas 20 % maka dapat mengindikasikan ketepatan suatu percobaan yang dilakukan adalah rendah bila ditinjau dari data (Gaspersz, 1991).

Melalui informasi kekerabatan dan similaritas yang diperoleh dari dendogram, tentunya akan memberikan informasi untuk pertimbangan sebelum melakukan pemuliaan tanaman kayu putih. Asal usul tetuan pada klon maupun keturunan dapat diprediksi melalui dendogram meskipun tidak selalu akurat, serta variasi karakter tanaman dapat dibandingkan antara masing-masing klon melalui pohon filogeni yang terbentuk melalui dendogram.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat dipahami bahwa pada 36 klon tanaman kayu putih yang telah diujikan, bila ditinjau dari segi karakter morfologi dan anatomi daun, keragaman genetik plasma nutfah dari klon tersebut cukup tinggi/luas. Terdapat 4 klaster yang terbentuk pada dendogram dan terdapat 8 klon dengan

kemiripan yang tinggi, dibuktikan dengan nilai disimilaritas 0,00. Klon yang memiliki hubungan kekerabatan ditinjau berdasarkan data terdapat kemiripan karakter morfologi dan anatomi daun pada beberapa parameter yang diamati. Keragaman plasma nutfah merupakan bahan/substansi genetik yang penting untuk kegiatan pemuliaan tanaman kayu putih. Saran berdasarkan penelitian yang telah dilakukan klon dengan keragaman yang luas dan memiliki karakter yang unggul untuk menunjang produksi minyak atsiri dapat digunakan sebagai indukan dalam pemuliaan tanaman guna mencapai keragaman maupun diperoleh varietas yang berorientasi agronomi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada seluruh pihak yang berperan dalam pelaksanaan penelitian, yang telah memberikan bantuan baik berupa material maupun non material. Terimakasih atas dukungan dari Fakultas Pertanian Universitas Tidar, seluruh rekan penelitian, dan juga mentor.

PERNYATAAN KONTRIBUSI

Aswin Hendry Atmoko, S.P (Penulis pertama/ketua riset) melakukan pengumpulan dan survei klon kayu putih dari intansi terkait, dan melakukan pengamatan di lapangan maupun laboratoium atau pengambilan data serta menyusun artikel. Tri Suwarni Wahyudiningsih melakukan penyusunan artikel dan mencari referensi terkait dalam penyusunan artikel. Noor Khomsah Kartikawati melakukan pengamatan di lapangan maupun di laboratorium, melakukan pemeliharaan klon kayu putih selama pengamatan maupun

sebelum pengamatan (pemindahan dari Yogyakarta ke Magelang), dan berperan dalam penyusunan artikel.

DAFTAR PUSTAKA

- Angermueller, C., Pärnamaa, T., Parts, L., & Stegle, O. (2016). Deep learning for computational biology. *Molecular systems biology*, 12(7), 1-16.
- Badan Pusat Statistik. (16, Mei 2022). Diakses pada September 28, 2023. *Domestic Sales Volume of Wood Product 2016-2021*.
- Blum, A. (2018). *Plant breeding for stress environments*. CRC press.
- Brophy, J. J., Craven, L. A., & Doran, J. C. (2013). *Melaleucas: their botany, essential oils and uses*. Australian Centre for International Agricultural Research (ACIAR).
- Chowdhury, M. R., Ahamed, M. S., Mas-Ud, M. A., Islam, H., Fatamatuzzohora, M., Hossain, M. F., ... & Matin, M. N. (2021). Stomatal development and genetic expression in *Arabidopsis thaliana* L. *Heliyon*, 7(8), 1-11.
- Dillon, R., Jeyasingham, J., Eades, S., & Read, S. (2015). Development of the Australia's Indigenous forest estate (2013) dataset. *ABARES Research Report*, (15.06).
- Ganesh, R., Sumesh, K. Roshan, D. (2020). *Cajuput Oil Market by Nature (Conventional and Organic), Application (Food & Beverages, Therapeutics & Cosmetics, Aromatherapy, and Fragrances), and Distribution Channel (Hypermarkets/Supermarkets, Specialty Stores, Online Channels, and Others): Global Opportunity Analysis and Industry Forecast*. Allied MARKET Research. United Kingdom. Unpublished.
- Gaspersz, V. (1991). Metode perancangan percobaan. *Armico. Bandung*, 427.
- Goodger, J. Q., Senaratne, S. L., Nicolle, D., & Woodrow, I. E. (2018). Differential metabolic specialization of foliar oil glands in *Eucalyptus brevistylis* Brooker (Myrtaceae). *Tree physiology*, 38(10), 1451-1460.
- Husi, H. (2019). *Computational biology*. Codon Publications. Singapore.
- Kartikawati, N. K., Rimbawanto, A., Susanto, M., & Baskorowati, L. (2014). *Budidaya dan Prospek Pengembangan Kayu Putih (Melaleuca Cajuputi)*. IPB Press.
- Karuniawan, A., Wicaksono, H. N., Ustari, D., Setiawati, T., & Supriatun, T. (2017). Identifikasi keragaman genetik plasma nutfah ubi kayu liar (*Manihot glaziovii* muell) berdasarkan karakter morfo-agronomi. *Kultivasi*, 16(3), 435-443.
- List, S., Brown, P. H., & Walsh, K. B. (1995). Functional anatomy of the oil glands of *Melaleuca alternifolia* (Myrtaceae). *Australian Journal of Botany*, 43(6), 629-641.
- Mangoendidjodjo, M. (2022). *Genetika Populasi*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Muslimin, I., Kurniawan, A., Kusdi. I. S. (2019). *Budidaya Tanaman Kayu Putih (Melaleuca cajuputi* subs. *cajuputi*) Unggul (F1) di KHDTK Kemampo, Sumatera Selatan. Balai Litbang Lingkungan Hidup dan Kehutanan (BP2LHK) Palembang.: Pengembangan Hasil Hutan Bukan Kayu Indonesia untuk Mendukung Bunga Rampai Sustainable Development Goals. *Prosiding*. 1(2), 100-121.
- Nasir, M. (2001). Keragaman Genetik Tanaman, hal 64. *Dalam: Makmur, A (Ed). Pengantar Pemuliaan Tanaman*. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta.
- Pai, P. (2021). Hierarchical clustering explained. *Towards Data Science*.
- Rimbawanto, A., Kartikawati, N. K., & Hardiyanto, E. B. (2017). *Minyak kayuputih dari tanaman asli Indonesia untuk masyarakat Indonesia*. Penerbit Kaliwangi. Yogyakarta, Kaliwangi.
- Sari, A. J., Sari, T., Sulistiono, S., Rahmawati, I., & Cintamulya, I. (2022, December). Tipe Stomata Daun pada Tanaman Peneduh Dominan di Taman Kota

- Kediri. In *Prosiding Seminar Nasional Kesehatan, Sains dan Pembelajaran* (Vol. 2, No. 1, pp. 442-446).
- Sumardi, S., Kartikawati, N. K., Prastyono, P., & Rimbawanto, A. (2018). Seleksi dan Perolehan Genetik pada Uji Keturunan Generasi Kedua Kayuputih (*Melaleuca Cajuputi* Subsp. *Cajuputi*) di Gunungkidul. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 12(1), 65-73.
- Tseng, Y. H., & Tsay, M. Y. (2013). Journal clustering of library and information science for subfield delineation using the bibliometric analysis toolkit: CATAR. *Scientometrics*, 95, 503-528.
- Widiyanto, A., & Siarudin, M. (2013). Karakteristik daun dan rendemen minyak atsiri lima jenis tumbuhan kayu putih. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 31(4), 235-241.