

ANALISIS FISILOGI STEK PUCUK DALAM PERBANYAKAN *Eucalyptus pellita* F. Muell TANPA MENGGUNAKAN HORMON

Physiological Analysis of Eucalyptus pellita F. Muell Shoot Cuttings in
Propagation Without the Application of Hormones

Muhammad Miftah Fadhlurrahman¹, Sri Wilarso Budi^{2*}, dan Arum Sekar Wulandari²

(Diterima 6 Maret 2024 /Disetujui 28 Maret 2024)

ABSTRACT

The plant species commonly used in Industrial Plantation Forests as raw material for pulp and paper is *Eucalyptus pellita*. One of the quality seeds of *E. pellita* is produced from superior clones by vegetative propagation, namely shoot cuttings. There are research results that show the propagation of certain clones has the highest Survival Rate when treated without using additional hormones. Therefore, it is necessary to conduct research on the propagation of *E. pellita* seed cuttings without using hormones. The results of the physiological analysis of *E. pellita* shoot cuttings showed that each parameter observed, namely IAA hormone content, C-organic, and N value, showed non-linear results with shoot age treatment. The results of measuring shoot length, number of nodes, and distance between nodes showed linear values with shoot age treatment. The results of observations of total Survival Rate, total roots and shoots showed that the 18 day shoot age treatment had the lowest value compared to other treatments. At the age of 2 weeks, it showed that the 21 day shoot age treatment had the fastest root growth ability compared to other treatments. Based on the results of height and diameter measurements at 12 weeks, it shows that 21 day old shoots have the best growth and Survival Rate so that they can be used as a basis for determining the age of shoots in the production of clone 148 seedlings on an operational scale.

Keywords: *E. pellita*, physiological, propagation, hormone

ABSTRAK

Jenis tanaman yang umum digunakan di Hutan Tanaman Industri (HTI) sebagai bahan baku *pulp* dan kertas adalah *Eucalyptus pellita*. Bibit berkualitas *E. pellita* salah satunya diproduksi dari klon unggul dengan perbanyakan secara vegetatif, yakni stek pucuk. Terdapat hasil penelitian yang menunjukkan bahwa perbanyakan klon tertentu memiliki nilai keberhasilan hidup tertinggi dengan perlakuan tanpa menggunakan hormon tambahan. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian perbanyakan bibit stek *E. pellita* tanpa menggunakan hormon. Hasil analisa fisiologi stek pucuk *E. pellita* menunjukkan setiap parameter yang diamati yakni kandungan hormon IAA, nilai C-organik, dan nilai N yang diamati menunjukkan hasil yang tidak linear dengan perlakuan umur tunas. Hasil pengukuran panjang tunas, jumlah *node*, dan jarak antar *node* menunjukkan nilai yang linear dengan perlakuan umur tunas. Hasil pengamatan total hidup (*Survival Rate*), total berakar dan bertunas menunjukkan perlakuan umur tunas 18 hari memiliki nilai terendah dibandingkan perlakuan lain. Pada umur 2 MST menunjukkan perlakuan umur tunas 21 hari memiliki kemampuan pertumbuhan akar paling cepat dibandingkan perlakuan lain. Berdasarkan hasil pengukuran tinggi dan diameter umur 12 MST menunjukkan perlakuan tunas umur 21 hari memiliki pertumbuhan dan *Survival Rate* terbaik sehingga dapat menjadi dasar penentuan umur tunas dalam produksi bibit klon 148 skala operasional.

Kata kunci: *E. pellita*, fisiologi, perbanyakan, hormon

¹ Mahasiswa Program Studi Silvikultur Tropika Departemen Silvikultur Fakultas Kehutanan dan Lingkungan IPB University
Jl. Ulin Kampus IPB, Dramaga, Bogor Jawa Barat, Indonesia 16680

² Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, IPB University
Jl. Ulin Kampus IPB, Dramaga, Bogor Jawa Barat, Indonesia 16680

* Penulis korespondensi:
e-mail: swilarso@apps.ipb.ac.id

PENDAHULUAN

Pertumbuhan Hutan Tanaman Industri (HTI) sebagai bahan baku pulp dan kertas di Indonesia sejak tahun 1990 terus meningkat (Badan Pusat Statistik 2021). Secara umum jenis-jenis yang dikembangkan diantaranya adalah *Acacia mangium* dan *Eucalyptus pellita*. Pada saat ini jenis *A. mangium* mulai ditinggalkan karena adanya serangan hama dan penyakit (Hardiyanto *et al.* 2024). Bibit berkualitas baik diharapkan menghasilkan tegakan dengan produktivitas tinggi dan tahan terhadap serangan hama serta penyakit. Upaya tersebut salah satunya diwujudkan dengan memproduksi bibit *E. pellita* dari klon unggul dengan perbanyakan secara vegetatif, yakni stek pucuk. Klon unggul dalam produktivitas dan ketahanan terhadap hama penyakit serta keseragaman yang tinggi akan menghasilkan tegakan dengan produktivitas yang optimal. Perbanyakan stek pucuk juga sangat mudah dilakukan, tidak memerlukan tingkat keahlian yang tinggi (Sulichantini 2016).

Terdapat dua kategori bahan stek pucuk untuk perbanyakan *E. pellita* yakni: stek pucuk makro (*macro-cutting*) dan stek pucuk mini (*mini-cutting*). Perbedaannya adalah stek makro tidak mempertahankan keberadaan tunas apikal sedangkan stek mini mempertahankan keberadaan tunas apikal. Hal tersebut menjadikan bahan stek pucuk makro berukuran lebih kecil dari pada bahan stek pucuk mini. Perbanyakan salah satu klon unggul di PT. Musi Hutan Persada (MHP) yakni klon 148 diperbanyak menggunakan metode stek pucuk mini.

Perbanyakan stek pucuk umumnya menggunakan hormon untuk memicu pertumbuhan akar. Jenis hormon yang umum digunakan adalah hormon auksin. Dalam penelitian Fogaça and Fett-Neto AG (2005) menyebutkan hormon auksin dapat memiliki peran sentral dalam menentukan kapasitas *rooting* dengan mempengaruhi kemampuan berakar (*rooting ability*) dari bahan stek yang mana hal tersebut sangat berperan penting dalam keberhasilan perbanyakan secara vegetatif (stek). Hormon auksin jenis IAA (*Indole Acetic Acid*) dan IBA (*Indole Butyric Acid*) merupakan hormon yang umum digunakan dalam perbanyakan bibit stek *E. pellita*. Brondani *et al.* (2012) menyebutkan IBA dapat menyebabkan perubahan metabolisme enzim, karbohidrat, RNA, DNA, dan protein yang dapat memengaruhi (berupa mendorong atau menghambat) regenerasi akar adventif selama proses diferensiasi sel akar berlangsung.

Namun, terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan hormon untuk perbanyakan bibit stek *E. pellita* yaitu dibutuhkan biaya dalam penyediaan hormon, alokasi waktu tambahan dan keterampilan bagi pekerja. Selain itu, hasil penelitian Sarpong *et al.* (2021) menunjukkan terdapat beberapa klon yang memiliki nilai keberhasilan hidup (*Survival Rate*) tertinggi dengan perlakuan tanpa menggunakan hormon IBA. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian pada stek *E. pellita* yang banyak digunakan oleh perusahaan HTI.

Penelitian mengenai analisis fisiologis pada bahan stek pucuk mini yang digunakan untuk perbanyakan tanpa menggunakan hormon diperlukan untuk

mengetahui kondisi fisiologis seperti apa yang dapat mendukung pembentukan akar dan pertumbuhan bibit stek pucuk mini tanpa menggunakan hormon. Pengetahuan kondisi fisiologis tersebut juga dapat menjadi dasar dalam pengembangan perbanyakan bibit dengan metode stek pucuk mini *E. pellita*. Kondisi fisiologis yang dimaksud adalah konsentrasi auksin endogen dan C (Carbon) / N (Nitrogen) rasio yang terdapat pada bahan stek yang digunakan. Siregar dan Djam'an (2017) menyebutkan bahan stek yang memiliki kadar C rendah dan N yang tinggi dapat menyebabkan bahan stek mudah menjadi busuk. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis konsentrasi hormon endogen IAA pada stek pucuk yang digunakan untuk perbanyakan tanpa menggunakan hormon serta menganalisis umur tunas yang memiliki kondisi fisiologis dan pertumbuhan yang optimum.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan selama 3 bulan. Persiapan bahan stek hingga penanaman dilakukan di Nursery Divisi *Research and Development* (RnD) PT. Musi Hutan Persada sedangkan analisis konsentrasi hormon IAA dan rasio C/N dilakukan di Pusat Penelitian Bioteknologi dan Bioindustri Indonesia (PPBBI), Bogor.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan antara lain gunting stek, HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*), alat tulis, papan jalan, penggaris, jangka sorong, kantung plastik, label, laptop dengan aplikasi Microsoft Word, Microsoft Excel, SAS 9.0, dan peralatan pendukung dokumentasi. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain bahan stek tanaman *Eucalyptus pellita*, *cocopeat*, pupuk osmokot, dan pupuk TSP granular.

Prosedur Penelitian

Tahapan kegiatan yang dilakukan pada penelitian ini meliputi pembuatan rancangan percobaan, persiapan dan pemanenan bahan stek, penanaman bahan stek, pengamatan, pengukuran dan analisis data. Tata pelaksanaan dari prosedur penelitian ini sebagai berikut:

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 1 faktor yakni umur bahan stek. Umur bahan stek terbagi menjadi lima yakni umur 30 hari, 27 hari, 24 hari, 21 hari dan 18 hari. Setiap perlakuan memiliki ulangan sebanyak 5 kali dan setiap ulangan terdiri dari 96 bahan stek (1 tray ukuran 96) sehingga total terdapat 2400 bahan stek (480 bahan stek setiap perlakuan) untuk ditanam. Selain itu, dipersiapkan juga bahan stek seberat 100 gram pada setiap perlakuan untuk analisis fisiologis berupa kandungan hormon IAA dan C/N rasio.

Persiapan dan Pemanenan Bahan Stek

Persiapan bahan stek dilakukan dengan memproduksi / mengambil bahan stek dari *stool plant* (induk bahan stek) yang berada di kebun pangkas. Ukuran bahan stek yang dipanen adalah sesuai perlakuan yakni stek umur 18-30 hari sejak *stool plant* tersebut dilakukan pemangkasan/*topping*. Pemanenan bahan stek dilakukan secara bersamaan pada variabel umur bahan stek 30 hari sehingga proses *topping* dilakukan pada hari yang berbeda. Setiap bahan stek dilakukan pengukuran panjang dan jarak antar ruas. Bahan stek yang akan dianalisis disimpan ke dalam *ice box* dan di kirim ke Pusat Penelitian Bioteknologi dan Bioindustri Indonesia di Bogor.

Penanaman Bahan Stek

Penanaman bahan stek dilakukan dengan media *cocopeat* yang dipadatkan serta ditambahkan pupuk osmokot sebanyak 5 kg/m³ dan TSP granular sebanyak 3 kg/m³. Bahan stek yang telah ditanam diletakkan di dalam *misting house* selama 4 pekan, *shading area* 2 pekan, dan open area 6 pekan atau hingga bibit berumur 12 pekan. Penyiraman di *misting house* dilakukan secara otomatis setiap lima menit sekali dengan durasi setiap kali penyiraman adalah 15 detik dimulai pukul 07.00 hingga 18.00. Penyiraman di *shading area* dan *open area* dilakukan pada pagi, siang, dan sore hari dengan lama penyiraman disesuaikan dengan kondisi cuaca di hari penyiraman.

Parameter yang Diamati

Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah jarak antar ruas (*node*) pada bahan stek tunas yang digunakan, kemampuan tumbuh stek yakni kemampuan stek berakar dan bertunas, jumlah stek bertunas dan berakar (*rooting succes*) serta tinggi dan diameter bibit stek pada umur 6 minggu hingga 12 minggu setelah tanam (MST). Dilakukan juga analisis kondisi fisiologis berupa konsentrasi hormon IAA dan rasio C/N berdasarkan umur bahan stek. Selain itu, dilakukan pengamatan lingkungan berupa suhu dan kelembapan selama di *misting house*.

Pengamatan stek mulai berakar (*Rooting Rate*)

Pengamatan stek mulai berakar dimulai dua minggu setelah penanaman dan seterusnya selang dua minggu sampai stek berumur 1 bulan.

Pengukuran *Persentase Bertunas*

Persentase bertunas diperoleh dengan membandingkan jumlah bahan stek yang bertunas dengan bahan stek

yang tidak bertunas. Data ini diukur pada 4 minggu setelah bahan stek ditanam.

Pengukuran *Persentase Hidup (Survival Rate)*

Persentase hidup atau *Survival Rate* diperoleh dengan membandingkan jumlah bahan stek yang hidup dengan jumlah bahan stek yang mati. Data ini mulai diambil pada 2 minggu setelah bahan stek ditanam.

Pengukuran Tinggi dan Diameter

Pengukuran tinggi bibit dan diameter bibit mulai dilakukan pada saat 6 minggu setelah bahan stek ditanam hingga berumur 12 minggu. Pengukuran tinggi dimulai dari pangkal batang hingga ke bagian tunas bibit sedangkan diameter bibit diukur pada ketinggian 1 cm dari media tanam.

Analisis Konsentrasi Hormon IAA dan C/N Rasio Bahan Stek

Analisis konsentrasi hormon IAA menggunakan alat High Performance Liquid Chromatography (HPLC). Prosedur pengujian mengikuti metode Lacobellis *et al.* (1998) yakni Eluen yang digunakan dibuat dari campuran metanol dan air (*waters*) dengan perbandingan 60 : 40 v/v kemudian disaring dengan membran selulosa asetat dengan porositas 0,2 µm. Sebanyak 0,0025 g IAA standar dilarutkan dalam 20 ml metanol glacial dan diencerkan secara bertahap dengan metanol glacial dengan perbandingan 1 : 1. Sampel, eluen dan IAA standar disonikasi selama 15 menit. Kemudian eluen di-*running* dalam kolom HPLC shimpak CLC-ODS C-18 dengan diameter 0,6 mm dan ditunggu selama 10 menit. Sebanyak 10 µl IAA standar dengan berbagai konsentrasi disuntikan ke dalam kolom HPLC. Setelah itu, sebanyak 10 µl sampel pada berbagai pengenceran disuntikan ke dalam kolom HPLC. Kondisi pengukuran dilakukan pada suhu kolom 400C, kecepatan alir 1 ml/menit dan panjang gelombang 280 nm. Hasil yang positif ditunjukkan dengan waktu retensi kromatogram sampel relatif sama dengan waktu retensi kromatogram IAA standar. Konsentrasi fitohormon IAA yang dihasilkan dapat dihitung dengan menggunakan variabel area IAA standar, area sampel dan faktor pengencerannya. Analisis C (karbohidrat) menggunakan metode Titrimetri dan Kjeldahl untuk N (nitrogen).

Pengolahan dan Analisis Data

Data hasil pengamatan diuji secara statistik menggunakan ANOVA. Data diolah menggunakan *software* statistik SAS 9.0 dan Microsoft Excel.

Tabel 1 Hasil analisa parameter fisiologi (hormon IAA, C-Organik, dan N)

No.	Umur Tunas	Parameter			
		IAA (mg/kg)	C-Organik (%)	N (%)	C/N
1	30	25.51	51.68	2.36	21.9
2	27	36.55	45.3	1.83	24.75
3	24	26.68	44.23	1.47	30.09
4	21	33.65	45.65	2.23	20.47
5	18	34.82	50.53	2.26	22.36
	Metode	HPLC	Spektro	Kjeldahl	Perhitungan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis fisiologi umur bahan stek mini *E. pellita*

Berdasarkan Tabel 1, setiap parameter analisa fisiologi menunjukkan hasil yang tidak linear dengan perlakuan umur tunas. Semakin bertambahnya umur tunas tidak menunjukkan semakin bertambahnya kandungan / nilai parameter yang diamati. Begitu pun sebaliknya, semakin berkurang umur tunas tidak menunjukkan semakin berkurangnya kandungan hormon IAA, nilai C-organik, dan nilai N yang diamati. Namun, terdapat hubungan yang linear antara nilai C-organik dan nilai N. Semakin besar nilai C-Organik semakin besar pula nilai N. Berdasarkan nilai C-organik dan N mulai dari yang terbesar hingga yang terkecil adalah perlakuan umur tunas 30 hari, 18 hari, 21 hari, 27 hari, dan 24 hari. Nilai C-organik yang dibagi dengan nilai N sehingga diperoleh nilai rasio C/N menunjukkan nilai terbesar dimiliki oleh perlakuan 24 hari dan nilai terkecil dimiliki oleh perlakuan 21 hari atau secara berurutan adalah umur 24 hari, 27 hari, 18 hari, 30 hari, dan 21 hari. Selain itu, berdasarkan Tabel 1 terdapat informasi bahwa perlakuan umur tunas 21 hari memiliki kandungan hormon IAA, nilai C-organik, dan N yang konsisten yakni selalu berada di urutan ketiga baik dari urutan terbesar maupun urutan terkecil atau berada di tengah-tengah.

Hasil pengukuran parameter panjang tunas, jumlah *node*, dan jarak antar *node*

Hasil pengukuran panjang tunas, jumlah *node*, dan jarak antar *node* pada Tabel 2 menunjukkan nilai yang linear dengan perlakuan umur tunas. Semakin besar atau tua umur tunas maka parameter yang diamati yakni panjang tunas, jumlah *node*, dan jarak antar *node* akan semakin besar. Sebaliknya semakin kecil atau muda umur tunas, panjang tunas, jumlah *node*, dan jarak antar *node* akan semakin kecil. Hal ini sejalan dengan pertumbuhan pada tunas tanaman, semakin tua tunas, pertumbuhan tunas akan semakin besar. Metode mini

cutting yang mempertahankan keberadaan tunas apikal menjadikan jumlah *node* dan jarak antar *node* menjadi penting. Kuppusamy *et al.* (2019) menyebutkan jumlah *node* dan jarak antar *node* menjadi hal yang perlu diperhatikan agar dapat menjaga keseragaman tunas saat dipanen dan ditanam. Selain mempertimbangkan ukuran tunas, tingkat juvenilitas tunas juga perlu diperhatikan, Bonga dan Durzan (2012) menyebutkan kondisi tanaman yang juvenil dapat mendukung kemampuan berakar materi stek.

Hasil pengamatan parameter total hidup, total berakar, dan total bertunas

Berdasarkan Tabel 3, nilai total berakar terendah dimiliki oleh perlakuan umur tunas 18 hari baik pada umur 2 MST dan 4 MST yakni 3.3% dan 20%. Nilai total berakar tertinggi pada umur 2 MST dimiliki oleh perlakuan umur tunas 21 hari yakni 18.1% sedangkan perlakuan umur tunas 30, 27, dan 24 hari masing-masing adalah 12.1%, 13.5%, dan 14.8%. Pada umur 4 MST, nilai total berakar tertinggi dimiliki oleh perlakuan umur tunas 27 hari yakni 55.83% sedangkan perlakuan umur tunas 30, 24, dan 21 hari masing-masing adalah 45%, 49.6%, dan 46.9%. Nilai total bertunas pada umur 4 MT menunjukkan perlakuan umur tunas 18 hari masih memiliki nilai terendah yakni 70.2% sedangkan nilai total bertunas tertinggi dimiliki oleh perlakuan umur tunas 27 hari yakni 94.4% namun demikian nilai total



Gambar 1 Pengukuran panjang tunas, jumlah *node*, dan jarak antar *node*

Tabel 2 Hasil pengamatan panjang tunas, jumlah *node*, dan jarak antar *node*

Perlakuan Umur Tunas	Panjang Tunas (cm)	Rerata	
		Jumlah Node	Jarak antar Node (cm)
30	10.9 ^a	3.4 ^a	3.8 ^a
27	8.2 ^b	3.1 ^b	3.1 ^b
24	7.7 ^c	2.9 ^c	2.9 ^b
21	6.6 ^d	2.8 ^{cd}	2.7 ^c
18	5.3 ^e	2.7 ^d	2.0 ^d

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam 1 perlakuan menunjukkan pengaruh yang tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan taraf 5%.

Tabel 3 Hasil pengamatan berakar dan bertunas umur 2-4 MST

No.	Perlakuan Umur Tunas	Total Berakar (%)		Total Bertunas (%)	
		Umur (MST)		Umur (MST)	
		2	4	4	4
1	30	12.1	45	90.2	
2	27	13.5	55.8	94.4	
3	24	14.8	49.6	90.6	
4	21	18.1	46.9	91.3	
5	18	3.3	20	70.2	

bertunas yang dimiliki tidak berbeda signifikan dengan perlakuan umur tunas 30, 24, dan 21 hari yakni 90.2%, 90.6%, dan 91.3%.

Hasil pengamatan total berakar dan bertunas menunjukkan perlakuan umur tunas 18 hari memiliki nilai terendah dibandingkan perlakuan lain baik pada umur 2 MST maupun 4 MST. Pada umur 2 MST menunjukkan perlakuan umur tunas 21 hari memiliki kemampuan pertumbuhan akar paling cepat dibandingkan perlakuan lain. Namun pada umur 4 MST menunjukkan total berakar terbanyak dimiliki oleh perlakuan umur tunas 27 hari, hal ini sejalan dengan nilai total bertunas terbesar pada umur 4 MST juga dimiliki oleh perlakuan umur tunas 27 hari. Pertumbuhan akar yang baik akan mendukung pertumbuhan tunas yang baik, hal ini sejalan dengan Nakhooda dan Jain (2016) yang menyebutkan bahwa kemampuan stek membentuk akar menentukan hidup dan matinya tanaman. Selain itu, hasil pengamatan perlakuan umur tunas 18 hari juga menunjukkan nilai total berakar yang rendah diiringi dengan nilai total bertunas yang rendah, begitu pun sebaliknya yakni nilai total berakar yang tinggi diiringi dengan nilai total bertunas yang tinggi.

Hasil pengukuran parameter tinggi dan diameter umur 6-12 MST

Berdasarkan Tabel 4 hasil pengukuran tinggi dan diameter, pada umur 6 minggu setelah tanam (MST) menunjukkan perlakuan umur tunas 30 dan 24 hari memiliki pertumbuhan tinggi terbaik yakni 13.8 cm dengan nilai total hidup (SR) sebesar 93.8% sedangkan pertumbuhan diameter terbaik dimiliki oleh perlakuan tunas umur 30 hari yakni 1.2 mm dengan nilai SR sebesar 93.8%. Pertumbuhan tinggi dan diameter terendah umur

6 MST dimiliki oleh perlakuan umur tunas 18 hari yakni 8.9 cm dan 0.9 mm dengan nilai SR sebesar 68.8%. Perlakuan lain yakni umur tunas 27 dan 21 hari pada 6 MST memiliki tinggi 13.4 cm, 13.7 cm dan diameter 1-1.1 mm serta nilai SR sebesar 93.8%, 98.1%, dan 98.1%.

Pada pengukuran umur 8 MST, tinggi dan diameter terbaik serta terendah dimiliki oleh perlakuan umur tunas 30 hari dan umur tunas 18 hari yakni tinggi 19.2 cm dan 13.7 cm serta diameter 1.4 mm dan 1.1 mm juga nilai SR sebesar 90.6% dan 66.9%. Perlakuan lain yakni umur tunas 27, 24, dan 21 hari pada 8 MST masing-masing memiliki tinggi 18 cm, 18.2 cm, dan 18.3 cm, diameter sebesar 1.2-1.3 mm, dan nilai SR sebesar 95%, 92.5%, dan 95%. Pada pengukuran umur 10 MST, tinggi terbaik serta terendah masih dimiliki oleh perlakuan umur tunas 30 hari dan 18 hari yakni tinggi 20.9 cm dan 15.3 cm dengan nilai SR sebesar 90% dan 59.4% sedangkan diameter terbaik serta terendah dimiliki oleh perlakuan umur tunas 21 hari dan 18 hari yakni 1.8 mm dan 1.6 mm. Perlakuan lain yakni umur tunas 27, 24, dan 21 hari pada 10 MST masing-masing memiliki tinggi 20.2 cm, 20.4 cm, dan 20.1 cm dengan nilai SR sebesar 94.4%, 92.5%, dan 95% sedangkan diameter perlakuan tunas umur 30, 27, dan 24 hari masing-masing sebesar 1.6 mm, 1.6 mm, dan 1.7 mm.

Pada umur 12 MST, tinggi terbaik masih dimiliki oleh perlakuan umur tunas 30 hari yakni 25.8 cm dengan nilai SR sebesar 90% sedangkan diameter terbaik dimiliki oleh perlakuan umur tunas 21 hari yakni 2.3 mm. Pertumbuhan tinggi dan diameter terendah masih dimiliki oleh perlakuan umur tunas 18 hari yakni tinggi 19.7 cm dan diameter 2 mm dengan nilai SR sebesar 59.4%. Tinggi perlakuan umur tunas lain yakni 27, 24, dan 21 hari adalah sebesar 24.7 cm, 24.8 cm dan 25 cm

Tabel 4 Hasil Pengukuran tinggi (Tg), diameter (Dia), dan total hidup (SR) umur 6-12 MST

No.	Perlakuan	Umur (MST)											
		6			8			10			12		
		Tg (cm)	Dia (cm)	SR (%)	Tg (cm)	Dia (cm)	SR (%)	Tg (cm)	Dia (cm)	SR (%)	Tg (cm)	Dia (cm)	SR (%)
1	30	13.8 ^a	1.2 ^a	93.8 ^a	19.2 ^a	1.4 ^a	90.6 ^a	20.9 ^a	1.6 ^b	90.0 ^a	25.8 ^a	2.0 ^b	90.0 ^a
2	27	13.4 ^a	1.1 ^b	98.1 ^a	18.0 ^b	1.3 ^b	95.0 ^a	20.2 ^a	1.6 ^b	94.4 ^a	24.7 ^a	2.1 ^b	94.4 ^a
3	24	13.8 ^a	1.0 ^c	93.8 ^a	18.2 ^{ab}	1.2 ^c	92.5 ^a	20.4 ^a	1.7 ^b	92.5 ^a	24.8 ^a	2.1 ^b	92.5 ^a
4	21	13.7 ^a	1.1 ^{cb}	98.1 ^a	18.3 ^{ab}	1.3 ^b	95.0 ^a	20.1 ^a	1.8 ^a	95.0 ^a	25.0 ^a	2.3 ^a	95.0 ^a
5	18	8.9 ^b	0.9 ^d	68.8 ^b	13.7 ^{ac}	1.1 ^c	66.9 ^b	15.3 ^b	1.6 ^b	59.4 ^b	19.7 ^b	2.0 ^b	59.4 ^b

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam 1 perlakuan menunjukkan pengaruh yang tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan taraf 5%.



Gambar 2 Pengamatan persen bertunas (A) dan berakar (B) serta pertumbuhan akar dari setiap perlakuan stek umur 18, 21, 24, 27, dan 30 hari (kiri-kanan)

serta diameter sebesar 2 mm, 2.1 mm dan 2.1 mm dengan nilai SR sebesar 94.4%, 92.5%, dan 95%.

Hasil pengukuran tinggi dan diameter umur 6 MST hingga 12 MST menunjukkan perlakuan umur tunas 18 hari memiliki pertumbuhan paling rendah baik pada parameter tinggi maupun diameter. Pertumbuhan terbaik pada parameter tinggi umur 6 hingga 12 MST dimiliki oleh perlakuan umur tunas 30 hari. Pada parameter diameter umur 6-8 MST, pertumbuhan terbaik dimiliki oleh perlakuan umur tunas 30 hari. Pertumbuhan diameter pada umur 10 MST menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan, sedangkan pada umur 12 MST pertumbuhan diameter terbaik dimiliki oleh perlakuan umur tunas 21 hari.

Pertumbuhan terendah pada perlakuan umur tunas 18 hari dapat disebabkan ukuran tunas yang masih kecil, ukuran tunas yang masih kecil menunjukkan jumlah cadangan makanan yang sedikit. Cadangan makanan menjadi salah satu faktor yang dapat mempengaruhi keberhasilan tanaman stek (Hartman 1997). Sebagaimana data pada tabel pengukuran tunas, perlakuan umur tunas 18 hari memiliki panjang tunas rata-rata paling kecil yakni 5.3 cm serta jumlah *node* paling sedikit yakni rata-rata 2.7. Berbeda dengan perlakuan umur tunas 30, 27, 24 dan 21 hari yang memiliki rata-rata panjang tunas serta jumlah *node* masing-masing 10.9 cm, 8.2 cm, 7.7 cm, dan 6.6 cm serta 3.4, 3.1, 2.9, dan 2.8 *node*. Hal ini ditunjukkan pada persen berakar umur 2 dan 4 minggu, perlakuan tunas umur 18 hari memiliki kemampuan berakar yang paling rendah dibandingkan perlakuan lainnya. Hal tersebut juga menjadikan perlakuan umur tunas 18 hari memiliki nilai SR paling rendah serta nilai SR yang terus menerus turun mulai dari 2 MST hingga 12 MST. Kemampuan stek menumbuhkan akar menentukan hidup dan matinya tanaman stek (Nakhoda dan Jain 2016).

Pada parameter pertumbuhan tinggi, mulai dari umur 6 MST hingga 12 MST menunjukkan perbedaan yang tidak terlalu signifikan atau berbeda nyata. Perbedaan nyata yang terjadi disebabkan perlakuan umur tunas 18 hari memiliki pertumbuhan tinggi yang lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Berdasarkan hal tersebut, perlakuan tunas umur 21, 24, 27 dan 30 hari memiliki pertumbuhan tinggi yang baik. Jika dibandingkan dengan pertumbuhan diameter, pertumbuhan tinggi dari waktu ke waktu menunjukkan penambahan ukuran yang nyata, hal ini sejalan dengan Wilson (2000) yang menyebutkan pertumbuhan semai akan lebih terlihat pada pertumbuhan meningginya, hal ini ditandai dengan aktifnya pertumbuhan jaringan-

jaringan meristematik dari sel-sel kuncup terminal dikarenakan adanya dominasi apikal yang dikontrol oleh aktivitas hormon auksin pada bagian kuncup terminal. Dengan demikian umumnya akan terjadi pertumbuhan tinggi yang lebih cepat dibandingkan dengan pertumbuhan diameternya.

Pada parameter pertumbuhan diameter, perbedaan yang cukup nyata terjadi pada umur 6 dan 8 MST sedangkan umur 10 dan 12 MST memiliki perbedaan yang tidak terlalu nyata. Pada umur 6 dan 8 MST menunjukkan pertumbuhan diameter terbesar dimiliki oleh perlakuan tunas umur 30 hari, hal tersebut dapat disebabkan umur tunas yang memang sudah berukuran besar dari awalnya, sedangkan pada umur 10 dan 12 MST menunjukkan pertumbuhan diameter terbesar dimiliki oleh perlakuan umur 21 hari. Pertumbuhan diameter terbaik umur 10 dan 12 MST yang dimiliki oleh perlakuan umur tunas 21 hari dapat disebabkan pertumbuhan akar yang optimal sehingga dapat mendukung pertumbuhan yang lebih baik (Kuppusamy *et al.* 2019), hal ini dibuktikan dengan perlakuan umur tunas 21 hari yang memiliki nilai total berakar terbesar pada umur 2 MST (Tabel 3) sehingga menunjukkan pertumbuhan akar tercepat dibandingkan perlakuan lainnya. Hasil penelitian Lodama *et al.* (2016) menunjukkan diperlukan perlakuan terkait waktu yang tepat agar dapat memberikan kondisi fisiologis tanaman yang optimal dalam mendukung kemampuan materi stek berakar sehingga memiliki pertumbuhan yang baik. Jika dibandingkan dengan perlakuan umur tunas 24, 27, dan 30 hari, maka perlakuan umur tunas 21 hari merupakan umur termuda sehingga memberikan kondisi materi stek yang lebih juvenil. Bonga dan Durzan (2012) menyebutkan kondisi tanaman yang juvenil dapat mendukung kemampuan berakar materi stek. Kemampuan berakar terbaik materi stek didukung oleh tingkat juvenilitas materi stek (De Assis *et al.* 2004).



Gambar 3 Pengukuran tinggi, diameter, dan total hidup (SR) umur 6-12 MST

Tabel 4 Nilai koefisien korelasi antara kondisi fisiologi dengan karakteristik tunas dan pertumbuhan tanaman

Karakter Morfologi	Kondisi Fisiologi				Umur Tunas
	IAA	C-Organik (C)	Nitrogen (N)	C/N	
Panjang tunas	-0.64tn	0.25tn	0.06tn	0.05tn	0.97**
Jumlah node	-0.51tn	0.33tn	0.14tn	-0.05tn	0.97**
Jarak antar node	-0.60tn	0.11tn	0.01tn	0.05tn	0.97**
Total berakar (4 MST)	-0.17tn	-0.64tn	-0.49tn	0.34tn	0.67tn
Total bertunas (4 MST)	-0.23tn	-0.56tn	-0.38tn	0.23tn	0.70tn
Tinggi bibit (12 MST)	-0.47tn	-0.35tn	-0.21tn	0.14tn	0.77tn
Diameter bibit (12 MST)	0.28tn	-0.66tn	-0.09tn	-0.18tn	-0.26tn
Total hidup (12 MST)	-0.27tn	-0.58tn	-0.37tn	0.22tn	0.63tn
Umur tunas	-0.50tn	0.09tn	-0.09tn	0.14tn	

Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa perbanyakkan *stek clone* 148 tanpa menggunakan hormon dengan perlakuan tunas umur 21 hari memiliki pertumbuhan dan *Survival Rate* terbaik sehingga dapat menjadi dasar penentuan umur tunas dalam produksi bibit klon 148 skala besar atau skala operasional. Sejalan dengan hasil penelitian Venkataramanan *et al.* (2015) dan Sarpong *et al.* (2021) yang menunjukkan bahwa terdapat beberapa klon yang memiliki nilai keberhasilan hidup (*Survival Rate*) tertinggi dengan perlakuan tanpa menggunakan hormon tambahan. Selain memiliki nilai *Survival Rate* dan pertumbuhan terbaik, perlakuan umur tunas 21 hari juga dapat mempercepat siklus panen jika dibandingkan dengan perlakuan umur tunas lain (24, 27, dan 31 hari) sehingga potensi tunas yang dihasilkan dari kebun pangkas lebih optimal.

Hasil analisis korelasi karakteristik tunas (panjang, jumlah *node*, dan jarak antar *node*) dengan pertumbuhan tanaman

Berdasarkan Tabel 5 nilai koefisien korelasi antara kondisi fisiologis dengan karakteristik tunas dan pertumbuhan tanaman menunjukkan tidak adanya nilai korelasi yang nyata. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Putri dan Danu (2014) yang menyebutkan kondisi fisiologi bahan stek yakni hormon endogen auksin, karbohidrat, dan nitrogen mempengaruhi keberhasilan stek tetapi tidak dapat diperkirakan secara pasti nilai terbaik untuk pertumbuhan stek suatu jenis tanaman. Geiss *et al.* (2009) juga menyatakan pertumbuhan akar pada tanaman stek merupakan proses yang kompleks yang dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti latar belakang genetik fisiologi, pohon induk, serta hormon dan kemampuan metabolisme tanaman. Setiap faktor tersebut penting diperhatikan untuk mempermudah perbanyakkan klon unggul dengan setiap karakteristiknya masing-masing. Dalam penelitian ini, klon 148 memiliki pertumbuhan terbaik pada perbanyakkan menggunakan tunas umur 21 dengan kondisi hormon endogen IAA sebesar 33.65 mg/kg dengan rasa kandungan C/N sebesar 20.47.

Berdasarkan tabel nilai koefisien korelasi antar karakteristik tunas dan pertumbuhan tanaman, menunjukkan parameter karakteristik tunas memiliki nilai korelasi positif dan nyata terhadap pertumbuhan tinggi tanaman namun tidak nyata terhadap pertumbuhan diameter dan pertumbuhan tunas di awal (berakar dan bertunas). Namun, terdapat nilai korelasi positif dan nyata antara total berakar (0.67) dan total bertunas (0.73) dengan pertumbuhan tinggi tanaman pada umur 12 MST. Selain karena karakteristik tunas, hal ini menunjukkan

pertumbuhan akar di awal memiliki peran yang penting terhadap pertumbuhan tinggi tanaman. Selain itu, nilai koefisien korelasi pada tabel 5 menunjukkan umur tunas memiliki nilai korelasi yang positif dan nyata terhadap seluruh parameter yang diamati kecuali pada pertumbuhan diameter tanaman. Hal ini sejalan dengan data pertumbuhan diameter yang menunjukkan perlakuan umur 21 hari memiliki pertumbuhan terbaik.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Hasil analisa fisiologi menunjukkan setiap parameter yang diamati yakni kandungan hormon IAA, nilai C-organik, dan nilai N yang diamati memiliki hubungan yang tidak linear dengan perlakuan umur tunas. Semakin bertambahnya umur tunas tidak menunjukkan semakin bertambahnya kandungan / nilai parameter yang diamati, begitu pun sebaliknya. Hasil analisa fisiologi menunjukkan bahwa perlakuan umur tunas 21 hari memiliki kandungan hormon IAA, nilai C-organik, dan N yang konsisten yakni selalu berada di urutan ketiga baik dari urutan terbesar maupun urutan terkecil atau berada di tengah-tengah. Hasil pengamatan total hidup (*Survival Rate*), total berakar dan bertunas menunjukkan perlakuan umur tunas 18 hari memiliki nilai terendah dibandingkan perlakuan lain. Pada umur 2 MST menunjukkan perlakuan umur tunas 21 hari memiliki kemampuan pertumbuhan akar paling cepat dibandingkan perlakuan lain. Berdasarkan hasil pengukuran tinggi dan diameter umur 12 MST menunjukkan perlakuan tunas umur 21 hari memiliki pertumbuhan dan *Survival Rate* terbaik sehingga dapat menjadi dasar penentuan umur tunas dalam produksi bibit klon 148 skala besar atau skala operasional.

Saran

Perbanyakkan klon 148 skala besar atau operasional dapat dilakukan pada umur tunas 21 hari. Selain memberikan pertumbuhan terbaik, umur tunas 21 hari juga dapat mempersingkat waktu atau siklus panen dan dapat mengoptimalkan potensi tunas yang tersedia. Diperlukan perbandingan perbanyakkan bibit stek *E. pellita* tanpa hormon menggunakan materi klon lain. Perbandingan antar klon dapat dilakukan dengan membandingkan morfologi karakteristik tunas setiap klon. Hasil yang diperoleh dapat disandingkan dengan analisa fisiologi sehingga memperkuat informasi teknik perbanyakkan bibit stek tanpa menggunakan hormon pada setiap klon.

Tabel 5 Nilai koefisien korelasi antara karakteristik tunas dengan pertumbuhan tanaman

	Umur tunas	Total Hidup (12 MST)	Tinggi (Bibit 12 MST)	Diameter Bibit (12 MST)
Total berakar (4 MST)	0.56**	0.86**	0.67**	0.30tn
Total bertunas (4 MST)	0.58**	0.96**	0.73**	0.35tn
Panjang Tunas	0.75**	0.27tn	0.46*	-0.17tn
Jumlah Node	0.68**	0.17tn	0.42*	-0.10tn
Jarah Node	0.70**	0.40*	0.54**	-0.04tn

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Prof. Dr. Ir. Sri Wilarso Budi R, MS. dan Dr. Ir. Arum Sekar Wulandari, MS. yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada berbagai pihak di PT Musi Hutan Persada khususnya Ir. Bambang Supriadi selaku *Division Head*, Dr. Ir. Eko Bhakti Hardiyanto selaku *advisor*, dan Bapak Suja'i serta Bapak Saiful Anwar selaku peneliti perbanyakan bibit yang telah bersedia memberikan masukan dan saran.

DAFTAR PUSTAKA

- Bonga JM, Durzan DJ. 2012. *Cell and Tissue Culture in Forestry: Volume 2 Specific Principles and Methods: Growth and Developments*. Springer Science & Business Media.
- De Assis TF, Fett-Neto AG, Alfenas AC. 2004. *Current Techniques and Prospects for the Clonal Propagation of Hardwoods with Emphasis on Eucalyptus*. *Plantation Forest Biotechnology for the 21st Century*. *Research Signpost, Trivandrum, India* : 303-333.
- Brondani GE, Baccarin FJB, de Wit Ondas HW, Stape JL, Gonçalves AN, De Almeida M. 2012. Low temperature, IBA concentrations and optimal time for adventitious rooting of *Eucalyptus benthamii* mini-cuttings. *Journal of Forestry Research* 23, 583–592. <https://doi.org/10.1007/s11676-012-0298-5>
- Fogaça CM and Fett-Neto AG. 2005. Role of auxin and its modulators in the adventitious rooting of *Eucalyptus* species differing in recalcitrance. *Plant Growth Regulation* 45: 1–10. DOI: 10.1007/s10725-004-6547-7
- Geiss G, Gutierrez L, C Bellini. 2009. *Adventitious root formation : new insight and perspectives*. *Annu Plant Rev.* 37 : 127-146.
- Hardiyanto EB, Inail MA, Nambiar S, Mendham DS. 2024. *Sustaining plantation forest productivity in Sumatra over three decades: From acacias to eucalypts*. *Forest Ecology Management* 553 (2024) 121613 : 1-13.
- Hartmann HT, Kester DE, Davies RT. 1997. *Plant propagation. Principles and practices (Sixth Edit)*. Inc. Englewood : New Jersey Pentice Hall.
- Kuppusamy S, Ramanathan S, Sengodagounder S, Senniappan C, Brindhadevi K, dan Kaliannan T. Minicutting - A powerful tool for the clonal propagation of the selected species of the *Eucalyptus* hybrid clones based on their pulpwood studies. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology* 22 101357 : 1-5.
- Lacobellis NS, A Caponero, A Evidente. 1998. Characterization of *Pseudomonas syringae* ssp. *Savastanoi* Strains Isolated from Ash. *Plant Pathology*. 47 : 73-83.
- Lodama KE, du Toit ES, Steyn JM, Araya HT, Prinsloo G, du Plooy CP, Robbertse PJ. 2016. *Improving rooting of Lobostemon fruticosus L. cuttings with delayed auxin treatment*. *South African Journal of Botany* 105 : 111 - 115.
- Nakhoda M, Jain SM. 2016. *A Review of Eucalyptus Propagation and Conservation*. *Propagation of Ornamental Plants* 16 (4) : 101-119.
- Putri KP, Danu. 2014. Pengaruh umur bahan stek dan zat pengatur tumbuh terhadap keberhasilan stek Kemenyan (*Styrax benzoin* Dryand). *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman* 11 (3) : 141-147.
- Sarpong NY, Agyemang FO, Siaw DEKA, Menason E. 2021. Effect of different levels of I.B.A concentration on clonal propagation of *Eucalyptus* species in Ghana West Africa. *Tropical Agroecosystems (TAEC)* 2(1): 26-29. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-126050/v1>
- Sulichantini ED. 2016. Pertumbuhan tanaman *Eucalyptus pellita* F. Muell di lapangan dengan menggunakan bibit hasil perbanyakan dengan metode kultur jaringan, stek pucuk, dan biji. *Jurnal Ziraat* 2(41) : 269-275.
- Venkataramanan KS, Palanisamy M, Selvaraj P, Vellaichamy P, Senthamil SS, dan Divya G. 2015. *Vegetative propagation of Eucalyptus Hybrids through Water Culture Method*. *International Research Journal of Biological Sciences* 4(5) : 15-18.
- Wilson BF. 2000. Apical control of branch growth and angle in woody plants. *American Journal of Botany* 87(5): 601-607.