

OPTIMASI PERTUMBUHAN NILAM ACEH (*Pogostemon cablin* Benth) VARIETAS LHKSEUMAWE SECARA IN VITRO MELALUI VARIASI KONSENTRASI INDOLE ACETIC ACID DAN BENZIL AMINO PURINE

**In Vitro Growth Optimization of Patchouli (*Pogostemon cablin* Benth.) Lhokseumawe
Variety through Varied Concentrations of Indole Acetic Acid and Benzyl Amino Purine**

Rizka Molina¹, Nilahayati^{2*}, Ismadi², Rd. Selvy Handayani², Jamidi²

¹Mahasiswa Program Studi Magister Agroekoteknologi Fakultas Pertanian
Universitas Malikussaleh

²Program Studi Magister Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Malikussaleh

*Corresponding author: nilahayati@unimal.ac.id

ABSTRAK

Nilam (*Pogostemon cablin* Benth.) termasuk komoditas unggulan di Provinsi Aceh karena memiliki keunikan terhadap kualitas produknya. Nilam Aceh memiliki kandungan minyak atsiri yang tinggi (2,5–5%) dibandingkan jenis nilam lainnya. Perbanyakan nilam secara konvensional melalui setek batang berisiko menularkan penyakit, menurunkan mutu genetik, dan tidak mampu memenuhi permintaan bibit berkualitas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi zat pengatur tumbuh IAA dan BAP terhadap pertumbuhan setek mikro nilam Aceh varietas Lhokseumawe secara *in vitro*. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kultur Jaringan Fakultas Pertanian Universitas Malikussaleh, Aceh Utara, pada bulan Juli sampai November 2024. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap dua faktor, yaitu IAA (0 dan 0,5 mg/l) dan BAP (0, 1, 2, dan 3 ppm) dengan 10 ulangan sehingga diperoleh 80 unit percobaan. Data dianalisis dengan uji F dan dilanjutkan dengan DMRT taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi BAP dan IAA yang paling tepat terhadap perbanyakan setek mikro nilam varietas Lhokseumawe yaitu pada konsentrasi BAP 0 ppm dan IAA 0,5 mg/l karena mampu meningkatkan persentase tumbuh tunas 2 MST, jumlah tunas 4 MST, tinggi tunas, dan jumlah daun 6 MST. Regulasi yang sinergis ini efisien untuk mikropropagasi nilam yang memberikan potensi untuk produksi bahan tanam berskala besar dan berkualitas tinggi.

Keywords: BAP, IAA, Mikropropagasi, Nilam

ABSTRACT

Patchouli (*Pogostemon cablin* Benth.) is one of the leading commodities in Aceh Province because of its unique product quality. Aceh Patchouli has a high essential oil content (2.5-5%) compared to other patchouli species. Conventional propagation of patchouli through stem cuttings risks transmitting diseases, reducing genetic quality, and not being able to meet the demand for high-quality seedlings. This study aims to determine the effect of the concentration of growth regulators IAA and BAP on the growth of micro cuttings of Aceh patchouli variety Lhokseumawe *in vitro*. The research was conducted at the Tissue Culture Laboratory of the Faculty of Agriculture, Malikussaleh University, North Aceh, from July to November 2024. The design used was a two-factor completely randomised design, namely IAA (0 and 0.5 mg/l) and BAP (0, 1, 2, and 3 ppm), with 10 replications. Data were analysed with the F-test and continued with DMRT at 5% level. The results showed that the most appropriate concentration of BAP and IAA for the propagation of patchouli micro cuttings of Lhokseumawe variety was at the concentration of BAP 0 ppm and IAA 0.5 mg/l because it was able to increase the percentage of shoot growth 2 weeks after planting, the number of shoots 4 weeks after planting, shoot height, and the number of leaves 6 weeks after planting. This synergistic

regulation offers a reproducible and efficient protocol for patchouli micropropagation, providing potential for the production of large-scale, high-quality planting material.

Keywords : BAP, IAA, Micropropagation, Patchouli

PENDAHULUAN

Nilam (*Pogostemon cablin* Benth) tergolong famili *Lamiaceae*. Famili *Lamiaceae* ini terdiri dari 200 genus salah satunya *Pogostemon*. Genus *Pogostemon* memiliki 40 spesies salah satunya Nilam (Kardinan & Mauludi, 2004). Di Indonesia terdapat tiga spesies nilam yaitu nilam Aceh (*Pogostemon cablin* Benth.), nilam sabun (*Pogostemon hortensis* Becker.), dan nilam Jawa (*Pogostemon heyneanus* Benth.) (Silalahi, 2019).

Nilam merupakan salah satu tanaman herba tropis yang menghasilkan minyak atsiri disebut dengan minyak nilam atau minyak *patchouli* (Ermaya *et al.*, 2019). Nilam termasuk salah satu sektor pertanian yang menjadi sumber pendapatan negara (Mangun & Waluyo, 2008). Nilam Aceh saat ini memiliki nilai ekonomi yang sangat tinggi dengan kualitas minyaknya yang mampu menembus pasar mancanegara (Rahmawati *et al.*, 2021).

Sebanyak 90% pemenuhan kebutuhan minyak nilam dunia berasal dari Indonesia dan Aceh berkontribusi ekspor minyak nilam Indonesia sebesar 10 hingga 20%. Nilam Aceh potensial untuk dikembangkan karena mengandung kadar minyak atsiri lebih tinggi dibandingkan jenis nilam lainnya yaitu sekitar 2,5-5% (Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, 2016).

Permasalahan perbanyakannya yaitu tanaman nilam aceh tidak berbunga, yang menyebabkan rendahnya keragaman genetik tanaman nilam (Hatta *et al.*, 2008). Karakteristik nilam Aceh tidak berbiji sehingga tidak dapat berkembangbiak secara generatif. Perbanyakan nilam Aceh umumnya dilakukan dengan cara konvensional melalui setek batang. Namun perbanyakan nilam secara konvensional dapat menyebabkan penularan penyakit dari tanaman induk dengan mudah (Yusniwati *et al.*, 2020). Kendala perbanyakan tanaman

nilam yang dilakukan secara konvensional tidak dapat memenuhi kebutuhan permintaan bibit unggul, tepat waktu, tepat jumlah,

Selain itu, teknik perbanyakan yang umumnya dilakukan dengan setek batang secara terus menerus dapat menyebabkan penurunan mutu genetik nilam aceh. Hal ini memungkinkan di masa mendatang akan sulit mendapatkan bibit nilam yang berkualitas serta identik dengan induknya (Munira *et al.*, 2022).

Setek mikro adalah suatu teknik perbanyakan tanaman yang menggunakan bagian tanaman yang berukuran mini (kecil). Proses setek nilam dapat dilakukan bahkan pada tanaman yang baru memiliki 1-2 node. Setek melalui pembelahan mikro dapat menghasilkan bibit dalam jumlah besar dengan penggunaan bahan tanam yang sedikit (Permata & Moch, 2018). Pada pelaksanaan setek mikro, perlu adanya ketersediaan bahan makanan sebelum tanaman yang disetek hidup menjadi bibit (Handayani, 2017). Perbanyakan bibit melalui setek memiliki beberapa keunggulan diantaranya bahan setek mudah diperoleh, biaya murah, menghasilkan pertumbuhan yang seragam, dapat dilakukan secara cepat, memiliki sifat yang sama dengan tanaman induk (Hadiati, 2011).

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kultur Jaringan Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Malikussaleh Kabupaten Aceh Utara. Penelitian ini dimulai dari bulan Juli 2024- November 2024.

Alat dan Bahan

Peralatan dan bahan yang digunakan adalah : oven, timbangan analitik, pH meter, botol kultur, *Laminar Air Flow Cabinet* (L AFC), tanaman steril nilam Aceh hasil penelitian sebelumnya, *pure agar*, IAA

(*Indole Acetic Acid*) dan BAP (*Benzyl Amino Purine*)

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak lengkap (RAL) dua faktor. Faktor pertama yaitu konsentrasi konsentrasi IAA (I) terdiri dari 0 mg/l dan 0.5 mg/l. Faktor kedua adalah konsentrasi BAP yang terdiri dari 0 ppm, 1 ppm dan 2 ppm. Terdapat 8 kombinasi perlakuan dengan 10 kali ulangan, sehingga diperoleh 80 unit percobaan.

Pelaksanaan Penelitian

Persiapan Sterilisasi

Botol kultur yang akan digunakan dicuci terlebih dahulu dengan menggunakan detergen dan dibilas dengan air bersih kemudian dikeringkan. Botol yang sudah kering disterilkan di dalam oven dengan tekanan 17,5 psi dengan suhu 17⁰C selama 150 menit. Alat-alat lain seperti gunting, pinset, cawan petri dan scalpel juga disterilisasi sebelum digunakan. Selain itu, ruang tanam yang digunakan pada saat penanaman juga harus disterilisasi.

Persiapan Media

Media yang digunakan dalam penelitian ini adalah Media MS (*Murashige and Skoog*). Media MS (*Murashige and Skoog*) merupakan media yang pada umumnya digunakan dalam kultur jaringan. Untuk menyiapkan 1 liter media MS, larutan stok harus diambil sesuai dengan konsentrasi yang diperlukan menggunakan pipet. Larutan stok yang digunakan meliputi: 20 ml larutan stok A, 20 ml larutan stok B, 10 ml larutan stok C, 10 ml larutan stok D, 5 ml larutan stok E, 2,5 ml larutan stok mikro, 10 ml larutan stok vitamin, dan 10 ml larutan stok myo-inositol. Penambahan larutan stok (IAA dan BAP) dilakukan sesuai perlakuan yang telah dilakukan. Pengukuran pH dilakukan menggunakan pH meter untuk mencapai kisaran 5,7 – 5,8. Jika pH melebihi 5,8, tambahkan HCl; jika pH kurang dari 5,7, tambahkan KOH.

Penanaman Setek Mikro Nilam Aceh

Eksplan yang digunakan berupa planlet Nilam varietas Lhokseumawe hasil penelitian sebelumnya di Laboratorium

Kultur Jaringan Universitas Malikussaleh. Eksplan berupa tunas 1 cm dengan kriteria memiliki 1 mata tunas, diperoleh dari tunas mikro tanaman nilam. Planlet nilam yang masih berada di dalam botol kultur dipilih yang masih hijau dan segar. Tunas nilam dipotong sekitar 1 cm dengan kriteria memiliki 1 mata tunas. Eksplan diambil menggunakan pinset lalu ditanam berisi media sesuai perlakuan. Satu botol kultur ditanami dua eksplan. Setelah itu botol kultur ditutup dengan rapat yang ditutupi dengan plastik *wrap*, diberi label sesuai dengan masing-masing perlakuan. Lalu disimpan di dalam ruang inkubasi berkisar 24-26°C.

Pengamatan

Pengamatan dilakukan terhadap peubah waktu tumbuh tunas, jumlah tunas, tinggi tunas, waktu tumbuh daun dan jumlah daun. Data pengamatan yang diperoleh dianalisis secara statistik menggunakan uji F. Bila hasil yang diperoleh berbeda nyata, maka akan diuji lanjut menggunakan *Duncans Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa perlakuan IAA secara tunggal berpengaruh nyata sampai sangat nyata terhadap persentase tumbuh tunas pada 2 MST, jumlah tunas pada 6 dan 8 MST, dan tinggi tunas. Konsentrasi BAP secara tunggal berpengaruh nyata sampai sangat nyata terhadap persentase tumbuh tunas pada 2 MST, jumlah tunas, tinggi tunas, , waktu tumbuh akar, jumlah akar, dan panjang akar 2-8 HST. Terdapat interaksi antara perlakuan IAA dan BAP terhadap persentase tumbuh tunas 2 MST, jumlah tunas 4 MST, tinggi tunas, dan jumlah daun 6 MST.

Persentase Hidup

Pemberian konsentrasi IAA dan BAP secara tunggal tidak berpengaruh nyata terhadap peubah persentase hidup stek mikro nilam varietas Lhokseumawe secara in vitro.

Tabel 1.Rata-Rata Persentase Hidup Akibat Perlakuan IAA dan BAP pada Setek Mikro Nilam Aceh Secara In Vitro

Perlakuan	Persentase Hidup (%)			
	2 MST	4 MST	6 MST	8 MST
Konsentrasi IAA				
I0 (0 mg/L)	96,25 (2,00)a	92,50 (1,96) a	85,00 (1,88) a	69,23 (1,72) a
I1 (0,5 mg/L)	96,25 (2,02) a	95,50 (1,98) a	92,50 (1,96) a	85,00 (1,88) a
Konsentrasi BAP				
B0 (0 ppm)	97,50 (2,02) a	100,00 (2,04) a	100,00 (2,04) a	90,00 (1,93) a
B1 (1 ppm)	92,50 (2,02) s	95,00 (1,98) a	90,00 (1,93) ab	85,00 (1,88) ab
B2 (2 ppm)	95,00 (1,98) a	95,00 (1,98) a	90,00 (1,93) ab	73,68 (1,76) ab
B3 (3ppm)	95,00 (2,04) a	85,00 (1,88) a	90,00 (1,93) ab	60,00 (1,06) b

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan Uji DMRT taraf 5 %. HST= Hari Setelah Tanam. Angka dalam kurung adalah data hasil transformasi Log (x+10).

Berdasarkan Tabel 1, perlakuan IAA dan BAP secara tunggal tidak berpengaruh terhadap peubah persentase hidup pada semua umur pengamatan. Hal ini diduga bahwa eksplan tunas nilam varietas Lhokseumawe sudah memiliki kandungan hormon auksin dan sitokinin endogen. Namun, pemberian ZPT tetap diperlukan dalam konsentrasi yang tidak terlalu tinggi agar untuk menstimulasi aktivitas fisiologis tambahan, seperti pembentukan akar dan pertumbuhan tunas, tanpa menyebabkan stres fisiologis yang justru dapat menghambat pertumbuhan atau menurunkan viabilitas tanaman.

Persentase Tumbuh Tunas

Perlakuan IAA secara tunggal berpengaruh nyata terhadap persentase tumbuh tunas pada 2 MST. Perlakuan BAP secara tunggal berpengaruh terhadap persentase tumbuh tunas 2 MST. Terdapat interaksi antara perlakuan IAA dan BAP terhadap persentase tumbuh tunas 1-3 MST.

Tabel 2.Rata-rata Persentase Tumbuh Tunas Akibat Perlakuan IAA dan BAP pada Setek Mikro Nilam Aceh secara *in vitro*

Perlakuan	Persentase Tumbuh Tunas (%)			
	2 MST	4 MST	6 MST	8 MST
Konsentrasi IAA				
I0 (0 mg/l)	75,00 (1,85) a	90,00 (1,93) a	87,5 (1,91) a	72,50 (1,75) a
I1 (0,5 mg/l)	60,00 (1,52) b	95,00 (1,98) a	92,50 (1,96) a	80,00 (1,83) a
Konsentrasi BAP				
B0 (0 ppm)	95,00 (1,98) a	100,00 (2,04) a	100,00 (2,04) a	80,00 (1,83) a
B1 (1 ppm)	30,00 (1,38) b	90,00 (1,93) a	85,00 (1,98) a	80,00 (1,83) a
B2 (2 ppm)	32,50 (1,40) b	95,00 (1,98) a	95,00 (1,98) a	80,00 (1,83) a
B3 (3 ppm)	92,50 (1,97) a	85,00 (1,88) a	80,00 (1,83) a	65,00 (1,67) a

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan Uji DMRT taraf 5 %. MST= Minggu Setelah Tanam. Angka dalam kurung adalah hasil data transformasi Log (x + 10).

Berdasarkan Tabel 2 perlakuan IAA secara tunggal berpengaruh nyata terhadap persentase tumbuh tunas 2 MST. Nilai persentase tumbuh tunas tertinggi didapatkan pada perlakuan IAA 0 mg/L (I0) yaitu 60,00%, berbeda nyata dengan perlakuan IAA 0,5 mg/L (I1). Hal ini diduga bahwa eksplan tunas nilam Aceh telah memiliki kandungan auksin endogen yang cukup, sehingga penambahan IAA dari luar pada konsentrasi 0,5 mg/L justru menyebabkan kelebihan hormon yang dapat menghambat pertumbuhan tunas.

IAA sebagai hormon auksin berperan dalam pembelahan sel, diferensiasi dan pemanjangan sel tumbuhan (Enders & Strader, 2015). Perlakuan BAP secara tunggal berpengaruh terhadap persentase tumbuh tunas 2 MST. Nilai persentase tumbuh tunas tertinggi didapatkan pada perlakuan BAP 0 ppm (B0) yaitu 95,00%, tidak berbeda nyata dengan perlakuan BAP 3 ppm (B3), tetapi berbeda nyata dengan perlakuan B1 dan B2. Hal tersebut diduga bahwa eksplan mengandung hormon endogen serta sudah tersedianya nutrisi pada media MS untuk pertumbuhan eksplan. Penambahan sitokinin berupa BAP pada media dapat menyebabkan eksplan

mengalami kelebihan hormon yang dapat menghambat pembelahan sel.

Pemberian BAP yang merupakan golongan sitokinin efektif dalam merangsang pembentukan tunas dan memiliki sifat lebih stabil dibandingkan dengan jenis sitokinin lainnya (Wattimena, 1991). Penggunaan sitokinin dalam dapat meningkatkan konsentrasi zpt endogen dalam sel sehingga ketersediaannya yang berlebihan dapat menghambat efek sitokinin itu sendiri (Maulia *et al.*, 2021). Menurut George *et al.* (2008) kandungan mineral media media MS cukup tinggi sehingga dapat mencukupi kebutuhan unsur hara yang diperlukan dalam pertumbuhan selama dalam kultur.

Tabel 3. Kombinasi Perlakuan IAA dan BAP pada Persentase Tumbuh Tunas Setek Mikro Nilam Aceh

Perlakuan	Persentase Tumbuh Tunas (%)
	2 MST
I0B0 (IAA 0 mg/l + BAP 0 ppm)	90,00 (1,93) ab
I0B1 (IAA 0 mg/l + BAP 1 ppm)	60,00 (1,77) b
I0B2 (IAA 0 mg/l + BAP 2 ppm)	65,00 (1,80) b
I0B3 (IAA 0 mg/l + BAP 3 ppm)	85,00 (1,91) ab
I1B0 (IAA 0,5 mg/l + BAP 0 ppm)	100,00 (2,04) a
I1B1 (IAA 0,5 mg/l + BAP 1 ppm)	0,00 (1,00) c
I1B2 (IAA 0,5 mg/l + BAP 2 ppm)	0,00 (1,00) c
I1B3 (IAA 0,5 mg/l + BAP 3 ppm)	100,00 (2,04) a

secara *in vitro*

Berdasarkan Tabel 3, kombinasi zat pengatur tumbuh dari kelompok sitokinin dan auksin dapat merangsang hormon endogen yang berperan dalam pertumbuhan dan perkembangan jaringan selama pembentukan tunas. Auksin berfungsi dalam memperbesar dan memanjangkan sel, yang berkontribusi pada peningkatan

Waktu Tumbuh Tunas

Pemberian konsentrasi IAA dan BAP secara tunggal tidak berpengaruh nyata terhadap waktu tumbuh tunas. Perlakuan BAP tidak berpengaruh terhadap waktu

tumbuh tunas. Tidak terdapat interaksi yang nyata antara perlakuan IAA dan BAP.

Tabel 4. Pengaruh Konsentrasi IAA dan BAP terhadap Waktu Tumbuh Tunas pada Setek Mikro Nilam Aceh

Perlakuan	Waktu Tumbuh Tunas (HST)
Konsentrasi IAA	
I0 (0 mg/l)	11,75 (1,32) a
I1 (0.5 mg/l)	15,85 (1,36) a
Konsentrasi BAP	
B0 (0 ppm)	11,70 (1,32) a
B1 (1 ppm)	19,60 (1,39) a
B2 (2 ppm)	12,80 (1,33) a

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan Uji DMRT taraf 5 %. HST= Hari Setelah Tanam. Angka dalam kurung adalah data hasil transformasi Log (x+10).

Berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat bahwa perlakuan IAA secara tunggal tidak berpengaruh terhadap waktu tumbuh tunas. Perlakuan BAP secara tunggal tidak berpengaruh terhadap waktu tumbuh tunas Nilam Aceh. Perlakuan BAP secara tunggal tidak berpengaruh terhadap waktu tumbuh tunas Nilam Aceh. kandungan sitokinin yang terlalu tinggi menghambat efek sitokinin itu sendiri (Maulia *et al.*, 2021). Oksidasi sitokinin dapat membatasi efek sitokinin jika konsentrasi yang diberikan terlalu tinggi (Cortleven *et al.*, 2019). Peningkatan konsentrasi BAP dapat menghambat kinerja auksin dalam pemanjangan sel, sehingga dapat mempengaruhi tinggi tanaman dan semakin sedikit nodus yang terbentuk sehingga jumlah daun yang terbentuk juga sedikit.

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan Uji DMRT taraf 5 %. MST= Minggu Setelah Tanam. Angka dalam kurung adalah data hasil transformasi Log (x + 10).

Jumlah Tunas

Pemberian IAA secara tunggal berpengaruh nyata terhadap jumlah tunas pada 4 dan 8 MST. Pemberian BAP secara tunggal berpengaruh nyata terhadap jumlah tunas pada 2-8 MST. Terdapat pengaruh pada kombinasi perlakuan IAA dan BAP

terhadap jumlah tunas nilam Aceh pada 4 MST.

Berdasarkan Tabel 5 dapat dilihat bahwa pada perlakuan IAA secara tunggal berpengaruh nyata terhadap peubah jumlah tunas 6 dan 8 MST. Jumlah tunas terbanyak didapatkan pada perlakuan IAA 0,5 mg/l (I1) yaitu 16,17 tunas (8 MST), berbeda dengan perlakuan IAA 0 mg/l (I0) yang menunjukkan jumlah tunas yang lebih sedikit. Jumlah tunas nilam Aceh *in vitro* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rata-rata Jumlah Tunas Akibat Perlakuan IAA dan BAP pada Setek Mikro Nilam Aceh secara *in vitro*

Perlakuan	Jumlah Tunas			
	2 MST	4 MST	6 MST	8 MST
Konsentrasi IAA				
I0 (0 mg/l)	1,35 (1,05) a	4,95 (1,13) a	8,05 (1,13) a	8,22 (1,19) a
I1 (0,5 mg/l)	1,35 (1,05) z	5,10 (1,17) a	12,15 (1,31) a	16,17 (1,34) a
Konsentrasi BAP				
B0 (0 ppm)	1,75 (1,06) a	5,80 (1,18) a	13,40 (1,33) a	17,35 (1,36) a
B1 (1 ppm)	0,95 (1,03) a	2,70 (1,09) b	4,55 (1,36) b	4,90 (1,13) b
B2 (2 ppm)	1,15 (1,04) b	4,25 (1,14) ab	8,20 (1,23) ab	11,35 (1,26) ab
B3 (3ppm)	1,70 (1,06) a	6,65 (1,20) a	11,80 (1,29) a	15,30 (1,31) a

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan Uji DMRT taraf 5 %. MST= Minggu Setelah Tanam. Angka dalam kurung adalah hasil data transformasi Log x + 10.

Berdasarkan Tabel 6 menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan IAA dan BAP berpengaruh nyata terhadap jumlah tunas nilam Aceh *in vitro* pada 4 MST. Jumlah tunas terbanyak didapatkan pada perlakuan IAA 0 mg/l dan BAP 3 ppm (I0B3) yaitu, berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, Jumlah tunas terbanyak didapatkan pada perlakuan IAA 0,5 mg/l (I1) yaitu 16,17 tunas (8 MST). Berbeda dengan perlakuan IAA 0 mg/l (I0) yang menunjukkan jumlah tunas lebih sedikit. Sejalan dengan hasil penelitian Rohman *et al.* (2024) menunjukkan bahwa pemberian IAA mampu meningkatkan jumlah tunas eksplan pisang cavendish secara *in vitro*. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian IAA dapat merangsang perbanyakan tunas. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian IAA dapat

merangsang perbanyakan tunas. Hormon auksin dapat merangsang pertumbuhan dan perluasan sel sehingga dapat membentuk organ baru (Rahmi *et al.*, 2021). Semakin banyak tunas yang terbentuk maka semakin tinggi pula tingkat multiplikasi. Jika auksin dan sitokinin seimbang, maka akan menyebabkan pembentukan organ akar, batang, serta daun secara optimal (Larekeng, 2012).

Tabel 6. Kombinasi Perlakuan IAA dan BAP Terhadap Jumlah Tunas Setek Mikro Nilam Aceh secara *in vitro*

Perlakuan	Tinggi Tunas (cm)
I0B0 (IAA 0 mg/l + BAP 0 ppm)	3,50 (1,12) bc
I0B1 (IAA 0 mg/l + BAP 1 ppm)	1,50 (1,05) c
I0B2 (IAA 0 mg/l + BAP 2 ppm)	3,60 (1,12) bc
I0B3 IAA (0 mg/l + BAP 3 ppm)	8,60 (1,24) a
I1B0 (IAA 0,5 mg/l + BAP 0 ppm)	8,10 (1,24) a
I1B1 (IAA 0,5 mg/l + BAP 1 ppm)	3,90 (1,13) bc
I1B2 (IAA 0,5 mg/l + BAP 2 ppm)	4,90 (1,16) ab
I1B3 IAA (0,5 mg/l + BAP 3 ppm)	4,70 (1,15) ab

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan Uji DMRT taraf 5 %. MST= Minggu Setelah Tanam. Angka dalam kurung adalah hasil data transformasi Log (x + 10).

Berdasarkan Tabel 6 perlakuan BAP secara tunggal berpengaruh nyata terhadap jumlah tunas 2-8 MST. Jumlah tunas terbanyak didapatkan pada perlakuan BAP 0 ppm (B0) yaitu 17,25 tunas (8 MST), berbeda nyata dengan perlakuan B1 namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan B2 dan B3. Kemampuan eksplan dalam membentuk tunas selain dikarenakan faktor hormon yang diberikan juga dapat dipengaruhi oleh lingkungan media tumbuh. Menurut Erawati *et al.* (2020) pembentukan tunas pada eksplan juga dipengaruhi oleh lingkungan eksternal selama periode inkubasi berupa tersedianya unsur hara makro, hara mikro, vitamin serta sukrosa yang ada di dalam media kultur perlakuan.

Tinggi Tunas

Pemberian IAA secara tunggal berpengaruh nyata terhadap tinggi tunas. Perlakuan BAP secara tunggal berpengaruh nyata terhadap tinggi tunas. Kombinasi perlakuan IAA dan BAP berpengaruh nyata terhadap tinggi tunas. Perlakuan BAP secara tunggal berpengaruh terhadap tinggi tunas nilam Aceh secara *in vitro*.

Tabel 7. Rata-rata Tinggi Tunas Akibat Perlakuan IAA dan BAP pada Setek Mikro Nilam Aceh secara *in vitro*

Perlakuan	Tinggi Tunas (cm)
Konsentrasi IAA	
I0 (0 mg/L)	1,11 (1,04) b
I1 (0,5 mg/L)	2,00 (1,07) a
Konsentrasi BAP	
B0 (0 ppm)	3,04 (1,11) a
B1 (1 ppm)	1,10 (1,04) b
B2 (2 ppm)	1,19 (1,04) b
B3 (3 ppm)	0,91 (1,03) b

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan Uji DMRT taraf 5 %. Angka dalam kurung adalah hasil data transformasi Log x + 10.

Berdasarkan Tabel 7 perlakuan IAA berpengaruh terhadap tinggi tunas nilam Aceh. Tunas tertinggi didapatkan pada perlakuan konsentrasi IAA 0,5 mg/L (I1) yaitu 2,00 cm, berbeda nyata dengan perlakuan IAA 0 mg/L (I0) yang menunjukkan tinggi tunas lebih rendah. Hormon auksin dapat meningkatkan perpanjangan sel dengan cara mempengaruhi pelenturan dinding sel yang mengakibatkan air masuk secara osmosis sehingga sel tumbuhan memanjang (Gresiyanti *et al.*, 2021). Keseimbangan hormon auksin dengan penambahan hormon jenis sitokinin dapat membentuk tunas yang optimal pada tahap multiplikasi (Febryanti *et al.*, 2017).

Perlakuan BAP secara tunggal berpengaruh terhadap tinggi tunas nilam Aceh secara *in vitro*. Tunas tertinggi didapatkan pada perlakuan BAP 0 ppm (B0) yaitu 3,04 cm, berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Kombinasi perlakuan IAA dan BAP berpengaruh terhadap tinggi tunas nilam Aceh *in vitro*.

Tabel 8 dapat dilihat bahwa perlakuan konsentrasi IAA dan BAP berpengaruh

nyata terhadap tinggi tunas nilam aceh secara *in vitro*. Tinggi tunas tertinggi didapat pada perlakuan I1B0 (IAA 0.5 g/L dan BAP 0 ppm) yaitu 4,63 tunas, berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Tinggi tunas paling rendah diperoleh di I0B3 (IAA 0 g/L + BAP 3 ppm) 0,78 cm didapatkan pada perlakuan BAP 0 ppm (B0) yaitu 3,04 cm, berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

Tabel 8 Pengaruh Kombinasi Konsentrasi IAA dan BAP terhadap Tinggi Tunas pada Setek Mikro Nilam Aceh

Perlakuan	Tinggi Tunas (cm)
I0B0 (IAA 0 mg/l + BAP 0 ppm)	1,45 (1,05) b
I0B1 (IAA 0 mg/l + BAP 1 ppm)	1,18 (1,04) b
I0B2 (IAA 0 mg/l + BAP 2 ppm)	1,04 (1,04) b
I0B3 (IAA 0 mg/l + BAP 3 ppm)	0,78 (1,03) b
I1B0 (IAA 0,5 mg/l + BAP 0 ppm)	4,63 (1,62) a
I1B1 (IAA 0,5 mg/l + BAP 1 ppm)	1,02 (1,04) b
I1B2 (IAA 0,5 mg/l + BAP 2 ppm)	1,34 (1,05) b
I1B3 (IAA 0,5 mg/l + BAP 3 ppm)	1,04 (1,04) b

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan Uji DMRT taraf 5 %. Angka dalam kurung adalah hasil data transformasi log (x + 10).

Kombinasi perlakuan IAA dan BAP berpengaruh terhadap tinggi tunas nilam Aceh *in vitro*. Menurut Astuti *et al.* (2020) menyatakan jika konsentrasi auksin lebih tinggi maka akan memacu pertumbuhan tinggi dan panjang akar sedangkan jika sitokinin lebih tinggi akan memacu pertunasan. IAA sebagai auksin berperan dalam merangsang pertumbuhan sel, mempercepat perkembangan akar, serta mendorong diferensiasi jaringan vaskular (Widuri *et al.*, 2016).

Jumlah Daun

Pemberian IAA tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun. Perlakuan BAP secara tunggal berpengaruh nyata terhadap jumlah daun pada 2, 6, dan 8 MST. Kombinasi perlakuan IAA dan BAP berpengaruh nyata terhadap jumlah daun pada 6 MST. Perlakuan IAA secara tunggal tidak berpengaruh terhadap peubah jumlah daun.

Perlakuan BAP secara tunggal dapat meningkatkan jumlah daun nilam Aceh secara *in vitro* pada 8 MST. Jumlah daun terbanyak didapatkan pada perlakuan BAP 2 ppm (B2) yaitu 45,88 helai yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan BAP 0 ppm (B0) yaitu 45,15 helai. Jumlah daun paling sedikit

didapatkan pada perlakuan BAP 1 ppm 17,85 helai.

Perlakuan IAA secara tunggal tidak berpengaruh terhadap peubah jumlah daun. Auksin adalah salah satu jenis hormon tanaman yang berperan penting dalam berbagai proses pertumbuhan tanaman termasuk pengembangan dan pembentukan daun (Debitama *et al.*, 2022). Menurut Harahap & Sinulingga (2015) salah satu fungsi auksin pada pertumbuhan daun adalah membantu perkembangan jaringan meristem calon daun. Auksin dapat memacu pembelahan sel pada primordia daun yang mendukung bertambahnya jumlah daun. Pada penelitian ini, meskipun tidak menunjukkan adanya pengaruh yang nyata secara statistik, pemberian IAA 0,5 mg/L mampu meningkatkan jumlah daun nilam Aceh *in vitro*. Penambahan hormon auksin dapat meningkatkan pemanjangan ruas-ruas batang dengan memacu kerja giberelin yang menyebabkan peningkatan jumlah nodus (tempat tumbuh daun) pada tunas batang sehingga terjadi peningkatan jumlah daun (Mentari & Wulandari, 2019).

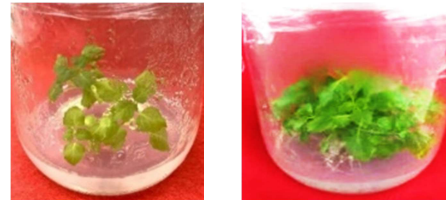
Tabel 9. Rata-rata Jumlah Daun Akibat Perlakuan IAA dan BAP pada Setek Mikro Nilam Aceh secara *in vitro*

Perlakuan	Jumlah Daun (helai)
	6 MST
I0B0 (IAA 0 mg/L+ BAP 0 ppm)	19,60 (1,46) ab
I0B1 (IAA 0 mg/l + BAP 1 ppm)	40,10 (1,33) bc
I0B2 (IAA 0 mg/l + BAP 2 ppm)	35,20 (1,62) a
I0B3 (IAA 0 mg/l + BAP 3 ppm)	24,0 (1,19) bdc
I1B0 (IAA 0,5 mg/l + BAP 0 ppm)	40,10 (1,68) a
I1B1 (IAA 0,5 mg/l + BAP 1 ppm)	13,00 (1,28) bc
I1B2 (IAA 0,5 mg/l + BAP 2 ppm)	27,7 (1,49) ab
I1B3 (IAA 0,5 mg/l + BAP 3 ppm)	24,00 (1,48) ab

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan Uji DMRT taraf 5 %. MST= Minggu Setelah Tanam. Angka dalam kurung adalah hasil data transformasi log (x+10)

Berdasarkan Tabel 9 dapat dilihat bahwa perlakuan kombinasi IAA dan BAP dapat meningkatkan jumlah daun pada setek mikro nilam Aceh secara *in vitro*. Daun terbanyak didapatkan pada kombinasi perlakuan IAA 0,5 mg/L dan BAP 0 ppm (I1B0) yaitu sebanyak 57,20 helai, berbeda nyata dengan perlakuan lainnya namun tidak berbeda nyata dengan

perlakuan I0B2 dan I1B2. Jumlah daun paling sedikit didapatkan pada kombinasi perlakuan IAA 0 mg/L dan BAP 3 ppm (I0B2) yaitu 11,88 helai. Kombinasi perlakuan IAA dan BAP menunjukkan adanya pengaruh pada jumlah daun pada 6 MST.



Gambar 1. a. Jumlah daun pada perlakuan I1B0 b. Jumlah daun pada perlakuan I1B3 (a dan b) menunjukkan jumlah daun nilam aceh pada minggu ke-8.

Gambar 1a menunjukkan jumlah daun terbanyak pada pemberian perlakuan I1B0 (IAA 0,5 g/L + 0 ppm BAP) sebanyak 57,20 helai. Gambar 1b menunjukkan jumlah daun paling sedikit pada perlakuan I1B3 (IAA 0,5 g/L + 3 ppm BAP) yaitu 13,10 helai. Setiap eksplan yang tumbuh memiliki jumlah daun yang berbeda.

Tabel 10. Rata-rata Jumlah Daun pada Setek Mikro Nilam Aceh Akibat Kombinasi Perlakuan IAA dan BAP

Perlakuan	Jumlah Daun (helai)			
	2 MST	4 MST	6 MST	8 MST
Konsentrasi IAA				
I0 (0 mg/L)	3,13 (1,11) a	10,02 (1,32) a	20,46 (1,48) a	28,10 (1,56) a
I1 (0,5 mg/L)	3,05 (1,10) a	12,74 (1,27) a	26,17 (1,40) a	41,91 (1,44) a
Konsentrasi BAP				
B0 (0 ppm)	4,40 (1,15) a	15,20 (1,38) a	29,85 (1,57) a	45,15 (1,69) a
B1 (1 ppm)	2,20 (1,08) b	7,70 (1,21) a	14,60 (1,30) b	17,85 (1,31) b
B2 (2 ppm)	3,15 (1,11) b	13,94 (1,34) ab	31,68 (1,55) a	45,88 (1,62) a
B3 (3 ppm)	2,57 (1,09) b	8,68 (1,25) ab	17,26 (1,33) b	25,50 (1,39) b

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan Uji DMRT taraf 5 %. MST= Minggu Setelah Tanam. Angka dalam kurung adalah hasil data transformasi log (x+10).

Berdasarkan Tabel 10 dapat dilihat bahwa perlakuan kombinasi IAA dan BAP dapat meningkatkan jumlah daun pada setek mikro nilam Aceh secara *in vitro*. Daun terbanyak didapatkan pada kombinasi perlakuan IAA 0,5 mg/l dan BAP 0 ppm

(I1B0) yaitu sebanyak 57,20 helai, berbeda nyata dengan perlakuan lainnya namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan I0B2 dan I1B2. Jumlah daun paling sedikit didapatkan pada kombinasi perlakuan IAA 0 mg/l dan BAP 3 ppm (I0B2) yaitu 11,88 helai.

Waktu Tumbuh Akar

Pemberian IAA secara tunggal tidak berpengaruh nyata terhadap waktu tumbuh akar. Sementara perlakuan BAP secara tunggal memberi pengaruh nyata terhadap waktu tumbuh akar. Tidak terdapat pengaruh pada kombinasi perlakuan IAA dan BAP terhadap waktu tumbuh akar. Hasil uji lanjut waktu tumbuh akar akibat perlakuan IAA dan BAP menggunakan DMRT taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Rata-rata Waktu Tumbuh Akar pada Setek Mikro Nilam Aceh Akibat Perlakuan Konsentrasi IAA dan BAP

Perlakuan	Waktu Tumbuh Akar (HST)
Konsentrasi IAA	
I0 (0 mg/L)	4,25 (1,09) a
I1 (0,5 mg/L)	4,77 (1,09) a
Konsentrasi BAP	
B0 (0 ppm)	4,35 (1,31) a
B1 (1 ppm)	2,1 (1,03) b
B2 (2 ppm)	1,6 (1,03) b
B3 (3 ppm)	-

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan Uji DMRT taraf 5 %. HST= Hari Setelah Tanam. Angka dalam kurung adalah hasil data transformasi Log x + 10.

Berdasarkan Tabel 11 dapat dilihat bahwa perlakuan IAA secara tunggal tidak menunjukkan adanya pengaruh yang nyata terhadap waktu tumbuh akar pada setek mikro nilam Aceh secara *in vitro*. Hal ini diduga bahwa auksin yang diberikan belum optimal untuk menumbuhkan akar pada waktu yang lebih cepat. Ketika auksin diberikan dalam konsentrasi yang lebih tinggi daripada sitokinin, pertumbuhan akar cenderung meningkat. Sedangkan, pemberian auksin pada konsentrasi yang lebih rendah dari sitokinin mendorong pembentukan tunas (Erawati *et al.*, 2020).

Pada perlakuan BAP secara tunggal menunjukkan adanya pengaruh terhadap waktu tumbuh akar pada setek mikro nilam Aceh secara *in vitro*. Waktu tumbuh akar paling cepat didapatkan pada perlakuan konsentrasi BAP 2 ppm (B2) yaitu 1,6 HST. Sedangkan waktu tumbuh akar paling lama didapatkan pada perlakuan pemberian BAP 0 ppm (B0) yaitu 4,35 HST. Pada perlakuan BAP 3 ppm akar tidak tumbuh sehingga data tidak didapatkan. Dalam pembentukan akar diperlukan keseimbangan hormon yang tepat untuk mengoptimalkan pembentukan dan perkembangan akar (Maulia *et al.*, 2021). Disisi lain, hormon sitokinin yang diberikan dalam jumlah yang terlalu tinggi dapat menghambat pembentukan akar. Menurut Yulia *et al.* (2020) melaporkan bahwa hormon sitokinin pada konsentrasi yang kurang tepat dapat menghambat inisiasi pembentukan dan pemanjangan akar tanaman.

Jumlah Akar

Perlakuan BAP secara tunggal berpengaruh nyata terhadap jumlah akar 2-8 MST. Terdapat interaksi antara perlakuan IAA dan BAP terhadap jumlah akar pada 3 dan 5 MST. Hasil uji lanjut jumlah akar akibat perlakuan IAA dan BAP menggunakan DMRT taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Rata-rata Jumlah Akar pada Setek Mikro Nilam Aceh Akibat Perlakuan Konsentrasi IAA dan BAP

Perlakuan	Jumlah Akar (Akar)			
	2 MST	4 MST	6 MST	8 MST
Konsentrasi IAA				
I0 (0 mg/L)	0 (1,00) a	0,25 (1,00) a	0,65 (1,02) a	1,41 (1,04) a
I1 (0,5 mg/L)	0 (1,00) a	0,10 (1,00) a	0,62 (1,02) a	1,41 (1,04) a
Konsentrasi BAP				
B0 (0 ppm)	0 (1,00) a	0,70 (1,02) a	2,5 (1,08) a	5,37 (1,15) a
B1 (1 ppm)	0 (1,00) a	0,00 (1,00) b	0,00 (1,00) b	0,20 (1,00) b
B2 (2 ppm)	0 (1,00) a	0,00 (1,00) b	0,05 (1,00) b	0,15 (1,00) b
B3 (3 ppm)	0 (1,00) a	0,00 (1,00) b	0,00 (1,00) b	0,00 (1,00) b

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan Uji DMRT taraf 5 %. MST= Minggu Setelah Tanam. Angka dalam kurung adalah hasil data transformasi Log x + 10.

Berdasarkan Tabel 12 dapat dilihat bahwa perlakuan IAA tidak menunjukkan pengaruh terhadap jumlah akar pada umur. Nilai jumlah akar paling banyak didapatkan

pada pemberian konsentrasi IAA 0 mg/l (I0) yaitu 0,37 akar. Perlakuan BAP secara tunggal berpengaruh terhadap jumlah akar pada setek nilam Aceh secara *in vitro*. Jumlah akar paling banyak ditunjukkan pada perlakuan konsentrasi BAP 0 ppm (B0) dengan jumlah akarnya yaitu 5,37 akar, berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

Aktivitas sitokinin yang berlebihan akibat pemberian BAP dapat menghambat pembentukan akar, menghalangi pertumbuhan akar, dan menghambat pengaruh auksin terhadap inisiasi akar pada kultur jaringan (Sari *et al.*, 2015). Hasil penelitian membuktikan bahwatanpa pemberian BAP menunjukkan pengaruh yang lebih baik pada pertumbuhan akar dibandingkan dengan pemberian BAP. Hal ini sejalan dengan Zahid *et al.*, 2021 yang menyatakan bahwa peningkatan konsentrasi BAP menurunkan jumlah akar yang terbentuk pada perbanyakan tunas jahe (*Zingiber officinale* Roscoe).

Panjang Akar

Perlakuan BAP secara tunggal berpengaruh terhadap panjang akar. Tidak terdapat interaksi antara kombinasi perlakuan panjang akar. Hasil uji lanjut panjang akar akibat perlakuan IAA dan BAP menggunakan DMRT taraf 5% dapat dilihat pada Tabel 13.

Perlakuan BAP secara tunggal berpengaruh terhadap panjang akar pada setek nilam Aceh secara *in vitro*. Akar terpanjang ditunjukkan pada perlakuan konsentrasi BAP 0 ppm (B0) yaitu 0,91 cm, berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

Hal ini diduga bahwa konsentrasi auksin yang diberikan belum cukup untuk memacu pemanjangan akar. Auksin memiliki peranan yang penting dalam inisiasi akar pada kultur *in vitro*, hal ini dijelaskan oleh Woodward (2005) bahwa auksin berperan dalam memicu pembentukan akar lateral. Kadar IAA yang rendah pada tanaman dapat merangsang pemanjangan akar utama, sedangkan kadar IAA yang tinggi dapat memicu pembentukan akar lateral dan akar adventif (Astriani, 2015).

Tabel 13. Pengaruh Konsentrasi IAA dan BAP terhadap Panjang Akar pada Setek Mikro Nilam Aceh

Perlakuan	Panjang Akar (cm)
Konsentrasi IAA	
I0 (0 mg/l)	0,26 (1,01) a
I1 (0,5 mg/l)	0,27 (1,01) a
Konsentrasi BAP	
B0 (0 ppm)	0,91 (1,03) a
B1 (1 ppm)	0,11 (1,00) b
B2 (2 ppm)	0,04 (1,00) b
B3 (3 ppm)	0,00 (1,00) b

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan Uji DMRT taraf 5 %. MST= Minggu Setelah Tanam. Angka dalam kurung adalah hasil data transformasi Log (x+10).

Berdasarkan Tabel 13, akar terpanjang ditunjukkan pada perlakuan konsentrasi BAP 0 ppm (B0) yaitu 0,91 cm, berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Hal ini diduga bahwa tanpa pemberian BAP, kandungan auksin endogen dalam eksplan dapat bekerja secara optimal.

Kemampuan eksplan dalam membentuk akar meskipun tanpa penambahan zat pengatur tumbuh dari luar membuktikan bahwa suatu organ dan jaringan tumbuhan mengandung hormon endogen yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan organ atau jaringan tersebut hingga mencapai tahap yang paling sempurna (Handayani *et al.*, 2018). Bushra *et al.*, (2009) menyatakan bahwa eksplan yang berasal dari tunas pucuk telah memiliki kandungan sitokinin endogen yang cukup tinggi sehingga pada dasarnya mampu beregenerasi dengan baik untuk menghasilkan jumlah daun tanaman yang lebih banyak.

KESIMPULAN

Konsentrasi BAP dan IAA yang paling tepat terhadap perbanyakan setek mikro Nilam varietas Lhokseumawe yaitu pada konsentrasi BAP 0 ppm dan IAA 0,5 mg/l karena mampu meningkatkan persentase tumbuh tunas 2 MST, jumlah tunas 4 MST, tinggi tunas, dan jumlah daun 6 MST.

DAFTAR PUSTAKA

Aisyah, S., Mardhiansyah, M., & Arlita, T. 2016. Aplikasi Berbagai Jenis Zat

- Pengatur Tumbuh (ZPT) terhadap Pertumbuhan Semai Gaharu (*Aquilaria malaccensis* Lamk.) . Jurnal Mahasiswa Online (*Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Pertanian* , 3(1), 1–8.
- Asra, R., Samarlina, R.A. & Silalahi, M. 2020. *Hormon tumbuhan*. Jakarta: UKI Pers.
- Astuti, S. H. P., Indrawati, W., Supriyatdi, D., & Kusuma, J. 2020. Respons Kalus Embriogenik Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum*) Var. Kidang Kencana Terhadap Berbagai Modifikasi Media Kultur Dalam Proses Induksi Akar. *Agritrop: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian (Journal of Agricultural Science)*, 18(2), 217–224.
- Bushra, Z., N. A. Abbasi, T. Ahmad & I. A. Hafiz. 2009. Effect of explant sources and different concentrations of plant growth regulators on in vitro shoot proliferation and rooting. *J. Bot.* 41 (5): 23-46.
- Cortleven, A., Leuendorf, J.E., Frank, M., Pezzetta, D., Bolt, S. & Schmülling, T. 2019. Cytokinin action in response to abiotic and biotic stresses in plants. *Plant, Cell & Environment*, 42(3); 998–1018.
- Debitama, A.M.N.H., Mawarni, I.A. & Hasanah, U. 2022. Pengaruh Hormon Auksin Sebagai Zat Pengatur Tumbuh Pada Beberapa Jenis Tumbuhan Monocotyledoneae Dan Dicotyledoneae. *Biodidaktika: Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 17(1): 120–130.
- Enders, T.A. & Strader, L.C. 2015. Auxin activity: Past, present, and future. *American Journal of Botany*, 102(2): 180–196.
- Erawati, D.N., Fisdiana, U. & Kadafi, M. 2020. Respon Eksplan Vanili (*Vanilla planifolia*) dengan Stimulasi BAP dan NAA Melalui Teknik Mikropropagasi. *Agriprima: Journal of Applied Agricultural Sciences*, 4(2): 146–153.
- Ermaya, D., Patria, A., Hidayat, F. & Razi, F. 2019. Pengembangan Minyak Nilam Sebagai Aromaterapi Dan Potensinya Sebagai Produk Obat. *Rona Teknik Pertanian*, 12(2): 58–63.
- George, EF, Hall, MA, & de Klerk, G.-J. (Eds.). 2008. *Perbanyakan Tanaman dengan Kultur Jaringan: Volume 1. Latar Belakang (edisi ke-3)*. Dordrecht: Springer .
- Hadiati, S. 2011. Pengaruh konsentrasi BAP terhadap pertumbuhan stek batang nenas (*Ananas comosus*. L). *Agrin*, 15(2).
- Handayani, RS, Maisura, M., & Rizki, A. 2017. Pengaruh letak posisi eksplan dan sitokinin pada perkecambahan biji manggis (*Garcinia mangostana* L.) lokal Aceh secara in vitro. *Jurnal Agrium* , 14 (2), 1–8.
- Harahap, F. & Sinulingga, S. 2015. Pengaruh Pemberian Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) *Indole Acetic Acid* (IAA) Dan *Benzyl Amino Purin* (BAP) Terhadap Pertumbuhan Planlet Nanas (*Ananas Comosus* I.) Sipahutar Secara In Vitro. *Prosiding Seminar Nasional Biologi* 2014. USU Press, hal.204–209.
- Hatta, M. & Hayati dan Ulfa Irayani Fakultas Pertanian Unsyiah Darussalam Banda Aceh, M. 2008. Effect of IAA and BAP on Growth of Patchouli (*Pogestemon cablin* Benth) In Vitro. *J. Floratek*, 3: 56–60.
- Larekeng, S.H. 2012. Optimasi Kombinasi NAA, BAP dan GA3 Pada Planlet Kentang Secara In Vitro. *Journal Galung Tropika*, 1(1):1-10.
- Mangun, HMS, & Waluyo, H. 2008. *Nilam* . Jakarta : Penebar Swadaya.
- Malikha Gresiyanti, D., Khairul Anissa, R., Dewi Setyawati, F., Dwi Susanto, A. & Ratnasari, E. 2021. Perbandingan Efektivitas Ekstrak Bawang Merah dan Auksin Sintetik Terhadap Pertumbuhan Akar Jagung (*Zea mays* L.). *Prosiding SEMNAS BIO 2021 Universitas Negeri Padang*, 715–724.
- Maulia, E., Zuyasna & Basyah, B. 2021. Growth of Patchouli Shoots (*Pogostemon cablin* Benth) with

- Several Concentrations of Growth Regulator Substances in Vitro. *Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 14(1): 38–46.
- Mentari, F. & Wulandari, R.S. 2019. Pengaruh Stimulan Akar Dan Media Tanam Pada Pertumbuhan Setek Pucuk Pangal (*Baccaurea bracteata* Muell.Arg.) (The Effect of Root Stimulant and Planting Medium on Growth of *Baccaurea bracteta* Muell.Arg Shoot Cuttings). 7(1): 453–461.
- Munira, A., Bakhtiar, B. & Kesumawati, E. 2022. The Effect of Photoperiod and Auxin Plant Growth Regulators (2,4-D and IAA) to Callus Induction of Patchouli Leaves (*Pogostemon cablin* Benth.) Under In Vitro Condition. *Jurnal Agrista*, 26(2): 66–74.
- Nuryani, Y. & Emmyzar, W. 2006. Budidaya tanaman nilam. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Aromatik. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. *Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian*.
- Rahmawati, M., Safira, C.N. & Hayati, M. 2021. Perbanyak tanaman nilam Aceh (*Pogostemon cablin* Benth.) dengan kombinasi IAA dan Kinetin secara in vitro. *Jurnal Agrium*, 18(1).
- Rahmi, H.A., Augustien, N. & Triani, N. 2021. Interaksi IBA dan IAA terhadap jumlah daun dan berat kering tanaman Pisang Cavendish (*Musa acuminata*) periode secondary hardening. *Journal of Food Technology and Agroindustry*, 3(2): 76–83.
- Rohman, F., Sukri, M.Z., Firgiyanto, R. & Rohman, H.F. 2024. Pengaruh IAA dan BAP pada Pertumbuhan Eskplan Pisang Cavendish (*Musa acuminata* L .) melalui Kultur In Vitro IAA and BAP Effect on Banana Cavendish (*Musa acuminata* L .) Explant Growth through In Vitro Culture. *Jurnal.ugm.ac.id*, 13(3): 281–289.
- Sartika Sari, H., Dwiati, M. & Budisantosa 2015. Efek NAA dan BAP terhadap Pembentukan Tunas, Daun, dan Tinggi Tunas Stek Mikro *Nepenthes ampullaria* Jack. *Biosfera*, 32(3): 195–201.
- Silalahi, M. 2019. Botani, Manfaat, Dan Bioaktivitas Nilam *Pogostemon cablin*. *Jurnal Pendidikan, Matematika dan sains*, 4(1): 29–40.
- Wattimena, G. A. 1991. *Zat Pengatur Tumbuh Tanaman*. PAU Bioteknologi Tanaman. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Bogor.
- Widuri, L.I., Dewanti, P. & Sugiharto, B. 2016. A Simple Protocol For Somatic Embryogenesis Induction Of In Vitro Sugarcane (*Saccharum officinarum*. L) by 2, 4-D and BAP. *BIOVALENTIA: Biological Research Journal*, 2(1): 1–9.
- Woodward, AW, & Bartel, B. 2005. Auksin: Regulasi, Aksi, dan Interaksi. *Jurnal Botani*, 95(5), 707-735.
- Yulia, E., N. Baiti, R.S. Handayani, N. Nilahayati. 2020. Respon Pemberian Beberapa Konsentrasi BAP Dan IAA Terhadap Pertumbuhan Sub-Kultur Anggrek *Cymbidium* (*Cymbidium finlaysonianum* Lindl.) secara in vitro. *Agrium*. 17(2): 156–165.
- Yusniwati, Setiawan RB, Syarif Z, F. 2020. Organogenesis Langsung Tanaman Nilam (*Pogostemon cablin* Benth.). *Seminar Nasional : Politeknik Pertanian Negri Payakumbuh*.
- Zahid, N.A., Jaafar, H.Z.E. & Hakimian, M. 2021. Alterations In Microrhizome Induction, Shoot Multiplication And Rooting Of Ginger (*Zingiber Officinale* Roscoe) Var. Bentong With Regards To Sucrose And Plant Growth Regulators Application. *Agronomy*, 11(2): 320.