

Optimizing BAP and NAA Concentrations for In Vitro Shoot Initiation of Black Potato (*Plectranthus rotundifolius*)

Aprilia Eristiana*, Aluh Nikmatullah, Kisman

Department of Agroecotechnology, Faculty of Agriculture, University of Mataram, Kota Mataram, Indonesia;

Article History

Received : June 27th, 2026

Revised : July 04th, 2026

Accepted : July 10th, 2026

*Corresponding Author: **Aprilia Eristiana**, Department of Agroecotechnology, Faculty of Agriculture, University of Mataram, Mataram, Indonesia;
Email:
aluhnigmatullahpunram@gmail.com

Abstract: Black potato (*Plectranthus rotundifolius* (Poir.) Spreng.) has potential as an alternative food crop, but the limited availability of high-quality planting material necessitates *in vitro* propagation. This study evaluated the effect of Benzylaminopurine (BAP) and Naphthaleneacetic Acid (NAA) combinations on the initiation-stage growth of black potato shoot explants. A factorial Completely Randomized Design (CRD) with 16 treatment combinations, three replications, and 48 experimental units was used. Quantitative data were analyzed using Analysis of Variance (ANOVA) followed by Duncan's Multiple Range Test (DMRT) at the 5% significance level, while qualitative data were analyzed descriptively. The combination of BAP and NAA significantly affected root emergence time ($p = 0.019$), number of roots ($p = 0.002$), number of leaves ($p = 0.013$), and fresh weight of plantlets ($p = 0.001$), but had no significant effect on shoot emergence, callus emergence, shoot number, shoot length, root length, or dry weight ($p > 0.05$). Treatment B0N3 produced the highest number of roots (11.33 roots explant⁻¹), B1N0 produced the highest number of leaves (8.33 leaves explant⁻¹), and B3N3 resulted in the highest fresh weight (1.48 g). These findings indicate that NAA alone was more effective for root induction, whereas higher BAP–NAA combinations promoted greater plantlet biomass accumulation.

Keywords: Black potato; Explant; Initiation; *in vitro*.

Pendahuluan

Kentang hitam (*Plectranthus rotundifolius* (Poir.) Spreng), atau dikenal juga sebagai kentang kleci, jawa, ireng, sabrang, huwi, gombili, dan kembili, merupakan tanaman herba famili Lamiaceae penghasil umbi yang adaptif di dataran rendah kering (Rinanto, 2012). Umbi ini bernilai gizi tinggi dengan kandungan karbohidrat, lemak, serat, protein, serta kaya vitamin dan mineral (Murthy *et al.*, 2018). Karena bersifat bebas gluten, kentang hitam aman bagi penderita penyakit celiac serta memiliki indeks glikemik rendah (Sethuraman *et al.*, 2020; Lestari *et al.*, 2015). Selain itu, kandungan antioksidan, antibakteri, dan antikankernya membuat komoditas ini berpotensi besar sebagai pangan fungsional dan bahan obat (Solehan *et al.*, 2024; Jumadi & Suhaili, 2020).

Kentang hitam (*Plectranthus rotundifolius* (Poir.) Spreng.) merupakan salah satu tanaman umbi yang berpotensi dikembangkan sebagai

sumber pangan alternatif karena memiliki nilai gizi yang baik serta mampu beradaptasi pada berbagai kondisi lingkungan. Produktivitas kentang hitam di Indonesia umumnya masih berkisar antara 5–15 ton ha⁻¹ pada sistem budidaya petani, sedangkan produktivitas hingga 40 ton ha⁻¹ telah dilaporkan pada genotipe unggul yang dibudidayakan di kondisi agroekologi yang sesuai di Afrika (Thangamuniyandi *et al.*, 2024). Perbedaan produktivitas tersebut dipengaruhi oleh variasi genotipe, kondisi agroekologi, dan teknik budidaya yang diterapkan, sehingga peningkatan mutu bahan tanam menjadi salah satu upaya penting untuk meningkatkan produktivitas tanaman.

Salah satu teknologi yang berpotensi menghasilkan bahan tanam bermutu adalah kultur jaringan. Teknik ini dapat menghasilkan benih yang bergizi, konsisten, dan berkualitas tinggi, serta dapat diproduksi dalam jumlah besar dalam waktu yang relatif singkat (Ziraluo, 2021; Taji *et al.*, 2005). Keberhasilan regenerasi

tanaman secara *in vitro* sangat dipengaruhi oleh jenis eksplan yang digunakan serta jenis dan konsentrasi zat pengatur tumbuh (ZPT) eksogen yang ditambahkan ke dalam media kultur (Nurhasanah *et al.*, 2024; Asra *et al.*, 2020).

Zat pengatur pertumbuhan tanaman (PGR) yang sering digunakan dalam kultur jaringan meliputi sitokinin dan auksin. Benzilaminopurin (BAP), yang merupakan jenis sitokinin, membantu mendorong pembelahan sel dan pertumbuhan tunas, sedangkan Asam Naftalenaasetat (NAA), yang diklasifikasikan sebagai auksin, membantu perkembangan akar dan tunas (Pandia, 2023; Arafah *et al.*, 2021). Interaksi antara BAP dan NAA akan menentukan arah morfogenesis eksplan, sehingga kombinasi dan konsentrasi kedua ZPT tersebut perlu dioptimalkan sesuai dengan tujuan kultur.

Beberapa penelitian sebelumnya telah melaporkan keberhasilan penggunaan BAP maupun kombinasi BAP/BA dengan NAA pada kultur *in vitro* kentang hitam menggunakan eksplan daun dan nodus (Suherlina *et al.*, 2011; Asha *et al.*, 2013). Namun, informasi mengenai respons eksplan pucuk terhadap berbagai kombinasi konsentrasi BAP dan NAA, khususnya pada tahap inisiasi kultur *in vitro*, masih terbatas. Padahal, eksplan pucuk memiliki potensi tinggi untuk menghasilkan tanaman yang seragam, vigor, dan relatif bebas patogen sehingga banyak digunakan sebagai sumber eksplan dalam perbanyakan tanaman secara *in vitro*. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh berbagai kombinasi konsentrasi BAP dan NAA terhadap pertumbuhan eksplan pucuk kentang hitam pada tahap inisiasi kultur *in vitro* serta menentukan kombinasi ZPT yang paling optimal.

Metode

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober 2025 hingga Mei 2026, bertempat di Laboratorium Fisiologi dan Bioteknologi Tanaman serta Laboratorium Mikrobiologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Mataram.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat penelitian ini meliputi alat dokumentasi, alat tulis, autoklaf, cawan petri, erlenmeyer, gelas beker, gunting, *hot plate*, *laminar air flow cabinet*, lampu bunsen, pH

meter, pinset, mikropipet, ruang kultur, skalpel, *shaker*, tabung reaksi, dan timbangan analitik. Bahan penelitian meliputi eksplan pucuk kentang hitam yang berasal dari Kebun Percobaan Narmada, zat pengatur tumbuh *Benzylaminopurine* (BAP) dan *Naphthaleneacetic Acid* (NAA) dengan berbagai taraf konsentrasi, media Murashige dan Skoog (MS) instan, agar, sukrosa, akuades steril, etanol 70%, spiritus, aluminium foil, kapas, karet gelang, *plastic wrap*, serta larutan natrium hipoklorit (NaOCl) yang dibuat dari pemutih komersial (Bayclin). Larutan sterilisasi disiapkan sehingga menghasilkan konsentrasi NaOCl aktif sebesar 1,84% (setara dengan pengenceran 35% Bayclin) dan digunakan untuk sterilisasi permukaan eksplan selama 20 menit, kemudian eksplan dibilas sebanyak tiga kali menggunakan akuades steril. Konsentrasi NaOCl dan lama perendaman dipilih untuk memperoleh keseimbangan antara efektivitas sterilisasi dan viabilitas eksplan, karena penggunaan NaOCl pada konsentrasi atau waktu perendaman yang terlalu tinggi dapat menyebabkan fitotoksitas, seperti pencokelatan jaringan, nekrosis, dan penurunan kemampuan regenerasi eksplan.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental di laboratorium dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 16 kombinasi perlakuan konsentrasi BAP dan NAA dengantiga ulangansehingga dipersiapkan 48 unit percobaan (tabung kultur).

Pelaksanaan

Sterilisasi Alat

Alat-alat yang digunakan dalam kultur jaringan dicuci bersih menggunakan sabun dan air mengalir dan dikeringkan kemudian dibungkus dengan kertas atau aluminium foil untuk melindungi dari kerusakan akibat panas langsung. Disterilkan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm (15 psi) selama 20 menit.

Persiapan Media

Media kultur menggunakan media Murashige dan Skoog (MS) instan yang diperkaya dengan kombinasi *Benzylaminopurine* (BAP) dan *Naphthaleneacetic Acid* (NAA). Larutan stok BAP dan NAA disiapkan terlebih dahulu, kemudian masing-masing ditambahkan ke media menggunakan persamaan pengenceran

($C_1V_1 = C_2V_2$) untuk memperoleh konsentrasi akhir sesuai perlakuan. Rincian konsentrasi dan volume larutan stok yang ditambahkan ke dalam media disajikan pada Tabel X. Setelah seluruh komponen media tercampur, pH media disesuaikan menjadi 5,7–5,8 sebelum ditambahkan agar. Media kemudian disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C dengan tekanan 1 atm selama 15 menit.

Persiapan Eksplan

Eksplan pucuk kentang hitam (5 cm) diambil dari tanaman induk di Kebun Percobaan Narmada, dibawa ke laboratorium menggunakan tisu basah. Setelah dibersihkan dengan air mengalir, daun eksplan dibuang dengan menyisakan bagian pucuk. Sterilisasi permukaan dilakukan di dalam *laminar air flow* menggunakan alkohol 70% (1 menit), larutan Bayclean 35% (20 menit), dan dibilas dengan akuades steril sebanyak 5 kali.

Inokulasi Eksplan

Eksplan steril dipotong secara aseptis (± 1 cm), ditanam dalam media kultur yang telah disiapkan sesuai dengan kombinasi perlakuan. Setiap tabung kultur berisi 1 eksplan, ditutup dengan kapas dan *plastic wrap*.

Kondisi Inkubasi

Eksplan diinkubasi di ruang kultur pada suhu 22–25°C dengan fotoperiode 8 jam terang dan 16 jam gelap. Pencahayaan menggunakan lampu fluoresen putih (*cool white*) dengan intensitas cahaya sekitar 30–40 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (atau ± 1.500 –2.500 lux). Kelembapan relatif ruang kultur dipertahankan pada kisaran 60–70%. Kultur disusun secara tegak pada rak kultur dengan jarak yang seragam dari sumber cahaya untuk memastikan setiap eksplan menerima intensitas cahaya yang relatif sama. Inkubasi dilakukan selama 2 bulan.

Pengamatan

Pengamatan dilakukan secara berkala setiap 2 hari sekali pada 1 bulan pertama dan 1 kali seminggu pada 1 bulan kedua.

Parameter Pengamatan

Parameter kuantitatif meliputi waktu muncul tunas (HST), waktu muncul akar (HST), waktu muncul kalus (HST), jumlah tunas per eksplan (tunas), panjang tunas (cm), jumlah akar per eksplan (akar), panjang akar (cm), jumlah

daun per eksplan (helai), berat segar dan kering planlet (g). Parameter kualitatif meliputi persentase hidup, bertunas, membentuk kalus, berakar serta visual warna daun.

Analisis Data

Data kuantitatif terlebih dahulu diuji untuk memenuhi asumsi analisis ragam, yaitu uji normalitas menggunakan uji Shapiro–Wilk dan uji homogenitas ragam menggunakan uji Levene pada taraf nyata 5% ($\alpha = 0,05$). Apabila data memenuhi kedua asumsi tersebut, analisis dilanjutkan menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha = 0,05$). Perlakuan yang menunjukkan pengaruh nyata pada uji ANOVA selanjutnya diuji menggunakan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf nyata 5% untuk membandingkan rerata antarperlakuan. Sementara itu, data kualitatif dianalisis secara deskriptif.

Hasil dan Pembahasan

Pengaruh Kombinasi BAP dan NAA terhadap Pertumbuhan Eksplan Pucuk Kentang Hitam

Hasil analisis varians (ANOVA) menunjukkan bahwa campuran i (BAP) dan *Asam Naftalenaasetat* (NAA) menghasilkan efek yang bervariasi pada berbagai faktor pertumbuhan eksplan tunas kentang hitam (Tabel 1). Di antara sepuluh faktor yang diukur, empat menunjukkan dampak yang signifikan ($p < 0,05$), yang meliputi waktu kemunculan akar ($p = 0,019$), jumlah akar per eksplan ($p = 0,002$), jumlah daun per eksplan ($p = 0,013$), dan berat segar bibit ($p = 0,001$). Sementara itu, enam parameter lainnya, yaitu waktu muncul tunas ($p = 0,101$), waktu muncul kalus ($p = 0,323$), jumlah tunas per eksplan ($p = 0,972$), panjang tunas ($p = 0,075$), panjang akar ($p = 0,743$), dan berat kering planlet ($p = 0,409$), tidak menunjukkan pengaruh yang nyata ($p > 0,05$).

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil *Analysis of Variance* (ANOVA)

No.	Parameter	Nilai Sig.	Keterangan
1	Waktu Muncul Tunas (HST)	0,101	NS
2	Waktu Muncul Akar (HST)	0,019	S

No.	Parameter	Nilai Sig.	Keterangan
3	Waktu Muncul Kalus (HST)	0,323	NS
4	Jumlah Tunas Per Eksplan (tunas)	0,972	NS
5	Panjang Tunas (cm)	0,075	NS
6	Jumlah Akar Per Eksplan (akar)	0,002	S
7	Panjang Akar (cm)	0,743	NS
8	Jumlah Daun Per Eksplan (helai)	0,013	S
9	Berat Segar Planlet (g)	0,001	S
10	Berat Kering Planlet (g)	0,409	NS

Hasil tersebut mengindikasikan bahwa kombinasi BAP dan NAA lebih berperan dalam memengaruhi pembentukan sistem perakaran, pembentukan daun, dan akumulasi biomassa segar dibandingkan proses inisiasi tunas, pembentukan kalus, maupun pertumbuhan memanjang organ tanaman. Tidak adanya pengaruh nyata pada parameter waktu muncul tunas, jumlah tunas, dan panjang tunas menunjukkan bahwa variasi konsentrasi BAP dan NAA yang digunakan belum mampu menghasilkan respons yang berbeda secara statistik terhadap pertumbuhan tunas selama periode pengamatan.

Sebaliknya, pengaruh nyata pada waktu muncul akar dan jumlah akar menunjukkan

bahwa keseimbangan antara sitokinin (BAP) dan auksin (NAA) memegang peranan penting dalam proses rizogenesis. Selain itu, perbedaan nyata pada jumlah daun dan berat segar planlet mengindikasikan bahwa kombinasi ZPT tertentu mampu meningkatkan pertumbuhan vegetatif dan akumulasi biomassa tanaman. Oleh karena itu, parameter-parameter yang menunjukkan pengaruh nyata selanjutnya dianalisis menggunakan uji lanjut Duncan's Multiple Range Test (DMRT) taraf 5% untuk mengetahui perlakuan terbaik.

Waktu muncul tunas, akar, dan kalus

Berdasarkan hasil uji DMRT (Tabel 2), kombinasi BAP dan NAA berpengaruh nyata terhadap waktu muncul akar, sedangkan waktu muncul tunas dan waktu muncul kalus tidak berbeda nyata antarperlakuan. Perlakuan B0N1, B0N2, B0N3, B1N3, B2N1, dan B2N2 menghasilkan akar paling cepat, yaitu berkisar antara 14,33–14,67 HST. Sebaliknya, pada perlakuan B2N0 tidak terbentuk akar hingga akhir periode pengamatan (62 HST), sehingga nilai **62,00+ HST** merupakan batas akhir pengamatan dan bukan waktu muncul akar yang sebenarnya. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa kombinasi ZPT pada perlakuan B2N0 tidak mampu menginduksi pembentukan akar selama masa penelitian. Perlakuan B3N0 dan B3N3 juga menunjukkan pembentukan akar yang relatif lebih lambat, masing-masing pada 24,00 HST dan 22,00 HST.

Tabel 2. Waktu Muncul Tunas, Akar, dan Kalus

Perlakuan	Rata-rata Waktu Muncul (HST)		
	Waktu Muncul Tunas	Waktu Muncul Akar	Waktu Muncul Kalus
B0N0	9,33	18,00 abc	19,67
B0N1	13,67	14,33 a	12,00
B0N2	20,00	14,67 a	12,00
B0N3	17,67	14,33 a	10,67
B1N0	12,00	17,67 abc	15,00
B1N1	17,67	17,67 abc	18,67
B1N2	26,00	18,67 abc	15,00
B1N3	20,67	14,33 a	13,67
B2N0	15,00	62,00 ⁺ d	13,33
B2N1	24,00	14,33 a	13,67
B2N2	17,67	14,67 a	16,00
B2N3	28,00	20,00 abc	16,00
B3N0	16,00	24,00 c	10,33
B3N1	21,33	15,33 ab	14,67
B3N2	19,00	18,50 abc	17,33
B3N3	27,00	22,00 bc	15,67

Parameter pertumbuhan planlet kentang hitam pada berbagai kombinasi konsentrasi BAP dan NAA

Berdasarkan hasil pengamatan (Tabel 3), kombinasi konsentrasi BAP dan NAA tidak memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah tunas per eksplan, panjang tunas, panjang akar, dan berat kering planlet. Jumlah tunas yang dihasilkan berkisar antara 1,33–3,67 tunas per eksplan. Meskipun metode B3N1 menghasilkan jumlah tunas rata-rata terbesar (3,67 tunas), angka ini tidak berbeda secara signifikan dari metode lainnya. Demikian pula, panjang tunas bervariasi antara 0,08 dan 5,52 cm, dengan metode B1N0 menghasilkan panjang tunas terpanjang (5,52 cm), namun tidak ada perbedaan statistik yang signifikan di antara berbagai perlakuan. Panjang akar juga tidak menunjukkan perbedaan nyata, dengan kisaran 0,00–2,82 cm.

Nilai tertinggi diperoleh pada perlakuan B0N0 (2,82 cm), sedangkan perlakuan B2N0 tidak membentuk akar sehingga panjang akar bernilai 0,00 cm. Berat kering planlet berkisar antara 0,02–0,40 g dan tidak dipengaruhi secara nyata oleh kombinasi konsentrasi BAP dan NAA.

Sebaliknya, kombinasi BAP dan NAA memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah akar per eksplan. Perlakuan B0N3 menghasilkan jumlah akar tertinggi, yaitu 11,33 akar per eksplan, yang berbeda nyata dengan perlakuan B2N0 (0,00 akar) dan B3N3 (0,33 akar), namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan B0N1 (10,33 akar) maupun B0N2 (8,33 akar). Hasil ini menunjukkan bahwa pemberian NAA tanpa penambahan BAP cenderung lebih efektif dalam merangsang pembentukan akar dibandingkan kombinasi dengan konsentrasi BAP yang lebih tinggi.

Tabel 3. Rata-rata parameter pertumbuhan planlet kentang hitam (*Plectranthus rotundifolius* (Poir.) Spreng.) pada berbagai kombinasi konsentrasi BAP dan NAA.

Perlakuan	Rata-rata						
	Jumlah Tunas Per Eksplan (tunas)	Panjang tunas (cm)	Jumlah Akar Per Eksplan (akar)	Panjang Akar (cm)	Jumlah Daun Per Eksplan (helai)	Berat Segar (g)	Berat Kering (g)
B0N0	1,67	4,21	4,00 abc	2,82	5,33 abc	0,30 a	0,30
B0N1	2,67	1,03	10,33 de	0,81	2,00 a	0,55 bc	0,13
B0N2	2,33	0,75	8,33 cde	1,23	1,67 a	0,55 bc	0,04
B0N3	2,00	0,90	11,33e	1,23	0,33 a	0,58 bc	0,40
B1N0	2,00	5,52	2,33ab	1,20	8,33 c	0,37 abc	0,20
B1N1	2,33	1,09	5,67 abcd	1,20	4,33 abc	0,68 cd	0,05
B1N2	3,00	0,81	3,00 abc	1,09	2,33 a	0,65 cd	0,40
B1N3	2,33	0,44	4,67 abcd	1,11	5,00 abc	0,78 d	0,04
B2N0	2,00	1,15	0,00 a	0,00	4,67 abc	0,21 a	0,02
B2N1	2,00	0,55	5,00 abcd	1,39	2,67ab	0,98 e	0,06
B2N2	3,00	1,33	5,67 abcd	1,21	5,00 abc	0,85 de	0,05
B2N3	2,33	1,73	3,33 abc	0,74	0,00 a	0,88 de	0,05
B3N0	3,33	3,42	3,00 abc	1,92	8,00bc	0,61 cd	0,03
B3N1	3,67	1,46	6,67 bcde	1,34	2,67ab	0,69 cd	0,04
B3N2	2,67	0,31	4,67 abcd	0,77	1,00 a	1,18 f	0,05
B3N3	1,33	0,08	0,33 a	0,17	0,00 a	1,48 f	0,07

Parameter jumlah daun per eksplan juga dipengaruhi secara nyata oleh perlakuan. Jumlah daun tertinggi diperoleh pada perlakuan B1N0, yaitu 8,33 helai per eksplan, dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan B3N0 yang menghasilkan 8,00 helai. Sebaliknya, perlakuan B2N3 dan B3N3 tidak menghasilkan daun hingga akhir pengamatan. Hasil ini menunjukkan bahwa pemberian BAP tanpa penambahan NAA lebih mendukung pembentukan daun dibandingkan kombinasi dengan konsentrasi NAA yang lebih tinggi.

Berat segar planlet menunjukkan pengaruh yang sangat nyata akibat perlakuan kombinasi BAP dan NAA. Perlakuan B3N3 menghasilkan berat segar tertinggi, yaitu 1,48 g, yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan B3N2 (1,18 g), tetapi lebih tinggi dibandingkan sebagian besar perlakuan lainnya. Berat segar terendah diperoleh pada perlakuan B2N0, yaitu 0,21 g. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi BAP yang dikombinasikan dengan NAA mampu meningkatkan akumulasi biomassa segar planlet, meskipun peningkatan tersebut

tidak diikuti oleh peningkatan berat kering yang berbeda nyata secara statistik.

Pembahasan

Kombinasi BAP dan NAA berpengaruh nyata terhadap waktu muncul akar, jumlah akar, jumlah daun, dan berat segar planlet. Perlakuan dominasi auksin tanpa sitokinin (B0N1, B0N2, B0N3) memacu pembentukan akar lebih cepat daripada perlakuan sitokinin tinggi tanpa auksin (B3N0), sementara perlakuan B2N0 mengalami hambatan inisiasi akar total, yang termasuk data tersensor kanan tipe I oleh Maruddani *et al.* (2021), objek yang tidak mengalami kejadian hingga batas akhir penelitian dicatat sama dengan waktu maksimal pengamatan (62 HST) (Firsawan *et al.*, 2022). Hal ini menunjukkan pentingnya keseimbangan rasio hormon, di mana Melnyk (2023) menyatakan bahwa dominasi auksin mempercepat pemunculan organ akar. Secara biologis, Ikeuchi *et al.* (2016) mengidentifikasi auksin sebagai regulator utama perangsang akar baru, yang diperkuat oleh Yasmin *et al.* (2022) bahwa ketersediaan auksin yang tepat di media *in vitro* krusial untuk menginisiasi akar dan menjaga kualitas morfologinya.

Respons jumlah akar per eksplan bervariasi; penambahan NAA meningkatkan jumlah akar pada taraf B0 dan B1 (meski fluktuatif), serta memicu munculnya akar pada taraf B2, namun pada taraf B3 penambahan NAA justru menekan pertumbuhan akar. Variasi ini diatur oleh penyelarasan hormonal (*hormonal crosstalk*) eksogen di dalam sel. Pasternak & Steinmacher (2024) menjelaskan bahwa NAA merangsang pembelahan sel meristem di pangkal eksplan sementara BAP mendukung pembelahan di area luka tanpa mengganggu translokasi auksin. Hubungan ini sejalan dengan Lakehal *et al.* (2018) bahwa pembentukan akar adventif dikendalikan oleh interaksi saling mendukung atau menghambat, di mana sitokinin bersifat menghambat jika konsentrasinya terlalu dominan.

Parameter jumlah daun, peningkatan NAA pada seluruh taraf BAP konsisten menekan pertumbuhan daun akibat pergeseran keseimbangan hormon ke arah akar. Meskipun pendekatan B3N1 menghasilkan jumlah tunas rata-rata terbanyak (3,67 tunas), hasil ini tidak jauh berbeda dari metode lainnya. Dengan cara yang sama, panjang tunas berkisar antara 0,08

hingga 5,52 cm, dengan pendekatan B1N0 menghasilkan panjang tunas terpanjang (5,52 cm), namun tidak ada perbedaan statistik yang signifikan di antara perlakuan tersebut. Sebaliknya, peningkatan NAA konsisten meningkatkan berat segar planlet. Samalova *et al.* (2024) menyatakan bahwa interaksi ZPT eksogen efektif mengaktivasi enzim ekspansin untuk melonggarkan dinding sel sehingga air masuk secara osmotik. Namun, berat segar tertinggi pada kombinasi B3N3 justru bersumber dari pembentukan massa kalus yang tebal di area luka eksplan, di mana menurut Baihaki & Dolly (2025), pertumbuhan gumpalan kalus yang semakin besar akan meningkatkan bobot tanaman secara signifikan.

Kombinasi BAP dan NAA tidak berpengaruh nyata pada waktu muncul tunas, waktu muncul kalus, jumlah tunas, panjang tunas, panjang akar, dan berat kering planlet. Berdasarkan Pasternak & Steinmacher (2024), keberhasilan kultur *in vitro* ditentukan oleh faktor kompleks internal jaringan sehingga interaksi antar-ZPT eksogen tidak selalu signifikan. Druege *et al.* (2019) menguatkan bahwa respons hormonal sangat bergantung pada kondisi alami sel sehingga efek kedua hormon dapat bersifat mandiri. Hal ini diperjelas oleh Salem *et al.* (2022) yang membuktikan bahwa tidak semua kombinasi ZPT mampu menghasilkan interaksi signifikan pada parameter pertumbuhan tertentu.

Kesimpulan

Campuran kadar Benzilaminopurin (BAP) dan Asam Naftalenaasetat (NAA) memiliki dampak besar pada waktu pertumbuhan akar, jumlah akar untuk setiap eksplan, jumlah daun untuk setiap eksplan, dan berat bibit kentang hitam (*Plectranthus rotundifolius* (Poir.) Spreng.), tetapi tidak memiliki pengaruh besar pada waktu pertumbuhan tunas, kemunculan kalus, jumlah tunas untuk setiap eksplan, panjang tunas, panjang akar, atau berat kering bibit. Perlakuan B0N3 merupakan kombinasi terbaik untuk induksi akar karena menghasilkan jumlah akar tertinggi (11,33 akar per eksplan) serta termasuk kelompok perlakuan dengan waktu pembentukan akar tercepat (14,33 HST). Perlakuan B1N0 menghasilkan jumlah daun tertinggi (8,33 helai per eksplan), sedangkan perlakuan B3N3 menghasilkan berat segar planlet tertinggi (1,48 g). Dengan demikian,

kombinasi BAP dan NAA yang optimum bergantung pada tujuan kultur, yaitu induksi akar, pembentukan daun, atau peningkatan biomassa planlet pada tahap inisiasi kultur *in vitro*.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada proyek penelitian “Pengembangan Teknologi Budidaya dan Perbaikan Sifat Tanaman Penghasil Umbi-Umbian Lokal Tropika Nusa Tenggara Barat”, atas dukungan sarana penelitian, pengalaman akademik, dan pembelajaran selama pelaksanaan penelitian hingga penyusunan artikel ini.

Referensi

- Arafah, D.L., Hernawati D., Nuryadin E. (2021). The Effect Hormone BAP (6-Benzyl Amino Purine) on the Growth of Potato Axillary Shoots (*Solanum tuberosum* L.) *in vitro*. *Jurnal Biologi Tropis*, 21(3), 641-647.
<http://dx.doi.org/10.29303/jbt.v21i3.2823>
- Asha, K. I., Nair, A. S., & Sujatha, G. (2013). *In vitro* Propagation of Chinese Potato (*Plectranthus rotundifolius*) Through Axillary Shoot Bud Culture. *International Journal of Scientific Research*, 2(10), 45–48.
- Asha, K. I., Nair, A. S., & Sujatha, G. (2013). *In vitro* Propagation of Chinese Potato (*Plectranthus rotundifolius*) Through Axillary Shoot Bud Culture. *International Journal of Scientific Research*, 2(10), 45–48.
- Baihaki, M. A., dan Dolly S., S. (2025). Respon Pertumbuhan Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.) terhadap Pemberian *Indole Acetic Acid* (IAA) dan *Benzyl Amino Purine* (BAP) Secara *In vitro*. *Jurnal Agroteknologi*, 13(1), 15-19.
10.32734/ja.v13i1.19880
- Druege, U., Franken, P., Tewes, A., Hamann, A., & Hause, B. (2019). Adventitious root formation: New insights and perspectives. *Frontiers in Plant Science*, 10, 1352.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2019.01352>
- Fauzan, M., Nirmala, R., Sunaryo, W., & Pujowati, P. (2021). Induksi Multiplikasi Ubi Kayu var. Gajah (*Manihot esculenta* crantz) Melalui Kultur Jaringan Dengan Zat Pengatur Tumbuh BAP dan NAA Multiplication of Induction of Cassava var. Elephant (*Manihot esculenta* crantz) Through Tissue Culture Using BAP and NAA Growth Control. *Jurnal Agroteknologi Tropika Lembab* ISSN, 2622, 3570.
- Jumadi, R., dan Suhaili. (2020). Pertumbuhan Kentang Hitam (*Coleus tuberosum*) Varietas Lokal Dari Stek Pada Berbagai Media Tanam. *Jurnal Tropicrops*, 3(2), 15-20.
- Lakehal, A., & Bellini, C. (2019). Control of adventitious root formation: insights into synergistic and antagonistic hormonal interactions. *Physiologia Plantarum*, 165(1), 90–100.
<https://doi.org/10.1111/ppl.12823>
- Lestari, P., Ning W. U., Ninik S. (2015). Peningkatan Produksi dan Perbaikan Ukuran Umbi Kentang Hitam (*Plectranthus rotundifolius* (Poir.) Spreng) Melalui Teknik Budidaya Sebagai Upaya Konservasi. *Buletin Kebun Raya*, 18(2), 59-70.
- Maruddani, D. A. I., Tarno, Hoyyi, A., Rahmawati, R., & Wilandari, Y. (2021). *Survival Analysis*. Semarang: UNDIP Press. ISBN 978-979-097-759-4.
- Melnyk, C. W. (2023). Quantitative regeneration: Skoog and Miller revisited. *Quantitative Plant Biology*, 4(10), 1–4.
<https://dx.doi.org/10.1017/qpb.2023.9>
- Murthy, H. N., Herlekar, V. V., Joseph, K. S., Payamalle, S., & Shinde, S. (2018). Phenolic Content, Antioxidant and Antibacterial Activities of *Plectranthus rotundifolius* Tuber Extracts. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*. 24 (2), 213–220.
- Pandia, W. (2023). Respon Pertumbuhan Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L.) Varietas Granola Secara *In vitro* dengan Penambahan NAA dan BAP. *Jurnal Agroteknosains*, 7(2).
- Pasternak, T. P., & Steinmacher, D. (2024). Plant Growth Regulation in Cell and Tissue Culture *in vitro*. *Plants*, 13(2), 327.
<https://doi.org/10.3390/plants13020327>
- Purba, L., Erni, S., Denny S., Wienny R., Syariful M. (2017). Pertumbuhan dan Perkembangan Jaringan Meristem Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) Kultivar

- Katumi Secara *in vitro*. *Jurnal Agro*, 4(2), 97-109.
- Rinanto, Y. (2012). Prospek Budidaya Kentang Hitam (*Coleus tuberosum*) di Lahan Kekeringan,” *Seminar Nasional XI Pendidikan Biologi FKIP UNS*. 121.
- Salem, J., Hassanein, A., El-Wakil, D. A., & Loutfy, N. (2022). Interaction between Growth Regulators Controls *In vitro* Shoot Multiplication in Paulownia and Selection of NaCl-Tolerant Variants. *Plants*, 11(4), 498.
<https://doi.org/10.3390/plants11040498>
- Samalova, M., Melnikava, A., Elsayad, K., Peaucelle, A., Gahurova, E., Gumulec, J., Spyroglou, I., Zemlyanskaya, E. V., Ubogoeva, E. V., Balkova, D., Demko, M., Blavet, N., Alexiou, P., Benes, V., Mouille, G., & Hejatko, J. (2023). Hormone-regulated expansins in Arabidopsis root growth. *Plant Physiology*, 194, 209–228. 10.1093/plphys/kiad594
- Sethuraman, G., Nizar, N.M.M., Muhama, F.N., Suhairi, T.A.S.T.M., Jahanshiri, E., Gregory, P.J., & Azam-Ali, S. (2020). Nutritional Composition of Black Potato (*Plectranthus rotundifolius* (Poir.) Spreng.) (Synonym: *Solenostemon rotundifolius*). *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 11(10), 1145-1150.
- Suherlina, N., *et al.* (2011). Pengaruh Umur Biak dan Posisi Daun Terhadap Morfogenesis Daun Kentang Hitam (*Solenostemon rotundifolius*) secara *In vitro*. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 2(3), 101–108.
- Thangamuniyandi, M., Nageswari, K., Murugesan, P., Rajangam, M M. Gnanasekaran & Suganya, K.S. (2024). Food, Nutrients and Phytochemical Composition of Country Potato, *Plectranthus rotundifolius* (Poir) Spreng.: A review. *Annals of Phytomedicine*, 13(2), 153-162.
- Thangamuniyandi, M., Nageswari, K., Murugesan, P., Rajangam, M M. Gnanasekaran & Suganya, K.S. (2024). Food, Nutrients and Phytochemical Composition of Country Potato, *Plectranthus rotundifolius* (Poir) Spreng.: A review. *Annals of Phytomedicine*, 13(2), 153-162. 10.54085/ap.cps.2024.13.2.15
- Yasmin, S., Hasan, M. J., Hossain, S. S., Saha, S., & Khatun, F. (2022). Auxin and Cytokinin Synergism in Micropropagation for Mass Production of Aloe Vera. *BioTechnologia*, 103(3), 301–310. 10.5114/bta.2022.120393
- Ziraluo, Y. P. B. (2021). Metode Perbanyakan Tanaman Ubi Jalar Ungu (*Ipomea batatas* Poiret) dengan Teknik Kultur Jaringan atau Stek Planlet. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 2(3), 1037-1046.