

Nuraini, A. · E. Aprilia · Murgayanti · A.P. Wulandari

Pengaruh konsentrasi *Benzylaminopurine* terhadap pertumbuhan eksplan tunas aksilar rami klon lokal Wonosobo secara *in vitro*

Sari Saat ini, kebanyakan rami menggunakan rizoma sebagai bahan tanamnya, tetapi dalam produksinya membutuhkan waktu yang lama dan sebagai bahan tanam umur simpannya singkat. Kultur jaringan merupakan salah satu teknologi untuk mendapatkan bahan tanam yang seragam dan sehat dalam waktu yang singkat. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi BAP terhadap pertumbuhan tunas aksilar pada rami klon lokal Wonosobo dan konsentrasi mana yang memberikan pengaruh terbaik. Percobaan dilakukan di Laboratorium Kultur Jaringan, Teknologi Benih, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran. Nodus batang dari rami klon lokal Wonosobo dikulturkan pada media MS dengan penambahan berbagai konsentrasi BAP selama 8 minggu dan diamati pertumbuhan dan perkembangannya. Desain penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan yang diulang sebanyak tiga kali. Adapun perlakuannya adalah kontrol (tanpa penambahan BAP), BAP 0,5 mg/L, BAP 1,0 mg/L, BAP 1,5 mg/L, BAP 2,0 mg/L, dan BAP 3,0 mg/L. Hasil percobaan menunjukkan penambahan sitokinin berpengaruh terhadap pertumbuhan tunas aksilar rami klon lokal Wonosobo. Penambahan 0,5 mg/L berpotensi memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan tunas aksilar rami klon lokal Wonosobo dilihat dari waktu muncul tunas, jumlah tunas, jumlah daun, dan tinggi *plantlet*.

Kata Kunci: Benzylaminopurine (BAP) · Rami · Tunas aksilar

Effect of Benzylaminopurine concentration on the growth of axillary bud explants of ramie local clone of Wonosobo in *in-vitro*

Abstract. Currently, ramie propagation used the rhizome as the planting material. However, it took long time to produce and the longevity of rhizome as planting material is short. Therefore, another technology approach is needed. Tissue culture is one of alternative technologies that could to produce uniform and healthy planting material within short time. The objective of this research was to determine the effect of BAP concentration on the axillary bud growth of rami local clone of Wonosobo and also determine which concentration gives the best effect. The research was conducted at The Tissue Culture Laboratory of Seed Technology, Faculty of Agriculture, Universitas Padjadjaran. Nodes of ramie local clone of Wonosobo were cultured for 8 weeks on Murashige & Skoog (MS) medium added with various concentrations of BAP and then observed growth and development. The research design was Completely Randomize Design (RCD) with 6 treatments in terms of BAP concentrations and 3 replications. The treatment was control (without BAP); BAP 0,5 mg/L, BAP 1,0 mg/L, BAP 1,5 mg/L, BAP 2,0 mg/L, and BAP 3,0 mg/L. The result showed that there was different effect on axillary bud growth. The treatment of MS medium added with 0,5 mg/L BAP potentially showed as the best effect for bud appearance, number of shoots, number of leaves, and *plantlet's* length.

Keywords: Axillary bud · Benzylaminopurine (BAP) · Ramie

Diterima : 10 November 2021, Disetujui : 9 Agustus 2022, Dipublikasikan : 15 Agustus 2022

DOI: <http://dx.doi.org/10.24198/kultivasi.v21i2.36540>

Nuraini, A.¹ · E. Aprilia² · Murgayanti¹ · A.P. Wulandari³

¹ Departemen Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian UNPAD, Jalan Raya Bandung Sumedang km. 21 Jatinangor 45363

² Prodi Agroteknologi, Fakultas Pertanian UNPAD, Jalan Raya Bandung Sumedang km. 21 Jatinangor 45363

³ Prodi Biologi, FMIPA UNPAD, Jalan Raya Bandung Sumedang km. 21 Jatinangor 45363

Korespondensi: anne.nuraini@unpad.ac.id

Nuraini, A. *et al.*: Pengaruh konsentrasi *Benzylaminopurine* terhadap pertumbuhan eksplan tunas aksilar rami klon lokal Wonosobo secara *in vitro*

Pendahuluan

Rami merupakan tanaman herbaceous yang dapat dimanfaatkan seluruh bagian tanamannya: batang dapat dijadikan serat, daun dijadikan kompos, dan rizoma (akar) dijadikan bahan tanam. Serat yang dihasilkan dari batang rami berwarna putih, mudah diwarnai, kuat dan tidak mudah berubah, kekuatan tarik lebih kuat dari linen, sutra, dan bahkan 7 kali lebih kuat dari serat kapas (Habibie *et al.*, 2021). Serat rami dapat dijadikan sebagai alternatif pengganti serat kapas yang 99,77% masih diimpor untuk memenuhi kebutuhan serat nasional (Hanifah dan Kartiasih, 2018).

Salah satu daerah produsen rami di Indonesia adalah Kabupaten Wonosobo. Berdasarkan data dari CV. Rabersa Wonosobo tahun 2019, luas lahan pertanaman rami di Kabupaten Wonosobo adalah seluas 88185 m² (Wicaksono *et al.*, 2021). Diantara berbagai klon rami yang ditanam di Wonosobo, terdapat klon lokal yang memiliki perbedaan morfologi dengan klon lain. Dengan demikian klon lokal dapat dikembangkan dan perlu diteliti lebih lanjut untuk melihat potensinya.

Budidaya rami saat ini dilakukan dengan menggunakan bahan tanam rizoma yang dihasilkan dari tanaman yang berumur lebih dari 2 tahun (Purwati, 2010). Rizoma tidak dapat disimpan dalam waktu yang lama karena bertunas dalam waktu yang singkat. Penyediaan dan penyimpanan rizoma menyebabkan terhambatnya perkembangan budidaya rami nasional. Penyediaan bahan tanam yang banyak dalam waktu singkat serta dapat disimpan lama untuk budidaya rami secara komersial dapat dilakukan dengan kultur jaringan atau *in vitro*. Faktor yang mempengaruhi keberhasilan kultur jaringan tanaman adalah genetik tanaman, nutrisi, lingkungan, dan hormon (zat pengatur tumbuh) (Pierik, 1987). Menurut Dwiyani (2015), dalam menginduksi tunas digunakan penambahan zat pengatur tumbuh jenis sitokinin yang dapat meningkatkan proliferasi tunas seperti *6-benzylaminopurine* (BAP).

Tanaman rami memiliki banyak nodus dalam satu batangnya, sehingga untuk dapat menghasilkan banyak bahan tanam, nodus digunakan sebagai eksplan karena dapat menghasilkan tunas aksilar. Dibandingkan tunas apikal, tunas aksilar digunakan sebagai eksplan karena berukuran lebih kecil, tidak terlalu

tertutup primordia daun, serta jumlahnya lebih banyak pada satu tanaman sehingga memungkinkan untuk memperoleh lebih banyak eksplan (Vidyagina *et al.*, 2021). Diantara metode yang dikembangkan untuk mikropropagasi tanaman, proliferasi tunas aksilar adalah yang paling banyak digunakan dan juga dianggap paling cocok untuk menjamin stabilitas genetik tanaman hasil regenerasi karena secara genetik identik dengan materi awalnya (Ngezahayo and Liu, 2014; M. Nowakowska *et al.*, 2020).

Zat pengatur tumbuh BAP dapat mendukung pertumbuhan tunas aksilar pada tanaman dengan menekan dominansi apikal yang disebabkan oleh aktivitas auksin endogen dalam eksplan (Satriawan *et al.*, 2021). Diantara berbagai jenis sitokinin, BAP dirasa merupakan sitokinin yang paling sering digunakan dan efektif dalam menginduksi tunas aksilar (du Plessis *et al.*, 2021; Satriawan *et al.*, 2021). Mukherjee *et al.* (2018), menyebutkan bahwa diantara dua jenis sitokinin yaitu kinetin dan BA, yang lebih responsif dalam pemunculan dan multiplikasi tunas adalah BA. Kultur jaringan rami dengan eksplan nodus yang dilakukan oleh Gati (1991) secara *in vitro* dengan menggunakan media Murashige and Skoog (MS) dengan penambahan BA 0,5 mg/L menunjukkan hasil terbaik dalam membentuk (induksi) tunas aksilar (6,11 tunas) dibandingkan konsentrasi lain.

Penambahan sitokinin berupa BAP pada media yang berperan dalam pembelahan sel diharapkan dapat memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tunas. Oleh karena itu perlu dilakukan percobaan untuk mendapatkan konsentrasi BAP yang tepat untuk menumbuhkan tunas aksilar rami.

Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kultur Jaringan Teknologi Benih, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran. Percobaan dilakukan pada bulan April hingga Juni 2021. Bahan tanam (eksplan) yang digunakan berupa buku batang (nodus) dari tanaman rami klon lokal Wonosobo berumur 1-2 bulan hasil penanaman di *screenhouse*.

Sterilisasi eksplan. Batang rami klon Wonosobo dipotong sepanjang 3 - 4 cm dan mengandung 1 nodus. Eksplan nodus dicuci

dengan air mengalir lalu direndam dengan larutan bakterisida dan fungisida selama 30 menit, lalu dibilas hingga tidak ada residu yang tersisa. Selanjutnya nodus batang direndam dengan larutan detergen selama 3 menit, dibilas akuades steril hingga tidak berbusa, dan direndam dalam larutan kaporit 1% selama 5 menit lalu dibilas hingga tidak berbau, selanjutnya direndam dengan larutan PPM (*Plant Preservative Mixture*) selama 3 menit, kemudian air larutannya dibuang, dan tidak dilakukan pembilasan kembali.

Media. Media kultur yang digunakan adalah Murashige & Skoog (MS) (Phytotech Labs® product M519) 4,43 g/L, gula 30 g/L, agar 2 g/L, dan BAP sesuai perlakuan. Larutan stok BAP dengan konsentrasi 100 mg/L dibuat dengan melarutkan BAP 0,1 g dengan menambahkan sedikit HCl 0,1 N dan aquades hingga 100 mL. Larutan stok yang digunakan untuk membuat 1 L media perlakuan A (tanpa BAP); B (0,5 mg/L); C (1,0 mg/L); D (1,5 mg/L); E (2,0 mg/L) dan F (3,0 mg/L) adalah 0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; dan 3,0 ml.

Penanaman. Penanaman dilakukan di dalam LAF (*Laminar Air Flow*) yang sebelumnya telah disinari UV (ultraviolet) selama 60 menit dan permukaannya disemprot dengan alkohol 90%. Di dalam LAF eksplan hasil sterilisasi dipotong hingga berukuran 0,5 - 1 cm dan ditanam pada media sesuai dengan perlakuan.

Analisis data. Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri dari enam perlakuan konsentrasi BAP yaitu A (tanpa BAP); B (0,5 mg/L); C (1,0 mg/L); D (1,5 mg/L); E (2,0 mg/L) dan F (3,0 mg/L) yang diulang sebanyak tiga kali. Analisis data kuantitatif dianalisis dengan *Independent Sample t-test* taraf 5% untuk menguji signifikansi perbedaan rata-rata antara perlakuan tanpa BAP dan yang diberi penambahan BAP menggunakan *software* SPSS 22.0. Parameter pengamatan yaitu: waktu muncul tunas, jumlah tunas, tinggi tanaman, dan jumlah daun.

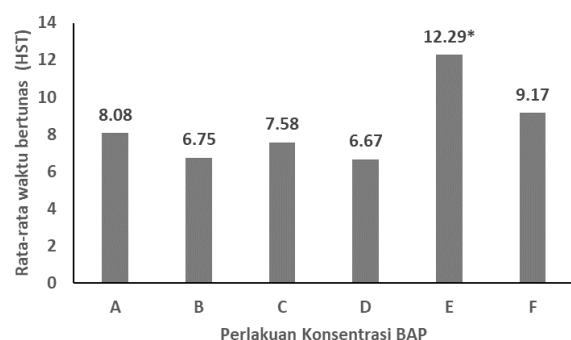
Hasil dan Pembahasan

Waktu Muncul Tunas. Hasil analisis pada Gambar 1 menunjukkan terdapat pengaruh yang signifikan pada perlakuan E (BAP 2,0 mg/L) dibandingkan dengan kontrol dalam menghambat waktu kemunculan tunas. Hal ini

dapat terjadi karena terlalu tingginya konsentrasi BAP eksogen bagi eksplan yang diduga telah memiliki sitokinin endogen. Efek penambahan BAP sangat bergantung pada kondisi fisiologis eksplan, dimana sudah terdapat hormon endogen yang bisa jadi menghambat pertumbuhan eksplan itu sendiri (Sofian *et al.*, 2018).

Pengaruh ZPT eksogen sangat bergantung pada kandungan hormon endogen tanaman sehingga akan sangat bervariasi pengaruhnya (Bhojwani *and* Razdan, 1996). Hormon endogen dalam bentuk auksin dapat menyebabkan penghambatan pertumbuhan aksilar karena berperan dalam dominansi apikal (Satriawan *et al.*, 2021). Ketika konsentrasi auksin dan sitokinin pada jaringan seimbang, dapat menghasilkan kalus. Maka dari itu, penggunaan ZPT harus dengan konsentrasi yang tepat sehingga tujuan penggunaannya dapat tercapai.

Konsentrasi BAP yang tepat dapat mempercepat waktu munculnya tunas. Penambahan BAP 0,5; 1,0; dan 1,5 mg/L berpotensi mempercepat waktu munculnya tunas dibandingkan dengan kontrol. Menurut Soelaiman dan Ernawati (2013), kemunculan tunas dapat dipercepat dengan penambahan ZPT sitokinin berupa BAP yang menyebabkan terjadinya proliferasi tunas dan pembentukan tunas aksilar. Kondisi serupa terjadi pada penelitian Hidayati *et al.* (2014), yaitu penambahan BAP 1,0 mg/L mempercepat waktu muncul tunas aksilar, sedangkan penambahan BAP 2,0 mg/L memperlambat waktu muncul tunas pada kultur jaringan jeruk siam (*Citrus nobilis* Lour.).



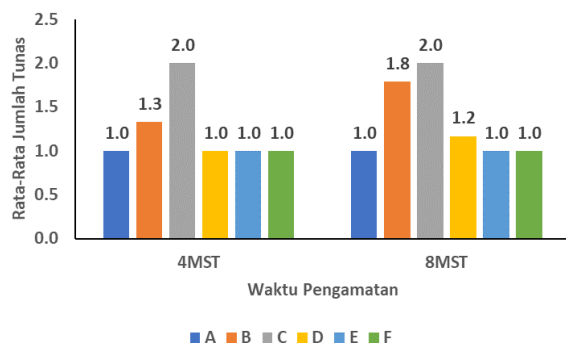
Keterangan: A=0 mg/L; B=0,5 mg/L; C= 1,0 mg/L; D= 1,5 mg/L; E= 2,0 mg/L; F= 3,0 mg/L.

Nilai rata-rata perlakuan yang diikuti oleh notasi * menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan dibandingkan kontrol (A) berdasarkan uji t pada taraf 5 %.

Gambar 1. Pengaruh konsentrasi BAP terhadap rata-rata waktu muncul tunas

Konsentrasi BAP yang terlalu tinggi menyebabkan ketidakseimbangan metabolisme dalam jaringan yang bisa jadi memperlambat proliferasi tunas. Nowakowska *et al.* (2022), peningkatan sitokinin pada regenerasi tunas meningkatkan kandungan hidrogen peroksida yang menjadi berbahaya karena dapat merusak elemen sel struktural akibat oksidasi dan degradasi yang memicu kematian sel sehingga memperlambat regenerasi tunas.

Jumlah Tunas. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa penambahan BAP tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap jumlah tunas dibandingkan dengan kontrol pada 4 MST maupun 8 MST (Gambar 2). Meski demikian, penambahan BAP 0,5; 1,0; dan 1,5 mg/L berpotensi menghasilkan jumlah tunas yang lebih banyak dibanding kontrol. Peningkatan jumlah tunas ini terjadi karena penambahan BAP mampu mempercepat pembelahan sel dan proliferasi tunas (Dwiyani, 2015). Konsentrasi BAP yang tepat dapat memicu beberapa sel perifer atau sel subepidermal yang ada di dekat tunas aksilar/nodus kotiledon/kotiledon yang tertekan menjadi kompeten secara morfologis untuk memproduksi tunas (Paul *et al.*, 2000).



Keterangan: A=0 mg/L; B=0,5 mg/L; C= 1,0 mg/L; D= 1,5 mg/L; E= 2,0 mg/L; F= 3,0 mg/L. Nilai rata-rata perlakuan yang diikuti oleh notasi * menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan dibandingkan kontrol (A) berdasarkan uji t pada taraf 5 %.

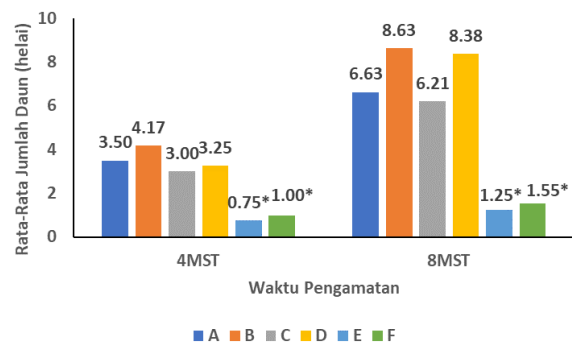
Gambar 2. Pengaruh konsentrasi BAP terhadap rata-rata jumlah tunas pada 4 dan 8 MST

Pada konsentrasi BAP 2,0 dan 3,0 mg/L jumlah tunas yang dihasilkan sama dengan kontrol. Penggunaan sitokinin yang terlalu kuat/eksesif dapat menyebabkan pengaruh yang merugikan pada tahapan mikropropagasi (Mayerni *et al.*, 2020). Konsentrasi BAP yang terlalu tinggi menyebabkan rasio hormon menjadi tidak

sesuai dan mengakibatkan retardansi tunas sehingga tidak terjadinya multiplikasi tunas atau tidak terbentuknya tunas baru (Sulaiman *et al.*, 2020).

Jumlah Daun. Gambar 3 menunjukkan jumlah daun dari minggu ke 4 dan 8 setelah tanam. Semua perlakuan memperlihatkan adanya penambahan jumlah daun dari 4 MST ke 8 MST. Penambahan jumlah daun dapat meningkatkan proses fotosintesis dan menandakan adanya pertumbuhan eksplan (Rineksane and Dewi, 2018).

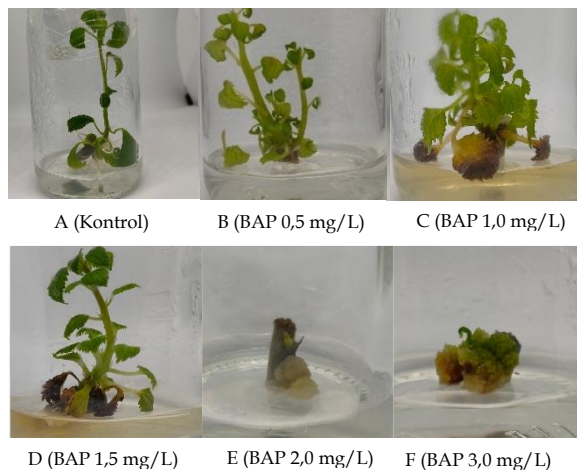
Hasil analisis menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan pada perlakuan E (2,0 mg/L) dan F (BAP 3,0 mg/L) dalam mengurangi jumlah daun baik pada 4 MST ataupun 8 MST dibandingkan dengan kontrol. Hal ini terjadi karena konsentrasi sitokinin yang terlalu tinggi dapat menghambat komponen pertumbuhan tunas, salah satunya jumlah daun. Menurut Sofian *et al.* (2018) aktivitas ZPT eksogen yang diberikan bergantung pada kondisi kimia eksplan yang di dalamnya terkandung berbagai hormon endogen yang bisa jadi menghambat pertumbuhan eksplan itu sendiri. Menurut Mukherjee *et al.* (2018), akibat peningkatan konsentrasi hormon, respons eksplan pada kultur *in vitro* diketahui juga meningkat pada level tertentu dan selanjutnya menurun meskipun konsentrasi dinaikan. Hal serupa terjadi pada penelitian kultur jaringan rami yang dilakukan Sut *et al.* (2004), dimana terjadi peningkatan rata-rata jumlah daun dari perlakuan BAP 0,5 - 1,5 mg/L, dan penurunan pada perlakuan 2,0 mg/L.



Keterangan: A=0 mg/L; B=0,5 mg/L; C= 1,0 mg/L; D= 1,5 mg/L; E= 2,0 mg/L; F= 3,0 mg/L. Nilai rata-rata perlakuan yang diikuti oleh notasi * menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan dibandingkan kontrol (A) berdasarkan uji t pada taraf 5 %.

Gambar 3. Pengaruh konsentrasi BAP terhadap rata-rata jumlah daun pada 4 dan 8 MST

Penambahan 0,5 mg/L menghasilkan jumlah daun terbanyak pada minggu ke 4 dan 8, meskipun tidak secara signifikan meningkatkan jumlah daun jika dibandingkan dengan kontrol. Hal ini sejalan dengan jumlah tunas pada perlakuan B yang lebih banyak dari kontrol (Gambar 4). Jumlah daun dapat dipengaruhi oleh banyaknya jumlah tunas. Peningkatan jumlah tunas diikuti peningkatan jumlah daun, sehingga semakin banyak jumlah tunas maka jumlah daun yang dihasilkan lebih banyak (Amelia *et al.*, 2020).



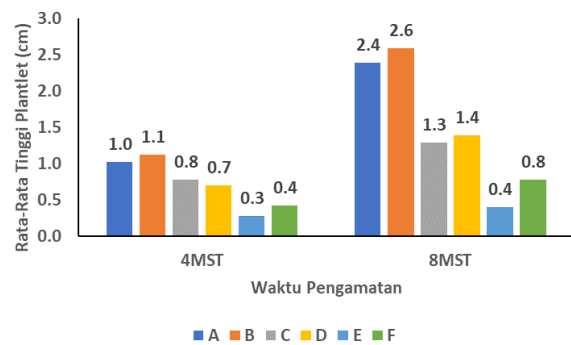
Gambar 4. Pertumbuhan eksplan setiap perlakuan pada 8 MST

Tinggi Plantlet. Hasil analisis menunjukkan tidak terdapat pengaruh yang signifikan dari penambahan BAP terhadap tinggi *plantlet* dibandingkan kontrol pada 4 MST maupun 8 MST (Gambar 5). Pemanjangan batang BAP berperan dalam pembelahan sel, akan tetapi, ketika dikombinasikan dengan adanya sedikit auksin, dapat juga menyebabkan terjadinya pemanjangan sel, dan salah satu efeknya diekspresikan dengan peningkatan tinggi tunas (Rustikawati *et al.*, 2021).

Dibandingkan dengan kontrol, perlakuan B (BAP 0,5 mg/L) berpotensi meningkatkan tinggi *plantlet*. Tinggi *plantlet* pada 4 MST dan 8 MST perlakuan B menunjukkan rata-rata tinggi terbaik (Gambar 1). Penambahan BAP dengan konsentrasi yang tepat dapat meningkatkan tinggi *plantlet* karena BAP merangsang pembelahan sel yang dilanjutkan dengan pembesaran dan pemanjangan sel yang distimulasi oleh auksin endogen (Karjadi dan Buchory, 2007). Selama tahap proliferasi sel, sitokinin mengontrol pembelahan sel dengan mengaktifkan transisi G1/S dan G2/M pada siklus sel (Wu *et al.*, 2021). Auksin menstimulasi faktor perenggang dinding sel seperti elastin unuk

menstimulasi pemanjangan sel untuk melonggarkan dinding sel (Nazir *et al.*, 2022).

Semakin tinggi konsentrasi sitokinin yang ditambahkan semakin menurun tinggi *plantlet* yang dihasilkan. Menurut Noah *et al.* (2021) tingginya sitokinin dapat menghalangi rangsangan auksin dalam pemanjangan sel.



Keterangan: A=0 mg/L; B=0,5 mg/L; C= 1,0 mg/L; D= 1,5 mg/L; E= 2,0 mg/L; F= 3,0 mg/L.

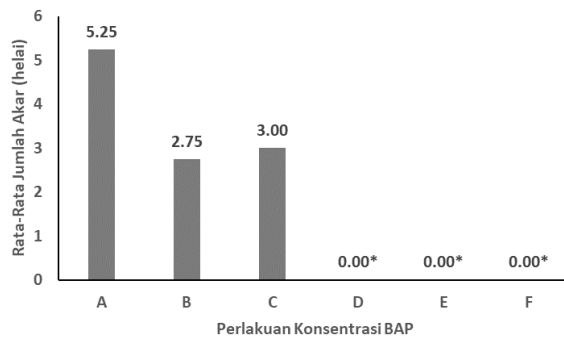
Nilai rata-rata perlakuan yang diikuti oleh notasi * menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan dibandingkan kontrol (A) berdasarkan uji t pada taraf 5 %.

Gambar 5. Pengaruh konsentrasi BAP terhadap rata-rata tinggi plantlet pada 4 dan 8 MST

Jumlah Akar. Gambar 6 menunjukkan akar tidak terbentuk pada perlakuan dengan penambahan BAP 1,5 – 3,0 mg/L, sehingga secara signifikan menurunkan jumlah akar dibandingkan dengan kontrol. Jumlah akar yang dihasilkan perlakuan kontrol menunjukkan jumlah terbanyak diduga karena kandungan auksin endogen dalam eksplan cukup tinggi. Penambahan BAP menyebabkan penurunan jumlah akar karena sitokinin berperan sebagai inhibitor dalam pembentukan akar lateral dan menghalangi efek rangsangan dari auksin (Noah *et al.*, 2021). Menurut Rustikawati *et al.* (2021) sitokinin mampu menstimulasi pertumbuhan akar dibawah laju optimumnya, tetapi pada BAP dengan konsentrasi tinggi menyebabkan penghambatan pertumbuhan akar.

Sitokinin seperti Benzylaminopurine (6-BAP) menghambat inisiasi dan perkembangan akar adventif dengan menangkal pengaruh auksin (Alallaq *et al.*, 2020; Lakehal *et al.*, 2020). Sitokinin mendorong tahap pertama dalam inisiasi akar adventif yaitu proliferasi sel, tetapi menghambat pada tahap kedua yaitu reprogramming sel yang mengarah ke spesi-

fikasi sel *founder* akar adventif dari mikro-kalus yang telah terbentuk sebelumnya (Lakehal *et al.*, 2020).



Keterangan: A=0 mg/L; B=0,5 mg/L; C= 1,0 mg/L; D= 1,5 mg/L; E= 2,0 mg/L; F= 3,0 mg/L.

Nilai rata-rata perlakuan yang diikuti oleh notasi * menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan dibandingkan kontrol (A) berdasarkan uji t pada taraf 5 %.

Gambar 6. Pengaruh konsentrasi BAP terhadap rata-rata jumlah akar

Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil percobaan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Penambahan BAP berpengaruh terhadap pertumbuhan tunas aksilar rami klon lokal wonosobo.
2. Konsentrasi BAP 0,5 mg/L menunjukkan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan tunas aksilar dalam meningkatkan jumlah tunas, jumlah daun, dan tinggi tanaman dibandingkan dengan kontrol dan perlakuan konsentrasi yang lebih tinggi.

Saran. Perlu dilakukan penelitian lain untuk mencari konsentrasi yang lebih efektif dalam menginduksi tunas aksilar pada rami klon lokal Wonosobo dengan konsentrasi BAP dibawah 0,5 mg/L. Selain itu, pengkajian tentang pengaruh panjang ruas dan jumlah nodus yang digunakan juga penting untuk melihat efektivitasnya dalam induksi tunas rami klon lokal Wonosobo.

Daftar Pustaka

Alallaq, S., A. Ranjan, F. Brunoni, O. Novák, A. Lakehal, and C. Bellini. 2020. Red light controls adventitious root regeneration by

modulating hormone homeostasis in *Picea abies* seedlings. *Frontiers in Plant Science*, 11(September): 1–14.

Amelia, Z.R., Supriyanto, and A.S. Wulandari. 2020. Effect of 6-BAP application on shoot production of *Melaleuca alternifolia* seedlings seedlings. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. Available online at <https://doi.org/10.1088/1755-1315/528/1/012063>

Bhojwani, S.S. and M.K. Razdan. 1996. *Plant Tissue Culture: Theory and Practice*, a Revised Edition. *Studies in Plant Science* (5). Available online at [https://doi.org/10.1016/S0928-3420\(96\)80002-4](https://doi.org/10.1016/S0928-3420(96)80002-4)

du Plessis, H.J., R.V. Nikolova, B.A. Egan, and R. Kleynhans. 2021. Preliminary study on in vitro shoot culture of *Hibiscus coddii* subsp. *barnardii*, an indigenous South African flowering plant. *Ornamental Horticulture*, 27(3): 408–416.

Dwiyani, R. 2015. *Kultur Jaringan Tanaman*. Pelawa Sari. Available online at <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Gati, E. 1991. Pengaruh beberapa zat tumbuh sitokinin (BAP, kinetin, dan 2-ip) pada perbanyakan mikro tanaman rami. 10–11.

Habibie, S., N. Suhendra, B.A. Setiawan, M. Hamzah, N. Aisah, D.A. Fitriani, R. Tasomara, and M. Anggaravidya. 2021. Prospect of ramie fiber development in indonesia and manufacturing of ramie fiber textile-based composites for industrial needs, an overview. *International Journal of Composite Materials*, 11(3): 43–53.

Hanifah, N. dan F. Kartiasih. 2018. Determinan impor serat kapas di Indonesia tahun 1975-2014 (pendekatan Error correction mechanism). *Media Statistika*, 11(2): 119–134.

Hidayati, N., W. Lestasi, dan M. Isda. 2014. Induksi tunas in vitro jeruk siam (*Citrus nobilis* Lour.) asal kampar dari eksplan tunas apeks dan nodus in vitro. *JOM FMIPA*, 1(2).

Karjadi, A. dan A. Buchory. 2007. Pengaruh NAA dan BAP terhadap pertumbuhan jaringan meristem bawang putih pada media b5. *Jurnal Hortikultura*, 17(3): 85148.

Lakehal, A., A. Dob, Z. Rahnesan, O. Novák, S. Escamez, S. Alallaq, M. Strnad, H. Tuominen, and C. Bellini. 2020. Ethylene

- response factor 115 integrates jasmonate and cytokinin signaling machineries to repress adventitious rooting in *Arabidopsis*. *New Phytologist*, 228(5): 1611-1626.
- Mukherjee, P.K., R. Mondal, S. Dutta, K. Meena, M. Roy, and A.B. Mandal. 2018. In vitro micropropagation in *Boehmeria nivea* to generate safe planting materials for large-scale cultivation. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, 54(4): 183-189.
- Nazir, U., Z. Gul, G.M. Shah, and N.I. Khan. 2022. Interaction effect of auxin and cytokinin on in vitro shoot regeneration and rooting of endangered medicinal plant *Valeriana jatamansi* Jones through tissue culture. *American Journal of Plant Sciences*, 13(02): 223-240.
- Ngezahayo, F. and B. Liu. 2014. Axillary bud proliferation approach for plant biodiversity conservation and restoration. *International Journal of Biodiversity*, 2014: 1-9.
- Noah, A.M., R. Casanova-Sáez, R.E.M. Anjo, I. Antoniadi, M. Karady, O. Novák, N. Niemenak, and K. Ljung. 2021. Dynamics of auxin and cytokinin metabolism during early root and hypocotyl growth in *Theobroma cacao*. *Plants*, 10(5).
- Nowakowska, K., A. Pińkowska, E. Siedlecka, and A. Pacholczak. 2022. The effect of cytokinins on shoot proliferation, biochemical changes and genetic stability of *Rhododendron 'Kazimierz Odnowiciel'* in the in vitro cultures. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 149(3): 675-684.
- Nowakowska, M., Ž. Pavlovic, M. Nowicki, S.L. Boggess, and R.N. Trigiano. 2020. In vitro propagation of an endangered *Helianthus verticillatus* by axillary bud proliferation *marzena*. *Plants*, 9(712): 1-15.
- Paul, V., R. Chandra, S. Khetarpal, and R. Polisetty. 2000. The effect of BAP induction period on shoot differentiation from seedling explants of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Journal Plant Biology*, 27(3): 235-239.
- Pierik, R.I. 1987. *In Vitro Culture of Higher Plants*. Martinus Nijhoff Publisher.
- Purwati, R.D. 2010. Strategi pengembangan rami (*Boehmeria nivea* Gaud.). *Perspektif*, 9(2): 106-118.
- Rineksane, I.A. and S.S. Dewi. 2018. The combination of rice water and BAP enhances the multiplication of *Grammatophyllum speciosum*. *Planta Tropika: Journal of Agro Science*, 6(2): 92-99.
- Rustikawati, R., C. Herison, E. Inorihah, and V. Dwisari. 2021. Effect of BAP (6-Benzyl Aminopurine) on in vitro shoot growth of curcumas. *Agrotropica*, 4(1): 82-92.
- Satriawan, D., S. Nurliana, and T. Pujiyanti. 2021. Effectiveness of BAP (6-Benzyl Amino Purine) for buds induction of nutmeg (*Myristica fragrans* Houtt.). *Proceedings of the 3rd KOBICONGRESS, International and National Conferences (KOBICINC 2020)*, 14(Kobicinc 2020): 12-15. Available online at <https://doi.org/10.2991/absr.k.210621.003>
- Soelaiman, V. dan A. Ernawati. 2013. Pertumbuhan dan perkembangan cabai keriting (*Capsicum annuum* L.) secara in vitro pada beberapa konsentrasi BAP dan IAA. *Buletin Agrohorti*, 1(1): 62.
- Sofian, A.A., E. Prihastanti, S. Widodo, and A. Suedy. 2018. Effect of IBA and BAP on shoot growth of tawangmangu tangerine (*Citrus reticulata*) by in-vitro. *Biosaintifika*, 10(2): 379-387.
- Sulaiman, S., M.A. Yusuf, and A. Awal. 2020. Effect of plant growth regulators on in vitro culture of pineapple (*Ananas comosus* L. Merr) MID2 variety. *Food Research*, 4(4): 110-114.
- Sut, D., P. Talukdar, and S. Singh. 2004. Micro-propagation of ramie (*Boehmeria nivea* (L) Gaud) through shoot-tip and nodal segment culture. *Indian Journal of Agricultural Research*, 38(2): 131-134.
- Vidyagina, E.O., N.N. Kharchenko, and A. Shestibratov. 2021. Efficient cryopreservation of populus tremula by in vitro-grown axillary buds and genetic stability of recovered plants. *Plants*, 10(77).
- Wicaksono, I.A., I. Windani, and E. Erny. 2021. Prioritas strategi pengembangan serat rami (*Boehmeria nivea* proper) jenis in grass di kabupaten Wonosobo. *Agroland*, 28(2): 197-203.
- Wu, W., K. Du, and X. Kang. 2021. The diverse roles of cytokinins in regulating leaf development. *Horticulture Research*, 8(118).