



AGROPROSS
National Conference
Proceedings of Agriculture

Prosiding
Seminar dan Bimbingan Teknis Pertanian Politeknik Negeri Jember 2026
Pertanian Masa Depan Indonesia 2045 : Transformasi Teknologi, Ketahanan Pangan dan Adaptasi terhadap Tantangan Global
3 Juni 2026

Publisher:
Agropross, National Conference Proceedings of Agriculture
E-ISSN:2964-0172
DOI:

Pengaruh Pemberian Auksin dan Sitokinin terhadap Pertumbuhan Kalus Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) secara *In Vitro*.

Effect of Auxin and Cytokinin Application on In Vitro Callus Growth of Arabica Coffee (Coffea arabica L.)

Author(s): Sepdian Luri Asmono*, Zegiansya Purnama, Fandyka Yufriza Ali, Setyo Andi Nugroho, Suseno Edi Nugroh, Eko Hadi Cahyono

Jurusan Produksi Pertanian, Politeknik Negeri Jember

*Corresponding author: sepdian@polije.ac.id

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui respons beberapa jenis kopi arabika terhadap pengaruh formulasi ZPT auksin dan sitokinin pada pertumbuhan embrio somatik. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kultur Jaringan Tanaman Politeknik Negeri Jember pada bulan Juli hingga Desember 2024. Bahan tanam yang digunakan adalah kalus primer umur 3 bulan. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap faktorial, faktor pertama yaitu dua taraf formulasi ZPT 0 ppm 2,4-D + 6 ppm BAP, dan 0,22 ppm 2,4-D + 6 ppm BAP, serta pada faktor kedua terdiri dari empat taraf yakni kopi arabika varietas Gayo, Orange Bourbonne, S-795 dan Andungsari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor varietas berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan kalus baru, warna kalus baru dan jenis kalus baru serta pada persentase keberhasilan berkalus embrionik. Sedangkan pada faktor formulasi hanya berpengaruh nyata terhadap waktu muncul kalus dan persentase kemunculan kalus embrionik, sedangkan interaksi antara varietas dan konsentrasi memberikan pengaruh tidak nyata pada setiap parameternya. Varietas Gayo secara tunggal berhasil memunculkan kalus embrionik sebesar 53.13% secara signifikan dibanding varietas lainnya. Sedangkan pada faktor formulasi, 0,22 ppm 2,4-D + 6 ppm BAP berhasil memunculkan kalus embrionik tertinggi juga. Namun kemunculan kalus tercepat diperoleh pada formulasi 0 ppm 2,4-D + 6 ppm BAP yaitu pada 5,3 HST. Secara umum, berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa varietas Gayo dan konsentrasi 0,22 ppm 2,4-D + 6 ppm BAP merupakan perlakuan terbaik dalam mendukung pembentukan kalus embrionik.

Kata Kunci:

Arabika;
Auksin;
Embrionik;
Kalus;
Sitokinin

Keywords:

Arabica ;
Auxin;
Callus;
Cytokinin;
Embryonic

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the response of several types of Arabica coffee to the effect of auxin and cytokinin PGR formulations on somatic embryo growth. This study was conducted at the Plant Tissue Culture Laboratory of Politeknik Negeri Jember from July to December 2024. The planting material used was 3-month-old primary callus. This study used a factorial Completely Randomized Design, the first factor being two levels of PGR formulations 0 ppm 2,4-D + 6 ppm BAP, and 0.22 ppm 2,4-D + 6 ppm BAP, and the second factor consisting of four levels namely Arabica coffee varieties Gayo, Orange Bourbonne, S-795 and Andungsari. The results showed that the variety factor significantly affected the growth of new callus, the color of new callus and the type of new callus as well as the percentage of success in embryonic callus formation. While the formulation factor only significantly affected the time of callus emergence and the percentage of embryonic callus emergence, while the interaction between variety and





AGROPROSS
National Conference
Proceedings of Agriculture

Prosiding

Seminar dan Bimbingan Teknis Pertanian Politeknik Negeri Jember 2026
Pertanian Masa Depan Indonesia 2045 : Transformasi Teknologi, Ketahanan Pangan dan Adaptasi terhadap Tantangan Global
3 Juni 2026

Publisher:

Agropross, National Conference Proceedings of Agriculture
E-ISSN:2964-0172
DOI:

concentration had no significant effect on each parameter. The Gayo variety alone produced 53.13% embryonic callus, significantly higher than other varieties. In terms of formulation, 0.22 ppm 2,4-D + 6 ppm BAP also produced the highest embryonic callus yield. However, the fastest callus yield was achieved with the 0 ppm 2,4-D + 6 ppm BAP formulation, at 5.3 days after sowing. In general, the results of this study concluded that the Gayo variety and the 0.22 ppm 2,4-D + 6 ppm BAP concentration were the best treatments for supporting embryonic callus formation.

PENDAHULUAN

Kopi arabika (*Coffea arabica* L.) merupakan salah satu komoditas perkebunan yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan berperan penting dalam perdagangan internasional (Khayati & Wachjar, 2020). Permintaan kopi yang terus meningkat menuntut ketersediaan bibit unggul dalam jumlah besar dan waktu yang relatif singkat. Namun, perbanyakan secara konvensional masih memiliki keterbatasan, seperti waktu yang lama dan hasil bibit yang tidak seragam.

Kultur jaringan merupakan salah satu teknik perbanyakan tanaman secara vegetatif yang dilakukan dalam kondisi steril dengan memanfaatkan prinsip totipotensi sel. Teknik ini mampu menghasilkan bibit dalam jumlah besar, seragam, dan relatif cepat (Mahadi, 2016). Dalam proses kultur jaringan, pembentukan kalus merupakan tahap penting yang dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya adalah zat pengatur tumbuh (ZPT).

ZPT yang umum digunakan dalam kultur jaringan adalah auksin dan sitokinin. Auksin seperti 2,4-D (2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid) berperan dalam merangsang pembentukan kalus, sedangkan sitokinin seperti BAP (Benzyl Amino Purine) berperan dalam pembelahan sel dan diferensiasi jaringan (Rasud, 2020). Induksi kalus merupakan tahap pada bagian awal yang sangat

penting dalam proses embriogenesis somatik dan pada regenerasi tanaman secara in vitro. Menurut Asmono *et al.* (2026) melaporkan bahwa penambahan ZPT golongan auksin, seperti 2,4-D, mampu meningkatkan pembentukan kalus pada kopi arabika.

Selain itu, BAP merupakan zat pengatur tumbuh yang sering dimanfaatkan dalam regenerasi kultur in vitro karena berperan dalam merangsang pembelahan sel serta diferensiasi tunas adventif dari kalus. Penggunaan BAP umum digunakan dalam proses regenerasi kalus sekunder kultur in vitro karena ZPT ini berfungsi dalam pembelahan sel dan diferensiasi tunas dari kalus sekunder (George *et al.*, 2007). Penggunaan BAP dengan 2,4-D juga pernah dilakukan untuk menginduksi kalus kopi arabika (Ibrahim *et al.*, 2013).

Kombinasi kedua ZPT tersebut dapat memberikan respon yang berbeda terhadap pertumbuhan kalus. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh kombinasi 2,4-D dan BAP terhadap pertumbuhan kalus kopi arabika secara in vitro.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli hingga Desember 2024 di Laboratorium Kultur Jaringan Tanaman



Politeknik Negeri Jember. Alat yang digunakan meliputi autoklaf, LAFC timbangan analitik, erlenmeyer, mikropipet pH meter, botol kultur, pinset, scapel, alat tulis kantor (ATK) dan kamera. Selain itu, bahan utama yang digunakan adalah kalus primer kopi arabika umur 3 bulan dari Varietas Gayo, Orange Bourbone, Andungsari, dan S 795. Media dasar yang digunakan $\frac{1}{2}$ Murashige dan Skoog ($\frac{1}{2}$ MS), agar-agar bubuk, ZPT BAP, 2,4-D, gula, alkohol 70%, alkohol 96%, aquades, aluminium foil. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan pola 2 Faktorial dengan menggunakan 8 perlakuan dan setiap perlakuan terdiri dari 4 ulangan.

Faktor pertama merupakan berbagai taraf kombinasi Zat Pengatur Tumbuh 2,4-D dan BAP yang terdiri 2 taraf yaitu B1 (0 ppm 2,4-D + 6 ppm BAP), dan B2 (0,22 ppm 2,4-D + 6 ppm BAP). Faktor kedua merupakan berbagai taraf dari beberapa varietas yang terdiri dari 4 varietas kopi Arabika yaitu, K1 (Varietas Gayo), K2 (Varietas Orange Bourbone), K3 (Varietas Andungsari), dan K4 (Varietas S-795).

Parameter pengamatan meliputi saat muncul kalus baru (HST) dengan mengamati kemunculan tonjolan sel baru setiap hari; Jenis kalus baru diamati pada akhir penelitian yaitu umur tiga bulan dengan metode skoring 1:remah, 2: kompak bernodul. 3: kompak; Warna kalus baru didata dengan metode skoring 1: putih; 2: putih kekuningan; 3: cokelat. Serta persentase keberhasilan membentuk kalus embrionik.

Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan ANOVA, dan apabila terdapat perbedaan yang nyata maka dilanjutkan dengan uji lanjut BNT (Beda Nyata Terkecil) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Saat Muncul Kalus Baru

Kalus baru dalam penelitian ini merupakan kalus yang tumbuh kembali setelah eksplan kalus primer dipindahkan ke media regenerasi. Oleh karena itu, cepat lambatnya kemunculan kalus baru mencerminkan kemampuan adaptasi serta tingkat vitalitas sel kalus terhadap perubahan komposisi media yang digunakan.

Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis ANOVA terhadap kemunculan kalus baru, terdapat pengaruh sangat nyata pada faktor varietas dan formulasi yang digunakan. Namun pengaruh kombinasi tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Maka dilanjutkan dengan uji lanjut BNT 5% pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Pengaruh Varietas terhadap Rata-rata Waktu Muncul Kalus Baru (HST)

Perlakuan	Rata-rata kemunculan kalus (HST)
V2 Orange Burbon	10,12 ^b
V1 Gayo	7,62 ^a
V4 Andungsari	6,00 ^a
V3 S-795	3,62 ^a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%.

Pada Tabel 1, varietas S-795 (V3) paling cepat membentuk kalus baru dengan rata-rata hanya 3,62 HST, namun tidak berbeda nyata dengan varietas Andungsari dan Gayo. Kecepatan kemunculan kalus tersebut diduga berkaitan kemampuan responsifitas individu terhadap zat pengatur tumbuh eksogen yang diberikan. Menurut Hapsoro *et al.*, (2020) kemampuan eksplan membentuk kalus secara cepat dipengaruhi oleh interaksi antara ZPT eksogen dengan kadar hormon endogen jaringan, di mana eksplan dengan kadar auksin endogen tinggi cenderung lebih cepat terinduksi membentuk kalus karena ambang batas kombinasi auksin yang diperlukan untuk memicu

pembelahan sel lebih cepat tercapai. Sebaliknya pada variets Orange Burbon paling lambat (Tabel 1) membentuk kalus dan diduga kurang responsive terhadap ZPT yang digunakan sehingga proses dediferensiasi sel berlangsung lebih lambat.

Hal ini mengindikasikan bahwa masing-masing genotipe kopi memiliki kemampuan yang berbeda dalam membentuk kalus baru pada media regenerasi embrio somatik. Perbedaan respons antarvarietas terhadap induksi kalus sangat dipengaruhi oleh faktor genetik masing-masing genotipe.

Setiap varietas memiliki kandungan hormon endogen, komposisi dinding sel, dan kemampuan totipotensi sel yang berbeda-beda, sehingga menghasilkan waktu inisiasi kalus yang bervariasi (Long *et al.*, 2022). Berdasarkan hasil data, faktor konsentrasi yang digunakan juga menunjukkan perbedaan yang sangat nyata, dan hasil uji lanjut tersaji pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Pengaruh Formulasi ZPT terhadap Rata-rata Waktu Muncul Kalus Baru (HST)

Perlakuan	Rata-rata kemunculan kalus (HST)
B1 (0 ppm 2,4-D + 6 ppm BAP),	5,37 ^a
B2 (0,22 ppm 2,4-D + 6 ppm BAP).	8,31 ^b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%.

Berdasarkan Tabel 2, perlakuan B1 (0 ppm 2,4-D+6 ppm BAP) menunjukkan rata-rata waktu kemunculan kalus tercepat yaitu 5,37 HST dibandingkan perlakuan B2 (0,22 ppm 2,4-D + 6 ppm BAP) sebesar 8,31 HST. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian BAP tanpa penambahan 2,4-D lebih efektif dalam mempercepat

pembentukan kalus pada eksplan yang digunakan. Perbedaan waktu muncul kalus tersebut diduga dipengaruhi oleh keseimbangan zat pengatur tumbuh (ZPT) dalam media kultur, terutama antara golongan sitokinin dan auksin.

BAP merupakan hormon golongan sitokinin yang berfungsi merangsang pembelahan sel, meningkatkan sintesis protein, dan memacu pertumbuhan jaringan baru. Pada perlakuan B1, penggunaan BAP 6 ppm tanpa penambahan 2,4-D diduga telah mampu menciptakan kondisi hormonal yang optimal bagi proses dediferensiasi sel sehingga eksplan lebih cepat membentuk kalus. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa BAP memiliki peran penting dalam mempercepat induksi kalus. Sitokinin bekerja dengan merangsang aktivitas pembelahan sel melalui peningkatan sintesis pada sel sehingga sel lebih aktif membentuk jaringan baru (Taiz & Zeiger, 2015). Pada beberapa tanaman, penggunaan BAP secara tunggal bahkan mampu menghasilkan waktu induksi kalus lebih cepat dibandingkan kombinasi dengan auksin. Hasil penelitian ini didukung oleh beberapa penelitian sebelumnya. Seperti pada penelitian tanaman sorgum yang menunjukkan bahwa kombinasi BAP dan 2,4-D berpengaruh terhadap kemunculan kalus, di mana keseimbangan kedua hormon menentukan kecepatan induksi kalus (Yanti & Wardana, 2023).

Sebaliknya, pada perlakuan B2, penambahan 0,22 ppm 2,4-D bersama BAP 6 ppm menyebabkan waktu muncul kalus menjadi lebih lambat. Hal ini diduga karena keberadaan 2,4-D meningkatkan dominansi auksin pada media sehingga keseimbangan hormon menjadi kurang optimal untuk percepatan pembelahan sel.

Jenis Kalus Baru

Pengamatan terhadap jenis kalus, dilakukan untuk melihat potensi

perkembangan kalus membentuk kalos embrionik, dengan ciri-ciri membentuk struktur remah atau friabel. Kalus remah (friable) umumnya dianggap lebih baik dalam program embriogenesis somatik karena memiliki sel-sel yang aktif membelah, mudah dipisahkan untuk subkultur, dan lebih responsif terhadap induksi embrio.

Hasil pembentukan kalus baru umur 120 HST menunjukkan perbedaan arah perkembangan kalus jika dilihat secara visual terkait jenisnya. Analisis ANOVA menunjukkan bahwa faktor formulasi auksin dan sitokinin tidak menunjukkan perbedaan nyata sedangkan faktor varietas menunjukkan perbedaan yang sangat nyata. Maka hasil uji lanjut BNT 5% disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Jenis Kalus Baru

	Perlakuan Varietas	Rata - rata	Ket
V1	Gayo	3 ^a	Remah
V2	Orange Burbon	2 ^b	Kompak bernodul
V3	S795	1 ^b	Kompak
V4	Andungsar i	2 ^b	Kompak bernodul

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%.

Berdasarkan Tabel 3, varietas Gayo membentuk kalus yang bertekstur remah (friable), yang memiliki sel-sel yang lebih aktif membelah dan lebih mudah untuk disubkultur serta diregenerasi menjadi embrio somatik. Perbedaan pertumbuhan kalus ini kemungkinan besar dikarenakan respon dari genotipe tanaman yang digunakan berbeda sehingga tanggap jaringan terhadap ZPT juga berbeda.

Pembentukan kalus pada kultur in vitro tidak hanya dipengaruhi oleh media

yang digunakan, tetapi juga oleh faktor genetik tanaman, kondisi eksplan, dan lingkungan kultur. Wattimena *et al.*, (1992) menyatakan bahwa genotipe dan kondisi fisiologis jaringan memiliki peranan penting dalam menentukan keberhasilan pembentukan kalus.

Sebaliknya, varietas S795, Orange burbon, dan Andungsari menunjukkan kalus yang cenderung bertekstur kompak bernodul, yang menandakan sel-sel kalus masih tersusun rapat dan padat dengan ikatan antarsel yang kuat, sehingga lebih sulit untuk dipisahkan dan diregenerasi menjadi embrio somatik secara efisien.

Keunggulan varietas Gayo dalam menghasilkan kalus bertekstur remah kemungkinan besar berkaitan dengan karakteristik genetiknya yang menghasilkan ekspresi enzim-enzim pendegradasi dinding sel yang lebih tinggi, sehingga ikatan antar sel lebih mudah terlepas dan menghasilkan struktur kalus yang lebih longgar dan friable (Arimasetyowati, 2017; Asmono *et al.*, 2024).

Selain itu Oktavia *et al.* (2003) dalam penelitiannya pada kopi arabika juga menemukan bahwa genotipe lokal dari dataran tinggi Aceh seperti Gayo menunjukkan kemampuan embriogenesis somatik yang lebih baik dibandingkan varietas persilangan, yang tercermin dari tekstur kalus yang lebih remah dan tingkat konversi embrio menjadi plantlet yang lebih tinggi.

Warna Kalus Baru

Warna kalus merupakan indikator visual penting untuk menilai kondisi fisiologis dan potensi embriogenik kalus dalam program kultur jaringan. Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis ANOVA terhadap kemunculan kalus baru, terdapat pengaruh tidak signifikan atau

tidak ada perbedaan yang nyata pada faktor varietas dan formulasi yang digunakan.

Tabel 4. Pengaruh Varietas terhadap Rata-rata Warna Kalus Baru Umur 120 HST

	Perlakuan Varietas	Rata - rata Skor	Karakter Warna
V1	Gayo	2	Putih Kekuningan
V2	Orange Burbon	2	Putih Kekuningan
V3	S-795	1	Putih
V4	Andungsari	1	Putih

Berdasarkan Tabel 4, meskipun tidak berbeda nyata secara statistik, secara deskriptif varietas Gayo dan Orange Burbon memiliki kalus putih kekuningan, sedangkan varietas S-795 dan Andungsari menghasilkan kalus putih. Karakter warna tersebut juga sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya, bahwa varietas Andungsari memiliki warna putih kekuningan pada media kultur dengan penambahan 2,4-D (Asmono *et al.*, 2026).

Perbedaan warna kalus tersebut menunjukkan adanya variasi respons fisiologis antar varietas terhadap media kultur yang digunakan, meskipun komposisi zat pengatur tumbuh yang diberikan sama.

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Hapsoro *et al.* (2020) pada beberapa genotipe kopi robusta juga menemukan bahwa warna kalus tidak berbeda nyata antar varietas pada tahap awal regenerasi, namun perbedaan mulai terlihat nyata pada pengamatan yang lebih lanjut setelah embrio somatik mulai terbentuk. Hal ini menunjukkan bahwa warna kalus kemungkinan masih berada pada fase transisi dimana perbedaan genetik antar varietas belum sepenuhnya terekspresikan dalam bentuk perbedaan warna yang dapat terdeteksi secara nyata. Penelitian Lizawati *et al.*, (2020) juga

menemukan bahwa pada kultur kopi arabika, perubahan warna kalus lebih banyak dipengaruhi oleh frekuensi dan metode subkultur serta penambahan antioksidan dalam media dibandingkan oleh variasi Kombinasi ZPT.

Persentase Tumbuh Kalus Embrionik

Variabel pengamatan ini merupakan salah satu acuan utama untuk keberhasilan pembentukan embrio somatik dari kombinasi perlakuan antara konsentrasi dan juga varietas. Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis ANOVA terdapat pengaruh berbeda nyata pada faktor varietas dan formulasi yang digunakan. Namun pengaruh kombinasi tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Maka dilanjutkan dengan uji lanjut BNT 5%

Tabel 5. Pengaruh Varietas terhadap Rata-rata Persentase Tumbuh Kalus Embrio Somatik Selama 120 HST.

	Perlakuan Varietas	Rerata %
V1	Gayo	53,13 ^a
V2	Orange Bourbone	28,13 ^b
V3	Andungsari	28,13 ^b
V4	S-795	21,88 ^b

Keterangan :

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%.

Berdasarkan Tabel 5, Varietas Gayo menghasilkan persentase tumbuh kalus embriosomatik tertinggi, yaitu 53,13%, dan berbeda nyata dengan varietas lainnya. Hasil ini menunjukkan bahwa varietas Gayo memiliki kemampuan yang lebih baik dalam membentuk kalus embriosomatik dibandingkan varietas lain yang digunakan dalam penelitian. Tingginya persentase tumbuh kalus pada varietas Gayo diduga disebabkan oleh faktor genetik yang lebih mendukung

proses pembentukan kalus embriosomatik pada kondisi kultur yang digunakan.

Pada varietas Orange Bourbon, Andungsari dan S-795 diperoleh persentase tumbuh kalus embriosomatik yang tidak berbeda nyata satu sama lain. Hasil ini menunjukkan bahwa kemampuan kedua varietas dalam membentuk kalus embriosomatik berada pada tingkat sedang. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perbedaan varietas memengaruhi keberhasilan pembentukan kalus embriosomatik. Setiap varietas memiliki karakter genetik yang berbeda sehingga memberikan respons yang berbeda pula terhadap kondisi kultur in vitro. Oleh karena itu, pemilihan varietas menjadi salah satu faktor penting dalam keberhasilan induksi kalus embriosomatik. Kemampuan eksplan dalam membentuk embriogenesis somatik pada kopi sangat tergantung pada spesies dan genotipe atau Varietas. Hasil penelitian terdahulu juga menunjukkan adanya perbedaan respon pembentukan embrio somatik diantara spesies dan varietas kopi yang digunakan (Ibrahim *et al.*, 2012; Priyono, 2010). Data pengamatan juga menunjukkan bahwa formulasi memberikan respon yang berbeda nyata, seperti tertera pada Tabel 6.

Tabel 6. Pengaruh Konsentrasi terhadap Rata-rata Persentase Tumbuh Kalus Embrionik Selama 120 HST.

Perlakuan	Rerata %
B1 (0 ppm 2,4-D + 6 ppm BAP),	25 ^b
B2 (0,22 ppm 2,4-D + 6 ppm BAP).	40,63 ^a

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT pada taraf 5%.

Perlakuan B2 (0,22 ppm 2,4-D + 6 ppm BAP) menghasilkan rata-rata kemunculan kalus embrionik tertinggi yaitu 40,63%, dan berbeda nyata dengan perlakuan B1. Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan 0,22 ppm 2,4-D pada media yang mengandung 6 ppm BAP mampu meningkatkan kemunculan kalus embrionik. Diduga kombinasi tersebut menghasilkan keseimbangan hormon yang lebih sesuai sehingga dapat merangsang pembelahan dan perkembangan sel pada eksplan.

Sementara itu, perlakuan B1 (0 ppm 2,4-D + 6 ppm BAP) menghasilkan rata-rata kemunculan kalus embriosomatik sebesar 25%. Nilai yang lebih rendah dibandingkan perlakuan B2 menunjukkan bahwa penggunaan BAP tanpa penambahan 2,4-D kurang optimal dalam mendukung pembentukan kalus embriosomatik. Hal ini mengindikasikan bahwa keberadaan auksin dalam jumlah tertentu masih diperlukan untuk merangsang proses dediferensiasi sel yang menjadi tahap awal pembentukan kalus. Menurut Gunawan, (1992); Wattimena *et al.*, (1992) bahwa keseimbangan antara zat pengatur tumbuh auksin dan sitokinin yang diberikan pada media kultur serta kandungan endogen didalamnya akan sangat mempengaruhi dan menentukan arah perkembangan eksplan.

Dari kedua formulasi yang diberikan, terlihat bahwa adanya penambahan 2,4-D dalam media mampu mendorong pembelahan sel dan pembesaran sel pada eksplan yang selanjutnya akan memacu pembentukan dan pertumbuhan kalus embrionik. Hal tersebut sesuai dengan penelitian terdahulu juga telah menggunakan 2,4-D untuk memacu pembentukan kalus dan embrio somatik kopi arabika (Riyadi & Tirtoboma, 2004).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, faktor varietas dan formulasi zat pengatur tumbuh memberikan pengaruh terhadap pembentukan kalus embrionik yang diamati meliputi waktu muncul kalus, warna kalus, jenis kalus, persentase kemunculan kalus embrionik. Varietas Gayo menunjukkan respons terbaik dalam pembentukan kalus embrionik dibandingkan dengan varietas yang lainnya. Pada faktor konsentrasi perlakuan 0,22 ppm 2,4-D + 6 ppm BAP memberikan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan 0 ppm 2,4-D + 6 ppm BAP terutama pada persentase pembentukan kalus embrionik. Kalus yang terbentuk umumnya memiliki warna putih kekuningan hingga krem dan didominasi oleh kalus embriosomatik yang bersifat remah (friable), yang menunjukkan potensi yang baik untuk perkembangan lebih lanjut. Secara keseluruhan, varietas Gayo yang dikombinasikan dengan konsentrasi 0,22 ppm 2,4-D + 6 ppm BAP menunjukkan respons terbaik dalam pembentukan kalus embriosomatik selama periode pengamatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arimasetyowati. (2017). Keragaan Kalus dalam Pembentukan Embrio Somatik pada Kopi Arabika. *Warta Pusat Penelitian Kopi dan Kakao*, 29 (2).
- Asmono, S. L., Arifiana, N. B., Setyoko, U., & Rahmawati, R. (2026). Pengaruh Komposisi Media Kultur Terhadap Induksi Kalus Kopi Arabika Andungsari 1 (*Coffea arabica* L.). *Jurnal Agro Indragiri*, 11(1), 33–39.
- Asmono, S. L., Rahmawati, R., Husna, H., Sulala, A., Auliya, S., & Cahyono, E. H. (2024). Pembentukan Kalus pada Eksplan Daun Kopi Robusta dan Arabika pada Beberapa Konsentrasi Media MS (*Murashige and Skoog*). *Agropross: National Conference Proceedings of Agriculture*, 574–581. <https://doi.org/https://doi.org/10.25047/agropross.2024.775>
- Dwi Yanti, F. F., & Wardana, R. (2023). Induksi Kalus Sorgum Sorgum (*Sorghum bicolor* L.) Pada Kombinasi 2,4-D dan BAP Secara In Vitro. *Jurnal Javanica*, 2(2), 72–80. <https://doi.org/10.57203/javanica.v2i2.2023.72-80>
- George, E. F., Hall, M. A., & De Klerk, G. J. (2007). *Plant Propagation by Tissue Culture: Volume 1. The Background*. Springer Netherlands. https://books.google.co.id/books?id=55X_Wjet7f0C
- Gunawan, L. W. (1992). *Teknik Kultur Jaringan Tumbuhan*. Bogor (ID): Pusat Antar Universitas. Bioteknologi. Institut Pertanian Bogor.
- Hapsoro, D. W. I., Hamiranti, R., & Yusnita, Y. (2020). In Vitro Somatic Embryogenesis of Superior Clones of Robusta Coffee from Lampung, Indonesia: Effect of Genotypes and Callus Induction Media. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 21(8), 3811.
- Ibrahim, M. S. D., Hartati, R. S., Rubiyo, R., Purwito, A., & Sudarsono, S. (2013). Embriogenic Calli Induction and Regeneration Potential of Arabica Coffee by 2,4-D and 6-Benzyladenine. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar*, 4(2).
- Ibrahim, M. S. D., Sudarsono, Rubiyo, & Syafaruddin. (2012). Pengaruh Komposisi Media terhadap Pembentukan Kalus Embriogenesis Somatik Kopi Arabika (*Coffea arabica*). *Buletin RISTRI*, 3(1)(1), 13.
- Khayati, N., & Wachjar, A. (2020). Pengelolaan Pemangkasan Tanaman Kopi Arabika (*Coffea*

- arabica* L.) di Kebun Kalisat Jampit , PT Perkebunan Nusantara XII (Persero), Bondowoso , Jawa Timur Pruning Management of Arabica Coffee (*Coffea arabica* L.) at Kalisat Jampit Estate, PT Perkebunan Nusantara XII (Persero), Bondowoso, East Java. 7(3), 295–301.
- Lizawati, L., Zulkarnain, Z., & Neliyati, N. (2020). In Vitro Callus Development on Immature Leaf Explants of Liberica Coffee (*Coffea liberica* L. cv. Liberika Tungkal Komposit) by the Application of 2,4-D and BAP. *Biogenesis: Jurnal Ilmiah Biologi*, 8(2). <https://doi.org/10.24252/bio.v8i2.11769>
- Long, Y., Yang, Y., Pan, G., & Shen, Y. (2022). New Insights Into Tissue Culture Plant-Regeneration Mechanisms. In *Frontiers in Plant Science* (Vol. 13). <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.926752>
- Mahadi, I. (2016). Induksi Kalus Jeruk Kasturi (*Citrus microcarpa*) Menggunakan Hormon 2 , 4-D dan BAP dengan Metode in vitro (Callus Induction of Calamansi (*Citrus microcarpa*) using 2 , 4-D and BAP Hormones by in vitro Methods). 21(2), 84–89. <https://doi.org/10.18343/jipi.21.2.84>
- Oktavia, F., Budiani, A., & others. (2003). Embriogenesis Somatik Langsung dan Regenerasi Planlet Kopi Arabika (*Coffea arabica*) dari Berbagai Eksplan Direct Somatic Embryogenesis and Regeneration of Arabica Coffee Plantlets (*Coffea arabica*) from Different Explants. *Menara Perkebunan*, 71(2).
- Priyono, P. (2010). Evaluation of Somatic Embryogenesis Ability in Robusta Coffee (*Coffea canephora* Pierre). *Pelita Perkebunan*, 26(2), 160115.
- Rasud, Y. (2020). Induksi Kalus secara In Vitro dari Daun Cengkeh (*Syzigium aromaticum* L.) dalam Media dengan Berbagai Konsentrasi Auksin. 25(1), 67–72. <https://doi.org/10.18343/jipi.25.1.67>
- Riyadi, I., & Tirtoboma. (2004). Pengaruh 2, 4-D terhadap induksi embrio somatik kopi arabika. *Buletin Plasma Nutfah*, 10(2), 82–89.
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2015). *Plant Physiology*, 6th ed. In *Annals of Botany*.
- Wattimena, G. A., Gunawan, L. W., Mattjik, N. A., Syamsudin, E., Wiendi, N. M. A., & Ernawati, A. (1992). *Bioteknologi tanaman laboratorium kultur jaringan tanaman*. Departemen Pendidikan Dan Kebudayaan. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Pusat Antar Universitas IPB. Bogor, 309.