

Induksi Kalus Embrio Somatik Bawang Putih Doulu dengan Perlakuan BAP dan Picloram Secara *in vitro*

Induction of Somatic Embryo Callus of Doulu Garlic with BAP and Picloram Treatment in Vitro

Fitri Nur Aisyah¹, Sugiyono², Rudiyanto^{3*}, Siti Noorrohmah³

¹Mahasiswa S1, Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, 53122, Indonesia

²Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, 53122, Indonesia

³Pusat Riset Botani Terapan, ORHL BRIN, Bogor, 16911, Indonesia

*corresponding author, email: rudi015@brin.go.id

Rekam Jejak Artikel:

Diterima : 12/10/2024

Disetujui : 08/09/2025

Abstract

Garlic (*Allium sativum* L.) Cv. Doulu is local garlic originating from Doulu Village, Simalungun, North Sumatra, Indonesia. Conventionally, *A. sativum* cv. Doulu is propagated using tubers; it is less effective because it is susceptible to pests and disease. *A. sativum* cv. Doulu can be propagated alternatively by utilising somatic embryo callus on in vitro culture. This method allows for the production of homogenous seeds that are free from pests and diseases. Additionally, it ensures stability and enables reasonably quick production. The aims of this research were to investigate the effect of the explant type of *A. sativum* cv. Doulu cultured on DKW media with the addition of BAP and picloram on somatic embryo callus induction in in vitro culture. The experimental design used was a completely randomised factorial design with factors tested: 1. Explant type (leaves, tubers, roots), and 2. growth regulator (0; 0.5; 1; 2; and 3 mg L⁻¹ BAP and Picloram). The variables observed were the number of explant quadrants forming callus, length/diameter of callus, weight of callus, and volume of callus. The results showed that the tuber and root explants of *A. sativum* cv. Doulu are able to form calluses better than leaf explants. The addition of 0.5 and 3 mg L⁻¹ of BAP and picloram significantly increased the growth of *A. sativum* cv. callus. Doulu, which can be seen from the highest values of callus diameter, callus weight, and callus volume parameter. In media without the addition of BAP and Picloram (control), no callus was formed.

Key Words: BAP, callus induction, garlic Doulu, somatic embryo, Picloram.

Abstrak

Bawang putih (*Allium sativum* L.) cv. Doulu merupakan bawang putih lokal yang berasal dari Desa Doulu Kabupaten Simalungun, Sumatera Utara, Indonesia. Secara konvensional, *A. sativum* cv. Doulu diperbanyak melalui umbi sehingga kurang efektif karena rentan hama dan penyakit. Alternatif perbanyakan bibit *A. sativum* cv. Doulu dapat dilakukan melalui pembentukan kalus embrio somatik secara *in vitro* untuk memproduksi bibit tanaman yang seragam, bebas hama penyakit, stabil dan dapat diproduksi dalam waktu yang relatif singkat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis eksplan *A. sativum* cv. Doulu yang dikultur pada media DKW dengan penambahan zat pengatur tumbuh BAP dan picloram terhadap pembentukan kalus embrio somatik secara *in vitro*. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan acak lengkap faktorial dengan faktor pertama yang diuji yaitu jenis eksplan (daun, bonggol, akar) dan faktor kedua yakni konsentrasi zat pengatur tumbuh (0; 0.5; 1; 2 dan 3 mg L⁻¹ BAP dan Picloram). Parameter yang diamati yakni, jumlah quadran eksplan membentuk kalus, diameter kalus, bobot kalus dan volume kalus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa eksplan bonggol dan akar *A. sativum* cv. Doulu mampu membentuk kalus lebih baik dibandingkan dengan eksplan daun. Pemberian zat pengatur tumbuh BAP dan picloram dengan konsentrasi 0.5 dan 3 mg L⁻¹ secara signifikan meningkatkan pertumbuhan kalus *A. sativum* cv. Doulu, yang terlihat dari tingginya nilai diameter kalus, bobot kalus, dan volume kalus yang terbentuk. Pada perlakuan tanpa penambahan zat pengatur tumbuh BAP dan Picloram (kontrol) tidak terbentuk kalus.

Kata kunci: BAP, bawang putih Doulu, embrio somatik, induksi kalus, Picloram.

PENDAHULUAN

Bawang putih (*Allium sativum* L.) termasuk kedalam famili Liliaceae yang memiliki habitat tumbuh pada dataran tinggi dengan suhu optimum pada 27-30°C. *A. sativum* merupakan komoditas pertanian yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi (Moulija *et al.*, 2018). Salah satu jenis bawang putih lokal yang banyak dibudidayakan adalah bawang

putih Doulu (*A. sativum* L. cv. Doulu). *A. sativum* L. cv. Doulu merupakan jenis bawang putih yang berasal dari desa Doulu, Sumatera Utara, bawang putih ini lebih disukai oleh masyarakat dikarenakan memiliki rasa dan aroma yang khas dibandingkan dengan bawang putih import, serta jumlah produksi yang terbatas menjadikan bawang putih Doulu ini

memiliki harga jual yang lebih tinggi (Gultom 2016; Edi *et al.*, 2021).

Produksi bawang putih Doulu yang tidak dapat memenuhi kebutuhan pasar didasari oleh beberapa faktor, yakni sistem budidaya konvensional yang tidak efektif, banyaknya alih fungsi lahan pertanian, teknik persilangan yang sulit dilakukan, serta tidak tersedianya bibit yang bebas dari penyakit (Latina *et al.*, 2022; Edi *et al.*, 2021). Pengembangan produktivitas bawang putih lokal Doulu perlu untuk terus digalakkan dengan menjamin ketersediaan bibit secara berkesinambungan dengan tetap menjaga kualitas dan potensi produksi umbinya (Gultom, 2016; Sinaga, 2016). Alternatif perbanyakan bibit tanaman bawang putih Doulu dapat dilakukan melalui pembentukan kalus embrio somatik secara *in vitro* dengan teknik kultur *in vitro* tumbuhan. Perbanyakan tanaman melalui embrio somatik dapat diaplikasikan untuk memproduksi bibit tanaman yang seragam, bebas hama penyakit, stabil dan dapat diproduksi dalam waktu yang relatif singkat (Rudiyanto *et al.*, 2014; Efendi *et al.*, 2021).

Teknik kultur *in vitro* tumbuhan dapat menghasilkan bibit dalam jumlah besar dengan cepat, sehingga efisien untuk skala besar. Induksi kalus embrio somatik secara *in vitro* dapat menghasilkan planlet dalam jumlah lebih banyak dibandingkan dengan perbanyakan melalui umbi secara konvensional. Keberhasilan kultur *in vitro* bergantung pada media tumbuh, yang dipengaruhi oleh formulasi media, pematat, sumber karbon, dan zat pengatur tumbuh (ZPT) (Rudiyanto *et al.*, 2016). Media dasar DKW (Driver and Kuniyuki Walnut) memiliki kandungan kalsium yang lebih tinggi dibandingkan media MS, sehingga bermanfaat dalam mendukung pertumbuhan eksplan tanaman. Selain kalsium, medium ini juga mengandung makroelemen lain seperti magnesium, kalium, natrium, klorida, sulfat, serta mikronutrien yaitu Mn, B, Cu, Ni, dan Zn (Purwito *et al.*, 2021). Zat pengatur tumbuh yang biasa digunakan adalah sitokinin dan auksin. Sitokinin berperan penting dalam pertumbuhan tanaman, berfungsi mempercepat pembelahan dan perkembangan sel serta merangsang pembentukan tunas meristematik (Purwito *et al.*, 2023). Sementara auksin mendorong pembentukan organ, pertumbuhan dan differensiasi. Kombinasi auksin dan sitokinin yang tepat dapat digunakan untuk menginisiasi pembentukan kalus tanaman (Wangiyana & Putri, 2021). Sitokinin dan auksin bekerja bersama dalam berbagai organ, jaringan dan sel, walaupun kedua zat pengatur tumbuh ini pada awalnya bekerja antagonis, selanjutnya keduanya berinteraksi sinergistik (Lee *et al.*, 2019; Rantau *et al.*, 2021). Zat pengatur tumbuh yang dapat digunakan untuk menginduksi kalus diantaranya yaitu BAP dan Picloram. Eksplan yang digunakan untuk induksi kalus umumnya dipilih yang mempunyai kemampuan beregenerasi dan memiliki sel-sel meristematik (Rudiyanto *et al.*, 2016; Sasmita *et al.*, 2022).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis eksplan daun, bonggol dan akar *A. sativum* cv. Doulu yang dikultur pada media DKW dengan penambahan zat pengatur tumbuh BAP dan picloram terhadap pembentukan kalus embrio somatik *A. sativum* cv. Doulu secara *in vitro*.

MATERI DAN METODE

Bahan Tanam

Penelitian ini dilaksanakan secara eksperimental di Laboratorium Kultur Jaringan Tumbuhan, Pusat Riset Botani Terapan BRIN dengan bahan tanam dari planlet *A. sativum* L. cv. Doulu yang merupakan koleksi kultur hasil induksi dari eksplan yang berasal dari PT. Ganesha Agro Teknologi, Sumatera Utara.

Induksi Kalus

Induksi kalus dilakukan dengan menggunakan eksplan berupa daun, bonggol dan akar *A. sativum* L. cv. Doulu, yang dikultur pada media DKW (Driver Kuniyuki Walnut) (Driver & Kuniyuki, 1984) yang disuplementasi dengan 0; 0,5; 1; 2; dan 3 mg L⁻¹ BAP dan Picloram. Sukrosa 30 g L⁻¹ dan 3 g L⁻¹ agar Gelzan (TM Caissonlabs) ditambahkan ke dalam media dan pH media diatur hingga 5.8. Eksplan yang telah dikultur kemudian dipelihara pada rak kultur gelap dengan suhu 24 ± 2°C.

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap pola Faktorial. Faktor pertama yakni jenis eksplan yang terdiri dari 3 taraf yakni daun, bonggol, dan akar, sedangkan faktor kedua adalah interaksi BAP dan Picloram pada konsentrasi 0; 0,5; 1; 2; dan 3 mg L⁻¹. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 20 kali sehingga menghasilkan 300-unit percobaan. Kultur diperlihara selama 8 minggu. Variabel yang diamati adalah pembentukan kalus *A. sativum* L. cv Doulu, dengan parameter yang diamati ialah jumlah kuadran yang membentuk kalus, diameter kalus, bobot kalus, serta volume kalus. Pengamatan kalus dibantu menggunakan mikroskop stereo pada pembesaran 8 x dan 10 x.

Analisis Data

Data dianalisis dengan analisis varians (ANOVA) kemudian diuji lanjut dengan menggunakan Duncan's Multiple Range Test (DMRT) dengan tingkat kepercayaan 95 % dengan menggunakan DSAASTAT V.1.1 software.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pengamatan yang dilakukan selama 8 minggu setelah tanam (mst), eksplan *A. sativum* L. cv. Doulu mampu diinduksi dengan baik. Indikator pembentukan kalus dapat dilihat dengan adanya jumlah kuadran eksplan, diameter, bobot dan volume kalus yang meningkat. Berdasarkan hasil *analysis of variance* (ANOVA) yang tersaji pada tabel 1, terlihat bahwa perlakuan jenis eksplan

Tabel 1. Ringkasan hasil analisis ragam (ANOVA) pengaruh eksplan dan kombinasi BAP dan Picloram terhadap parameter induksi kalus *A. sativum* L. cv. Doulu pada 8 minggu setelah tanam

Sumber Keragaman	Quadran Eksplan	Diameter Kalus	Bobot Kalus	Volume Kalus
Eksplan	5,54**	6,82**	5,75**	6,28**
Zpt	3,51**	2,93*	1,35 ^{ts}	2,22 ^{ts}
Interaksi eksplan x zpt	0,74 ^{ts}	0,67 ^{ts}	0,74 ^{ts}	0,74 ^{ts}

Keterangan: Angka yang diikuti ** menunjukkan perbedaan sangat nyata pada uji F dengan tingkat kepercayaan 99%; * menunjukkan perbedaan nyata pada uji F dengan tingkat kepercayaan 95%; ts menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan

Tabel 2. Hasil Uji DMRT data Σ quadran eksplan, diameter kalus, bobot kalus serta volume kalus sebagai respon atas pengaruh *eksplan* dan *kombinasi BAP dan Picloram* terhadap induksi kalus *A. sativum* L. cv. Doulu pada 8 minggu setelah tanam

Eksplan	Media	Σ quadran eksplan	Diameter Kalus (cm)	Bobot Kalus (mg)	Volume Kalus (ml)
Daun	0 BAP + 0 Pic	0.00 $\pm$ 0.00 ^b	0.00 $\pm$ 0.00 ^c	0.00 $\pm$ 0.00 ^b	0.00 $\pm$ 0.00 ^b
	0.5 BAP + 0,5 Pic	0.00 $\pm$ 0.00 ^b	0.00 $\pm$ 0.00 ^c	0.00 $\pm$ 0.00 ^b	0.00 $\pm$ 0.00 ^b
	1 BAP + 1 Pic	0.00 $\pm$ 0.00 ^b	0.00 $\pm$ 0.00 ^c	0.00 $\pm$ 0.00 ^b	0.00 $\pm$ 0.00 ^b
	2 BAP + 2 Pic	0.00 $\pm$ 0.00 ^b	0.00 $\pm$ 0.00 ^c	0.00 $\pm$ 0.00 ^b	0.00 $\pm$ 0.00 ^b
	3 BAP + 3 Pic	0.1 $\pm$ 0.10 ^{ab}	0.09 $\pm$ 0.09 ^{bc}	0.007 $\pm$ 0.01 ^b	0.01 $\pm$ 0.01 ^b
Bonggol	0 BAP + 0 Pic	0.00 $\pm$ 0.00 ^b	0.00 $\pm$ 0.00 ^c	0.00 $\pm$ 0.00 ^b	0.00 $\pm$ 0.00 ^b
	0.5 BAP + 0,5 Pic	0.27 $\pm$ 0.13 ^a	0.51 $\pm$ 0.23 ^a	0.15 $\pm$ 0.10 ^a	0.21 $\pm$ 0.11 ^a
	1 BAP + 1 Pic	0.07 $\pm$ 0.04 ^{ab}	0.24 $\pm$ 0.13 ^{abc}	0.05 $\pm$ 0.04 ^{ab}	0.09 $\pm$ 0.05 ^{ab}
	2 BAP + 2 Pic	0.1 $\pm$ 0.07 ^{ab}	0.25 $\pm$ 0.17 ^{abc}	0.07 $\pm$ 0.06 ^{ab}	0.08 $\pm$ 0.06 ^{ab}
	3 BAP + 3 Pic	0.17 $\pm$ 0.08 ^{ab}	0.41 $\pm$ 0.17 ^{ab}	0.12 $\pm$ 0.06 ^{ab}	0.16 $\pm$ 0.07 ^{ab}
Akar	0 BAP + 0 Pic	0.00 $\pm$ 0.00 ^b	0.00 $\pm$ 0.00 ^c	0.00 $\pm$ 0.00 ^b	0.00 $\pm$ 0.00 ^b
	0.5 BAP + 0,5 Pic	0.22 $\pm$ 0.09 ^{ab}	0.28 $\pm$ 0.11 ^{abc}	0.03 $\pm$ 0.02 ^b	0.09 $\pm$ 0.05 ^{ab}
	1 BAP + 1 Pic	0.15 $\pm$ 0.08 ^{ab}	0.2 $\pm$ 0.10 ^{abc}	0.03 $\pm$ 0.02 ^{ab}	0.07 $\pm$ 0.05 ^{ab}
	2 BAP + 2 Pic	0.15 $\pm$ 0.11 ^{ab}	0.19 $\pm$ 0.13 ^{abc}	0.04 $\pm$ 0.04 ^{ab}	0.06 $\pm$ 0.05 ^{ab}
	3 BAP + 3 Pic	0.3 $\pm$ 0.12 ^a	0.37 $\pm$ 0.16 ^{abc}	0.04 $\pm$ 0.03 ^{ab}	0.12 $\pm$ 0.06 ^{ab}

Keterangan: Angka pada kolom yang sama yang diikuti huruf yang sama, tidak berbeda nyata pada DMRT kepercayaan 95%

berpengaruh nyata pada semua parameter yang diukur. Sementara itu perlakuan kombinasi BAP dan picloram berpengaruh nyata pada quadran eksplan dan diameter kalus, sedangkan untuk interaksi antara jenis eksplan dan kombinasi zpt (BAP + Picloram) tidak berpengaruh pada semua parameter yang diujikan. faktor yang mempengaruhi keberhasilan induksi kalus tanaman diantaranya: komposisi media, zat pengatur tumbuh yang digunakan, jenis eksplan, intensitas cahaya, suhu dan umur eksplan (Al-Hussaini *et al.*, 2015; Rudiyanto *et al.*, 2016).

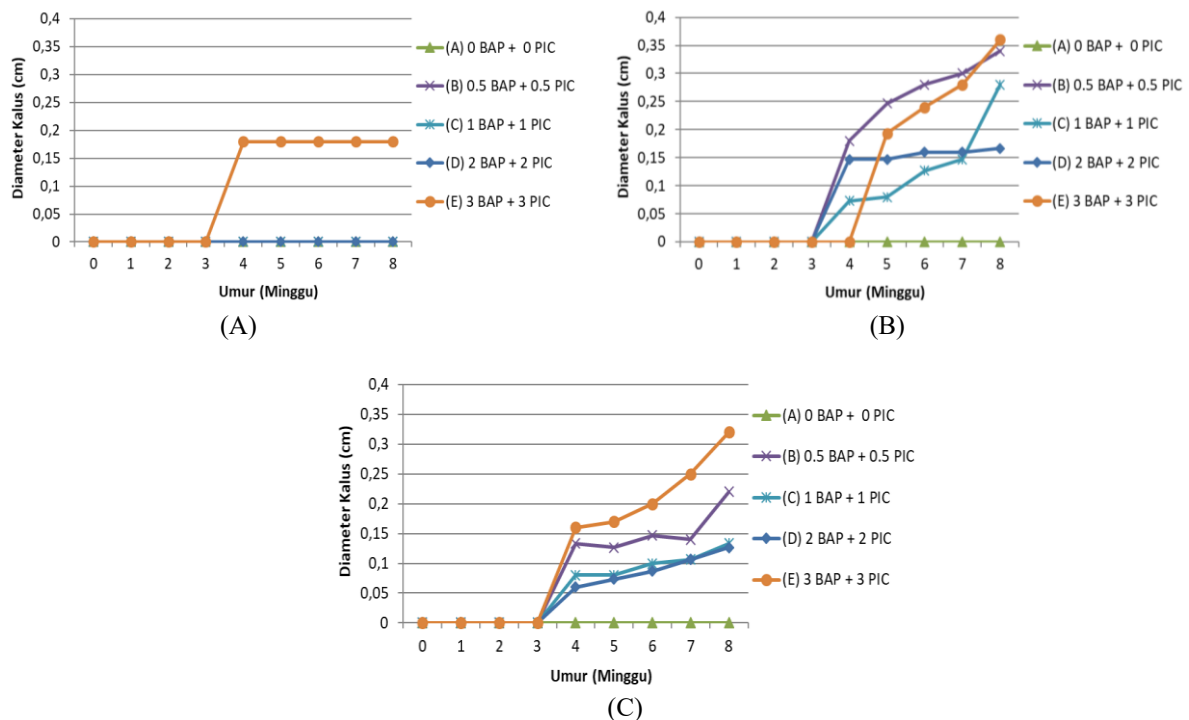
Keberhasilan induksi kalus dalam kultur *in vitro* tumbuhan sangat dipengaruhi oleh pemilihan dan pemberian zat pengatur tumbuh yang sesuai, baik dari segi jenis maupun konsentrasinya. Zat pengatur tumbuh memiliki peran esensial dalam mengatur respons fisiologis sel, termasuk pada proses induksi kalus. Kombinasi antara sitokinin dan auksin, sebagai contoh, secara sinergis berperan dalam mengkatalisis aktivitas spesifik sel, serta meningkatkan pembelahan

dan perkembangan sel kalus (Kondhare *et al.*, 2021). Induksi kalus diawali dengan penebalan eksplan pada bagian yang terpotong dan pada daerah yang mengalami pelukaan. Penebalan tersebut merupakan interaksi antara eksplan dengan media tumbuh, zat pengatur tumbuh dan lingkungan tumbuh sehingga eksplan bertambah besar (Rudiyanto *et al.*, 2016).

Berdasarkan hasil uji DMRT (Tabel 2) eksplan bonggol *A. sativum* L. cv. Doulu yang ditumbuhkan pada media DKW yang disuplementasi dengan 0,5 mg L⁻¹ BAP dan 0,5 mg L⁻¹ picloram menunjukan hasil terbaik pada semua parameter yang diujikan dengan rata-rata jenis Σ quadran eksplan yang membentuk kalus yakni 0.27 $\pm$ 0.13. sedangkan diameter kalus yang terbentuk sebesar 0.51 $\pm$ 0.23 cm, dengan bobot kalus 0.15 $\pm$ 0.10 mg serta volume kalus yang terbentuk sebesar 0.21 $\pm$ 0.11 ml. Rataan terkecil pada semua parameter yang diujikan ditunjukkan pada perlakuan jenis eksplan dengan tanpa penambahan zpt, hal ini ditunjukkan dengan tidak adanya kalus yang terinduksi.

Tabel 3. Rekap data kualitatif yakni warna kalus, jumlah kalus dan kondisi kalus umur 8 MSK

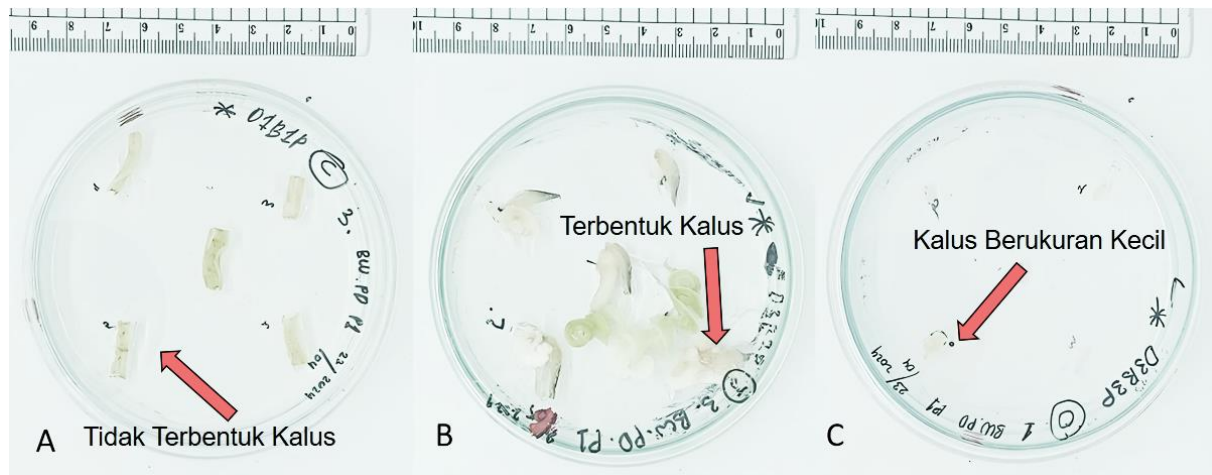
Eksplan	Media	Warna Kalus	Jumlah Kalus	Kondisi Kalus
Daun	0 BAP + 0 Pic	tidak ada kalus	tidak ada kalus	tidak ada kalus
	0.5 BAP + 0,5 Pic	tidak ada kalus	tidak ada kalus	tidak ada kalus
	1 BAP + 1 Pic	tidak ada kalus	tidak ada kalus	tidak ada kalus
	2 BAP + 2 Pic	tidak ada kalus	tidak ada kalus	tidak ada kalus
	3 BAP + 3 Pic	putih kekuningan	sangat sedikit	segar
Bonggol	0 BAP + 0 Pic	tidak ada kalus	tidak ada kalus	tidak ada kalus
	0.5 BAP + 0,5 Pic	putih kekuningan	sangat sedikit	segar
	1 BAP + 1 Pic	putih kekuningan	sangat sedikit	segar
	2 BAP + 2 Pic	putih	sangat sedikit	segar
	3 BAP + 3 Pic	putih	sangat sedikit	segar
Akar	0 BAP + 0 Pic	tidak ada kalus	tidak ada kalus	tidak ada kalus
	0.5 BAP + 0,5 Pic	putih kekuningan	sangat sedikit	segar
	1 BAP + 1 Pic	putih kekuningan	sangat sedikit	segar
	2 BAP + 2 Pic	putih kekuningan	sangat sedikit	segar
	3 BAP + 3 Pic	putih kekuningan	sangat sedikit	segar

**Gambar 1.** Rata-rata diameter kalus *A. sativum* cv. Doulu yang dikultur pada media DKW dengan penambahan 0; 0.5; 1; 2; dan 3 mg L⁻¹ BAP dan Picloram umur 0-8 mst. Eksplan Daun (A), Eksplan Bonggol (B) dan Eksplan Akar (C).

Rata-rata diameter kalus dari eksplan daun, bonggol, dan akar *A. sativum* cv. Doulu yang dikultur pada media DKW dengan penambahan BAP dan Picloram pada konsentrasi 0; 0.5; 1; 2; dan 3 mg L⁻¹ selama periode 0–8 Minggu Setelah Kultur (MSK) dapat dilihat pada Gambar 1. Dari ketiga jenis eksplan yang diuji, pembentukan kalus mulai teramati pada minggu ke-4 setelah kultur pada media dengan penambahan BAP dan Picloram. Secara khusus, pada eksplan daun, kalus hanya terbentuk pada media yang mengandung 3 mg L⁻¹ BAP dan Picloram, sementara pada perlakuan dengan

konsentrasi 0; 0.5; 1; 2 dan 3 mg L⁻¹, kalus tidak terbentuk.

Pada eksplan bonggol, pertumbuhan diameter kalus *A. sativum* cv. Doulu mencapai kondisi optimal pada umur 4–8 mst, dengan diameter kalus tertinggi dicapai pada perlakuan penambahan 3 mg L⁻¹ BAP dan Picloram. Perlakuan ini diikuti secara berurutan oleh konsentrasi 0.5; 1; & 2 mg L⁻¹ BAP & Picloram sementara pada perlakuan kontrol (0 mg L⁻¹ BAP dan Picloram), tidak terjadi pembentukan kalus (Gambar 1.B). Pada eksplan akar, diameter kalus tertinggi juga



Gambar 2. Eksplan daun (A), bonggol (B) dan akar (C) *A. sativum* cv. Doulu yang dikultur pada media DKW dengan penambahan 3 mg L⁻¹ BAP dan Picloram

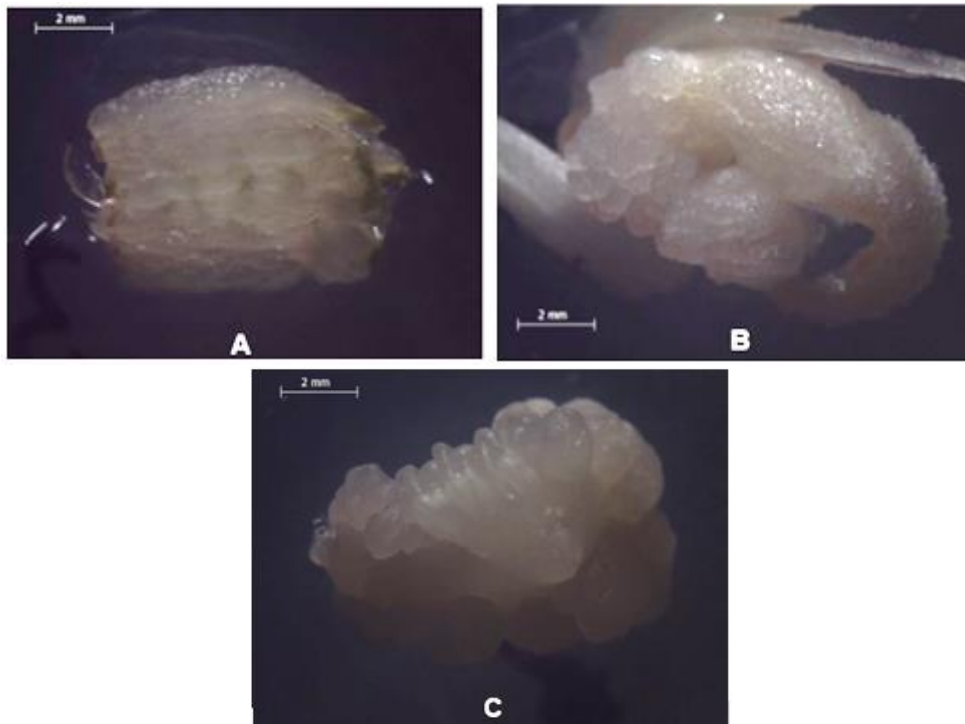
diperoleh pada perlakuan dengan penambahan 3 mg L⁻¹ BAP dan Picloram, dengan pertumbuhan optimal terjadi pada umur 5–8 mst. Perlakuan dengan konsentrasi 1 dan 2 mg L⁻¹ BAP dan Picloram menunjukkan pertumbuhan kalus yang relatif seragam pada umur 4–8 mst, sedangkan pada perlakuan kontrol (tanpa penambahan BAP dan Picloram) tidak terjadi pembentukan kalus.

Perlakuan dengan 3 mg L⁻¹ BAP dan Picloram berhasil menginduksi pembentukan kalus pada *A. sativum* cv. Doulu dari tiga jenis eksplan yang berbeda. Auksin Picloram yang ditambahkan ke dalam media berperan dalam merangsang induksi kalus, sedangkan sitokinin BAP berfungsi untuk memacu pembelahan sel pada kalus (Sari *et al.*, 2021). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa induksi kalus pada tanaman seperti gandum, barley, dan Tritordeum lebih efisien dengan penggunaan Picloram dibandingkan dengan 2,4-D (Khatri dan Joshee, 2024). Hal ini menegaskan efektivitas Picloram sebagai agen induksi kalus yang superior dalam berbagai spesies tanaman. Respon eksplan terhadap media dan lingkungan dapat diamati melalui perubahan warna kalus yang terbentuk. Variasi warna kalus disebabkan oleh beberapa faktor, termasuk kemungkinan adanya kontaminasi, browning, serta perbedaan jenis media dan eksplan. Pada perlakuan yang diberikan, kalus yang terbentuk memiliki warna dominan putih kekuningan dan putih, dengan warna putih kekuningan mendominasi. Namun, pada media DKW dengan penambahan 2 dan 3 mg L⁻¹ BAP dan Picloram, kalus berwarna putih. Berdasarkan pengamatan warna ini, dapat disimpulkan bahwa kalus tersebut berpotensi berkembang menjadi embrio somatik. Hal ini sejalan dengan temuan Riyadi dan Tirtoboma (2004), yang menyatakan bahwa kalus yang berkembang menjadi embrio somatik umumnya memiliki warna kekuningan, putih kekuningan, atau putih.

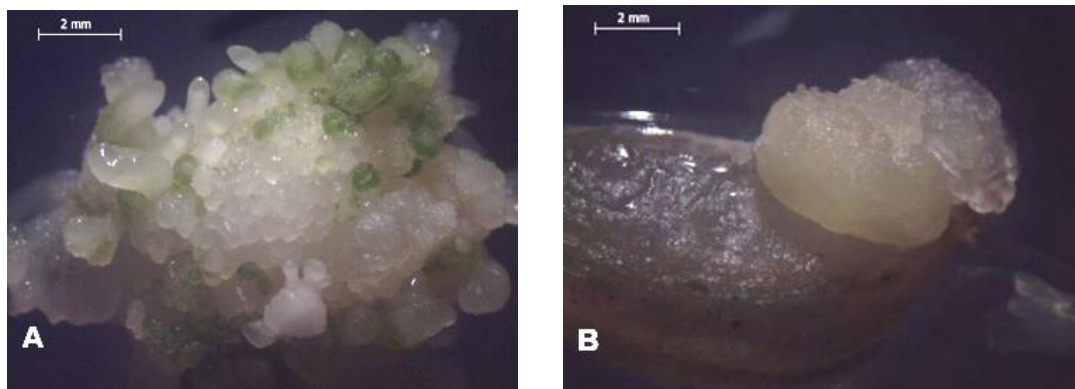
Eksplan bonggol dan akar *A. sativum* L. cv. Doulu mampu membentuk kalus pada media dengan

penambahan 0.5; 1; 2; dan 3 mg L⁻¹ BAP dan Picloram, sedangkan eksplan daun hanya menunjukkan pembentukan kalus pada perlakuan dengan 3 mg L⁻¹ BAP dan Picloram. Pada perlakuan ini, kalus yang terbentuk tidak memiliki tekstur remah, dengan beberapa kalus menunjukkan perubahan warna kecoklatan dan tidak berkembang secara optimal hingga 8 minggu setelah kultur (Gambar 3). Pembentukan kalus pada eksplan daun *A. sativum* L. cv. Doulu kemungkinan disebabkan oleh tingginya kandungan auksin dan sitokinin dalam media. Namun, keterbatasan jaringan meristem pada daun mengakibatkan pertumbuhan kalus yang kurang optimal. Jenis dan konsentrasi auksin serta sitokinin yang digunakan sangat menentukan keberhasilan induksi dan pembentukan kalus embrio somatik (Rudiyanto *et al.*, 2024).

Kalus embrio somatik terdiri dari dua tipe, yaitu embriogenesis somatik langsung (ESL) dan tidak langsung (ESTL), yang keduanya berasal dari sel kalus yang berkembang menjadi sel embriogenik. Proses ini dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal, seperti kondisi eksplan, komposisi media, zat pengatur tumbuh (ZPT), suhu, dan pencahayaan (Bogdanović *et al.*, 2021). Pada penelitian ini, induksi kalus embrio somatik *A. sativum* cv. Doulu dilakukan melalui embriogenesis somatik tidak langsung menggunakan eksplan bonggol dan akar muda yang dikultur pada media DKW dengan kombinasi BAP dan Picloram. Kombinasi BAP dan Picloram pada konsentrasi 0.5 dan 3 mg L⁻¹ secara signifikan meningkatkan pertumbuhan kalus, seperti ditunjukkan oleh peningkatan diameter, bobot, dan volume kalus (Tabel 2 dan Gambar 3). BAP, sebagai sitokinin sintetik, mempercepat pembelahan sel, sintesis protein, dan mengaktifkan enzim-enzim penting, sehingga sering digunakan dalam kultur jaringan tanaman (Hapsari *et al.*, 2021).



Gambar 3. Pertumbuhan kalus *A. sativum* L. cv. Doulu pada jenis eksplan berbeda dengan media DKW + 3 mg L⁻¹ BAP dan Picloram pada mikroskop stereo pada pembesaran 8 x. (A) Eksplan daun, (B) bonggol dan (C) akar



Gambar 4. Pengamatan kalus *A. sativum* cv. Doulu pada mikroskop stereo dengan perbesaran 8X. (A) Kalus Embriogenik, (B) Kalus Non Embriogenik.

Kalus embriogenik ditandai oleh warna kekuningan dengan tekstur kering dan mudah hancur (*friable*). Kalus berbentuk bulat dengan benjolan kecil pada permukaan serta berwarna putih susu (Gambar 4). Faktor-faktor seperti jenis eksplan, komposisi media, zat pengatur tumbuh, dan kondisi lingkungan selama inkubasi berperan penting dalam pembentukan kalus embriogenik (Sugiharto *et al.*, 2016). Eksplan bonggol dan akar *A. sativum* cv. Doulu menunjukkan kemampuan lebih baik dalam membentuk kalus dibandingkan eksplan daun, disebabkan oleh sifat meristematik yang lebih dominan pada bonggol dan akar. Anggraeni *et al.*, (2012) mengemukakan bahwa eksplan dengan jaringan meristematik yang aktif akan lebih cepat membentuk dan mengembangkan kalus karena sel-selnya masih aktif membelah.

SIMPULAN

Eksplan bonggol dan akar *A. sativum* cv. Doulu mampu membentuk kalus lebih baik dibandingkan dengan eksplan daun. Pemberian zat pengatur tumbuh BAP dan picloram pada konsentrasi 0.5 dan 3 mg L⁻¹ secara signifikan meningkatkan pertumbuhan kalus *A. sativum* cv. Doulu, yang terlihat dari tingginya nilai diameter kalus, bobot kalus, dan volume kalus yang terbentuk. Pada perlakuan eksplan daun, bonggol dan akar yang dikultur pada media tanpa penambahan BAP dan Picloram (kontrol) tidak terbentuk kalus.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada PT. Ganesha Agro Teknologi atas penyediaan bibit lokal Bawang putih (*Allium sativum* L.) cv. Doulu dari Kabupaten Simalungun, Sumatera Utara. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Evan Maulana S.Si., M.Si. (Staf PR Botani Terapan BRIN) yang telah membantu kegiatan penelitian dalam program pemagangan riset MBKM BRIN di Lab. Kultur Jaringan Tanaman KST. Soekarno, Cibinong, Bogor.

DAFTAR REFERENSI

- Al-Hussaini, Z.A., Yousif, S.H.A. and AL- Ajeely, S.A. 2015. Effect of Different Medium on Callus Induction and Regeneration in Potato Cultivars. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 4 (5), pp 856-865.
- Anggraeni, T.D.A., Sulistyowati, E., & Purwati, R D., 2012. Pengaruh komposisi media dan sumber eksplan terhadap induksi kalus, perkecambahan, dan pertumbuhan tunas embrio somatik jarak pagar. *Buletin Tanaman Tembakau Serat & Minyak Industri*, 4(2), pp. 76-84.
- Bogdanović, M.D., Cuković K.B., Subotić A.R., Dragičević M.B., Simonović, A.D., Filipović B.K., Todorović S.I. 2021. Secondary somatic embryogenesis in *Centaurea erythraea* Rafn. *Plants*, 10 (2), pp 99. doi: <https://doi.org/10.3390/plants10020199>
- Driver J.A. & Kuniyuki A.H. 1984. In vitro propagation of paradox walnut rootstock. *HortScience*, 19(4), pp. 507-509
- Edi, S., Silalahi B.T. dan Gultom T. 2021. Perbanyakan tanaman bawang putih (*Allium sativum* L.) cv. Doulu generasi MV3 dengan kultur jaringan sumber eksplan bulbil menggunakan NAA (Naphthelene Acetic Acid) dan BAP (Benzyl Amino Purine). Medan. Prosiding Sixth Postgraduate Bio Expo 2021. pp. 256-275.
- Efendi, D., Al-Hafizh, E., & Ermayanti, T.M. 2021. Deteksi variasi somaklonal planlet *Jatropha curcas* Linn. hasil regenerasi embrio somatik dengan marka molekular ISSR. *Jurnal Bioteknologi & Biosains Indonesia (JBBI)*, 8(1), pp 14-24. doi: <https://doi.org/10.29122/jbbi.v8i1.4092>
- Gultom, T. 2016. Pengaruh pemberian kolkisin terhadap jumlah kromosom bawang putih (*Allium sativum*) lokal kultivar Doulu. *Jurnal Biosains*, 2(3), pp. 165-172.
- Hapsari, B.W., Martin, A.F.R., & Ermayanti, T.M. 2021. The effect of medium formulation and BAP concentration of growth and development of *Aquilaria malaccensis* Lam. shoot in vitro. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 762(1), pp 012033. doi: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/762/1/012033>
- Khatiri, P. & Joshee N. 2024. Effect of picloram and desiccation on the somatic embryogenesis of *Lycium barbarum* L. *Plants*, 151, pp 1-14. doi: <https://doi.org/10.3390/plants13020151>
- Kondhare K.R., Patil A.B., Giri A.P. 2021. Auxin: An emerging regulator of tuber and storage root development. *Plant Science*, 306, pp110854. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2021.110854>
- Latina, D., Setiawati, T., & Dudiono, R., 2022. Perbanyakan in vitro bawang putih (*Allium Sativum* Var. Tawangmangu) melalui kultur tunas kapital (Shoot Apex). *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains Dan Teknologi*, 7 (2), pp 94-101. DOI <http://dx.doi.org/10.36722/sst.v7i2.1121>
- Lee, Z.H., Hirakawa, T., Yamaguchi, N., & Ito, T. 2019. The roles of plant hormones and their interactions with regulatory genes in determining meristem activity. *International Journal of Molecular Sciences*, 20(16), pp 40-65. doi: 10.3390/ijms20164065.
- Moulija, M.N., Syarieff, R., Iriani, E.S., Kusumaningrum, H.D. & Suyatma, N.E. 2018. Antimikroba Ekstrak Bawang Putih. *Pangan*, 27(1), pp. 55-66.
- Purwito, A., Efendi, D., & Ermayanti, T. M. 2021. Growth response of four accessions of *Moringa oleifera* Linn shoots cultured on various basic media. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 741(1), pp. 012054. doi: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/741/1/012054>
- Purwito, A., Efendi, D., & Ermayanti, T.M. 2023. In vitro shoot growth and root formation enhancement of *Moringa oleifera* Linn. on DKW medium containing cytokinins and auxins. *American Institute of Physics Conference Series*, 2606 (1), pp. 040008. doi: <https://doi.org/10.1063/5.0118345>
- Rantau, D.E., Wulandari, D.R., Ermayanti, T.M.R., Hapsari, B.W., Wulansari, A & Firdaus, H.L. 2021. Pertumbuhan dan morfologi kultur tunas sempur (*Dillenia Philippinensis* Rolfe) pada media MS-BAP-NAA. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 18(1), pp 65-78. doi:10.20886/jpht.2021.18.1.65-78
- Riyadi, I., & Tirtoboma. 2004. Pengaruh 2,4-D Terhadap Induksi Embrio Somatik Kopi

- Arabika. *Buletin Plasma Nutfah*, 10 (2), pp. 82-89.
- Rudiyanto, R., Efendi, D. & Ermayanti, T.M. 2014. Somatic embryo germination of *Jatropha curcas* L. in presence of sucrose and poly ethylene glycol (PEG). *Annales Bogorienses*, 18(1), pp 35-43.
- Rudiyanto, Martin A.F. & Ermayanti T.M. 2016. Perlakuan Konsentrasi 2,4-*Dichlorophenoxyacetic acid* (2,4-D) & *Thidiazuron* (TDZ) Terhadap Pembentukan Kalus Pada Helai Daun, Tangkai Daun dan Bonggol *Tacca leontopetaloides*." *Prosiding Seminar Nasional XXV "Kimia dalam Pembangunan*, pp. 129-134.
- Rudiyanto, Purwito A., Efendi D. & Martin A.F. 2024. Induction and proliferation of *Moringa oleifera* somatic embryo callus using solid liquid and temporary immersion system. *International Journal of Agriculture & Biology*, 32 (3), pp. 294–300. doi: <https://doi.org/10.17957/IJAB/15.2204>
- Sari, L., Hafizh, E.A.R, & Ermayanti, T.M. 2021. Micropropagation of diploid and tetraploid *Plectranthus amboinicus* (Lour.) Spreng. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing. 762 (1): p. 012040. doi: 10.1088/1755-1315/762/1/012040
- Sasmita, H.D., Dewanti, P., & Alfian, F.N. 2022. Somatik embriogenesis anggrek *Dendrobium lasianthera* x *Dendrobium antennatum* dengan penambahan BAP dan NAA. *J. Agron*, 50(2), pp. 202-208.
- Sinaga, Q. 2016. Survei penyebaran kultivar dan morfologi bawang putih lokal di Sumatera Utara. 2016. PhD Thesis. UNIMED.
- Sugiharto B., Dewanti P., Widuri L.I., Alfian F.N., Addy H.S., & Okviandari P. 2016. Rapid propagation of virus-free sugarcane (*Saccharum officinarum*) by somatic embryogenesis. *Procedia*, 9:456-461. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2016.02.163>
- Wangiyana, I., & Putri, D. 2021. Aplikasi zat pengatur tumbuh dan kegiatan pruning dalam optimalisasi budidaya gaharu di desa duman kecamatan lingsar Lombok Barat. *Lumbung Inovasi: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 4(2), pp. 36-42.