

Pengaruh Kombinasi 2,4 D (*Dichlorophenoxyacetic*) dan BAP (*Benzyl Amino Purine*) pada Media MS (*Murashige Skoog*) Terhadap Induksi Kalus Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Varietas AAS Agribun

Rizky Fatahillah^{1*}, Hayatul Rahmi², Nurcahyo Widyodaru Saputro³, Sri Suhesti⁴

^{1,2,3}Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Singaperbangsa Karawang, Jl. HS.RonggoWaluyo, Karawang, Jawa Barat 41361, Indonesia

⁴BSIP Perkebunan, Jalan Tentara Pelajar No. 1 Bogor, Jawa Barat 16111, Indonesia

*Corresponding author, email: rizkyfatahillah879@gmail.com

ABSTRACT

Sugarcane (Saccharum officinarum L.) is a plant that is used as the main ingredient in making sugar. Sugar consumption in Indonesia increases from year to year due to population growth. One of the efforts to provide superior seeds in a short time and in large quantities is through tissue culture. This study aims to determine the effect of a combination of 2,4 D (Dichlorophenoxyacetic) and BAP (Benzyl Amino Purine) and determine the best treatment. The research method used is an experimental method using a completely randomized design (CRD) combination with 3 replicates and 9 treatments consisting of: (A); 1 ppm 2,4 D + 0 ppm BAP (B); 2 ppm 2,4 D + 0 ppm BAP (C); 3 ppm 2,4 D + 0 ppm BAP (D); 1 ppm 2,4 D + 0.1 ppm BAP (E); 2 ppm 2,4 D + 0.1 ppm BAP (F); 3 ppm 2,4 D + 0.1 ppm BAP (G); 1 ppm 2,4 D + 0.2 ppm BAP (H); 2 ppm 2,4 D + 0.2 ppm BAP (I); 3 ppm 2,4 D + 0.2 ppm BAP. The results showed that there was a significant effect of the combination of 2,4-D and BAP on the time of callus appearance and callus diameter in callus induction of Sugarcane (Saccharumofficinarum L.) variety AAS Agribun. The treatment of C (2,4-D 3 ppm + BAP 0 ppm) produces the highest percentage of live explants which is 100%, the fastest callus emergence time which is 15.67 hsi, the largest diameter which is 2.04 cm and the heaviest callus fresh weight with a value of 0.86 grams.

Keywords: sugarcane, 2,4 D, BAP, callus induction

ABSTRAK

Tebu (Saccharum officinarum L.) merupakan tanaman yang dijadikan bahan utama dalam pembuatan gula. Konsumsi gula di Indonesia meningkat dari tahun ke tahun karena pertumbuhan populasi. Upaya dalam menyediakan bibit yang unggul dalam waktu singkat dan dalam jumlah banyak salah satunya melalui kultur jaringan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kombinasi 2,4 D (Dichlorophenoxyacetic) dan BAP (Benzyl Amino Purine) serta mengetahui perlakuan terbaiknya. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) kombinasi dengan 3 ulangan dan 9 perlakuan yang terdiri dari: (A); 1 ppm 2,4 D + 0 ppm BAP (B); 2 ppm 2,4 D + 0 ppm BAP (C); 3 ppm 2,4 D + 0 ppm BAP (D); 1 ppm 2,4 D + 0.1 ppm BAP (E); 2 ppm 2,4 D + 0.1 ppm BAP (F); 3 ppm 2,4 D + 0.1 ppm BAP (G); 1 ppm 2,4 D + 0.2 ppm BAP (H); 2 ppm 2,4 D + 0.2 ppm BAP (I); 3 ppm 2,4 D + 0.2 ppm BAP. Hasil penelitian menunjukkan terdapat pengaruh nyata pemberian kombinasi 2,4-D dan BAP terhadap waktu muncul kalus dan diameter kalus pada induksi kalus tanaman tebu (Saccharum officinarum L.) varietas AAS Agribun. Perlakuan C (2,4-D 3 ppm + BAP 0 ppm) menghasilkan persentase eksplan hidup tertinggi yaitu 100%, waktu kemunculan kalus

tercepat yaitu 15,67 hsi, diameter terbesaryaitu 2,04 cm dan bobot segar kalus terberat dengan nilai 0,86 gram.

Kata kunci: tebu, 2,4 D, BAP, induksi kalus

PENDAHULUAN

Tanaman tebu (*Saccharum officinarum L.*) merupakan salah satu komoditas penting dalam pembangunan sub-sektor perkebunan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan sebagai bahan ekspor untuk menghasilkan devisa dari Negara (Durroh, 2019). Tanaman tebu adalah tanaman yang dijadikan bahan utama dalam pembuatan gula, hal ini dikarenakan di dalam batang tebu terkandung cairan gula (Amir *et al.*, 2017).

Konsumsi gula di Indonesia meningkat dari tahun ke tahun karena pertumbuhan populasi. Produksi gula nasional pada tahun 2021 mencapai 2,35 juta ton, di mana 1,06 juta ton berasal dari pabrik gula milik negara dan 1,29 juta ton dari pabrik gula swasta. Sementara itu, jumlah gula yang dikonsumsi pada tahun 2022 sekitar 6,48 juta ton, (Kementerian Perindustrian, 2022). Menurut data dari Badan Pusat Statistik (2021), konsumsi gula pasir perkapita perminggu pada tahun 2021 mencapai 1,123 Kg per kapita per minggu. Konsumsi gula pasir itu lebih tinggi dari rerata tahun sebelumnya yang mencapai 1,105 kg per kapita per minggu. Merespon hal ini, Pemerintah memiliki agenda berdasarkan peningkatan konsumsi gula, Menjalankan program swasembada gula dengan tujuan memasok kebutuhan gula nasional tanpa mengimpor dari negara lain (Kementerian Perindustrian, 2022).

Perbanyakan tanaman tebu umumnya dilakukan secara vegetatif melalui setek. Di beberapa negara tropis, 2-3 bagian buku (nodus) batang tebu digunakan sebagai bahan tanaman baru (Sukmadjaja & Mulyana, 2011). Perbanyakan tebu secara konvensional memiliki kekurangan yakni memerlukan lahan yang luas, memerlukan tanaman induk yang banyak, tenaga kerja yang banyak, waktu tanam dipengerahi musim, dan mudah terserang penyakit (Hidayah *et al.*, 2023). Upaya peningkatan kualitas dan kuantitas tebu diantaranya dengan perbanyakan bibit berkualitas yang sehat dalam skala besar yakni melalui kultur jaringan. Penggunaan teknik kultur jaringan dapat mengatasi keterbatasan pengadaan benih tebu secara konvensional. Hal ini dikarenakan faktor pengandaannya yang tinggi sehingga varietas unggul cepat diperbanyak, benih lebih terjamin kesehatannya, membutuhkan ruang yang relatif kecil, bahan tanam dan pohon induk sedikit, dan eksplan dapat diproduksi secara cepat dan banyak (Lutfiani, 2022).

Kultur *in vitro* merupakan perbanyakan tanaman yang dilakukan dengan cara mengisolasi bagian tanaman kemudian menumbuhkannya dalam media aseptik sehingga dapat menghasilkan tanaman baru yang dapat ditanam pada lingkungan (Budisantoso *et al.*, 2019). Metode kultur jaringan dilakukan dengan mengambil jaringan pada tanaman induk dan diberi nutrisi serta zat pengatur tumbuh yang sesuai sehingga dapat menjadi tanaman yang lengkap (Yustisia *et al.*, 2019). Perbanyakan tanaman dengan metode kultur jaringan membutuhkan lingkungan yang aseptik agar terhindar dari kontaminasi. Lingkungan aseptik adalah lingkungan yang steril dan terbebas dari mikroorganisme (Samanhudi *et al.*, 2020).

Keberhasilan kultur jaringan dapat dipengaruhi karena beberapa faktor yaitu, kemampuan tanaman yang diisolasi untuk tumbuh, media serta zpt yang sesuai, dan kondisi tempat kultur (Wulannanda *et al.*, 2023). Media yang digunakan dalam penelitian ini adalah media Murashige and Skoog (MS). Media ini banyak digunakan dalam perbanyakan kultur jaringan dibandingkan dengan media dasar lainnya. Kandungan media MS terdiri dari unsur hara makro, unsur hara mikro serta zat besi. Penambahan zat pengatur tumbuh pada media MS dapat menunjang pertumbuhan eksplan (Fauziah *et al.*, 2019). Selain media, salah satu faktor eksternal untuk mendukung pertumbuhan eksplan adalah zat pengatur tumbuh (Wahyuni *et al.*, 2020). Zat pengatur tumbuh (ZPT) memiliki peranan penting dalam kultur jaringan karena memberikan pengaruh nyata (Budi, 2020).

ZPT merupakan senyawa organik bukan hara yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman apabila diberikan dalam konsentrasi rendah. ZPT yang banyak digunakan dalam kultur jaringan yaitu golongan auksin dan sitokinin (Anggraeni *et al.*, 2022). ZPT 2,4 D (2,4-Dichlorophenoxy Acid) adalah salah satu ZPT golongan auksin senyawa kimia yang termasuk dalam golongan auksin sedangkan BAP (Benzyl Amino Purin) termasuk dalam golongan sitokinin yang berperan dalam pertumbuhan tunas. Perimbangan konsentrasi dan interaksi antara ZPT yang diberikan dalam media dan yang diproduksi oleh sel secara endogen akan menentukan arah perkembangan suatu kultur. Apabila perbandingan konsentrasi sitokinin lebih besar dari auksin, maka pertumbuhan tunas dan daun akan terstimulasi. Sebaliknya apabila sitokinin lebih rendah dari auksin, maka mengakibatkan menstimulasi pada pertumbuhan akar. Apabila perbandingan sitokinin dan auksin berimbang, maka akan terbentuk kalus (Karjadi & Buchory, 2007). Penelitian (Hidayah *et al.*, 2023) perlakuan dengan konsentrasi BAP 0 ppm dan 2,4 D 3.5 ppm serta perlakuan BAP 0 ppm dan 2,4 D 3 ppm tercepat dalam pembengkakan eksplan dan pembentukan kalus terbaik. Berdasarkan hal tersebut, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui Pengaruh Kombinasi 2,4 D (*Dichlorophenoxyacetic*) dan BAP (*Benzyl Amino Purine*) Pada Media MS (*Murashige Skoog*) Terhadap Induksi Kalus Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Varietas AAS Agribun.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Unit Pengelola Benih Unggul Pertanian, Badan Standardisasi Instrumen Pertanian (BSIP) Perkebunan yang bertempat di Jalan Tentara Pelajar, RT 01/ RW 11, Ciwaringin, Kecamatan Bogor Tengah, Kota Bogor, Jawa Barat 16124. Waktu penelitian dilaksanakan mulai Oktober hingga Desember 2023.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dan terdiri dari 9 perlakuan yaitu (A); 2,4-D 1 ppm + BAP 0 ppm (B); 2,4-D 2 ppm + BAP 0 ppm (C); 2,4-D 3 ppm + BAP 0 ppm (D); 2,4-D 1 ppm + BAP 0,1 ppm (E); 2,4-D 2 ppm + BAP 0,1 ppm (F); 2,4-D 3 ppm + BAP 0,1 ppm (G); 2,4-D 1 ppm + BAP 0,2 ppm (H); 2,4-D 2 ppm + BAP 0,2 ppm dan (I); 2,4-D 3 ppm + BAP 0,2 ppm dengan diulang sebanyak 3 kali sehingga terdapat 27 unit percobaan. Apabila hasil analisis sidik ragam menunjukkan adanya pengaruh nyata yang signifikan pada taraf $\alpha = 5\%$, maka untuk mengetahui perlakuan yang memberikan hasil tertinggi, data kemudian diuji lanjut dengan menggunakan uji lanjut Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf 5%.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksplan dari tunas tebu varietas AAS Agribun, larutan stok MS0, larutan stok 2,4-D, larutan stok BAP, gula, agar swallow dan aquades. Sedangkan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Autoclave*, oven, timbangan, *magnetic stirrer*, pH meter, *peristaltic pump*, labuerlenmeyer, labuakar, *Laminar Air Flow* (LAF), botol kultur, pinset, scalpel, bunsen, petri disk, kertas steril dan *plastic wrap*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persentase eksplan hidup

Hasil rata-rata persentase eksplan hidup berdasarkan tabel terdapat perbedaan persentase eksplan hidup pada perlakuan A (2,4-D 1 ppm + BAP 0 ppm), D (2,4-D 1 ppm + BAP 0.1 ppm), G (2,4-D 1 ppm + BAP 0.2 ppm) dan I (2,4-D 3 ppm + BAP 0.2 ppm) (Tabel 1).

Tabel 1. Persentase eksplan hidup

Kode	Perlakuan	Persentase eksplan hidup
A	2,4-D 1 ppm + BAP 0 ppm	93%
B	2,4-D 2 ppm + BAP 0 ppm	100%
C	2,4-D 3 ppm + BAP 0 ppm	100%

D	2,4-D 1 ppm + BAP 0.1 ppm	93%
E	2,4-D 2 ppm + BAP 0.1 ppm	100%
F	2,4-D 3 ppm + BAP 0.1 ppm	100%
G	2,4-D 1 ppm + BAP 0.2 ppm	87%
H	2,4-D 2 ppm + BAP 0.2 ppm	100%
I	2,4-D 3 ppm + BAP 0.2 ppm	93%

Perlakuan dengan tingkat keberhasilan eksplan hidup terendah terjadi pada perlakuan G (2,4-D 1 ppm + BAP 0.2 ppm) dengan tingkat persentase eksplan hidup yakni 87%. Eksplan mengalami browning dan terjadi kontaminasi bakteri dan cendawan.

Kontaminasi pada eksplan yang ditanam secara *in vitro* dapat terjadi karena infeksi secara eksternal maupun internal (Rodinah dkk., 2016). Eksplan yang terkontaminasi dapat diamati dengan melihat ada atau tidaknya bakteri ataupun jamur yang tumbuh pada eksplan maupun media tumbuh. Menurut Fogh (1973) menyatakan bahwa prinsip dasar yang dapat mencegah terjadinya kontaminasi pada eksplan yaitu penggunaan prosedur yang sesuai dengan standar serta selalu menjaga sterilisasi dalam proses kegiatan sehingga kegiatan pemindahan eksplan tetap dalam prosedur kerja.

Selain kontaminasi juga terdapat *browning*. *Browning* diawali dengan adanya perubahan warna eksplan dari hijau dan kemudian berubah menjadi coklat pada daerah pelukaan. Eksplan yang berwarna kecoklatan menandakan bahwa sel-selnya telah mengalami kematian (Sitinjau, 2015) kemudian Ozyigit (2008) menambahkan bahwa eksplan yang terpotong menyebabkan kandungan sitoplasma dan vakuola tercampur dan keluar sehingga senyawa fenol dapat teroksidasi oleh udara.

Waktu muncul kalus

Hasil uji lanjut rata-rata waktu muncul kalus menggunakan uji DMRT pada taraf 5% pada tabel menunjukkan perlakuan C (2,4-D 3 ppm + BAP 0 ppm) memberikan hasil rata-rata waktu muncul kalus tercepat yaitu 15,67 hari dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan B (2,4-D 2 ppm + BAP 0 ppm), E (2,4-D 2 ppm + BAP 0.1 ppm), F (2,4-D 3 ppm + BAP 0.1 ppm) (Tabel 2).

Tabel 2. Waktu muncul kalus

Kode	Perlakuan	Waktu muncul kalus (hari)
A	2,4-D 1 ppm + BAP 0 ppm	23,33 b
B	2,4-D 2 ppm + BAP 0 ppm	16,33 a
C	2,4-D 3 ppm + BAP 0 ppm	15,67 a
D	2,4-D 1 ppm + BAP 0.1 ppm	25,67 c
E	2,4-D 2 ppm + BAP 0.1 ppm	16,67 a
F	2,4-D 3 ppm + BAP 0.1 ppm	16,33 a
G	2,4-D 1 ppm + BAP 0.2 ppm	31,67 e
H	2,4-D 2 ppm + BAP 0.2 ppm	29,00 d
I	2,4-D 3 ppm + BAP 0.2 ppm	31,33 e
KK (%)		3,76

Perlakuan C (2,4-D 3 ppm + BAP 0 ppm) merupakan konsentrasi yang optimum untuk pertumbuhan dan perkembangan kalus dapat terlihat dengan nilai waktu muncul kalus tercepat. Penggunaan auksin secara mandiri tanpa sitokinin dengan konsentrasi 3 ppm cukup untuk menginduksi kalus. Hal ini sejalan dengan penelitian Suhesti (2015) yang menjelaskan bahwa penggunaan 2,4-D secara tunggal memberikan pengaruh inisiasi kalus yang lebih cepat, baik pada varietas Kidang Kencana maupun PSJT 941.

Perlakuan dengan kombinasi 2.4 D dan BAP tertinggi justru memberikan hasil kemunculan kalus terlama. Hal ini disebabkan oleh ketidakseimbangan (*Not Balanced*) antara

pemberian hormon eksogen dengan ketersediaan hormon endogen pada tanaman sehingga pertumbuhan kalus terhambat karena kontaminasi dan *browning* (pencoklatan) dan akhirnya eksplan mengalami perlambatan pertumbuhan bahkan mengalami kematian. Menurut Sainawal (2017) beberapa faktor penyebab *browning* diantaranya seperti penggunaan eksplan berasal dari jaringan dewasa, tindakan sterilisasi berlebihan, dan media atau lingkungan yang tidak mendukung.

Diameter kalus

Hasil uji lanjut rata-rata diameter kalus menggunakan uji DMRT pada taraf 5% menunjukkan perlakuan B (2,4-D 2 ppm + BAP 0 ppm) memberikan hasil rata-rata diameter kalus terbesar yaitu 2,06 cm. Berbeda nyata dengan perlakuan lainnya namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan C (2,4-D 3 ppm + BAP 0 ppm), E (2,4-D 2 ppm + BAP 0.1 ppm) dan F (2,4-D 3 ppm + BAP 0.1 ppm) (Tabel 3). Hal ini menunjukkan bahwa senyawa 2.4D sebagai ZPT tunggal mampu menghasilkan diameter kalus terbaik.

Tabel 3. Diameter kalus

Kode	Perlakuan	Diameter kalus (cm)
A	2,4-D 1 ppm + BAP 0 ppm	1,77 c
B	2,4-D 2 ppm + BAP 0 ppm	2,06 d
C	2,4-D 3 ppm + BAP 0 ppm	2,04 d
D	2,4-D 1 ppm + BAP 0.1 ppm	1,71 bc
E	2,4-D 2 ppm + BAP 0.1 ppm	1,97 d
F	2,4-D 3 ppm + BAP 0.1 ppm	2,04 d
G	2,4-D 1 ppm + BAP 0.2 ppm	1,59 a
H	2,4-D 2 ppm + BAP 0.2 ppm	1,69 a
I	2,4-D 3 ppm + BAP 0.2 ppm	1,63 a
KK (%)		3,40

Hasil ini sesuai dengan Pierik (1984) yang menyatakan bahwa 2.4D merupakan golongan auksin kuat yang sering digunakan secara tunggal untuk menginduksi terbentuknya kalus dari berbagai jaringan tanaman serta sangat efektif untuk inisiasi kalus.

Bobot segar kalus

Berdasarkan tabel 4, perlakuan C (2,4-D 3 ppm + BAP 0 ppm) memiliki bobot segar kalus tertinggi dengan nilai 0.86 gram dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan yang lain.

Tabel 4. Bobot segar kalus

Kode	Perlakuan	Bobot segar kalus (g)
A	2,4-D 1 ppm + BAP 0 ppm	0.78 a
B	2,4-D 2 ppm + BAP 0 ppm	0,75 a
C	2,4-D 3 ppm + BAP 0 ppm	0.86 a
D	2,4-D 1 ppm + BAP 0.1 ppm	0,71 a
E	2,4-D 2 ppm + BAP 0.1 ppm	0.83 a
F	2,4-D 3 ppm + BAP 0.1 ppm	0,81 a
G	2,4-D 1 ppm + BAP 0.2 ppm	0.74 a
H	2,4-D 2 ppm + BAP 0.2 ppm	0,73 a
I	2,4-D 3 ppm + BAP 0.2 ppm	0,76 a

Menurut Fitriani (2019) berat segar kalus yang tinggi didukung oleh besarnya diameter kalus yang dihasilkan dan seluruh variabel tersebut saling berkaitan, selain itu diameter kalus dipengaruhi oleh besar atau tidaknya rongga pada kalus. Perlakuan D (2,4-D 1 ppm + BAP 0.1 ppm) memiliki berat segar kalus terendah dengan nilai 0.71 hal ini diduga

dikarenakan kandungan air yang rendah pada kalus. Berat segar kalus berhubungan dengan tekstur kalus. Kalus yang memiliki kepadatan tinggi berbanding lurus dengan berat segar kalus. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Ruswaningsih (2007), berat segar kalus dari segi fisiologi terdiri dari dua komponen utama, yaitu air dan karbohidrat. Hasil penelitian oleh Indah dan Ermavitalini (2013) menyatakan bahwa berat segar kalus yang signifikan pada kalus disebabkan oleh adanya kandungan air yang tinggi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan. Terdapat pengaruh nyata pemberian kombinasi 2,4-D (*Dichlorophenoxyacetic*) dan BAP (*Benzyl Amino Purine*) terhadap waktu muncul kalus dan diameter kalus pada induksi kalus tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) varietas AAS Agribun. Perlakuan C (2,4-D 3 ppm + BAP 0 ppm) menghasilkan persentase eksplan hidup tertinggi yaitu 100%, waktu kemunculan kalus tercepat yaitu 15,67 hsi, diameter terbesar yaitu 2,04 cm dan bobot segar kalus terberat dengan nilai 0,86 gram.

DAFTAR PUSTAKA

- Amir, N., Hawalid, H., & Nurhuda, I. A. (2017). Pengaruh pupuk kandang terhadap pertumbuhan beberapa varietas bibit tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) di polybag. *Jurnal Klorofil*, 9(2), 68–72.
- Anggraeni, D., Ismaini, L., Surya, M. I., Rahmi, H., & Saputro, N. W. (2022). Inisiasi kalus daun *Talinum triangulare* (Jacq.) Willd pada beberapa kombinasi konsentrasi zat pengatur tumbuh 2, 4- *Dichlorophenoxyacetic Acid* dan *Benzyl Adenine*. *Jurnal Agrikultura*. 33(3), 276–288.
- Badan Pusat Statistik. (2021). *Statistik Tebu Indonesia 2021*. Tersedia di <https://www.bps.go.id/publication/2022/11/30/6392bf8e4265949485d85e72/statistik-tebu-indonesia-2021>.
- Budisantoso, I., Hardiyati, T., Dwiati, M., & Kamsinah. (2019). Teknologi kultur invitro angrek untuk meningkatkan keragaman tanaman di agrowisata Serang. *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Sumber Daya Perdesaan dan Kearifan Lokal Berkelanjutan IX*”14-15 November 2019 Purwokerto. 9: 294-303.
- Budi, RS. (2020). Uji komposisi zat pengatur tumbuh terhadap pertumbuhan eksplan pisang Barangan (*Musa paradisiaca* L.) pada media MS Secara *in vitro*. *BEST Journal (Biology Education, Sains and Technology)*. 3: 101–111.
- Durroh, B. (2019). Efektivitas air kelapa muda sebagai zpt dan pupuk organik dalam merangsang pertumbuhan bibit stek tebu G3 kultur jaringan. *Bernas*, 15(1), 54–57.
- Fauziah, RH, F Kusmiyati, & S Anwar. (2019). Lilium longiflorum plant growth with a combination of Naphthylacetic Acid (NAA) and 6-Benzylaminopurine (BAP) *in vitro*. *Journal Tropical Crop Science and Technology*. 1 : 7 –92.
- Hidayah, V. N., Agroteknologi, P. S., Pertanian, F., Jember, U., Pertanian, F., Jember, U., & Author, C. (2023). Pengaruh kombinasi BAP (6- Benzylaminopurine) dan 2, 4-D (Dichlorophenoxy acetic acid) untuk pembentukan kalus tebu (*Saccharum officinarum* L .) melalui metode thin Cell Layer (*Dichlor.* 11(1), 89–95.
- Karjadi, & Buchory. (2007). Pengaruh NAA dan BAP terhadap pertumbuhan jaringan meristem bawang putih pada media B5. *Jurnal Hortikultura*, 17(3), 85148.
- Kementerian Perindustrian. (2022). Tekan Gap kebutuhan gula konsumsi, Kemenperin: produksi terus digenjot. Tersedia di <https://kemenperin.go.id/artikel/23444/Tekan-Gap-Kebutuhan-Gula-Konsumsi,-Kemenperin:-Produksi-Terus-Digenjot->

- Kementerian Pertanian. (2018). Laporan kinerja pusat penelitian dan pengembangan perkebunan. Tersedia di <http://sakip.pertanian.go.id/admin/data2/Lakin%202017%20P-BUN.pdf>
- Lutfiani, I., Lestari, A., Widyodaru, N., dan Suhesti, S. (2022). Pengaruh pemberian berbagai konsentrasi NAA (*Naphthalene Acetic Acid*) dan BAP (*Benzyl Amino Purine*) terhadap multiplikasi tunas tanaman tebu (*Saccharum officinarum L.*). *Jurnal Agrotek Indonesia*. 1 (7) : 49 - 57.
- Ozyigit, I.I. (2008). Phenolic changes during *in vitro* organogenesis of cotton (*Gossypium hirsutum L.*) shoot tips, *African Journal of Biotechnology* 7(8): 1145-1150.
- Pierik, R.L.M. (1984). Plant tissue culture: Theory and practice. *Scientia Horticulturae*. 24 (1) : 93.
- Rodinah, Razie, F., Naemah, D., & Fitriani, A. (2016). Respon bahan sterilan pada eksplan jelutung rawa (*Dyra lowii*). *Jurnal Hutan Tropis*, 4(3), 240-245.
- Ruswaningsih, F. (2007). Pengaruh konsentrasi ammonium nitrat dan BAP terhadap pertumbuhan eksplan pucuk *Artemesia annua L.* pada kultur *in vitro*. *Skripsi*. Fakultas pertanian, UNS, Surakarta.
- Samanhudi, S., Widijanto, H., & Yunus, A. (2020). Sosialisasi dan penyuluhan budidaya pisang dengan bibit hasil kultur jaringan di Desa Lempong, Kecamatan Jenawi, Kabupaten Karanganyar. *PRIMA: Journal of Community Empowering and Services*, 4(2), 59-63.
- Sainawal, S. B., Nugroho, J. D., & Kesaulija, F. F. (2017). Kultur embrio merbau (Intsiabijuga OK.) pada Media Murashige dan Skoog (MS) siperkaya dengan Zat Pengatur Tumbuh BAP, GA3 dan IBA. *Jurnal Kehutanan Papua*. 3 (2) : 132 - 141.
- Sitinjak MA, Isda MN, Fatonah S. (2015). Induksi kalus dari eksplan daun *In Vitro* keladi tikus (*Typhonium sp.*) dengan perlakuan 2,4-D dan kinetin. *AlKauniyah Jurnal Biologi*. 8(1): 32–39.
- Suhesti, S., Khumaida, N., Wattimena, G., Syukur, M., Husni, A., Hadipoentyanti, E., & Hartati, R. S. (2015). Induksi kalus dan regenerasi dua varietas tebu (*Saccharum officinarum L.*) Secara *In vitro*. In *Jurnal Littri* 21 (2) : 77-88.
- Sukmadjaja, D., & Mulyana, A. (2011). Regenerasi dan pertumbuhan beberapa varietas tebu (*Saccharum officinarum L.*) secara *In vitro*. *Jurnal AgroBiogen*, 7(2), 106.
- Wahyuni, A, B Satria, dan A Zainal. (2020). Induksi kalus gaharu dengan NAA dan BAP secara *in vitro*. *Agrosains: Jurnal Penelitian Agronomi*. 22: 39-44.
- Wulannanda, A., Anwar, S., & Kusmiyati, F. (2023). Kajian penambahan kinetin dan 2,4-D terhadap pertumbuhan kultur jaringan tanaman pisang barangan (*Musa paradisiaca L.*) pada fase subkultur. *Agroteknika*, 6(1), 1–12.
- Yustisia, D., Arsyad, M., Wahid, A., & Asri, J. (2019). Pengaruh pemberian zpt alami (air kelapa) pada media ms 0 terhadap pertumbuhan planlet tanaman kentang (*Solanum tuberosum. L.*). *Jurnal Agrominansia*, 3(2), 130–140.zz