

PENGARUH POSISI DAUN DAN KOMBINASI BAP DENGAN NAA TERHADAP PERKEMBANGAN EKSPLAN JARINGAN DAUN *Sansevieria downsi*

The Effect of Leaf Position and Combinations of BAP and NAA on the Development of Sansevieria downsi Leaf Tissues Explant

Ifathul Jannah dan Tengku Nurhidayah

Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Riau
Simpang Baru KM 12,5 Kecamatan Tampan Kota Pekanbaru

*E-mail Korespondensi: tengku.nurhidayah@lecturer.unri.ac.id

ABSTRAK

Perbanyakan tanaman *Sansevieria downsi* secara kultur *in-vitro* dapat menghasilkan banyak tanaman unggul dalam waktu yang relatif singkat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh posisi daun, kombinasi BAP dengan NAA dan kombinasi kedua faktor serta mencari kombinasi perlakuan terbaik pada perkembangan eksplan *S. downsi*. Penelitian dilaksanakan secara eksperimen yang terdiri dari 2 faktor dengan 16 kombinasi perlakuan dan 3 ulangan. Faktor I adalah posisi daun asal eksplan yang terdiri dari 2 taraf, yaitu E1 (daun ke-2 dari pucuk) dan E2 (daun ke-4 dari pucuk). Faktor II adalah kombinasi BAP dengan NAA, yaitu Z1 (BAP 0 mg.l⁻¹ + NAA 1 mg.l⁻¹), Z2 (BAP 0 mg.l⁻¹ + NAA 2 mg.l⁻¹), Z3 (BAP 1 mg.l⁻¹ + NAA 0 mg.l⁻¹), Z4 (BAP 1 mg.l⁻¹ + NAA 1 mg.l⁻¹), Z5 (BAP 1 mg.l⁻¹ + NAA 2 mg.l⁻¹), Z6 (BAP 2 mg.l⁻¹ + NAA 0 mg.l⁻¹), Z7 (BAP 2 mg.l⁻¹ + NAA 1 mg.l⁻¹) dan Z8 (BAP 2 mg.l⁻¹ + NAA 2 mg.l⁻¹). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi faktor posisi daun asal eksplan dengan faktor BAP dan NAA dengan berpengaruh terhadap perkembangan eksplan *S. downsi*. Perkembangan eksplan terbaik dihasilkan oleh kombinasi eksplan yang berasal dari daun ke-4 dengan pemberian BAP 2 mg.l⁻¹ + NAA 1 mg.l⁻¹ yang menghasilkan waktu muncul kalus 22,47 HST, warna kalus hijau dengan tekstur kompak, berat kalus 1,62 g, waktu muncul tunas 75,67 HST, jumlah tunas dalam satu *clump* sebanyak 2,55 tunas, dan jumlah planlet dalam satu *clump* sebanyak 1,87 planlet.

Kata kunci: BAP dan NAA, *in-vitro*, jaringan daun, posisi daun, *Sansevieria*

ABSTRACT

Sansevieria downsi propagation with applying *in-vitro* culture is enables the production of several superior new plants in a short time. This study was aimed to determine the effect of leaf position, the combination of BAP and NAA and the combination of those two factors and to find the best combination treatment on the development of *S. downsi* leaf tissues explants. The study used a factorial experiment consisting 2 factors with 16 combinations and 3 replications. The first factor was the explant origin leaf position which consisted of 2 levels, namely E1 (second leaf from the shoot) and E2 (fourth leaf from the shoot). The second factor was the combination of BAP and NAA which consisted 8 levels, namely Z1 (BAP 0 mg.l⁻¹ + NAA 1 mg.l⁻¹), Z2 (BAP 0 mg.l⁻¹ + NAA 2mg.l⁻¹), Z3 (BAP 1 mg.l⁻¹ + NAA 0 mg.l⁻¹), Z4 (BAP 1 mg.l⁻¹ + NAA 1 mg.l⁻¹), Z5 (BAP 1 mg.l⁻¹ + NAA 2 mg.l⁻¹), Z6 (BAP 2 mg.l⁻¹ + NAA 0 mg.l⁻¹), Z7 (BAP 2 mg.l⁻¹ + NAA 1 mg.l⁻¹) and Z8 (BAP 2 mg.l⁻¹ + NAA 2 mg.l⁻¹). The result showed that the treatment of BAP and NAA as a single factor and its combination with explant origin leaf positions has effect to the explant *S. downsi* development. The best explant development was showed by the combination of explant from fourth leaf with BAP 2 mg.l⁻¹ + NAA 1 mg.l⁻¹ which time of callus emergence is 22,47 DAP, callus color is green with friable texture, callus weight is 1,62 g, time of shoot emegence is 75,67 DAP, number of shoot per clump is 2,55 shoots, and number of planlet per clump is 1,87 planlets.

Keywords : *Sansevieria*, *in-vitro*, leaf tissues, leaf position, BAP and NAA

PENDAHULUAN

Florikultura atau tanaman hias merupakan salah satu subsektor hortikultura yang diusahakan di Indonesia sebagai bahan estetika. Tanaman hias juga memiliki fungsi ekonomi sebagai peluang bisnis, pendidikan, kesehatan dan lingkungan serta seni dan budaya. Lidah mertua (*Sansevieria* sp.) merupakan salah satu tanaman hias yang populer di Indonesia. Tanaman *Sansevieria* memiliki ciri khas morfologi seperti bentuk, ukuran, warna dan corak daun yang beragam. Tanaman ini juga dapat berperan menyerap polutan dan berbagai zat beracun (Rosha *et al.*, 2013).

Kementerian Pertanian melalui Badan Karantina Pertanian (2021) mencatat tanaman *Sansevieria* merupakan komoditas yang berpotensi ekspor. Sebanyak 17.839 batang *Sansevieria* telah disertifikasi siap ekspor pada Februari 2021. Negara yang menjadi tujuan ekspor *Sansevieria* asal Indonesia seperti Singapura dan Amerika Serikat. Teknik budidaya yang tepat perlu diterapkan agar produksi *Sansevieria* nasional dapat memenuhi kebutuhan pasar domestik maupun internasional. Perbanyak tanaman *Sansevieria* secara vegetatif melalui kultur *in-vitro* dapat menghasilkan tanaman baru dengan sifat unggul (Dewanti, 2018) dalam skala massal dan dengan waktu yang relatif singkat (Wattimena *et al.*, 2011).

Keberhasilan pertumbuhan eksplan secara kultur *in-vitro* dipengaruhi beberapa faktor yakni: eksplan, media kultur dan lingkungan kultur. Bagian tanaman yang akan dikulturkan disebut eksplan (*explant*). Pemilihan eksplan mempertimbangkan sumber dan umur eksplan serta perlakuan pra-kultur. Eksplan yang digunakan umumnya berasal dari jaringannya yang masih muda (juvenile/primordia) karena memiliki dinding sel yang belum kompleks sehingga lebih mudah dimodifikasi (Widyastuti dan Deviyanti, 2018). Posisi daun terhadap pucuk tanaman dapat menjadi

indikator jumlah jaringan muda yang dimiliki oleh daun tersebut. Posisi daun yang semakin dekat dengan pucuk menandakan daun memiliki umur yang lebih muda dan memiliki juvenilitas yang tinggi (Admojo *et al.*, 2013).

Media kultur yang umum digunakan adalah media Murashige dan Skoog (MS) karena memiliki unsur hara makro dan mikro yang lebih lengkap dibandingkan dengan jenis media lainnya (Hapsoro dan Yusnita, 2018). Penambahan ZPT pada media kultur dapat mengarahkan pertumbuhan dan perkembangan eksplan menjadi struktur morfologi tanaman tertentu (Yusnita, 2015). Auksin seperti *naphthalene acetic acid* (NAA) dan sitokinin seperti *benzyl amino purine* (BAP) merupakan ZPT yang sering ditambahkan ke dalam media kultur *in-vitro*. Nisbah auksin dan sitokinin dalam media kultur *in-vitro* akan saling berinteraksi dan pada konsentrasi yang tepat dapat mengatur tipe morfogenesis yang dikehendaki (Widyastuti dan Deviyanti, 2018).

Penelitian Aulia (2023) menunjukkan pemberian kombinasi BAP 2 mg.l⁻¹ + NAA 2 mg.l⁻¹ memberikan hasil baik pada waktu muncul kalus (52,62 HST), berat kalus (1,49 g), waktu muncul tunas (76,03 HST) dan persentase kalus menghasilkan tunas (91,67 %) pada eksplan *S. downsii*.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Bioteknologi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Riau, Kelurahan Binawidya, Kecamatan Binawidya, Pekanbaru. Penelitian ini dilaksanakan pada November 2022 - Juni 2023. Bahan penelitian berupa daun ke-2 dan ke-4 tanaman *S. downsii*, media dasar MS M519, sukrosa, agar-agar, NAA, BAP, KOH 1 N, HCl 0,1 N, aquades, natrium hipoklorit (NaOCl) 5,25 %, 1 % dan 0,25 % serta alkohol 95 % dan 70 %. Alat penelitian

berupa *laminar air flow cabinet* (LAFC), *autoclave*, timbangan analitik, spatula, gelas beaker, erlenmeyer, pH meter digital, pipet tetes, *magnetic stirrer*, *magnetic bar*, panci enamel, kompor gas, botol kultur, botol schott, aluminium foil, scalpel, *petridish*, tisu, kertas stensil, lampu bunsen, korek api, *plastic wrapping*, *Munsell color charts for plant tissues*, penggaris, alat tulis dan alat dokumentasi.

Penelitian dilakukan secara eksperimen dalam bentuk rancangan faktorial yang disusun secara rancangan acak lengkap (RAL). Penelitian terdiri dari dua faktor. Faktor pertama adalah faktor posisi daun asal eksplan yang terbagi atas 2 taraf yaitu E1 (daun ke-2 dari pucuk) dan E2 (daun ke-4 dari pucuk). Faktor kedua adalah kombinasi BAP dengan NAA yang terbagi atas 8 taraf, yaitu Z1 (BAP 0 mg.l⁻¹ + NAA 1 mg.l⁻¹), Z2 (BAP 0 mg.l⁻¹ + NAA 2 mg.l⁻¹), Z3 (BAP 1 mg.l⁻¹ + NAA 0 mg.l⁻¹), Z4 (BAP 1 mg.l⁻¹ + NAA 1 mg.l⁻¹), Z5 (BAP 1 mg.l⁻¹ + NAA 2 mg.l⁻¹), Z6 (BAP 2 mg.l⁻¹ + NAA 0 mg.l⁻¹), Z7 (BAP 2 mg.l⁻¹ + NAA 1 mg.l⁻¹) dan Z8 (BAP 2 mg.l⁻¹ + NAA 2 mg.l⁻¹).

Tahapan pelaksanaan penelitian ini terdiri dari: persiapan bahan eksplan,

steriliasi alat dan bahan, pembuatan media kultur, sterilisasi eksplan, penanaman eksplan, dan pengamatan.

Data kuantitatif hasil pengamatan dianalisis secara statistik menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh dari tiap perlakuan. Data hasil ANOVA diuji lanjut dengan *Duncan's New Multiple Range Test* (DNMRT) pada taraf 5 %. Data dianalisis menggunakan aplikasi *Statistical Analysis System* (SAS) versi 9.0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Waktu Muncul Kalus

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa kombinasi BAP dengan NAA sebagai faktor tunggal dan interaksi faktor posisi daun dengan faktor kombinasi BAP dengan NAA berpengaruh terhadap waktu muncul kalus, sedangkan posisi daun sebagai faktor tunggal berpengaruh tidak nyata terhadap waktu muncul kalus eksplan *S. Downsii*. Rata-rata waktu muncul kalus eksplan *S. downsii* setelah dilakukan uji DNMRT pada taraf 5 % dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Waktu muncul kalus pada eksplan *S. downsii* yang berasal dari dua posisi daun dan delapan taraf kombinasi BAP dengan NAA

Kombinasi BAP dengan NAA	Posisi Daun		Rata-rata
	Ke-2	Ke-4	
Waktu Muncul Kalus (HST)			
BAP 0 mg.l ⁻¹ + NAA 1 mg.l ⁻¹	32,67 d	31,33 d	32,67 D
BAP 0 mg.l ⁻¹ + NAA 2 mg.l ⁻¹	27,57 c	27,00 c	27,57 C
BAP 1 mg.l ⁻¹ + NAA 0 mg.l ⁻¹	32,20 d	31,43 d	32,20 D
BAP 1 mg.l ⁻¹ + NAA 1 mg.l ⁻¹	25,33 bc	25,00 abc	25,33 BC
BAP 1 mg.l ⁻¹ + NAA 2 mg.l ⁻¹	22,47 ab	22,33 ab	22,47 AB
BAP 2 mg.l ⁻¹ + NAA 0 mg.l ⁻¹	27,77 c	27,77 c	27,77 C
BAP 2 mg.l ⁻¹ + NAA 1 mg.l ⁻¹	22,77 ab	22,47 ab	22,77 AB
BAP 2 mg.l ⁻¹ + NAA 2 mg.l ⁻¹	22,43 ab	22,00 a	22,43 AB
Rata-rata	26,65 A	26,17 A	26,65 A
KK = 6,47 %	DNMRT 5 % = 2,32		

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf kecil pada baris dan kolom yang sama serta angka-angka yang diikuti huruf besar baris dan kolom yang sama berbeda tidak nyata menurut DNMRT taraf 5 %.

Tabel 1 menunjukkan bahwa eksplan yang berasal dari daun ke-2 dan ke-4 yang diberi BAP dengan NAA pada konsentrasi 1 mg.l⁻¹ dan 2 mg.l⁻¹ memberikan hasil kombinasi terbaik dalam mempercepat induksi kalus (*calllogenesis*) pada eksplan *S. Downsii*. Marthani *et al.* (2016) menyatakan penambahan konsentrasi BAP dan NAA yang tepat dapat menjadi pemicu sel mengalami dediferensiasi yang lebih cepat sehingga kalus pada eksplan dapat terbentuk lebih awal.

Perlakuan eksplan yang berasal dari dua posisi daun sebagai faktor tunggal tidak dapat mempercepat waktu muncul kalus pada eksplan *S. Downsii*. Perolehan hasil ini dapat disebabkan eksplan yang berasal dari daun ke-2 dan ke-4 sama-sama memiliki jaringan muda dan kemampuan menghasilkan pertumbuhan kalus pada eksplan yang cenderung sama. Berdasarkan Ramdhini *et al.* (2021), jaringan muda atau meristematik merupakan bagian tanaman tempat terjadinya pembelahan sel yang menghasilkan sel-sel baru dan mengalami proses diferensiasi.

Kombinasi BAP dengan NAA sebagai faktor tunggal dapat mempercepat waktu muncul kalus pada eksplan *S. Downsii* secara nyata. Pemberian BAP 2 mg.l⁻¹ +

NAA 2 mg.l⁻¹ menghasilkan waktu muncul kalus paling cepat yaitu 22,22 HST. Hal ini menunjukkan bahwa adanya kombinasi BAP dengan NAA pada media kultur dapat mempercepat pertumbuhan kalus pada eksplan *S. Downsii*. Auksin NAA memiliki peran utama dalam induksi kalus. Menurut George *et al.* (2008), auksin pada media mikropropagasi mendukung pertumbuhan kalus, suspensi sel maupun organ. Salisbury dan Ross (1995) menyatakan bahwa auksin dapat menstimulasi aktivasi sitokin yang diikuti aktifnya enzim yang menaikkan laju sintesis protein yang membuat sel akhirnya terdiferensiasi (mempercepat pembentukan kalus).

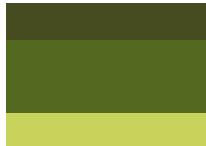
Warna Kalus

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa interaksi faktor posisi daun dengan faktor kombinasi BAP dengan NAA menghasilkan warna kalus yang cukup beragam pada eksplan *S. Downsii*. Hasil pengamatan warna kalus eksplan *S. Downsii* dapat dilihat pada Tabel 2.

Warna kalus pada eksplan *S. Downsii* yang terbentuk pada eksplan yang berasal dari daun ke-2 dan ke-4 yang diberikan dengan NAA bervariasi dari putih

Tabel 2. Warna kalus pada eksplan *S. downsii* yang berasal dari dua posisi daun dan delapan taraf BAP dengan NAA

Kombinasi BAP dengan NAA	Posisi Daun		Posisi Daun	
	Ke-2	Ke-4	Ke-2	Ke-4
	Kode Munsell CCPT	Visualisasi Warna	Kode Munsell CCPT	Visualisasi Warna
BAP 0 mg.l ⁻¹ + NAA 1 mg.l ⁻¹	5 Y (4/6) 10 Y (8,5/9)		7,5 Y (7/6) 7,5 Y (5/6)	
BAP 0 mg.l ⁻¹ + NAA 2 mg.l ⁻¹	5 Y 4/6		7,5 Y (5/4)	
BAP 1 mg.l ⁻¹ + NAA 0 mg.l ⁻¹	5 Y (4/6) 10 Y (7,5/5)		5 Y (4/4) 10 Y (6/8)	
BAP 1 mg.l ⁻¹ + NAA 1 mg.l ⁻¹	2,5 Y (8/8) 2,5 GY (9/6)		2,5 GY (7/8) 5 GY (6/6)	
BAP 1 mg.l ⁻¹ + NAA 2 mg.l ⁻¹	2,5 GY (4/6) 2,5 GY (6/8)		5 GY (7/10) 2,5 GY (9/2)	
BAP 2 mg.l ⁻¹ + NAA 0 mg.l ⁻¹	5 Y (4/6)		7,5 Y (5/6) 2,5 GY (7/8)	
BAP 2 mg.l ⁻¹ + NAA 1 mg.l ⁻¹	7,5 GY (6/6,5)		5 GY (6/4)	

BAP 2 mg.l ⁻¹ + NAA 2 mg.l ⁻¹	2,5 GY (3/4) 5 GY (4/6) 5 GY (4/6) 2,5 GY (8/9)		2,5 GY (6/4) 2,5 GY (4/4) 5 GY (5/8) 5 GY (7/8)	
---	--	---	--	---

kehijauan, hijau, hijau kekuningan, kuning kecokelatan hingga cokelat. Perbedaan warna kalus disebabkan adanya perbedaan respon pertumbuhan sel yang dihasilkan terhadap adanya BAP dan NAA yang diberikan pada media kultur. Pemberian BAP dan kombinasinya dengan NAA menghasilkan warna yang lebih hijau pada kalus dibandingkan warna pada kalus yang Pemberian BAP dapat mendorong terbentuknya klorofil pada kalus sehingga kombinasi BAP dengan NAA yang sesuai dapat menghasilkan warna yang lebih hijau pada kalus. Sesuai pernyataan Sari *et al.* (2018), yaitu perbedaan jenis dan konsentrasi ZPT yang diberikan menyebabkan variasi pada warna kalus yang terbentuk. Sitokinin cenderung mendorong pembentukan klorofil, namun konsentrasi yang tidak sesuai dengan auksin dapat menyebabkan perubahan warna pada kalus. Penelitian Muthi'ah *et al.* (2021) menunjukkan perlakuan sitokinin BAP 1,5 mg.l⁻¹ + auksin 2,4-D 1,5 mg.l⁻¹ menghasilkan warna kalus hijau pada eksplan biduri (*Calotropis gigantea*).

Tekstur Kalus

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa interaksi faktor posisi daun dengan faktor kombinasi BAP dengan NAA menghasilkan tekstur kalus yang berbeda pada eksplan *S. downsi*. Hasil pengamatan tekstur kalus eksplan *S. downsi* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tekstur kalus pada eksplan *S. downsi* yang terbentuk pada eksplan yang berasal dari daun ke-2 dan ke-4 yang diberi BAP dengan NAA dibedakan menjadi dua macam yaitu kompak (*nonfriable*) dan remah (*friable*). Sebagian besar kalus yang terbentuk adalah kalus bertekstur kompak yang beberapa diantaranya berbentuk nodul dan sebagian kecil bertekstur remah.

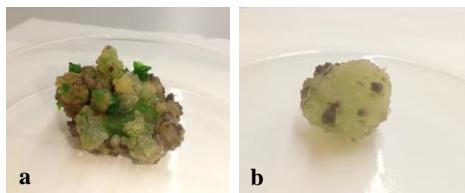
Tabel 3. Tekstur kalus pada eksplan *S. downsi* yang berasal dari dua posisi daun dan delapan taraf BAP dengan NAA

BAP dengan NAA	Posisi Daun	
	Ke-2	Ke-4
Tekstur Kalus		
BAP 0 mg.l ⁻¹ + NAA 1 mg.l ⁻¹	Remah	Remah
BAP 0 mg.l ⁻¹ + NAA 2 mg.l ⁻¹	Remah	Remah
BAP 1 mg.l ⁻¹ + NAA 0 mg.l ⁻¹	Kompak	Kompak
BAP 1 mg.l ⁻¹ + NAA 1 mg.l ⁻¹	Kompak	Kompak
BAP 1 mg.l ⁻¹ + NAA 2 mg.l ⁻¹	Kompak	Kompak
BAP 2 mg.l ⁻¹ + NAA 0 mg.l ⁻¹	Kompak	Kompak
BAP 2 mg.l ⁻¹ + NAA 1 mg.l ⁻¹	Kompak	Kompak
BAP 2 mg.l ⁻¹ + NAA 2 mg.l ⁻¹	Kompak	Kompak

Kalus bertekstur kompak terbentuk pada seluruh eksplan yang berasal dari posisi daun ke-2 dan ke-4 yang diberi BAP 1 mg.l⁻¹ dan 2 mg.l⁻¹ yang dikombinasikan dengan NAA 1 mg.l⁻¹, 2 mg.l⁻¹ dan tanpa NAA pada media kulturnya. Carsono dan Yoshida (2006) menyatakan struktur kalus kompak memiliki ikatan antar sel kompak, terlihat padat dan tidak mudah dipisahkan. Menurut Junairiah *et al.* (2021), tekstur kalus kompak disebabkan karena adanya sitokinin yang berperan dalam proses transfer unsur hara. Proses ini menimbulkan tekanan tigor yang memungkinkan terjadinya osmosis nutrisi dan air dari media ke dalam sel menyebabkan terjadinya lignifikasi (dinding sel akan menjadi lebih kaku) serta menghasilkan kalus kompak.

Kalus bertekstur remah dihasilkan pada seluruh eksplan yang berasal dari daun ke-2 dan ke-4 yang diberikan NAA 1 mg.l⁻¹ dan 2 mg.l⁻¹ tanpa BAP pada media kulturnya. Wahyuningtiyas (2014) menyatakan struktur kalus remah memiliki ikatan antar sel yang renggang, kalus mudah pecah sehingga kalus mudah dipisahkan. Menurut Marthani *et al.* (2016), penambahan auksin NAA menumbuhkan kalus yang remah, berwarna hijau sedikit

buram dan kandungan air tinggi. Auksin merangsang pemanjangan sel dengan meningkatkan plastisitas dinding dan menyebabkan air mudah mengalir ke sel bagian dalam sel (Sari *et al.*, 2018). Penelitian Setyorini (2021) menunjukkan penambahan hormon NAA dan BAP pada media MS menghasilkan kalus yang bertekstur remah dan kompak pada eksplan kentang varietas Granola L. Tekstur kalus kompak dan remah pada eksplan *S. Downsii* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tekstur kalus pada eksplan *S. downsii* (a) tekstur kompak, (b) tekstur remah

Berat Kalus

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa posisi daun dan kombinasi BAP dengan NAA sebagai faktor tunggal dan interaksi kedua faktor berpengaruh tidak nyata terhadap berat kalus pada eksplan *S. Downsii*. Rata-rata berat kalus eksplan *S. Downsii* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 menunjukkan bahwa eksplan yang berasal dari daun ke-2 dan ke-4 yang

diberikan BAP dan NAA menghasilkan berat kalus per *clump* yang cenderung sama pada setiap kombinasinya. Eksplan yang berasal dari daun ke-2 yang diberikan BAP 1 mg.l^{-1} + NAA 0 mg.l^{-1} dan BAP 0 mg.l^{-1} + NAA 1 mg.l^{-1} menghasilkan berat kalus lebih ringan yaitu 1,31 g. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian kombinasi BAP dengan NAA pada konsentrasi 1 mg.l^{-1} dan 2 mg.l^{-1} baik untuk pertumbuhan kalus pada eksplan *S. Downsii* yang berasal dari daun ke-2 dan ke-4. Penambahan berat kalus dipengaruhi terjadinya pembengakkan dan pembelahan pada sel pada kalus. Rahayu (2003) menyatakan bahwa kondisi morfologi, kecepatan sel-sel membelah diri dan membesarnya kalus mempengaruhi berat kalus. Menurut Sitinjak *et al.* (2015), pembengakkan sel terjadi karena adanya auksin dalam konsentrasi tinggi pada media yang ditambah pemberian sitokinin akan menginduksi pembelahan sel. Nisak *et al.* (2012) menyatakan pemberian NAA bersama-sama dengan BAP menyebabkan sel mengalami pembelahan secara terus-menerus dan penambahan massa kalus.

Eksplan yang berasal dari daun ke-2 menghasilkan berat kalus yang cenderung sama dengan eksplan yang berasal dari daun ke-4. Hal ini disebabkan eksplan yang

Tabel 4. Berat kalus pada eksplan *S. downsii* yang berasal dari dua posisi daun dan delapan taraf kombinasi BAP dengan NAA

Kombinasi BAP dengan NAA	Posisi Daun		Rata-rata
	Ke-2	Ke-4	
	Berat Kalus (g)		
BAP 0 mg.l^{-1} + NAA 1 mg.l^{-1}	1,31 b	1,49 ab	1,31 B
BAP 0 mg.l^{-1} + NAA 2 mg.l^{-1}	2,08 a	1,49 ab	2,08 A
BAP 1 mg.l^{-1} + NAA 0 mg.l^{-1}	1,31 b	1,80 ab	1,31 B
BAP 1 mg.l^{-1} + NAA 1 mg.l^{-1}	1,62 ab	1,75 ab	1,62 AB
BAP 1 mg.l^{-1} + NAA 2 mg.l^{-1}	1,44 ab	1,61 ab	1,44 AB
BAP 2 mg.l^{-1} + NAA 0 mg.l^{-1}	1,51 ab	1,54 ab	1,51 AB
BAP 2 mg.l^{-1} + NAA 1 mg.l^{-1}	1,43 ab	1,62 ab	1,43 AB
BAP 2 mg.l^{-1} + NAA 2 mg.l^{-1}	1,69 ab	1,45 ab	1,69 AB
Rata-rata	1,52 A	1,62 A	1,52 A
KK = 14,85 %	DNMRT 5 % = 2,32		

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf kecil pada baris dan kolom yang sama serta angka-angka yang diikuti huruf besar baris dan kolom yang sama berbeda tidak nyata menurut DNMRT taraf 5 %.

berasal dari daun ke-2 dan ke-4 memiliki jaringan muda dan potensi yang cenderung sama baik dalam menginduksi kalus. Naughmouchi *et al.* (2008) menyatakan bahwa sel-sel pada jaringan muda (*juvenile*) memiliki kecepatan pembelahan sel yang tinggi sehingga dapat menjadi bahan eksplan yang baik.

Pemberian BAP 0 mg.l⁻¹ + NAA 2 mg.l⁻¹ menghasilkan berat kalus yang lebih tinggi yaitu 1,78 g dan cenderung sama dengan pemberian taraf BAP + NAA lainnya. Hal ini dikarenakan adanya NAA pada media dapat memacu pembesaran sel yang berperan utama dalam meningkatkan berat kalus. Menurut Artina (2014) dalam Karyanti (2017), adanya auksin mendorong pembesaran dan pemanjangan sel serta meningkatkan platisitas (*irreversible stretching*) dinding sel. Pemberian BAP yang dikombinasikan dengan NAA efektif dalam memacu pembelahan sel yang menyebabkan peningkatan jumlah sel serta volume kalus pada eksplan. Penelitian Dar *et al.* (2021) menunjukkan pemberian kombinasi BAP 1 mg.l⁻¹ + NAA 1 mg.l⁻¹ menghasilkan berat kalus terbaik pada eksplan daun belladona

india (*Atropa acuminata*) pada tiga bulan setelah penanaman.

Waktu Muncul Tunas

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa kombinasi BAP dengan NAA sebagai faktor tunggal dan interaksi faktor posisi daun dengan faktor kombinasi BAP dengan NAA berpengaruh nyata terhadap waktu muncul tunas, sedangkan posisi daun sebagai faktor tunggal berpengaruh tidak nyata terhadap waktu muncul tunas eksplan *S. downsi*. Rata-rata waktu muncul tunas eksplan *S. downsi* setelah dilakukan uji DNMRT pada taraf 5 % dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 menunjukkan pemberian BAP dengan NAA pada konsentrasi 1 mg.l⁻¹ dan 2 mg.l⁻¹ mempercepat waktu muncul kalus pada eksplan *S. downsi* yang berasal dari daun ke-2 dan ke-4. Eksplan yang berasal dari daun ke-2 yang diberikan BAP 0 mg.l⁻¹ + NAA 2 mg.l⁻¹ dan eksplan yang berasal dari daun ke-4 yang diberikan BAP 1 mg.l⁻¹ + NAA 0 mg.l⁻¹ dan BAP 0 mg.l⁻¹ + NAA 1 mg.l⁻¹ menghasilkan waktu muncul kalus yang lebih lambat. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian BAP pada

Tabel 5. Waktu muncul tunas pada eksplan *S. downsi* yang berasal dari dua posisi daun dan delapan taraf kombinasi BAP dengan NAA

Kombinasi BAP dengan NAA	Posisi Daun		Rata-rata
	Ke-2	Ke-4	
	Waktu Muncul Tunas (HST)		
BAP 0 mg.l ⁻¹ + NAA 1 mg.l ⁻¹	137,00 bcd	144,50 d	137,00 BCD
BAP 0 mg.l ⁻¹ + NAA 2 mg.l ⁻¹	112,89 abcd	115,67 abcd	112,89 ABCD
BAP 1 mg.l ⁻¹ + NAA 0 mg.l ⁻¹	126,50 abcd	140,00 cd	126,50 ABCD
BAP 1 mg.l ⁻¹ + NAA 1 mg.l ⁻¹	99,00 abcd	89,00 abcd	99,00 ABCD
BAP 1 mg.l ⁻¹ + NAA 2 mg.l ⁻¹	77,33 abc	83,50 abcd	77,33 ABC
BAP 2 mg.l ⁻¹ + NAA 0 mg.l ⁻¹	101,25 abcd	91,00 abcd	101,25 ABCD
BAP 2 mg.l ⁻¹ + NAA 1 mg.l ⁻¹	68,00 a	75,67 ab	68,00 A
BAP 2 mg.l ⁻¹ + NAA 2 mg.l ⁻¹	98,50 abcd	81,50 abc	98,50 ABCD
Rata-rata	102,56 A	102,60 A	102,56 A
KK = 21,77 %	DNMRT 5 % = 2,32		

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf kecil pada baris dan kolom yang sama serta angka-angka yang diikuti huruf besar baris dan kolom yang sama berbeda tidak nyata menurut DNMRT taraf 5 %.

konsentrasi 1 mg.l^{-1} dan 2 mg.l^{-1} yang dikombinasikan dengan NAA pada eksplan yang berasal dari daun ke-2 dan ke-4 dapat mempercepat terjadinya organogenesis tunas pada eksplan *S. downsi*. Dangash *et al.* (2015) mengemukakan interaksi auksin dengan sitokin pada media akan menghasilkan organ yang berbeda sehingga dapat terbentuk akar, tunas maupun kalus. Menurut Bella *et al.* (2016), pemberian sitokin dalam konsentrasi yang lebih tinggi daripada auksin dapat menstimulasi pertumbuhan tunas dan daun.

Eksplan yang berasal dari daun ke-2 menghasilkan waktu muncul tunas yang cenderung sama dengan eksplan yang berasal dari daun ke-4. Hal ini dikarenakan eksplan yang berasal dari daun ke-2 dan ke-4 sama-sama memiliki umur jaringan eksplan yang masih muda dan juvenilitas yang tinggi. Menurut Greenwood (1987), fase juvenil memiliki laju pertumbuhan dan perkembangan vegetatif yang lebih cepat. Tanaman akan mulai kehilangan potensi pertumbuhan vegetatif ketika memasuki fase generatif.

Pemberian BAP 2 mg.l^{-1} + NAA 1 mg.l^{-1} menghasilkan waktu muncul tunas paling cepat yaitu 71,83 HST, berbeda nyata

dengan waktu muncul tunas pada pemberian BAP 1 mg.l^{-1} tanpa NAA serta NAA 1 mg.l^{-1} dan 2 mg.l^{-1} tanpa BAP. Hal ini kombinasi BAP 1 mg.l^{-1} dan 2 mg.l^{-1} dengan NAA pada media dapat menstimulasi ploriferasi sel dan mem-percepat induksi tunas pada eksplan *S. downsi*. Gray (2005) dalam Trigiano dan Gray (2005) mengemukakan bahwa BAP bersifat tidak mudah dirombak oleh enzim dalam tanaman dan sangat efektif dalam menstimulasi proliferasi dan induksi tunas. Penelitian Suparaini *et al.* (2013) menunjukkan pemberian BAP 4 mg.l^{-1} + NAA 1 mg.l^{-1} menghasilkan waktu muncul tunas paling cepat pada eksplan buah naga (*Hylocereus costaricensis*) yaitu 25,5 HST.

Jumlah Tunas

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa kombinasi BAP dengan NAA sebagai faktor tunggal dan interaksi faktor posisi daun dengan faktor kombinasi BAP dengan NAA berpengaruh nyata terhadap jumlah tunas, sedangkan posisi daun sebagai faktor tunggal berpengaruh tidak nyata terhadap jumlah tunas eksplan *S. downsi*. Rata-rata jumlah tunas eksplan *S. downsi* setelah dilakukan uji DNMRT pada taraf 5 % dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Jumlah tunas pada eksplan *S. downsi* yang berasal dari dua posisi daun dan delapan taraf BAP dengan NAA

Kombinasi BAP dengan NAA	Posisi Daun		Rata-rata
	Ke-2	Ke-4	
	Jumlah Tunas		
BAP 0 mg.l^{-1} + NAA 1 mg.l^{-1}	1,87 abcd	1,58 bcd	1,87 ABCD
BAP 0 mg.l^{-1} + NAA 2 mg.l^{-1}	1,78 abcd	1,87 abcd	1,78 ABCD
BAP 1 mg.l^{-1} + NAA 0 mg.l^{-1}	1,22 d	1,87 abcd	1,22 D
BAP 1 mg.l^{-1} + NAA 1 mg.l^{-1}	1,22 d	2,27 ab	1,22 D
BAP 1 mg.l^{-1} + NAA 2 mg.l^{-1}	2,39 ab	1,67 bcd	2,39 AB
BAP 2 mg.l^{-1} + NAA 0 mg.l^{-1}	1,58 bcd	2,18 abc	1,58 BCD
BAP 2 mg.l^{-1} + NAA 1 mg.l^{-1}	2,55 a	2,55 a	2,55 A
BAP 2 mg.l^{-1} + NAA 2 mg.l^{-1}	2,18 abc	1,41 cd	2,18 ABC
Rata-rata	1,77 A	1,95 A	1,77 A
KK = 14,87 %	DNMRT 5 % = 2,32		

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf kecil pada baris dan kolom yang sama serta angka-angka yang diikuti huruf besar baris dan kolom yang sama berbeda tidak nyata menurut DNMRT taraf 5 %.

Tabel 6 menunjukkan bahwa eksplan yang berasal dari daun ke-2 yang diberikan BAP 2 mg.l^{-1} + NAA 1 mg.l^{-1} menghasilkan jumlah tunas dalam satu *clump* paling banyak yaitu 2,55 tunas, berbeda dengan jumlah tunas pada eksplan yang diberi BAP 1 mg.l^{-1} dan 2 mg.l^{-1} tanpa NAA serta BAP 1 mg.l^{-1} + NAA 1 mg.l^{-1} . Eksplan yang berasal dari daun ke-4 yang diberi BAP 2 mg.l^{-1} + NAA 1 mg.l^{-1} menghasilkan jumlah tunas dalam satu *clump* paling banyak yaitu 2,55 tunas, berbeda dengan jumlah tunas pada eksplan yang diberikan NAA 1 mg.l^{-1} tanpa BAP, BAP 1 mg.l^{-1} + NAA 2 mg.l^{-1} dan BAP 2 mg.l^{-1} + NAA 2 mg.l^{-1} . Hal ini menunjukkan bahwa BAP 2 mg.l^{-1} + NAA 1 mg.l^{-1} merupakan kombinasi terbaik untuk induksi tunas pada eksplan *S. downsi* yang berasal dari daun ke-2 dan ke-4. Kombinasi BAP dengan NAA yang tepat akan mengoptimalkan jumlah tunas yang terbentuk. Hal ini didukung oleh Shriram *et al.* (2008) yang mengemukakan bahwa sitokinin eksogen (seperti BAP) yang ditambahkan pada media dapat secara efektif memicu regenerasi tunas melalui diferensiasi sel yang distimulasi oleh auksin.

Eksplan yang berasal dari daun ke-2 menghasilkan jumlah tunas dalam satu *clump* yang cenderung sama dengan eksplan yang berasal dari daun ke-4. Hal ini dikarenakan kondisi sel dan jaringan eksplan yang berasal dari daun ke-2 dan ke-4 cenderung sama dan masih muda. Yusnita (2003) menyatakan jaringan yang masih muda memiliki sel-sel yang aktif membelah dan daya regenerasi yang lebih tinggi dibandingkan jaringan yang tua.

Pemberian BAP 2 mg.l^{-1} + NAA 1 mg.l^{-1} menghasilkan jumlah tunas dalam satu *clump* paling banyak yaitu 2,55 tunas, berbeda tidak nyata dengan jumlah tunas pada pemberian BAP 1 mg.l^{-1} + NAA 2 mg.l^{-1} dan BAP 2 mg.l^{-1} + NAA 2 mg.l^{-1} . Hal ini menunjukkan adanya BAP dalam konsentrasi yang lebih tinggi yang dikombinasikan dengan NAA dapat mendorong ploriferasi tunas (pertumbuhan tunas lebih dari satu) yang lebih baik pada

eksplan *S. downsi*. Multiplikasi tunas paling banyak dipengaruhi oleh aktivitas pembelahan sel yang dipacu oleh BAP. Widayastuti dan Deviyanti (2018) menyatakan sitokinin berperan utama pada pembelahan mitosis pada sel terutama saat pembentukan benang gelendong pada metafase. Pemberian NAA mempengaruhi jumlah tunas yang terbentuk karena auksin terdapat pada jaringan meristem pucuk sehingga dapat merangsang pertumbuhan tunas-tunas baru. Penelitian Suparaini *et al.* (2013) menunjukkan pemberian BAP 6 mg.l^{-1} + NAA 1 mg.l^{-1} menghasilkan jumlah tunas paling banyak pada eksplan buah naga (*Hylocereus costaricensis*).

Jumlah Planlet

Planlet adalah tanaman regenerasi hasil kultur *in-vitro* yang telah lengkap memiliki organ daun, batang dan akar. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa kombinasi BAP dengan NAA sebagai faktor tunggal dan interaksi faktor posisi daun dengan faktor kombinasi BAP dengan NAA berpengaruh nyata terhadap jumlah planlet, sedangkan posisi daun sebagai faktor tunggal tidak berpengaruh terhadap jumlah planlet eksplan *S. downsi*. Rata-rata jumlah planlet eksplan *S. downsi* setelah dilakukan uji DNMRT pada taraf 5 % dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 menunjukkan bahwa eksplan yang berasal dari daun ke-2 yang diberi NAA 2 mg.l^{-1} tanpa BAP dan BAP 1 mg.l^{-1} + NAA 2 mg.l^{-1} menghasilkan jumlah planlet dalam satu *clump* paling banyak yaitu 1,87 planlet, berbeda tidak nyata dengan jumlah planlet pada eksplan yang diberi BAP 2 mg.l^{-1} tanpa NAA dan BAP 1 mg.l^{-1} + NAA 1 mg.l^{-1} . Eksplan yang berasal dari daun ke-4 yang diberi BAP 2 mg.l^{-1} tanpa NAA, NAA 2 mg.l^{-1} tanpa BAP dan BAP 2 mg.l^{-1} + NAA 1 mg.l^{-1} menghasilkan jumlah planlet dalam satu *clump* paling banyak yaitu 1,87 planlet, berbeda nyata dengan jumlah planlet pada eksplan yang diberi BAP 1 mg.l^{-1} tanpa NAA. Hal ini menunjukkan bahwa eksplan yang berasal

dari daun ke-2 dan ke-4 memerlukan pemberian kombinasi BAP dengan NAA yang berbeda untuk menumbuhkan planlet

secara optimal pada kultur *S. downsi*. Jumlah planlet

Tabel 7. Jumlah planlet pada kultur *S. downsi* yang berasal dari dua posisi daun dan delapan taraf BAP dengan NAA

Kombinasi BAP dengan NAA	Posisi Daun		Rata-rata
	Ke-2	Ke-4	
Jumlah Planlet			
BAP 0 mg.l ⁻¹ + NAA 1 mg.l ⁻¹	1,22 bc	1,58 ab	1,22 BC
BAP 0 mg.l ⁻¹ + NAA 2 mg.l ⁻¹	1,87 a	1,87 a	1,87 A
BAP 1 mg.l ⁻¹ + NAA 0 mg.l ⁻¹	0,71 c	1,72 ab	0,71 C
BAP 1 mg.l ⁻¹ + NAA 1 mg.l ⁻¹	1,40 ab	0,71 c	1,40 AB
BAP 1 mg.l ⁻¹ + NAA 2 mg.l ⁻¹	1,87 a	1,58 ab	1,87 A
BAP 2 mg.l ⁻¹ + NAA 0 mg.l ⁻¹	1,54 ab	1,87 a	1,54 AB
BAP 2 mg.l ⁻¹ + NAA 1 mg.l ⁻¹	0,71 c	1,87 a	0,71 C
BAP 2 mg.l ⁻¹ + NAA 2 mg.l ⁻¹	1,22 bc	1,58 ab	1,22 BC
Rata-rata	1,24 A	1,58 A	1,24 A
KK = 14,12 %	DNMRT 5 % = 2,32		

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf kecil pada baris dan kolom yang sama serta angka-angka yang diikuti huruf besar baris dan kolom yang sama berbeda tidak nyata menurut DNMRT taraf 5 %.

merupakan salah satu indikator keberhasilan kultur *in-vitro* yang dilakukan. Auksin, sitokin dan genotipe tanaman asal eksplan akan saling berinteraksi dan mempengaruhi pertumbuhan eksplan selanjutnya seperti pembentukan kalus, tunas maupun akar (Yusnita, 2015). Kombinasi BAP dengan NAA yang kurang sesuai dapat mempengaruhi keberhasilan pembentukan planlet. Sitokin pada konsentrasi tertentu akan meningkatkan pertumbuhan tunas, namun pada konsentrasi yang sama juga akan menghambat pembentukan akar (Widyastuti dan Deviyanti, 2018).

Kultur yang berasal dari daun ke-2 menghasilkan jumlah planlet dalam satu *clump* yang cenderung sama dengan eksplan yang berasal dari daun ke-4. Hal ini dikarenakan eksplan yang berasal dari daun ke-2 dan ke-4 sama-sama memiliki jaringan yang masih muda dan meristematik. Eksplan yang berasal dari jaringan muda umumnya lebih responsif dalam kultur jaringan dan mempercepat regenerasi sel (Chawla, 2003). Naughomouchi *et al.* (2008) menyatakan semakin muda jaringan eksplan akan

semakin besar potensi keberhasilan kultur jaringan.

Pemberian NAA 2 mg.l⁻¹ tanpa BAP menghasilkan jumlah planlet dalam satu *clump* paling banyak yaitu 1,87 planlet, berbeda tidak nyata dengan jumlah planlet yang dihasilkan pada pemberian BAP 2 mg.l⁻¹ tanpa NAA dan kombinasi BAP 1 mg.l⁻¹ + NAA 2 mg.l⁻¹. Hal ini dapat dikarenakan adanya peranan sitokin dan auksin endogen dalam menginduksi organ tunas maupun akar. Pemberian NAA dalam konsentrasi yang lebih tinggi dari pada BAP menghasilkan jumlah planlet yang lebih banyak karena NAA dapat merangsang inisiasi akar (*rooting*). Organ akar merupakan tempat sintesis sitokin endogen pada tanaman yang keberadaanya mampu merangsang terbentuknya tunas. Sesuai dengan pernyataan Smehilova *et al.* (2009) yaitu sitokin di dalam tanaman diproduksi pada meristem apikal akar dan sebagian kecil pada buah dan daun muda. Demikian pula dengan pemberian BAP dalam konsentrasi yang lebih tinggi dari NAA dapat menghasilkan jumlah planlet

yang lebih banyak karena BAP dapat menstimulasi pembentukan tunas. Organ tunas merupakan tempat sintesis auksin endogen pada tanaman. Sesuai dengan pernyataan Lobo *et al.* (2022) yaitu sintesis auksin terjadi pada bagian tanaman muda yang sedang berkembang seperti pucuk, daun muda maupun biji. Oleh karena itu, pemberian BAP dan kombinasinya dengan NAA dapat menentukan keberhasilan pembentukan planlet pada eksplan *S. downsi*. Bidlack dan Jansky (2011) menyatakan terkadang sulit untuk memprediksi bagaimana sel akan merespon ZPT yang diberikan karena respon akan bervariasi menurut konsentrasi, lokasi dan faktor lainnya.

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menyimpulkan sebagai berikut. Faktor kombinasi BAP dengan NAA dan interaksi faktor posisi daun dengan faktor kombinasi BAP dengan NAA dan berpengaruh pada perkembangan eksplan *S. downsi* yaitu pada parameter waktu muncul kalus, warna kalus, tekstur kalus, waktu muncul tunas, jumlah tunas dan jumlah planlet eksplan *S. downsi*. Faktor posisi daun sebagai faktor tunggal tidak berpengaruh pada perkembangan eksplan *S. downsi*. Pemberian BAP 1 mg.l⁻¹ + NAA 2 mg.l⁻¹ pada media MS sebagai faktor tunggal menghasilkan morfogenesis yang baik yaitu waktu muncul kalus yaitu 22,40 HST, warna kalus hijau, tekstur kalus kompak, berat kalus 1,53 g, waktu muncul tunas yaitu 80,42 HST, jumlah tunas dalam satu *clump* sebanyak 2,03 tunas dan jumlah planlet dalam satu *clump* sebanyak 1,72 planlet. Eksplan yang berasal dari daun ke-4 yang diberikan BAP 2 mg.l⁻¹ + NAA 1 mg.l⁻¹ menghasilkan morfogenesis yang baik yaitu waktu muncul kalus yaitu 22,47 HST, warna kalus hijau, tekstur kalus kompak, berat kalus 1,62 g, waktu muncul tunas yaitu 75,67 HST, jumlah tunas dalam satu *clump* sebanyak 2,55 tunas dan jumlah planlet dalam satu *clump* sebanyak 1,87 planlet.

DAFTAR PUSTAKA

- Admojo, L., N. E. Prasetyo, E. Afifah dan H. Hadi. 2013. Pengaruh juvenilitas entres terhadap karakter tunas bibit okulasi dini tanaman karet. *Indonesian J. Nat. Rubb. Res.* 31 (1): 13-19.
- Artina, Y. 2014. Pengaruh konsentrasi BAP (*Benzylaminopurine*) dan TDZ (*Thidiazuron*) terhadap inisiasi tunas serta konsentrasi kinetin dan TDZ terhadap multiplikasi tunas tanaman pisang kepok kuning (*Musa Paradisiaca* L.) secara *in vitro*. Dalam Karyanti, K. 2017. Pengaruh beberapa jenis sitokinin pada multiplikasi tunas anggrek *Vanda douglas* secara *in vitro*. *J. Bioteknologi dan Biosains Indonesia (JBBI)*. 4(1): 36-43.
- Aulia, R. V. 2023. Pengaruh Kombinasi NAA dan BAP Terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Eksplan Jaringan Daun *Sansevieria downsi* secara *In-Vitro*. Skripsi (Tidak dipublikasikan). Universitas Riau. Pekanbaru.
- Badan Karantina Pertanian. 2021. Setelah Pasar Asia, Kini Sansevieria Asal Cilacap Rambah Benua Amerika. Rilis Barantan Cilacap No. 2102/R-Barantan/02.2021. Barantan. karantina.pertanian.go.id/pers-1221-.html. Diakses tanggal 13 Maret 2021.
- Bella, D. R. S., E. Sumiar dan A. Ismail. 2016. Pengujian efektivitas berbagai jenis dan konsentrasi sitokinin terhadap multiplikasi tunas mikro pisang (*Musa paradisiaca* L.) secara *in-vitro*. *J. Kultivasi*. 15(2): 74-80.
- Bidlack, J. E. dan S. H. Janksky. 2011. Stern's *Inductory Plant Biology*. Twelfth Edition. McGraw-Hill. New York.
- Busing, C. M., R. C. Shoemaker dan R. M. Benbow. 1994. Early events of multiple bud formation and shoot development in soybean embryonic axes treated with the cytokinin, 6-benzylaminopurine. *American Journal of Botany*. 81(11): 1435-1448.
- Carsono, N. dan T. Yoshida. 2006. Identification of callus induction potential 15 Indonesian

- rice genotypes. *Plant Production Science*. 9(1): 65-70.
- Chawla, H. S. 2003. Plant Biotechnology Laboratory Manual for Plant Biotechnology. Oxford and IBH Publishing. New Delhi.
- Dangash, A., M. Ram, R. Niranjan, A. Bharillya, H. Misra, N. Pandya dan D. C. Jain. 2015. In vitro selection and hormonal regulation in cell culture of *Artemisia annua* L. Plant. *JSM Cell Dev Biol*. 3(1): 1-7.
- Dar, S. A., I. A. Nawchoo, S. Tyub dan A. N. Kamili. 2021. Effect of plant growth regulators on in vitro induction and maintenance of callus from leaf and root explants of *Atropa acuminata* Royle ex Lindl. *Biotechnology Reports*. 32(2021): 1-5.
- Dewanti, P. 2018. Teknik Kultur Jaringan Tanaman: Prinsip Umum dan Metode Aplikasi di Bidang Bioteknologi Pertanian. Percetakan
- George, E. F., M. A. Hall dan G. J. D. Clerk. 2008. Plant Propagation by Tissue Culture. 3rd Ed. Springer.
- Gray, D. J. 2005. Propagation from nonmeristematic tissue: nonzygotic embryogenesis, 187-200. *Dalam* Trigiano, R. N. dan D. J. Gray (Eds.). Plant Development and Biotechnology. CRC Press. New York.
- Greenwood, M. S. 1987. Rejuvenation of forest trees. *Plant Growth Regul*. 6: 1-12.
- Hapsoro, D. dan Yusnita. 2018. Kultur Jaringan: Teori dan Praktik. Andi. Yogyakarta.
- Junairah, D. A. Wulandari, E. S. W. Utami dan N. I. Zraida Sanaaz. 2021. Callus induction and secondary metabolite profile from *Elephantopus scaber* L. *Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology*. 6(1): 1-11.
- Lobo, L. L. B., M. S. R. A. da Silva, T. C. L. Castellane, R. F. Carvalho dan E. C. Rigobelo. 2022. The negative effect of coinoculation of plant growth-promoting bacteria is not related to indole-3-acetic acid synthesis. *Journal of Plant Growth Regulation*. 42 (4): 2317-2326.
- Marthani, Q. K. A., Y. U. Anggraito dan E. S. Rahayu. 2016. Kalogenesi eksplan setengah biji koro benguk (*Mucuna pruriens* L.) secara *in-vitro* menggunakan BAP dan NAA. *Life Science*. 5(1): 72-78.
- Muthi'ah, A., A. T. Sakya, A. Setyawati, Samanhudi dan M. Rahayu. 2021. Callus induction of *Calotropis gigantea* using BAP and 2,4-D *in vitro*. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 1177(2023): 1-6.
- Nisak, K., T. Nurhidayati dan K. I. Purwani 2012. Pengaruh kombinasi konsentrasi ZPT NAA dan BAP pada kultur jaringan tembakau *Nicotiana tabacum* var. Prancak 95. *J. Sains dan Seni POMITS*. 1(1): 1-6.
- Rahayu, B. 2003. Pengaruh asam 2,4-Diklorofenoksiasetat (2,4-D) terhadap pembentukan dan pertumbuhan kalus serta kandung flavonoid kultur kalus *Acalypha indica* L. *Jurnal Biofarmasi*. 1(1):1-6.
- Ramdhini, R. N., A. I. Manalu, I. P. Ruwaida, P. L. Isrianto, N. H. Panggabean, S. Wilujeng, I. Erdiandini, S. R. F. Purba, E. Sutrisno, I. L. Hulu, S. Purwanti, B. Utomo dan D. R. Surjaningsih. 2021. Anatomi Tumbuhan. Yayasan Kita Menulis. Medan.
- Rosha, P. T., M. N. Fitriyana, S. F. Ulfa dan Dharminto. 2013. Pemanfaatan Sansevieria tanaman hias penyerap polutan sebagai upaya mengurangi pencemaran udara di Kota Semarang. *J. Ilmiah Mahasiswa*. 3(1): 1-6.
- Salisbury, F. B. dan C. W. Ross. 1995. Fisiologi Tumbuhan. Jilid 1. Penerbit ITB. Bandung
- Sari, Y. P., E. Kusumawati, C. Saleh, W. Kustiawan dan Sukartingsih. 2018. Effect of sucrose and plant growth regulators on callogenesis and preliminary secondary metabolic of different explant *Myrmecodia tuberosa*. *Nusantara Bioscience*. 10(3): 183-192.
- Setyorini, T. 2021. Respon pertumbuhan eksplan stek mikro kentang pada media MS dengan penambahan NAA dan BAP. *Agritech*. 23(1): 66–71.
- Shriram, V., V. Kumar dan M. G. Shitole. 2008. Indirect organogenesis and plant

- regeneration in *Helicteres isora* L., an important medicinal plant. *In Vitro Cellular and Developmental Biology – Plant.* 44(3):186-193.
- Sitinjak, M. A., M. N. Isda dan S. Fatonah. 2015. Induksi kalus dari eksplan daun *in-vitro* keladi tikus (*Typhonium* Sp.) dengan perlakuan 2,4-D dan kinetin. *Al-Kauniyah J. Biologi.* 8(1): 32-39.
- Smehilova, M. , P. Galuszka, P. Jaworek, M. Kowalska, M. Sebela, M. Sedlarova, J. English dan I. Frebort. 2009. Subcellular localization and biochemical comparison of cytosolic and secreted cytokinin dehydrogenase enzymes from maize. *Journal of Experimental Botany.* 60(9): 2701-2712.
- Suparaini, Maizar dan Fathurrahman. 2013. Penggunaan BAP dan NAA terhadap pertumbuhan eksplan buah naga (*Hylocereus costaricensis*) secara *in-vitro*. *J. Dinamika Pertanian.* 28(2): 83-90
- Wahyuningtiyas, L. 2014. Induksi Kalus Akasia (*Acacia manginum*) Dengan Penambahan Kombinasi 2,4-D dan BAP Pada Media MS. Skripsi (Tidak dipublikasikan). Universitas Islam Negeri Malik Ibrahim Malang. Malang.
- Wattimena, G. A., N. A. Mattjik, N. M. A. Wiendi, A. Purwito, D. Efendi, B. S. Purwoko dan N. Khumaida. 2011. Bioteknologi dalam Pemuliaan Tanaman. IPB Press. Bogor.
- Widyastuti, N. dan J. Deviyanti. 2018. Kultur Jaringan: Teori dan Praktik Perbanyak Tanaman Secara *In-Vitro*. Andi Publisher. Yogyakarta.
- Yusnita. 2003. Kultur Jaringan: Cara Memperbanyak Tanaman Secara Efisien. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Yusnita. 2015. Kultur Jaringan Tanaman Sebagai Teknik Penting Bioteknologi Untuk Menunjang Pembangunan Pertanian. Aura Publishing. Bandar Lampung.