



Pertumbuhan Kalus Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Varietas Permata F1 dari Jenis Eksplan dan Konsentrasi Sukrosa yang Berbeda secara *In Vitro*

Maria Ulva[✉], Yulita Nurchayati, Erma Prihastanti, Nintya Setiari

Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang

Info Artikel

Diterima: 10 September 2019
Disetujui: 20 Oktober 2019
Dipublikasikan: 25 November 2019

Keywords: *in vitro* culture, hypocotyl, cotyledons, sucrose, callus, kultur *in vitro*, hipokotil, kotiledon, sukrosa, kalus.

Abstract

*Cultivation of tomato plants (*Lycopersicon esculentum* Mill.) can be done by *in vitro* culture through callus culture. Callus growth is influenced by the type of explant and the composition of the planting medium, one of which is sucrose concentration. The purpose of this study was to obtain the best type of explants for callus culture and find out the optimum sucrose concentration for callus growth. The method used is callus induction in Murashige and Skoog (MS) media, with the treatment of sucrose concentration and explant types. Explants were grown in MS media with the addition of 1 ppm naphthalene acetic acid (NAA) and 1 ppm benzyl amino purine (BAP). This study uses explants in the form of hypocotyl and cotyledons from tomato sprouts *in vitro*. The design of this study used a completely randomized design (CRD) in 2x4 factorial pattern. The first factor is the type of explants in the form of hypocotyl and cotyledons. The second factor is sucrose concentration which is 10, 20, 30 and 40g/L. The parameters observed were initiation time, wet weight, dry weight and callus morphology. The results showed that the treatment of explant type did not affect the growth of tomato callus, but different concentrations of sucrose in the media significantly affected. Sucrose at 30-40 g/L is a concentration that can stimulate the growth of tomato callus, both in hypocotyl explants and tomato cotyledo*

Abstrak

Budidaya tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) dapat dilakukan dengan cara kultur *in vitro* melalui kultur kalus. Pertumbuhan kalus dipengaruhi oleh jenis eksplan dan komposisi media tanam, salah satunya konsentrasi sukrosa. Tujuan penelitian ini untuk memperoleh jenis eksplan yang paling baik untuk kultur kalus dan mengetahui konsentrasi sukrosa yang optimum untuk pertumbuhan kalus. Metode yang digunakan adalah induksi kalus dalam media Murashige and Skoog (MS), dengan perlakuan konsentrasi sukrosa dan jenis eksplan. Eksplan ditumbuhkan dalam media MS dengan penambahan Naphthalene Acetic Acid (NAA) 1 ppm dan Benzyl Amino Purin (BAP) 1 ppm. Penelitian ini menggunakan eksplan berupa hipokotil dan kotiledon dari kecambah tomat secara *in vitro*. Desain penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial 2x4. Faktor pertama adalah jenis eksplan berupa hipokotil dan kotiledon. Faktor kedua adalah konsentrasi sukrosa yaitu 10, 20, 30 dan 40g/L. Parameter yang diamati yaitu waktu inisiasi, berat basah, berat kering, dan morfologi kalus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan jenis eksplan tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan kalus tomat, namun konsentrasi sukrosa yang berbeda pada media berpengaruh secara signifikan. Sukrosa sebesar 30 - 40g/L merupakan konsentrasi yang dapat memacu pertumbuhan kalus tomat, baik pada eksplan hipokotil maupun kotiledon kecambah tomat.

© 2019 Universitas Negeri Semarang

✉ Alamat korespondensi:

Jl. Prof. H. Soedarto, S. H. Tembalang, Semarang 50275
E-mail: ulv maria98@gmail.com

p-ISSN 2252-6277

e-ISSN 2528-5009

PENDAHULUAN

Kultur jaringan atau kultur *in vitro* adalah suatu teknik untuk mengisolasi sel, jaringan, dan organ pada media buatan yang mengandung nutrisi dan zat pengatur tumbuh. Kultur dilakukan pada kondisi aseptik, sehingga bagian-bagian tersebut dapat memperbanyak diri dan beregenerasi menjadi tumbuhan sempurna kembali (Kristina *et al.*, 2017). Komposisi media kultur merupakan faktor yang sangat menentukan untuk pertumbuhan kultur *in vitro* tanaman. Sukrosa merupakan komponen utama untuk kebanyakan media kultur jaringan tanaman (Chawla, 2003). Sukrosa dibutuhkan sebagai sumber utama untuk pertumbuhan dan perkembangan planlet *in vitro* dalam keadaan tanpa atau sedikit mengalami fotosintesis (George *et al.*, 2008).

Pemilihan jenis eksplan juga mempengaruhi pertumbuhan dan produksi kalus pada kultur jaringan. Kalus dapat diperoleh dari berbagai macam organ, tetapi lebih responsif pada organ yang masih muda atau bersifat meristematik, misalnya hipokotil dan kotiledon (Osman *et al.*, 2012). Penelitian pemberian konsentrasi sukrosa pada media sudah pernah dilakukan diantaranya oleh Khaerasani *et al.* (2017), yang menyatakan bahwa peningkatan konsentrasi sukrosa antara 20-50 g/L dalam media MS cenderung meningkatkan berat basah dan berat kering kalus *Zingiber officinale* Rosc. Penelitian ini menggunakan tanaman tomat karena menurut Handayani dan Kurnia (2018), tanaman tomat mudah dibudidayakan pada dataran rendah sampai menengah. Selain itu, tomat varietas permata F1 juga tahan terhadap hama. Pengembangan kultur kalus tidak hanya digunakan untuk perbanyak bibit, tetapi juga untuk produksi senyawa metabolit sekunder dari suatu tanaman (Fitriani, 2003). Informasi tentang perbedaan jenis eksplan dan konsentrasi sukrosa dalam media kultur kalus tanaman tomat belum banyak dilaporkan, sehingga penelitian ini perlu dilakukan.

METODE

Eksplan yang digunakan adalah hipokotil dan kotiledon dari kecambah tomat, yang ditumbuhkan pada media kapas steril. Eksplan yang telah berumur 7 hari dipisahkan antara hipokotil dengan kotiledon. Eksplan hipokotil dipotong dengan panjang 1 cm kemudian ditanam dengan posisi horizontal. Eksplan ditanam pada media *Murashige and Skoog* (MS) dengan penambahan zat pengatur tumbuh NAA 1 ppm dan BAP 1 ppm. Perlakuan sukrosa yang diberikan yakni konsentrasi 10, 20, 30, dan 40 g/L. Botol kultur diinkubasi pada ruang steril dengan suhu 25°C dan diberi pencahayaan lampu 200 lux. Pengamatan dilakukan setiap 2 hari sekali selama 30 hari. Pengamatan dihentikan saat semua eksplan telah membentuk kalus. Parameter yang diamati meliputi waktu inisiasi, berat basah, berat kering, dan morfologi kalus.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh jenis eksplan yang paling baik untuk kultur kalus dan menentukan konsentrasi sukrosa yang optimum untuk pertumbuhan kalus. Hasil penelitian

pertumbuhan kalus tomat varietas Permata F1 dari jenis eksplan dan konsentrasi sukrosa yang berbeda adalah berupa data kuantitatif dan data kualitatif. Data kuantitatif menyajikan waktu inisiasi, berat basah, dan berat kering kalus.

Waktu Inisiasi

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa jenis eksplan dan konsentrasi sukrosa pada media MS berinteraksi dalam memacu inisiasi kalus sehingga dilanjutkan uji duncan (Tabel 1). Hasil uji duncan menunjukkan bahwa waktu inisiasi kalus pada perlakuan KS₄ berbeda nyata dengan perlakuan KS₃, KS₂ dan KS₁. Hal tersebut menunjukkan bahwa ketersediaan sukrosa dalam media merupakan sumber energi utama bagi eksplan untuk melakukan proses metabolisme. Konsentrasi sukrosa yang rendah dalam media mampu menumbuhkan kalus, akan tetapi dalam waktu yang cukup lama dibandingkan perlakuan sukrosa pada konsentrasi 30 g/L (kontrol). Waktu inisiasi kalus pada perlakuan HS₃ berbeda nyata dengan perlakuan HS₂ dan HS₁. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi sukrosa dalam media, maka semakin cepat pula inisiasi kalus yang terjadi pada eksplan.

Tabel 1. Waktu Inisiasi Kalus (Hari) dari Eksplan Hipokotil dan Kotiledon Kecambah Tomat

Konsentrasi sukrosa	Jenis eksplan		Rata-rata
	H	K	
S ₁	14 ^d	14 ^d	14
S ₂	11,7 ^c	11,7 ^c	11,7
S ₃	10,3 ^{ab}	12,3 ^c	11,3
S ₄	11,3 ^{bc}	10 ^a	10,7
Rata-rata	11,8	12	

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu baris menunjukkan hasil yang berbeda tidak nyata sedangkan yang disertai huruf yang tidak sama menunjukkan hasil berbeda nyata berdasarkan uji Duncan

Perlakuan sukrosa pada konsentrasi 10-40 g/L dalam media MS dapat memacu inisiasi kalus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan sukrosa hingga konsentrasi 40 g/L mampu meningkatkan pertumbuhan kalus dari eksplan hipokotil dan kotiledon kecambah tomat dibuktikan dengan adanya peningkatan berat basah kalus (Tabel 2). Inisiasi kalus dari eksplan hipokotil terjadi rata-rata pada hari ke-11,8 sedangkan pada eksplan kotiledon terjadi rata-rata pada hari ke-12 setelah tanam. Waktu inisiasi dari eksplan hipokotil terjadi lebih cepat dibandingkan dengan eksplan kotiledon diduga karena hipokotil lebih banyak memiliki jaringan pengangkut dan sifat totipotensinya lebih besar daripada kotiledon. Menurut Mufidatunniswah (2017), bagian tanaman yang banyak mengandung jaringan pengangkut adalah yang paling baik untuk dijadikan sebagai bahan eksplan.

Kecepatan pertumbuhan kalus juga dipengaruhi oleh peran zat pengatur tumbuh. Mekanisme kerja auksin dalam pembentukan kalus yaitu dengan berdifusi ke dalam jaringan tanaman yang telah dilukai. Auksin yang diberikan akan merangsang auksin yang terkandung di dalam jaringan (hormon endogen) menstimulasi pembelahan sel terutama sel-sel yang berada di sekitar daerah luka (Ulfa, 2011). Auksin

menginisiasi pemanjangan sel dengan cara mempengaruhi fleksibilitas dinding sel dan memacu protein tertentu yang ada di membran plasma untuk memompa ion H⁺ ke dinding sel. Ion H⁺ mengaktifkan enzim tertentu sehingga memutuskan ikatan silang hidrogen rantai molekul selulosa penyusun dinding sel. Sel tumbuh memanjang akibat air yang masuk secara osmosis. Sel terus tumbuh dengan mensintesis kembali mineral dinding sel dan sitoplasma (Widiarti, 2009 dalam Ulfa, 2011). Sitokinin berperan dalam memacu pembelahan jaringan meristematik. Sitokinin berperan langsung pada proses transkripsi dan translasi RNA dalam proses sintesis protein (Alamsyah, 2002). Proses tersebut berlangsung dalam tahap interfase. Proses translasi RNA dilanjutkan dengan pembentukan asam-asam amino yang merupakan komponen dasar protein. Protein yang terbentuk berupa enzim-enzim yang berperan dalam pembelahan sel. Adanya enzim tersebut menyebabkan proses pembelahan sel berlangsung lebih efektif (Hayati *et al.*, 2010).

Basah Kalus

Penimbangan berat basah kalus dari eksplan hipokotil dan kotiledon kecambah tomat dilakukan pada akhir pengamatan yaitu 30 hari setelah tanam. Kalus ditimbang menggunakan timbangan analitik. Parameter berat basah kalus menunjukkan adanya pertumbuhan pada kultur.

Tabel 2. Rata-rata Berat Basah Kalus (G) dari Eksplan Hipokotil dan Kotiledon Kecambah Tomat

Konsentrasi sukrosa	Jenis eksplan		Rata-rata
	H	K	
S ₁	0,024	0,059	0,041 ^c
S ₂	0,099	0,138	0,118 ^{bc}
S ₃	0,297	0,192	0,244 ^{ab}
S ₄	0,222	0,297	0,266 ^a
Rata-rata	0,1635	0,1718	

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu baris menunjukkan hasil yang berbeda nyata sedangkan yang disertai huruf yang tidak sama menunjukkan hasil berbeda nyata berdasarkan uji Duncan

Hasil uji Anova menunjukkan bahwa jenis eksplan tidak memberikan pengaruh nyata terhadap berat basah kalus, namun konsentrasi sukrosa berpengaruh secara signifikan sehingga dilanjutkan uji duncan. Berdasarkan Tabel 2 diketahui bahwa berat basah kalus paling tinggi pada media tersebut rata-rata sebesar 0,266 g sedangkan berat basah kalus paling rendah rata-rata sebesar 0,041 g. Berat basah kalus yang diikuti notasi huruf yang sama menunjukkan bahwa konsentrasi sukrosa pada media yang digunakan tidak berbeda nyata. Hasil perhitungan persentase perubahan berat basah kalus menunjukkan bahwa perlakuan S₄ mengakibatkan peningkatan sebesar 8,704% dari perlakuan S₃ (kontrol). Perlakuan S₂ dan S₁ secara berurutan mengakibatkan penurunan sebesar 51,532% dan 82,917% dari perlakuan S₃ (kontrol). Dapat dikatakan bahwa perlakuan S₄ (sukrosa pada konsentrasi 40 g/L) merupakan konsentrasi terbaik untuk mendapatkan berat basah kalus, baik dari eksplan hipokotil maupun kotiledon. Hal ini sejalan dengan pernyataan Srilestari (2005), bahwa sel-sel pada jaringan eksplan yang ditumbuhkan pada media dengan sukrosa tinggi dapat lebih cepat menerima unsur hara yang dibutuhkan

untuk perkembangan, sehingga kemampuan kalus untuk menyerap air meningkat dan berat kalus juga bertambah.

Perbedaan berat basah kalus dimungkinkan karena perbedaan konsentrasi sukrosa dalam media. Pertambahan berat basah kalus ini dikarenakan terjadi pembelahan dan pertambahan jumlah sel. Menurut Iraqi dan Tremblay (2001), sukrosa dalam media dihidrolisis menjadi monosakarida selama masa kultur. Sukrosa terhidrolisis secara cepat menjadi heksosa (glukosa dan fruktosa) oleh enzim invertase dinding sel. Glukosa dan fruktosa hasil hidrolisis sukrosa masuk ke dalam sel secara terpisah. Kedua monosakarida tersebut digunakan sel untuk metabolisme, selanjutnya digunakan sebagai sumber energi dan sumber karbon (Krook *et al.*, 1998). Berat basah kalus yang besar disebabkan karena kandungan airnya yang tinggi. Peningkatan berat basah kalus diduga juga karena pemberian konsentrasi NAA dan BAP yang tepat. Hal ini sesuai dengan Nisak *et al.* (2012), yang menyatakan bahwa ketika BAP ditambahkan dengan auksin maka sel-sel akan mengalami pembelahan dan perkembangan secara terus menerus. Ketika konsentrasi kedua hormon tersebut hampir sama, massa sel akan terus bertambah.

Berat Kering Kalus

Hasil uji Anava menunjukkan bahwa jenis eksplan tidak berpengaruh terhadap berat kering kalus. Akan tetapi, perlakuan sukrosa dalam media memberikan pengaruh yang signifikan sehingga dilanjutkan uji duncan (Tabel 3). Hasil uji statistik menunjukkan bahwa pemberian sukrosa dengan berbagai konsentrasi dalam media menghasilkan pengaruh yang signifikan terhadap berat kering kalus. Rata-rata berat kering kalus pada perlakuan S₃ berbeda nyata dengan perlakuan S₁, sedangkan perlakuan S₄ tidak berbeda nyata dengan perlakuan S₂. Berat kering kalus terus mengalami peningkatan seiring bertambahnya konsentrasi sukrosa. Penelitian ini menghasilkan berat kering kalus paling besar pada perlakuan S₃ sebesar 0,025 g dan berat kering kalus paling rendah pada perlakuan S₁ sebesar 0,004 g.

Tabel 3. Rata-rata Berat Kering Kalus (G) dari Eksplan Hipokotil dan Kotiledon Kecambah Tomat

Konsentrasi sukrosa	Jenis eksplan		Rata-rata
	H	K	
S ₁	0,003	0,005	0,004 ^c
S ₂	0,007	0,013	0,010 ^{bc}
S ₃	0,022	0,028	0,025 ^a
S ₄	0,008	0,027	0,018 ^{ab}
Rata-rata	0,0104	0,0186	

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam satu baris menunjukkan hasil yang berbeda nyata sedangkan yang disertai huruf yang tidak sama menunjukkan hasil berbeda nyata berdasarkan uji Duncan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi sukrosa yang semakin tinggi tidak selalu menghasilkan berat kering kalus yang semakin tinggi pula. Hal ini disebabkan konsentrasi sukrosa yang terlalu tinggi dalam media akan menjadikan media lebih pekat dan menghambat penyerapan air maupun garam mineral yang ada (Nurchayati dan Rahmah, 2010). Hal ini ditunjukkan pada perlakuan konsentrasi sukrosa 40 g/L menghasilkan berat basah yang lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan konsentrasi

sukrosa 30 g/L (kontrol). Hasil perhitungan persentase perubahan berat kering kalus menunjukkan bahwa perlakuan S₄, S₂ dan S₁ secara berurutan mengakibatkan penurunan berat kering kalus sebesar 29,13; 59,05; dan 83,46% dari perlakuan S₃ (kontrol).

Berdasarkan hasil penelitian, dapat dikatakan bahwa perlakuan S₃ merupakan konsentrasi terbaik untuk mendapatkan berat kering kalus, baik dari eksplan hipokotil maupun kotiledon. Hal ini dibuktikan dengan adanya berat biomassa kalus tertinggi terjadi pada perlakuan S₃. Hasil pengukuran berat kering mengakibatkan penurunan dibandingkan dengan pengukuran berat basah. Hal ini terjadi karena pada berat basah, air yang terkandung didalam kalus lebih banyak. Menurut Rahayu *et al.* (2003), berat segar kalus yang besar disebabkan kandungan air yang tinggi. Pernyataan tersebut sejalan dengan David (2010), bahwa berat basah kalus masih sangat dipengaruhi oleh kandungan air dalam kalus. Kemampuan kalus dalam menyerap dan menyimpan air dipengaruhi oleh tekstur kalus.

Morfologi Kalus

Warna kalus yang terbentuk diamati pada akhir pengamatan yaitu pada umur 30 hari setelah tanam (HST). Perlakuan eksplan dari hipokotil dengan konsentrasi sukrosa 10-40 g/L menghasilkan morfologi kalus berwarna putih kecoklatan (Tabel 4). Rohmah (2007), menyatakan bahwa peristiwa pencoklatan tersebut sesungguhnya merupakan suatu peristiwa alamiah dan proses perubahan adaptif bagian tanaman akibat adanya pengaruh fisik seperti pengupasan dan pemotongan. Gejala pencoklatan merupakan tanda-tanda terjadinya kemunduran fisiologis eksplan. Fatmawati (2008), menjelaskan bahwa kalus yang berwarna putih atau terang mengindikasikan bahwa pertumbuhan kalus dalam keadaan cukup baik. Perubahan warna yang terjadi disebabkan karena adanya pigmentasi dari klorofil yang mengalami degradasi. Menurut Ariati *et al.* (2012), kalus yang berwarna putih merupakan jaringan embrionik yang belum mengandung kloroplas, tetapi memiliki kandungan butir pati yang tinggi. Leupin *et al.* (2000), menambahkan bahwa kalus yang berwarna putih mengandung plastid yang berisi butir pati yang sedikit demi sedikit tumbuh menjadi sistem membran yang kemudian akan terbentuk butir klorofil dengan bantuan paparan cahaya, sehingga kalus berubah warna menjadi hijau.

Berdasarkan hasil pengamatan morfologi kalus, didapatkan kalus dari eksplan kotiledon dengan konsentrasi sukrosa 10-40 g/L berwarna kuning kecoklatan (Tabel 4). Tarbiyah *et al.* (2006) menyatakan bahwa pencoklatan dalam kultur jaringan disebabkan meningkatnya produksi senyawa fenolat yang dilanjutkan oksidasi oleh aktivitas enzim polifenol oksidase dan polimerasinya. Fenilalanin amonia liase adalah salah satu enzim dalam fenilpropanoid yang sangat berpengaruh terhadap terjadinya pencoklatan. Salah satu penyebab utama pencoklatan dalam kultur *in vitro* adalah luka karena pemotongan pada jaringan. Lizawati (2012), menambahkan bahwa kalus yang mengalami *browning* disebabkan oleh bertambahnya umur sel atau jaringan.

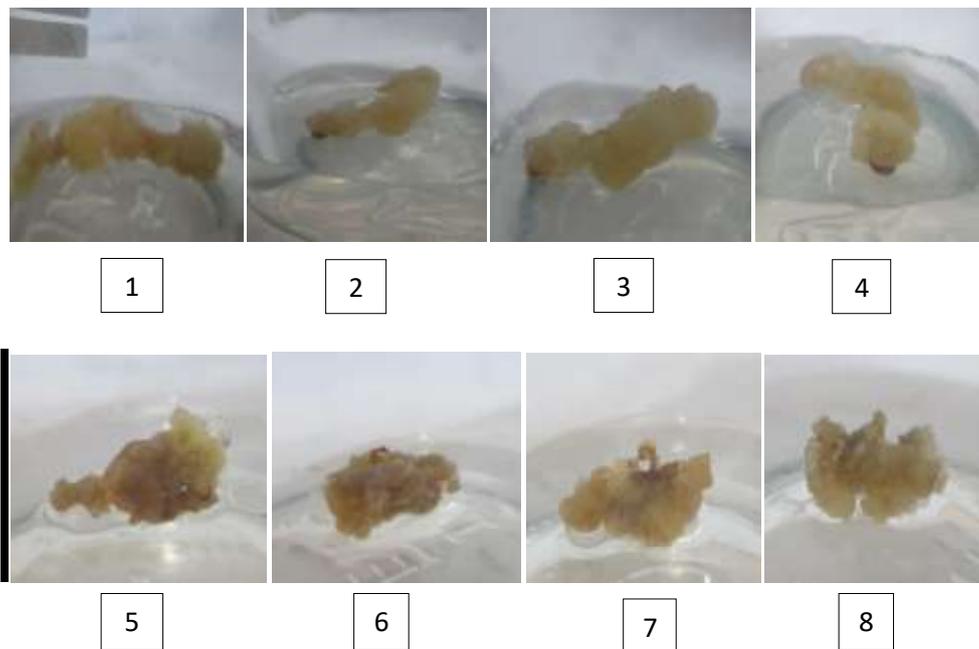
Tabel 4. Warna dan Tekstur Kalus dari Eksplan Hipokotil dan Kotiledon Kecambah Tomat pada Umur 30 HST.

Perlakuan	Warna Kalus	Tekstur Kalus
HS ₁	Putih kecoklatan	Kompak
HS ₂	Putih kecoklatan	Kompak
HS ₃	Putih kecoklatan	Kompak
HS ₄	Putih kecoklatan	Kompak
KS ₁	Kuning kecoklatan	Kompak
KS ₂	Kuning kecoklatan	Kompak
KS ₃	Kuning kecoklatan	Kompak
KS ₄	Kuning kecoklatan	Kompak

Keterangan: HS₁: eksplan hipokotil dengan sukrosa 10 g/L; HS₂: eksplan hipokotil dengan sukrosa 20 g/L; HS₃: eksplan hipokotil dengan sukrosa 30 g/L; HS₄: eksplan hipokotil dengan sukrosa 40 g/L; KS₁: eksplan kotiledon dengan sukrosa 10 g/L; KS₂: eksplan kotiledon dengan sukrosa 20 g/L; KS₃: eksplan kotiledon dengan sukrosa 30 g/L; KS₄: eksplan kotiledon dengan sukrosa 40 g/L.

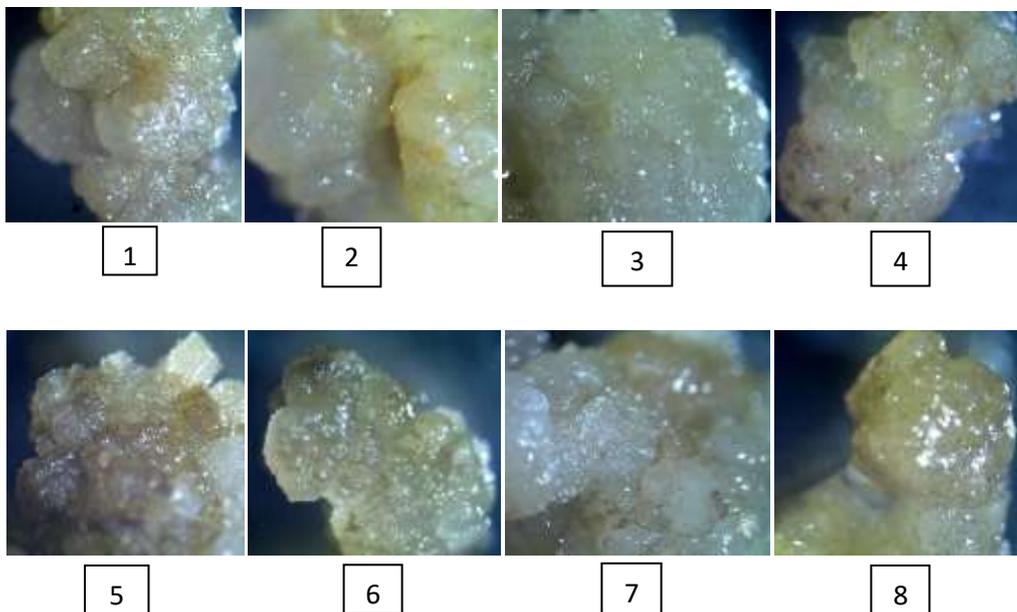
Pada penelitian ini, kalus yang dihasilkan dari semua perlakuan menunjukkan tekstur yang kompak. Menurut Sugiarto dan Paramita (2014), berdasarkan tekstur dan komposisi selnya, kalus dapat dibedakan menjadi kalus yang kompak dan remah. Kalus kompak memiliki tekstur padat dan keras yang tersusun dari sel-sel kecil yang sangat rapat, sedangkan kalus remah mempunyai tekstur lunak dan tersusun dari sel-sel dengan ruang antar sel yang banyak. Turhan (2004), menyatakan bahwa secara visual kalus dapat dibedakan menjadi tiga tipe yaitu kompak, intermediet, dan remah. Kalus yang memiliki tekstur remah mudah memisahkan diri menjadi sel-sel tunggal. Nisak *et al.* (2012) menambahkan bahwa tekstur kalus yang remah disebabkan hormon NAA menstimulasi pemanjangan sel dengan cara penambahan plastisitas dinding sel menjadi longgar, sehingga air dapat masuk ke dalam dinding sel dengan cara osmosis sehingga sel mengalami pemanjangan. Kalus yang remah mengandung banyak air karena belum mengalami lignifikasi dinding sel, serta antara kumpulan sel yang satu dengan yang lain relatif mudah untuk dipisahkan.

Hasil penelitian menunjukkan adanya kalus yang kompak. Banyak faktor yang mempengaruhi pembentukan tekstur kalus antara lain jenis tanaman yang digunakan sebagai eksplan, komposisi nutrisi media, zat pengatur tumbuh dan kondisi lingkungan kultur (Pierik, 1987 dalam Triana, 2015). Evans *et al.* (2003), menambahkan bahwa tekstur kalus yang kompak merupakan efek dari sitokinin dan auksin yang mempengaruhi potensial air di dalam sel. Auksin akan melonggarkan serat-serat dinding sel, sehingga dinding sel lebih fleksibel dan nutrisi yang terkandung dalam medium akan masuk secara difusi. Hal ini akan terus berlangsung sampai potensial air dan potensial osmotik seimbang dan sel menjadi turgid. Sel turgid dengan adanya penambahan sitokinin akan mempengaruhi pembelahan dan pemanjangan sel sehingga pembentukan dinding sel semakin cepat dan kalus menjadi kompak. Indah dan Dini (2013), mengungkapkan kalus intermediet merupakan perpaduan antara kalus kompak dan kalus remah. Kalus yang memiliki tekstur kompak dianggap baik karena dapat mengakumulasi metabolit sekunder lebih banyak sedangkan kalus remah dianggap baik untuk kultur suspensi dalam upaya perbanyak jumlah kalus (Andaryani, 2010).



Gambar 1. Morfologi warna kalus dari eksplan hipokotil dan kotiledon kecambah tomat

Keterangan: 1. Hipokotil sukrosa 10 g/L; 2. Hipokotil sukrosa 20 g/L; 3. Hipokotil sukrosa 30 g/L; 4. Hipokotil sukrosa 40 g/L; 5. Kotiledon sukrosa 10 g/L; 6. Kotiledon sukrosa 20 g/L; 7. Kotiledon sukrosa 30 g/L; 8. Kotiledon sukrosa 40 g/L.



Gambar 2. Morfologi tekstur kalus dari eksplan hipokotil dan kotiledon kecambah tomat

Keterangan: 1. Hipokotil sukrosa 10 g/L; 2. Hipokotil sukrosa 20 g/L; 3. Hipokotil sukrosa 30 g/L; 4. Hipokotil sukrosa 40 g/L; 5. Kotiledon sukrosa 10 g/L; 6. Kotiledon sukrosa 20 g/L; 7. Kotiledon sukrosa 30 g/L; 8. Kotiledon sukrosa 40 g/L.

SIMPULAN

Perlakuan jenis eksplan tidak berpengaruh terhadap pertumbuhan kalus tomat, namun konsentrasi sukrosa yang berbeda pada media berpengaruh secara signifikan. Jenis eksplan dan konsentrasi sukrosa berinteraksi dalam memacu inisiasi kalus tomat. Sukrosa sebesar 30-40 g/L merupakan konsentrasi yang cenderung memacu pertumbuhan kalus tomat, baik pada eksplan hipokotil maupun kotiledon kecambah tomat.

DAFTAR PUSTAKA

- Andaryani, S. (2010). Kajian penggunaan berbagai konsentrasi BAP dan 2,4-D terhadap induksi kalus jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) secara *in vitro*. *Skripsi*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Ariati, S.N., Muslimin, W., & Suwastika, N. 2012. Induksi tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) pada media MS dengan penambahan 2,4-D, BAP dan air kelapa. *Jurnal Natural Science*, 1(1): 74-78.
- Chawla, H.S. (2003). *Introduction to Plant Biotechnology*. New Hemsphire: Science Publishers Inc. Pp. 23-26.
- David, C.H. (2010). Pengaruh variasi konsentrasi sukrosa terhadap pertumbuhan dan induksi embriogenesis somatik kultur kalus tapak Dara (*Catharanthus roseus* (L.) G. Don). *Skripsi*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Evans, D.E., Coleman, J.O.D., & Kearns, A. (2003). *Plant Cell Culture*. New York: BIOS Scientific Publisher.
- Fatmawati, H. (2008). Kajian konsentrasi BAP dan 2,4-D terhadap induksi kalus tanaman *Artemisia annua* L. secara *in vitro*. *Skripsi*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Fitriani, A. (2003). Kandungan ajmalisin pada kultur kalus *Catharanthus roseus* (L) G. Don setelah dielisisasi homogen jamur *Phytium aphanidermalium*. *Tesis*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- George, E.F. & Hall, M.A., & de Klerk, G.J. (2008). *Plant Propagation by Tissue Culture*. 3rd ed. Dordrecht: Springer.
- Hayati, S.K., Nurchayati, Y. & Setiari, N. (2010). Induksi kalus dari hipokotil alfalfa (*Medicago sativa* L.) secara *in vitro* dengan penambahan *Benzyl Amino Purine* (BAP) dan α -*Naphtalene Acetic Acid* (NAA). *Bioma*, 12(1): 6-12.
- Handayani, S.U. & Kurnia, T.D. (2018). Seleksi 25 genotif F1 tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.) berdasarkan potensi hasil dan karakter morfologi buah. UKSW Repository. Salatiga: Universitas Kristen Satya Wacana.
- Indah, P.N. & Dini, E. (2013). Induksi kalus daun nyamplung (*Calophyllum inophyllum* Linn.) pada beberapa kombinasi konsentrasi 6-*Benzylaminopurine* (BAP) dan 2,4-*Dichlorophenoxyacetic Acid* (2,4-D). *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, 2(1): E1-E6.
- Iraqi, D. & Tremblay, F.M. (2001). Analysis of carbohydrate metabolism enzymes and cellular contents of sugar and protein during spruce somatic embryogenesis suggest a regulatory role of exogenous sucrose in embryo development. *Journal of Experimental Botany*, 52: 2301-2311.
- Khaerasani, I., Prihastanti, E. & Haryanti, S. (2017). Pertumbuhan kalus eksplan mata tunas rimpang jahe merah (*Zingiber officinale* Rosc.) pada berbagai konsentrasi sukrosa secara *in vitro*. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 2(1): 43-49.
- Kristina, M., Pandiangana D., & Febby E. (2017). Deskripsi jenis-jenis kontaminan dari kultur kalus *Catharanthus roseus* L. G Don. *Jurnal MIPA UNSRAT*, 6(1): 47-52.
- Krook, J., Vreughdenhil, D., Dijkema, C., & Van, L.H.W. (1998). Sucrose and starch metabolism in carrot (*Daucus carota* L.) cell suspension analysed by c labelling: indication for a cytosol and a plastid-localized oxidative pentosa pathway. *Journal of Experimental Botany*, 49(329): 1917-1924.
- Leupin, R.E., Leupin, M., Charles, E., Karl, H.E. & Witholt, B. (2000). Compact callus induction and plant regeneration of a non-flowering vitiver from Java. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture. Switzerland*, 62: 115-123.
- Lizawati. (2012). Induksi kalus embriogenik dari eksplan tunas apikal tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) dengan penggunaan 2,4-D dan TDZ. *Bioplantae*, 1(2):75-87.

- Mufidatunniswah, S.S. (2017). Induksi kalus embriogenik jintan hitam (*Nigella sativa* L.) dengan kombinasi 2,4-Diklorofenoksiasetat (2,4-D) dan 6-Benzylaminopurine (BAP) secara *in vitro*. *Skripsi*. Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Nisak, K., Nurhidayati, T. & Purwani, K.I. (2012). Pengaruh kombinasi konsentrasi ZPT NAA dan BAP pada kultur jaringan tembakau *Nicotiana tabacum* var. Prancak 95. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, 1(1): 1-6.
- Osman, H.A., Taha, H.S., Youssef, M.M.A., El-Gindi, A.Y., Ammen, H.H., & Lushein, A.M.S. (2012). Establishment of calli cultures from different explants of *T. erecta* and *T. patula*. *Journal of Applied Science Research*, 8(7): 3850-3854.
- Rahayu, B., Solichatun & Anggarwulan, E. (2003). Pengaruh asam 2,4-diklorofenoksiasetat (2,4-D) terhadap pembentukan dan pertumbuhan kalus serta kandungan flavonoid klutur kalus *Acalypha indica* L. *Biofrms*, 1(1):1-6.
- Rohmah, S.N. (2007). Penggunaan BAP dan 2,4-D dalam kultur *in vitro* iles-iles (*Amorphophallus muelleri* Blume). Bogor: *Scientific Repository*. IPB Bogor.
- Srilestari, R. (2005). Induksi embrio somatik kacang tanah pada berbagai macam vitamin dan sukrosa. *Ilmu Pertanian*, 12(1): 43-51.
- Sugiarto, L. & Paramita, C.K. (2014). Pengaruh 2,4-Diklorofenoksiasetat (2,4-D) dan Benzyl Aminopurin (BAP) terhadap pertumbuhan kalus daun binahong (*Anredera cordifolia* L.) serta analisis kandungan flavonoid total. *Jurnal Penelitian Saintek*, 19(1): hal.
- Tarbiyah, D.T., Bernard, F. & Shacker, H. (2006). Investigation of glutathione, salicylic acid and GA3 effects on browning in *Pistacia vera* shoot tips culture. *ISHS Acta Horticultura*, 726. [IV International Symposium on Pistachios and Almonds](#).
- Turhan, H. (2004). Callus Induction and growth in transgenic potato genotype. *African Journal of Biotechnology*, 3(8): 375-378.
- Triana, F. (2015). Induksi kalus pada eksplan daun tanaman binahong (*Anredera cordifolia*) secara *in vitro* dengan konsentrasi 2,4-D dan BAP yang berbeda. *Skripsi*. Surakarta: FKIP Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Ulfa, M.B. (2011). Penggunaan 2,4-D untuk induksi kalus kacang tanah. *Media Litbang Sulteng*, 4(2): 137-147.