



PENGARUH WADAH KULTUR DAN KONSENTRASI SUMBER KARBON PADA PERBANYAKAN KENTANG ATLANTIK SECARA *IN VITRO*

The Effect of Culture Container and Carbon Source Concentration on *In Vitro* Shoot Propagation of Atlantic Potato

Karyanti^{1*}, Yosua Glen Kristianto², Hayat Khairiyah¹, Linda Novita¹, Tati Sukarnih¹,
Yayan Rudiyan¹, Dewi Yustika Sofia²

¹Balai Bioteknologi, BPPT, Gedung 630 Kawasan Puspiptek, Serpong, Tangerang Selatan, Banten
²Universitas Surya, Gedung GWR (Grand Serpong Mall), Lantai 1, Unit F8 & F9, Jln M.H. Thamrin Km
2,7, Panunggangan Utara, Pinang, Tangerang, Banten

*Email: karyanti@bppt.go.id

ABSTRACT

Potato is a food commodity that has the potential to support food diversification in Indonesia. There is an increasing demand for Atlantic potatoes as the raw material for processed potato products. The demand, which has not been met by the increased production, has been the cause of the ongoing potato import activities in Indonesia. The limitation of producing quality Atlantic potato seeds economically is one of the obstacles to increasing the production of Atlantic potatoes in Indonesia. The aim of this research was to study the effect of various table sugar concentrations as the carbon source and the type of the culture containers used for Atlantic potato shoot multiplication in vitro. The propagation was carried out in bioreactors and culture bottles with MS liquid medium + coconut water at a concentration of 150 mL/L medium, and 3 concentration levels of table sugar, namely 0; 7.5; and 15 g/L medium. The use of bioreactor significantly increased the height of the Atlantic potato plantlets. The use of bioreactor combined with table sugar addition decreased hyperhydricity level. The highest number of shoots, leaves, and roots were found at the table sugar concentration of 15 g/L medium in both containers.

Keywords: *bioreactor, micropropagation, shoot culture, Solanum tuberosum, sucrose*

ABSTRAK

Kentang merupakan komoditas pangan yang berpotensi mendukung program diversifikasi pangan di Indonesia. Peningkatan permintaan terhadap kentang Atlantik sebagai bahan baku kentang olahan yang tak diimbangi dengan peningkatan produksi kentang Atlantik menjadi penyebab masih berlangsungnya impor kentang Atlantik di Indonesia. Keterbatasan menghasilkan benih kentang Atlantik berkualitas yang ekonomis merupakan salah satu hambatan dalam meningkatkan produksi kentang Atlantik di Indonesia. Penelitian ini bertujuan mempelajari pengaruh variasi konsentrasi sukrosa teknis sebagai sumber karbon dan penggunaan jenis wadah terhadap perbanyakkan tunas kentang Atlantik secara *in vitro*. Perbanyakkan tunas kentang Atlantik menggunakan media MS cair + 150 mL/L air kelapa dalam wadah bioreaktor dan botol kultur dengan 3 taraf konsentrasi sukrosa, yaitu 0; 7,5; dan 15 g/L media. Penggunaan bioreaktor secara signifikan meningkatkan tinggi planlet kentang Atlantik yang dihasilkan. Penggunaan bioreaktor yang dikombinasikan dengan penambahan sukrosa teknis menurunkan tingkat hiperhidrisitas. Tunas, daun, dan akar terbanyak dihasilkan oleh perlakuan sukrosa teknis 15 g/L media dalam kedua jenis wadah.

Kata Kunci: bioreaktor, kultur tunas, mikropropagasi, *Solanum tuberosum*, sukrosa

PENDAHULUAN

Kentang merupakan salah satu komoditas pangan di Indonesia yang dapat mendukung program diversifikasi pangan yang dilakukan oleh pemerintah. Nilai gizi yang terkandung dalam umbi kentang dapat mensubstitusi beras sebagai komoditas pangan utama di Indonesia. Selain karbohidrat, umbi kentang juga mengandung serat, protein, lemak, vitamin, dan mineral yang diperlukan oleh tubuh manusia (FAO 2008). Beberapa varietas kentang yang dibudidayakan di Indonesia adalah varietas Cipanas, Cosima, Segunung, Granola, Atlantik Malang, dan Merbabu-17 (BPTP 2014).

Varietas Atlantik merupakan varietas kentang yang telah lama dikenal oleh petani Indonesia. Sama seperti di negara lain, kentang varietas Atlantik di Indonesia juga digunakan sebagai bahan baku kentang olahan, seperti kentang goreng dan keripik kentang karena mutu umbi dan kandungan bahan keringnya yang tinggi. Kentang sebagai bahan baku industri harus memenuhi kriteria tertentu, seperti kadar gula pereduksi < 1%, kandungan bahan kering >16,7% dan kadar pati >4,397% (Kusandriani 2014 ; Kusmana 2014). Kentang varietas atlantik telah memenuhi kriteria tersebut sehingga dapat menghasilkan warna, rasa, aroma, tekstur kentang goreng ala Prancis (*fries*) serta keripik kentang (*chips*) yang diminati konsumen (Asgar et al. 2011). Namun varietas Atlantik bukan merupakan varietas kentang utama yang dibudidayakan di Indonesia. Sehingga sebagian besar kentang Atlantik yang digunakan sebagai bahan baku kentang olahan di Indonesia merupakan kentang Atlantik hasil kegiatan impor dari beberapa negara, seperti Australia, Amerika, Belanda, Belgia, dan Jerman (BI 2011). Produksi kentang Atlantik dalam negeri hanya sekitar 25% dari total produksi kentang di Indonesia (Handayani dan Karjadi 2014). Rendahnya produktivitas kentang Atlantik dapat disebabkan oleh penggunaan benih kentang yang tidak berkualitas sehingga berdampak pada hasil yang didapatkan (Muhibuddin et al. 2009). Oleh sebab itu, suatu alternatif untuk memperbanyak benih kentang Atlantik berkualitas sangat diperlukan.

Perbanyak benih kentang Atlantik berkualitas secara efektif dapat ditingkatkan dengan menggunakan pendekatan bioteknologi tumbuhan, yaitu kultur jaringan (Vinterhalter et al. 2008; Metwali dan Al-Maghrabi 2012; Taskin et al. 2013). Banyak penelitian sebelumnya menggunakan media padat sebagai media perbanyak, tetapi penggunaan media padat dapat menghambat organogenesis. Sebaliknya penggunaan media cair dapat meningkatkan organogenesis (Mbiyu et al. 2012). Walaupun dapat meningkatkan organogenesis, masalah vitrifikasi (hiperhidrisitas) karena tenggelamnya eksplan dalam media juga harus diperhatikan. Modifikasi media cair dengan *glass beads* dan penambahan zat anti-hiperhidrisitas sudah dilakukan (Whitehouse et al. 2002; Vyas et al. 2008). Optimasi media cair dengan sistem aerasi bioreaktor juga dapat dilakukan untuk mensuplai udara ke dalam wadah, serta mengatasi masalah hiperhidrisitas (karena tidak selalu tenggelam dalam media) (Afreem 2008). Kehadiran udara yang memadai akan meningkatkan metabolisme sel dan jaringan menjadi lebih baik (Jeong et al. 2009; Pujol 2016), sehingga produksi planlet dapat meningkat (Ebadi et al. 2007; Yesil-Celiktas et al. 2010).

Beberapa faktor turut mempengaruhi pertumbuhan tanaman dalam kondisi *in vitro* adalah fitohormon (Sari 2005) dan sumber karbon (Zakaria 2010). Fitohormon auksin dan sitokinin mempengaruhi pertumbuhan tunas dan akar tanaman yang dikulturkan (Liljana et al. 2012). Sukrosa merupakan sumber karbon yang umum dalam kultur jaringan karena dapat meningkatkan kualitas pertumbuhan tanaman hingga mendekati optimal (Mello et al. 2001). Guna menekan biaya produksi benih berskala besar dengan kultur jaringan, fitohormon sintetik dapat disubstitusi dengan penambahan air kelapa (Kristina dan Syahid 2014). Kemudian sukrosa teknis (gula pasir) dapat digunakan untuk mensubstitusi sukrosa pro-analisis yang harganya mahal (Rp. 7.000.000,-/kg) (Placide et al. 2012; Sigma Aldrich 2018).

Penelitian ini bertujuan mempelajari pengaruh penggunaan bioreaktor dan mencari konsentrasi sukrosa teknis yang optimal bagi perbanyak tunas kentang Atlantik secara *in vitro*.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan alat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2017 sampai dengan Mei 2018 di Laboratorium Mikropropagasi Tanaman, Balai Bioteknologi, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT) yang berlokasi di kawasan Puspiptek Serpong, Kota Tangerang Selatan. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah planlet kentang steril, media MS (Murashige dan Skoog), air kelapa, sukrosa teknis (gula pasir), akuades, alkohol, HCl dan NaOH 1 N. Alat yang digunakan adalah gelas beaker, pipet ukur, pipet tetes, mikropipet, *magnetic stirrer*, *magnetic hot plate*, pH meter, *microwave*, autoklaf, peralatan tanam, modifikasi tutup bioreaktor dengan selang aerator untuk udara masuk dan udara keluar, botol Schott 1 liter (bioreaktor) dan botol kultur 1 liter (Gambar 1), aerator, mikro filter, selang aerator, *plastic wrap*, aluminium foil, tabung reaksi, beserta rak tabung reaksi.

Rancangan percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap dua faktor. Faktor



Gambar 1. Wadah kultur. Spesifikasi: botol Schott 1L (bioreaktor) dengan tinggi 22 cm (A), dan botol kultur 1L dengan tinggi 16 cm (B)

Tabel 1. Perlakuan wadah dan konsentrasi sukrosa teknis

Wadah kultur	Konsentrasi sukrosa per 1 L media		
	0 g/L	7,5 g/L	15 g/L
Bioreaktor	BK	BS1	BS2
Botol kultur	AK	AS1	AS2

pertama adalah konsentrasi sumber karbon dan faktor kedua adalah wadah kultur. Konsentrasi sumber karbon dibagi menjadi 3 taraf, yaitu 0 g/L sebagai kontrol; 7,5 g/L, dan 15 g/L (Tabel 1). Wadah kultur dibedakan menjadi bioreaktor yang dilengkapi dengan sistem aerasi, dan botol kultur yang tidak dilengkapi dengan sistem aerasi (tanpa sirkulasi udara). Tiap perlakuan memiliki 3 kali ulangan.

Pembuatan media

Media perbanyakan yang digunakan dalam penelitian ini kombinasi media MS cair dengan penambahan 150 mL/L air kelapa kemudian ditambahkan sukrosa teknis sesuai perlakuan. Terdapat tiga buah perlakuan sukrosa teknis, yaitu K: MS + 150 mL/L air kelapa (tanpa sukrosa teknis); G1: MS + 150 mL/L air kelapa + 7,5 g/L sukrosa teknis; G2: MS + 150 mL/L air kelapa + 15 g/L sukrosa teknis. Tiap media perlakuan ditara hingga 1 liter dan diatur pH pada 5,8. Setelah pengaturan pH, semua media dimasukkan ke dalam tiap wadah bioreaktor dan botol kultur yang telah disterilkan terlebih dahulu sebanyak 1/10 volume wadah. Semua media kultur disterilisasi pada suhu 121°C selama 20 menit.

Penanaman

Proses penanaman dilakukan dalam *laminar air flow* secara aseptik. Potongan eksplan yang akan dikultur dalam bioreaktor terdiri atas 4 buku atau nodus. Setiap ulangan baik pada wadah bioreaktor atau kultur terdiri dari 10 eksplan. Semua wadah bioreaktor dan kultur yang telah ditanami eksplan ditutup rapat dan disegel dengan *plastic wrap*. Pada wadah bioreaktor bagian selang aerator untuk masuk dan keluarnya udara masing-masing dipasang mikrofilter untuk menyaring udara yang masuk.

Pengamatan

Semua perlakuan diinkubasi dalam

ruang ruang kultur pada suhu $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ dengan intensitas cahaya 1000 – 3000 lux. Pengamatan dilakukan setiap minggu, selama empat minggu setelah tanam. Parameter yang diamati adalah jumlah tunas, jumlah buku, dan tinggi (cm) planlet tanaman kentang Atlantik. Pada minggu terakhir pengamatan (minggu keempat setelah tanam) seluruh planlet akan dikeluarkan dari wadah, lalu dilakukan perhitungan total dari jumlah tunas, buku, akar yang terbentuk dan pengukuran tinggi.

Analisis data

Analisis data hasil penelitian dilakukan dengan menggunakan program SPSS IBM. Uji ANOVA (*Analysis of Variance*) dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan hasil tiap perlakuan. Dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan Multiple Rank Test*) taraf 5% jika diketahui ada perbedaan nyata pada tiap perlakuan.

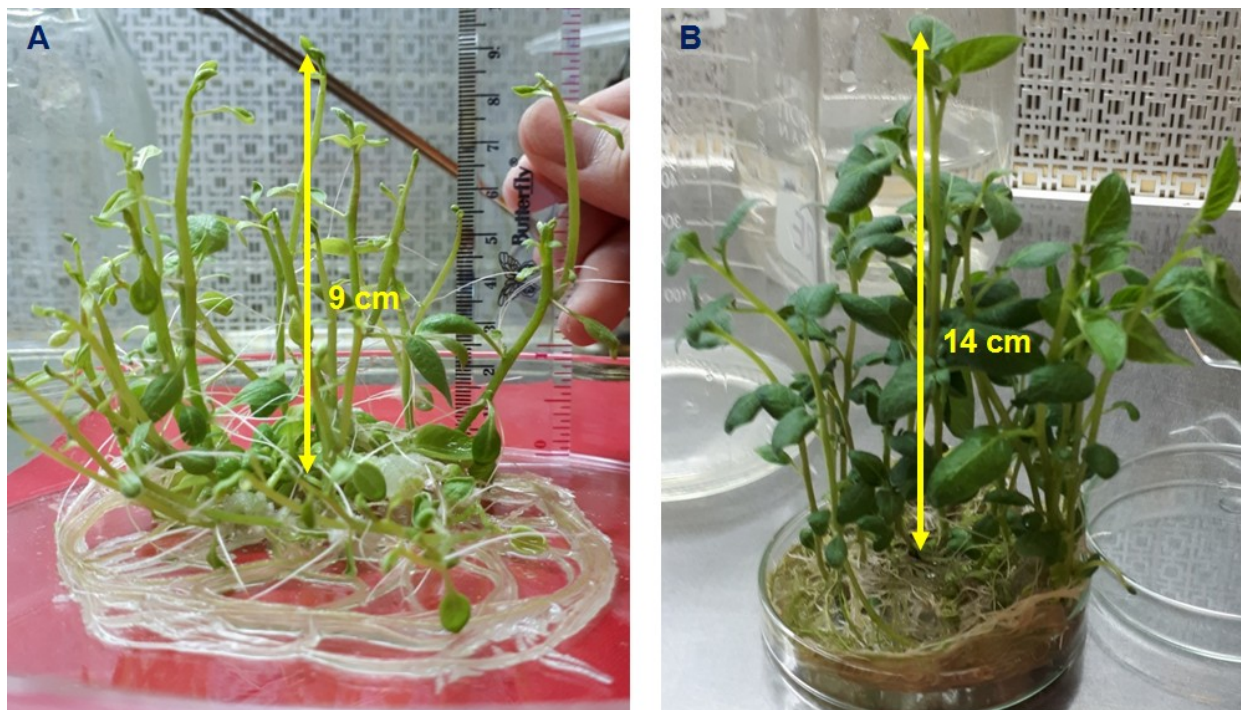
HASIL DAN PEMBAHASAN

Vigor tanaman

Kondisi eksplan kentang yang tumbuh dalam kedua jenis wadah kultur, bioreaktor dan botol kultur, diamati setiap minggu sampai minggu ke empat setelah tanam.

Secara visual kondisi planlet kentang Atlantik yang tumbuh dalam wadah botol kultur terlihat memiliki batang yang kurus dan kurang kekar dengan warna hijau muda. Didapati pula tunas-tunas aksilar yang keluar dari nodus. Daun yang terbentuk berukuran kecil-kecil (lebarnya < 1 cm) dan berwarna hijau. Selain akar primer dan sekunder, banyak pula ditemukan akar adventif yang tumbuh pada nodus. Berbeda halnya dengan pertumbuhan kentang Atlantik dalam wadah bioreaktor. Kondisi planlet kentang Atlantik yang tumbuh dalam wadah bioreaktor memiliki batang tunas yang kekar dan berwarna hijau. Tidak banyak tunas aksilar yang tumbuh dari nodus batangnya. Daun yang tumbuh memiliki lebar kurang lebih 1 cm dan berwarna hijau tua dan tidak ditemukan akar adventif, yang ada hanya akar primer dan sekunder.

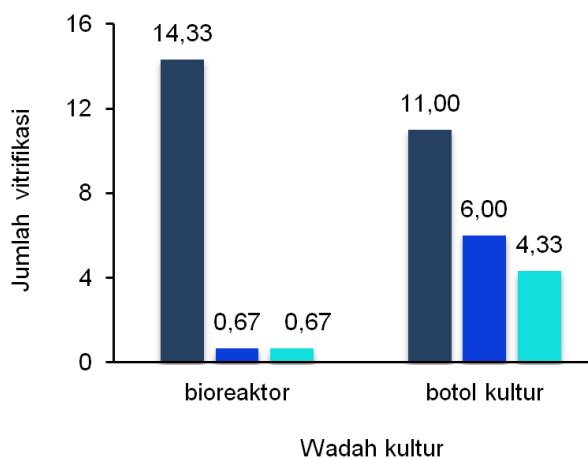
Pertumbuhan tinggi tunas kentang Atlantik dalam botol kultur lebih pendek dari yang dikultur dalam bioreaktor (Gambar 2). Hal ini diduga berkaitan dengan homogenitas media dan suplai udara ke dalam wadah. Pada perlakuan botol kultur, sirkulasi udara terkendala karena botol kultur tertutup rapat dan sumber karbon hanya diperoleh dari yang ditambahkan saja. Selain itu homogenitas nutrisi dalam media tidak



Gambar 2. Planlet kentang Atlantik yang vigor, yang tumbuh pada wadah kultur yang berbeda: botol kultur, tertinggi 9 cm (A), dan bioreaktor, tertinggi 14 cm (B)

dapat dijaga oleh karena tidak ada proses agitasi. Berbeda dengan wadah bioreaktor dimana kebutuhan karbon selain dari sukrosa, diperoleh pula dari aerasi yang diberikan serta membantu menjaga homogenitas media melalui pergerakan yang teratur (Jeong et al. 2009; Pujol 2016). Sirkulasi udara dan homogenitas nutrisi dalam media merupakan hal penting bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman untuk membantu meningkatkan kualitas proses metabolisme dalam jaringan tanaman. Sesuai dengan penelitian yang dilakukan Nurhaimi-Haris et al. (2011), pertumbuhan tanaman *in vitro* bisa terganggu akibat minim atau bahkan tidak adanya sirkulasi udara dalam wadah kultur.

Selain kehadiran aerasi dalam wadah, planlet kentang Atlantik yang vigor juga dipengaruhi oleh variasi konsentrasi sukrosa di dalam media. Tidak semua eksplan dapat tumbuh dengan normal. Dari hasil pengamatan didapati adanya gejala hiperhidrisitas. Gejala hiperhidrisitas adalah pertumbuhan eksplan menjadi tunas *vitrous* ataupun perubahan eksplan menjadi seperti kalus. Hasil pengamatan seperti pada Gambar 3, sebagian eksplan yang ditanam dalam wadah bioreaktor maupun botol kultur mengalami hiperhidrisitas. Jumlah eksplan yang mengalami hiperhidrisitas tertinggi adalah dalam wadah botol kultur maupun bioreaktor pada perlakuan kontrol (sukrosa 0 g/L media). Namun jumlah eksplan yang mengalami hiperhidrisitas dalam wadah botol kultur dan wadah bioreaktor menurun



Gambar 3. Jumlah hiperhidrisitas eksplan sampai 4 MST untuk medium kontrol (■), medium dengan konsentrasi gula pasir 7,5 g/L (■), dan 15 g/L (■)

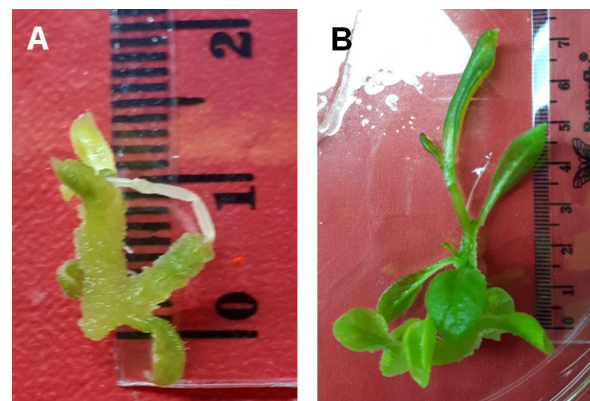
seiring dengan penambahan konsentrasi sukrosa yaitu 7,5 dan 15 g/L media.

Munculnya hiperhidrisitas diduga karena eksplan yang ditanam tenggelam lama dalam media cair. Jika eksplan yang ditanam tenggelam lama dan tidak secepatnya beradaptasi untuk bisa tumbuh, maka kemungkinan besar eksplan tidak akan menumbuhkan tunas, melainkan berubah menjadi seperti kalus ataupun kalus dengan akar (Gambar 4). Hiperhidrisitas berupa tunas *vitrous* memiliki penampakan seperti kaca dengan karakteristik *translucent*, yaitu kekurangan klorofil dan kelebihan air. Tunas *vitrous* dapat muncul akibat zat pengatur tumbuh sitokinin yang berlebih. Keadaan ini menyebabkan tunas sulit tumbuh dan menghasilkan akar (Dinarti 2012). Terjadinya tunas *vitrous* dalam penelitian ini diduga eksplan yang telah memiliki sitokinin endogen tenggelam dalam jangka waktu yang lama dalam media cair (mengandung sitokinin tambahan dari air kelapa) lalu kemudian bertahan hidup dengan menumbuhkan tunas adventif.

Selain itu ciri hiperhidrisitas secara morfologi seperti gambar 4 diantaranya warna daun yang lebih muda (Ibrahim et al. 2017), ruas batang pendek, roset daun dan batang translusen (bening) (Nurhaimi-Haris et al. 2011).

Jumlah tunas

Banyaknya planlet kentang Atlantik dihitung berdasarkan jumlah tunas yang tumbuh. Respon eksplan dalam menghasilkan tunas bervariasi oleh karena perbedaan wadah kultur dan variasi



Gambar 4. Hiperhidrisitas eksplan yang dikultur dalam kedua jenis wadah. A. Perubahan menjadi kalus; B. Pertumbuhan tunas *vitrous*

Tabel 2. Rataan jumlah tunas per perlakuan pada konsentrasi sukrosa

Konsentrasi sukrosa (g/L)	Wadah	
	Bioreaktor	Botol Kultur
0	29,3 ^a	15 ^{ab}
7,5	13 ^b	12 ^b
15	16,7 ^b	20,3 ^a

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang sama diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf uji 5% (DMRT)

konsentrasi sukrosa yang diberikan. Berdasarkan Tabel 2 pada perlakuan wadah bioreaktor diperoleh hasil rata-rata jumlah tunas yang berbeda nyata antara perlakuan sumber karbon 0 g/L (kontrol) dengan perlakuan 7,5 dan 15 g/L, dimana antara perlakuan 7,5 dengan 15 g/L menghasilkan jumlah tunas tidak berbeda nyata. Sedangkan pada perlakuan wadah botol kultur dihasilkan rata-rata jumlah tunas yang tidak berbeda nyata antara kontrol dengan perlakuan 7,5 dan 15 g/L. Pada perlakuan wadah bioreaktor didapati rata-rata jumlah tunas tertinggi pada kontrol dibandingkan dua perlakuan yang lain, sedangkan pada wadah botol kultur didapati rata-rata jumlah tunas tertinggi pada perlakuan sumber karbon 15 g/L dibandingkan perlakuan kontrol dan sumber karbon 7,5 g/L. Hasil pertumbuhan tunas yang tertinggi dalam wadah bioreaktor pada perlakuan kontrol diduga karena kandungan hara, zat pengatur tumbuh dan sumber karbon alami yang terkandung dalam air kelapa sudah mampu menunjang kebutuhan eksplan untuk tumbuh dan dengan adanya aerasi membantu meningkatkan jumlah tunas yang dihasilkan. Menurut Kristina dan Syahid (2014) air kelapa tidak hanya memiliki kandungan zat pengatur tumbuh berupa sitokinin dan auksin, namun juga mengandung mineral seperti thiamin dan piridoksin. Kandungan hormon dan mineral yang ada di air kelapa lebih efektif untuk meningkatkan multiplikasi dibandingkan dengan menggunakan hormon sintesis (Indriani 2014). Sedangkan pada perlakuan yang ditambahkan sumber karbon pertumbuhannya kurang maksimal dikarenakan sumber karbon yang berlebih tersebut digunakan untuk menghasilkan akar sehingga menghambat pertumbuhan jumlah

tunas yang maksimal. Berbeda dengan perlakuan pada wadah botol kultur didapati rata-rata jumlah tunas tertinggi pada perlakuan dengan penambahan sumber karbon 15 g/L, hasil ini menunjukkan perlunya penambahan sumber karbon atau sukrosa dalam konsentrasi yang tinggi untuk mendukung pertumbuhan jumlah tunas kentang. Menurut Saji dan Sujatha (2004) untuk membentuk tunas dan akar pada kultur *in vitro* maka eksplan harus memiliki akumulasi pati di dalam plastida. Karena organ yang dimiliki oleh eksplan tidak mendukung untuk melakukan fotosintesis maka dalam media tumbuh diberikan tambahan sukrosa untuk meningkatkan akumulasi pati.

Pada pengamatan minggu keempat setelah penanaman semua tunas yang dihasilkan dikeluarkan dari wadah bioreaktor dan botol kultur. Didapati adanya tunas yang *vitrous* khususnya pada perlakuan kontrol baik pada bioreaktor maupun botol kultur. Tunas *vitrous* tidak memiliki stomata sehingga akan mengganggu transpirasi. Dalam teknik mikropropagasi, pengembangan arus transpirasi *in vitro* sangatlah penting karena besar kecilnya pertukaran gas serta pengangkutan unsur-unsur hara dan fotosintat dalam jaringan tanaman diatur melalui transpirasi (Cassells 2016). Sedangkan pada perlakuan yang ditambahkan sukrosa dapat menekan terjadinya *vitrous*, sehingga untuk memaksimalkan pertumbuhan tunas dan meningkatkan jumlah tunas vigor penambahan sukrosa menjadi penting dengan konsentrasi yang tepat.

Jumlah buku atau nodus

Buku atau nodus daun berfungsi sebagai pusat berlangsungnya proses pengolahan zat makanan (fotosintesis) menghasilkan energi bagi kelangsungan hidup tanaman. Sehingga semakin banyak daun diharapkan dapat meningkatkan kesuburan tanaman. Selain itu meningkatkan potensi induksi tunas aksilar yang dapat tumbuh dari nodus tempat daun berada. Induksi daun muncul secara bersamaan dengan induksi tunas dari tiap nodus eksplan yang terlihat selama pengamatan. Rata-rata jumlah buku yang dihasilkan pada perlakuan wadah bioreaktor tidak berbeda nyata di setiap perlakuan

Tabel 3. Rataan jumlah buku (dari tunas vigor) per perlakuan konsentrasi sukrosa

Konsentrasi sukrosa (g/L)	Wadah	
	Bioreaktor	Botol Kultur
0	104,7 ^b	68 ^b
7,5	116,3 ^{ab}	82,7 ^b
15	134,3 ^a	144 ^a

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang sama diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf uji 5% (DMRT)

Tabel 4. Korelasi jumlah tunas dan buku 4 MST

Tunas	Buku/ daun	
	r	Sig.
	0,885**	0,000

Keterangan: **korelasi positif signifikan antara kedua parameter pada tingkat kepercayaan 99% (sig. < 0,01)

Tabel 5. Rataan jumlah akar per perlakuan konsentrasi sukrosa

Konsentrasi sukrosa (g/L)	Wadah	
	Bioreaktor	Botol Kultur
0	84 ^b	73,3 ^b
7,5	98,3 ^b	60,7 ^b
15	177,3 ^a	130,7 ^a

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang sama diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf uji 5% (DMRT)

antara kontrol dengan perlakuan penambahan sukrosa 7,5 g/L dan antara perlakuan penambahan sukrosa 7,5 g/L dengan perlakuan 15 g/L, tetapi berbeda nyata antara perlakuan kontrol dengan perlakuan penambahan sukrosa 15 g/L (Tabel 3). Begitu pula pada perlakuan wadah botol kultur (Tabel 3), hal ini menunjukkan bahwa penambahan sumber karbon sukrosa meningkatkan rata-rata jumlah buku, seperti yang disampaikan oleh Winarto et al. (2009) bahwa pemberian sukrosa ataupun karbohidrat jenis apapun dapat memacu pembentukan tunas dan akar dalam kultur *in vitro* melalui energi dari beberapa rangka karbon yang dihasilkan.

Jumlah buku yang dihasilkan berkorelasi dengan jumlah daun yang dihasilkan seperti pada Tabel 4. Hasil analisa korelasi didapati bahwa adanya

korelasi positif yang signifikan terhadap jumlah tunas yang dapat tumbuh dalam wadah bioreaktor dan botol kultur. Semakin banyak jumlah daun yang dihasilkan maka jumlah buku akan semakin banyak ini berhubungan dengan penambahan sumber karbon yang berkorelasi dengan meningkatnya fotosintesis yang terjadi dan meningkatnya sumber nutrisi yang mensupport penambahannya jumlah daun atau buku yang terbentuk.

Jumlah akar

Akar merupakan organ yang penting bagi tanaman untuk penyerapan unsur-unsur hara dari media. Dalam kondisi *in vitro*, akar dapat menyokong tanaman supaya tetap dalam posisi yang tegak selama berada dalam wadah yang berisi media cair. Pengamatan jumlah akar dihitung pada minggu keempat setelah tanam, dengan cara dikeluarkan dari wadah kultur. Hasil pengamatan dan pengolahan data seperti pada Tabel 5 pada perlakuan wadah bioreaktor didapati hasil rata-rata jumlah akar yang tidak berbeda nyata antara perlakuan kontrol dengan perlakuan sukrosa 7,5 g/L tetapi kedua perlakuan tersebut berbeda nyata dengan perlakuan penambahan sukrosa 15 g/L, begitu pula pada perlakuan wadah botol kultur. Rata-rata jumlah akar tertinggi pada perlakuan wadah bioreaktor dan botol kultur dihasilkan pada perlakuan dengan penambahan sukrosa 15 g/L. Berdasarkan hasil peningkatan jumlah akar seiring dengan penambahan jumlah sukrosa yang ditambahkan, hal ini diduga penambahan sukrosa dalam konsentrasi tinggi meningkatkan zat pengatur tumbuh endogen jenis auksin yang memicu munculnya akar berlebihan. Tingginya jumlah akar akan berpengaruh pada pertumbuhan tunas yang dihasilkan.

Akar yang tumbuh dalam wadah bioreaktor kebanyakan adalah akar primer (akar yang tumbuh dari eksplan) dan percabangan dari akar primer, yakni akar sekunder. Sedangkan akar yang tumbuh dalam wadah botol kultur tidak hanya akar primer dan sekunder, tetapi juga akar adventif yang keluar dari nodus tempat tumbuhnya daun. Panjang akar adventif yang tumbuh adalah sekitar 1 – 5 cm. Akar adventif yang dilengkapi rambut akar pada

Tabel 6. Rataan tinggi planlet per perlakuan konsentrasi sukrosa

Konsentrasi sukrosa (g/L)	Wadah	
	Bioreaktor	Botol Kultur
0	7,93 ^a	4,06 ^a
7,5	9,17 ^a	3,86 ^a
15	10,12 ^a	4,04 ^a

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang sama diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf uji 5% (DMRT)

bagian aerial planlet kentang Atlantik secara visual tidak banyak terlihat pada perlakuan sukrosa 15 g/L media dalam bioreaktor. Namun akar adventif banyak terlihat pada perlakuan sukrosa 15 g/L media dalam botol kultur (Gambar 5). Berkaitan dengan kehadiran aerasi dan kepekatan media oleh sukrosa dalam wadah bioreaktor dan botol kultur. Respon pertumbuhan akar planlet dalam wadah botol kultur yang tidak dilengkapi dengan sirkulasi cenderung akan menginduksi akar-akar adventif. Akar-akar adventif yang tumbuh diperkirakan memiliki fungsi khusus dalam kondisi seperti ini, dimana mereka membantu tanaman menyerap oksigen yang ada di dalam wadah untuk bisa bertahan dengan media yang pekat. Fungsi akar-akar adventif yang tumbuh memanjang di bagian aerial tanaman kentang Atlantik lainnya adalah untuk melekat pada dinding botol kultur

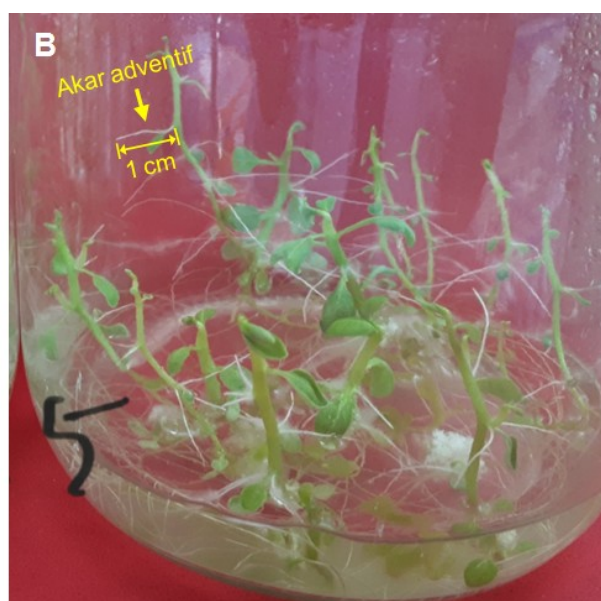
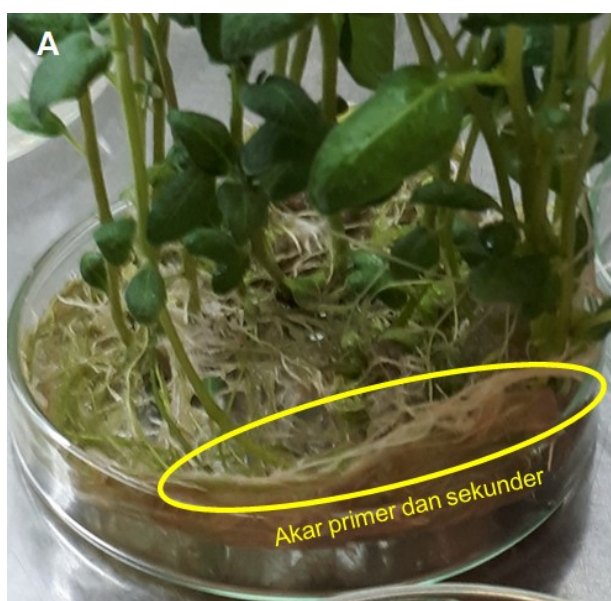
sehingga membantu tanaman tetap dalam posisi yang tegak berdiri ketika tunas telah tinggi.

Induksi akar dipengaruhi oleh zat pengatur tumbuh auksin (Ikeuchi et al. 2013). Namun konsentrasi sukrosa dalam media juga turut mempengaruhi banyaknya akar yang dapat diinduksi. Secara keseluruhan, induksi akar tanaman kentang Atlantik meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi sukrosa dalam media. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Zavattieri et al. (2009), yang menyatakan bahwa persentase pertumbuhan akar meningkat seiring dengan penambahan konsentrasi sukrosa dalam media.

Tinggi tanaman

Tinggi tanaman merupakan ukuran tanaman yang mudah diamati dalam wadah kultur. Pengamatan mengukur tinggi planlet dilakukan pada minggu keempat dengan mengukur satu per satu planlet yang dihasilkan secara detail. Hasil pengamatan pada Tabel 6 didapati rata-rata tinggi planlet perlakuan wadah bioreaktor tidak berbeda nyata, begitu pula pada perlakuan wadah botol kultur. Rata-rata tinggi planlet pada wadah bioreaktor meningkat seiring dengan penambahan sumber karbon, sedangkan pada rata-rata tinggi planlet pada wadah botol kultur tidak berbeda (Tabel 6).

Berdasarkan Tabel 6 didapati wadah



Gambar 5. Jenis akar yang dihasilkan dalam kedua jenis wadah, umur 4 MST. Akar primer dan sekunder tumbuh lebat dalam bioreaktor (A). Banyak akar adventif yang tumbuh pada batang planlet dalam botol kultur (B)

bioreaktor dengan aerasi berpengaruh terhadap rata-rata peningkatan tinggi planlet dibandingkan perlakuan wadah botol kultur. Hal ini diduga karena adanya aerasi dalam wadah yang dikombinasikan dengan konsentrasi sukrosa yang tepat ternyata mampu meningkatkan tinggi planlet kentang Atlantik yang dihasilkan. Sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Wahyurini (2010), yang menyatakan bahwa sirkulasi udara dan sumber karbon turut berperan menyediakan energi bagi proses metabolisme sel dalam jaringan tanaman. Hal tersebut mempengaruhi laju pertumbuhan yang ditandai meningkatnya tinggi planlet.

KESIMPULAN

Wadah kultur bioreaktor yang dikombinasikan dengan penambahan sukrosa 15 g/L media dapat meningkatkan tinggi planlet, jumlah tunas, jumlah buku dan jumlah akar kentang Atlantik yang dihasilkan dan dapat menurunkan tingkat hiperhidrisitas eksplan. Wadah kultur dalam bentuk bioreaktor bisa menjadi alternatif untuk menghasilkan planlet kentang dalam jumlah banyak dengan waktu yang lebih singkat guna mendukung kebutuhan benih kentang nasional.

DAFTAR PUSTAKA

Afreen F (2008) Temporary Immersion Bioreactor: Engineering considerations and applications in plant micropropagation. In: Gupta SD and Ibaraki Y (ed) Plant Tissue Culture Engineering. Springer, Dordrecht, pp 187-201

Asgar A, Rahayu ST, Kusmana, Sofiani E (2011) Uji kualitas umbi beberapa klon kentang untuk keripik. *J Hort* 21:51-59. doi: 10.21082/jhort.v21n1.2011.p51-59

BI (2011) Pola Pembiayaan Usaha Kecil: Budidaya Kentang Industri. Direktorat Kredit, BPR dan UMKM. Bank Indonesia, Jakarta

BPTP (2014) Mengenal beberapa varietas kentang dan manfaatnya. Lembar Informasi Pertanian No. 04/DH/2014. Badan Pengkajian Teknologi Pertanian, Sumatera Selatan

Cassells AC (2016) Tissue Culture:

Micropropagation In: Thomas B, Murphy DJ, Murray BG (ed) Encyclopedia of Applied Plant Sciences. Second Edition. Elsevier, London

- Dinarti Diny (2012) Perbanyak dan induksi umbi lapis mikro bawang merah secara in vitro. Disertasi, Institut Pertanian Bogor
- Ebadi M, Iranbakhsh A, Khaniki BG (2007) Shoot micropropagation and microtuberization in potato (*Solanum tuberosum* L.) by the semi-continuous bioreactor. *Pak J Biol Sci* 10:861-867. doi: 10.3923/pjbs.2007.861.867
- FAO (2008) Potatoes, nutrition and diet. International Year of the Potato Secretariat, Food and Agriculture Organization, Rome
- Handayani T dan Karjadi AK (2014) Varietas Unggul Baru (VUB) kentang menjawab kebutuhan bahan baku olahan. Balai Penelitian Tanaman Sayur, Bandung
- Ibrahim MSD, Hartati RS, Rubiyo, Purwito A, Sudarsono (2017) Efisiensi media kultur dan aplikasi *temporary immersion system* pada embriogenesis somatik kopi arabika. *J Litri* 23:45-54. doi: 10.21082/litri.v23n1.2017.45-54
- Ikeuchi M, Sugimoto K, Iwase A (2013) Plant callus: Mechanisms of induction and repression. *Plant Cell* 25:3159-3173. doi: 10.1105/tpc.113.116053
- Indriani BS (2014) Efektivitas substitusi sitokinin dengan air kelapa pada medium multiplikasi tunas krisan (*Chrysanthemum indicum* L.) secara *in vitro*. Skripsi, Universitas Negeri Semarang
- Jeong JA, Wu CH, Murthy HN, Hahn EJ, Paek KY (2009) Application of an airlift bioreactor system for the production of adventitious root biomass and caffeic acid derivatives of *Echinacea purpurea*. *Biotechnol Bioproc E* 14:91-98. doi: 10.1007/s12257-007-0142-5
- Kristina NN dan Syahid SF (2014) Air kelapa sebagai hormon tumbuh dalam kultur *in vitro* temu lawak. *Warta Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri* 20:7-9
- Kusandriani Y (2014) Uji daya hasil dan kualitas delapan genotip kentang untuk industri keripik kentang nasional berbahan baku lokal. *J Hort* 24:283-

288

- Kusmana K (2012) Uji adaptasi klon kentang hasil persilangan varietas atlantik sebagai bahan baku keripik kentang di dataran tinggi Pengalengan. *J Hort* 22:342-348
- Liljana KG, Mitrev S, Fidanka T, Mite I (2012) Micropropagation of potato *Solanum tuberosum* L. *Electron J Biol* 8:45-49.
- Mbiyu M, Muthoni J, Kabira J, Muchira C, Pwaipwai P, Ngaruiya J, Onditi J, Otieno S (2012) Comparing liquid and solid media on the growth of plantlets from three Kenyan potato cultivars. *Am J Exp Agric* 2:81-89. doi: 10.9734/AJEA/2012/715
- Mello MO, Dias CTS, Amaral AFC, Melo M (2001) Growth of *Bauhinia forficata* Link, *Curcuma zedoaria* Roscoe and *Phaseolus vulgaris* L. cell suspension cultures with carbon sources. *Sci Agric* 58:481-485. doi: 10.1590/S0103-90162001000300007
- Metwali EMR and Al-Maghrabi OA (2012) Effectiveness of tissue culture media components on the growth and development of cauliflower (*Brassica oleracea* var. *Botrytis*) seeding explants in vitro. *Afr J Biotechnol* 11:14069-14076. doi: 10.5897/AJB12.1984
- Muhibuddin, Zakaria AB, Lisan E, Baharuddin (2009) Peningkatan produksi dan mutu benih kentang hasil kultur *in-vitro* melalui introduksi sistem aeroponik dengan formulasi NPK. *Prosiding Seminar Nasional Pekan Kentang 2008*. Hal:102-110. Puslitbang Hortikultura, Badan Litbang Pertanian, Kementerian Pertanian, Jakarta
- Nurhaimi-Haris, Ayuningtias NS, Suparto IH (2011) Pengaruh ventilasi terhadap morfologi, stomata dan kadar klorofil tunas karet yang diperbanyak melalui *microcutting*. *Menara Perkebunan* 79:57-63
- Placide R, Clement U, Fracoise U, Vedaste A (2012) Comparative study of effects of table sugar, laboratory grade sucrose and mannitol on growth of banana plantlets under *in vitro* conditions. *Rwanda J* 28:76-83. doi: 10.4314/rj.v28i1.6
- Pujol AC (2016) Plant cells and suitable bioreactors. Thesis, Universitat de Barcelona.
- Saji KV dan Sujatha M (2004) Embryogenesis and plant regeneration in anther culture of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Euphytica* 103:1-7. doi: 10.1023/A:1018318625718
- Sari L (2005) Optimasi media untuk jumlah daun dan multiplikasi tunas lidah buaya (*Aloe vera*) dengan pemberian BAP dan Adenin. *Biodiversitas* 6:178-180. doi: 10.13057/biodiv/d060308
- Sigma Aldrich (2018) Product Information Sucrose Grade II Plant Cell Culture. Sigma Aldrich, Saint Louis, Missouri, US. <https://www.sigmaaldrich.com/catalog/product/sigma/s5391?lang=en®ion=ID>. Diakses 1 Juni 2018
- Taskin H, Baktemur G, Kurul M, Buyukalaca S (2013) Use of tissue culture techniques for producing virus-free plant in garlic and their identification through Real-Time PCR. *TheScientificWorldJournal* 2013:1-5. doi: 10.1155/2013/781282
- Vinterhalter D, Dragicevic I, Vinterhalter B (2008) Potato in vitro culture techniques and biotechnology. *Fruit, Vegetable, and Cereal Science and Biotechnology* 2:16-45
- Vyas S, Rao MS, Suthar RK, Purohit SD (2008) Liquid culture system stimulates *in vitro* growth and shoot multiplication in four medicinally important plants. *Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology* 2:96-100
- Wahyurini E (2010) Pengaruh sukrosa terhadap pertumbuhan eksplan tanaman kedelai hitam (*Glycine soja*) secara *in vitro*. Hal 157-163. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi*. Denpasar, 29 Juni 2010. Universitas Pendidikan Nasional
- Whitehouse AB, Marks TR, Edwards GA (2002) Control of hyperhydricity in *Eucalyptus* axillary shoot cultures grown in liquid medium. *Plant Cell, Tissue Organ Cult* 71:245-252. doi: 10.1023/A:1020360120020
- Winarto B, Mattjik NA, Purwito A, Marwoto B (2009) Kultur antera anthurium: Pengaruh sukrosa dan glukosa

- terhadap keberhasilan induksi pembentukan kalus dan regenerasinya. Berk Penel Hayati 14:165-171
- Yesil-Celiktas O, Gurel A, Vardar-Sukan F (2010) Large scale cultivation of plant cell and tissue culture in bioreactors. Transworld Research Network 37:1-54
- Zakaria D (2010) Pengaruh konsentrasi sukrosa dan BAP (*Benzil Amino Purine*) dalam media Murashige Skoog (MS) terhadap pertumbuhan dan kandungan reserpine kalus pule pandak (*Rauvolfia verticillata* Lour). Thesis, Universitas Sebelas Maret
- Zavattieri A, Lima M, Sorbal V, Oliveira P, Costa A (2009) Effects carbon source, carbon concentration and culture conditions on *in vitro* rooting of *Pinus pinea* L. Microshoots. Acta Hortic 812:173-180. doi: 10.17660/ActaHortic.2009.812.19