

Teknik kultur jaringan untuk perbanyakan dan konservasi tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.) secara *in vitro*

Andi Besse Sri Putri¹, Hajrah^{1*}, Devi Armita¹, Ika Roostika Tambunan²

¹Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar

²Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian

*Corresponding author: Jl. HM. Yasin Limpo 36 Gowa, Sulawesi Selatan, Indonesia. 92113

E-mail addresses: hajrah.sukri@uin-alauddin.ac.id

Kata kunci

In vitro
Kentang
Manitol 2%
Media ½ K0,5

Diajukan: 2 Juni 2021
Ditinjau: 13 Juli 2021
Diterima: 15 Agustus 2021
Diterbitkan: 30 Agustus 2021

Cara Sitasi:
A. B. S. Putri, H. Hajrah, D. Armita,
I. R. Tambunan, "Teknik kultur
jaringan untuk perbanyakan dan
konservasi tanaman kentang
(*Solanum tuberosum* L.) secara *in vitro*",
Filogeni: Jurnal Mahasiswa Biologi,
vol. 1, no. 2, pp. 69-76,
2021.

Abstrak

Kentang merupakan salah satu tanaman hortikultura yang dapat dijadikan sebagai alternatif sumber karbohidrat. Kentang berpotensi untuk menunjang diversifikasi pangan, komoditas ekspor dan bahan baku industri makanan. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari secara langsung kegiatan budidaya kentang (*Solanum tuberosum* L.) secara kultur jaringan, yang meliputi persiapan media, sterilisasi, penanaman eksplan, subkultur dan penyimpanan *in vitro*. Hasil dari pengamatan selama kurun waktu 3 minggu dengan pengamatan seminggu sekali menunjukkan bahwa eksplan dari 10 varietas kentang yang ditanam pada media ½ K0,5 memiliki pertumbuhan yang cepat. Sedangkan, kentang yang ditanam pada media media ½ K0,5 + manitol 2% memiliki pertumbuhan yang lambat. Manitol 2% mampu menghambat pertumbuhan biakan kentang sehingga berpeluang diterapkan untuk konservasi *in vitro* jangka menengah dengan teknik pertumbuhan minimal. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa jenis eksplan bagian pucuk yang paling baik untuk konservasi planlet kentang sehingga memiliki viabilitas yang baik normal.

Copyright © 2021. The authors. This is an open access article under the CC BY-SA license

1. Pendahuluan

Kentang merupakan salah satu tanaman hortikultura yang berpotensi untuk dijadikan sebagai alternatif sumber karbohidrat. Mengingat pula bahwa kentang memiliki nilai gizi yang cukup tinggi, sehingga menjadikan kentang ini sangat digemari oleh masyarakat. Tanaman kentang ini juga cukup banyak dibudidayakan di Indonesia sehingga mampu menunjang diversifikasi pangan, komoditas ekspor dan bahan baku industri makanan [1]. Namun yang menjadi permasalahan saat ini adalah produktivitas kentang secara nasional cukup fluktuatif setiap tahunnya. Hal ini dapat dibuktikan dengan data menurut Dirjen Hortikultura bahwa pada tahun 2013 produksi kentang mencapai 1.124 juta ton, tahun 2014 mengalami peningkatan menjadi 1.347 juta ton, pada tahun 2015 turun menjadi 1.219 juta ton, di tahun 2016 kembali turun menjadi 1.213 juta ton dan terjadi peningkatan sebesar 1,83% di tahun 2017 produksinya menjadi 1.213 juta ton [2]. Sampai saat ini, produksi kentang belum berhasil mencapai target yang direncanakan sebesar 1.437 juta ton [2], sementara konsumsi kentang terus meningkat setiap tahunnya.

Penyediaan kentang di Indonesia masih belum dapat memenuhi kebutuhan masyarakat. Hal ini disebabkan karena sulitnya pengadaan kentang dalam jumlah yang banyak dan dalam waktu yang singkat. Perbanyakan tanaman kentang umumnya dilakukan secara vegetatif dengan menggunakan umbi, namun perbanyakan ini memiliki beberapa kelemahan di antaranya produksi bibit rendah, rentan terserang hama dan penyakit, serta

bergantung kepada musim. Menanggapi banyaknya permasalahan yang terjadi, maka salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan perbanyakan tanaman kentang secara *in vitro* atau kultur jaringan [3].

Kultur jaringan merupakan metode perbanyakan dengan mengambil sel atau jaringan atau organ tumbuhan yang dilakukan secara aseptis sehingga dapat diperoleh tumbuhan atau individu baru. Kultur jaringan tumbuhan utuh dapat diperoleh dari bagian atau potongan akar, batang, atau daun yang disebut eksplan yang masih hidup. Kelebihan dari perbanyakan melalui kultur jaringan yaitu bibit yang dihasilkan seragam, cepat, dalam skala besar, bibit memiliki sifat yang sama dengan induknya dan bebas dari virus. Selain digunakan untuk perbanyakan tanaman, adapun fungsi lain dari kultur jaringan yaitu untuk produksi metabolit sekunder, pelestarian plasma nutfah yang hampir punah dan membantu memperbaiki sifat tanaman. Menurut Abbas [4], kultur jaringan memiliki prospek untuk dikembangkan karena dapat menjadi sarana pendidikan dan dapat menjadi lahan bisnis pembibitan komoditas unggul.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari secara langsung kegiatan budidaya kentang (*Solanum tuberosum* L.) secara kultur jaringan, yang meliputi persiapan media, sterilisasi, penanaman eksplan, subkultur dan penyimpanan *in vitro*.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama dua bulan dimulai dari tanggal 27 Januari 2020 – 20 Maret 2020. Lokasi penelitian ini bertempat di Laboratorium Kultur Jaringan Kelti BSJ Jalan Tentara Pelajar Nomor 3A, Kampus Penelitian Pertanian Cimanggu, Bogor 16111, Jawa Barat.

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah LAF, oven, autoclave, hot plate and stirrer, pH meter, freezer, timbangan analitik, tabung ukur, beaker glass, labu takar bervolume, cawan petri, botol media berbagai ukuran, pipet volumetrik, tabung erlemeyer, pinset, pisau steril, gunting steril, bak media dan keranjang dorong. Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu alkohol 70% dan 96%, aquades, spiritus, pembakar Bunsen, korek api, aquades steril, kertas saring steril, aluminium foil, seal, kapas, media ½ K0.5 sebagai kontrol, ½ K0,5 + manitol 2% sebagai perlakuan, eksplan kentang (*Solanum tuberosum* L.) dengan 10 varietas yang berbeda yaitu varietas klanting kayu (ky), maglia (mg), intan (int), king (king), Muhammad zoto (mz), granola kledung (gkli), repita (rep), granola lembang (gr), vega (vg) dan agria (agr).

2.1 Pencucian dan Sterilisasi Media

Botol yang terkontaminasi dimasukkan ke dalam autoclave dan dipanaskan selama 2 x 60 menit dengan menggunakan suhu 121°C, kemudian autoclave dimatikan dan ditunggu hingga dingin. Setelah botol dingin, botol dikeluarkan dari autoclave dan ditempatkan di dalam bak, kemudian isi media dikeluarkan dari botol. Kemudian, botol dipindahkan di tempat pencucian. Botol diisi air dan ditata di tempat pencucian. Kemudian, botol dicuci menggunakan penggosok botol khusus yang sudah diberi detergen. Kemudian, botol dibilas hingga bersih dan ditata di bak dengan posisi terbalik. Tunggu sampai air habis. Sterilisasi alat botol yang terkontaminasi dimasukkan ke dalam autoclave dan dipanaskan selama 2 x 60 menit dengan menggunakan suhu 121°C kemudian, setelah selesai, autoclave dimatikan dan ditunggu hingga dingin. Selanjutnya, botol dikeluarkan dari autoclave dan ditempatkan di dalam bak. Setelah semua isi botol dikeluarkan, botol dipindahkan ke tempat cuci botol. Botol diisi air dan ditata di tempat pencucian. Setelah itu, botol dicuci menggunakan penggosok botol khusus yang sudah diberi deterjen. Kemudian, botol dibilas hingga bersih dan ditata di bak dengan posisi terbalik. Tunggu sampai air tiris, selanjutnya botol yang

sudah ditiriskan kemudian disterilisasi dengan cara dimasukkan ke dalam oven selama 2 jam pada suhu 150°C. setelah disterilisasi di dalam oven, tunggu hingga dingin. Kemudian, botol siap digunakan.

Sterilisasi cawan petri dilakukan dengan mencuci cawan petri yang telah digunakan dengan deterjen dan dibilas dengan air kemudian dikeringkan. Setelah itu cawan petri disterilisasi dengan cara dimasukkan ke dalam oven dan ditata rapi dengan waktu selama 3 jam pada suhu 150°C dan cawan petri siap digunakan.

2.1 Pembuatan Larutan Stok dan Media Kultur Kentang

Dalam pembuatan larutan stok harus memperhatikan jenis-jenis bahan kimia yang digunakan agar tidak terjadi interaksi yang menghasilkan senyawa baru. Lama penyimpanan dari masing-masing larutan juga berbeda, untuk larutan hara makro, hara mikro dapat disimpan selama 4-8 minggu. Sedangkan, hormon dapat disimpan selama 2-4 minggu di dalam freezer supaya tidak mengalami kerusakan.

Bahan media kultur *in vitro* berbeda-beda tergantung pada jenis tanaman. Media yang paling sering digunakan adalah media MS. Media dasar MS kemudian diberi sukrosa sebanyak 15 gr lalu diaduk hingga homogen dengan magnetic stirrer. Media yang sudah homogen kemudian diukur pH menggunakan pH meter sampai pH meter menunjukkan pH 5,8. Apabila pH kurang dari 5,8 maka larutan perlu ditambahkan NaOH hingga mencapai standar pH 5,8. Apabila pH lebih dari 5,8 maka perlu ditambahkan HCl agar pH larutan media menunjukkan angka 5,8. Setelah itu, larutan di tera menggunakan gelas ukur hingga volume mencapai 1000 ml menurut pendapat Setiawati yang menyatakan bahwa pengaturan pH media dilakukan dengan menggunakan NaOH atau HCl hingga mencapai pH 5,8 [5].

Media yang sudah memiliki pH standar kemudian diberi gel sebanyak 2,5 gr sebagai pematat. Lalu, media dimasak menggunakan *hotplate* dan *stirrer* dengan suhu 500°C hingga mendidih. Botol yang telah disterilisasi, disiapkan sebanyak 40 botol untuk 1000 ml. larutan media yang sudah mendidih dimasukkan ke dalam botol sebanyak 25 ml per botol dan ditutup menggunakan *aluminium foil*. Bagian atas *aluminium foil* diberi nama media menggunakan pulpen. Selanjutnya, botol yang berisi media yang telah diberi nama dimasukkan ke dalam keranjang dan disterilisasi menggunakan autoclave dengan suhu 121°C selama 15 menit. Setelah itu, media yang telah diautoclave disusun di ruang tanam pada rak-rak inkubasi dan dibiarkan selama 3 hari untuk melihat ketahanan dan kontaminasi pada media.

2.3 Persiapan Bahan Eksplan

Tahap pertama dalam seleksi eksplan adalah pemilihan tanaman indukan atau disebut sumber eksplan. Tanaman induk yang dipilih mempunyai sifat-sifat unggul dan bebas penyakit. Seleksi dan pemeliharaan sumber eksplan adalah hal yang penting bagi keberhasilan mikropropagasi [6].

Bahan tanaman sebagai sumber eksplan harus berasal dari tanaman yang sehat dan jelas identitasnya. Pemilihan tanaman induk sebagai sumber eksplan sangat penting dalam keberhasilan perbanyakan kultur jaringan. Eksplan dapat berupa tunas ujung, mata tunas aksiler, potongan batang, daun, akar, tunas dari anakan, mata tunas dari bonggol atau organ lainnya. Pemilihan eksplan bergantung pada jenis tanaman dan metode perbanyakan yang akan digunakan. Bagian yang baik digunakan untuk dijadikan eksplan yaitu jaringan yang sedang aktif membelah, seperti ujung tunas yang mengandung meristem, jaringan yang masih muda seperti bibit atau jaringan yang mengalami rejuvenasi [7].

Sterilisasi eksplan atau disinfeksi adalah proses penghilangan kontaminasi dari permukaan eksplan. Tahapan sterilisasi eksplan biasanya dimulai dengan membersihkan permukaan eksplan dengan cara mengupas atau mencucinya dengan sabun. Pada eksplan

yang banyak membawa mikroorganisme kontaminan seperti umbi pisang atau talas yang berasal dari media tanah, sebaiknya dicuci dengan air mengalir cukup lama. Tahapan selanjutnya adalah proses mematikan mikroorganisme yang menempel pada eksplan menggunakan desinfektan, yaitu bahan kimia yang bersifat toksik bagi mikroorganisme tetapi bersifat non toksik bagi tanaman. Desinfektan yang banyak dipakai adalah *calcium hypochlorite* (kaporit) atau *sodium hypochlorite* (yang biasa dijual secara komersil sebagai bahan pemutih baju yang mengandung 5,25% *sodium hypochlorite*) [6].

2.4 Penanaman Eksplan

Penanaman eksplan dilakukan dengan menyiapkan eksplan yang berkualitas baik, kemudian sterilisasi digunakan dengan dua cara yaitu sterilisasi basah dan sterilisasi kering. Sterilisasi basah dilakukan dengan merendam eksplan pada *clorox* 30% dan 20% selama ± 5 menit, kemudian dibilas menggunakan akuades steril sebanyak 3 kali. Setelah itu, eksplan dipotong kecil-kecil dan ditumbuhkan pada media MS (kontrol). Sedangkan, sterilisasi kering dilakukan dengan merendam eksplan pada alkohol 96% kemudian dibakar dengan pengulangan sebanyak tiga kali. Selanjutnya, eksplan dipotong secara membujur dan mengambil umbinya, kemudian ditanam pada media MS (kontrol).

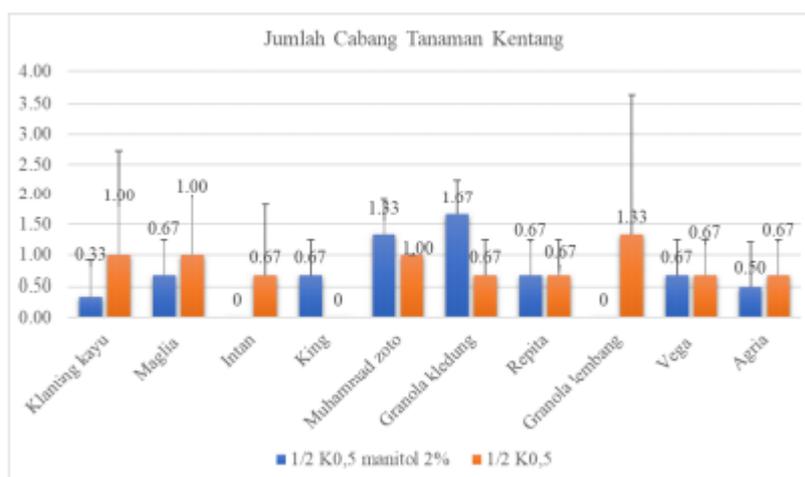
2.5 Pemeliharaan Biakan

Eksplan yang digunakan adalah umbi dari tanaman kentang. Pada pemeliharaan biakan dilakukan dengan cara perbanyak tanaman atau subkultur. Subkultur dilakukan dengan menyiapkan LAF, alat tanam (pinset, scalpel, gunting, pisau), cawan petri, kapas, bunsen dan pembakar spritus, alkohol 96%, alkohol 70%, pulpen, plastic wrap, media $\frac{1}{2}$ K0,5 (kontrol), media $\frac{1}{2}$ K0,5 + manitol 2% dan eksplan kentang. Langkah awal yaitu botol yang berisi kentang yang akan dikultur dipijarkan pada bunsen untuk menghilangkan organisme yang menempel pada botol, kemudian mengambil bagian pucuk dari kentang yang akan di subkultur dan diletakkan ke cawan petri. Selanjutnya, kentang dipindahkan ke media baru secara aseptik, setelah itu tutup kembali media. Selanjutnya, bagian tutup botol ditulis tanggal dan jenis kentang yang telah disubkultur, setelah selesai inisiasi LAF dirapikan dan dibersihkan sesuai prosedur penggunaan LAF.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Penelitian

3.1.a Jumlah Nodus Pertumbuhan Kentang



Gambar 1. Jumlah nodus pertumbuhan kentang yang ditanam pada media $\frac{1}{2}$ K0,5 dan $\frac{1}{2}$ K0,5 + manitol 2%.

Berdasarkan hasil pengamatan subkultur kentang (Gambar 1) diperoleh hasil bahwa media $\frac{1}{2} K_{0,5}$ dan $\frac{1}{2} K_{0,5}$ manitol 2% dengan 10 varietas menghasilkan jumlah nodus yang berbeda

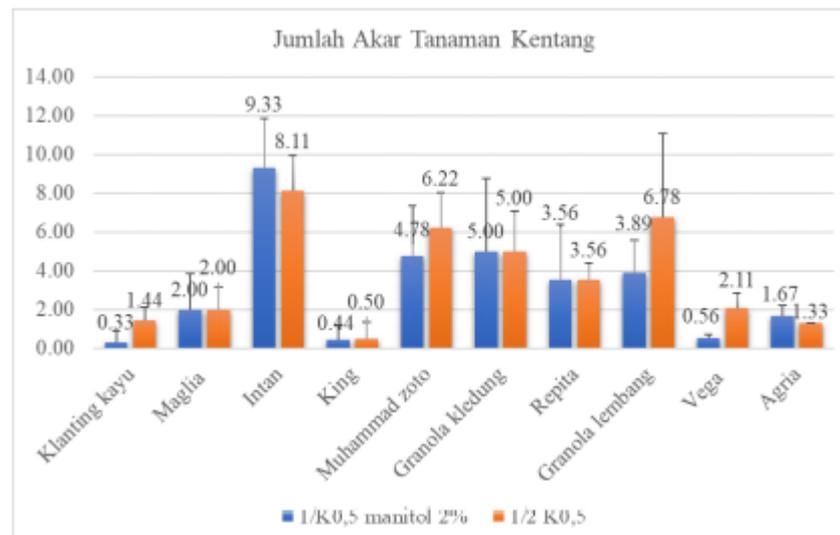
3.1.b Jumlah Pucuk Pertumbuhan Tanaman Kentang



Gambar 2. Jumlah pucuk dari biakan kentang yang ditanam pada media $\frac{1}{2} K_{0,5}$ dan $\frac{1}{2} K_{0,5}$ + manitol 2%.

Berdasarkan hasil pengamatan subkultur kentang diperoleh hasil bahwa pada media $\frac{1}{2} K_{0,5}$ dapat dilihat pada (Gambar 2), jumlah pucuk yang paling banyak terdapat pada varietas Granola dan jumlah pucuk yang paling sedikit terdapat pada 39 varietas Vega dan Agria. Sedangkan, pada media $\frac{1}{2} K_{0,5}$ manitol 2% diperoleh hasil yaitu jumlah pucuk yang paling banyak terdapat pada varietas Muhammad zoto dan jumlah pucuk yang paling sedikit terdapat pada Klanting kayu.

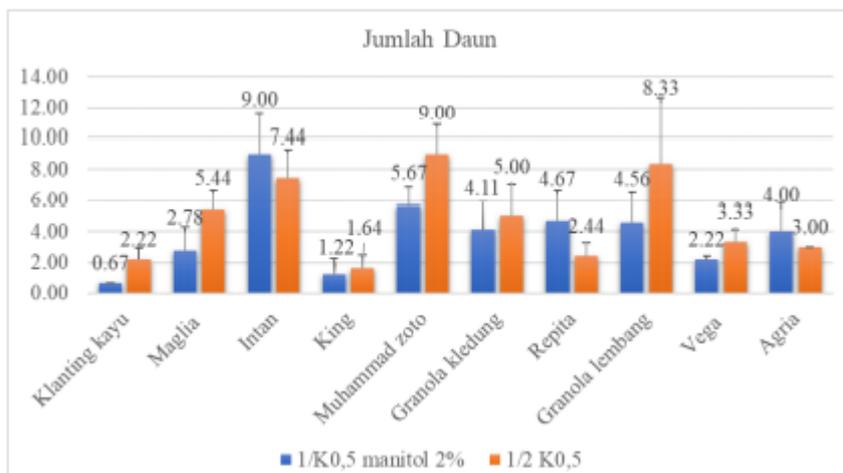
3.1.c Jumlah Akar Pertumbuhan Tanaman Kentang



Gambar 3. Jumlah akar planlet kentang ditanam pada media $\frac{1}{2} K_{0,5}$ dan $\frac{1}{2} K_{0,5}$ + Manitol 2%.

Berdasarkan hasil pengamatan subkultur kentang pada Gambar 3 diperoleh hasil bahwa 10 varietas kentang dan faktor penambahan manitol pada media pertumbuhan berpengaruh sangat nyata pada karakter jumlah akar terbentuk.

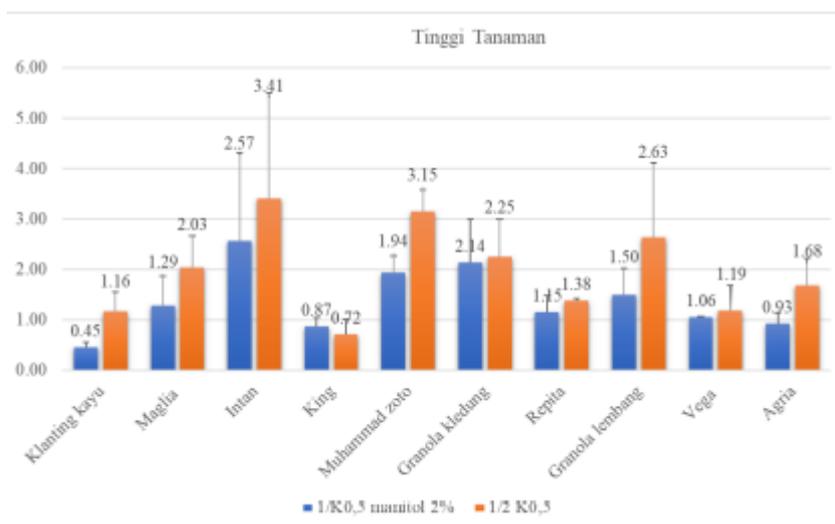
3.1.d Jumlah Daun Pertumbuhan Tanaman Kentang



Gambar 4. Jumlah daun biakan kentang yang ditanam pada media 1/2 K_{0,5} dan 1/2 K_{0,5} + manitol 2%.

Berdasarkan hasil pengamatan subkultur kentang diperoleh hasil bahwa karakter pertambahan jumlah daun planlet dipengaruhi secara sangat nyata oleh 10 varietas tanaman kentang dan faktor penambahan manitol (Gambar 4).

3.1.e Tinggi Tanaman Kentang



Gambar 5. Tinggi tanaman dari biakan kentang yang ditanam pada media 1/2 K_{0,5} dan 1/2 K_{0,5} + manitol 2%.

Karakter pertambahan jumlah daun planlet dipengaruhi secara sangat nyata oleh 10 varietas tanaman kentang dan faktor penambahan manitol (Gambar 5).

3.2 Pembahasan

Jumlah nodus yang berbeda pada Gambar 1 ditandai dengan bertambahnya daun dari eksplan yang awalnya hanya terdapat satu pucuk dan satu nodus (daun). Pada media 1/2 K_{0,5} jumlah nodus terbanyak terdapat pada varietas Granola. Sedangkan, pada media 1/2 K_{0,5} + manitol 2% 38 diperoleh hasil jumlah nodus terbanyak terdapat pada varietas gkli. Hal ini disebabkan bahwa setiap konsentrasi manitol berbeda nyata pada pertambahan jumlah nodus. Menurut Husan & Husni menjelaskan bahwa pembentukan buku atau nodus pada tanaman kentang dipengaruhi senyawa sitokinin [8]. Selain itu, Roostika & Sunarlin

menjelaskan bahwa penambahan manitol dengan konsentrasi rendah memberikan pertambahan jumlah buku planlet paling banyak dibandingkan dengan penambahan manitol dengan konsentrasi tinggi [9]. Konsentrasi manitol yang sangat tinggi dapat menyebabkan tekanan osmotik yang sangat tinggi, sehingga membuat nutrisi yang tersedia pada media tidak dapat diserap dengan baik oleh jaringan tanaman.

Pada Gambar 2, jumlah pucuk yang paling banyak terdapat pada varietas Granola dan jumlah pucuk yang paling sedikit terdapat pada 39 varietas Vega dan Agria. Sedangkan, pada media $\frac{1}{2}$ K_{0,5} manitol 2% diperoleh hasil yaitu jumlah pucuk yang paling banyak terdapat pada varietas Muhammad zoto dan jumlah pucuk yang paling sedikit terdapat pada Klanting kayu. Hal ini disebabkan adanya perlakuan khusus terhadap tanaman kentang yaitu pemberian manitol sebanyak 2%. Hal tersebut sejalan dengan teori Sriyanti yang menjelaskan bahwa tumbuhnya tunas merupakan hasil dari diferensiasi sel dan sel dalam jaringan mengalami pembagian fungsi membentuk organ-organ tertentu serta banyaknya tunas yang tumbuh sangat dipengaruhi oleh sitokinin dan hormon lainnya dalam jaringan tanaman [10]. Di samping itu, penggunaan manitol 2% sebagai perlakuan khusus juga turut mempengaruhi. Sebagaimana yang kita ketahui bahwa, manitol merupakan gula alkohol yang mengendalikan potensi osmotik dalam media tanam untuk mensimulasi kondisi cekaman kekeringan.

Hasil penelitian 10 varietas kentang dan faktor penambahan manitol pada media pertumbuhan berpengaruh sangat nyata pada karakter jumlah akar terbentuk. Gambar 3 menunjukkan bahwa varietas intan menghasilkan jumlah akar terbanyak dibandingkan kultivar lain pada media media $\frac{1}{2}$ K_{0,5} yang diuji. Sedangkan, penambahan manitol hingga konsentrasi 2% juga telah memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah akar yang terbentuk. Penurunan jumlah akar baru terjadi pada beberapa varietas tanaman kentang. Perbedaan nilai rata-rata jumlah pembentukan akar dari 10 varietas diduga karena setiap varietas memiliki kemampuan yang berbeda dalam menghasilkan fitohormon.

Karakter pertambahan jumlah daun planlet dipengaruhi secara sangat nyata oleh 10 varietas tanaman kentang dan faktor penambahan manitol (Gambar 4). Media $\frac{1}{2}$ K_{0,5} menghasilkan pertambahan jumlah daun tanaman kentang yang berbeda nyata dengan varietas lainnya dan semua perlakuan manitol juga menghasilkan pertambahan jumlah daun yang berbeda nyata satu dengan lainnya. Hal ini dapat dilihat pada media $\frac{1}{2}$ K_{0,5} manitol 2% bahwa varietas Intan menghasilkan jumlah daun terbanyak dibandingkan dengan varietas lainnya. Perbedaan pertambahan jumlah daun tersebut diduga disebabkan oleh latar belakang genetik masing-masing varietas berbeda. Wattimena dkk, menjelaskan bahwa morfogenesis pertumbuhan tanaman dari kultur jaringan dipengaruhi oleh kultivar sumber jaringan yang digunakan [11]. Berdasarkan Gambar 4 dapat dilihat bahwa semakin besar penambahan konsentrasi manitol pada media kultur akan berdampak pada semakin rendahnya pertumbuhan jumlah daun planlet.

Pada Gambar 5, media $\frac{1}{2}$ K_{0,5} menghasilkan tinggi tanaman kentang yang berbeda nyata dengan varietas lainnya dan semua perlakuan manitol juga menghasilkan tinggi tanaman kentang yang berbeda nyata satu dengan lainnya. Hal ini dapat dilihat pada media $\frac{1}{2}$ K_{0,5} manitol 2% yang menunjukkan bahwa varietas int menghasilkan tinggi tanaman tertinggi dibandingkan dengan varietas lainnya. Perbedaan tinggi tanaman tersebut disebabkan karena manitol. Hal ini sejalan dengan teori Dewi dkk, yang menjelaskan bahwa manitol merupakan zat osmotikum yang akan meningkatkan secara perlahan tekanan osmotik sehingga ketersediaan air akan berkurang, tentu saja semakin tinggi manitol akan terhambat pasokan air serta nutrisi sehingga viabilitas eksplan yang sedang masa pertumbuhan akan menurun [12]. Selain itu, teori menurut Roostika & Sunarlin, yang

menyatakan bahwa pada dasarnya akumulasi osmoregulator yang berlebihan akan menurunkan aktivitas enzim. Serta manitol juga merupakan senyawa stabilisator osmotik yang dapat meningkatkan osmolaritas media, sehingga penyerapan nutrisi ke dalam jaringan terhambat [9].

4. Kesimpulan

Manitol 2% mampu menghambat pertumbuhan biakan kentang, sehingga berpeluang diterapkan untuk konservasi *in vitro* jangka menengah dengan teknik pertumbuhan minimal. Jenis eksplan bagian pucuk yang paling baik untuk konservasi planlet kentang sehingga memiliki viabilitas yang baik normal.

Daftar Pustaka

- [1] Baihaqi, A., Nawawi, M., Abadi, AL. “Teknik aplikasi *Trichoderma* sp. terhadap pertumbuhan dan hasil panen tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.),” *Jurnal Produksi Tanaman*, vol 1, no. 3, pp. 136-145, 2013.
- [2] Dirjen Hortikultura. *Laporan Kinerja Dirjen Hortikultura TA 2017*. Jakarta: Dirjen Hortikultura, 2018.
- [4] Abbas, B. *Prinsip Dasar Teknik Kultur Jaringan*. Bandung: Alfabeta, 2011.
- [5] Setiawati, T. A. Zahra, R. Budiono dan M. Nurzaman. “Perbanyak in vitro tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L. var. Granola) dengan penambahan metatopolin pada media modifikasi MS,” *Jurnal Metamorfosa*, vol. 5, no. 1, pp. 44-50, 2018.
- [6] Erina, S. *Produksi Bibit Tanaman Dengan Menggunakan Teknik Kultur Jaringan*. Bogor: SEAMEO BIOTROP, 2012.
- [8] Husna, A. U. L. A. M. Siregar dan Y. Husni. “Pertumbuhan dan perkembangan nodus kentang (*Solanum tuberosum* L.) akibat modifikasi konsentrasi sukrosa dan penambahan 2-isopenteniladenina secara *in vitro*,” *Jurnal Online Agroekoteknologi*, vol. 2, no. 3, pp. 997-1003, 2014.
- [9] Roostika, T. I. dan N. Sunarlin. “Penyimpanan *in vitro* tunas ubi jalar menggunakan paklobutrasol dan ancymidol,” *Penelitian Tanaman Pangan*, vol. 20, no. 3, pp. 48-56, 2012.
- [10] Sriyanti, D. *Pembibitan Anggrek Dalam Botol*. Kanisius Press: Yogyakarta, 2012.
- [11] Wattimena, G.A. N.A. Mattjik, E. Syamsudin, Ernawati. *Bioteknologi Tanaman. Laboratorium Kultur Jaringan Tanaman*. Bogor: Pusat Antar Universitas IPB Bogor, 2014.
- [12] Dewi, N., I. S. Dewi dan I. Roostika. “Pemanfaatan teknik kultur *in vitro* untuk konservasi plasma nutfah ubi-ubian. *Jurnal AgroBiogen*, vol. 10, no. 1, pp. 34-44, 2014.