



Pengembangan Medium Konservasi *in Vitro* Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Crantz.) dengan Teknik Pertumbuhan Minimal

Laila Nur Hidayah ^{✉ 1)}, Surya Diantina²⁾, Krispinus Kedati Pukan³⁾, Enni Suwarsi Rahayu⁴⁾

^{1),3),4)}Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang, Indonesia

²⁾Laboratorium Konservasi In Vitro, Pengelolaan Sumber Daya Genetik, Balai Besar Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian, Bogor, Indonesia

Info Artikel

Diterima: 1 Januari 2016
Disetujui: 1 Februari 2016
Dipublikasikan: 1 Agustus 2016

Keywords:
in vitro; medium konservasi;
ubi kayu

Abstrak

Ubi kayu akses 430 dan 507 adalah varietas lokal yang berasal dari pulau Sumatera yang populasinya semakin menurun akibat penanaman varietas unggul saja dan deforestasi lahan sehingga perlu dilestarikan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pertumbuhan ubi kayu dalam media pertumbuhan minimal dengan menggunakan retardan di bank gen BB Biogen. Rancangan penelitian ini adalah acak lengkap dua faktorial. Faktor pertama adalah jenis retardan, yaitu *cycocel* dan ABA, faktor kedua adalah akses ubi kayu 430 dan 507. Medium A adalah medium MS yang disuplementasi dengan 0,01 mg/l NAA, 0,05 mg/l BA, 0,1mg/l GA, 100 mg/l arginin, 100 mg/l glutamin dan 100 mg/l gysin sebagai media dasar. Eksplan yang digunakan adalah tunas pucuk yang terdiri dari 2-3 buku dan ditanam selama 16 minggu. Parameter pertumbuhan yang diamati adalah penambahan tinggi tunas, penambahan jumlah ruas, jumlah daun dan jumlah akar. Data dianalisis dengan Anava dua jalan dan uji lanjut beda nyata terkecil (BNT). Hasil Anava menunjukkan, retardan berpengaruh signifikan terhadap penambahan tinggi dan jumlah akar. Pertambahan tinggi dan jumlah akar mampu ditekan pertumbuhannya oleh retardan ABA. Berdasarkan hasil penelitian, penggunaan 0,3 mg/l ABA efektif untuk konservasi jangka menengah ubi kayu akses 430 dan 507.

Abstract

Cassava accession 430 and 507 are local varieties from Sumatera which population decrease as effect of superior varieties cultivation and deforestation, so its need to be preserved. The aim of this research is to analyse cassava growth in minimal medium by retardant in gene bank BB Biogen. This research used complete randomized design with two factors. First factor was type of retardants: cycocel and ABA, the second factor was accession of cassava: 430 and 507. Medium A is MS medium which supplemented with 0.01 mg/l NAA, 0.1 mg/l BA, 0.1 mg/l GA, 100 mg/l arginine, 100 mg/l glutamine and 100 mg/l glycine as basal medium. Explants that used in this research were shoot tips which have 2-3 segments which cultured in conservation medium for 16 weeks. Growth parameter measurement were increase of height, number of increase in segments, number of leaves and number of roots. Analysis data used two ways Anova and LSD in 5% level. Anova showed that retardant gave significant effect to increase the height and number of roots. Based on this research, 0.3 mg/l ABA was effective for middle conservation cassava accession 430 and 507.

© 2016 Universitas Negeri Semarang

✉ Alamat korespondensi:
Gedung D6 Lt.1 Jl Raya Sekaran Gunugpati, Semarang
E-mail: lailanh.lada@gmail.com

p-ISSN 2252-6277
e-ISSN 2528-5009

PENDAHULUAN

Ubi kayu aksesori 430 dan 507 adalah varietas lokal hasil eksplorasi dari pulau Sumatera dan menjadi salah satu sumber keanekaragaman genetik yang perlu dilestarikan. Selama ini, petani hanya menanam varietas unggul saja sehingga varietas lokal ketersediaannya menurun bahkan mungkin hilang. Dalam upaya menjaga ketersediaan varietas unggul diperlukan gen-gen lokal yang belum tereskplorasi, maka diperlukan penyimpanan dan pelestarian varietas lokal. Penyimpanan secara *in vitro* terutama diterapkan pada tanaman yang mempunyai benih rekalsitran dan yang berkembangbiak secara vegetatif. Teknik pelestarian dan penyimpanan tanaman secara *in vitro* dapat dibedakan menjadi tiga macam yaitu (1) penyimpanan dalam keadaan tumbuh, (2) penyimpanan penyimpanan dengan metode pertumbuhan lambat atau pertumbuhan minimal, dan (3) penyimpanan dengan metode kriopreservasi (Mariska *et al.* 1996; Roostika & Mariska 2003; Rustini *et al.* 2015).

Pertumbuhan minimal adalah salah satu teknik penyimpanan plasma nutfah dengan cara menekan laju pertumbuhan suatu spesies dengan perlakuan khusus. Pada prinsipnya, tanaman tetap hidup hanya pertumbuhan selnya diperlambat. Penghambatan pertumbuhan ubi kayu dapat dilakukan menggunakan senyawa osmotikum seperti mannitol (Dewi & Sabda 2004) atau silver nitrat sebagai inhibitor etilen (Mafla *et al.* 2004). Selain itu, dapat pula dengan penambahan senyawa retardan atau zat penghambat tumbuh seperti *paclobutrazol*, *chlorochlorine chloride*, *abscisic acid* (ABA), atau *ancymidol* (Lestari & Supriyati 2001; Diantina *et al.* 2015).

Abscisic acid (ABA) adalah salah satu zat penghambat tumbuh yang sering digunakan untuk menghambat pertunasan. Penambahan ABA cenderung menghambat tinggi tunas dan berbanding terbalik dengan konsentrasi yang diberikan (Lestari & Purnamaningsih 2005). Penambahan ABA mengakibatkan dormansi tunas dan menghambat pertumbuhan ubi kayu tanpa mempengaruhi pertumbuhan selanjutnya (Barueto & Carvalho 2008). *Cycocel* atau *chlorocholine chloride* (CCC) biasa digunakan secara konvensional pada lahan pertanian untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi pertanian (Medina *et al.* 2012). *Cycocel* adalah salah satu senyawa retardan sintetik yang mempengaruhi pemanjangan batang sehingga mengurangi tinggi tanaman (Bhat *et al.* 2011).

Respon setiap aksesori terhadap senyawa retardan berbeda, bergantung pada genotipenya. Hal ini dikarenakan respon pertumbuhan dipengaruhi oleh kondisi eksternal (kondisi lingkungan) dan faktor internal (genetik). Setiap spesies atau varietas memiliki protokol yang spesifik (Diantina *et al.* 2015). Ubi kayu aksesori 430 dan 507 termasuk dalam ubi kayu yang belum banyak diteliti, maka untuk menjaga sumber gen agar tidak hilang perlu adanya tindakan konservasi. Kecocokan suatu protokol perlu diteliti agar tanaman dapat dikonservasi melalui *in vitro* secara rutin dan stabil. Penelitian bertujuan untuk menganalisis pengaruh kedua jenis retardan terhadap pertumbuhan tunas dalam media pertumbuhan minimal dan retardan manakah yang paling menghambat pertumbuhan.

METODE

Eksplan diperoleh dari kebun penanaman Cikeumeuh BB Biogen Bogor. Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus 2015 - April 2016 di Laboratorium *in Vitro* Tanaman Pengelolaan Sumber Daya Genetik BB Biogen Bogor. Bahan tanaman dalam penelitian ini adalah tunas ubi kayu aksesori 430 dan 507 yang memiliki 2-3 buku. Variabel bebas meliputi jenis retardan yaitu ABA dan *cycocel* serta aksesori ubi kayu yaitu aksesori 507 dan 430. Variabel terikat berupa pertumbuhan eksplan dengan parameter pertambahan tinggi tunas, pertambahan jumlah ruas, jumlah daun segar dan jumlah akar. Variabel kontrol meliputi suhu 18-20 °C, penyinaran lampu TL 1000 Lux selama 16 jam terang dan 8 jam gelap. Rancangan penelitian ini adalah rancangan faktorial dua faktor yaitu jenis retardan dan aksesori. Unit penelitian adalah 2 x 2 kombinasi dengan tiga kali ulangan.

Pembuatan media tanam

Media pertumbuhan minimal (media konservasi) berupa media MS dengan tambahan ZPT, beberapa jenis asam amino, retardan dan 4-5 gram *pytagel* sebagai pematat. Formulasi media perlakuan adalah (1) media MS, (2) media A (MS + 0,01 mg/1 NAA + 0,05 mg/1 BA + 0,1 mg/1 GA + 100 mg/1 arginin + 100 mg/1 glutamin + 100 mg/1 asparagin) + 0,3 mg/1 *cycocel*, (3) media A + 0,5 mg/1 *cycocel*, (4) media A + 0,3 mg/1 ABA, (5) media A + 0,5 mg/1 ABA. Tahapan selanjutnya sterilisasi media dalam *autoclave* pada tekanan 1,5 atm dengan suhu 121°C selama 25 menit.

Sterilisasi eksplan

Tunas aksilar ubi kayu diambil dengan pisau tajam dan bersih dari pohon yang telah ditumbuhkan secara *ex vitro* di kebun penanaman Cikeumeuh BB Biogen Bogor. Organ yang diambil kemudian dipotong 2-3 ruas dan disterilisasi sebelum ditanam dalam media *in vitro*. Potongan batang (eksplan) direndam dalam larutan detergen selama 10-15 menit sambil digojog, kemudian dibilas dan direndam kocok dalam larutan sabun (Dettol), fungisida (Dithane) dan bakterisida (Agrept) selama satu jam. Eksplan direndam dalam larutan pemutih 30% dan 20% masing-masing selama 5-10 menit lalu bilas. Eksplan direndam dalam alkohol 70% selama 1-3 menit lalu bilas hingga bersih dan direndam dalam air steril minimal 5 menit sebelum ditanam.

Penanaman

Eksplan yang telah steril ditanam dalam media perbanyakan yang disuplementasi dengan MS + 0,01 mg/1 NAA + 0,05 mg/1 BA + 0,1 mg/1 GA selama 3-4 minggu. Setelah muncul tunas lalu disubkultur dan dipindahkan dalam media MS 0 selama satu bulan. Setelah tunas tumbuh dengan baik sebagai planlet, tunas pucuk dipotong sepanjang 2-3 ruas kemudian ditanam dalam media konservasi selama 16 minggu.

Pengamatan

Eksplan yang telah ditanam diinkubasi pada suhu 18-20°C, penyinaran lampu TL 1000 lux selama 16 jam terang dan 8 jam gelap selama 16 minggu dengan waktu pengamatan setiap dua minggu sekali.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian pengembangan medium konservasi *in vitro* ubi kayu aksesori 430 dan 507 disajikan dalam Tabel 1. Setelah dianalisis menggunakan Anava dua arah, parameter yang berpengaruh secara signifikan hanya pertambahan tinggi tunas dan jumlah akar, maka dilakukan uji lanjut BNT (Tabel 1).

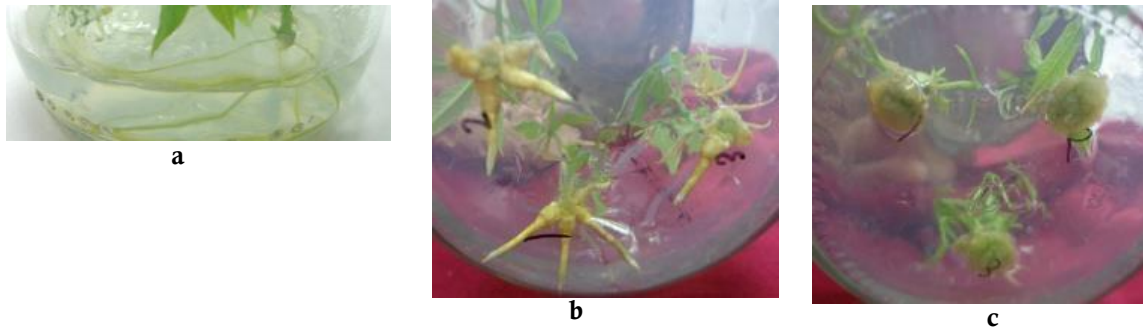
Tabel 1. Ringkasan hasil uji lanjut BNT pengaruh jenis media terhadap pertambahan tinggi tunas dan jumlah akar

Media	Rerata pertambahan tinggi tunas	Rerata jumlah akar
M1	1,11 ^c	8,55 ^b
M2	0,69 ^b	7,44 ^b
M3	0,96 ^c	7,6 ^b
M4	0,55 ^a	0,38 ^a
M5	0,40 ^a	0,11 ^a

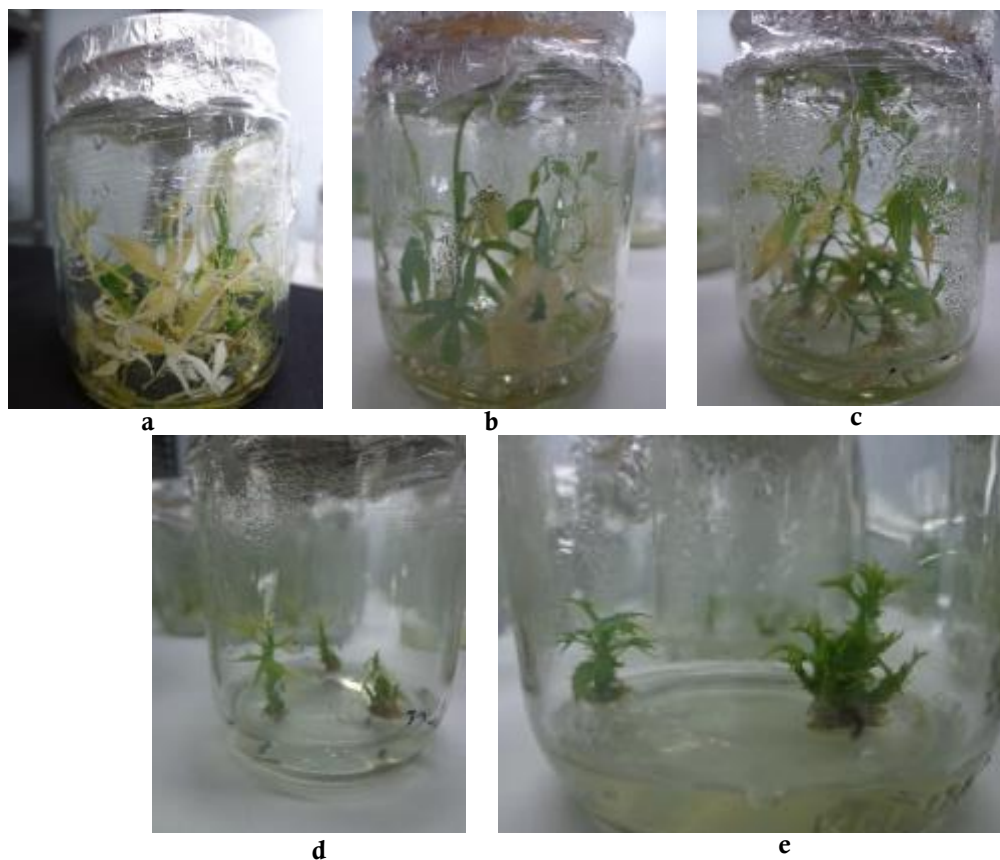
Keterangan: M1= media MS 0; M2= media A + 0,3 mg/1 *cycocel*; M3= media A + 0,5 mg/1 *cycocel*; M4= media A + 0,3 mg/1 ABA; M5= media A + 0,5 mg/1 ABA.

Hasil uji BNT taraf 5% menunjukkan pertambahan tinggi tunas pada media ABA berpengaruh lebih nyata dibandingkan dengan media *cycocel*. Media *cycocel* 0,3 mg/1 berpengaruh lebih nyata dibandingkan 0,5 mg/1 *cycocel* dan kontrol. Media 0,3 mg/1 dan 0,5 mg/1 ABA memberikan pengaruh yang sama. Eksplan yang diinginkan adalah eksplan yang lebih pendek, sehingga eksplan yang ditanam dalam media 0,3 mg/1 dan 0,5 mg/1 ABA adalah yang diharapkan pada pengembangan medium konservasi *in vitro* (Tabel 1).

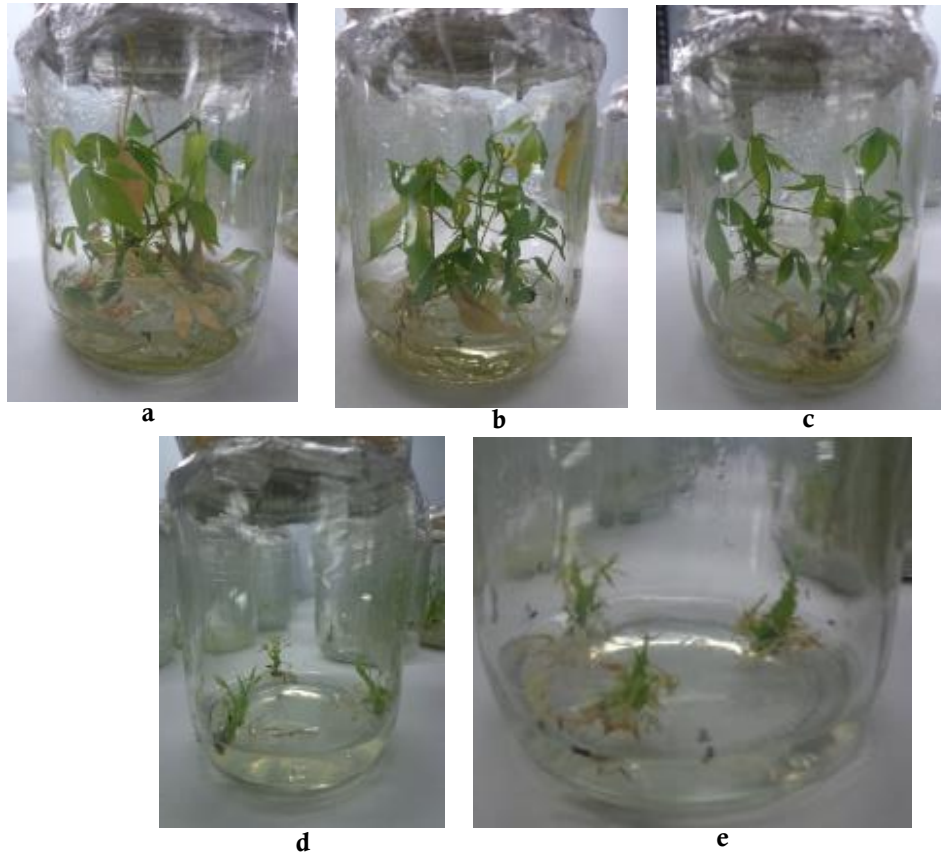
Hasil uji BNT taraf 5% menunjukkan jumlah akar pada media ABA berpengaruh lebih nyata dibandingkan dengan media *cycocel* dan kontrol. Media 0,3 mg/1 dan 0,5 mg/1 ABA memiliki pengaruh yang sama. Akar yang diinginkan adalah yang lebih sedikit jumlahnya, sehingga akar yang tumbuh dalam media 0,3 mg/1 ABA dan 0,5 mg/1 ABA adalah yang diharapkan pada pengembangan medium konservasi *in vitro* (Tabel 1).



Gambar 1. Keragaan akar pada medium MS (a), *cycocel* (b), dan ABA (c) yang membentuk basal kalus sehingga tidak muncul akar.



Gambar 2. Keragaan tunas ubi kayu aksesori 430 yang berumur 16 minggu dalam media MS (a), media A + 0,3 mg/1 *cycocel* (b), media A + 0,5 mg/1 *cycocel* (c), media A + 0,3 mg/1 ABA (d), media A + 0,5 mg/1 ABA (e).



Gambar 3. Keragaan tunas ubi kayu aksesi 507 yang berumur 16 minggu dalam media MS (a), media A + 0,3 mg/l *cycocel* (b), media A + 0,5 mg/l *cycocel* (c), media A + 0,3 mg/l ABA (d), media A + 0,5 mg/l ABA (e).

Hasil analisis data terhadap jenis media pertumbuhan minimal dan aksesi ubi kayu menunjukkan respon yang berbeda. Media pertumbuhan minimal berpengaruh terhadap pertambahan tinggi tunas dan jumlah akar ubi kayu aksesi 430 dan 507, namun tidak ada perbedaan yang nyata antara ubi kayu aksesi 430 dan 507. Media dengan retardan ABA mampu menekan pertumbuhan tinggi tunas dibandingkan dengan *cycocel*, namun tetap mampu menekan pertumbuhan dibandingkan dengan kontrol (Tabel 1).

Media pertumbuhan minimal berpengaruh terhadap jumlah akar ubi kayu, baik aksesi 430 maupun 507. Media dengan suplementasi ABA memiliki pengaruh yang signifikan terhadap jumlah akar. Pada media M4 dan M5 yang disuplementasi 0,3 mg/l dan 0,5 mg/l ABA mengalami *swelling* atau pembengkakan akibat adanya bekas potongan eksplan yang memungkinkan terjadinya massa sel yang tidak terkendali (kalus basal) (Gambar 1). Hal ini disebabkan oleh respon sel terhadap pelukaan yang menimbulkan pembengkakan batang eksplan karena pangkal batang juga memiliki titik tumbuh. Selain akibat pelukaan eksplan, adanya penambahan auksin dan sitokinin sintesis dengan perbandingan tertentu (Bairu *et al.* 2009; Ikeuchi *et al.* 2013).

Parameter pertumbuhan ubi kayu antara aksesi 430 dan 507 tidak menunjukkan perbedaan signifikan. Hal ini mungkin karena kedua aksesi memiliki kemiripan genetik atau fenotipe yang sejenis, seperti jumlah lobus daun yang sama yaitu 7-9 lobus, warna daun tua hijau merata, tangkai daun bagian tengah berwarna kemerahan, dan berasal dari pulau yang sama, yaitu Sumatera sehingga memiliki variasi genetik yang sempit dan ketika diberi perlakuan, tidak berbeda jauh respon yang diberikan. Menurut Fauzi *et al.* (2015), karakter fisik ubi kayu dipengaruhi oleh parameter lingkungan seperti ketinggian tempat yang dapat mempengaruhi umbi dan batang.

Nowak *et al.* (2017), menyatakan gandum kultivar Bezostaya 1 yang memiliki gen kerdil Rht12 diberi *cycocel* mempengaruhi ekspresi gen KS (ent-kaurene synthase) yang menurun, ekspresi gen GA2ox (gen yang mengkode enzim untuk inaktivasi giberelin aktif) meningkat sedangkan ekspresi GA3ox (gen yang

menginduksi GA3 oksidase) dan ekspresi gen GA20ox (gen yang mengkode GA20 oksidase) tidak memiliki perubahan yang signifikan. Gen GA3 dan GA20 oksidase adalah gen yang mengkode enzim yang mampu mempercepat konversi prekursor menjadi fitohormon aktif dalam sintesis giberelin. Hal ini mengindikasikan bahwa *cycocel* memang mampu menghambat sintesis giberelin yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman namun tidak berpengaruh secara signifikan.

Eksplan yang ditanam dalam media 0,3 mg/l dan 0,5 mg/l *cycocel* tidak berpengaruh signifikan terhadap respon pertumbuhan ubi kayu aksesori 430 dan 507. Tinggi batang, jumlah ruas, jumlah daun dan jumlah akar tidak berbeda jauh dengan media MS. Tinggi batang tanaman dipengaruhi oleh adanya hormon giberelin yang mampu menginisiasi pemanjangan sel dan volume dinding sel. Apabila sintesis giberelin tidak mampu dilakukan maka secara otomatis penambahan tinggi batang eksplan tidak dapat dilakukan. Penghambatan sintesis giberelin dapat terjadi melalui penghambatan sintesis *geranyl geranyl pyro phosphate* (GGPP) oleh retardan golongan onium (Rademacher 2000).

Pada penelitian ini, konsentrasi *cycocel* 0,3 mg/l dan *cycocel* 0,5 mg/l tidak memberikan pengaruh secara signifikan terhadap penekanan respon pertumbuhan ubi kayu aksesori 430 dan 507. Hal ini dimungkinkan karena konsentrasi yang kurang tinggi sehingga efek yang diberikan menjadi tidak berpengaruh dan cenderung lebih segar dan tegar dibandingkan dengan ubi kayu pada media lain. Penelitian mengenai reseptor *cycocel* dalam sel tumbuhan belum ditemukan sehingga mekanisme kerja *cycocel* dalam sel belum dapat dijelaskan.

Mekanisme penghambatan ABA terhadap pertumbuhan tinggi tunas yang merupakan pertumbuhan primer terjadi melalui penghambatan pembelahan sel. Selama interfase meliputi fase G1-Sintesis (S), fase G2-Mitosis (M) dan sel-sel yang belum membelah memasuki fase siklus sel, terdapat enzim yang berperan penting dalam fase-fase tersebut. *Cyclin-dependent protein kinases* (CDKs) merupakan enzim utama yang memiliki unit *cyclins* dan mampu mengaktivasi-inaktivasi enzim. Ada dua hal yang mempengaruhi aktif tidaknya enzim cDKs, yaitu (1) pembentukan dan pembongkaran cyclin (2) fosforilasi dan defosforilasi residu asam amino utama dalam protein cDK (Taiz & Zeiger 2015).

Menurut Hubbard *et al.*, (2010), ABA memiliki protein reseptor yaitu *pyrabactin* (4-bromo-N-[pyridine-2-yl methyl] naphthalene-1-sulfonamide) resistance (PYR)/ *regulatory component of ABA receptor* (RCAR), PYR/RCAR memiliki sebuah jalur yang membentuk modulasi sinyal awal yang dihubungkan oleh protein fosfatase 2Cs (PP2CS) dan SNF1-related protein kinase 2s (SnRK2s). Sinyal awal yang dimunculkan ABA adalah reseptor ABA berupa PYR yang kemudian berikatan pada salah satu sisi. PYR-ABA membentuk ikatan dengan sisi PP2C-SnRK2 yang terfosforilasi sehingga mengirimkan sinyal ke dalam nukleus dan membentuk ABI5, AREB1 dan AREB2 yang dapat mengekspresikan gen-gen tertentu. Sementara sinyal yang dikirimkan ke dalam sitosol akan menghasilkan dua reaksi, yaitu membuka jalur ion K⁺ dan anion serta memproduksi pesan sekunder berupa AtRbohF.

Hal ini dapat dikaitkan dengan adanya ABA eksogen dalam medium kemudian masuk ke dalam jalur utama pemberian sinyal ABA, sehingga ion fosfor yang seharusnya berintegrasi dengan protein cDK, berubah haluan membentuk ikatan PP2C-SnRK2 yang mampu mengirimkan sinyal ke dalam nukleus untuk melakukan ekspresi gen-gen ABA. Karena ion fosfor tidak tersedia untuk fosforilasi maka enzim cDK menjadi tidak aktif dan tidak bisa melanjutkan proses pembelahan sel. Pembelahan sel yang tidak terjadi mengakibatkan pertumbuhan tidak terjadi atau tetap terjadi pertumbuhan sel, tetapi tidak berjalan sebagaimana mestinya.

Menurut Zhang *et al.* 2010, ubi kayu tergolong dalam tanaman yang memiliki umur daun yang rendah, yaitu 15-20 minggu. Hal ini ditandai dengan munculnya warna hijau yang memudar, kekuningan, kecoklatan hingga layu (*senescence*). Penyebab gugur daun pada ubi kayu salah satunya disebabkan oleh ekspresi gen IPT (yang mengkode enzim *adenosine phosphate isopentyltransferase*).

Beberapa jenis asam amino ditambahkan seperti asparagin, arginin, dan glutamin sehingga daun tidak cepat gugur dan layu. Pada minggu ke-4 daun berwarna kekuningan dan layu dalam medium 0,3 mg/l ABA sedangkan pada media 0,5 mg/l ABA daun sudah ada yang gugur. Selain mempercepat gugur daun, ABA juga menghambat pertumbuhan tunas baru melalui jalur terpenoid di kloroplas atau plastid. Daun yang muncul pada media yang diberi ABA memiliki warna hijau yang lebih muda dibandingkan dengan

media tanpa ABA. Sedangkan media *cycocel* menghasilkan warna hijau daun yang lebih segar dibandingkan dengan media ABA dan MS.

Menurut Forde & Lea (2007); Yaronskaya *et al.* (2006), glutamat adalah asam amino utama dalam metabolisme asam amino tumbuhan tinggi. Glutamat merupakan bahan baku pembentukan klorofil sehingga memegang peranan penting dalam mencegah pelayuan daun. Menurut Sunarlim *et al.* (2001), penambahan glutamin mampu mencegah pelayuan dini yaitu dengan cara penambahan pasokan nitrogen sehingga pembentukan kloroplas sebagai zat hijau daun tetap tersedia. Selain penambahan asam amino glutamin, juga ditambahkan dengan asam amino yang lain seperti arginin dan asparagin. Asam amino merupakan prekursor pembentukan karotenoid sehingga tunas tetap hijau (Taiz & Zeiger 2015).

Ubi kayu memiliki tingkat absisi daun yang cukup tinggi, maka dalam media pertumbuhan minimal media MS memiliki jumlah daun segar yang cenderung lebih sedikit dibandingkan dengan medium lain yang telah ditambahkan sitokinin. Menurut Zwack & Rashotte (2013), selain asam amino, sitokinin juga dapat menghambat senescensi daun, maka dalam media pertumbuhan minimal ditambahkan sitokinin sintetis. Jenis sitokinin sintetis yang ditambahkan adalah 0,05 mg/l Benzyl Adenin (BA) pada medium *cycocel* dan ABA. Penghambatan senescensi daun dan terjadinya pertumbuhan tunas pucuk diinduksi oleh adanya sitokinin melalui jalur asosiasi siklus tipe D (CYCD) yaitu dengan mengaktifasi (CDKA). Pada siklus sel, kompleks CDKA/CYCD menghubungkan fase Sintesis (S) melalui fosforilasi oleh protein RBR yang menghambat faktor transkripsi E2F (Schaller *et al.* 2014).

Selain penambahan BA juga ditambahkan auksin sintetis yaitu *indole-3-acetic acid* (IAA) bertujuan untuk memudahkan adanya pertumbuhan batang ketika nantinya ditanam dalam media pemulihan. Meskipun mengalami tekanan oleh retardan, dalam medium diberi ZPT dengan konsentrasi tertentu. Pemilihan konsentrasi 0,01 mg/l IAA dan 0,05 mg/l BA berdasarkan pra penelitian yang telah dilakukan peneliti sebelumnya. Konsentrasi tersebut menunjukkan hasil multiplikasi yang lebih baik daripada konsentrasi yang lebih tinggi.

Interaksi media dan aksesori tidak berpengaruh terhadap semua parameter pertumbuhan. Hal ini dapat disebabkan karena kedua aksesori memiliki genetik yang tidak terlalu berbeda jauh, yaitu berasal dari pulau Sumatera. Secara visual, terlihat adanya perbedaan penampakan tetapi ketika diuji secara statistik, perbedaan tersebut tidak begitu nyata. Hal ini mengindikasikan bahwa pengaruh interaksi media dengan aksesori sangat kecil pengaruhnya bahkan tidak berbeda secara signifikan dalam angka (Gambar 2 & 3).

Secara statistik, jumlah daun segar tidak memiliki perbedaan tetapi secara visual jumlah daun segar antara tunas pada medium MS, *cycocel* dan ABA memiliki perbedaan. Namun, apabila dilihat dari warna dan ukuran nampak berbeda. Tunas pada medium yang berbeda memiliki warna hijau daun yang berbeda. Warna daun pada medium *cycocel* lebih tua dibandingkan pada medium ABA. Ukuran daun lebih besar pada medium *cycocel* dibandingkan dalam medium ABA pada usia yang sama.

SIMPULAN

Jenis retardan berpengaruh terhadap pertambahan tinggi tunas dan jumlah akar ubi kayu aksesori 430 dan 507. Retardan 0,3 mg/l ABA paling menghambat pertambahan tinggi tunas dan jumlah akar ubi kayu dibandingkan dengan *cycocel* dalam konsentrasi yang setara. Berdasarkan hasil penelitian cukup menggunakan 0,3 mg/l ABA untuk konservasi jangka menengah ubi kayu aksesori 430 dan 507 pada penyinaran 1000 lux selama 16 jam terang, 8 jam gelap dalam suhu 18-20 °C.

DAFTAR PUSTAKA

- Bairu MW, Jain N, Stirk WA, Dolezal K & Staden JV. 2009. Solving the problem of shoot-tip necrosis in *Harpagophytum procumbens* by changing the cytokinin types, calcium and boron concentration in the medium. *South African J Bot* 75: 122-127.
- Barueto CLP & Carvalho LCB. 2008. Importance of abscisic acid (ABA) in the in vitro conservation of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *Chilean J Agric Res* 68(3): 304-308.

- Bhat MA, Tahir I, Shahri W & Islam ST. 2011. Effect of cycocel and B-nine (Growth retardants) on growth on flowering of *Erysimum marshallii* (Henfr.) Bois. *J Plant Sci* 6(2): 95-101.
- Dewi N & Sabda M. 2004. Pelestarian *in vitro* pada plasma nutfah ubi jalar, ubi kayu dan talas. *Kumpulan Makalah Seminar Hasil Penelitian BB Biogen*: 1-7.
- Diantina S, Efendi D & Mariska I. 2015. Pengaruh retardan paklobutrazol terhadap pertumbuhan dan pemulihan dua aksesi ubi kayu. *J Biogen* 3(11): 95-102.
- Fauzi M, Kardhinata EH & Putri LAP. 2015. Identifikasi dan inventarisasi genotip tanaman ubi kayu (*Manihot esculenta* Crantz.) di kabupaten Serdang Bedagai Sumatera Utara. *Jurnal Online Agroteknologi* 58(9): 1082-1088.
- Forde BG & Lea PJ. 2007. Glutamate in plants: metabolism, regulation and signaling. *J Exp Bot* 58(9): 2339-2358.
- Hubbard EK, Nishimura N & Hitomi K. 2010. Early abscisic acid signal transduction mechanism: newly discovered components and newly emerging questions. *Genes Dev* 24: 1695-1708.
- Ikeuchi M, Sugimoto K & Iwase A. 2013. Plant callus: mechanism of induction and repression. *The Plant Cell* 25(3): 3159-3173.
- Lestari EG & Supriyati Y. 2001. Penyimpanan temu putri melalui penyimpanan minimal. *Biosmart* 3(1): 24-28.
- Lestari EG & Purnamaningsih R. 2005. Penyimpanan *in vitro* tanaman obat daun dewa melalui petumbuhan minimal. *J Agro Biogen* 1(2): 68-72.
- Mafla G, Roa JC, Ocampo CH, Jaramillo G & Debouck DG. 2004. Efficacy of silver nitrate for slow-growth conservation of cassava (*Manihot esculenta* Crantz): determination of viability and genetic stability. In Alves A Sixth International Scientific Meeting of the Cassava Biotechnology Network (CBN) 8-14 March. CIAT, Cali Colombia.
- Mariska I, Suwarno & Damardjati DS. 1996. Pengembangan konservasi *in vitro* sebagai salah satu bentuk pelestarian plasma nutfah di dalam bank gen. *Prosiding: Seminar Penyusunan Konsep Pelestarian Ex Situ Plasma Nutfah Pertanian*. Bogor, 18 Desember 1996. Balitbio. Bogor.
- Medina R, Burgos A, Difranco V, Mroginski L & Cenoz P. 2012. Effects of chlorocholine chloride and paclobutrazol on cassava plant growth and tuberous root quality. *Agriscientia* 29: 51-58.
- Nowak JL, Michal N, Magdalena Z, Karolina D & Krzysztof K. 2017. Influence of CCC and trinexapac-ethyl on the expression of genes involved in gibberellic biosynthesis and metabolism pathway in isogenic line with Rht12 dwarfing gene. *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus* 16(4): 141-151.
- Prabawati S, Richana N & Suismono. 2011. Inovasi pengolahan singkong meningkatkan pendapatan dan diversifikasi pangan. *Agroinovasi Sinar Tani* 3404: 2-5.
- Rademacher W. 2000. Growth retardan: Effects on gibberelin biosynthesis and other metabolic pathways. *Ann Rev Plant Physiol, Plant Mol Biol* 51: 501-512.
- Roostika I & Mariska I. 2003. Pemanfaatan teknik kriopreservasi dalam penyimpanan plasma nutfah tanaman. *Buletin Plasma Nutfah* 9(2): 10-18
- Rustini S, Sudaryono T, Triastono J & Cempaka IG. 2015. Inventarisasi, eksplorasi dan upaya koleksi sumber daya genetik tanaman pangan Jawa Tengah. *Prosiding: Seminar Nasional Sumber Daya Genetik Pertanian Pengelolaan Sumber Daya Genetik Lokal sebagai Sumber Pertumbuhan Ekonomi Daerah*.
- Schaller GE, Street IH & Kieber JJ. 2014. Cytokinin and the cell cycle. *Curr Op Plant Biol* 21: 7-15.
- Sunarlim N, Kosmiatin M, Mariska I, Hadiatmi, Tambunan IR & Rahayu S. 2001. Penyimpanan tanaman ubi-ubian dengan metode pertumbuhan minimal dan kriopreservasi. *Prosiding: Seminar Hasil Penelitian Balitbio Bogor*, 30-31 Januari 2001.
- Taiz L & Zeiger E. 2015. *Plant Physiology* (6th edition). Massachussets: Sinauer Associated Publishers.
- Yaronskaya E, Vershilovskaya I, Poers Y, Alawady AE, Averina N & Grimm B. 2006. Cytokinin effects on tetrapyrrole biosynthesis and photosynthetic activity in barley seedlings. *Planta* 224: 700-709.
- Zhang P, Wang WQ, Zhang GL, Kaminek M, Dobrev P, Xu J & Gruijssem W. 2010. Senescence-inducible expression of isopentenyl transferase extends leaf life, increase drought, stress resistance and alters cytokinin metabolism in cassava. *J Integrative Plant Biol* 52(7): 653-669.
- Zwakk PJ & Rashotte AM. 2013. Cytokinin inhibition of leaf senescence, plant signaling & behavior. *Plant Signal Behav* 8(7): 1-7.