

Pengaruh Komposisi Media MS dan Lama Pencahayaan Lampu LED terhadap Pertumbuhan Eksplan Tanaman Kentang Varietas Medians Secara In Vitro

KHOLIK MAHDANI, TITIN SETYORINI*, DAN ACHMAD HIMAWAN

Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian STIPER.
Jl. Nangka II Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta

^{*)}E-mail: titin@instiperjogja.ac.id

Telp./HP: +62-81392777480

ABSTRACT

Effect of MS Medium Composition and Duration of LED Lighting on Growth of Potato Explants Medians Variety In Vitro Culture. Production of quality potato planting material can be met by tissue culture micropropagation. Hormones added to the culture media can affect the growth and morphogenesis of explants, such as auxin and cytokinin groups. The quality of the light that is shining on the plantlets affects their growth and development. This study aims to determine the effect of media modification with the addition of NAA and BAP hormones as well as the duration of LED lighting on the formation time of potato explant using micro shoots. This research was conducted in Tissue Culture Laboratory, Instiper Yogyakarta from March to August 2022. The Murashige and Skoog (MS) medium which has half the concentration (1/2 MS) was used as based media in this research. This study used a one-factor Randomized Block Design (RBD), namely media modification and the addition of NAA and BAP hormones with 3 levels (1/2 MS + 1 ppm NAA, 1/2 MS + 1 ppm BAP, 1/2 MS + 1 ppm NAA + 1 ppm BAP). The duration of LED lighting as a group with 3 levels (8 hours, 16 hours, 24 hours). Each treatment was repeated 9 times. Quantitative data were tabulated and analyzed using Microsoft Excel. The callus weight data was analyzed using a variety of methods, and the results of those analyses were continued with the Duncan Multiple Range Test with alfa 5%. The results showed that modification of MS medium with the addition of 1 NAA and 1 BAP hormone either singly or together on MS media could affect the time of emergence of shoots, plant height, number of shoots, number of internodes, number of roots and callus weight of potato explants. The best light duration group was 24 hours which could affect the time of shoot emergence, number of shoots, plant height, number of internodes, number of roots, and callus weight.

Keywords: MS medium, BAP, NAA, LED lighting, potatoes, in vitro

PENDAHULUAN

Tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.) merupakan sayuran umbi yang kaya vitamin C dan kalium. Komoditas kentang termasuk memiliki prioritas unggulan di Indonesia karena tanaman kentang merupakan penyumbang sumber karbohidrat selain beras dan berpotensi dalam program diversifikasi pangan. Dalam beberapa tahun terakhir terlihat bahwa permintaan kentang meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk dan pendapatan masyarakat. (Kajardi, 2016).

Kebutuhan akan ketersediaan benih kentang yang berkualitas dapat dibantu dengan teknik perbanyakan menggunakan kultur jaringan. Tujuan dari metode ini adalah untuk menyeragamkan sejumlah besar tanaman mirip induk dalam waktu yang relatif singkat dan untuk mendapatkan tanaman bebas patogen. Benih yang dihasilkan dari kultur jaringan dapat berupa benih steril, stek mikro dan umbi mikro. (Setyorini, 2021).

Pada teknik kultur jaringan untuk perbanyakan dan konservasi tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.) secara *in vitro*. Kultur jaringan adalah metode perbanyakan tanaman yang dilakukan secara aseptis dimana sel, jaringan atau organ tanaman dilakukan secara aseptik untuk mendapatkan tanaman atau individu baru. Kultur jaringan tanaman utuh dapat diperoleh dari bagian atau potongan akar, batang atau daun yang masih hidup, yang disebut eksplan. Keunggulan perbanyakan kultur jaringan adalah benih yang dihasilkan memiliki kualitas seragam, cepat, berskala besar, benih memiliki sifat yang sama dengan induknya dan bebas virus. Selain reproduksi tanaman, peran lain dari kultur jaringan meliputi produksi metabolit sekunder, konservasi plasma nutfah yang hampir punah dan perbaikan karakteristik tanaman (Putri *et al.*, 2021).

Kualitas cahaya mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan plantlet *in vitro* *Vanilla planifolia* Jacks, Selain media dan hormon untuk mendorong pertumbuhan eksplan, cahaya juga sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan eksplan. Cahaya (kualitas spektral, fluks foton, dan fotoperiode) adalah salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan serta morfogenesis eksplan yang digunakan Ramírez-Mosqueda *et al.*, (2017) Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh media kultur dengan penambahan hormon NAA dan BAP terhadap pertumbuhan eksplan kentang secara *in vitro*. Selain itu untuk mengetahui bagaimana pengaruh lama pencahayaan menggunakan lampu LED terhadap pertumbuhan eksplan kentang secara *in vitro*.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan Laboratorium Kultur Jaringan Kampus Institut Pertanian Stiper Yogyakarta, Desa Maguwoharjo, Kecamatan Depok, Kabupaten Sleman, Yogyakarta. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret - Agustus 2022. Alat yang digunakan adalah Laminary Air Flow (LAF) cabinet, Lampu Smart WIFI LED 9 Watt, botol kultur, timbangan analitik, kompor listrik, petridish, api bunsen, autoclave, pipet volume, pH stik, batang pengaduk, gelas piala, gelas ukur, skalpel/blade, pinset, penyemprot alkohol, dan sarung tangan. Bahan yang digunakan adalah planlet steril tanaman kentang varietas Medians, larutan stok A-G media MS, agar, alkohol, aquades, kertas alumunium foil, gula, kertas penutup makanan, kertas label, hormon NAA (*Naphthalene Acetic Acid*) dan BAP (*Benzyl Amino Purine*), detergen, fungisida, bakterisida, clorox, NaOH, dan HCl.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri atas satu faktor yaitu modifikasi media MS yang terdiri dari tiga aras yaitu, P1= $\frac{1}{2}$ MS + 1 ppm NAA, P2= $\frac{1}{2}$ MS + 1 ppm BAP, P3= $\frac{1}{2}$ MS + 1 ppm NAA + 1 ppm BAP. Lama pencahayaan lampu merupakan kelompok yang terdiri dari tiga yaitu L1 = 8 jam terang, L2 = 16 jam terang dan L3 = 24 jam terang. Sampel yang digunakan sebanyak 9 botol kultur untuk setiap perlakuan.

Dalam penelitian perlu dipersiapkan terlebih dahulu alat dan bahan yang digunakan. Peralatan yang digunakan disterilkan menggunakan autoclave dengan suhu 121°C selama 20 menit. Setelah disterilkan alat-alat tersebut diletakkan di rak inkubasi sebelum digunakan dalam proses penanaman. Bahan-bahan berupa gula, agar dan media MS ditimbang menggunakan timbangan analitik sesuai dengan perlakuan. Media MS dimodifikasi dengan mengurangi konsentrasinya menjadi setengah. Media MS yang sudah dibuat berdasarkan perlakuan juga terlebih dahulu disterilkan menggunakan autoclave dengan suhu 121°C selama 20 menit sebelum digunakan. Membuat larutan stok hormon NAA sebesar 500 ppm dan BAP 300 ppm dalam 100 ml aquadest, diberi label, kemudian disimpan ke dalam lemari pendingin.

Rak kultur disterilkan terlebih dahulu dengan menyemprotkan alkohol 70% sebelum botol-botol berisi eksplan kentang dimasukkan, kemudian rak kultur ditutup kertas ivory berwarna putih di sisi kanan dan kiri untuk menghindari cahaya dari rak kultur

lain masuk ke dalam rak penelitian. Rak kultur diberi lampu LED Smart WIFI yang bisa langsung terhubung smartphone. Setiap rak kultur diberi lampu LED Smart wifi sesuai dengan perlakuan lama pencahayaan yaitu 8 jam terang, 16 jam terang dan 24 jam terang. Parameter yang diamati meliputi waktu muncul tunas (minggu), waktu muncul akar (minggu), waktu muncul kalus (minggu), tinggi tanaman/planlet (cm), jumlah tunas, Jumlah ruas, jumlah akar, berat kalus.

HASIL DAN PEMBAHASAN

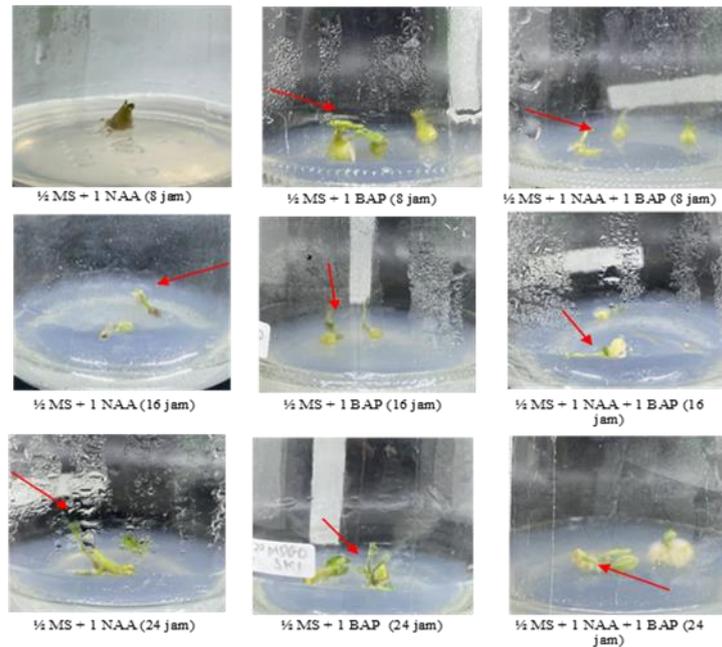
Waktu Muncul Tunas

Hasil penelitian menunjukkan modifikasi media MS dan lama pencahayaan dapat mempengaruhi waktu muncul tunas eksplan kentang (Tabel 1).

Tabel 1. Waktu muncul tunas eksplan kentang (minggu)

Media	Lama Pencahayaan (jam)			Rerata
	8	16	24	
½ MS+1 ppm NAA	5,00	1,75	3,75	3,99
½ MS+1 ppm BAP	3,17	1,89	4,00	1,64
½ MS+1 ppm NAA+1 ppm BAP	3,80	1,29	3,42	3,72
Rerata	1,67	1,75	1,03	

Tabel 1 menunjukkan bahwa modifikasi media MS dapat mempengaruhi waktu muncul tunas eksplan kentang. Media ½ MS + 1 ppm BAP memunculkan tunas dengan waktu paling cepat yaitu 1,64 minggu. Hal ini membuktikan bahwa pemberian hormon BAP secara tunggal dapat mempengaruhi waktu muncul tunas eksplan kentang. Diketahui peran BAP sebagai hormon sitokinin merupakan hormon sintetik yang mempunyai efektivitas yang baik untuk menumbuhkan tunas. BAP termasuk dalam golongan sitokinin yang berperan dalam pertumbuhan tunas (Kajardi, 2016). Pada kelompok lama pencahayaan terbaik dalam memunculkan tunas tercepat yaitu lama pencahayaan 24 jam memberikan hasil rata-rata 1,03 minggu. Hal ini diduga lama pencahayaan dapat mendukung pertumbuhan tunas eksplan kentang ditambah dengan pemberian hormon yang ditambahkan. Hal ini diperkuat dalam penelitian Pratiwi (2015) yang menyatakan Tunas merespons faktor lingkungan seperti suhu dan cahaya. Tunas tanaman karet mendukung pertumbuhan sel melalui cahaya dengan tambahan zat pengatur tumbuh .



Gambar 1. Tunas yang muncul pada setiap perlakuan

Waktu Muncul Akar

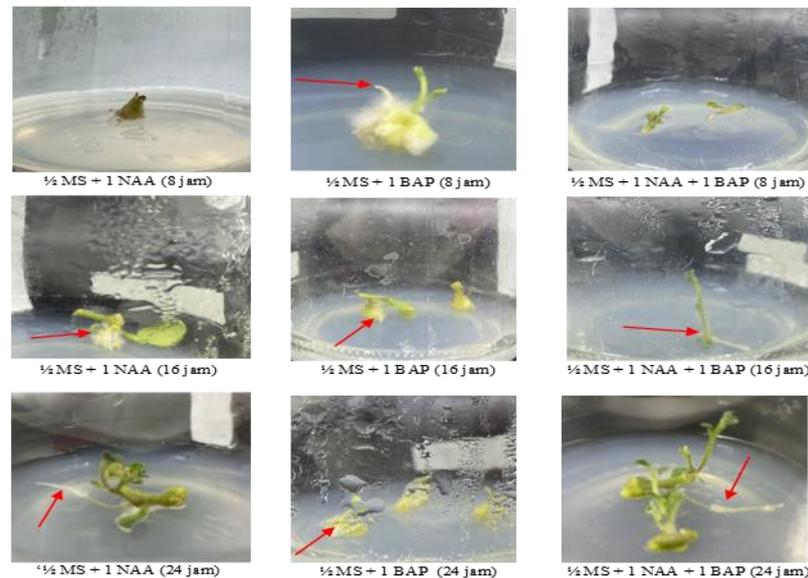
Hasil penelitian menunjukkan modifikasi media MS dan lama pencahayaan dapat mempengaruhi waktu muncul akar eksplan kentang (Tabel 2).

Tabel 2. Waktu muncul akar eksplan kentang (minggu)

Media	Lama Pencahayaan (jam)			Rerata
	8	16	24	
½ MS+1 ppm NAA	0,00	3,67	2,00	1,89
½ MS+1 ppm BAP	5,00	3,80	3,25	4,02
½ MS+1 ppm NAA+1 ppm BAP	0,00	6,00	3,38	3,13
Rerata	1,67	4,49	2,88	

Tabel 2 menunjukkan bahwa modifikasi media MS dapat mempengaruhi waktu muncul akar eksplan kentang. Kombinasi media ½ MS + 1 ppm NAA menunjukkan nilai rata-rata terbaik pada parameter kecepatan pembentukan akar yaitu 1,89 minggu. Hal ini dikarenakan hormon NAA termasuk dalam kelompok auksin yang mempengaruhi pemanjangan sel, tetapi dalam konsentrasi tinggi justru sebaliknya Wetter *cit* Sudrajad *et al.*, (2015). Pada lama pencahayaan 8 jam memberikan hasil rata-rata terbaik pada parameter kecepatan pembentukan akar yaitu 1,67 minggu. Hal ini diduga pencahayaan 8 jam dan kombinasi media mempengaruhi kecepatan dalam mempercepat muncul akar. Hal tersebut diperkuat dengan penelitian Machakova *cit* Primadani dan Maghfoer (2016)

yang menyatakan Intensitas cahaya yang lebih rendah merangsang pembentukan zat pengatur tumbuh auksin, dan auksin adalah senyawa yang merangsang pertumbuhan sel menjadi panjang dan ramping.



Gambar 2. Akar yang muncul pada setiap perlakuan

Waktu Muncul Kalus

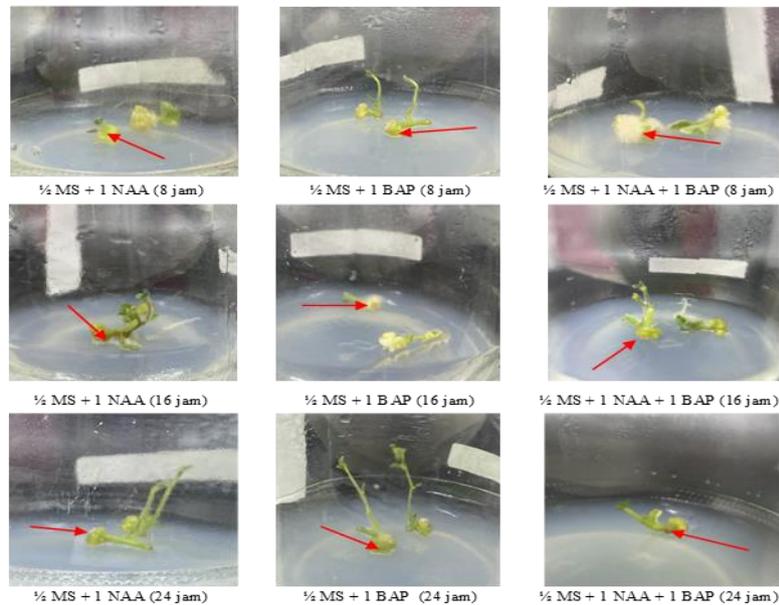
Hasil penelitian menunjukkan modifikasi media MS dan lama pencahayaan dapat mempengaruhi waktu muncul kalus eksplan kentang (Tabel 3).

Tabel 3. Rata-rata waktu muncul kalus eksplan kentang (minggu)

Media	Lama Pencahayaan (jam)			Rerata
	8	16	24	
½ MS+1 ppm NAA	2,20	3,60	4,00	3,27
½ MS+1 ppm BAP	4,80	3,60	3,80	4,07
½ MS+1 ppm NAA+1 ppm BAP	3,60	3,60	3,20	3,47
Rerata	3,53	3,60	3,67	

Pada Tabel 3, modifikasi media ½ MS + 1 ppm NAA menunjukkan rerata waktu muncul kalus paling cepat yaitu 3,27 minggu. Hal ini diduga dengan pemberian hormon auksin secara tunggal pada media dapat membuat eksplan melakukan pembelahan sel dan penambahan sitokinin dalam media cukup dalam menumbuhkan kalus. Kelompok lama pencahayaan pada 8 jam, 16 jam dan 24 jam memberikan pengaruh yang sama terhadap kecepatan muncul kalus. Semua kelompok lama pencahayaan memunculkan kalus pada 3 MST. Hal ini diduga kelompok lama pencahayaan baik 8 jam, 16 jam

maupun 24 jam tidak berpengaruh terhadap kecepatan munculnya kalus. Hal ini karena pembentukan kalus lebih didominasi akibat penambahan hormon. Menurut Umami *cit* Fauzy *et al.*, (2016) salah satu faktor yang berpengaruh adalah ZPT. Auksin dan sitokinin adalah ZPT yang biasa digunakan dalam kultur jaringan untuk menginisiasi kalus.



Gambar 2. Kalus yang muncul pada setiap perlakuan

Tinggi Planlet

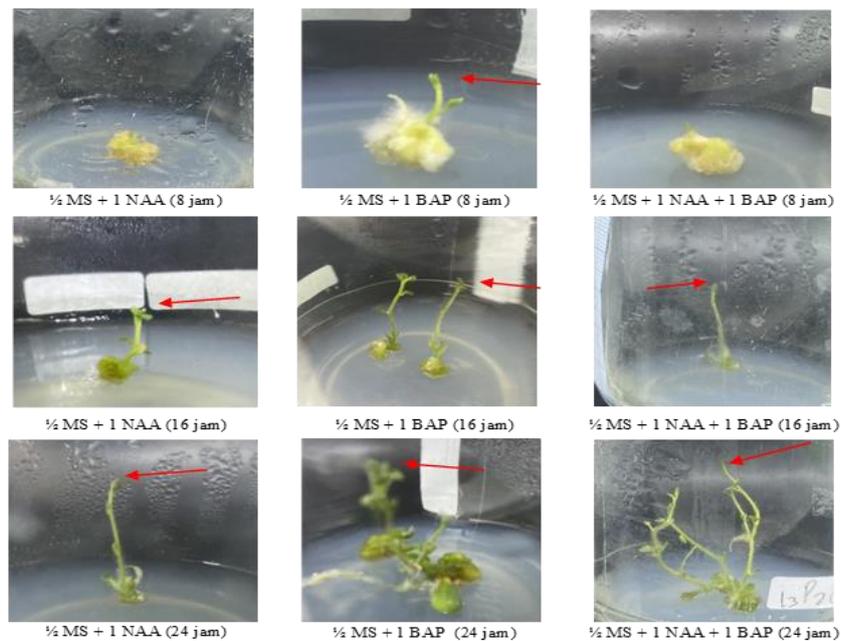
Hasil penelitian menunjukkan modifikasi media MS dan lama pencahayaan dapat mempengaruhi tinggi planlet kentang (Tabel 4).

Tabel 4. Rata-rata tinggi planlet eksplan kentang (cm)

Media	Lama Pencahayaan (jam)			Rerata
	8	16	24	
1/2 MS+1 ppm NAA	0,00	0,62	3,00	1,21
1/2 MS+1 ppm BAP	2,60	2,70	3,27	2,85
1/2 MS+1 ppm NAA+1 ppm BAP	0,00	2,17	2,90	1,69
Rerata	0,87	1,83	3,06	

Tabel 4 menunjukkan kombinasi media 1/2 MS + 1 ppm BAP memberikan rerata tinggi planlet terbaik yaitu 2,85 cm. Hal ini diduga sitokinin dapat merangsang pertumbuhan tanaman/planlet. Penambahan zat pengatur tumbuh khususnya zat pengatur tumbuh berupa sitokinin (BAP) dapat mempengaruhi peningkatan tinggi tanaman. Nurhanis *et al.*, (2019). Kelompok lama pencahayaan 24 jam memberikan hasil rata-rata

3,06 cm yang merupakan hasil terbaik dari rata-rata tinggi planlet. Hal ini disebabkan tingkat pencahayaan yang panjang sangat mempengaruhi tinggi tanaman/planlet. Yuniardi, (2020) menyatakan meskipun zat pengatur tumbuh dalam kultur jaringan sangat mempengaruhi pertumbuhan, namun dengan diimbangi dengan pencahayaan yang optimal maka perbanyak tanaman (tunas) akan lebih banyak, karena cahaya dapat menghambat pertumbuhan apikal.



Gambar 4. Tinggi planlet pada setiap perlakuan

Jumlah Tunas

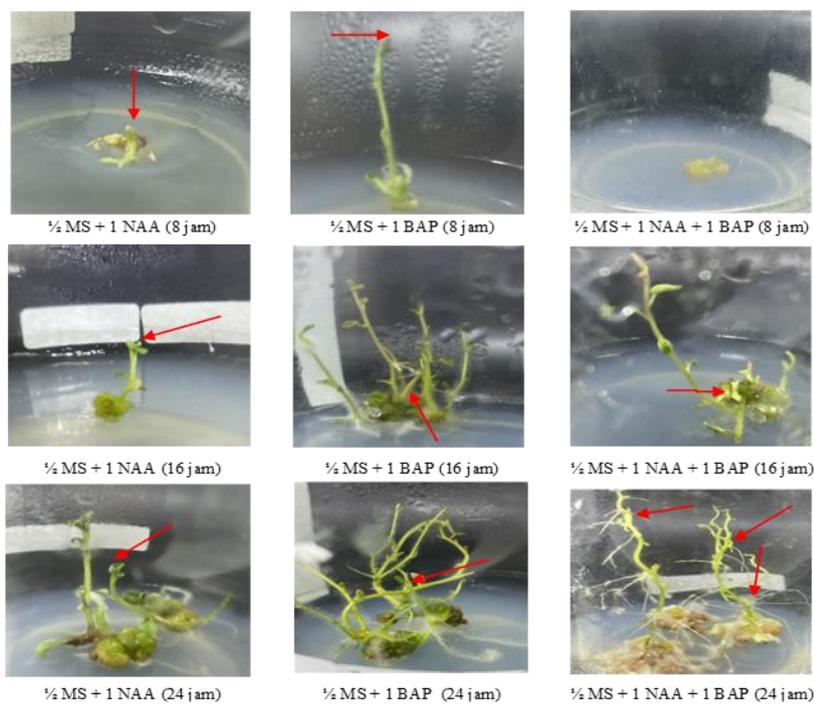
Hasil penelitian menunjukkan modifikasi media MS dan lama pencahayaan dapat mempengaruhi jumlah tunas (Tabel 5).

Tabel 5 menunjukkan media $\frac{1}{2}$ MS + 1 ppm BAP memberi rerata tertinggi yaitu 3,85 tunas. Hal ini disebabkan media yang menggunakan hormon BAP adalah hormon sitokinin yang dimana berfungsi untuk mempercepat pembentukan tunas dan metabolisme sel. Pemberian BAP saja dengan konsentrasi 1 mg mendapatkan hasil terbaik pada jumlah tunas, jumlah daun, jumlah buku, dan jumlah cabang yang banyak pada pengujian eksplan kentang (Lestari *et al.*, 2018). Kelompok lama pencahayaan 24 jam memberikan rerata jumlah tunas 3,25. Hal ini menunjukkan respon terbaik pada parameter jumlah tunas. Primadani dan Maghfoer (2016) menyatakan lama pencahayaan berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman, semakin lama tanaman disinari cahaya

maka semakin intensif proses fotosintesis yang mempengaruhi pertumbuhan tinggi tanaman.

Tabel 5. Rata-rata jumlah tunas eksplan kentang

Media	Lama Pencahayaan (jam)			Rerata
	8	16	24	
½ MS+1 ppm NAA	1,00	1,20	2,20	1,47
½ MS+1 ppm BAP	3,17	3,00	5,40	3,85
½ MS+1 ppm NAA+1 ppm BAP	0,00	2,25	2,14	1,46
Rerata	1,39	2,15	3,25	



Gambar 3. Tunas yang muncul pada setiap perlakuan

Jumlah Ruas

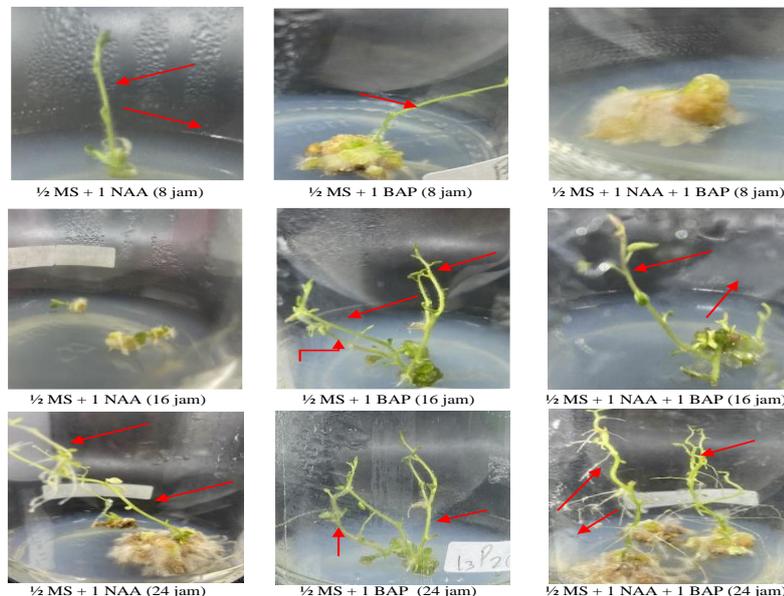
Hasil penelitian menunjukkan modifikasi media MS dan lama pencahayaan dapat mempengaruhi jumlah ruas (Tabel 6).

Tabel 6 menunjukkan media ½ MS + 1 ppm BAP memberikan rerata tertinggi yaitu 11,74 ruas. Hal ini karena hormon BAP yang termasuk dalam hormon sitokinin berpengaruh dalam pembentukan tunas dan metabolisme sel pada eksplan. Jika pembentukan tunas dan pembelahan sel dapat berlangsung dengan baik, ruas pada eksplan akan terus bertambah. Kelompok lama pencahayaan 24 jam memberikan rerata 13,89 ruas. Hasil tersebut merupakan hasil terbaik pada parameter jumlah ruas. Hal ini dikarenakan lama pencahayaan sangat berpengaruh dalam proses fotosintesis yang

bertujuan untuk pemanjangan sel dan penambahan ruas pada eksplan. Dalam penelitian (Primadani & Maghfoer, 2016) menyatakan dalam penelitiannya lama pencahayaan berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman, semakin lama cahaya diberikan pada tanaman semakin lama proses fotosintesis berlangsung dan berpengaruh terhadap pertumbuhan tinggi tanaman.

Tabel 6. Rata-rata jumlah ruas eksplan kentang

Media	Lama Pencahayaan (jam)			Rerata
	8	16	24	
½ MS+1 ppm NAA	1,00	2,00	13,2	5,40
½ MS+1 ppm BAP	8,33	9,14	17,75	11,74
½ MS+1 ppm NAA+1 ppm BAP	0,00	2,50	10,71	4,40
Rerata	3,11	4,55	13,89	



Gambar 6. Ruas yang terbentuk pada setiap perlakuan

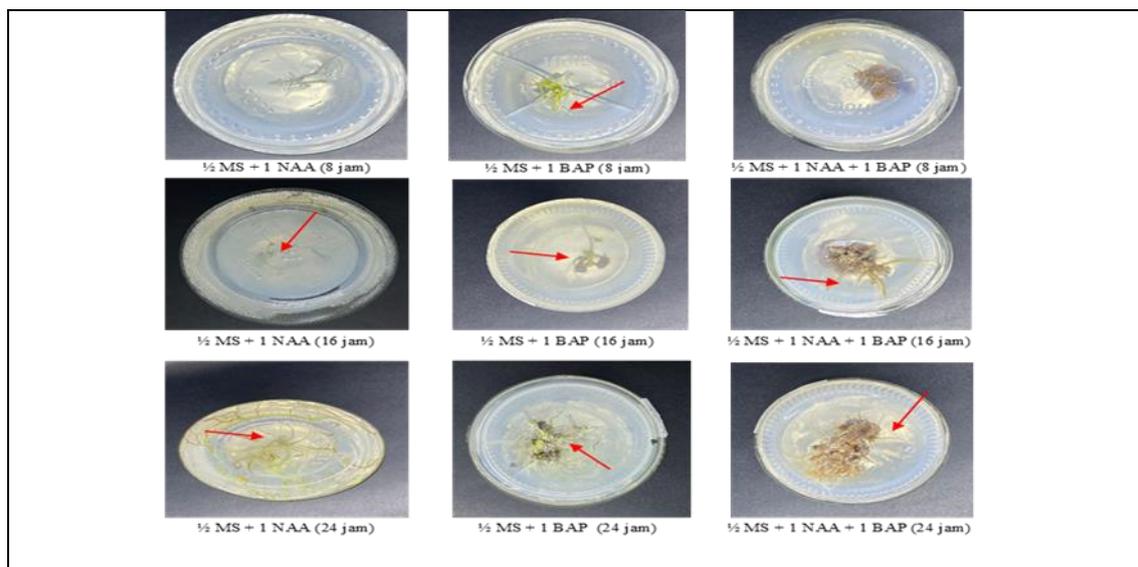
Jumlah akar

Hasil penelitian menunjukkan modifikasi media MS dan lama pencahayaan dapat mempengaruhi jumlah akar (Tabel 7).

Tabel 7. Rata-rata jumlah akar eksplan kentang

Media	Lama Pencahayaan (jam)			Rerata
	8	16	24	
½ MS+1 ppm NAA	0,00	2,00	22,00	8,00
½ MS+1 ppm BAP	1,00	3,80	9,25	4,68
½ MS+1 ppm NAA+1 ppm BAP	0,00	1,00	14,63	5,21
Rerata	0,33	2,27	15,29	

Pada Tabel 7, kombinasi media $\frac{1}{2}$ MS + 1 ppm NAA menunjukkan nilai rata-rata jumlah akar 8,00. Hal ini menunjukkan rerata terbaik pada parameter jumlah akar. Hal ini diduga pemberian hormon 1 ppm NAA pada media membuat eksplan mengalami oksidasi lebih cepat dalam pembentukan akar. Pemberian hormon auksin pada media mempercepat penambahan panjang akar tanaman *I. aquatica* Forssk tetapi dengan hormon auksin jenis tertentu dengan konsentrasi tertentu (Putra dan Shofi, 2015). Kelompok dengan lama pencahayaan 24 jam memberikan hasil rerata jumlah akar 15,59 yang menunjukkan hasil terbaik pada rata-rata jumlah akar. Hasil ini berbeda dengan penelitian sebelumnya pada penelitian Rosliana *cit* Aulia *et al.*, (2019) menyatakan ketika tanaman tidak terkena sinar matahari, tanaman menghasilkan hormon auksin dalam jumlah besar, yang dapat menyebabkan sel tanaman lebih cepat memanjang. Hormon auksin merupakan hormon yang memacu pertumbuhan akar. Hal ini juga didukung Putra *et al.*, (2016) pada penelitiannya bahwa sumber cahaya dan durasi cahaya tidak memiliki yang signifikan terhadap berat kering akar bibit kelapa sawit di pre nursery.



Gambar 4. Akar yang terbentuk pada setiap perlakuan

Berat Kalus

Hasil penelitian menunjukkan modifikasi media MS dan lama pencahayaan dapat mempengaruhi berat kalus (Tabel 8).

Tabel 8. Rata-rata berat kalus eksplan kentang (g)

Media	Lama Pencahayaan (jam)			Rerata
	8	16	24	

½ MS+1 ppm NAA	0,78 bc	0,05 c	2,00 a	1,01
½ MS+1 ppm BAP	0,09 c	0,15 c	0,47 c	0,24
½ MS+1 ppm NAA+1 ppm BAP	1,23 b	0,37 c	2,04 a	1,21
Rerata	0,70	0,19	1,57	(+)

Keterangan : Angka rerata yang diikuti huruf yang sama dalam kolom maupun baris menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT dengan jenjang 5 %.

(+) : Menunjukkan interaksi nyata.

Hasil analisis menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan media ½ MS + 1 ppm NAA + 1 BAP dengan lama pencahayaan 24 jam memberikan hasil terbaik pada parameter berat kalus. Hal ini diduga hormon auksin dan sitokinin yang memiliki rasio 1:1 dapat melakukan pembelahan sel dan pemanjangan sel dapat terjadi secara sempurna pada lama penyinaran 24 jam. Pada penelitian (Kristanti *et al.*, 2013) menyatakan lama pencahayaan secara tidak langsung selama 24 jam merupakan salah satu faktor yang diperlukan untuk pembelahan sel yang kemudian membentuk kalus. konsentrasi sitokinin (BA) dan lama pencahayaan merupakan faktor yang mempengaruhi regenerasi tunas dari kalus kedelai. Selain itu hormon sitokinin dan auksin berpengaruh terhadap berat kalus ekplan kentang. Pada penelitian (Prashariska *et al.*, 2021) mengungkapkan auksin dan sitokinin bekerja bersamaan dan mempengaruhi osmosis air, pembesaran sel dan pembelahan sel. Semakin optimal penggunaan auksin dan sitokinin maka bobot basah kalus semakin tinggi. Hal ini disebabkan meningkatnya kemampuan kalus untuk menyerap air.



Gambar 8. Berat Kalus.

SIMPULAN

Modifikasi media MS dilengkapi dengan hormon NAA dan BAP dapat mempengaruhi pertumbuhan eksplan tanaman kentang. Penambahan hormon 1 ppm NAA

dan 1 ppm BAP baik tunggal maupun bersamaan pada media MS dapat mempengaruhi waktu muncul tunas, tinggi tanaman/planlet, jumlah tunas, jumlah ruas, jumlah akar dan berat kalus eksplan kentang. Lama pencahayaan dapat mempengaruhi pertumbuhan eksplan tanaman kentang. Lama pencahayaan 24 jam dapat mempengaruhi waktu muncul tunas, jumlah tunas, tinggi tanaman/planlet, jumlah ruas, jumlah akar dan berat kalus eksplan kentang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada seluruh Tim Laboratorium Kultur Jaringan Instiper yang telah mendukung penelitian ini terlaksana.

DAFTAR PUSTAKA

- Aulia, S., Ansar, A., & Putra, G. M. D. (2019). Pengaruh Intensitas Cahaya Lampu dan Lama Pencahayaan Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kangkung (*Ipomea reptans* Poir) Pada Sistem Hirdoponik Indoor. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian Dan Biosistem*, 7(1), 43–51. <https://doi.org/10.29303/jrpb.v7i1.100>
- Fauzy, E., Mansyur, & Husni, A. (2016). Pengaruh Penggunaan Media Murashoge dan Skoog (Ms) dan Vitamin terhadap Tekstur, Warna dan Berat Kalus Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*) CV. Hawaii Pasca Radiasi Sinar Gamma pada Dosis LD50 (In Vitro). *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Kajardi, A. (2016). Kultur Jaringan dan Mikropropagasi Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L). *Balai Penelitian Tanaman Sayuran*, 008(008), 1–10. <http://balitsa.litbang.pertanian.go.id/ind/images/Iptek Sayuran/08.pdf>
- Kristanti, I., Habibah, N. A., & Herlina, L. (2013). Optimasi Konsentrasi 2,4-D, Ba, dan Lama Pencahayaan untuk Memacu Regenerasi Tunas dari Kalus Kedelai. *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*, 5(1), 50–57.
- Lestari, F. W., Suminar, E., & Mubarak, S. (2018). Pengujian berbagai eksplan kentang (*Solanum tuberosum* L.) dengan penggunaan konsentrasi BAP dan NAA yang berbeda. *Jurnal Agro*, 5(1), 66–75. <https://doi.org/10.15575/1348>
- Nurhanis, eka stefani., Wulandari, S. R., & Suryanti, R. (2019). Kolerasi Konsentrasi IAA dan BAP Terhadap Pertumbuhan Kultur Jaringan Sengon (*Paraserianthes falcataria*). *Jurnal Hutan Lestari*, 7(2), 857–867.
- Prashariska, K., Pitoyo, A., & Solichatun, S. (2021). Pengaruh Indole-3-Acetic Acid (IAA) dan Benzyl Amino Purine (BAP) Terhadap Induksi Kalus Kamilen (*Matricaria chamomilla* L.). *Innofarm: Jurnal Inovasi Pertanian*, 23(2), 104–114. <https://doi.org/10.33061/innofarm.v23i2.5916>
- Pratiwi, revina syahdewi. (2015). Pengaruh Lama Pencahayaan Dan Komposisi Media Terhadap Mikropropagasi Tanaman Karet (*Hevea Brasiliensis* Muell. Arg.). *Agroekoteknologi*, 4(1), 1762–1767. <https://doi.org/10.32734/jaet.v4i1.12347>

- Primadani, R., & Maghfoer, dawam moch. (2016). Pengaruh Sinar Lampu Florescent dan Lama Pencahayaan Terhadap Pertumbuhan Bibit Nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr.). *Jurnal Produksi Tanaman*. <http://repository.ub.ac.id/id/eprint/131604>
- Putra, D. Y. A., Wirianata, H., & Wijayani, S. (2016). Pengaruh Lama Dan Intensitas Cahaya Lampu Buatan Terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit Di Pre Nursery. *Jurnal Agromast*, 1(2).
- Putra, R. R., & Shofi, M. (2015). Influence Of Napthalene Acetic Acid For Root Initiation Of Water Spinach (*Ipomoea aquatica* Forssk.). *Jurnal Wiyata*, 2(2), 108–113.
- Putri, A. B. S., Hajrah, Armita, D., & Tambunan, I. R. (2021). Teknik kultur jaringan untuk perbanyak dan konservasi tanaman kentang (*Solanum tuberosum*L.) secara in vitro. *Jurnal Mahasiswa Biologi*, 1(2), 69–76.
- Ramírez-Mosqueda, M. A., Iglesias-Andreu, L. G., & Luna-Sánchez, I. J. (2017). Light quality affects growth and development of in vitro plantlet of *Vanilla planifolia* Jacks. *South African Journal of Botany*, 109, 288–293. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2017.01.205>
- Setyorini, T. (2021). Respon pertumbuhan eksplan stek mikro kentang pada media MS dengan penambahan NAA dan BAP. *Agritech*, XXIII(1), 1411–1063.
- Sudrajad, H., Suharto, D., & Fauzi. (2015). Pengaruh BAP dan NAA Terhadap Eksplan Pegagan (*Centella asiatica* (L.) Urb.). *Jurnal Agrovigor*, 8(1), 26–31.
- Yuniardi, F. (2020). Aplikasi Dimmer Switch pada Rak Kultur Sebagai Pengatur Kebutuhan Intesitas Cahaya Optimum Bagi TanamanIn Vitro. *Indonesian Journal of Laboratory*, 1(4), 8. <https://doi.org/10.22146/ijl.v1i4.52991>