

**PERBANYAKAN DAN PEMBENTUKAN UMBI MIKRO KENTANG  
(*Solanum tuberosum* L.) SECARA IN VITRO PADA MODIFIKASI KOMPOSISI  
MEDIA MS DAN SUKROSA**

***In Vitro Propagation and Microtuber Formation of Potato (*Solanum tuberosum* L.)  
on Modification of MS Medium and Sucrose***

**Aulia Nurul Hidayati<sup>1</sup>, Titin Setyorini<sup>1\*</sup>, Achmad Himawan<sup>1</sup>**

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian STIPER  
Jl. Nangka II, Maguwo, Depok, Sleman, Yogyakarta, Indonesia

Alamat korespondensi: [titin@instiperjogja.ac.id](mailto:titin@instiperjogja.ac.id)

**ABSTRAK**

Permintaan kentang terus meningkat sejalan dengan bertambahnya jumlah penduduk setiap tahun. Produksi kentang tidak dapat konsisten memenuhi permintaan tersebut karena masalah penggunaan bibit kentang. Umbi mikro kentang merupakan strategi untuk memperoleh bahan tanam yang berkualitas yang terhindar dari penyakit. Kultur jaringan merupakan teknik untuk menghasilkan umbi mikro. Media merupakan faktor penting penentu keberhasilan kultur jaringan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh modifikasi media MS dan sukrosa terhadap pertumbuhan tunas dan pembentukan umbi mikro kentang. Penelitian dilakukan di Laboratorium Kultur Jaringan Institut Pertanian STIPER Yogyakarta pada bulan Maret – Juli 2022. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dua faktor. Faktor pertama adalah modifikasi media MS yang terdiri atas tiga aras yaitu MS 1 (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> 20 ml + KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 10 ml), MS 2 (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> 10 ml + KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 20 ml), dan MS 3 (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> 5 ml + KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 40 ml). Faktor kedua adalah konsentrasi sukrosa yang terdiri dari tiga aras yaitu S1 (30 g), S2 (40 g) dan S3 (50 g) serta pemberian hormon BAP sebanyak 3,4 ppm/L. Hasil penelitian berupa data kuantitatif disajikan dalam bentuk excel, sedangkan data kualitatif disajikan secara deskriptif dan dilengkapi dengan gambar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan MS 1 (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> 20 ml + KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 10 ml) dan pemberian sukrosa 40 g berpengaruh pada parameter jumlah akar, jumlah ruas dan jumlah umbi mikro kentang. Perlakuan modifikasi komposisi media MS memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan tunas (jumlah akar, tinggi tanaman dan jumlah ruas) dan pengaruh pada berat umbi mikro. Perlakuan modifikasi sukrosa 40 g memberikan pengaruh terbaik pada parameter jumlah tunas, jumlah akar, jumlah ruas dan jumlah umbi mikro yang terbentuk.

Kata kunci : BAP, kultur jaringan, modifikasi media MS, sukrosa, umbi mikro kentang ,

**ABSTRACT**

*The demand for potatoes continues to increase in line with the increase in population each year. Potato production cannot consistently meet this demand due to problems using potato seeds. Potato micro tubers are a strategy to obtain quality planting material that avoids seed disease. Tissue culture is a technique for producing micro tubers. Media is an essential factor determining the success of tissue culture. This study aimed to determine the effect of modified MS media and sucrose on shoot growth and potato micro tuber formation. The study was conducted at the Tissue Culture Laboratory, STIPER Yogyakarta Agricultural Institute from March to July 2022. This study used a two-factor completely randomized design (CRD). The first factor was the modification of the MS media which consisted of three levels, namely MS 1 (20 ml NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> + 10 ml KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>), MS 2 (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> 10 ml + 20 ml KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>), and MS 3 (5 ml NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> + 40 ml KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>). The second factor was the concentration of sucrose which consisted of three levels, namely S1 (30 g), S2 (40 g), and S3 (50 g), and the administration of BAP hormone as much as 3.4 ppm/L. The research results are in the form of quantitative data presented in excel form, while the qualitative data are presented descriptively and accompanied by pictures. The results showed that the MS 1 treatment (20 ml NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> + 10 ml KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>) and 40 g sucrose had the best effect on the parameters of the number of roots, number of internodes, and number of potato micro tubers. Modification treatment of MS media composition had the best effect on shoot growth (number of roots, plant height, and number of internodes) and effect on micro tuber weight. Modified treatment of 40 g sucrose gave the best product of the number of shoots, the number of roots, the number of internodes, and the number of micro tubers formed.*

*Keywords: BAP, modification of MS medium, potato micro tuber, plant tissue culture, sucrose.*

## PENDAHULUAN

Tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.) merupakan salah satu jenis komoditas tanaman hortikultura yang diambil manfaat pada bagian umbinya. Umbi kentang telah dikenal menjadi sumber karbohidrat, vitamin, mineral dan protein yang baik serta relatif murah (Diwa et al., 2015). Kebutuhan umbi kentang terus melonjak setiap tahun sebanding dengan bertambahnya jumlah penduduk serta kesadaran masyarakat tentang pentingnya pemenuhan gizi bagi kesehatan dan juga berkembangnya industri yang membutuhkan bahan baku berupa kentang (Furnawanthi et al., 2017). Pada kenyataannya permintaan yang ada tidak diimbangi dengan penawaran kentang di pasaran. Hal tersebut dilaporkan oleh Badan Pusat Statistik (2020) bahwa nilai produksi kentang sangat berfluktuatif dari tahun ke tahun dimana pada tahun 2018 produksi kentang mencapai 1.386.000 ton, tahun 2019 sebesar 1.445.000 ton namun pada tahun 2020 mengalami kemerosotan menjadi sebesar 1.262.000 ton. Rendahnya produksi tanaman kentang tersebut salah satunya disebabkan oleh masalah penyediaan bibit yang terbatas dan berkualitas rendah. Hal ini dikarenakan petani kentang di Indonesia cenderung masih menggunakan teknik konvensional yang menggunakan bibit kentang hasil panen sebelumnya sebagai bahan tanam.

Kelemahan penggunaan umbi kentang yaitu memiliki tingkat multiplikasi yang rendah dan rentan terhadap penyakit (Mohapatra & Batra, 2017).

Salah satu alternatif pengadaan bibit adalah dengan teknik kultur jaringan. Perbanyak tanaman melalui teknik kultur jaringan memiliki berbagai kelebihan yaitu dapat dihasilkan bibit dengan kuantitas banyak dalam waktu relatif singkat sehingga lebih ekonomis (Setiawati et al., 2018). Keberhasilan teknik kultur jaringan dipengaruhi oleh faktor media yang digunakan. Suryowinoto *cit* Larekeng (2012) menyatakan bahwa modifikasi lingkungan tumbuh (media) dapat secara efektif mempercepat pertumbuhan tanaman hasil kultur jaringan. Umbi mikro merupakan solusi pengadaan bibit kentang yang diperoleh melalui teknik kultur jaringan. Keuntungan memiliki karakteristik morfologi dan biokimia yang sama dengan umbi kentang normal sehingga dihasilkan tanaman yang seragam dengan umur panen yang sama serta kemudahan dalam proses penanaman karena dapat langsung ditaburkan pada tanah karena ukuran dan berat umbi mikro yang tergolong kecil (Shukla & Joshi, 2018). Kebutuhan bahan tanam (umbi) untuk penanaman di lahan menggunakan umbi mikro hanya sebanyak 4 – 5 kg/Ha saja sedangkan dengan umbi secara umum diperlukan 1- 2 ton/Ha.

Pembentukan umbi mikro dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu media yang digunakan (nutrisi anorganik), lingkungan kultur (suhu dan lama pencahayaan), konsentrasi sukrosa dan zat pengatur tumbuh (Emaraa et al., 2017; Shukla & Joshi, 2018). Media Murashige dan Skoog (MS) merupakan media yang umum digunakan dalam kultur jaringan karena memiliki kandungan unsur hara relatif lengkap yang dibutuhkan oleh tanaman seperti nitrogen, fosfor, potasium, kalsium, magnesium dan fosfor. Penelitian yang dilakukan oleh Rudyanto et al., (2015) membuktikan modifikasi hara makro dengan pengurangan kandungan nitrogen serta peningkatan fosfor dapat mempengaruhi pertumbuhan tunas serta pembentukan umbi mikro Taka secara in vitro. Untuk pembentukan umbi mikro kentang dengan memodifikasi hara makro pada media MS belum banyak diteliti. Konsentrasi sukrosa berbeda yang ditambahkan pada media kultur juga dapat mempengaruhi produksi umbi mikro pada tanaman kentang (Emaraa et al., 2017). Penelitian terkait modifikasi media MS dan sukrosa untuk pembentukan umbi mikro kentang telah dilakukan oleh beberapa penelitian baik secara terpisah maupun mengombinasikannya dengan zat pengatur tumbuh. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh kombinasi antara modifikasi media MS (pengurangan dan

penambahan konsentrasi nutrisi anorganik seperti nitrogen dan fosfor) dan sukrosa yang ditambahkan pada media kultur sehingga dihasilkan media yang sesuai bagi eksplan kentang untuk dapat tumbuh dan berkembang menghasilkan umbi mikro.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kultur Jaringan Institut Pertanian STIPER Yogyakarta. Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah media MS, zat pengatur tumbuh *Benzylaminopurine* (BAP), aquades steril, agar-agar teknis, gula, NaOH 1 N, HCl 1 N, alkohol 70%. Eksplan yang digunakan adalah stek mikro kentang varietas Medians. Media MS yang digunakan dalam penelitian ini dibuat dalam beberapa larutan stok seperti tercantum pada Tabel 1.

Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan dua faktor yang diujikan. Faktor pertama yaitu kombinasi konsentrasi hara makro media MS yang terdiri dari 3 aras yaitu M1 = MS (Kontrol) dengan 20 mg/l  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  dan 10 mg/l  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ; M2 = MS dengan 10 mg/l  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  dan 20 mg/l  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ; M3 = MS dengan kandungan 5 mg/l  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  dan kandungan 40 mg/l  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ . Media MS (M1) dijadikan kontrol karena merupakan konsentrasi yang secara umum digunakan atau tidak dimodifikasi.

Tabel 1. Komposisi media MS yang digunakan dalam penelitian

No.	Stok	Bahan Kimia	Konsentrasi dalam media MS (mg/Liter)	Kebutuhan dalam media (ml/L)
1.	A	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	1.650	20
2.	B	KNO <sub>3</sub>	1.900	20
3.	C	CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	440	10
4.	D	MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	370	10
		KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	170	
5.	E	FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	27,8	5
		Na <sub>2</sub> EDTA	37,3	
6	F	MnSO <sub>4</sub> .4H <sub>2</sub> O	22,3	5
		ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	8,6	
		H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	6,2	
		KI	0,83	
		CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O	0,025	
		Na <sub>2</sub> MO.2H <sub>2</sub> O	0,25	
		COCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	0,025	
7.	G	Thiamin-HCl	0,1	1
		Nicotinic Acid	0,5	
		Pyridoxin-HCl	0,5	
8.	H	Myo-inositol	10	100

Perlakuan kedua yaitu kombinasi sukrosa (gula) yang terdiri dari 3 aras yaitu 30 gram/L (S1, kontrol); 40 gram/L (S2); 50 gram/L (S3). Dari kedua perlakuan tersebut diperoleh 9 kombinasi perlakuan.

Penelitian dilaksanakan dengan tahapan persiapan, pelaksanaan dan pengamatan. Tahap pertama adalah mempersiapkan semua alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian. Tahapan kedua adalah pelaksanaan yang terdiri dari sterilisasi alat dan bahan, pembuatan larutan stok media MS, pembuatan media MS sesuai dengan perlakuan terutama dengan memodifikasi konsentrasi stok A dan stok D, penanaman eksplan dan pemeliharaan. Zat pengatur tumbuh yang ditambahkan pada media kultur adalah BAP dengan konsentrasi 3,4 ppm. Tahap ketiga

yaitu pengamatan yang dilakukan selama 11 minggu untuk parameter waktu muncul tunas, jumlah tunas, waktu muncul akar, jumlah akar, tinggi tanaman, jumlah ruas. Untuk parameter waktu muncul umbi mikro, jumlah umbi mikro yang terbentuk dan berat umbi mikro dilakukan pada minggu 19 setelah penanaman.

Sampel yang digunakan dalam penelitian beberapa mengalami kontaminasi dan mati sehingga banyak perlakuan yang memiliki ulangan yang tidak lengkap sehingga data tidak dapat dianalisis menggunakan sidik ragam karena memiliki koefisien keragaman yang sangat besar (>50%). Dengan demikian, data penelitian kuantitatif ditabulasi dan dianalisis reratanya menggunakan Microsoft Excel sedangkan data kualitatif

disajikan dalam bentuk gambar dan dijelaskan secara deskriptif.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

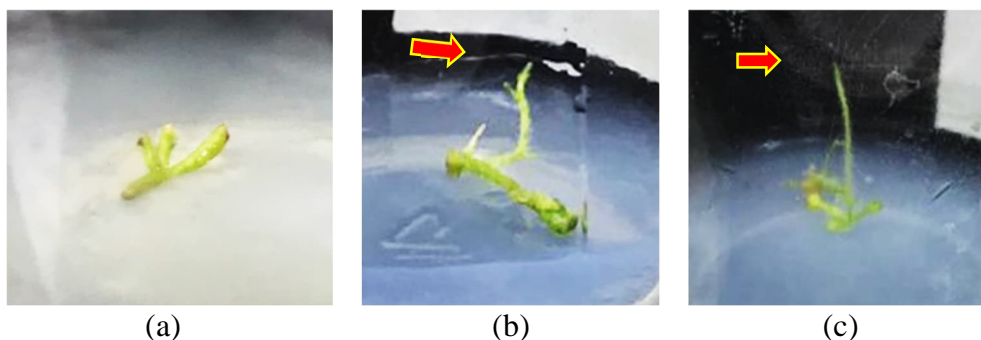
### Waktu Muncul Tunas

Pada Tabel 2 dapat diketahui tunas tercepat muncul pada 1,60 minggu setelah tanam terdapat perlakuan modifikasi media MS 2 ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$  10 ml +  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  20 ml) dan MS 3 ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$  5 ml +  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  40 ml). Hal ini membuktikan bahwa modifikasi media MS dengan pengurangan unsur nitrogen dan peningkatan unsur fosfor dapat mempercepat munculnya tunas pada eksplan kentang. Selain itu diduga peran unsur fosfor sebagai salah satu penyusun ATP (*Adenosin Trifosfat*) sebagai sumber energi tinggi bagi tanaman. Peran ATP sebagai sumber energi ini dibutuhkan tanaman untuk dapat melakukan proses

metabolisme secara optimum (Ginting, 2014), sehingga dapat disimpulkan bawa konsentrasi fosfor sebanyak 20 ml telah memenuhi kebutuhan energi tanaman sehingga dapat memacu proses metabolisme eksplan yang merangsang pertumbuhan tunas kentang. Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Rudyanto et al., (2015) bahwa penambahan unsur  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  dengan konsentrasi 340 mg/l berpengaruh terhadap pertumbuhan tunas *Gloxinia speciose* dan perlu diketahui takaran normal unsur P yang dipakai sebelumnya adalah unsur  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  dengan konsentrasi 170 mg/l. Pengaruh modifikasi komposisi media MS terhadap waktu muncul tunas eksplan kentang pada umur 2 MST ditunjukkan pada Gambar 1.

Tabel 2. Waktu muncul tunas eksplan kentang (Minggu)

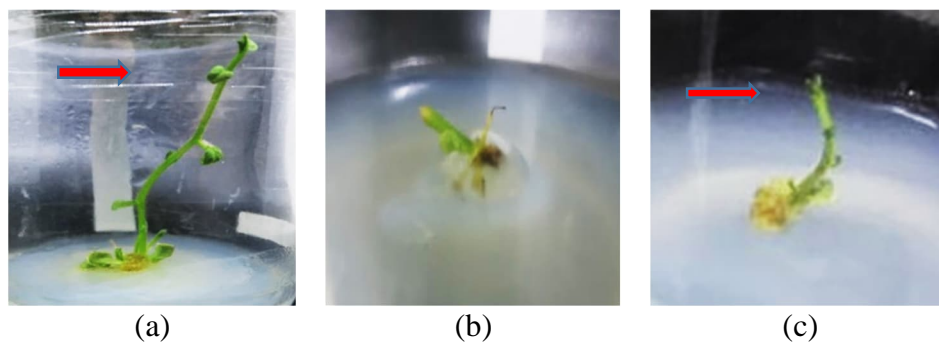
Media	Sukrosa (g)			Rerata
	30	40	50	
MS 1 ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ 20 ml + $\text{KH}_2\text{PO}_4$ 10 ml)	1,20	2,20	1,60	1,67
MS 2 ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ 10 ml + $\text{KH}_2\text{PO}_4$ 20 ml)	1,60	1,80	1,40	1,60
MS 3 ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ 5 ml + $\text{KH}_2\text{PO}_4$ 40 ml)	1,80	1,60	1,40	1,60
Rerata	1,53	1,87	1,47	



Gambar 1. Perkembangan tunas eksplan kentang pada perlakuan modifikasi media MS. (a) MS 1 =  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  20 ml +  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  10 ml (belum muncul tunas), (b) MS 2 =  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  10 ml +  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  20 ml dan (c) MS 3 =  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  5 ml +  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  40 ml.

Perlakuan pemberian sukrosa terbaik dalam memunculkan tunas tercepat adalah pada aplikasi sukrosa sebanyak 50 g. Hal ini diduga pemberian sukrosa sebanyak 50 g merupakan konsentrasi yang optimal dalam pemunculan tunas tercepat. Suatu medium dengan konsentrasi tinggi berarti terdapat banyak molekul, sehingga arah pergerakan difusi adalah ke tempat yang tidak terdapat

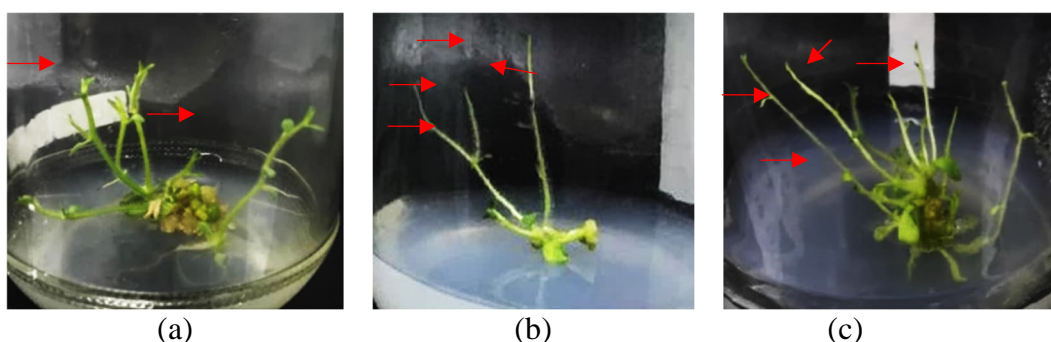
molekul atau tempat yang konsentrasinya rendah (jaringan tanaman). Sehingga nutrisi pada media dapat terserap oleh jaringan tanaman dengan segera dan sebagai sumber energi eksplan untuk melakukan sistem metabolisme (Ulfa, 2014). Pengaruh modifikasi konsentrasi sukrosa terhadap waktu muncul tunas pada minggu ke-2 ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Perkembangan tunas eksplan kentang pada modifikasi konsentrasi sukrosa. (a) Sukrosa 30 g, (b) Sukrosa 40 g, (c) Sukrosa 50 g.

Tabel 3. Jumlah tunas eksplan kentang

Media	Sukrosa (g)			Rerata
	30	40	50	
MS 1 (NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> 20 ml + KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> 10 ml)	3,28	9,43	3,86	5,52
MS 2 (NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> 10 ml + KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> 20 ml)	2,00	6,86	3,57	4,14
MS 3 (NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> 5 ml + KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> 40 ml)	8,00	6,00	2,71	5,57
Rerata	4,43	7,43	3,38	



Gambar 3. Jumlah tunas eksplan kentang pada modifikasi komposisi media MS. (a) MS 1 (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> 20 ml + KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 10 ml), (b) MS 2 (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> 10 ml + KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 20 ml) dan (c) MS 3 (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> 5 ml + KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 40 ml).

### Jumlah Tunas

Pada Tabel 3 dapat diketahui jumlah tunas terbanyak terdapat pada modifikasi MS 3 ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$  5 ml +  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  40 ml) yang menghasilkan tunas sebanyak 5,57 buah dan pemberian sukrosa sebanyak 40 g yang dapat menghasilkan tunas sebanyak 7,43 tunas. Hal ini diduga konsentrasi unsur fosfor sebanyak 40 ml dan konsentrasi sukrosa sebanyak 40 g merupakan perlakuan yang optimal dalam memacu pertumbuhan tunas. Sukrosa sebanyak 50 g memberikan hasil paling rendah hal ini sesuai dengan pendapat Zidni et al., (2022) yang menyatakan bahwa aplikasi sukrosa dengan konsentrasi tinggi dapat membuat media menjadi hipertonis karena zat terlarut yang lebih tinggi sehingga potensial osmotik lingkungan (media) menurun dan menyebabkan perpindahan molekul air dari dalam sel ke luar sel (ke lingkungan) atau plasmolisis sehingga unsur hara yang terkandung dalam media sulit diserap eksplan. Pengaruh modifikasi media MS

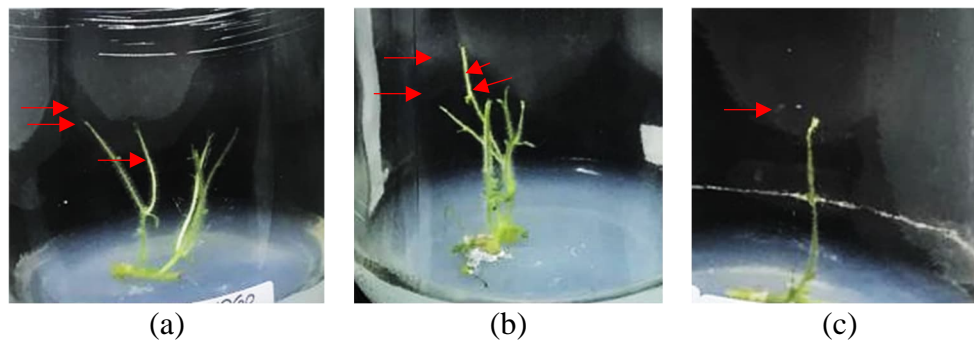
terhadap jumlah tunas eksplan kentang ditunjukkan pada Gambar 3.

### Waktu Muncul Akar

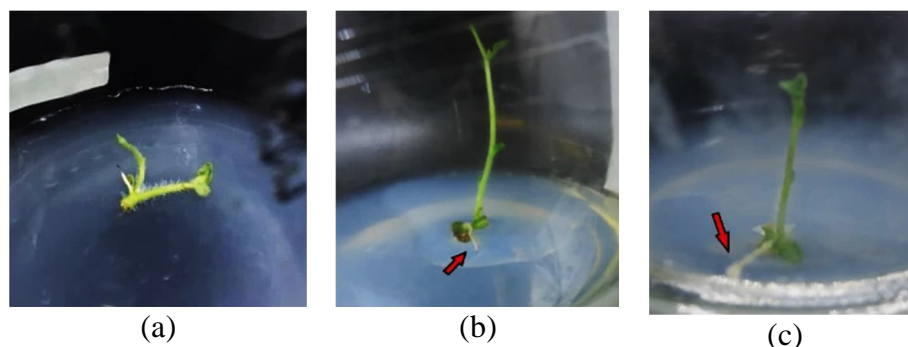
Pada Tabel 4 dapat diketahui akar muncul tercepat diperoleh pada perlakuan modifikasi MS 3 ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$  5 ml +  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  40 ml) yaitu pada 0,82 MST dan juga pemberian sukrosa sebanyak 30 g pada 0,63 MST. Hal ini diduga konsentrasi unsur fosfor sebanyak 40 ml dan konsentrasi sukrosa sebanyak 30 g merupakan perlakuan yang optimal dalam memacu pertumbuhan akar tercepat. (Pierik cit Hapsari et al., 2015) menyatakan bahwa pertumbuhan dan perkembangan tanaman dipercepat dengan meningkatnya konsentrasi sukrosa hingga mencapai optimum dan menurun pada konsentrasi tinggi karena berpengaruh terhadap osmotik potensial sel. Pengaruh modifikasi konsentrasi sukrosa terhadap jumlah tunas eksplan kentang ditunjukkan pada Gambar 4. Pengaruh modifikasi media MS dan sukrosa terhadap pembentukan akar dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.

Tabel 4. Waktu muncul akar (Minggu)

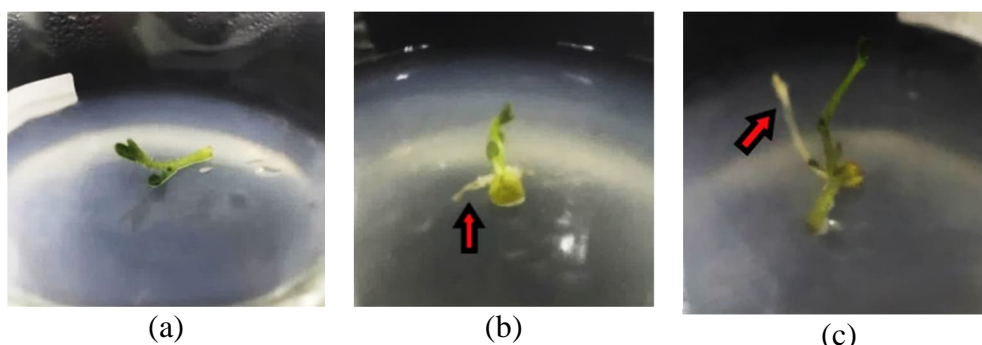
Media	Sukrosa (g)			Rerata
	30	40	50	
MS 1 ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ 20 ml + $\text{KH}_2\text{PO}_4$ 10 ml)	1,22	3,22	2,670	2,37
MS 2 ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ 10 ml + $\text{KH}_2\text{PO}_4$ 20 ml)	0,44	1,44	1,56	1,15
MS 3 ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ 5 ml + $\text{KH}_2\text{PO}_4$ 40 ml)	0,22	1,11	1,11	0,82
Rerata	0,63	1,92	1,78	



Gambar 4. Jumlah tunas eksplan kentang pada modifikasi konsentrasi sukrosa. (a) Sukrosa 30 g, (b) Sukrosa 40 g, (c) Sukrosa 50 g.



Gambar 5. Perkembangan akar eksplan kentang pada modifikasi komposisi media MS pada 2 MST. (a) MS 1 ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$  20 ml +  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  10 ml), (b) MS 2 ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$  10 ml +  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  20 ml), dan (c) MS 3 ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$  5 ml +  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  40 ml).



Gambar 6. Perkembangan akar eksplan kentang pada modifikasi konsentrasi sukrosa. (a) Sukrosa 30 g, (b) Sukrosa 40 g, dan (c) Sukrosa 50 g.

### Jumlah Akar

Pada Tabel 5 dapat diketahui jumlah akar terbanyak diperoleh pada perlakuan modifikasi MS 1 ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$  20 ml +  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  10 ml) sebanyak 8,93 akar dan juga pemberian sukrosa sebanyak 40 g yang menghasilkan akar sebanyak 6,40 akar. Hal ini diduga media MS dengan takaran

normal sudah mampu mencukupi kebutuhan nutrisi eksplan untuk memacu pertumbuhan akar. Hal ini dikarenakan adanya unsur nitrogen yang berperan dalam pembentukan klorofil sebagai bahan fotosintesis yang nantinya akan berpengaruh pada proses metabolisme eksplan sehingga dapat merangsang



pertumbuhan akar. Organ akar menjadi salah satu bagian dari planlet yaitu tanaman yang dihasilkan dari regenerasi dalam kultur jaringan atau dikenal dengan tanaman mini karena memiliki akar, batang dan daun (Sumaryono & Sinta, 2011). Perlakuan sukrosa sebanyak 30 g merupakan perlakuan yang optimal dalam memacu pertumbuhan akar tercepat. Hal ini didukung dengan hasil penelitian sebelumnya pada komoditas anggrek yang dilakukan oleh Zahara et al., (2017) pada komoditas anggrek dimana penambahan konsentrasi sukrosa sebanyak 40 g/L pada media kultur anggrek merupakan aplikasi sukrosa yang optimal dapat menginisiasi jumlah akar terbanyak yaitu 7,75 buah.

#### Tinggi Tanaman (cm)

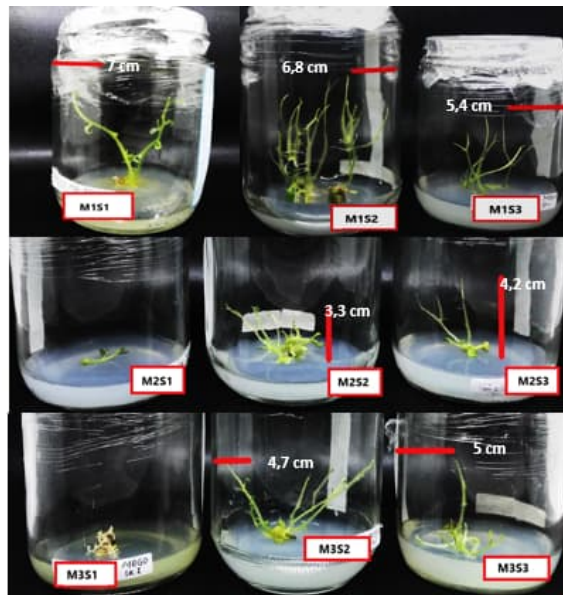
Pada Tabel 6 dapat diketahui eksplan tertinggi dicapai dengan perlakuan Tabel 5. Jumlah akar eksplan kentang

Media	Sukrosa (g)			Rerata
	30	40	50	
MS 1 (NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> 20 ml + KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> 10 ml)	5,40	11,40	10,00	8,93
MS 2 (NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> 10 ml + KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> 20 ml)	3,80	3,40	4,80	4,00
MS 3 (NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> 5 ml + KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> 40 ml)	5,00	4,40	3,80	4,40
Rerata	4,73	6,40	6,20	

Tabel 6. Tinggi tanaman (cm)

Media	Sukrosa (g)			Rerata
	30	40	50	
MS 1 (NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> 20 ml + KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> 10 ml)	3,05	3,78	4,33	3,72
MS 2 (NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> 20 ml + KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> 10 ml)	2,01	3,35	3,85	3,07
MS 3 (NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> 5 ml + KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> 40 ml)	3,58	2,78	2,91	3,09
Rerata	2,88	3,30	3,70	

modifikasi MS 1 (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> 20 ml + KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 10 ml) setinggi 3,72 cm dan juga pemberian sukrosa sebanyak 50 g yang menghasilkan tinggi tanaman setinggi 3,70 cm. Hal ini diduga media MS dengan takaran normal memiliki takaran nutrisi yang sesuai bagi eksplan untuk pertumbuhan vegetatif eksplan terutama pada pertumbuhan tinggi. Perlakuan sukrosa sebanyak 50 g merupakan perlakuan yang optimal dalam memacu pertumbuhan tinggi eksplan kentang. Tinggi planlet juga dipengaruhi oleh jumlah tunas yang terbentuk. Semakin banyak tunas yang terbentuk maka semakin rendah tinggi planlet begitu juga sebaliknya (Ramesh & Ramassamy, 2014). Pengaruh modifikasi komposisi media MS dan sukrosa terhadap tinggi tanaman eksplan kentang ditunjukkan pada Gambar 7.

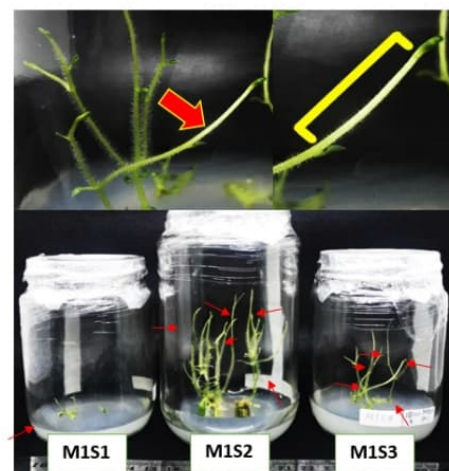


Gambar 7. Tinggi tanaman eksplan kentang (cm). M1 =  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  20 ml +  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  10 ml, S1 = sukrosa 30 g, M2 =  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  10 ml +  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  20 ml, S2 = sukrosa 40 g, M3 =  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  5 ml +  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  40 ml dan S3 = sukrosa 50 g.

### Jumlah Ruas

Pada Tabel 7 dapat diketahui jumlah ruas batang eksplan kentang terbanyak diperoleh dengan modifikasi media MS 1 ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$  20 ml +  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  10 ml) sebanyak 15,20 ruas dan juga pemberian sukrosa sebanyak 40 g yang menghasilkan jumlah ruas sebanyak 15,53 ruas. Hal ini diduga media MS dengan takaran normal memiliki takaran nutrisi yang sesuai bagi eksplan untuk pertumbuhan ruas batang eksplan kentang. Perlakuan sukrosa sebanyak 40 g merupakan perlakuan yang optimal dalam Tabel 7. Jumlah ruas eksplan kentang

memacu pertumbuhan tinggi eksplan kentang. Morfologi ruas batang atau nodus kentang ditunjukkan pada Gambar 8.



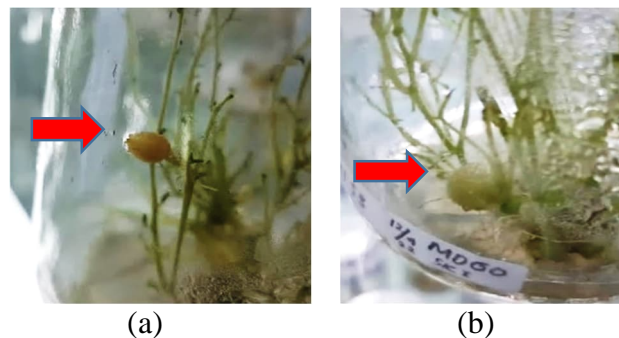
Gambar 8. Ruas atau nodus kentang.

Media	Sukrosa (g)			Rerata
	30	40	50	
MS 1 ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ 20 ml + $\text{KH}_2\text{PO}_4$ 10 ml)	4,20	20,60	20,80	15,20
MS 2 ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ 10 ml + $\text{KH}_2\text{PO}_4$ 20 ml)	5,10	13,90	11,70	10,23
MS 3 ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ 5 ml + $\text{KH}_2\text{PO}_4$ 40 ml)	12,20	12,10	4,80	9,70
Rerata	7,17	15,53	12,43	

Tabel 8. Umbi mikro yang terbentuk

Media	Sukrosa (g)		
	30	40	50
MS 1 (NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> 20 ml + KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> 10 ml)	-	√	√
MS 2 (NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> 10 ml + KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> 20 ml)	-	√	√
MS 3 (NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> 5 ml + KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> 40 ml)	-	-	√

Keterangan : - (tidak terbentuk umbi mikro), √ (terbentuk umbi mikro).



Gambar 9. Umbi mikro eksplan kentang.

### Waktu Muncul Umbi Mikro

Waktu muncul umbi mikro pada eksplan kentang merupakan parameter yang sangat diharapkan dari penelitian ini. Namun hasil penelitian untuk parameter waktu muncul umbi mikro tidak sesuai dengan harapan karena tidak semua perlakuan berhasil membentuk umbi mikro (Tabel 8). Umbi mikro yang terbentuk dihasilkan pada 19 MST yaitu di akhir penelitian (Gambar 9).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa hanya beberapa perlakuan yang dapat menghasilkan umbi mikro yaitu: kombinasi MS dengan kandungan NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> 20 ml + KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 10 ml serta konsentrasi sukrosa sebanyak 40 g (M1S2), kombinasi MS dengan kandungan NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> 20 ml + KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 10 ml dan pemberian konsentrasi sukrosa sebanyak 50 g (M1S3), kombinasi

MS dengan kandungan NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> 10 ml + KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 20 ml serta konsentrasi sukrosa sebanyak 40 g (M2S2), kombinasi MS dengan kandungan NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> 10 ml + KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 20 ml dan pemberian konsentrasi sukrosa sebanyak 50 g (M2S3), dan kombinasi MS dengan kandungan NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> 5 ml + KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 40 ml dan pemberian konsentrasi sukrosa sebanyak 50 g (M3S3). Tabel 8 menunjukkan bahwa perlakuan media MS semua dapat memunculkan umbi mikro, akan tetapi perlakuan pemberian sukrosa sebanyak 40 g dan 50 g dapat merangsang pertumbuhan umbi mikro dibandingkan dengan sukrosa 30 g. Hal ini sejalan dengan pendapat Zakaria *cit* Ni Mah et al., (2012) bahwa umbi terbentuk apabila kebutuhan energi berupa sukrosa telah melebihi laju fotosintesis, sehingga kelebihan sukrosa dapat merangsang

sintesis pati dan membentuk mikrotuber (umbi mikro). Perlakuan media MS dengan kandungan  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  dan  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  yang berbeda belum menunjukkan hasil yang berbeda dalam penelitian ini. Kebutuhan  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  dan  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  dalam media kultur dipengaruhi oleh genotipe tanaman (Rudiyanto et al., 2015). Pembentukan jumlah umbi mikro pada eksplan kentang varietas Diamant meningkat dengan meningkatnya konsentrasi nitrogen dalam media, akan tetapi ukuran serta bobot umbinya menurun. Peningkatan jumlah konsentrasi fosfor dalam media dapat menurunkan jumlah umbi mikro akan tetapi ukuran dan bobot umbinya meningkat Alireza et al., (2011). Hasil penelitian yang dilakukan pada tanaman Taka juga melaporkan bahwa modifikasi  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  dan  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  pada media belum mempengaruhi pembentukan atau jumlah umbi (Rudiyanto et al., 2015).

Selain karena faktor media kultur yang digunakan, keterlambatan eksplan dalam membentuk umbi mikro diduga karena lingkungan kultur (suhu dan periode cahaya) dan zat pengatur tumbuh. Pendapat Nadila et al. (2020) menyatakan bahwa keterlambatan eksplan kentang dalam membentuk umbi mikro ini diduga akibat suhu yang tinggi pada ruang inkubasi dan juga tidak adanya penghambat tanaman pada pertumbuhan vegetatifnya sehingga tanaman lebih cenderung menumbuhkan

cabang, nodus dan akar. Suhu ruang inkubasi yang tinggi dapat menghambat pembentukan umbi mikro kentang, karena tanaman ini menghendaki suhu rendah untuk dapat tumbuh baik dan berproduksi umbi secara maksimal. Dugaan tersebut terbukti karena suhu pada ruang inkubasi pada penelitian yaitu  $2^\circ\text{C}$ . Perlakuan suhu yang terbaik yaitu suhu ruang inkubasi  $20^\circ\text{C}$ , dimana didapatkan hasil rata-rata jumlah persentase planlet yang menghasilkan umbi yaitu 92,78%.

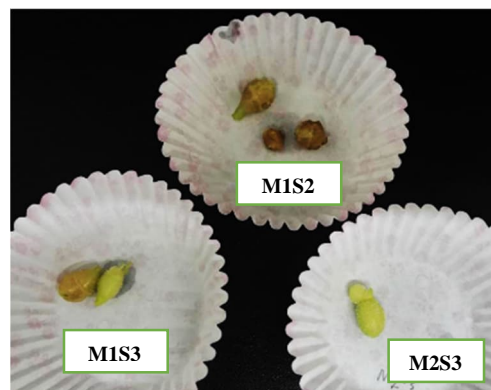
Kemudian faktor ZPT khususnya BAP tidak terlalu memberikan pengaruh dalam induksi umbi mikro kentang. Pada penelitian ini media kultur yang digunakan ditambahkan dengan ZPT yaitu BAP dengan konsentrasi 3,4 ppm. Hal ini dikarenakan fungsi BAP lebih mengarah pada pembelahan sel dan morfogenesis terutama pertumbuhan tunas. Oleh karena itu, perlu juga diberikan zat penghambat tumbuh atau retardan untuk menginduksi umbi mikro kentang secara *in vitro*, diantaranya coumarin, paclobutrazol dan jasmonic acid (Hoque, 2010).

### **Jumlah Umbi Mikro Kentang**

Pada Tabel 9 dapat diketahui jumlah umbi mikro terbanyak diperoleh pada perlakuan modifikasi media MS 1 ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$  20 ml +  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  10 ml) dengan pemberian sukrosa sebanyak 40 g dan 50 g yang menghasilkan umbi mikro sebanyak 4 dan 3 umbi. Hal ini diduga media MS

Tabel 9. Total jumlah umbi mikro yang terbentuk

Media	Sukrosa (g)			Rerata
	30	40	50	
MS 1 (NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> 20 ml + KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> 10 ml)	0,00	4,00	3,00	2,33
MS 2 (NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> 10 ml + KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> 20 ml)	0,00	1,00	1,00	0,67
MS 3 (NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> 5 ml + KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> 40 ml)	0,00	0,00	1,00	0,33
Rerata	0,00	1,67	1,67	



Gambar 10. Jumlah umbi mikro yang terbentuk.

dengan konsentrasi normal (kontrol) dan pemberian sukrosa sebanyak 40 g dan 50 g memiliki takaran nutrisi yang sesuai bagi eksplan untuk pembentukan umbi mikro. Media MS dengan konsentrasi normal (M1) menghasilkan jumlah umbi lebih banyak. Hal ini diduga kandungan nutrisi pada media MS kontrol telah mencukupi untuk pembentukan umbi mikro. Hal ini juga didukung dengan pernyataan Iranbakhsh et al. (2011) yang melaporkan bahwa jumlah mikrotuber kentang meningkat dengan meningkatnya kandungan nitrogen media pertumbuhan. Hal ini berkaitan dengan peran dari unsur nitrogen sebagai penyusun zat hijau daun atau klorofil sehingga secara tidak langsung nitrogen berpengaruh terhadap proses fotosintesis tanaman sebagai proses untuk menghasilkan

karbohidrat. Jika karbohidrat yang terbentuk telah melampaui kebutuhan nutrisi tanaman maka akan disimpan dalam umbi. Konsentrasi sukrosa yang lebih tinggi akan memberikan cadangan energi lebih banyak karena adanya absorpsi sukrosa dari media sehingga berpengaruh terhadap kuantitas umbi yang dihasilkan (Altindal & Karadogan, 2010).

#### Berat Umbi Mikro

Pada Tabel 10 dapat diketahui umbi mikro terberat diperoleh pada perlakuan modifikasi media MS 2 (NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> 20 ml + KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 10 ml) dengan pemberian sukrosa 40 g yang menghasilkan umbi mikro seberat 0,55 g dan sukrosa 50 g dengan umbi mikro seberat 0,52 g. Besarnya berat umbi pada perlakuan media MS2 diduga karena sedikitnya umbi mikro yang

Tabel 10. Berat umbi mikro kentang (g)

Media	Sukrosa (g)			Rerata
	30	40	50	
MS 1 (NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> 20 ml + KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> 10 ml)	0,00	0,29	0,24	0,18
MS 2 (NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> 10 ml + KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> 20 ml)	0,00	0,55	0,52	0,36
MS 3 (NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> 5 ml + KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> 40 ml)	0,00	0,00	0,13	0,04
Rerata	0,00	0,28	0,30	

terbentuk sehingga akumulasi hasil fotosintesis lebih besar tersimpan dalam suatu umbi. Hal tersebut didukung oleh Sutapradja (2008) yang menyatakan bahwa jumlah umbi yang lebih banyak cenderung menghasilkan umbi dengan ukuran yang lebih kecil sehingga apabila jumlah umbi yang dihasilkan sedikit maka dapat dipastikan memiliki berat umbi yang lebih besar. Selain itu, media MS 2 diduga mengandung unsur fosfor yang lebih tinggi yang dapat mendukung pembentukan umbi mikro, akan tetapi peningkatan unsur fosfor yang terlalu tinggi dengan unsur N yang rendah (MS 3) dapat menurunkan pertumbuhan eksplan yang menyebabkan umbi yang terbentuk juga menjadi lebih kecil. Pemberian sukrosa 40 dan 50 g dapat mendukung pembentukan umbi mikro. Hal ini didukung oleh pendapat Sa'diyah et al., (2017) yang menyatakan bahwa umbi terbentuk karena kebutuhan energi sukrosa telah melebihi laju fotosintesis, sehingga kelebihan sukrosa merangsang sintesis pati dan membentuk umbi mikro. Secara umum, umbi terbentuk karena kebutuhan energi sukrosa telah melebihi laju fotosintesis

sehingga kelebihan sukrosa merangsang sintesis pati dan membentuk umbi mikro.

## KESIMPULAN

Penelitian ini menyimpulkan perlakuan modifikasi komposisi media MS memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tunas (jumlah akar, tinggi tanaman dan jumlah ruas) dan berat umbi mikro. Perlakuan media MS dengan takaran normal (kontrol) menunjukkan hasil lebih baik jika dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Perlakuan modifikasi sukrosa memberikan pengaruh terhadap parameter jumlah tunas, jumlah akar, jumlah ruas dan jumlah umbi mikro yang terbentuk. Perlakuan konsentrasi sukrosa 40 g menunjukkan hasil lebih baik jika dibandingkan dengan perlakuan yang lain.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada semua pihak yang terlibat dan membantu kelancaran penelitian yang dilakukan terutama tim Laboratorium Kultur Jaringan INSTIPER.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alireza, I., M. Ebadi & Z. Zare. (2011). Effects of Nitrogen and Potassium on in vitro Microtuberization of Potato (*Solanum tuberosum* L. var *Agria*). *Australian Journal of Basic and Applied Science* 5 (12), 442-448. [https://www.academia.edu/52242876/Effect\\_of\\_Nitrogen\\_and\\_Potassium\\_on\\_In\\_vitro\\_Tuberization\\_of\\_Potato](https://www.academia.edu/52242876/Effect_of_Nitrogen_and_Potassium_on_In_vitro_Tuberization_of_Potato).
- Altindal, D., & Karadogan, T. (2010). The Effect of Carbon Sources on In Vitro Microtuberization of Potato (*Solanum tuberosum* L.). *Turkish Journal of Field Crops*, 15, 7–11.
- Badan Pusat Statistik. (2020). *Statistik Konsumsi Pangan Tahun 2020*. [http://epublikasi.setjen.pertanian.go.id/epublikasi/StatistikPertanian/2020/Statistik\\_Konsumsi\\_Pangan\\_Tahun\\_2020/files/assets/basic-html/page60.html](http://epublikasi.setjen.pertanian.go.id/epublikasi/StatistikPertanian/2020/Statistik_Konsumsi_Pangan_Tahun_2020/files/assets/basic-html/page60.html)
- Diwa, T. A., Dianawati, M., & Sinaga, A. (2015). *Petunjuk Teknis Budidaya Kentang*. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jawa Barat.
- Emaraa, H.A; Hamza, E. M; Fekry, W.A. (2017). In vitro propagation and microtuber formation of potato in relation to different concentration of some growth regulators and sucrose. *Middle East Journal of Agriculture*, 06(04), 1029–1037. [http://https://www.researchgate.net/publication/322643292\\_In\\_vitro\\_propagation\\_and\\_microtuber\\_formation\\_of\\_potato\\_in\\_relation\\_to\\_different\\_concentrations\\_of\\_some\\_growth\\_regulators\\_and\\_sucrose](http://https://www.researchgate.net/publication/322643292_In_vitro_propagation_and_microtuber_formation_of_potato_in_relation_to_different_concentrations_of_some_growth_regulators_and_sucrose)
- Furnawanthi, I., Devianti, S.J., Naully, D., Mardiyanto, R., & Elya, M. (2017). Respon pertumbuhan eksplan kentang (*Solanum tuberosum* L.) varietas AP-4 terhadap manitol sebagai media konservasi secara in vitro. *Prosiding Seminar Nasional 2017 Fakultas Pertanian UMJ, May*, 245–252.
- Ginting, C. (2014). *Nutrisi Tanaman*. Instipier, Yogyakarta.
- Hapsari, B. W., Martin, A. F., & Ermayanti, T. M. (2015). Pengaruh Konsentrasi Gula Terhadap Pertumbuhan kultur Tunas *Tacca leontopetaloides*. *Prosiding Seminar Nasional XVIII "Kimia Dalam Pembangunan," September*, 227–232. <https://doi.org/10.13140RG.2.1.4566.3760>
- Hoque, M.E. (2010). In vitro tuberization in potato (*Solanum tuberosum* L.). *Plant OMICS*, 3(1), 7–11.
- Iranbakhsh, A., Ebadi, M., & Zare, Z. (2011). Effects of nitrogen and potassium on in vitro microtuberization of potato (*Solanum tuberosum* L. var *Agria*). *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 5(12), 442–448.
- Larekeng, S. H. (2012). Optimasi Kombinasi NAA, BAP Dan GA3 Pada Planlet Kentang Secara in Vitro. *Jurnal Galung Tropika*, 1(1).
- Mohapatra, P. P., & Batra, V. K. (2017). Tissue Culture of Potato (*Solanum tuberosum* L.): A Review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(4), 489–495. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2017.604.058>
- Nadila, N.E; Herawati, N; Warnita, W. (2020). Pemberian Beberapa Konsentrasi Coumarin dan Suhu Ruang Inkubasi Terhadap Induksi Umbi Mikro Kentang (*Solanum tuberosum* L.). *Seminar Nasional Virtual*, 104–117.
- Ni Mah, F., Ratnasari, E., & Budipramana, L. S. (2012). Pengaruh Pemberian Berbagai Kombinasi Konsentrasi Sukrosa dan Kinetin terhadap Induksi Umbi Mikro Kentang (*Solanum tuberosum* L.) Kultivar Granola Kembang secara In-Vitro.

- LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*, 1(1), 41–48
- Ramesh, Y., & Ramassamy, V. (2014). Effect of Gelling Agents in in vitro Multiplication of Banana var. Poovan. *Advanced Bio*, 4(3), 308–311.
- Rudiyanto, D., TM, R. &, & Ermayanti. (2015). Pengaruh Modifikasi KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> dan NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> Serta Penambahan Asam Giberelik Terhadap Pertumbuhan Planlet *Gloxinia speciosa* Secara in vitro. *Prosiding Seminar Nasional XVIII "Kimia Dalam Pembangunan,"* 205–2015.
- Sa'diyah, I., Damanhuri, & Erdiansyah, I. (2017). Adaptasi Pertumbuhan Dua Varietas Kentang (*Solanum tuberosum* L.) Terhadap Pemberian Naungan: Kajian Pengembangan Budidaya di Dataran Menengah Atlantik dan Granola Kembang terhadap. *Agriprima, Journal of Applied Agricultural Sciences*, 2, 185–194.
- Setiawati, T., Zahra, A., Budiono, R., & Nurzaman, M. (2018). Perbanyak in vitro tanaman kentang (*Solanum tuberosum* [L.] cv. Granola) dengan penambahan Meta-Topolin pada media modifikasi MS (Murashige & Skoog). *Jurnal Metamorfosa*, V(1), 44–50. <http://ojs.unud.ac.id/index.php/metamorfosa>
- Shukla, P.S., & Joshi, K. (2018). In-vitro microtuber production in potato cultivar kufri himalini. *Advances in Plants and Agriculture Research*, 8(6), 648–653. <https://doi.org/10.15406/apar.2018.08.00399>
- Sumayono, & M.M. Sinta. (2011). Peningkatan Laju Multiplikasi Tunas dan Keragaan Planlet *Stevia rebaudiana* pada Kultur In Vitro. *Menara Perkebunan*, 79(2):49-56.
- Sutapradja, H. (2008). Pengaruh Jarak Tanam dan Ukuran Umbi terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kentang Varietas Granola untuk Bibit. *Jurnal Hortikultura*, 18(2), 155–159.
- Ulfa, F. (2014). Peran Senyawa Bioaktif Tanaman Sebagai Zat Pengatur Tumbuh dalam Memacu Produksi Umbi Mini Kentang *Solanum tuberosum* L. pada Sistem Budidaya Aeroponik. In *Disertasi*. Universitas Hasanudin.
- Zahara, M., Datta, A., Boonkorkaew, P., & Mishra, A. (2017). The effects of different media, sucrose concentrations and natural additives on plantlet growth of *Phalaenopsis* hybrid "pink." *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 60(December), 1–15. <https://doi.org/10.1590/1678-4324-2017160149>
- Zidni, M., Pitoyo, A., & Solichatun. (2022). Pertumbuhan stek tunas mikro kentang (*Solanum tuberosum* L. 'Granola') pada Media Murashige dan Skoog dengan Penambahan Ekstrak Kecambah Kacang Hijau dan Sukrosa. *Prosiding Seminar Nasional Biologi Divisi Indonesia*, 8(1), 96–102. <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m080113>.