

Respons Pertumbuhan Planlet Kentang (*Solanum tuberosum* L.) Terhadap Aplikasi Ekstrak Kecambah Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) Secara *In Vitro*

Addina Mutiarahma¹, Endang Nurcahyani^{1*}, Enur Azizah¹, Yulianty¹

¹Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Jurusan Biologi, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia

Email: ¹addinamutiara09@gmail.com, ^{2*}endang.nurcahyani@fmipa.unila.ac.id,
³enur.azizah@fmipa.unila.ac.id, ⁴yoelisoeradji@yahoo.co.id

(* : coresponding author)

Abstrak – Kentang (*Solanum tuberosum* L.) merupakan komoditas pangan penting yang memiliki nilai ekonomi tinggi, namun produksi bibit berkualitas masih menghadapi kendala berupa risiko kontaminasi patogen dan keterbatasan metode perbanyakan konvensional. Kultur jaringan secara *in vitro* menjadi solusi yang efektif, namun masih bergantung pada zat pengatur tumbuh (ZPT) sintetik yang mahal dan berpotensi mencemari lingkungan. Ekstrak kecambah kacang hijau (*Vigna radiata* L.) dapat menjadi solusi alternatif sebagai ZPT alami karena lebih ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ekstrak kecambah kacang hijau (*Vigna radiata* L.) sebagai ZPT alami terhadap pertumbuhan planlet kentang secara *in vitro* dan menentukan konsentrasi yang paling optimal. Penelitian dirancang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima taraf konsentrasi ekstrak kecambah kacang hijau yaitu 0% (kontrol), 2%, 4%, 6%, dan 8%, masing-masing dengan 5 ulangan. Parameter yang diamati meliputi persentase planlet hidup, visualisasi planlet, tinggi planlet, jumlah daun, panjang akar, dan kerapatan stomata setelah dua minggu penanaman. Data dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji BNJ pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh planlet pada semua perlakuan hidup 100%. Pemberian ekstrak kecambah kacang hijau tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi planlet, jumlah daun, dan panjang akar, namun berpengaruh nyata terhadap kerapatan stomata. Konsentrasi 4% menghasilkan kerapatan stomata tertinggi sebesar 265,35 stomata/mm².

Kata Kunci: *In Vitro*, Pertumbuhan, *Solanum tuberosum*, *Vigna radiata*, ZPT

Abstract – Potato (*Solanum tuberosum* L.) is an important food commodity with high economic value; however, the production of quality seedlings still faces obstacles due to the risk of pathogen contamination and the limitations of conventional propagation methods. *In vitro* tissue culture is an effective solution, but it remains dependent on synthetic plant growth regulators (PGRs) that are expensive and potentially harmful to the environment. Mung bean (*Vigna radiata* L.) sprout extract can serve as an alternative natural PGR that is more environmentally friendly. This study aimed to determine the effect of mung bean sprout extract as a natural PGR on the *in vitro* growth of potato planlets and to identify the most optimal concentration. The study was designed using a Completely Randomized Design (CRD) with five concentration levels of mung bean sprout extract: 0% (control), 2%, 4%, 6%, and 8%, each with five replicates. Parameters observed included the percentage of live planlets, planlet visualization, planlet height, number of leaves, root length, and stomatal density two weeks after planting. Data were analyzed using *Analysis of Variance* (ANOVA) followed by Tukey's HSD test at a 5% significance level. The results showed that all planlets survived across all treatments at 100%. The application of mung bean sprout extract had no significant effect on planlet height, number of leaves, and root length, but significantly affected stomatal density. A concentration of 4% produced the highest stomatal density at 265.35 stomata/mm².

Keywords: Growth, *In Vitro*, PGR, *Solanum tuberosum*, *Vigna radiata*

1. PENDAHULUAN

Kentang (*Solanum tuberosum* L.) merupakan salah satu komoditas pangan yang sangat penting dan menempati posisi keempat terbesar di dunia setelah padi, gandum, dan jagung. Selain itu, kentang memiliki kandungan gizi yang tinggi, seperti karbohidrat, mineral, dan vitamin. Pada basis bobot segar, kentang mengandung protein dalam jumlah yang lebih tinggi dibandingkan dengan umbi-umbian lain (Ismadi dkk., 2021). Kentang memiliki nilai ekonomi tinggi dan permintaan yang terus meningkat seiring dengan pertumbuhan industri makanan olahan dan kebutuhan pangan masyarakat Indonesia. Menurut data Badan Pusat Statistik (2024), produksi kentang di Indonesia mencapai 1,25 juta ton pada tahun 2023 dengan luas lahan sekitar 160 ribu

hektar, namun angka ini justru mengalami penurunan dibandingkan tahun sebelumnya yang mencapai 1,42 juta ton. Salah satu kendala utama yang dihadapi dalam produksi kentang nasional adalah keterbatasan ketersediaan bibit berkualitas tinggi yang bebas patogen, mengingat metode perbanyakan konvensional melalui umbi bibit rentan terhadap kontaminasi virus, bakteri, dan jamur, serta membutuhkan waktu yang relatif lama. Kondisi ini mendorong perlunya pengembangan teknologi perbanyakan modern yang dapat menghasilkan bibit dalam jumlah besar dan terbebas dari patogen (Mulyono dkk., 2017).

Teknik kultur jaringan (*in vitro*) merupakan salah satu bioteknologi yang efektif untuk menghasilkan bibit kentang berkualitas tinggi yang bebas dari kontaminasi patogen dan memungkinkan produksi planlet jumlah besar dalam waktu yang relatif singkat. Kelebihan lain dari teknik ini yaitu mampu menghasilkan bibit yang seragam dan memiliki sifat identik dengan induknya (Widyastuti dan Deviyanti, 2018). Keberhasilan kultur *in vitro* dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti komposisi media, kondisi lingkungan, dan terutama ketersediaan zat pengatur tumbuh (ZPT). ZPT berperan penting dalam mengatur proses fisiologis tanaman seperti pembelahan sel, perpanjangan sel, diferensiasi, dan organogenesis. Meskipun ZPT sintetis seperti BAP, kinetin, IAA dan NAA, umum digunakan, penggunaannya memiliki kelemahan, antara lain harga yang relatif mahal, dapat meninggalkan residu pada tanaman, dan berpotensi mencemari lingkungan (Kadapi dkk., 2024). Penggunaan ZPT alami dari ekstrak tumbuhan dapat menjadi alternatif pengganti ZPT sintetis, karena lebih ramah lingkungan, mudah diperoleh dan berperan baik dalam mendukung pertumbuhan tanaman (Harsono dkk., 2021). Salah satu sumber ZPT alami yang potensial adalah ekstrak kecambah kacang hijau (*Vigna radiata* L.). Konsentrasi senyawa zat pengatur tumbuh yang terkandung dalam ekstrak kecambah kacang hijau yaitu auksin 1,68 ppm, giberelin 39,94 ppm, dan sitokinin 96,26 ppm yang berperan penting dalam proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Ulfa, 2014).

Penelitian sebelumnya oleh Ramadhanty (2019), melaporkan bahwa penambahan ekstrak kecambah kacang hijau ke dalam media MS dapat meningkatkan tinggi planlet anyelir, dengan pertumbuhan tertinggi diperoleh pada konsentrasi 2%, serta seluruh perlakuan dengan penambahan ekstrak kecambah kacang hijau menunjukkan pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan kontrol. Hal ini mengindikasikan bahwa ekstrak kecambah kacang hijau berpotensi sebagai sumber ZPT alami untuk mendukung pertumbuhan tanaman secara *in vitro*. Namun, kajian mengenai efektivitasnya terhadap planlet kentang masih terbatas, sehingga perlu diteliti lebih lanjut. Berdasarkan uraian diatas, maka perlu dilakukan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh pemberian ekstrak kecambah kacang hijau sebagai ZPT alami terhadap pertumbuhan planlet kentang secara *in vitro*.

2. METODE

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari sampai Maret 2026 di Ruang Kultur Jaringan, Laboratorium Botani, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

2.2 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dirancang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari satu faktor yaitu konsentrasi ekstrak kecambah kacang hijau dengan 5 taraf konsentrasi, yaitu 0% (kontrol), 2%, 4%, 6%, dan 8%. Masing-masing konsentrasi dilakukan 5 kali ulangan, sehingga total botol yang digunakan dalam penelitian ini adalah 25 botol. Pengamatan dilakukan pada hari terakhir masa kultur, yaitu 2 minggu setelah penanaman.

2.3 Prosedur Penelitian

2.3.1 Sterilisasi

Alat-alat gelas dicuci, dikeringkan, dibungkus kertas, kemudian disterilisasi dalam autoclave pada suhu 121°C, tekanan 2 atm selama 20 menit. Alat tanam seperti pinset, scalpel, dan cawan petri

disterilisasi kembali dengan perendaman alkohol 70% dan pemijaran di atas nyala api bunsen sebelum digunakan. Sterilisasi ruang kerja dilakukan di dalam *Laminar Air Flow* (LAF) dengan penyinaran UV selama 45 menit, lalu blower dan lampu LAF dinyalakan, kemudian dilakukan penyemprotan alkohol 70% pada seluruh permukaan LAF.

2.3.2 Perkecambahan Biji Kacang Hijau

Biji kacang hijau direndam dalam air selama 24 jam, kemudian ditiriskan dan diletakkan di atas wadah berlapis tisu lembab, lalu disimpan di tempat gelap. Kelembaban dijaga dengan memercikkan air secara berkala. Kecambah siap diekstrak setelah 2–4 hari.

2.3.3 Pembuatan Larutan Stok Ekstrak Kecambah Kacang Hijau

Sebanyak 100 gram kecambah kacang hijau yang telah dibersihkan ditambahkan akuades hingga volume 100 mL (perbandingan 1:1), kemudian dihaluskan dengan blender. Hasil blender disaring menggunakan kertas saring Whatman no. 1 sehingga diperoleh larutan stok dengan konsentrasi 100%, kemudian dilakukan pengenceran sesuai konsentrasi perlakuan ekstrak kecambah kacang hijau, yaitu 0%, 2%, 4%, 6%, dan 8%.

2.3.4 Pembuatan Medium Tanam

Medium tanam yang digunakan adalah *Murashige and Skoog* (MS) dengan penambahan ekstrak kecambah kacang hijau pada berbagai konsentrasi. Medium MS instan sebanyak 4,43 g/L dilarutkan dalam akuades bersama sukrosa 30 g/L, dihomogenkan menggunakan *magnetic stirrer*, dan pH diatur hingga 5,7 dengan penambahan KOH 1 N atau HCl 1 N. Selanjutnya ditambahkan agar-agar 7 g/L dan dipanaskan hingga mendidih. Sebanyak 20 mL larutan medium dituang ke masing-masing botol kultur dan ditambahkan 2 mL larutan ekstrak kecambah kacang hijau sesuai konsentrasi perlakuan. Botol ditutup plastik tahan panas, diberi label, lalu disterilisasi dalam *autoclave* pada suhu 121°C, tekanan 2 atm selama 15 menit. Medium diinkubasi selama 3–4 hari untuk memastikan tidak terjadi kontaminasi sebelum penanaman.

2.3.5 Penanaman Planlet Kentang ke Medium Tanam

Penanaman planlet dilakukan secara aseptik di dalam *Laminar Air Flow* (LAF). Alat tanam disterilisasi dengan alkohol 70% dan dipanaskan di atas bunsen sebelum digunakan. Planlet kentang steril dipindahkan ke medium perlakuan, satu planlet per botol kultur. Mulut botol dilewatkan di atas nyala bunsen setelah penanaman, kemudian botol ditutup, diberi label, dan disimpan di rak kultur dalam ruangan terkendali.

2.3.6 Pengamatan

Pengamatan dilakukan pada akhir masa kultur, yaitu 2 minggu setelah penanaman. Parameter yang diamati meliputi:

(a) Persentase planlet hidup (%)

Persentase planlet yang hidup dihitung pada akhir masa kultur dengan menggunakan rumus yang dinyatakan oleh Nurcahyani dkk. (2014), sebagai berikut:

$$\frac{\text{Jumlah planlet hidup}}{\text{Jumlah seluruh planlet}} \times 100\%$$

(b) Visualisasi planlet

Pengamatan berdasarkan warna planlet yang dikategorikan sebagai hijau, hijau-kekuningan, hijau-cokelat, atau cokelat (Sabatini dkk., 2022).

(c) Tinggi planlet (cm)

Tinggi planlet diukur dari permukaan medium hingga titik tumbuh menggunakan mistar dari luar botol (Azhari *et al.*, 2024).

(d) Jumlah daun

Jumlah daun dihitung berdasarkan total daun yang muncul pada akhir masa kultur (Azhari *et al.*, 2024).

(e) Panjang akar (cm)

Panjang akar diukur dari pangkal batang hingga ujung akar terpanjang menggunakan mistar (Azhari *et al.*, 2024).

(f) Kerapatan stomata (stomata/mm²)

Kerapatan stomata diamati pada permukaan bawah daun (abaksial) menggunakan metode *clearing* kloralhidrat dan pewarnaan safranin 1%, pengamatan dilakukan menggunakan mikroskop pada perbesaran 10×10. Kerapatan stomata dihitung dengan menggunakan rumus mengacu pada penelitian Primawati dan Daningsih (2022):

$$\text{Kerapatan stomata} = \frac{\text{Jumlah stomata}}{\text{Luas bidang pandang (mm}^2\text{)}}$$

2.4 Analisis Data

Data yang diperoleh dari pertumbuhan planlet kentang dengan ekstrak kecambah kacang hijau berupa data kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif disajikan dalam bentuk deskriptif komparatif dan didukung foto hasil visualisasi planlet berupa warna planlet kentang. Data kuantitatif dari setiap parameter yang diperoleh dianalisis dan dihomogenkan menggunakan uji *Levene*. Kemudian data dianalisis menggunakan *Analysis of Variance (ANOVA)*. Analisis data dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5% jika terdapat perbedaan nyata antar perlakuan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Persentase Jumlah Planlet Hidup

Pengamatan jumlah planlet kentang yang hidup dimulai dari hari pertama penanaman hingga hari terakhir pengamatan selama dua minggu. Planlet yang berwarna hijau, hijau kekuningan, dan hijau kecokelatan dikategorikan sebagai planlet hidup dan planlet berwarna coklat dikategorikan sebagai planlet mati. Hasil persentase jumlah planlet hidup kentang yang telah diberi perlakuan disajikan pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Persentase Jumlah Planlet Hidup Kentang

Konsentrasi Ekstrak Kecambah Kacang Hijau (%)	Persentase Jumlah Planlet Hidup pada Pengamatan Minggu ke- (%)	
	I	II
0	100	100
2	100	100
4	100	100
6	100	100
8	100	100

Keterangan:

Angka 100 menandakan planlet hidup semua dari minggu pertama hingga minggu ke-2

Hasil dari perlakuan pemberian ekstrak kecambah kacang hijau ke dalam medium MS terhadap planlet kentang secara *in vitro* selama 2 minggu penanaman menunjukkan bahwa seluruh planlet 100% hidup. Tingginya persentase kelangsungan hidup planlet pada semua perlakuan menunjukkan bahwa kondisi media kultur yang digunakan telah mampu mendukung kebutuhan

dasar pertumbuhan planlet, baik dari segi ketersediaan unsur hara maupun kondisi lingkungan yang aseptik. Konsentrasi 0% (kontrol) memberikan pengaruh yang sama dengan perlakuan 2%, 4%, 6%, dan 8%. Hal tersebut menunjukkan bahwa tanpa penambahan ekstrak kecambah kacang hijau, medium MS sudah mampu memenuhi kebutuhan nutrisi dasar yang diperlukan untuk mempertahankan kehidupan planlet kentang.

Medium *Murashige* dan *Skoog* (MS) merupakan media yang paling luas digunakan dalam kultur jaringan karena memiliki kandungan unsur hara yang lengkap, terutama nitrat, kalium, dan amonium dalam konsentrasi tinggi yang dibutuhkan untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Kandungan nutrisi tersebut berperan penting dalam proses fisiologis seperti pembelahan sel dan pembentukan jaringan, sehingga mampu mempertahankan kelangsungan hidup planlet secara *in vitro*. Oleh karena itu, meskipun tanpa penambahan ekstrak kecambah kacang hijau, media MS tetap mampu memenuhi kebutuhan dasar planlet kentang yang ditunjukkan dengan tingginya persentase planlet hidup pada perlakuan kontrol (Setiawati dkk., 2018).

3.2 Visualisasi Planlet

Visualisasi planlet merupakan salah satu indikator kualitatif yang penting dalam menilai keberhasilan dan kesehatan kultur jaringan secara *in vitro*. Warna hijau pada planlet secara langsung mencerminkan kandungan klorofil yang memadai di dalam jaringan daun dan batang. Pengamatan visualisasi planlet kentang dikategorikan berdasarkan warna planlet antara lain hijau, hijau kekuningan, dan hijau kecoklatan. Hasil pengamatan visualisasi planlet kentang pada berbagai konsentrasi ekstrak kecambah kacang hijau setelah 2 minggu penanaman dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Visualisasi Warna Planlet Kentang

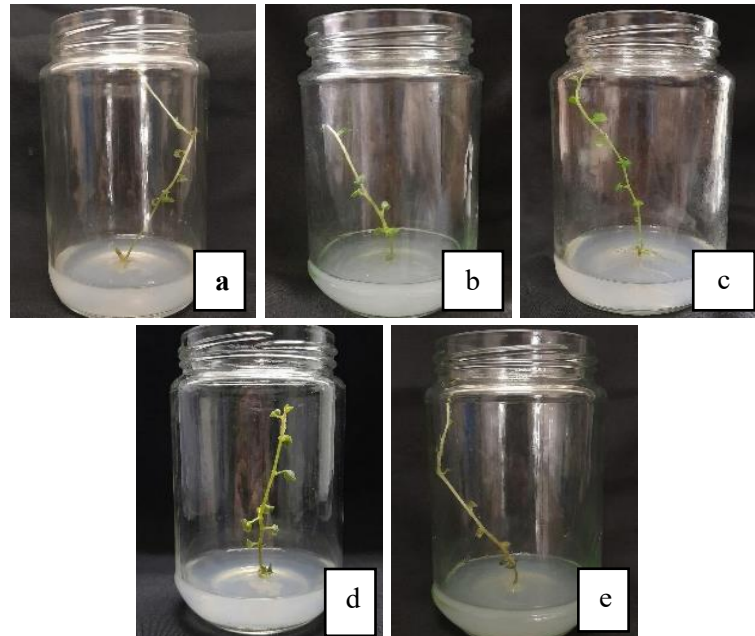
Konsentrasi Ekstrak Kecambah Kacang Hijau (%)	Visualisasi Warna Planlet Kentang (%)		
	H	HK	HC
0	80	0	20
2	80	20	0
4	100	0	0
6	100	0	0
8	60	20	20

Keterangan: H = Hijau; HK = Hijau Kekuningan; HC = Hijau Kecoklatan

Hasil pengamatan visualisasi planlet kentang menunjukkan variasi warna yang meliputi hijau segar, hijau kekuningan, dan hijau kecoklatan, yang mencerminkan kondisi fisiologis dan tingkat kesehatan planlet secara *in vitro*. Perlakuan kontrol (0%) menghasilkan 80% planlet berwarna hijau segar dan 20% hijau kecoklatan, mengindikasikan bahwa medium MS tanpa penambahan ZPT alami masih dapat mempertahankan kelangsungan hidup planlet meskipun belum optimal. Perlakuan K2 (2%) menunjukkan komposisi serupa dengan 80% hijau segar dan 20% hijau kekuningan, yang diduga disebabkan oleh suplai ZPT dari ekstrak kecambah kacang hijau yang belum mencukupi kebutuhan optimal planlet sehingga keseimbangan hormonal untuk mendukung sintesis klorofil belum sepenuhnya terpenuhi.

Hasil terbaik diperoleh pada perlakuan K3 (4%) dan K4 (6%), di mana seluruh planlet (100%) menunjukkan warna hijau segar yang seragam. Kondisi ini mencerminkan kandungan klorofil yang optimal, laju fotosintesis yang baik, serta metabolisme sel yang berlangsung normal, sehingga kedua konsentrasi tersebut diduga merupakan kisaran optimum untuk mendukung pertumbuhan planlet kentang secara *in vitro* (Rademacher, 2015). Sebaliknya, perlakuan K5 (8%) menunjukkan penurunan kualitas visual dengan hanya 60% planlet berwarna hijau segar, sementara 20% berwarna hijau kekuningan dan 20% hijau kecoklatan. Hal ini mengindikasikan bahwa

konsentrasi yang terlalu tinggi dapat menyebabkan efek toksik atau ketidakseimbangan hormonal yang menghambat pertumbuhan, termasuk terhambatnya sintesis klorofil dan meningkatnya stres oksidatif pada jaringan tanaman (George *et al.*, 2018). Penampakan planlet kentang berumur 2 minggu pada setiap perlakuan disajikan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Visualisasi Planlet Kentang (*Solanum tuberosum* L.) dengan Berbagai Konsentrasi Ekstrak Kecambah Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) Setelah 2 Minggu Penanaman Secara *in Vitro*. Konsentrasi Ekstrak Kecambah Kacang Hijau; (a) kontrol (0%), (b) 2%, (c) 4%, (d) 6%, (e) 8%.

3.3 Tinggi Planlet

Tinggi planlet merupakan parameter yang sering diamati baik sebagai indikator pertumbuhan maupun untuk mengukur pengaruh lingkungan atau perlakuan yang diberikan. Hal ini disebabkan karena tinggi planlet merupakan ukuran pertumbuhan yang paling mudah diamati secara visual. Rata-rata tinggi planlet kentang pada berbagai konsentrasi ekstrak kecambah kacang hijau disajikan pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Rata-rata Tinggi Planlet Kentang

Konsentrasi Ekstrak Kecambah Kacang Hijau (%)	Tinggi Planlet (cm)
0	10,00 ± 0,84
2	8,50 ± 0,82
4	10,30 ± 0,51
6	8,80 ± 1,29
8	9,70 ± 1,07

Keterangan:

Tinggi planlet = $\bar{Y} \pm SE$

\bar{Y} = rata-rata tinggi planlet

SE = standard error

Tinggi planlet tertinggi diperoleh pada perlakuan konsentrasi 4% dengan rata-rata 10,30 cm, sedangkan nilai terendah terdapat pada konsentrasi 2% yaitu 8,50 cm. Konsentrasi 2%, 6%, dan 8% menghasilkan rata-rata tinggi planlet yang lebih rendah dibandingkan kontrol (0%), meskipun perbedaan tersebut tidak signifikan secara statistik. Kondisi ini diduga karena kandungan ZPT alami berupa auksin dan sitokinin dalam ekstrak kecambah kacang hijau pada konsentrasi rendah maupun tinggi belum mampu memberikan stimulasi tambahan yang berarti terhadap pemanjangan sel batang, mengingat medium MS yang digunakan sudah mengandung unsur hara lengkap yang cukup untuk menunjang pertumbuhan planlet secara mandiri (Fatana dkk., 2024).

Nilai rata-rata tertinggi pada konsentrasi 4% mengindikasikan adanya kecenderungan pengaruh positif ekstrak tersebut terhadap tinggi planlet. Konsentrasi 4% diduga merupakan konsentrasi optimum dalam penyediaan ZPT alami, karena ekstrak kecambah kacang hijau diketahui mengandung auksin yang berperan dalam merangsang pemanjangan sel dan pertumbuhan batang (Xue *et al.*, 2016). Respon tanaman terhadap ZPT sangat bergantung pada konsentrasi yang diberikan, di mana konsentrasi yang terlalu rendah atau terlalu tinggi cenderung memberikan efek yang kurang optimal terhadap pertumbuhan tanaman.

3.4 Jumlah Daun

Jumlah daun merupakan salah satu parameter vegetatif penting dalam mengamati pertumbuhan planlet secara *in vitro*. Daun berperan sebagai organ utama fotosintesis yang dapat mendukung pertumbuhan organ lainnya. Rata-rata jumlah daun planlet kentang pada berbagai konsentrasi ekstrak kecambah kacang hijau disajikan pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Rata-rata Jumlah Daun

Konsentrasi Ekstrak Kecambah Kacang Hijau (%)	Jumlah Daun (helai)
0	7,80 ± 0,49
2	7,20 ± 0,58
4	6,60 ± 0,60
6	5,60 ± 0,75
8	7,80 ± 0,37

Keterangan:

Jumlah daun = $\bar{Y} \pm SE$

\bar{Y} = rata-rata jumlah daun

SE = Standard Error

Jumlah daun tertinggi diperoleh pada perlakuan konsentrasi 0% (kontrol) dan 8%, keduanya menghasilkan rata-rata yang sama yaitu 7,80 helai daun. Jumlah daun terendah terdapat pada konsentrasi 6% dengan rata-rata 5,60 helai. Hasil penelitian menunjukkan terjadinya penurunan jumlah daun seiring dengan peningkatan konsentrasi ekstrak, namun pada konsentrasi 8% pertumbuhan daun kembali meningkat setara dengan kontrol.

Pembentukan daun pada kultur *in vitro* dipengaruhi oleh aktivitas meristem apikal serta keseimbangan hormon auksin dan sitokinin. Kesamaan jumlah daun antara perlakuan kontrol (0%) dan konsentrasi 8% mengindikasikan bahwa medium MS sudah mengandung ZPT endogen yang cukup untuk mendukung pembentukan daun planlet kentang. Ekstrak kecambah kacang hijau diketahui mengandung berbagai fitohormon, di antaranya IAA, kinetin, zeatin, IBA, serta berbagai jenis giberelin (Sunandar dkk., 2017). Kandungan zeatin dan kinetin yang tergolong sitokinin berperan dalam pembelahan sel dan perluasan daun melalui pengurangan dominansi apikal serta perangsangan pertumbuhan tunas lateral pada konsentrasi yang sesuai (Hwang *et al.*, 2012).

3.5 Panjang Akar

Panjang akar merupakan salah satu parameter penting dalam menilai kemampuan planlet menyerap air dan nutrisi, serta menunjukkan aktivitas pertumbuhan organ bawah tanaman dalam kondisi *in vitro*. Rata-rata panjang akar planlet kentang pada berbagai konsentrasi ekstrak kecambah kacang hijau disajikan pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Rata-rata Panjang Akar

Konsentrasi Ekstrak Kecambah Kacang Hijau (%)	Panjang Akar (cm)
0	2,86 ± 0,36
2	2,94 ± 0,51
4	2,80 ± 0,26
6	3,44 ± 0,46
8	2,60 ± 0,19

Keterangan:

Panjang akar = $\bar{Y} \pm SE$

\bar{Y} = rata-rata panjang akar

SE = Standard Error

Panjang akar tertinggi diperoleh pada perlakuan konsentrasi 6% yaitu 3,44 cm, sedangkan panjang akar terendah terdapat pada konsentrasi 8% yaitu 2,60 cm. Hal ini berkaitan dengan sifat *biphasic* (dua fase) respons akar terhadap auksin, di mana konsentrasi auksin yang rendah hingga sedang merangsang pemanjangan akar, sedangkan konsentrasi yang terlalu tinggi justru menghambatnya (Roychoudhry and Kepinski, 2022).

Ekstrak kecambah kacang hijau diketahui mengandung fitohormon berupa IAA (3,74%), IBA (1,88%), kinetin (4,42%), dan zeatin (4,09%) yang berperan dalam merangsang pembentukan dan pemanjangan akar melalui stimulasi pembelahan dan pemanjangan sel di daerah meristematik (Jayanti dkk., 2019). Pada konsentrasi 6%, kandungan auksin dalam media diduga berada pada kisaran optimal, sedangkan pada konsentrasi 8% akumulasi auksin yang berlebihan kemungkinan telah melampaui ambang batas optimal bagi pertumbuhan akar.

3.6 Kerapatan Stomata

Kerapatan stomata merupakan salah satu parameter morfologi daun yang penting dalam menilai kualitas pertumbuhan planlet secara *in vitro*. Kerapatan stomata daun planlet kentang diamati pada permukaan bawah daun (abaksial) menggunakan mikroskop dengan perbesaran 10×10. Luas bidang pandang yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0,71 mm². Rata-rata kerapatan stomata planlet kentang pada berbagai konsentrasi ekstrak kecambah kacang hijau disajikan pada **Tabel 6**.

Tabel 6. Rata-rata Kerapatan Stomata

Konsentrasi Ekstrak Kecambah Kacang Hijau (%)	Kerapatan Stomata
0	154,93 ± 8,79 ^a
2	215,21 ± 21,65 ^{ab}
4	265,35 ± 13,73 ^b

6	235,78 ± 18,00 ^b
8	263,66 ± 18,08 ^b

Keterangan:

Kerapatan Stomata = $\bar{Y} \pm SE$

\bar{Y} = rata-rata kerapatan stomata

SE = standard error

Berdasarkan data pada **Tabel 6**, rata-rata kerapatan stomata planlet kentang yang ditumbuhkan pada berbagai konsentrasi ekstrak kecambah kacang hijau secara *in vitro* menunjukkan pola peningkatan yang nyata dibandingkan kontrol pada konsentrasi yang lebih tinggi. Kerapatan stomata tertinggi diperoleh pada perlakuan konsentrasi 4% yaitu 265,35 stomata/mm², sedangkan kerapatan stomata terendah terdapat pada perlakuan kontrol (0%) yaitu 154,93 stomata/mm².

Kandungan ZPT aktif dalam ekstrak kecambah kacang hijau, yaitu auksin (1,68 ppm), giberelin (39,94 ppm), dan sitokinin (96,26 ppm) bekerja secara sinergis dalam menstimulasi proliferasi dan diferensiasi sel epidermis daun menjadi sel stomata yang fungsional (Ulfa, 2014). Sitokinin merupakan komponen ZPT dengan konsentrasi paling dominan dalam ekstrak kecambah kacang hijau dan memegang peran sentral dalam pembentukan stomata. Sitokinin eksogen dari ekstrak kecambah kacang hijau diduga merangsang pembelahan sel-sel stomata pada epidermis daun planlet kentang. Selain sitokinin, giberelin yang terkandung dalam ekstrak juga berperan dalam perluasan dan pembelahan sel epidermis secara umum, sehingga menyediakan ruang bagi lebih banyak sel stomata per satuan luas daun (Wei *et al.*, 2021).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa pemberian ekstrak kecambah kacang hijau pada medium MS tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi planlet, jumlah daun, dan panjang akar planlet kentang secara *in vitro*, namun berpengaruh nyata terhadap kerapatan stomata daun planlet kentang dengan konsentrasi 4% menghasilkan kerapatan stomata tertinggi sebesar 265,35 stomata/mm².

REFERENCES

- Azhari, N. U., Nurcahyani, E., Yulianty., and Irawan, B. 2024. In Vitro Growth of Caisin (*Brassica rapa* L.) Plantlet using Shallot (*Allium cepa* L.) Extract in Hyponex Medium. *Indonesian Journal of Biotechnology and Biodiversity*, 8(2): 68-75.
- Badan Pusat Statistik. 2024. *Statistik Hortikultura Indonesia 2023*. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- Fatana, D., Suharli, L., dan Sandra, E. 2024. Pembuatan Media MS (*Murashige and Skoog*) dengan Tambahan Konsentrasi ZPT secara *In Vitro*. *Jurnal Satwa Tumbuhan Indonesia*, 1(1): 9-14.
- George, E.F., Hall, M.A., and De Klerk, G.J. 2018. *Plant Propagation by Tissue Culture*. Springer.
- Harsono, N. A., Bayfurqon, F. M., dan Azizah, E. 2021. Pengaruh Periode Simpan dan Konsentrasi Ekstrak Bawang Merah (*Allium cepa* L.) Terhadap Viabilitas dan Vigor Benih Timun Apel (*Cucumis* sp.). *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 7(1): 350-362.
- Hwang, I., Sheen, J., and Müller, B. 2012. Cytokinin Signaling Networks. *Annual Review of Plant Biology*, 63: 353–380.
- Ismadi., Annisa, K., Nazirah, L., Nilahayati., dan Maisura. 2021. Karakterisasi Morfologi dan Hasil Tanaman Kentang Varietas Granola dan Kentang Merah Yang Dibudidayakan di Bener Meriah Provinsi Aceh. *Jurnal Agrium*, 18(1): 63-71.
- Jayanti, F. D., Duryat, dan Bintoro, A. 2019. Pengaruh Ekstrak Tauge dan Bawang Merah pada Pertumbuhan Bibit Gaharu (*Aquilaria malaccensis*). *Jurnal Belantara*, 2(1): 70–75.
- Kadapi, M., Sunarso, C., Erizon, M. S., Maharani, N. D., Hakim, M. S., dan Zahra, I. H. 2024. Teknologi Kultur *In Vitro* untuk Meningkatkan Produksi Metabolit Sekunder pada Berbagai Tanaman Obat. *Jurnal Agrosains dan Teknologi*, 9(1): 18-29.
- Mulyono., Syah, M. J. A., Sayekti, A. L., dan Hilman, Y. 2017. Kelas Benih Kentang (*Solanum tuberosum* L.) Berdasarkan Pertumbuhan, Produksi, dan Mutu Produk. *Jurnal Hortikultura*, 27(2): 209-216.

- Nurchayani, E., B. Hadisutrisno, I. Sumardi, dan E. Suharyanto. 2014. Identifikasi galur planlet vanili (*Vanilla planifolia* Andrews) resisten terhadap infeksi *Fusarium oxysporum* f. sp. *vanillae* hasil seleksi *in vitro* dengan asam fusarat. Prosiding Seminar Nasional: “Pengendalian Penyakit pada Tanaman Pertanian Ramah Lingkungan”. Perhimpunan Fitopatologi Indonesia Komda Joglosemar-Fakultas Pertanian UGM. ISBN 978-602-71784-0-3./2014. pp 272-279.
- Primawati, R., dan Daningsih, E. 2022. Distribusi dan Luas Stomata pada Enam Jenis Tanaman Dikotil. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 27(1): 27-33.
- Rademacher, W. 2015. Plant Growth Regulators: Backgrounds and Uses in Plant Production. *Journal of Plant Growth Regulation*, 34(4): 845-872.
- Ramadhanty, T. 2019. Pertumbuhan Planlet Anyelir (*Dianthus caryophyllus* L.) Kultivar Laura Secara *In Vitro* dengan Pemberian Ekstrak Kecambah Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) pada Medium *Murashige* dan *Skoog*. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 19(3): 20-27.
- Roychoudhry, S., and Kepinski, S. 2022. Auxin in Root Development. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, 14(4): 1-23.
- Sabatini, A. P., Nurchayani, E., dan Yulianty, R. A. 2022. Respon Planlet Anggrek *Cattleya* sp. Hasil Seleksi *In Vitro* Terhadap Cekaman Kekeringan dengan Polietilenglikol (PEG) 6000. *Indonesian Journal of Biotechnology and Biodiversity*, 6(2): 61-67.
- Setiawati, T., Zahra, A., Budiono, R., dan Nurzaman, M. 2018. Perbanyakan *in Vitro* Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum* L. cv. Granola) dengan Penambahan meta-topolin pada Media Modifikasi MS (*Murashige and Skoog*). *Jurnal Metamorfosa*, 5(1): 44-50.
- Sunandar, Anggraeni, N., Faizin, A. N. A., dan Ikhwan, A. 2017. Kuantifikasi Metabolit Sekunder pada Ekstrak Kecambah Kacang Hijau, Kacang Tunggak, dan Kacang Tanah dengan Teknik GC-MS. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi*, 677-683.
- Ulfa, F. 2014. Peran Senyawa Bioaktif Tanaman sebagai Zat Pengatur Tumbuh dalam Memacu Produksi Umbi Mini Kentang (*Solanum tuberosum* L.) pada Sistem Budidaya Aeroponik. Disertasi Program Studi Ilmu Pertanian Pasca Sarjana. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Wei, H., Jing, Y., Zhang, L., and Kong, D. 2021. Phytohormones and Their Crosstalk in Regulating Stomatal Development and Patterning. *Journal of Experimental Botany*, 72(7): 2356-2370.
- Widyastuti, N., dan Deviyanti, J. 2018. *Kultur Jaringan: Teori dan Praktik Perbanyakan Tanaman Secara In-Vitro*. Penerbit ANDI. Yogyakarta.
- Xue, Z., Wang, C., Zhai, L., Yu, W., Chang, H., Kou, X., and Zhou, F. 2016. Bioactive Compounds and Antioxidant Activity of Mung Bean (*Vigna radiata* L.), Soybean (*Glycine max* L.) and Black Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) during the Germination Process. *Czech Journal of Food Sciences*, 34(1): 68–78.