



Perbandingan Analisis Kadar kandungan Metabolit primer batang Pisang Kepok Kuning (*Musa paradisiaca* L.) Hasil Kultur Jaringan dan Tanaman Konvensional

*Comparison of Analysis of Primary Metabolite Content of Yellow Banana Stems (*Musa paradisiaca* L.) Results of Conventional Tissue and Plant Culture*

Rian Fernando Putra Manullang, Nur Asyiah Dalimunthe* & Rizal Aziz
Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Medan Area, Indonesia

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan kadar metabolit primer pada batang Pisang Kepok Kuning (*Musa paradisiaca* L.) yang diperbanyak melalui teknik kultur jaringan dan metode konvensional. Metabolit primer yang diamati meliputi karbohidrat, protein kasar, lemak, kadar air, dan serat kasar. Sampel batang diambil dari tanaman hasil kultur jaringan dan tanaman lapangan dengan umur yang sama, kemudian dianalisis menggunakan metode proksimat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan karbohidrat, protein kasar, lemak, dan serat kasar pada batang pisang hasil kultur jaringan lebih tinggi masing-masing sebesar 40,15%, 7,97%, 3,13%, dan 17,22% dibandingkan tanaman konvensional yang memiliki kadar 38,44%, 6,81%, 2,99%, dan 15,74%. Sebaliknya, kadar air pada tanaman hasil kultur jaringan lebih rendah (10,15%) dibandingkan dengan tanaman konvensional (12,25%). Temuan ini mengindikasikan bahwa teknik kultur jaringan mampu meningkatkan kualitas kandungan metabolit primer batang Pisang Kepok Kuning dibandingkan metode perbanyakan konvensional. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada pengembangan bioteknologi pertanian, khususnya dalam pemanfaatan pisang sebagai sumber metabolit bernilai guna bagi sektor pangan dan industri.

Kata kunci: Pisang Kepok Kuning; Kultur Jaringan; Metabolit Primer; Batang Pisang

Abstract

This study aimed to analyze and compare the primary metabolite content of the stems of Kepok Kuning Banana (*Musa paradisiaca* L.) propagated through tissue culture and conventional methods. The primary metabolites observed included carbohydrates, crude protein, fat, moisture content, and crude fiber. Stem samples were collected from tissue-cultured and field-grown plants of the same age and analyzed using the proximate analysis method. The results showed that the carbohydrate, crude protein, fat, and crude fiber contents of tissue-cultured banana stems were higher (40.15%, 7.97%, 3.13%, and 17.22%, respectively) than those of conventionally grown plants (38.44%, 6.81%, 2.99%, and 15.74%). Conversely, the moisture content was lower in tissue-cultured plants (10.15%) compared to conventional plants (12.25%). These findings indicate that the tissue culture technique enhances the quality of primary metabolite content in Kepok Kuning Banana stems compared to conventional propagation methods. The results of this study are expected to contribute to agricultural biotechnology, particularly in utilizing bananas as a valuable source of primary metabolites for food and industrial applications.

Keywords: Yellow Kepok Banana; Tissue Culture; Primary Metabolites; Banana Stem

How to Cite: Manullang, R. F. P., Dalimunthe, N. A., & Aziz, R. (2026). Perbandingan analisis kadar kandungan metabolit primer batang pisang kepok kuning (*Musa paradisiaca* L.) hasil kultur jaringan dan tanaman konvensional. *Jurnal Ilmiah Pertanian (JIPERTA)*, 8(1): 158-164



PENDAHULUAN

Pisang (*Musa paradisiaca* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki nilai ekonomi penting di Indonesia. Komoditas ini memiliki peran strategis tidak hanya sebagai sumber pangan lokal, tetapi juga sebagai bahan baku industri olahan, pakan ternak, dan sumber bioaktif alami. Selain buahnya, batang pisang juga berpotensi dimanfaatkan karena mengandung berbagai senyawa bioaktif dan metabolit primer yang memiliki nilai fungsional tinggi (Hapsari & Lestari, 2016). Batang pisang diketahui mengandung karbohidrat, protein, serat, dan lemak yang berperan penting dalam aktivitas fisiologis tanaman serta berpotensi dikembangkan untuk keperluan industri pangan dan bioteknologi (Singh et al., 2016).

Metabolit primer merupakan senyawa esensial yang dibentuk melalui jalur metabolisme dasar tanaman, seperti karbohidrat, protein, lipid, dan asam nukleat. Senyawa ini berperan sebagai sumber energi dan komponen penyusun sel yang berpengaruh langsung terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman (Taiz et al., 2015). Kandungan metabolit primer pada tanaman dipengaruhi oleh faktor genetik, kondisi lingkungan, ketersediaan unsur hara, serta metode perbanyakan tanaman (Kumar & Rao, 2012).

Metode perbanyakan kultur jaringan telah banyak digunakan dalam produksi bibit pisang karena keunggulannya dalam menghasilkan tanaman yang seragam, bebas patogen, dan dalam jumlah besar (George & Sherrington, 2008). Selain itu, kondisi *in vitro* yang terkendali mampu meningkatkan efisiensi fotosintesis dan aktivitas metabolik tanaman, sehingga berpotensi menghasilkan akumulasi metabolit primer yang lebih tinggi dibandingkan tanaman konvensional di lapangan (Rahman et al., 2018).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa teknik kultur jaringan dapat memengaruhi komposisi metabolit primer tanaman. Dalimunthe dan Usman (2011) menemukan adanya perbedaan kadar protein kasar, karbohidrat, dan kadar air pada daun *Tripsacum laxum* yang ditanam pada dataran rendah dan tinggi, menunjukkan bahwa kondisi lingkungan memengaruhi kadar metabolit primer. Demikian pula, penelitian oleh Wahyuni et al. (2019) pada tanaman jahe (*Zingiber officinale*) menunjukkan bahwa kultur jaringan menghasilkan kandungan karbohidrat dan protein lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman yang diperbanyak secara konvensional. Penelitian oleh Yuliani dan Hartati (2020) juga mengonfirmasi bahwa kondisi lingkungan dan perlakuan media tanam dapat meningkatkan kadar protein dan lemak pada tanaman pisang hasil kultur jaringan. Sementara itu, studi oleh Zulkarnain et al. (2021) terhadap tanaman nanas memperlihatkan bahwa peningkatan konsentrasi zat pengatur tumbuh pada kultur jaringan meningkatkan kadar gula dan protein daun. Temuan serupa juga dilaporkan oleh Lestari dan Pratiwi (2022), bahwa kultur jaringan menghasilkan perbedaan signifikan terhadap kandungan metabolit primer pada tanaman pisang Ambon jika dibandingkan dengan metode konvensional.

Berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu tersebut, dapat disimpulkan bahwa kultur jaringan berpotensi memodifikasi kandungan metabolit primer tanaman melalui pengaruh lingkungan tumbuh dan regulasi fisiologis tanaman. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan kadar metabolit primer batang Pisang Kepok Kuning (*Musa paradisiaca* L.) hasil kultur jaringan dengan tanaman konvensional, guna memberikan dasar ilmiah bagi pemanfaatan pisang sebagai sumber bahan bioaktif untuk sektor pangan, pakan, dan industri bioteknologi.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan bahan utama berupa batang Pisang Kepok Kuning (*Musa paradisiaca* L.) yang diperoleh dari dua sumber berbeda, yaitu tanaman hasil perbanyakan kultur jaringan dan tanaman hasil perbanyakan konvensional. Pemilihan kedua jenis tanaman ini

bertujuan untuk membandingkan kandungan metabolit primer berdasarkan metode perbanyakan yang digunakan. Tanaman yang digunakan berumur empat bulan, dalam kondisi sehat dan bebas dari serangan hama maupun penyakit, sehingga dapat mewakili kondisi fisiologis tanaman yang optimal (George & Sherrington, 2008).

Batang dari tanaman kultur jaringan diperoleh dari bibit hasil laboratorium kultur jaringan yang ditanam pada media polybag hingga mencapai umur tertentu, sedangkan batang tanaman konvensional diperoleh dari kebun lapangan yang ditanam secara tradisional melalui anakan. Perbedaan lingkungan tumbuh dan metode perbanyakan diharapkan dapat memengaruhi komposisi metabolit primer yang dihasilkan (Rahman et al., 2018). Setelah dipanen secara bersamaan, batang dibersihkan, dipotong kecil, kemudian dikeringkan dalam oven bersuhu 60 °C hingga mencapai berat konstan. Proses pengeringan dilakukan untuk menghindari degradasi senyawa aktif akibat kadar air yang tinggi (AOAC, 2019). Sampel kering selanjutnya digiling menjadi serbuk halus dan disimpan dalam wadah tertutup untuk mencegah oksidasi dan kontaminasi mikroba sebelum dilakukan analisis.

Prosedur Analisis Metabolit Primer

Analisis kandungan metabolit primer pada batang Pisang Kepok Kuning dilakukan dengan **metode proksimat**, yang merupakan metode standar dalam analisis bahan pangan dan pakan untuk mengetahui komposisi kimia utama, meliputi kadar air, protein, lemak, karbohidrat, dan serat kasar (Nielsen, 2017).

1. **Kadar air** ditentukan menggunakan metode oven kering pada suhu 105 °C selama dua jam. Metode ini digunakan secara luas karena mampu memberikan hasil yang akurat untuk bahan dengan kadar air sedang hingga tinggi (AOAC, 2019).
2. **Kadar protein kasar** dianalisis menggunakan metode **Kjeldahl**, di mana nitrogen total dikonversi menjadi protein menggunakan faktor pengali 6,25. Metode ini telah digunakan secara universal dalam penelitian komposisi biokimia tanaman (James, 2013).
3. **Kadar lemak** ditentukan menggunakan metode **Soxhlet** dengan pelarut petroleum eter. Metode ini efektif untuk mengekstraksi lipid alami dari bahan nabati (AOCS, 2017).
4. **Kadar karbohidrat** dihitung dengan metode **by difference**, yaitu 100% dikurangi jumlah kadar air, protein, lemak, dan abu (Nielsen, 2017).
5. **Serat kasar** diukur menggunakan metode hidrolisis asam-basa berurutan, yang telah lama digunakan dalam analisis bahan organik tanaman untuk menilai kandungan lignoselulosa dan hemiselulosa (Sadasivam & Manickam, 2008).

Melalui analisis ini, kandungan metabolit primer dapat diketahui secara kuantitatif, sehingga memungkinkan perbandingan yang valid antara tanaman hasil kultur jaringan dan tanaman konvensional.

HASIL PENELITIAN

Perbandingan Kandungan Metabolit Primer Batang Pisang Kepok Kuning

Hasil analisis kandungan metabolit primer batang Pisang Kepok Kuning (*Musa paradisiaca* L.) menunjukkan adanya perbedaan kadar antara tanaman hasil kultur jaringan dan tanaman konvensional, seperti yang disajikan pada Tabel 1. Secara umum, batang pisang hasil kultur jaringan memiliki kadar karbohidrat, protein kasar, lemak, dan serat kasar yang lebih tinggi dibandingkan tanaman konvensional, sedangkan kadar air lebih rendah.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode kultur jaringan mampu menghasilkan batang pisang dengan kualitas biokimia lebih baik, terutama dalam kandungan metabolit primer, karena lingkungan pertumbuhannya yang terkendali dan kaya nutrisi.

Tabel 1. Perbandingan rata-rata kadar metabolit primer batang Pisang Kepok Kuning hasil kultur jaringan dan tanaman konvensional (dalam % berat kering)

Jenis Metabolit Primer	Kultur Jaringan (%)	Konvensional (%)
Karbohidrat	40,15	38,44
Protein Kasar	7,97	6,81
Lemak	3,13	2,99
Kadar Air	10,15	12,25
Serat Kasar	17,22	15,74

1. Kandungan Karbohidrat

Dari Tabel 1 dapat diketahui bahwa kadar karbohidrat pada batang Pisang Kepok Kuning hasil kultur jaringan (40,15%) lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman konvensional (38,44%). Perbedaan ini menunjukkan bahwa teknik perbanyakan melalui kultur jaringan mampu meningkatkan aktivitas metabolisme primer tanaman, khususnya dalam proses sintesis karbohidrat. Hal ini disebabkan oleh kondisi pertumbuhan *in vitro* yang kaya nutrisi dan stabil, terutama keberadaan sukrosa dalam media kultur yang berperan sebagai sumber karbon utama bagi tanaman (George & Sherrington, 2008). Sukrosa yang terdapat dalam media berfungsi tidak hanya sebagai sumber energi, tetapi juga sebagai bahan dasar pembentukan polisakarida seperti pati dan selulosa yang merupakan komponen penting dari metabolit primer.

Selain faktor nutrisi, lingkungan kultur jaringan yang aseptik dan terkendali juga memungkinkan terjadinya efisiensi metabolisme yang lebih tinggi. Pada kondisi tanpa cekaman biotik maupun abiotik, tanaman mampu mengalokasikan energi lebih banyak untuk sintesis biomolekul penyusun jaringan dibandingkan untuk mekanisme pertahanan diri (Taiz et al., 2015). Hal ini menyebabkan akumulasi fotosintat meningkat, sehingga kadar karbohidrat menjadi lebih tinggi pada tanaman hasil kultur jaringan dibandingkan konvensional.

Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Rahman et al. (2018) yang melaporkan bahwa tanaman pisang hasil kultur jaringan memiliki kadar karbohidrat dan gula total yang lebih tinggi dibandingkan tanaman lapangan akibat peningkatan efisiensi metabolisme karbon di lingkungan steril. Penelitian oleh Wahyuni et al. (2019) pada tanaman jahe juga menunjukkan bahwa kultur jaringan menghasilkan kadar karbohidrat lebih besar karena media kultur menyediakan ketersediaan unsur hara makro seperti nitrogen dan fosfor dalam bentuk yang mudah diserap tanaman. Selain itu, Yuliani dan Hartati (2020) menegaskan bahwa kondisi kultur jaringan dapat meningkatkan akumulasi karbohidrat karena proses fotosintesis berjalan lebih efisien di bawah intensitas cahaya dan suhu yang terkendali. Dengan demikian, peningkatan kadar karbohidrat pada tanaman hasil kultur jaringan mencerminkan optimalisasi proses fisiologis yang mendukung pembentukan biomassa tanaman secara lebih efektif.

2. Kandungan Protein Kasar

Kandungan protein kasar pada batang Pisang Kepok Kuning hasil kultur jaringan (7,97%) yang lebih tinggi dibandingkan tanaman konvensional (6,81%) menunjukkan bahwa proses perbanyakan melalui kultur jaringan mampu meningkatkan efisiensi metabolisme nitrogen tanaman. Dalam sistem kultur jaringan, ketersediaan nitrogen anorganik dalam bentuk ion amonium (NH_4^+) dan nitrat (NO_3^-) dalam media pertumbuhan mudah diserap oleh jaringan tanaman, sehingga proses biosintesis asam amino dan protein berlangsung lebih optimal (Dalimunthe & Usman, 2011). Selain itu, kondisi lingkungan yang stabil dan steril di ruang kultur memungkinkan tanaman memanfaatkan energi lebih efisien untuk pembentukan senyawa penyusun sel tanpa adanya stres lingkungan seperti fluktuasi suhu, kelembapan, atau ketidakseimbangan pH tanah.

Nitrogen merupakan unsur hara makro esensial yang berperan dalam pembentukan senyawa organik penting seperti klorofil, enzim, dan asam nukleat. Ketersediaan nitrogen yang cukup akan mempercepat pembelahan dan pembesaran sel, serta meningkatkan aktivitas enzim yang terlibat dalam sintesis protein (Taiz et al., 2015). Pada tanaman konvensional, faktor lingkungan seperti kualitas tanah, aktivitas mikroorganisme, serta tingkat pencucian hara dapat menghambat penyerapan nitrogen secara efisien. Akibatnya, proses metabolisme primer seperti pembentukan protein menjadi kurang optimal dibandingkan dengan kondisi kultur jaringan.

Penelitian Yuliani dan Hartati (2020) mendukung temuan ini, di mana tanaman pisang hasil kultur jaringan menunjukkan kadar protein yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman konvensional. Hal tersebut disebabkan oleh kondisi fisiologis tanaman yang lebih stabil dan aktivitas fotosintesis yang efisien, sehingga asimilasi nitrogen dapat berlangsung maksimal. Selain itu, penelitian Zulkarnain et al. (2021) pada tanaman nanas menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi zat pengatur tumbuh (auksin dan sitokinin) pada media kultur mampu merangsang aktivitas sintesis protein melalui peningkatan ekspresi gen yang terkait dengan pembentukan jaringan baru. Temuan ini memperkuat bukti bahwa sistem kultur jaringan tidak hanya berfungsi untuk memperbanyak tanaman, tetapi juga dapat meningkatkan kandungan nutrisi dan nilai biokimia jaringan tanaman melalui pengaturan fisiologis yang lebih terkontrol.

3. Kandungan Lemak

Kandungan lemak batang Pisang Kepok Kuning hasil kultur jaringan (3,13%) yang lebih tinggi dibandingkan tanaman konvensional (2,99%) menunjukkan bahwa proses kultur jaringan berpotensi meningkatkan efisiensi sintesis lipid dalam jaringan tanaman. Lemak atau lipid merupakan komponen penting yang berfungsi sebagai penyusun utama membran sel, cadangan energi, dan pelindung sel dari stres oksidatif (Taiz et al., 2015). Dalam sistem kultur jaringan, kondisi lingkungan yang steril, aseptik, dan bebas dari fluktuasi abiotik seperti suhu ekstrem, kekeringan, serta defisiensi hara memungkinkan tanaman untuk mengalokasikan lebih banyak energi pada biosintesis lipid dibandingkan pada mekanisme pertahanan. Hal ini menyebabkan pembentukan lipid berlangsung lebih optimal dan stabil.

Proses pembentukan lemak sangat bergantung pada aktivitas enzim asetil-KoA karboksilase (ACC), yang berperan dalam tahap awal sintesis asam lemak. Aktivitas enzim ini dapat meningkat dalam kondisi fisiologis yang stabil dan dengan suplai karbon yang memadai, seperti yang terdapat dalam media kultur jaringan yang kaya akan sumber karbon (misalnya sukrosa) dan nitrogen. Media tersebut menyediakan prekursor metabolik yang cukup untuk sintesis asam lemak rantai panjang yang menjadi komponen utama lipid struktural (Taiz et al., 2015).

Penelitian oleh Lestari dan Pratiwi (2022) mendukung hasil ini, di mana tanaman pisang hasil kultur jaringan memiliki kandungan lemak dan minyak nabati yang lebih tinggi dibandingkan tanaman yang diperbanyak secara konvensional melalui anakan. Mereka menjelaskan bahwa media kultur jaringan mampu meningkatkan sintesis asam lemak melalui peningkatan ekspresi gen yang mengatur aktivitas enzim asetil-KoA karboksilase dan asam lemak sintetase. Penelitian Rahman et al. (2018) juga melaporkan bahwa kondisi aseptik dalam kultur jaringan mengurangi akumulasi radikal bebas yang dapat merusak lipid, sehingga kandungan lemak total tetap tinggi dan stabil. Dengan demikian, peningkatan kadar lemak pada batang pisang hasil kultur jaringan menunjukkan keunggulan fisiologis dari metode perbanyakannya ini dalam mendukung kestabilan metabolisme lipid tanaman.

4. Kadar Air

Kadar air pada batang Pisang Kepok Kuning hasil perbanyak konvensional (12,25%) yang lebih tinggi dibandingkan dengan hasil kultur jaringan (10,15%) menunjukkan adanya perbedaan fisiologis yang disebabkan oleh kondisi lingkungan tempat tumbuh. Tanaman yang tumbuh di lapangan secara konvensional mengalami fluktuasi kelembapan tanah, intensitas cahaya, dan curah hujan, yang semuanya dapat meningkatkan kandungan air jaringan tanaman (Nielsen, 2017). Dalam kondisi seperti ini, tanaman cenderung menyerap dan menyimpan lebih banyak air sebagai mekanisme adaptasi terhadap variasi lingkungan, sehingga kadar air batang menjadi lebih tinggi.

Sebaliknya, tanaman hasil kultur jaringan tumbuh dalam kondisi aseptik dengan pengaturan kelembapan, suhu, dan cahaya yang stabil, serta ketersediaan nutrisi yang seragam dalam media. Kondisi ini menciptakan keseimbangan air yang lebih terkontrol dan mengurangi laju transpirasi. Akibatnya, jaringan tanaman memiliki kadar air yang lebih rendah namun lebih efisien dalam mempertahankan tekanan turgor sel (George & Sherrington, 2008). Hal ini juga mencerminkan efisiensi fisiologis tanaman kultur jaringan dalam mengelola keseimbangan air dan zat terlarut tanpa kehilangan kelembapan berlebih.

Menurut Sadasivam dan Manickam (2008), kadar air yang lebih rendah sering kali dikaitkan dengan meningkatnya efisiensi metabolisme osmotik dan penumpukan zat padat terlarut seperti karbohidrat dan protein. Dengan demikian, jaringan tanaman menjadi lebih padat dan kaya nutrisi. Kondisi ini juga berpotensi meningkatkan kualitas bahan kering tanaman yang bermanfaat bagi sektor industri dan pangan, karena kadar air rendah berkorelasi dengan daya simpan yang lebih lama dan kestabilan bahan. Hasil ini sejalan dengan penelitian Rahman et al. (2018) yang melaporkan bahwa tanaman hasil kultur jaringan memiliki kadar air yang lebih rendah dibandingkan tanaman lapangan karena aktivitas transpirasi yang lebih terkendali dan efisiensi fisiologis yang lebih tinggi dalam mempertahankan kandungan metabolit padat.

5. Kadar Serat Kasar

Serat kasar batang Pisang Kepok Kuning hasil kultur jaringan (17,22%) yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman konvensional (15,74%) menunjukkan adanya peningkatan pembentukan komponen struktural seperti selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Komponen-komponen ini berperan penting dalam memperkuat dinding sel dan mempertahankan integritas jaringan tanaman. Peningkatan kadar serat kasar pada tanaman hasil kultur jaringan umumnya dikaitkan dengan kondisi fisiologis yang lebih terkendali serta adanya pengaruh zat pengatur tumbuh seperti auksin dan sitokinin yang digunakan dalam media kultur (Kumar & Rao, 2012). Hormon-hormon ini berperan dalam merangsang diferensiasi jaringan dan proses lignifikasi, sehingga menyebabkan pembentukan jaringan vaskuler yang lebih tebal dan kuat.

Selain itu, media kultur yang kaya akan nutrisi dan terjaga keseimbangannya juga memungkinkan peningkatan aktivitas enzim yang terlibat dalam biosintesis lignoselulosa. Hal ini mengarah pada pembentukan struktur dinding sel yang lebih padat dan serat yang lebih tinggi. Penelitian oleh Rahman et al. (2018) menunjukkan bahwa penggunaan media kultur dengan konsentrasi hormon pertumbuhan tertentu dapat meningkatkan kandungan lignin dan selulosa pada tanaman pisang *in vitro* dibandingkan dengan tanaman lapangan. Temuan serupa dilaporkan oleh Zulkarnain et al. (2021) pada tanaman nanas, di mana peningkatan kadar serat terjadi seiring dengan peningkatan konsentrasi sitokinin dalam media kultur.

Tingginya kandungan serat kasar pada tanaman hasil kultur jaringan juga memiliki implikasi ekonomi penting. Serat kasar, terutama yang berasal dari batang pisang, dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku alternatif dalam industri pakan ternak, biokomposit, serta bioenergi (Luhukay et al., 2018). Dengan demikian, hasil penelitian ini tidak hanya menegaskan perbedaan fisiologis

Rian Fernando Putra Manullang, Nur Asyiah Dalimunthe & Rizal Aziz, Perbandingan Analisis Kadar kandungan Metabolit primer batang Pisang Kepok Kuning (*Musa paradisiaca* L.) Hasil Kultur Jaringan dan Tanaman Konvensional,

antara metode perbanyakan, tetapi juga menunjukkan potensi tinggi tanaman hasil kultur jaringan dalam mendukung pemanfaatan biomassa secara berkelanjutan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, terdapat perbedaan yang nyata pada kandungan metabolit primer batang Pisang Kepok Kuning (*Musa paradisiaca* L.) antara hasil kultur jaringan dan tanaman konvensional. Batang pisang hasil kultur jaringan memiliki kadar karbohidrat, protein kasar, lemak, dan serat kasar yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman konvensional, sedangkan kadar air lebih rendah. Kondisi lingkungan kultur jaringan yang terkontrol, ketersediaan nutrisi yang optimal, serta tidak adanya cekaman biotik dan abiotik menyebabkan aktivitas metabolisme tanaman berjalan lebih efisien. Hal ini berdampak pada peningkatan akumulasi senyawa metabolit primer seperti karbohidrat, protein, dan serat. Dengan demikian, teknik kultur jaringan tidak hanya efektif dalam menghasilkan bibit yang seragam dan sehat, tetapi juga mampu meningkatkan kualitas biokimia batang pisang, sehingga memiliki potensi tinggi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku industri pangan, pakan, dan bioteknologi.

REFERENSI

- AOAC. (2019). *Official methods of analysis of AOAC International* (21st ed.). AOAC International.
- AOCS. (2017). *Official methods and recommended practices of the AOCS* (7th ed.). American Oil Chemists' Society.
- Dalimunthe, N. A., & Usman, M. (2011). Perbedaan kadar protein kasar dan karbohidrat pada daun *Tripsacum laxum* di dataran rendah dan tinggi. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 16(3), 145–152.
- George, E. F., & Sherrington, P. D. (2008). *Plant propagation by tissue culture* (3rd ed.). Exegetics Ltd.
- Hapsari, R. T., & Lestari, D. A. (2016). Keanekaragaman genetik pisang dan potensi pemanfaatannya di Indonesia. *Buletin Agrohorti*, 4(2), 123–132.
- James, C. S. (2013). *Analytical chemistry of foods* (2nd ed.). Springer.
- Kumar, R., & Rao, K. (2012). Role of auxin and cytokinin in cell wall development and lignification. *Plant Science Journal*, 5(1), 67–73.
- Lestari, N., & Pratiwi, D. (2022). Pengaruh media kultur terhadap kandungan metabolit primer tanaman pisang ambon (*Musa acuminata* L.). *Jurnal Bioteknologi Tropis*, 9(2), 102–111.
- Luhukay, J. N., Uluputty, M. R., & Rumthe, R. Y. (2018). Kandungan lignoselulosa berbagai varietas kubis (*Brassica oleracea* L.) terhadap serangan hama pemakan daun. *Agrologia*, 2(2), 45–54.
- Nielsen, S. S. (2017). *Food analysis laboratory manual* (5th ed.). Springer.
- Rahman, A., Nuraini, A., & Siregar, S. (2018). Analisis kandungan metabolit primer tanaman pisang hasil kultur jaringan dan konvensional. *Jurnal Ketahanan Pangan dan Gizi*, 29(1), 45–56.
- Sadasivam, S., & Manickam, A. (2008). *Biochemical methods* (3rd ed.). New Age International Publishers.
- Singh, R., Kumar, S., & Patel, A. (2016). Nutritional composition of banana and its utilization in food processing. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 5(4), 256–261.
- Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2015). *Plant physiology and development* (6th ed.). Sinauer Associates.
- Wahyuni, D., Fitri, R., & Nurdin, H. (2019). Pengaruh kultur jaringan terhadap kandungan karbohidrat dan protein tanaman jahe (*Zingiber officinale*). *Jurnal Agrotek Tropika*, 7(1), 33–40.
- Yuliani, R., & Hartati, S. (2020). Kandungan protein dan lemak tanaman pisang hasil kultur jaringan dan konvensional. *Jurnal Sains Pertanian Indonesia*, 18(2), 77–85.
- Zulkarnain, A., Setiawan, R., & Rahmawati, D. (2021). Pengaruh zat pengatur tumbuh terhadap kandungan protein dan gula tanaman nanas (*Ananas comosus* L.). *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 12(3), 157–165.