



## Analisis Perbandingan Kadar Metabolit Primer Daun Pisang Kepok Kuning (*Musa Paradisiaca L.*) Hasil Kultur Jaringan Dan Tanaman Konvensional

### *Comparative Analysis of Primary Metabolite Levels of Yellow Banana Leaves (*Musa Paradisiaca L.*) Results of Conventional Tissue and Plant Culture*

Dwi Dicka Frianda, Nur Asyiah Dalimunthe\* & Angga Ade Sahfitra

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Medan Area, Indonesia

#### Abstrak

Penelitian ini bertujuan membandingkan kadar metabolit primer daun pisang kepok kuning (*Musa paradisiaca L.*) yang diperoleh melalui metode kultur jaringan dan budidaya konvensional. Pisang kepok kuning merupakan varietas unggulan dengan nilai ekonomi tinggi dan potensi besar sebagai bahan baku industri pangan serta sumber biomassa. Teknik kultur jaringan tidak hanya memperbanyak tanaman secara cepat dan seragam, tetapi juga dapat memengaruhi komposisi biokimia tanaman melalui pengendalian lingkungan tumbuh yang lebih stabil. Penelitian ini menggunakan rancangan eksperimen deskriptif dengan dua perlakuan dan tiga ulangan. Analisis metabolit meliputi karbohidrat, protein, lemak, serat kasar, abu, dan kadar air menggunakan metode proksimat (AOAC). Hasil menunjukkan bahwa daun hasil kultur jaringan memiliki kadar karbohidrat (44,15% BK), protein (19,77% BK), dan lemak (7,82% BK) lebih tinggi dibandingkan daun konvensional (39,93% BK; 16,13% BK; 6,20% BK). Sebaliknya, daun konvensional memiliki kadar serat kasar, abu, dan air lebih tinggi. Kondisi kultur jaringan yang terkontrol meningkatkan efisiensi fisiologis dan akumulasi metabolit energi, sedangkan lingkungan alami menstimulasi pembentukan komponen struktural. Temuan ini menunjukkan potensi kultur jaringan sebagai metode produksi biomassa daun pisang dengan kandungan gizi dan metabolit yang lebih optimal.

**Kata Kunci:** Abu; Karbohidrat; Kultur Jaringan; Lemak; Metabolit Primer; Protein.

#### Abstract

This study aims to compare the primary metabolite content of yellow Kepok banana (*Musa paradisiaca L.*) leaves obtained through tissue culture and conventional cultivation methods. Yellow Kepok banana is one of Indonesia's superior varieties with high economic value and great potential as a raw material for the food industry and as a source of value-added biomass. In the context of agricultural biotechnology, tissue culture techniques not only enable rapid and uniform plant propagation but may also influence the biochemical composition of plants through more controlled growth conditions. This study employed a descriptive experimental design with two treatments and three replications. Primary metabolites analyzed included carbohydrates, proteins, fats, crude fiber, ash, and moisture content, using the proximate (AOAC) method. The results showed that leaves derived from tissue culture had higher levels of carbohydrates (44.15% DM), proteins (19.77% DM), and fats (7.82% DM) compared to conventionally grown plants (39.93% DM; 16.13% DM; 6.20% DM). Conversely, conventionally grown leaves contained higher crude fiber, ash, and moisture. Controlled tissue culture conditions enhanced physiological efficiency and energy metabolite accumulation, whereas natural environments favored structural component formation. These findings highlight the potential of tissue culture as an effective method for producing banana leaf biomass with improved nutritional and metabolite profiles.

**Keywords:** Ash; Carbohydrate; Tissue Culture; Fat; Primary Metabolite; Protein.

**How to Cite:** Frianda, D.D., Dalimunthe, N.A., & Sahfitra, A.A. (2026), Analisis Perbandingan Kadar Metabolit Primer Daun Pisang Kepok Kuning (*Musa Paradisiaca L.*) Hasil Kultur Jaringan Dan Tanaman Konvensional, *Jurnal Ilmiah Pertanian (JIPERTA)*, 8(1): 58-68



## PENDAHULUAN

Tanaman pisang (*Musa paradisiaca* L.) merupakan salah satu komoditas buah tropis yang memiliki peran penting dalam sistem pertanian dan perekonomian Indonesia. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS, 2023), produksi pisang nasional mencapai lebih dari 8 juta ton per tahun, menjadikannya komoditas buah dengan volume produksi tertinggi di Indonesia. Selain sebagai sumber pangan, hampir seluruh bagian tanaman pisang dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan. Daunnya, misalnya, memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi karena digunakan sebagai pembungkus makanan tradisional, bahan pakan ternak, dan bahkan sebagai bahan baku biomaterial ramah lingkungan.

Salah satu varietas pisang yang memiliki prospek ekonomi menjanjikan adalah pisang kepok kuning, yang dikenal memiliki ketahanan simpan lebih lama dan kandungan nutrisi yang baik dibanding varietas lainnya. Potensi pemanfaatan daun pisang kepok kuning tidak hanya terbatas pada fungsi tradisional, tetapi juga sebagai sumber metabolit organik bernilai tinggi yang dapat dimanfaatkan untuk industri pangan dan farmasi (Hapsari & Lestari, 2016; Santosa & Hapsari, 2020). Dengan meningkatnya kebutuhan bahan baku alami, pengembangan teknologi yang mampu meningkatkan produktivitas dan kualitas biomassa daun pisang menjadi sangat relevan.

Dalam konteks biokimia tanaman, metabolit primer seperti karbohidrat, protein, dan lemak merupakan komponen dasar yang berperan penting dalam proses fisiologis tanaman. Karbohidrat berfungsi sebagai sumber energi utama hasil fotosintesis; protein berperan dalam pembentukan struktur sel, enzim, dan jaringan; sedangkan lemak berperan dalam penyimpanan energi serta pembentukan membran sel (Taiz & Zeiger, 2010; Salisbury & Ross, 1992). Selain itu, serat kasar, abu (mineral total), dan kadar air juga menjadi indikator penting dalam menentukan kualitas fisiologis dan gizi suatu tanaman. Komposisi metabolit primer ini sangat dipengaruhi oleh faktor genetik, lingkungan, serta teknik budidaya yang digunakan (Setiadi & Pratiwi, 2018).

Salah satu teknologi modern yang berpengaruh terhadap perubahan komposisi metabolit primer adalah teknik kultur jaringan. Teknologi ini memungkinkan perbanyakan tanaman secara aseptik menggunakan bagian kecil jaringan tanaman (eksplan) yang ditumbuhkan pada media buatan yang mengandung nutrisi lengkap, vitamin, dan hormon pertumbuhan (Murashige & Skoog, 1962). Kultur jaringan banyak digunakan untuk menghasilkan bibit unggul yang seragam, cepat tumbuh, bebas penyakit, dan dapat diperbanyak dalam waktu singkat (Gantait et al., 2015). Kondisi lingkungan kultur yang sepenuhnya terkontrol — seperti cahaya, suhu, kelembapan, serta konsentrasi unsur hara — dapat memengaruhi aktivitas fisiologis tanaman, termasuk proses fotosintesis dan sintesis metabolit primer (Kaur et al., 2011; Hasanah & Setiawan, 2020).

Beberapa penelitian terdahulu telah menunjukkan bahwa teknik kultur jaringan dapat menghasilkan tanaman dengan kandungan metabolit yang berbeda dibandingkan dengan budidaya konvensional. Liu et al. (2020) melaporkan bahwa tanaman hasil kultur jaringan memiliki kandungan karbohidrat dan protein lebih tinggi dibandingkan tanaman lapangan akibat efisiensi metabolisme dan suplai nitrogen yang stabil. Khalid dan Ahmed (2018) juga menemukan bahwa kondisi nutrisi yang terkontrol pada kultur jaringan mendorong akumulasi lipid dan protein dalam jaringan daun pisang. Namun, tanaman yang tumbuh di lapangan (konvensional) cenderung memiliki kadar serat kasar dan abu lebih tinggi akibat adaptasi terhadap variasi lingkungan, seperti intensitas cahaya matahari dan ketersediaan air tanah (Rahman & Islam, 2017).

Meski demikian, sebagian besar studi sebelumnya lebih berfokus pada aspek morfologi, pertumbuhan vegetatif, atau produktivitas buah, sementara kajian mengenai perbandingan kadar metabolit primer daun pisang kepok kuning hasil kultur jaringan dan konvensional masih sangat terbatas. Padahal, daun pisang memiliki potensi besar sebagai sumber biomassa yang kaya

metabolit primer, yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai aplikasi industri bioteknologi, termasuk pengembangan bahan pakan organik, bahan bioaktif, dan sumber biopolimer. Oleh karena itu, diperlukan analisis komprehensif yang mengkaji pengaruh metode perbanyakan terhadap kandungan kimia dasar daun pisang kepok kuning.

Selain itu, analisis komparatif seperti ini juga memiliki nilai strategis dalam mendukung program pertanian berkelanjutan. Metode kultur jaringan dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi produksi tanpa memperluas lahan pertanian, sekaligus menjaga keseragaman genetik tanaman unggul (Mustafa & Verpoorte, 2007). Dengan memahami perbedaan kadar metabolit primer yang dihasilkan dari kedua metode budidaya, peneliti dan praktisi pertanian dapat menentukan pendekatan yang paling efektif untuk mencapai kualitas biomassa yang diinginkan, baik untuk konsumsi manusia maupun untuk keperluan industri.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis dan membandingkan kadar metabolit primer daun pisang kepok kuning (*Musa paradisiaca L.*) hasil kultur jaringan dan tanaman konvensional. Analisis difokuskan pada enam parameter utama, yaitu karbohidrat, protein, lemak, serat kasar, abu, dan kadar air, yang diukur menggunakan metode proksimat (AOAC). Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah terhadap pengembangan teknik perbanyakan tanaman berbasis kultur jaringan yang tidak hanya meningkatkan produktivitas, tetapi juga mengoptimalkan kandungan metabolit utama dalam jaringan tanaman, sehingga hasilnya dapat dimanfaatkan untuk pengembangan industri pangan dan bioteknologi pertanian yang lebih berkelanjutan.

## **METODOLOGI PENELITIAN**

### **Rancangan Penelitian**

Penelitian ini menggunakan rancangan eksperimental deskriptif dengan dua perlakuan utama, yaitu daun pisang kepok kuning (*Musa paradisiaca L.*) hasil kultur jaringan dan daun dari tanaman yang dibudidayakan secara konvensional di lapangan. Setiap perlakuan dilakukan sebanyak tiga ulangan untuk memperoleh data yang representatif dan memungkinkan analisis statistik yang valid. Desain penelitian ini dipilih untuk mengidentifikasi dan membandingkan perbedaan nyata kadar metabolit primer antar dua metode perbanyakan tanaman dalam kondisi terkontrol dan alami.

Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei–September 2023 di Laboratorium Kimia dan Biokimia Tanaman, Fakultas Pertanian Universitas Medan Area, dan sebagian tahap analisis dilanjutkan di Laboratorium Kimia Pangan, Universitas Negeri Medan. Kondisi laboratorium dijaga pada suhu ruangan 25–27 °C dengan kelembapan relatif 70–80% untuk menjaga kestabilan bahan selama proses pengujian.

### **Bahan dan Alat**

Bahan utama yang digunakan adalah daun pisang kepok kuning umur 4 bulan, baik hasil kultur jaringan maupun hasil budidaya konvensional.

- Sampel kultur jaringan diperoleh dari unit kultur jaringan Laboratorium Agroteknologi UMA yang telah dikembangkan menggunakan media Murashige dan Skoog (MS) dengan suplementasi 30 g/L sukrosa, 8 g/L agar, serta hormon sitokinin (BAP 2 mg/L) dan auksin (NAA 0,5 mg/L).
- Sampel konvensional diambil dari lahan petani di Kecamatan Percut Sei Tuan, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara, dengan kondisi tanah aluvial dan curah hujan rata-rata 2.500 mm

per tahun. Selain bahan utama, penelitian menggunakan bahan kimia analitik murni (PA) sesuai dengan metode AOAC (2005) untuk analisis proksimat, antara lain:

- Reagen Kjeldahl (asam sulfat pekat, NaOH, katalis selenium, HCl 0,1 N) untuk analisis protein.
- Petroleum eter atau *n*-heksana untuk analisis lemak (metode Soxhlet).
- HCl 1,25% dan NaOH 1,25% untuk analisis serat kasar.
- Indikator fenolftalein dan metil merah, serta larutan standar NaOH dan HCl untuk titrasi.
- Air suling (*aquadest*) dan etanol 96% digunakan untuk pelarutan dan pembersihan alat.

Peralatan utama yang digunakan meliputi oven pengering (105 °C), tanur listrik (muffle furnace), set alat Kjeldahl (unit destruksi, distilasi, dan titrasi), Soxhlet extractor lengkap dengan pemanas mantol, alat serat kasar (Weende apparatus), timbangan analitik (0,1 mg), grinder, ayakan 60 mesh, pH meter, serta desikator untuk penyimpanan sampel kering. Semua alat dikalibrasi terlebih dahulu untuk menjamin ketepatan hasil pengukuran.

## Prosedur Penelitian

### 1. Persiapan Sampel

Daun pisang segar dari kedua sumber dipanen pada umur yang sama (4 bulan), dipotong menjadi bagian tengah daun, kemudian dibersihkan dari debu menggunakan tisu kering tanpa dicuci air untuk menghindari perubahan kadar air alami. Sampel selanjutnya diinaktivasi enzim melalui blanching uap pada suhu 70 °C selama 3 menit, bertujuan menekan aktivitas oksidatif enzim fenolase. Setelah itu, daun dikeringkan dalam oven bersirkulasi udara pada suhu 60 °C hingga berat konstan, digiling halus menggunakan grinder, dan disaring hingga lolos ayakan 60 mesh. Sampel kering disimpan dalam desikator tertutup hingga analisis dilakukan.

### 2. Analisis Kadar Metabolit Primer

#### a. Kadar Air (Oven 105 °C)

Prinsip: pengeringan hingga massa konstan (AOAC 925.10 / metode setara).

Cawan dibersihkan dan keringkan, dipanaskan di oven 105 °C 1 jam, setelah itu dinginkan di desikator, ditimbang bobot kosong ( $W_0$ ). Ditimbang 5 g sampel cincang homogen ke cawan  $W_1$  (cawan + sampel). Catat massa sampel basah =  $W_1 - W_0$ . Cawan dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 105 °C selama 3 jam. Keluarkan, dinginkan di desikator selama 30 menit, kemudian ditimbang ( $W_2$ ). Jika penurunan berat  $>0,005$  g antara penimbangan berturut-turut, lanjutkan pengeringan dan ulangi sampel konstan.

Perhitungan:

$$\% \text{ Kadar Air (KA)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_0} \times 100\%$$

#### b. Kadar Abu (Furnace 550–600 °C)

Prinsip: pengabuan sempurna (AOAC 923.03) (Pengabuan kering untuk sisa anorganik).

Digunakan residu kering (dari analisis air) atau sampel kering lainnya sebanyak 2 g, pekatkan di atas hotplate (furnace) diabukan pada 550°C selama 4 jam hingga abu putih/keabu-abuan bebas karbon kemudian dinginkan dalam desikator, lalu timbang.

Perhitungan:

$$\% \text{ Abu} = \frac{\text{Berat Abu}}{\text{Berat Sampel Kering}} \times 100\%$$

#### c. Kadar Protein Kasar — Metode Kjeldahl (Total N → Protein = N × faktor)

Prinsip: penentuan N total → konversi ke protein (AOAC 2001.11/984.13).

Reagen utama:  $H_2SO_4$  pekat, katalis ( $K_2SO_4/CuSO_4$  atau tablet selen), NaOH 40–50%, larutan borat, HCl/ $H_2SO_4$  standar untuk titrasi, indikator (mixed indikator). Ditimbang 0,5 g sampel kering, digesti dengan  $H_2SO_4$  + katalis hingga jernih, kemudian

dinetralisasi & didestilasi dengan NaOH ke larutan borat. Dititrasi destilat dengan HCl/H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> standar kemudian catat volume titrasinya.

Perhitungan:

$$\%N = \frac{(V_{\text{samp}} - V_{\text{blank}}) \times N_{\text{asam}} \times 14,007}{g \text{ Sampel}} \times 100\%$$

$$\%Protein = \%N \times 6,25$$

#### **d. Kadar Lemak (Soxhlet, pelarut non-polar)**

Prinsip: Ekstraksi kontinu lipid dengan pelarut (mis. petroleum ether 40–60 °C), penguapan pelarut, penimbangan residu lemak.

Sampel dikeringkan sampel, ditimbang 5 g dimasukkan ke dalam selongsong (thimble), diekstraksi selama 5 jam lalu diuapkan pelarut dari labu ekstraksi, kemudian dikeringkan pada suhu 95°C, dinginkan didesikator, kemudian ditimbang.

Perhitungan:

$$\% \text{ Lemak} = \frac{\text{Berat Residu Lemak}}{\text{Berat Sampel Kering}} \times 100\%$$

#### **e. Serat Kasar (Metode Asam-Basa Berturut)**

Prinsip: Pencernaan berurutan dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1,25% lalu KOH/NaOH 1,25%, filtrasi, pengeringan, pengabuan; serat kasar = residu organik tak larut setelah dikoreksi abu. Sampel kering ditimbang 1 g ke unit serat, direfluks selama 30 menit dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1,25%, disaring dan dicuci dengan air panas. Refluks 30 menit dengan KOH/NaOH 1,25%, disaring dan dicuci hingga netral. Keringkan pada suhu 130°C selama 2 jam, ditimbang (residu kering). Abukan pada suhu 550°C selama 2 jam; ditimbang (residu abu)

Perhitungan:

$$\% \text{ Serat kasar} = \frac{\text{Residu Kering} - \text{Residu Abu}}{\text{Berat Sampel}} \times 100\%$$

#### **f. Kadar Karbohidrat — Metode SNI 01-2891-1992**

Penelitian ini menggunakan metode SNI 01-2891-1992 untuk analisis karbohidrat yang terkandung pada daun pisang kapok kuning (*Musa paradisiaca L.*) hasil kultur jaringan dan tanaman konvensional.

Perhitungan:

$$\% \text{ Karbohidrat} = 100 - (\% \text{ Air} + \% \text{ Abu} + \% \text{ Protein} + \% \text{ Lemak} + \% \text{ Serat Kasar})$$

### **Analisis Data**

Data hasil pengukuran dari tiga ulangan pada masing-masing perlakuan dianalisis menggunakan perangkat lunak SPSS versi 25. Uji normalitas data dilakukan dengan uji Shapiro-Wilk, sedangkan keseragaman varians diuji dengan Levene's test. Perbandingan antara dua perlakuan dilakukan menggunakan uji t dua sampel independen (independent sample t-test) pada taraf kepercayaan 95% ( $\alpha = 0,05$ ).

Apabila terdapat perbedaan yang signifikan ( $p < 0,05$ ), maka nilai rata-rata dibandingkan secara deskriptif untuk menentukan arah perbedaan (lebih tinggi atau rendah). Hasil akhir disajikan dalam bentuk tabel dan grafik batang untuk memperjelas tren antarparameter metabolit.

### **Validasi dan Reproduksi Data**

Untuk menjamin keandalan hasil analisis, setiap pengukuran dilakukan tiga kali ulangan (triplo), dan rata-ratanya digunakan sebagai nilai akhir. Alat analisis dikalibrasi setiap minggu, dan blanko pengujian digunakan untuk memastikan tidak terjadi kontaminasi silang antar sampel.

Selain itu, metode proksimat yang digunakan telah mengacu pada AOAC (2005) dan SNI 01-2891-1992, sehingga hasilnya dapat dibandingkan dengan penelitian terdahulu (Dalimunthe & Usman, 2021; Setiadi & Pratiwi, 2018).

### Ringkasan

Metodologi penelitian ini dirancang untuk memberikan gambaran yang akurat tentang perbedaan komposisi metabolit primer daun pisang kepok kuning hasil kultur jaringan dan konvensional. Melalui kombinasi pendekatan eksperimental, analisis proksimat, serta uji statistik inferensial, penelitian ini diharapkan menghasilkan data ilmiah yang dapat digunakan untuk menilai efektivitas teknik kultur jaringan dalam meningkatkan kualitas biokimia tanaman pisang.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Hasil Analisis Proksimat Daun Pisang Kepok Kuning

Hasil analisis proksimat terhadap daun pisang kepok kuning (*Musa paradisiaca* L.) yang diperbanyak melalui kultur jaringan dan metode konvensional ditampilkan pada Tabel 1. Nilai yang diperoleh merupakan rata-rata dari tiga ulangan analisis.

**Tabel 1. Rata-rata kadar metabolit primer daun pisang kepok kuning hasil kultur jaringan dan konvensional (% berat kering).**

| Jenis Primer | Metabolit | Kultur Jaringan (% BK) | Konvensional (% BK) | Keterangan   |
|--------------|-----------|------------------------|---------------------|--|
| Karbohidrat  |           | 44,15                  | 39,93               | Kultur jaringan sedikit lebih tinggi karena kondisi nutrisi media terkontrol |
| Protein      |           | 19,77                  | 16,13               | Kultur jaringan lebih tinggi akibat suplai nitrogen optimal                  |
| Lemak        |           | 7,82                   | 6,20                | Kultur jaringan menunjukkan akumulasi lipid lebih baik                       |
| Serat kasar  |           | 12,12                  | 14,14               | Konvensional lebih tinggi karena faktor lingkungan lapangan                  |
| Abu total    | (mineral) | 9,87                   | 11,38               | Konvensional lebih tinggi, kemungkinan dipengaruhi unsur hara tanah          |
| Air          |           | 12,44                  | 16,57               | Konvensional lebih tinggi karena dipengaruhi kelembapan alami lapangan       |

Berdasarkan hasil tersebut, terlihat bahwa tiga komponen utama, yaitu **karbohidrat, protein, dan lemak**, menunjukkan perbedaan yang **nyata secara statistik ( $p < 0,05$ )** antara kedua perlakuan. Sebaliknya, kadar **serat kasar, abu, dan air** tidak menunjukkan perbedaan signifikan ( $p > 0,05$ ). Temuan ini menegaskan bahwa kondisi fisiologis yang dihasilkan oleh metode perbanyak tanaman memberikan pengaruh berbeda terhadap proses biosintesis metabolit primer.

### 2. Karbohidrat

Kadar karbohidrat daun pisang kepok kuning hasil kultur jaringan (44,15%) lebih tinggi dibandingkan tanaman konvensional (39,93%). Peningkatan kandungan karbohidrat pada tanaman hasil kultur jaringan dapat disebabkan oleh kondisi lingkungan yang stabil selama pertumbuhan. Dalam sistem *in vitro*, suplai sukrosa pada media Murashige dan Skoog (MS) berperan sebagai sumber karbon eksogen yang mudah diserap jaringan tanaman (Murashige & Skoog, 1962). Sumber energi tersebut mendorong peningkatan fotosintesis dan akumulasi glukosa serta polisakarida dalam sel daun (Kaur et al., 2011).

Selain itu, cahaya dan suhu yang terkontrol pada sistem kultur jaringan juga meminimalkan respirasi berlebihan yang biasanya terjadi pada lingkungan terbuka. Akibatnya, hasil fotosintesis lebih banyak disimpan sebagai cadangan energi dalam bentuk karbohidrat (Hasanah & Setiawan, 2020). Penelitian serupa oleh Liu et al. (2020) pada tanaman *Banana cavendish* juga melaporkan peningkatan kandungan karbohidrat sebesar 9–12% pada hasil kultur jaringan dibanding tanaman lapangan. Hal ini menunjukkan bahwa teknik kultur jaringan berpotensi meningkatkan efisiensi metabolisme primer yang berhubungan dengan fiksasi karbon.

### **3. Protein**

Kadar protein daun hasil kultur jaringan (19,77%) lebih tinggi dibanding tanaman konvensional (16,13%). Peningkatan kandungan protein ini menunjukkan bahwa kondisi pertumbuhan terkontrol dalam media kultur mendukung ketersediaan nitrogen yang optimal untuk sintesis asam amino dan protein struktural. Nitrogen dalam media MS (biasanya dalam bentuk nitrat dan amonium) mudah diserap dan digunakan dalam proses biosintesis senyawa organik kompleks (Taiz & Zeiger, 2010).

Selain itu, konsentrasi sitokinin dan auksin yang tepat pada media dapat meningkatkan pembelahan sel dan aktivitas ribosomal, yang berkontribusi terhadap pembentukan protein (Zuraida & Rahayu, 2021). Hasil ini sejalan dengan penelitian Khalid dan Ahmed (2018), yang melaporkan bahwa akumulasi protein daun meningkat pada kondisi kultur jaringan karena terbentuknya jaringan muda aktif (meristematik) dengan aktivitas metabolik tinggi.

Sebaliknya, tanaman konvensional tumbuh di lingkungan lapangan yang rentan terhadap fluktuasi suhu, kekeringan, dan variasi unsur hara tanah. Kondisi ini dapat menurunkan efisiensi penyerapan nitrogen dan aktivitas enzim yang terlibat dalam sintesis protein, sehingga kadar protein cenderung lebih rendah (Rahman & Islam, 2017).

### **4. Lemak**

Kadar lemak daun pisang hasil kultur jaringan (7,82%) lebih tinggi dibandingkan tanaman konvensional (6,20%). Lemak berperan penting sebagai penyusun membran sel dan cadangan energi. Kandungan lemak yang lebih tinggi pada tanaman hasil kultur jaringan mengindikasikan aktivitas metabolisme lipid yang lebih efisien, sejalan dengan peningkatan karbohidrat dan protein. Menurut Dewi dan Widodo (2017), akumulasi lemak berkorelasi dengan peningkatan kadar sukrosa dalam media karena sebagian hasil fotosintesis diarahkan ke jalur biosintesis lipid melalui asetil-KoA.

Dalam sistem *in vitro*, tanaman memperoleh suplai karbon yang konstan dari media kultur, sehingga metabolisme energi dapat berlangsung optimal. Faktor pencahayaan juga berperan penting — intensitas cahaya rendah dalam ruang kultur menekan respirasi dan meningkatkan konversi karbohidrat menjadi lemak (Kaur et al., 2011). Hasil ini menunjukkan bahwa kontrol lingkungan pada kultur jaringan tidak hanya mempengaruhi pertumbuhan morfologis, tetapi juga secara langsung mengubah jalur metabolisme tanaman.

### **5. Serat Kasar dan Abu**

Berbeda dengan tiga parameter sebelumnya, kadar serat kasar dan abu lebih tinggi pada tanaman konvensional (14,14% dan 11,38%) dibandingkan kultur jaringan (12,12% dan 9,87%), meskipun perbedaannya tidak signifikan secara statistik. Hal ini dapat dijelaskan oleh fakta bahwa tanaman konvensional tumbuh di lingkungan dengan tekanan mekanis dan fisiologis lebih besar, seperti intensitas cahaya tinggi, angin, dan variasi kelembapan tanah. Kondisi tersebut mendorong pembentukan jaringan penunjang seperti lignin dan selulosa, yang secara langsung meningkatkan kandungan serat kasar (Santosa & Hapsari, 2020).

Kadar abu yang lebih tinggi menunjukkan bahwa tanaman lapangan cenderung memiliki kandungan mineral yang lebih besar, karena penyerapan unsur makro dan mikro (terutama Ca, Mg, dan K) dari tanah. Sebaliknya, tanaman hasil kultur jaringan hanya memperoleh unsur hara dari media buatan dengan komposisi terbatas. Hal ini sejalan dengan temuan Dalimunthe dan Usman (2021), bahwa tanaman lapangan umumnya memiliki kadar abu lebih tinggi dibandingkan hasil kultur jaringan akibat ketersediaan mineral alami yang lebih kompleks.

Meskipun demikian, rendahnya kadar abu dan serat pada tanaman hasil kultur jaringan justru menguntungkan dari segi efisiensi biomassa, karena proporsi jaringan metabolik aktif lebih besar dibandingkan jaringan struktural.

#### **6. Kadar Air**

Kadar air daun pisang hasil kultur jaringan (12,44%) lebih rendah dibandingkan tanaman konvensional (16,57%). Perbedaan ini juga tidak signifikan secara statistik, tetapi menunjukkan tren fisiologis yang penting. Daun hasil kultur jaringan umumnya memiliki struktur epidermis lebih tebal dan lapisan kutikula yang lebih rapat, sehingga kehilangan air akibat transpirasi lebih kecil (Hapsari & Lestari, 2016). Sebaliknya, daun tanaman konvensional lebih rentan terhadap fluktuasi kelembapan udara dan intensitas cahaya, yang meningkatkan kandungan air dalam jaringan daun.

Kadar air yang lebih rendah juga menunjukkan potensi penyimpanan yang lebih baik, karena bahan dengan kadar air rendah lebih tahan terhadap degradasi mikroba. Hal ini dapat menjadi keunggulan praktis apabila biomassa daun pisang akan dimanfaatkan sebagai bahan pakan atau bahan baku industri.

#### **7. Interpretasi Biokimia dan Fisiologis**

Secara keseluruhan, perbedaan kandungan metabolit primer antara kedua jenis tanaman menunjukkan pengaruh nyata dari kondisi lingkungan terhadap aktivitas fisiologis dan biokimia tanaman. Kultur jaringan, yang ditumbuhkan dalam kondisi aseptik dan terkontrol, cenderung menghasilkan jaringan dengan aktivitas metabolik tinggi dan kandungan senyawa penyimpan energi (karbohidrat, protein, lemak) lebih besar. Sebaliknya, tanaman konvensional mengalokasikan sebagian besar energinya untuk adaptasi terhadap stres lingkungan, seperti pembentukan dinding sel tebal, jaringan mekanis, dan akumulasi mineral, sehingga kadar serat dan abu meningkat.

Fenomena ini sesuai dengan teori alokasi sumber daya tanaman (plant resource allocation theory), yang menyatakan bahwa dalam kondisi lingkungan ideal, tanaman lebih mengalokasikan energi untuk pertumbuhan dan sintesis metabolit primer, sedangkan pada kondisi stres, alokasi diarahkan pada pembentukan struktur pertahanan dan senyawa sekunder (Taiz & Zeiger, 2010; Salisbury & Ross, 1992).

#### **8. Perbandingan dengan Penelitian Terdahulu**

Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Gantait et al. (2015), yang melaporkan bahwa daun pisang hasil kultur jaringan memiliki kandungan nitrogen dan karbohidrat lebih tinggi dibandingkan hasil konvensional. Penelitian oleh Zuraida dan Rahayu (2021) juga menunjukkan adanya peningkatan signifikan kadar protein pada jaringan daun *in vitro* yang diinduksi dengan media kaya nitrogen. Sementara itu, penelitian Liu et al. (2020) menunjukkan bahwa suplai karbon eksogen dari sukrosa mampu meningkatkan aktivitas enzim rubisco dan akumulasi karbohidrat dalam jaringan daun pisang.

Namun, beberapa penelitian menunjukkan hasil berbeda pada parameter serat dan abu. Rahman dan Islam (2017) melaporkan bahwa tanaman lapangan memiliki kadar serat kasar lebih tinggi karena adaptasi mekanik terhadap tekanan lingkungan. Hal ini memperkuat argumentasi

bahwa kondisi eksternal yang tidak stabil pada tanaman konvensional memicu perubahan morfologi yang meningkatkan komponen struktural non-metabolik.

## **9. Implikasi dan Relevansi Penelitian**

Temuan ini memberikan dasar ilmiah bagi pengembangan produksi biomassa daun pisang melalui kultur jaringan. Kandungan karbohidrat, protein, dan lemak yang tinggi menjadikan daun hasil kultur jaringan lebih potensial sebagai bahan baku pakan bernilai gizi tinggi, atau sebagai sumber metabolit organik untuk industri bioenergi dan bioteknologi. Selain itu, kandungan air yang rendah meningkatkan daya simpan dan menurunkan risiko kontaminasi mikroba selama penyimpanan.

Dalam konteks pertanian berkelanjutan, penerapan teknik kultur jaringan dapat membantu menghasilkan bahan tanaman berkualitas tinggi tanpa memperluas lahan pertanian, mendukung efisiensi sumber daya, serta meminimalkan dampak lingkungan. Penelitian lanjutan direkomendasikan untuk mengkaji metabolit sekunder seperti flavonoid dan fenolik, yang juga berperan penting dalam ketahanan tanaman dan potensi antioksidan.

## **10. Ringkasan Hasil**

Secara umum, penelitian ini menunjukkan bahwa metode kultur jaringan mampu meningkatkan akumulasi metabolit primer yang berkaitan dengan energi dan pertumbuhan (karbohidrat, protein, dan lemak), sedangkan metode konvensional menghasilkan kadar serat dan abu yang lebih tinggi karena adaptasi struktural terhadap lingkungan. Hasil ini memberikan bukti empiris bahwa perbedaan sistem budidaya dapat memengaruhi profil biokimia daun pisang kepok kuning, dan membuka peluang penerapan teknologi kultur jaringan dalam peningkatan mutu biomassa tanaman tropis.

Analisis statistik menggunakan uji t dua sampel independen ( $\alpha = 0,05$ ) menunjukkan bahwa perbedaan kadar karbohidrat, protein, dan lemak antara daun hasil kultur jaringan dan konvensional signifikan secara statistik ( $p < 0,05$ ), sedangkan perbedaan serat kasar, abu, dan kadar air tidak signifikan ( $p > 0,05$ ). Hasil ini mengindikasikan bahwa media kultur jaringan yang kaya nitrogen dan karbon mampu meningkatkan proses biosintesis karbohidrat serta sintesis protein dan lipid.

Peningkatan kadar karbohidrat pada daun hasil kultur jaringan diduga disebabkan oleh efisiensi fotosintesis yang lebih tinggi di lingkungan kultur yang terkontrol, di mana suplai nutrisi dan cahaya konstan. Kadar protein yang lebih tinggi berkorelasi dengan tersedianya nitrogen anorganik stabil pada media Murashige dan Skoog (MS), yang mendukung pembentukan asam amino dan protein struktural. Selain itu, kandungan lemak yang meningkat dapat dihubungkan dengan aktivitas enzim asetil-KoA karboksilase yang lebih optimal di kondisi kultur terkontrol, mempercepat sintesis lipid sebagai cadangan energi.

Sebaliknya, kadar serat kasar, abu, dan air yang lebih tinggi pada tanaman konvensional mencerminkan adaptasi fisiologis terhadap kondisi lapangan, seperti paparan cahaya matahari langsung dan ketersediaan air tanah yang fluktuatif. Faktor lingkungan ini dapat memicu penebalan dinding sel (meningkatkan serat) dan penyerapan mineral tanah lebih besar.

Untuk memperjelas pola perbedaan antarperlakuan, penyajian grafik batang perbandingan kadar metabolit sangat disarankan agar tren perubahan antarparameter dapat diamati secara visual dan mudah diinterpretasikan.

Secara keseluruhan, hasil ini menegaskan bahwa teknik kultur jaringan berpotensi meningkatkan akumulasi metabolit primer tertentu melalui pengaturan fisiologis dan biokimia yang lebih efisien, serta membuka peluang penerapan dalam produksi biomassa daun pisang dengan komposisi metabolit yang lebih terarah dan optimal.

## SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa metode perbanyakan tanaman melalui kultur jaringan berpengaruh nyata terhadap kandungan metabolit primer daun pisang kepek kuning (*Musa paradisiaca* L.) dibandingkan dengan metode budidaya konvensional. Hasil analisis proksimat menunjukkan bahwa kadar karbohidrat (44,15%), protein (19,77%), dan lemak (7,82%) pada daun hasil kultur jaringan lebih tinggi secara signifikan dibandingkan dengan tanaman konvensional, yang masing-masing sebesar 39,93%, 16,13%, dan 6,20%. Sebaliknya, kadar serat kasar (14,14%), abu (11,38%), dan air (16,57%) lebih tinggi pada tanaman konvensional, meskipun perbedaannya tidak signifikan secara statistik.

Perbedaan ini menunjukkan bahwa kondisi pertumbuhan yang terkontrol dalam sistem kultur jaringan mampu meningkatkan efisiensi fotosintesis dan sintesis metabolit primer, sementara kondisi lingkungan alami pada tanaman konvensional mendorong pembentukan jaringan struktural dan penyerapan mineral yang lebih tinggi. Dengan demikian, metode kultur jaringan dapat menjadi alternatif potensial dalam produksi biomassa daun pisang berkualitas tinggi dengan kandungan gizi dan metabolit yang optimal, yang dapat dimanfaatkan untuk industri pangan, pakan, dan bioteknologi pertanian.

Untuk penelitian selanjutnya, disarankan agar dilakukan analisis metabolit sekunder (seperti fenolik dan flavonoid) serta uji bioaktivitas daun pisang hasil kultur jaringan, guna memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif terhadap potensi biokimia dan manfaat aplikatif tanaman pisang kepek kuning.

## REFERENSI

- AOAC. (2005). *Official methods of analysis* (18th ed.). Association of Official Analytical Chemists.
- Ariani, D., & Rahayu, E. (2019). *Pemanfaatan daun pisang sebagai bahan baku pangan tradisional dan biofilm ramah lingkungan*. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pangan, 4(2), 55–62.
- Badan Pusat Statistik. (2023). *Statistik Hortikultura Indonesia 2023*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Dalimunthe, A., & Usman, M. (2021). *Analisis kandungan nutrisi tanaman pisang hasil kultur jaringan dan konvensional*. Jurnal Agroteknologi Tropika, 10(1), 12–19. <https://doi.org/10.24843/jat.2021.v10.i01.p02>
- Dewi, F., & Widodo, S. (2017). *Pengaruh sumber karbon terhadap sintesis lemak pada kultur jaringan tanaman tropis*. Jurnal Bioteknologi Pertanian, 6(3), 201–209.
- Gantait, S., Debnath, S., & Ali, M. N. (2015). Tissue culture engineering—A new perspective in plant biotechnology. *Plant Biotechnology Reports*, 9(1), 1–20. <https://doi.org/10.1007/s11816-014-0339-6>
- Gantait, S., Kundu, S., & Ali, N. (2015). *Micropropagation of banana: For production of quality planting materials*. Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 90(1), 1–14. <https://doi.org/10.1080/14620316.2015.11513153>
- Hapsari, L., & Lestari, D. (2016). *Karakterisasi dan pemanfaatan daun pisang kepek kuning di Indonesia*. Jurnal Biologi Tropika, 16(2), 112–120.
- Hapsari, L., & Lestari, D. A. (2016). Morphological and nutritional characterization of local banana cultivars in East Java, Indonesia. *Biodiversitas*, 17(1), 155–163. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d170121>
- Hasanah, N., & Setiawan, A. (2020). *Efek media dan cahaya terhadap kandungan karbohidrat dan protein pada kultur jaringan tanaman hortikultura*. Jurnal Biologi dan Bioteknologi Tropis, 18(3), 245–253.
- Kaur, C., Kapoor, H. C., & Arora, A. (2011). Influence of environmental conditions on biochemical composition and antioxidant activity of plants in vitro. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 105(3), 403–410.
- Khalid, N., & Ahmed, I. (2018). Effect of nutrient media composition on lipid and protein accumulation in in vitro grown banana plantlets. *International Journal of Biological Sciences*, 14(4), 355–362.
- Liu, X., Wang, Q., & Chen, Y. (2020). Comparative study of biochemical and physiological characteristics between tissue-cultured and field-grown plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, 147, 160–169. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2019.12.012>

**Dwi Dicka Frianda, Nur Asyiah Dalimunthe & Angga Ade Sahfitra**, Analisis Perbandingan Kadar Metabolit Primer Daun Pisang Kepok Kuning (*Musa Paradisiaca L.*) Hasil Kultur Jaringan Dan Tanaman Konvensional

- Murashige, T., & Skoog, F. (1962). A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, 15(3), 473–497. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x>
- Mustafa, N. R., & Verpoorte, R. (2007). Phenolic compounds in medicinal plants: Synthesis, properties, and significance. *Phytochemistry Reviews*, 6(1), 47–58. <https://doi.org/10.1007/s11101-006-9031-8>
- Rahman, M. M., & Islam, M. N. (2017). *Environmental influence on structural composition of banana leaves*. *Journal of Plant Ecology*, 11(2), 99–108. <https://doi.org/10.1093/jpe/rtx021>
- Rokhmah, R., & Lestari, D. (2021). *Perbandingan komponen biokimia daun pisang hasil kultur jaringan dan lapangan*. *Jurnal AgroBioteknologi Indonesia*, 12(2), 134–143.
- Salisbury, F. B., & Ross, C. W. (1992). *Plant Physiology* (4th ed.). Belmont, CA: Wadsworth Publishing Company.
- Salisbury, F. B., & Ross, C. W. (1992). *Plant physiology* (4th ed.). Wadsworth Publishing.
- Santosa, E., & Hapsari, L. (2020). Potential utilization of banana leaves as sustainable biomaterial resources. *Jurnal Biologi Indonesia*, 16(2), 123–132.
- Setiadi, D., & Pratiwi, S. (2018). *Faktor genetik dan lingkungan terhadap komposisi metabolit primer tanaman hortikultura*. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 46(1), 11–18.
- Setiadi, R., & Pratiwi, E. D. (2018). Influence of cultivation technique and environment on primary metabolites of tropical fruit crops. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 9(3), 145–153.
- SNI 01-2891-1992. (1992). *Cara uji makanan dan minuman*. Badan Standardisasi Nasional.
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2010). *Plant physiology* (5th ed.). Sinauer Associates.
- Zuraida, L., & Rahayu, D. (2021). *Optimasi media kultur jaringan pisang untuk peningkatan kandungan protein daun*. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 22(3), 205–212. <https://doi.org/10.24843/jtp.2021.v22.i03.p04>