

Analisis Kandungan Karbohidrat dan Protein Total dari Daun Kacang Panjang (*Vigna cylindrica* L) Sebagai Hasil Aktivitas Pertumbuhan

Hartati¹, Nikman Azmin², Muh. Nasir³
Universitas Nggusuwaru (UNSWA)
Email Corespondent*: biologinikman@gmail.com

Abstrak

Kacang panjang (*Vigna cylindrica* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura penting yang dikonsumsi luas sebagai sumber nutrisi nabati. Meskipun sebagian besar perhatian ditujukan pada buahnya, bagian daun juga menyimpan potensi gizi yang tinggi dan peran fisiologis penting dalam pertumbuhan tanaman. Urgensi penelitian ini terletak pada pentingnya memahami dinamika kandungan karbohidrat dan protein dalam daun sebagai indikator fisiologis yang dapat digunakan untuk memantau status pertumbuhan dan efisiensi metabolik tanaman secara non-destruktif. Penelitian ini bertujuan menganalisis kandungan karbohidrat dan protein total pada daun kacang panjang pada dua tahap pertumbuhan, yaitu fase vegetatif (daun muda) dan fase generatif (daun tua), dengan menggunakan metode non-sulfurisasi. Pendekatan ini dipilih untuk mempertahankan keaslian senyawa yang terkandung tanpa modifikasi kimia, sehingga hasil yang diperoleh merepresentasikan kondisi alami jaringan tanaman. Analisis dilakukan melalui metode fenol-sulfat untuk karbohidrat dan metode destruksi untuk protein, disertai pengukuran absorbansi menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daun muda memiliki kandungan karbohidrat total sebesar 19,1% dan protein total sebesar $6,2 \pm 0,4\%$, sedangkan daun tua menunjukkan kandungan karbohidrat sebesar 12,1% dan protein total sebesar $4,5 \pm 0,3\%$. Penurunan kandungan pada daun tua mencerminkan proses fisiologis seperti redistribusi nutrisi menuju organ reproduktif. Temuan ini mengindikasikan bahwa kandungan biomolekul dalam daun dapat digunakan sebagai indikator pertumbuhan tanaman, yang berpotensi diterapkan dalam sistem monitoring pertanian berbasis fisiologi tanaman.

Kata Kunci: Karbohidrat, Protein, Kacang Panjang, Aktivitas Pertumbuhan

Abstract

String beans (*Vigna cylindrica* L.) are an important horticultural commodity that is widely consumed as a source of plant-based nutrients. Although most of the attention is on the fruit, the leaves also hold high nutritional potential and important physiological roles in plant growth. The urgency of this study lies in the importance of understanding the dynamics of carbohydrate and protein content in leaves as physiological indicators that can be used to non-destructively monitor the growth status and metabolic efficiency of plants. This study aims to analyze the total carbohydrate and protein content in broad bean leaves at two growth stages, namely the vegetative phase (young leaves) and the generative phase (old leaves), using the non-sulfurization method. This approach was chosen to maintain the authenticity of the compounds contained without chemical modification, so that the results obtained represent the natural conditions of plant tissue. Analysis was carried out through the phenol-sulfate method for carbohydrates and the deconstruction method for proteins, accompanied by absorbance measurements using a UV-Vis spectrophotometer. The results showed that young leaves had a total carbohydrate content of 19.1% and total protein of $6.2 \pm 0.4\%$, while old leaves showed a carbohydrate content of 12.1% and total protein of $4.5 \pm 0.3\%$. The decrease in content in old leaves reflects physiological processes such as nutrient redistribution to the rep organs.

Keywords: Carbohydrate, Proteins, Long Beans, Growth Activity

PENDAHULUAN

Kacang panjang (*Vigna cylindrica* L.), yang termasuk dalam famili Fabaceae, merupakan salah satu tanaman leguminosa yang banyak dibudidayakan di Indonesia

karena memiliki nilai ekonomi dan gizi yang tinggi. Selain buahnya yang sering dikonsumsi, bagian daun tanaman ini juga berpotensi dimanfaatkan, terutama dalam penelitian fitokimia dan fisiologi tumbuhan

(Azmin dan Hartati, 2020). Daun sebagai organ fotosintetik utama memiliki peranan penting dalam akumulasi biomolekul seperti karbohidrat, yang mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Yuliana & Nurhayati, 2021).

Karbohidrat merupakan hasil utama dari proses fotosintesis yang berlangsung di daun (Nurchayani et al, 2020). Proses ini mengubah energi cahaya menjadi energi kimia yang disimpan dalam bentuk glukosa dan polisakarida lain (Junaedi et al, 2021). Kandungan karbohidrat dalam daun dapat menjadi indikator efisiensi fotosintesis dan kesehatan metabolisme tanaman (Yemm et al, 1954; Bira et al, 2020). Penentuan karbohidrat total dalam daun dapat memberikan gambaran bagaimana tanaman menyimpan energi untuk proses metabolisme dan pertumbuhannya (Cahyani et al, 2020). Pertumbuhan tanaman sangat dipengaruhi oleh efisiensi akumulasi karbohidrat yang terjadi pada daun. Daun muda biasanya memiliki kandungan karbohidrat yang berbeda dibandingkan daun tua karena adanya variasi aktivitas enzim dan kecepatan metabolisme. Aktivitas pertumbuhan seperti pembelahan sel, pemanjangan sel, dan sintesis senyawa organik bergantung pada ketersediaan energi yang berasal dari karbohidrat.

Analisis kandungan karbohidrat total pada daun kacang panjang selama fase pertumbuhan dapat memberikan informasi penting mengenai dinamika metabolik tanaman (Nascimento et al, 2023). Konsentrasi karbohidrat dapat meningkat pada awal pertumbuhan dan menurun saat tanaman memasuki fase generatif karena dialihkan ke organ reproduktif seperti bunga dan buah (Marzuqi, 2015; Gunawan & Sugiharto, 2020). Oleh karena itu, pengamatan pada berbagai tahap

pertumbuhan sangat penting untuk mendapatkan profil karbohidrat yang komprehensif. Selain faktor internal, kandungan karbohidrat dalam daun juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti intensitas cahaya, suhu, dan ketersediaan air. Dalam kondisi optimal, tanaman akan meningkatkan laju fotosintesis yang berakibat pada akumulasi karbohidrat lebih tinggi di daun (Marzuqi et al, 2019). Oleh karena itu, pengaruh lingkungan terhadap kandungan karbohidrat juga harus dipertimbangkan dalam analisis.

Studi mengenai kandungan karbohidrat total pada daun kacang panjang masih relatif terbatas, terutama yang dikaitkan dengan tahapan pertumbuhan tanaman. Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk memperkaya data ilmiah mengenai perubahan fisiologis selama perkembangan tanaman, serta memberikan dasar bagi pemanfaatan daun sebagai sumber biomolekul bernilai. Analisis ini diharapkan juga dapat mendukung pemuliaan tanaman yang berfokus pada efisiensi fotosintesis dan produktivitas biomassa.

METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Fisiologi, Kultur Jaringan dan Mikroteknik Tumbuhan dan Laboratorium Mikrobiologi, Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya, Malang

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi tabung destruksi, alat destruksi, alat distilasi dan titrasi, serta alat ekstraksi Soxhlet lengkap dengan labu Soxhlet. Selain itu, digunakan juga alat pemanas dan pengaduk magnetik (Cimarec Stirring and Hot Plates), gelas kimia, neraca analitik, pipet tetes, pipet ukur, pipet mikro, serta karet pengisap. Peralatan lain yang

digunakan termasuk pompa vakum, gelas ukur, labu ukur, stirrer magnetik, corong gelas, batang pengaduk, dan ayakan berukuran 80 mesh. Untuk analisis kandungan, digunakan spektrofotometer UV-Vis.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari daun muda dan daun tua tanaman kacang panjang (*Vigna cylindrica* L.), larutan natrium, n-heksana, larutan asam klorida (HCl), serta indikator metil merah. Selain itu, digunakan juga aquades, larutan asam sulfat pekat (H_2SO_4), larutan fenol 5%, larutan fenol 5% dalam air, larutan asam perklorat (HClO_4) 52%, dan aluminium foil. Untuk keperluan analisis karbohidrat total, digunakan standar glukosa dengan konsentrasi 100 mg/L.

Proses Preparasi Sampel

1. Mengambil daun muda dan daun tua dari tanaman
2. Menimbang dan mencatat berat segar daun sebelum analisis
3. Mencuci sampel dengan air suling untuk menghilangkan kotoran
4. Mengeringkan sampel dengan kertas tisu atau oven bersuhu rendah ($40\text{-}55^\circ\text{C}$) hingga kering.
5. Menumbuk atau menggiling daun kering hingga menjadi serbuk halus (menggunakan blender atau mortar).
6. Menyimpan sampel kering dalam wadah tertutup rapat.
7. Serbuk tersebut dilarutkan menggunakan aquades hingga volume mencapai 25 mL, kemudian dihomogenkan dan disaring
8. Sampel yang telah disaring kemudian dilarutkan kembali menggunakan etanol 50% hingga mencapai tanda batas pada labu takar 25 mL, dihomogenkan dan disaring ulang. Kemudian diambil larutan sebanyak 2 mL dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi.
9. Setiap tabung reaksi ditambahkan 2,5 mL asam sulfat (H_2SO_4) pekat
10. Divortex pada kecepatan sedang dengan hati-hati karena melibatkan asam kuat. Setelah itu, campuran dibiarkan selama 10 menit pada suhu ruang, kemudian diinkubasi dalam waterbath bersuhu 25°C selama 10 menit
11. Setelah inkubasi, ditambahkan 0,5 mL larutan fenol 5% ke dalam masing-masing tabung, lalu campuran kembali divortex dan didiamkan selama 30 menit. Setelah reaksi selesai, absorbansi larutan diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 490 nm untuk menentukan kandungan karbohidrat dan protein total.

Analisis Kadar Karbohidrat

Prosedur preparasi sampel untuk analisis karbohidrat dilakukan melalui beberapa tahapan sebagai berikut: sebanyak 1 gram sampel daun kacang panjang tanpa perlakuan sulfurisasi ditimbang dengan teliti, kemudian ditambahkan 10 mL aquades sambil diaduk secara merata. Selanjutnya, ditambahkan 11 mL larutan asam perklorat (HClO_4) 52% dan campuran tersebut diaduk selama 15 hingga 20 menit menggunakan alat pengaduk magnetik (magnetic stirrer), dengan wadah tertutup menggunakan kertas aluminium guna mencegah penguapan.

Setelah proses pengadukan selesai, ditambahkan aquades sebanyak 95 mL ke dalam campuran, kemudian disaring dan ditampung ke dalam labu takar berkapasitas 250 mL. Volume larutan kemudian ditambahkan kembali dengan aquades hingga mencapai tanda batas (batas tera) pada labu ukur tersebut. Prosedur yang sama dilakukan untuk preparasi sampel dengan perlakuan non sulfurisasi, guna membandingkan kandungan karbohidrat dan protein antar perlakuan.

Pengukuran Kadar Karbohidrat

Larutan standar glukosa disiapkan dengan variasi konsentrasi yaitu 0; 0,4; 0,8; 1,2; 1,6; dan 2 mL. Masing-masing larutan standar ditambahkan 1 mL larutan fenol 5% dan dikocok hingga homogen. Selanjutnya, ditambahkan secara cepat 5 mL asam sulfat pekat ke dalam campuran, lalu larutan direndam dalam air untuk meredam reaksi eksoterm, dan didiamkan selama 10 hingga 15 menit pada suhu ruang.

Absorbansi masing-masing larutan kemudian diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 490 nm. Hasil pembacaan absorbansi digunakan untuk membuat kurva standar glukosa. Prosedur yang sama diulangi dengan mengganti larutan standar glukosa menggunakan larutan sampel daun kacang panjang untuk menentukan kandungan karbohidrat dan protein total. Setiap perlakuan dilakukan sebanyak dua kali (duplo) untuk menjamin keakuratan data. Perlakuan tersebut juga dilakukan untuk sampel yang telah melalui proses non sulfurisasi, sebagai bagian dari pembandingan atau kontrol penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis kandungan karbohidrat dan protein total pada daun kacang panjang (*Vigna cylindrica* L.) tanpa perlakuan sulfurisasi menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara daun muda dan daun tua. Kandungan karbohidrat total pada daun muda mencapai rata-rata 19,1%, sedangkan pada daun tua hanya sekitar 12,3%. Sementara itu, kadar protein total pada daun muda sebesar 6,1% dan menurun menjadi 4,4% pada daun tua. Data ini menunjukkan bahwa fase pertumbuhan mempengaruhi akumulasi biomolekul dalam jaringan daun, di mana daun muda memiliki aktivitas

metabolik yang lebih tinggi dibandingkan daun tua.

Perbedaan kandungan tersebut dapat dijelaskan oleh peran fisiologis masing-masing fase pertumbuhan. Pada fase vegetatif (daun muda), tanaman aktif melakukan fotosintesis dan sintesis protein, sehingga menghasilkan kandungan karbohidrat dan protein yang lebih tinggi. Sebaliknya, pada fase generatif (daun tua), terjadi redistribusi hasil fotosintesis ke organ sink seperti bunga dan buah, sehingga konsentrasi karbohidrat dalam daun menurun. Begitu pula dengan kandungan protein, yang cenderung mengalami degradasi atau translokasi ke jaringan lain. Temuan ini menunjukkan bahwa analisis kandungan karbohidrat dan protein pada daun dapat digunakan sebagai indikator fisiologis untuk memantau status pertumbuhan tanaman secara non-destruktif.

Tabel 1. Hasil Analisis Karbohidrat dan Protein Total

Sampel	Karbohidrat Total (%)	Protein Total (%)
Daun Muda	19,1	6,2 ± 0,4
Daun Tua	12,1	4,5 ± 0,3

Hasil analisis kandungan karbohidrat dan protein total pada daun kacang panjang (*Vigna cylindrica* L.) yang tidak melalui perlakuan sulfurisasi menunjukkan perbedaan yang jelas antara daun muda dan daun tua. Kandungan karbohidrat total pada daun muda adalah 19,1%, sementara pada daun tua hanya 12,1%. Hal ini menunjukkan bahwa pada fase vegetatif (daun muda), tanaman lebih aktif melakukan proses fotosintesis dan menyimpan karbohidrat lebih banyak. Selain itu, kadar protein total pada daun muda tercatat sebesar 6,2 ± 0,4%, sedangkan pada daun tua menurun menjadi 4,5 ± 0,3%. Penurunan ini sejalan dengan penurunan aktivitas sintesis protein yang

terjadi pada tanaman memasuki fase generatif.

Perbedaan yang signifikan antara kandungan karbohidrat dan protein pada kedua tahap pertumbuhan ini dapat dijelaskan oleh peran fisiologis daun pada setiap fase. Daun muda yang masih dalam tahap pertumbuhan aktif cenderung memiliki kadar karbohidrat dan protein yang lebih tinggi karena proses fotosintesis dan sintesis protein yang lebih intensif. Sebaliknya, daun tua telah mengalami penurunan kandungan karena sebagian besar hasil fotosintesis dan protein telah dialihkan ke organ tanaman yang lebih membutuhkan, seperti bunga dan buah. Oleh karena itu, analisis kandungan karbohidrat dan protein pada daun kacang panjang dapat digunakan sebagai indikator fisiologis untuk memantau perkembangan tanaman secara non-destruktif dan mengidentifikasi tahap pertumbuhannya.

Hal ini sejalan dengan temuan sebelumnya yang menunjukkan bahwa pada fase vegetatif, tanaman memiliki aktivitas fotosintesis yang lebih tinggi, sehingga menghasilkan lebih banyak karbohidrat untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan sel (Zainuddin et al., 2017). Karbohidrat pada daun muda umumnya disimpan dalam bentuk gula dan pati, yang berfungsi sebagai cadangan energi bagi tanaman. Pada daun tua, sebagian besar karbohidrat tersebut telah disalurkan ke organ sink seperti bunga dan buah, yang merupakan bagian yang lebih aktif dalam sintesis dan pembentukan produk generatif (Zhang et al., 2023). Penurunan kandungan karbohidrat ini mencerminkan transisi tanaman dari fase vegetatif menuju fase generatif, yang mengindikasikan proses pemanfaatan dan redistribusi sumber daya tanaman ke bagian yang lebih membutuhkan.

Kandungan protein total juga menunjukkan pola yang serupa, dengan kadar tertinggi ditemukan pada daun muda ($6,2 \pm 0,4\%$) dan penurunan signifikan pada daun tua ($4,5 \pm 0,3\%$). Penurunan kadar protein pada daun tua dapat dijelaskan oleh proses degradasi protein dan aliran asam amino ke organ yang lebih memerlukan untuk pembentukan organ reproduktif (Kurniati et al., 2020). Proses ini dikenal dengan istilah mobilisasi nitrogen, di mana tanaman mengalihkan sumber daya nitrogen untuk mendukung pembentukan bunga dan biji. Penurunan protein juga bisa terkait dengan perubahan metabolik yang terjadi saat tanaman bertransition menuju fase generatif, yang mengarah pada penurunan aktivitas enzimatis dalam daun (Saputro et al., 2020). Oleh karena itu, kandungan karbohidrat dan protein pada daun dapat digunakan sebagai indikator fisiologis yang efektif untuk memantau status pertumbuhan tanaman dan menentukan waktu optimal untuk intervensi pertanian seperti pemupukan dan panen.

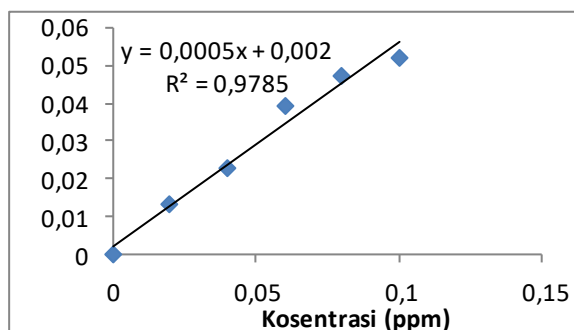
Kurva Standar Glukosa

Kurva standar glukosa dibuat untuk menentukan konsentrasi karbohidrat total dalam sampel daun kacang panjang (*Vigna cylindrica* L.). Dalam pembuatan kurva standar, larutan glukosa dengan konsentrasi yang bervariasi (0, 0,4, 0,8, 1,2, 1,6, dan 2 mL) disiapkan dan ditambahkan dengan larutan fenol 5% dan asam sulfat pekat. Setelah inkubasi, absorbansi larutan diukur pada panjang gelombang 490 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Hubungan antara konsentrasi glukosa dan absorbansi yang diukur digunakan untuk membuat kurva standar yang selanjutnya digunakan untuk menghitung kandungan karbohidrat pada sampel. Kurva ini menunjukkan hubungan linear antara

konsentrasi glukosa dan absorbansi, yang memungkinkan perhitungan yang akurat mengenai konsentrasi karbohidrat dalam sampel berdasarkan pengukuran absorbansi yang diperoleh (Golla dan Galung, 2021).

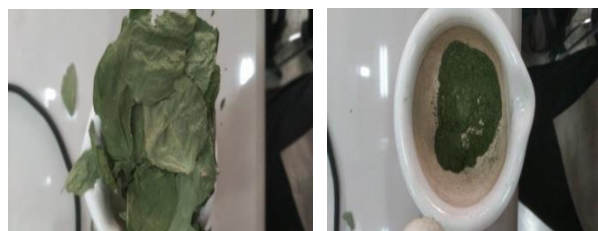
Table 2. Rata-Rata Pengukuran Absorban Glukosa Standar

Konsentrasi (ppm)	Rata-rata Absorbansi
0.4 ml	1.6 ml
0.8 ml	1.2 ml
1.2 ml	0.8 ml
1.6 ml	0.4 ml
2 ml	0



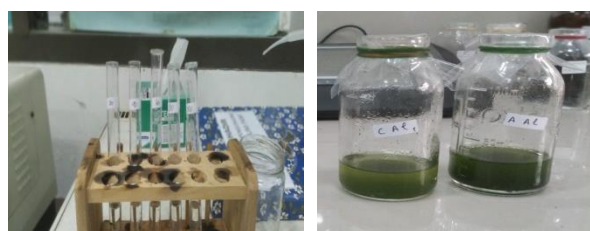
Gambar 1. Kurva kalibrasi standar glukosa pada panjang gelombang 490 nm

Kurva standar glukosa dibuat dengan menggunakan larutan glukosa pada berbagai konsentrasi yang diketahui, kemudian dianalisis dengan metode fenol-sulfat. Absorbansi masing-masing konsentrasi diukur pada panjang gelombang 490 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Hasil pengukuran menunjukkan hubungan linier antara konsentrasi glukosa dan nilai absorbansi, dengan nilai absorbansi meningkat seiring bertambahnya konsentrasi. Kurva standar ini digunakan sebagai acuan untuk menentukan kandungan karbohidrat total dalam sampel daun kacang panjang, berdasarkan persamaan regresi linear yang dihasilkan dari data tersebut. Metode ini umum digunakan karena sensitivitas dan akurasinya dalam mendeteksi gula total pada sampel tanaman (Sarjani et al., 2021).



Daun *Vigna cylindrica* yang sudah di keringkan

Sampel Daun yang sudah di haluskan



Sampel Daun yang sudah diberikan label

Sampel yang sudah di campur dengan pelarut

Kurva standar glukosa merupakan langkah krusial dalam analisis kuantitatif karbohidrat total, khususnya dalam metode fenol-sulfat. Dalam penelitian ini, kurva dibentuk berdasarkan hubungan linier antara konsentrasi glukosa (dalam ppm atau mL) dan absorbansi yang diukur pada panjang gelombang 490 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Semakin tinggi konsentrasi glukosa, nilai absorbansi yang terbaca juga meningkat secara proporsional. Pola ini sesuai dengan prinsip hukum Beer-Lambert, yang menyatakan bahwa absorbansi berbanding lurus dengan konsentrasi larutan. Kurva standar yang valid dan memiliki koefisien determinasi (R^2) mendekati 1 akan menghasilkan estimasi kandungan karbohidrat dalam sampel yang lebih akurat (Al-Huqail et al., 2022).

Dalam konteks penelitian ini, kurva standar digunakan sebagai acuan untuk menghitung kandungan karbohidrat total dalam daun kacang panjang (*Vigna cylindrica* L.) berdasarkan absorbansi hasil reaksi antara karbohidrat, fenol 5%, dan asam sulfat pekat. Metode fenol-sulfat tetap menjadi pendekatan yang banyak digunakan

karena kemampuannya mendeteksi karbohidrat secara sensitif, meskipun dalam jumlah kecil, dan juga kompatibel dengan berbagai jenis sampel tanaman. Dengan menggunakan kurva standar ini, analisis kuantitatif menjadi lebih objektif dan dapat direproduksi. Studi terbaru oleh Lin et al. (2023) juga menegaskan keandalan metode ini dalam studi metabolisme tanaman, khususnya untuk memantau perubahan fisiologis terkait kandungan gula selama perkembangan organ tanaman.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa kandungan karbohidrat dan protein total pada daun kacang panjang (*Vigna cylindrica* L.) mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya usia daun. Daun muda memiliki kandungan karbohidrat total sebesar 19,1% dan protein total sebesar $6,2 \pm 0,4\%$, sedangkan daun tua menunjukkan kandungan karbohidrat sebesar 12,1% dan protein total $4,5 \pm 0,3\%$. Perbedaan ini mencerminkan adanya perubahan aktivitas fisiologis selama fase pertumbuhan tanaman, di mana daun muda berperan aktif dalam fotosintesis dan sintesis protein, sementara daun tua mengalami penurunan aktivitas metabolik akibat redistribusi nutrisi ke organ generatif.

Temuan ini menunjukkan bahwa kandungan karbohidrat dan protein dalam daun dapat dijadikan sebagai indikator fisiologis untuk memantau fase pertumbuhan tanaman secara non-destruktif. Analisis ini berguna dalam praktik pertanian untuk menentukan waktu yang optimal dalam manajemen nutrisi dan panen. Dengan demikian, pendekatan ini tidak hanya memberikan pemahaman biologis tentang dinamika metabolit tanaman, tetapi juga

memiliki aplikasi praktis dalam peningkatan efisiensi budidaya kacang panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Huqail, A. A., Elgaaly, G., & Abdelhaliem, E. (2022). Spectrophotometric assessment of carbohydrate content in plant tissues using phenol-sulfuric acid method: Standardization and reliability. *Journal of Plant Biochemistry*, 48(1), 88–97.
- Azmin, N. N., & Hartati, H. (2020). Pengaruh Pemberian Pupuk Hayati Daun Kersen Terhadap Pertumbuhan Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum* L.). *ORYZA (Jurnal Pendidikan Biologi)*, 9(1), 8-14.
- Bira, G. F., Tahuk, P. K., Kia, K. W., Hartun, S. K., & Nitsae, F. (2020). Karakteristik silase semak bunga putih (*Chromolaena odorata*) dengan penambahan jenis karbohidrat terlarut yang berbeda. *Jurnal Sains Peternakan Indonesia*, 15(4), 367-374.
- Cahyani, P. M., Maretha, D. E., & Asnilawati, A. (2020). Uji kandungan protein, karbohidrat dan lemak pada larva maggot (*Hermetia Illucens*) yang di produksi di kalidoni kota palembang dan sumbangsuhnya pada materi insecta di kelas X Sma/Ma. *Bioilmi: Jurnal Pendidikan*, 6(2), 120-128.
- Gunawan, D., & Sugiharto, B. (2020). Analisis kandungan nutrisi daun dan batang tanaman kacang panjang pada fase pertumbuhan. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 25(1), 45–52.
- Golla-Golla, P. S., & Galung, F. S. (2021). Analisis Kandungan Karbohidrat (Glukosa). *Journal of Agritech Science*, 5(1).
- Junaedi, M. N. M., Saleh, I., & Wahyuni, S. (2021). Respon pertumbuhan kacang hijau (*Vigna radiata* L.) pada beberapa konsentrasi dan frekuensi pemberian limbah cair tahu sebagai pupuk organik cair. *Jurnal AgroSainTa: Widyaishwara Mandiri Membangun Bangsa*, 5(2), 41-48.

- Kurniati, D., Bintoro, V. P., & Dwiloka, B. (2020). Pengaruh perendaman dalam teh hijau dan teh hitam terhadap kadar air, kadar lemak, kadar protein, dan mutu hedonik telur itik rebus. *Journal of Nutrition College*, 9(3), 197-201.
- Kumar, A., Sharma, R., & Chatterjee, R. (2022). Nitrogen mobilization and protein degradation during reproductive phase in legumes. *Field Crops Research*, 271, 108232.
- Lin, X., Chen, J., & Zhao, L. (2023). Monitoring sugar accumulation during plant development using UV-Vis spectrophotometry: A reliable approach for metabolic profiling. *Plant Physiology Reports*, 28(2), 145–153.
- Marzuqi, M. (2015). Pengaruh kadar karbohidrat dalam pakan terhadap pertumbuhan, efisiensi pakan dan aktivitas enzim amilase pada ikan bandeng (*Chanos chanos* Forsskal). Retrieved from Udayana University Repository.
- Marzuqi, M., Kasa, I. W., & Giri, N. A. (2019). Respons pertumbuhan dan aktivitas enzim amilase benih ikan bandeng (*Chanos chanos* Forsskal) yang diberi pakan dengan kandungan karbohidrat yang berbeda. *Media Akuakultur*, 14(1), 31.
- Nurcahyani, E., Alfiah, D., Wahyuningsih, S., & Mahfut, M. (2020). Analisis Kandungan Karbohidrat Pada Planlet Buncis (*Phaseolus vulgaris* L.) Secara In Vitro Hasil Induksi Kalium Dalam Cekaman Kekeringan. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, 5(01), 34-41.
- Nascimento, D. B., de Magalhães, A. L. R., Teodoro, A. L., Gois, G. C., dos Santos, K. C., de Amaral, T. N. E., ... & Campos, F. S. (2023). Chemical composition, mineral profile, carbohydrate fractionation, dry matter digestibility and in vitro gas production of *Furcraea foetida* (L.) Haw at different phenological stages. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 1-15.
- Sarjani, T. M., Hasby, H., & Mawardi, A. L. (2021). Analisis Kandungan Glukosa dan Fruktosa pada Nipah (*Nypa fruticans*) dan Aren (*Arenga pinnata*). *Bioma: Jurnal Biologi dan Pembelajaran Biologi*, 6(1), 37-45.
- Saputro, T. A., Darmawati, S., & TM, E. (2020). Variasi Profil Protein Daging Sapi yang Dibungkus Daun Pepaya dengan Elektrophoresis SDS-Page. *Jurnal Biosains Pascasarjana*, 22(2), 46-49.
- Yuliana, R., & Nurhayati, N. (2021). Kajian morfologi dan manfaat tanaman kacang panjang (*Vigna unguiculata*). *Jurnal Agroteknologi Tropika*, 9(1), 34-41.
- Yemm, E. W., & Willis, A. J. (1954). The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. *Biochemical Journal*, 57(3), 508–514.
- Zainuddin, Z., Haryati, H., & Aslamyah, S. (2017). Pengaruh Berbagai Sumber Karbohidrat Pakan Terhadap Pertumbuhan dan Sintasan Juvenil Udang Vannamei *Litopenaeus vannamei*. *Agrokompleks*, 16(1), 7-11.
- Zhang, L., Li, X., & Wang, Y. (2023). Metabolic shifts in plant leaves during transition from vegetative to reproductive stages. *Plant Biology Journal*, 50(3), 442–453.