

DOI: doi.org/10.21009/03.1301.FA15

ANALISIS PERBEDAAN UNSUR DALAM BAYAM HIJAU (AMARANTHUS VIRIDIS) ANTARA METODE BUDIDAYA KONVENSIONAL DAN HIDROPONIK DENGAN MENGGUNAKAN METODE LASER INDUCED BREAKDOWN SPECTROSCOPY (LIBS)

Artha Paulina Simamora^{1, a)}, Mangasi Alion Marpaung^{1, b)}

¹*Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Jakarta, Jl. Rawamangun Muka No. 01, Rawamangun, Jakarta Timur 13220, Indonesia*

Email: ^{a)}arthapaulinasimamora_1306620064@mhs.unj.ac.id; ^{b)}mangasi1729@binus.ac.id;

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan unsur dalam sayuran bayam yang dibudidayakan menggunakan metode konvensional dan hidroponik menggunakan metode Laser-Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS). Penelitian ini melibatkan pengambilan sampel daun bayam yang ditanam dengan kedua metode budidaya tersebut. Sampel-sampel tersebut kemudian diproses dan dianalisis menggunakan metode LIBS. Dalam pengukuran LIBS instrumen yang sesuai digunakan untuk mengidentifikasi unsur-unsur yang terdapat dalam spektrum emisi cahaya sampel. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa metode LIBS dapat memberikan analisis cepat dan real-time terkait kandungan unsur dalam sayur bayam. Pada penelitian ini terdapat unsur-unsur seperti Besi (Fe), Magnesium (Mg), Kalsium (Ca), Natrium (Na), dan Kalium (K) yang terdeteksi dalam kedua sampel yang diuji. Meskipun metode budidaya yang berbeda digunakan, tidak ada perbedaan yang signifikan dalam jenis unsur yang terkandung. Hanya Konsentrasi unsur-unsur tersebut yang menunjukkan perbedaan.

Kata-kata kunci: Laser Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS), Bayam, Kandungan Unsur.

Abstract

This study aims to analyze the elemental content in spinach cultivated using conventional and hydroponic methods, utilizing Laser-Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS). The research involves collecting spinach leaf samples grown using both cultivation methods. These samples are then processed and analyzed using the LIBS method. In LIBS measurements, appropriate instruments are employed to identify the elements present in the emission spectrum of the samples. The results of this study demonstrate that the LIBS method provides rapid and real-time analysis of the elemental content in spinach. Elements such as Iron (Fe), Magnesium (Mg), Calcium (Ca), Sodium (Na), and Potassium (K) were detected in both tested samples. Although different cultivation methods were employed, there were no significant differences in the types of elements detected. However, the concentration of these elements showed variations.

Keywords: Laser-Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS), Spinach, Elemental Content.

PENDAHULUAN

Sayuran memainkan peran krusial dalam pola makan sehat dan menyediakan nutrisi yang penting bagi tubuh. Konsumsi yang cukup dari sayuran telah terkait dengan penurunan risiko penyakit kronis. Selain itu, kandungan vitamin, mineral, dan serat dalam sayuran dapat meningkatkan nilai gizi makanan sehari-hari. Dalam beberapa tahun terakhir, metode budidaya hidroponik telah menjadi populer karena efisiensi penggunaan air, pengendalian nutrisi yang lebih baik, dan potensi peningkatan hasil panen. Namun untuk memahami lebih baik perbedaan kandungan unsur pada sayuran yang ditanam dengan metode hidroponik dan metode konvensional, diperlukan analisis unsur yang terkandung dalam sayuran tersebut. Salah satu metode yang umum digunakan untuk menganalisis unsur dalam sampel adalah analisis spektrokimia. Metode ini memanfaatkan spektrum cahaya yang dihasilkan oleh unsur-unsur tersebut untuk mengidentifikasi dan mengukur konsentrasinya. Dalam konteks ini, ada dua metode yang biasa digunakan yaitu metode *Atomic Absorption Spectroscopy* dan *Atomic Emission Spectroscopy* [8].

Metode *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS) digunakan untuk menganalisis unsur dengan konsentrasi rendah, terutama unsur logam dan metaloid. Prinsip dasar metode ini adalah serapan cahaya oleh atom, di mana atom-atom menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu tergantung unsur yang ada. Namun, metode AAS bersifat destruktif karena sampel harus diubah menjadi fase cair dalam proses analisisnya, sehingga tidak memungkinkan untuk menganalisis sampel yang sama secara berulang.

Salah satu metode analisis unsur yang sedang mengalami perkembangan pesat adalah *Laser-Induced Breakdown Spectroscopy* (LIBS). Teknik LIBS merupakan perkembangan dari metode *Atomic Emission Spectroscopy* (AES). Keunggulan teknik LIBS antara lain persiapan sampel yang sederhana, waktu deteksi yang cepat (rata-rata 5 detik), analisis real-time dengan tingkat akurasi berorde part per million (ppm), dan kemampuan untuk mengukur hampir semua unsur kimia, termasuk unsur ringan seperti H, Be, Li, C, N, O, Na, dan Mg secara simultan [4].

Prinsip dasar teknik LIBS adalah dengan mengarahkan laser berdaya tinggi ke permukaan sampel untuk membentuk plasma. Pada plasma, elektron-elektron akan terangsang dan kembali ke keadaan dasar, menghasilkan emisi cahaya dengan spektrum khas untuk setiap unsur. Cahaya yang dipancarkan oleh plasma tersebut kemudian ditangkap oleh spektrometer melalui fiber optik, dan spektrumnya ditampilkan pada komputer. Intensitas spektrum memberikan informasi tentang konsentrasi atau jumlah unsur dalam sampel, sementara panjang gelombang menunjukkan jenis unsur yang terkandung dalam sampel.[9]

Beberapa penelitian sebelumnya telah menggunakan teknik LIBS untuk menganalisis kandungan unsur dalam berbagai material. Sebagai contoh, penelitian sebelumnya telah berhasil mengidentifikasi distribusi partikulat timbal (Pb) sebagai emisi gas buang kendaraan bermotor [1].

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sampel sayur bayam hijau yang ditanam dengan metode hidroponik dan metode konvensional. Sampel-sampel tersebut akan dianalisis untuk menentukan kandungan unsur serta intensitasnya menggunakan teknik LIBS. Panjang gelombang spektrum yang dihasilkan akan dibandingkan dengan database *Laser-Induced Breakdown Spectroscopy* (LIBS) National Institute of Standards and Technology (NIST).

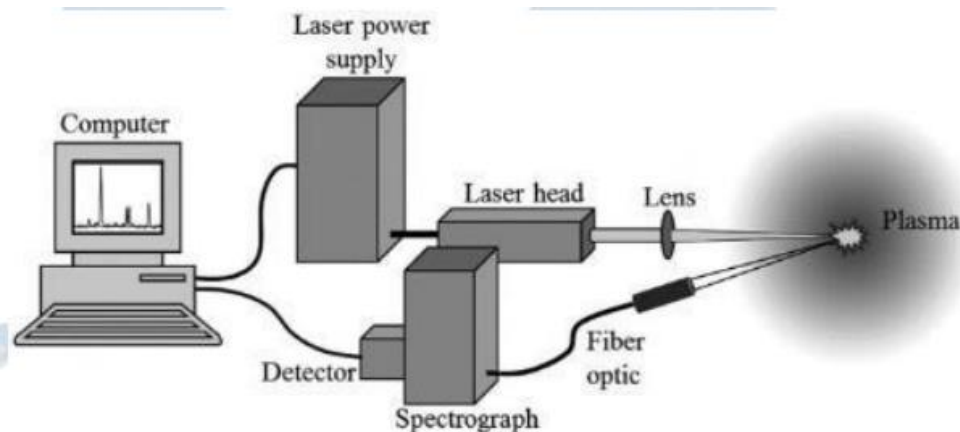
METODE PENELITIAN

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun bayam yang dibudidayakan secara konvensional dan hidroponik. Daun tersebut dikeringkan dengan cara menjemurnya dibawah sinar matahari, setelah proses pengeringan selesai, daun sampel ditempelkan pada sampel holder utama yang terhubung dengan sebuah step motor. Motor tersebut menggerakkan sampel dengan kecepatan 1-5 rpm, sehingga menghasilkan gerakan putar pada sampel. Tujuan dari pengaturan ini adalah agar berkas laser selalu tertuju pada titik sampel yang baru.

Sumber laser yang digunakan dalam penelitian ini adalah laser pulsa Nd:YAG (*third harmonic Quanta Ray, LAB SERIES*), dengan panjang gelombang 355 nm, dan lebar pulsa 8ns, laser ini dioperasikan pada mode *Q-Switching short to short* dengan energi laser 35 mJ dan Laser Nd:YAG

diarahkan kearah sampel dengan energi laser yang telah ditentukan sebelumnya. Pemfokusan laser pada sampel dilakukan dengan menggunakan lensa pemfokus dengan panjang fokus 150 mm. Proses pemfokusan ini mengakibatkan sebagian kecil dari sampel menguap. Perubahan fase dari material padat menjadi gas dengan temperatur tinggi, gas ini menghasilkan plasma.

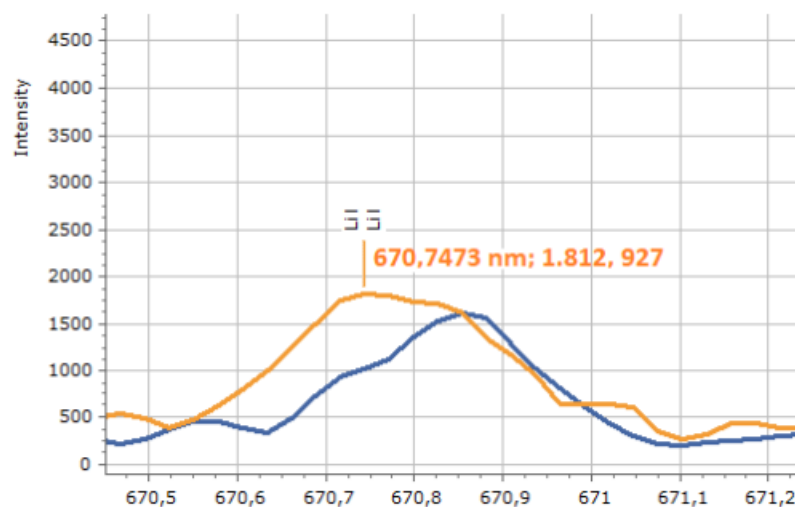
Emisi plasma yang dihasilkan kemudian ditransmisikan melalui *fiber* optik yang diatur pada sudut 45 derajat terhadap tembakan laser ke sampel. Emisi tersebut dikumpulkan dan diteruskan ke spektrometer yang dikendalikan oleh komputer. Spektrometer ini menghasilkan spektrum emisi dari plasma yang dihasilkan. Selanjutnya spektrum emisi yang diperoleh diidentifikasi dan dikonfirmasi menggunakan database *Laser Induced Breakdown Spectroscopy* (LIBS) yang disediakan oleh National Institute of Standards and Technology (NIST). Skema peralatan teknik LIBS yang digunakan dalam penelitian ini ditampilkan dalam **GAMBAR 1**.



GAMBAR 1. Skema peralatan teknik LIBS.

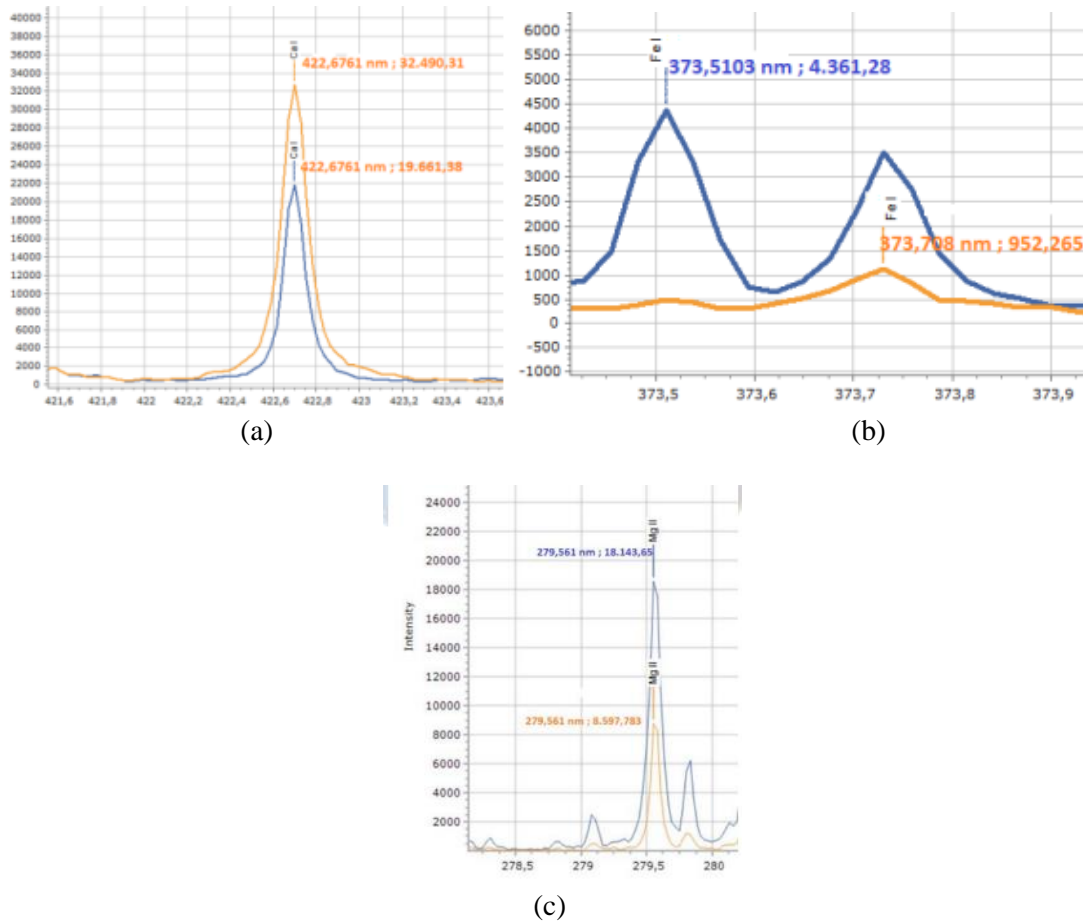
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan beberapa unsur dominan yang terdapat pada bayam yang dibudidayakan dengan metode konvensional dan hidroponik. Namun, ada beberapa unsur yang memiliki perbedaan konsentrasi yang cukup signifikan antara kedua metode budidaya. Terdapat pula unsur unsur yang hanya ditemukan pada sampel dari salah satu metode budidaya.



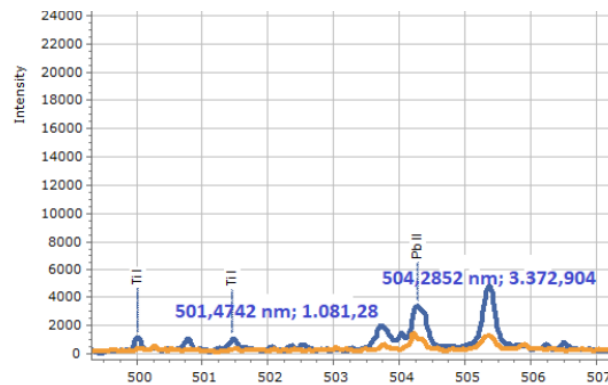
GAMBAR 2. Spektrum Lithium pada Bayam Hidroponik.

Pada sampel bayam hidroponik, ditemukan adanya unsur lithium (Li) yang jarang ditemukan secara alami dalam bahan pangan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pemberian Lithium 10 mg/L pada larutan nutrisi hidroponik dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman, kandungan vitamin C, dan kandungan kalsium hingga 15%. Namun diperlukan penelitian lebih lanjut untuk memastikan tingkat kontaminasi lithium agar aman untuk dikonsumsi.



GAMBAR 3. Spektrum emisi a). Unsur Ca, b) Unsur Fe, c) Unsur Mg pada Bayam Hidroponik dan Bayam Konvensional.

Penelitian ini juga mengungkapkan perbedaan konsentrasi unsur-unsur esensial seperti kalsium (Ca), magnesium (Mg), dan besi (Fe) antara bayam konvensional dan hidroponik. Konsentrasi Ca pada bayam hidroponik ditemukan lebih tinggi, kemungkinan karena pasokan Ca yang lebih terkendali dalam sistem hidroponik melalui pengelolaan larutan nutrisi. Sebaliknya, konsentrasi Mg dan Fe pada bayam hidroponik ditemukan lebih rendah, yang dapat disebabkan oleh perbedaan dalam penyerapan dan distribusi Mg dan Fe dalam sistem hidroponik. pH larutan nutrisi juga dapat memengaruhi penyerapan Mg dan Fe pada bayam hidroponik. Untuk meningkatkan kandungan Mg dan Fe pada bayam hidroponik dapat dilakukan dengan menambahkan suplemen Mg dan Fe ke dalam larutan nutrisi hidroponik, dan menjaga kondisi pH larutan nutrisi pada tingkat yang optimal (5,5-6,5).



GAMBAR 4. Spektrum Ti dan Pb pada Bayam Konvensional.

Selain itu, penelitian ini juga mengidentifikasi adanya unsur timbal (Pb) dan titanium (Ti) pada sampel bayam konvensional, yang mengindikasikan kemungkinan kontaminasi dari lingkungan atau pemberian pupuk. Kandungan Pb dan Ti dalam bayam meningkat seiring dengan peningkatan kandungan N, P, dan K dalam pupuk NPK yang digunakan. Selain itu, penggunaan kompos dari limbah industri sebagai pupuk juga dapat menyebabkan peningkatan kadar Pb dan Ti dalam bayam. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menentukan batas aman kandungan Pb dan Ti dalam bayam agar aman untuk dikonsumsi.

KESIMPULAN

Ucapan terimakasih ditujukan kepada semua pihak yang telah membantu dalam penelitian ini yaitu:

1. Dr. Koo Hendrik Kurniawan sebagai direktur / owner Maju Makmur Mandiri *Research Center* dimana penelitian ini dilakukan,
2. Dr. Marincan Pardede selaku staf peneliti pada Maju Makmur Mandiri *Research Center* / Universitas Pelita Harapan atas bantuannya dalam pengambilan data.
3. Ivan Tanra selaku staf peneliti pada Maju Makmur Mandiri *Research Center* / Universitas Kristen Krida Wacana atas bantuannya dalam pengambilan data.

REFERENSI

- [1] A. G. Pasyah., 2019. "Analisis Distribusi Timbal Sebagai Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor dengan Teknik Laser-Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS)", Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF2019, pp. 161-166,
- [2] Akasiska, R., R. Samekto, dan Siswadi. 2014. "Pengaruh konsentrasi nutrisi dan media tanam terhadap pertumbuhan dan hasil sawi pakcoy (*Brassica parachinensis*) sistem hidroponik vertikutur". *Jurnal Inovasi Pertanian* 13 (2): 46-61.
- [3] I. Khasanah, "Analisis Kandungan Unsur pada Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Bahan Bakar Bensin Premium, Pertalite, dan Pertamina Menggunakan Teknik Laser Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS)," Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF2019, pp. 153-160, 2019
- [4] Idris, et al., "Karakteristik Fisik Plasma dalam Laser-Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS) Menggunakan Laser Neodymium:Yttrium-Aluminum Garnet (Nd-YAG) Pada Sampel Daging Kerang Sungai," *Risalah Fisika*, vol. 2, no. 1, pp. 9-14, 2018.
- [5] J. Cremers, A. David & L. J. Radziemski, "Handbook of Laser-Induced Breakdown Spectroscopy," John Wiley & Sons, 2013

- [6] R. Septiani, M. A. Marpaung & M. M. Suliyanti., 2017. “Identifikasi Kandungan Unsur-Unsur Varietas Serbuk Kopi Dengan Teknik Laser Induced Shock Wave Plasma Spectroscopy”, *Spektra: Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, pp. 15-22,
- [7] S. Nurul Amalia Silviyanti, Sasmita Sari., 2018. “Pengaruh Metode Penanaman Hidroponik Dan Konvensional Terhadap Pertumbuhan Tanaman Bayam Merah”, *Jurnal Ilmiah Agribios*, Vol. 16, No. 2
- [8] *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater 23rd Edition*, Washington DC: American Public Health Association, 2017.
- [9] M. M. Suliyanti, “Aplikasi Laser Dalam Analisa Unsur Dengan Teknik Pembangkitan Plasma Dan Metode Pelapisan. *Jurnal Fisika - Himpunan Fisika Indonesia*,” pp. 37-44, 2010.
- [10] Yuliarti, N. (2014). *Hidup Sehat Dengan Sayuran*. Yogyakarta: CAKRAWALA. Halaman 12-18, 96-98
- [11] W. Rizza, Budi Hariono, T. W. Saputra., 2020. “Pengaruh Kadar Nutrisi dan Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Bayam Merah (*Alternanthera amoena voss*) Sistem Hidroponik”, *Jurnal Ilmiah INOVASI*, Vol. 20, no. , ISSN 1411- 5549