

DOI: doi.org/10.21009/03.1301.FA25

# ANALISIS KANDUNGAN UNSUR KACANG ALMOND DAN METE MENGGUNAKAN TEKNIK *LASER-INDUCED BREAKDOWN SPECTROSCOPY* (LIBS)

Maria Belendina Simatupang<sup>1, a)</sup>, Mangasi Alion Marpaung<sup>2, b)</sup>

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

<sup>2</sup> *Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Jakarta, Jl. Rawamangun Muka No. 01, Rawamangun, Jakarta Timur 13220, Indonesia*

Email: <sup>a)</sup>simatupangmaria06@gmail.com, <sup>b)</sup>mangasi1729@binus.ac.id

## Abstrak

Kacang almond dan mete memiliki peran penting bagi kesehatan tubuh manusia dan berbagai produk makanan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan unsur kacang almond dan mete menggunakan teknik *Laser-Induced Breakdown Spectroscopy* (LIBS). Teknik LIBS digunakan untuk memancarkan laser berenergi tinggi ke sampel, menghasilkan plasma yang mengandung atom tereksitasi. Atom tereksitasi ini kemudian memancarkan radiasi elektromagnetik dengan panjang gelombang karakteristik, yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan mengukur konsentrasi unsur dalam sampel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknik LIBS dapat digunakan untuk menganalisis kandungan unsur kacang almond dan mete secara akurat. Kandungan unsur utama yang diidentifikasi dalam kacang almond adalah magnesium (Mg), kalsium (Ca), kalium (K), dan fosfor (P). Kandungan unsur utama yang diidentifikasi dalam mete adalah kalsium (Ca), kalium (K), Fluorin (F).

**Kata-kata kunci:** Analisis unsur, Kacang almond, Kacang Mete

## Abstract

Almonds and cashews play an important role in human health and various food products. This study aims to analyze the elemental composition of almonds and cashews using Laser-Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS) techniques. LIBS is used to emit high-energy lasers onto samples, producing plasma that contains excited atoms. These excited atoms then emit electromagnetic radiation with characteristic wavelengths, which can be used to identify and measure the concentration of elements in the samples. The research results show that LIBS techniques can be used to accurately analyze the elemental composition of almonds and cashews. The main elements identified in almonds are magnesium (Mg), calcium (Ca), potassium (K), and phosphorus (P). The main elements identified in cashews are calcium (Ca), potassium (K), and fluorine (F).

**Keywords:** Elemental analysis, Almonds, Cashews

## PENDAHULUAN

Kacang mete dan almond merupakan kacang yang cukup banyak diminati oleh masyarakat Indonesia, beragam olahannya dari mulai dipanggang, sangrai dan sebagai bahan tambahan untuk membuat kue. Olahan-olahan seperti ini biasanya dijadikan sebagai cemilan atau makanan yang dapat menemani pada saat santai[1] Kacang mete merupakan salah satu produk pertanian yang

pemanfaatannya sebagian besar digunakan untuk bahan baku industri confectionery[2] di Indonesia perkembangan jambu mete cukup baik dan memiliki kontribusi cukup besar untuk perekonomian nasional, karena peranannya sebagai penghasil bahan baku industri seperti sebagai bahan utama makanan dan kosmetik [8] sedangkan almond memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi, almond sering di olah menjadi produk susu almond untuk peningkatan produksi ASI pada ibu menyusui[3] dan dalam penelitian yang dilakukan oleh Wang yang dilakukan di Amerika Serikat, mengonsumsi almond setiap hari dapat mencegah penyakit kardiovaskuler dalam jangka pendek dan berpotensi hingga 10 tahun kedepan [7]. Oleh karena itu analisis kandungan unsur pada kacang almond dan mete penting untuk mengetahui kualitas dan keamanan pangan.

Salah satu metode analisis unsur yang sedang berkembang pesat adalah metode Laser Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS). Teknik *Laser Induced Breakdown Spectroscopy* (LIBS) merupakan salah satu pengembangan dari metode Atomic Emission Spectroscopy. Teknik LIBS memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan teknik analisis lainnya antara lain preparasi sampel yang digunakan cukup sederhana, pendeteksian dapat dilakukan dengan cepat (rata-rata 5 detik), dapat melakukan analisa secara real-time dengan tingkat akurasi ber-orde part per million (ppm), serta dapat mengukur hampir semua unsur kimia termasuk elemen yang ringan, seperti H, Be, Li, C, N, O, Na, dan Mg secara serempak [5].

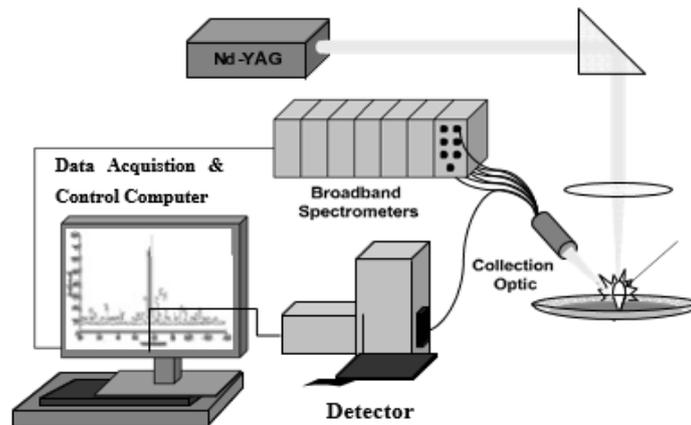
*Laser-Induced Breakdown Spectroscopy* (LIBS) merupakan spektroskopi atomik yang sangat handal untuk analisis kualitatif maupun kuantitatif untuk sampel padat, cair maupun gas. Sampel hasil elektrolisis diirradiasi laser dan terbentuk plasma yang berisikan elektron-elektron, atom-atom netral, ion-ion dan atom-atom tereksitasi. Pada saat elektron-elektron dalam atom tereksitasi turun ke keadaan dasar (*ground state*) akan melepaskan energi dalam bentuk *foton* dan ditangkap oleh spektrometer yang ditampilkan dalam intensitas fungsi panjang gelombang [4].

Prinsip dasar teknik LIBS yaitu berkas laser energi tinggi difokuskan pada sampel untuk menghasilkan plasma. Plasma didefinisikan sebagai materi dalam fase gas bersuhu tinggi, yang terdiri dari atom-atom, ion-ion, dan elektron bebas yang berperilaku secara kolektif. Plasma laser digunakan dalam LIBS untuk analisis spektrokimia. Walaupun proses pembangkitan plasma laser kompleks, prinsip dasar LIBS relatif sederhana. Meskipun terkesan sederhana, fenomena pembangkitan plasma laser sebenarnya sangat kompleks, melibatkan proses-proses fisika mulai dari interaksi berkas laser dengan sampel, penguapan, fragmentasi, ablasi, ionisasi, emisi, sampai munculnya emisi. Proses-proses ini bergantung pada berbagai karakteristik berkas laser, perangkat optik pengkondisi berkas, jenis dan tekanan gas penyangga, dan detektor optik yang satu sama lain juga saling mempengaruhi secara kompleks. LIBS telah berkembang menjadi teknik analisis elemental yang semakin populer dalam berbagai aplikasi[6]. Beberapa analisis kandungan unsur suatu material dengan menggunakan teknik LIBS sudah pernah dilakukan sebelumnya. Salah satunya adalah *Nutritional and toxic elemental analysis of dry fruits using laser induced breakdown spectroscopy (LIBS) and inductively coupled plasma atomic emission spectrometry (ICP-AES)*[9]. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa teknik LIBS dapat menganalisis kandungan unsur-unsur suatu material secara akurat tanpa perlu perawatan sampel rumit dan langkah-langkah pemurnian. Pada penelitian ini akan dilakukan identifikasi kandungan unsur kacang almond dan mete menggunakan teknik LIBS dan spektrum panjang gelombang yang dihasilkan dari kandungan unsur berdasarkan *National Institute of Standards and Technology (NIST) LIBS Database*.

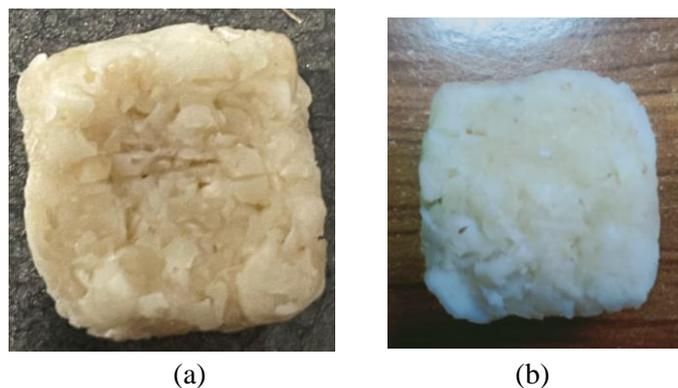
#### METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan cara eksperimen dengan mengidentifikasi unsur apa saja yang terkandung pada sample kacang almond dan kacang mete dengan menggunakan teknik LIBS. Perangkat yang digunakan laser pulsa Nd:YAG (*third harmonic Quanta Ray*, 355 nm, 35 mJ, 8 ns)

yang dioperasikan pada mode *Q-Switch* dengan lensa pemfokus ( $f=150$  mm). Emisi plasma dikirim ke suatu spektrometer melalui fiber optik yang ditempatkan sedemikian pada sudut  $45^\circ$  terhadap tembakan laser ke sample sehingga dapat menangkap seluruh emisi plasma. Skema peralatan teknik LIBS yang digunakan dalam penelitian ini ditampilkan dalam GAMBAR 1.



**Gambar 1.** Skema peralatan teknik LIBS



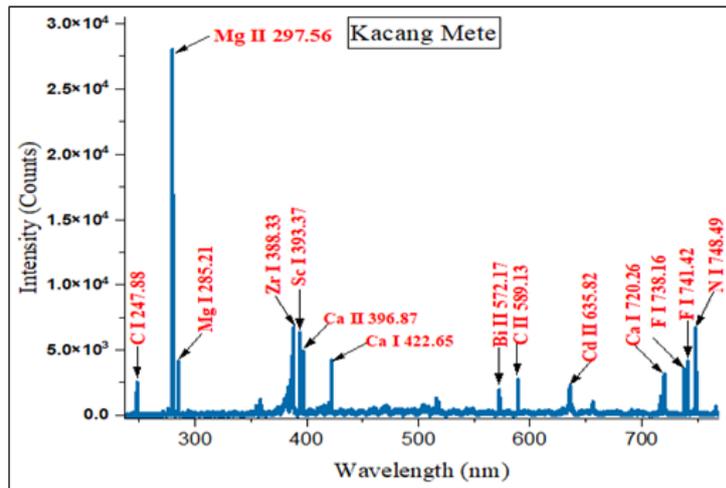
**Gambar 2.** a) Sampel kacang almond dan, b) Sample kacang mete yang digunakan dalam penelitian ini.

Sampel tersebut dijadikan dalam bentuk pelet berukuran  $2 \times 2$  cm, lalu ditempatkan pada pelat dan dikeringkan dengan cara dijemur di bawah sinar matahari selama 2 hari. Setelah proses pengeringan selesai, sampel ditempelkan pada sampel holder utama yang terhubung dengan sebuah step motor. Motor tersebut menggerakkan sampel dengan kecepatan 1-5 rpm, sehingga sampel berputar, dengan tujuan agar berkas laser selalu terarah 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 8 ns. Laser ini dioperasikan pada mode *Q-Switching short to short* dengan energi laser 35 mJ. Laser Nd:YAG diarahkan ke sampel dengan energi laser yang telah ditentukan sebelumnya. Pemfokusan laser pada sampel dilakukan menggunakan lensa pemfokus dengan panjang fokus 150 mm. Proses pemfokusan ini menyebabkan sebagian kecil dari sampel menguap, mengubah fase material padat menjadi gas bersuhu tinggi, yang kemudian menghasilkan plasma. Emisi plasma yang dihasilkan kemudian ditransmisikan melalui serat 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. Data spektrum emisi disimpan dengan format ASCII yang selanjutnya diolah dengan program originlab 2024b dan spectragryphy untuk dibuat grafik hubungan antara panjang gelombang dan intensitas. 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).

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

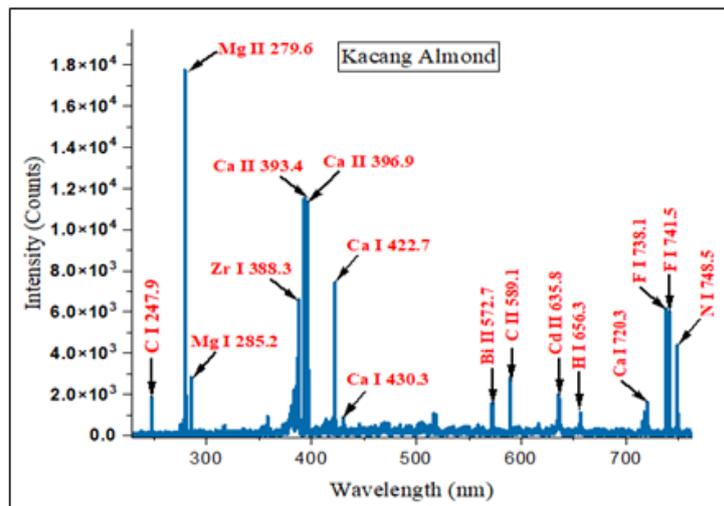
Pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan laser Nd:YAG dengan panjang gelombang 355nm, energi sebesar 35mj. Didapat hasil panjang gelombang dengan unsur-unsur sebagai berikut



**Gambar 3.** Spektrum emisi hubungan Panjang Gelombang (nm) terhadap Intensitas (Counts) pada Kacang Mete

**Tabel 1.** Intensitas unsur yang dihasilkan pada Kacang Mete

Unsur(nm)	Intensitas (Counts)
C I (247.88)	2540.13
Mg II 297.56	28044.8
Mg I (285.21)	3960.84
Zr I (388.33)	6710.97
Sc I 393.37	5675.92
Ca II 396.87	4823.85
Ca I 422.65	4220.61
Bi II 572.17	1952.6
C II 589.13	2390.76
Cd II 635.82	2224.01
Ca I 720.26	3154.99
F I (738.16)	3579.08
F I (741.42)	4175.41
N I (748.49)	6703.73



Gambar 4. Spektrum emisi hubungan Panjang Gelombang (nm) terhadap Intensitas (Counts) pada Kacang Almond

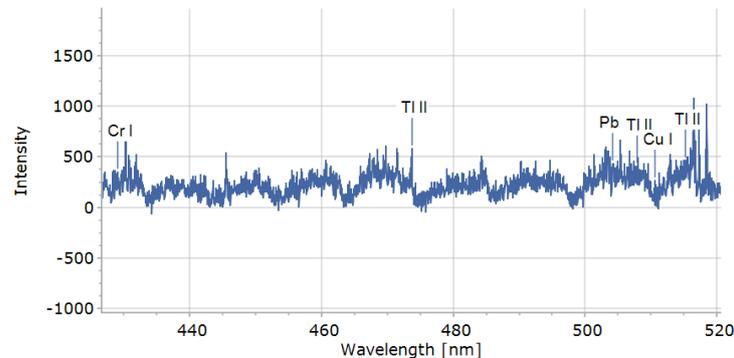
Tabel 1. Intensitas unsur yang dihasilkan pada Kacang Almond

Unsur(nm)	Intensitas (Counts)
C I (247.9)	1830.26
Mg II (279.6)	17730.8
Mg I (285.2)	2825.76
Zr I (388.3)	6598.41
Ca II (393.4)	11496.3
Ca II (396.9)	11329.4
Ca I (422.7)	7415.32
Ca I (430.3)	866.619
Bi II (572.7)	1541.86
C II (589.1)	2757.51
Cd II (635.8)	1906.15
H I (656.3)	1004.47
Ca I (720.3)	1611.53
F I (738.1)	6170.28
F I (741.5)	5804.16
N I (748.5)	4159.64

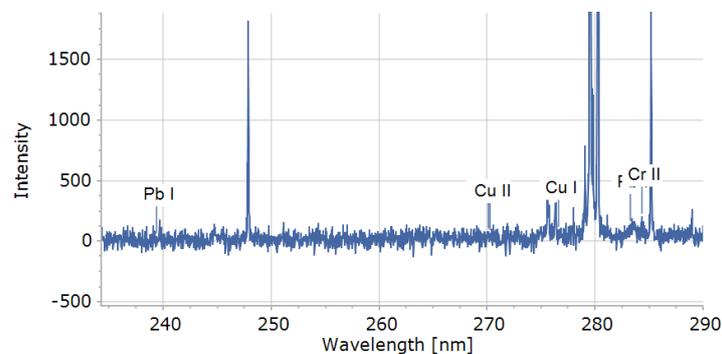
Unsur utama yang terdeteksi pada kacang mete adalah Mg, Ca, F, N, dan C. Magnesium (Mg) memiliki intensitas tertinggi pada 297,56 nm, menunjukkan kandungan Mg yang relatif tinggi. Kalsium (Ca) juga terdeteksi dalam jumlah signifikan pada beberapa panjang gelombang seperti 396,87 nm, 422,65 nm, dan 720,26 nm. Fluorin (F) dan Nitrogen (N) terdeteksi pada panjang gelombang 738,16 nm, 741,42 nm, dan 748,49 nm, mengindikasikan keberadaan unsur-unsur tersebut. Karbon (C) terdeteksi pada 247,88 nm dan 589,13 nm. Unsur lain seperti Zr, Sc, Bi, dan Cd juga terdeteksi namun dengan intensitas yang lebih rendah..

Unsur utama yang terdeteksi pada kacang almond adalah Mg, Ca, F, N, dan C. Magnesium (Mg) memiliki intensitas tertinggi pada 279,6 nm, menunjukkan kandungan Mg yang relatif tinggi. Kalsium (Ca) terdeteksi dalam jumlah signifikan pada beberapa panjang gelombang seperti 393,4

nm, 396,9 nm, 422,7 nm, dan 720,3 nm. Fluorin (F) dan Nitrogen (N) terdeteksi pada panjang gelombang 738,1 nm, 741,5 nm, dan 748,5 nm, mengindikasikan keberadaan unsur-unsur tersebut. Karbon (C) terdeteksi pada 247,9 nm dan 589,1 nm. Unsur lain seperti Zr, Bi, Cd, dan H juga terdeteksi namun dengan intensitas yang lebih rendah.



Gambar 5. Spektrum emisi Ti, Cu, Cr dan timbal Pb pada kacang almond



Gambar 6. Spektrum emisi Cu, Cr dan timbal Pb pada kacang mete

Pada gambar 5 dan 6 penelitian ini juga mengidentifikasi adanya unsur Ti (titanium), Cr (Chromium), Cu (tembaga) dan timbal (Pb) pada sampel Kacang almond dengan Intensitas yang relatif rendah dan pada kacang mete juga terdapat unsur Cr (Chromium), Cu (tembaga) dan timbal (Pb).

## KESIMPULAN

Analisis kandungan unsur pada kacang mete dan kacang almond menggunakan teknik Laser-Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS) menunjukkan adanya kesamaan dalam unsur-unsur utama yang terdeteksi, yaitu Mg, Ca, F, N, dan C. Magnesium (Mg) memiliki intensitas tertinggi, mengindikasikan kandungan Mg yang relatif tinggi pada kedua jenis kacang tersebut. Kalsium (Ca) juga terdeteksi dalam jumlah signifikan. Selain itu, Fluorin (F) dan Nitrogen (N) serta Karbon (C) turut diidentifikasi. Penelitian ini juga menemukan kehadiran unsur-unsur lain seperti Zr, Sc, Bi, Cd, Ti, Cr, Cu, dan Pb, meskipun dengan intensitas yang lebih rendah. Secara keseluruhan, teknik LIBS terbukti efektif dalam menganalisis profil kandungan unsur pada kacang mete dan kacang almond.

### UCAPAN TERIMAKASIH

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] MISIKA, M. (2018). PERBANDINGAN KADAR LEMAK PADA KACANG METE MENTAH DENGAN KACANG ALMOND MENTAH YANG DIJUAL DI SWALAYAN KOTA CIREBON. *Jurnal Analis Kesehatan (JAKA)*, 1(1), 17-31.
- [2] Maharani, N. (2023). Analisis Keuntungan Produk Olahan Kacang Mete Skala Rumah Tangga. *Jurnal Ilmiah Agrinca*, 23(1), 28-34.
- [3] Rofiasari, L., Oktafiani, H., Hayati, N., & Delima, Q. (2023). Pengaruh Jus Pepaya dan Susu Almond terhadap Peningkatan Produksi ASI. *Jurnal Ilmu Keperawatan Dan Kebidanan*, 14(1), 325-331.
- [4] Suyanto, H. S., Manurung, M., & Sinaga, D. N. (2014). Studi Perbandingan Analisis Unsur Plumbum (Pb) Dari Hasil Elektrolisis Antara Metode Laser-Induced Breakdown Spectroscopy (Libs) Dengan Metode Konvensional. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 10(2), 178-185.
- [5] 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.
- [6] Idris, N. (2022). *Spektroskopi Plasma Laser: Prinsip dan Aplikasi*. Syiah Kuala University Press.
- [7] Pitaloka, D. A. (2023). Aktivitas Antioksidan dan Sifat Organoleptik Sari Kacang Merah dengan Penambahan Kurma dan Almond Sebagai Alternatif Minuman Fungsional Penderita Hiperkolesterolemia. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7(2), 10205-10216.
- [8] Aliyaman, A. (2021). IDENTIFIKASI SIFAT KIMIA TANAH, SERAPAN HARA DAN SIFAT PERTUMBUHAN TANAMAN JAMBU METE PADA KETINGGIAN TEMPAT BERBEDA DI KOTA BAUBAU, SULAWESI TENGGARA. *Jurnal Technopreneur (JTech)*, 9(2), 98-103.
- [9] Rehan, I., Gondal, M. A., Almessiere, M. A., Dakheel, R. A., Rehan, K., Sultana, S., & Dastageer, M. A. (2021). Nutritional and toxic elemental analysis of dry fruits using laser induced breakdown spectroscopy (LIBS) and inductively coupled plasma atomic emission spectrometry (ICP-AES). *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(1), 408-416.