

## KANDUNGAN LOGAM Pb DALAM DAGING BUAH ALPOKAT DAN BIOAVAILABILITASNYA DALAM TANAH PERKEBUNAN DI DAERAH TARO, TEGALLALANG

M A P. Pratama, I W. Sudiarta\*, N. M. Suaniti

*Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Universitas Udayana, Jimbaran, Bali, Indonesia*  
*\*Email: wayansudiarta@unud.ac.id*

### ABSTRAK

Tanah perkebunan memiliki peran yang penting dalam memproduksi berbagai jenis hortikultura untuk memenuhi kebutuhan manusia. Dalam upaya menjaga kualitas dan meningkatkan produksi tersebut petani cenderung mengaplikasikan agrokimia selama proses produksi hortikultura tersebut. Penggunaan pupuk dan pestisida anorganik (agrokimia) dapat menimbulkan cemaran logam berat pada tanah perkebunan dan berdampak pada kualitas tanaman hasil perkebunan alpokat. Penelitian ini bertujuan mengetahui bioavailabilitas logam Pb pada tanah perkebunan alpokat di perkebunan Taro, Tegallalang dan untuk menentukan kandungan logam Pb pada buah alpokat. Bioavailabilitas logam Pb ditentukan dengan metode ekstraksi 4-tahap dan kandungan Pb diukur dengan AAS (Spektrometer Serapan Atom). Hasil penelitian menunjukkan kandungan logam Pb pada tanah perkebunan di Taro, Tegallalang baik saat mulai berbuah maupun saat panen diperoleh sebesar 134,7918 - 466,8960 mg/kg, dimana berdasarkan nilai *the farmer Greather London Council* dengan nilai 500 mg/kg maka tanah tersebut tergolong tidak tercemar logam Pb. Kandungan logam Pb dalam tanah didominasi oleh bentuk logam yang *bioavailable* dengan persentase 26,35 - 73,28%, berpotensi *bioavailable* 9,64 - 39,27% dan logam yang non *bioavailable* 12,69 - 48,54%. Daging dalam buah alpokat tidak terdeteksi adanya pencemaran logam Pb. Hal tersebut menandakan bahwa buah alpokat aman di konsumsi dan tidak akan menjadi agen pembawa logam Pb ke mahluk hidup lainnya.

**Kata kunci:** alpokat, bioavailabilitas, logam berat, Pb

### ABSTRACT

Plantation soil has a crucial role in producing various types of horticulture. Farmers tend to apply agrochemicals to maintain product quality and increase horticulture production. The use of inorganic fertilizers and pesticides (agrochemicals) can cause heavy metal contamination in plantation soil and have an impact on the quality of avocado plantation crops. This study aimed to determine the bioavailability of Pb metal in the avocado plantation soil in Taro, Tegallalang, and the content of Pb metal in the avocado fruits. The bioavailability was determined by a 4-step extraction method, and the Pb content was measured by an AAS (Atomic Absorption Spectrometer). The results showed that the Pb metal content in the plantation soil in Taro, Tegallalang, either when the avocado plants bore fruit or the avocados were harvested, ranged from 134.7918 to 466.8960 mg/kg, where according to the Farmer Greater London's Council the value of 500 mg/kg was classified as unpolluted soil by Pb metal. The Pb metal content in the plantation soil was categorized as bioavailable with a percentage of 26.35 - 73.28%, potentially bioavailable of 9.64 - 39.27%, and non-bioavailable metals of 12.69 - 48.54%. The Pb metal content in the avocado fruits was not detected. This result indicates that avocados are safe for consumption and will not become carriers of Pb metal to other living beings.

**Keywords:** avocado, bioavailability, heavy metals, Pb

### PENDAHULUAN

Alpokat merupakan salah satu buah yang digemari masyarakat Bali dengan total produksi sebanyak 5.123,00 ton/tahun (Badan Pusat Statistik, 2021). Alpokat merupakan buah yang sangat bergizi dengan kandungan protein,

vitamin A, B, dan C, mineral Ca, Fe yang tinggi (Samson, 1980). Budidaya tanaman alpokat membutuhkan pupuk organik maupun pupuk anorganik dalam pertumbuhannya. Penggunaan pupuk anorganik berlebih berpotensi menimbulkan pencemaran logam berat seperti

Cr, Cu, Co, As, Pb, Fe, Cd, Ni dan Hg (Alloway, 1995).

Akumulasi logam berat dalam tanah perkebunan dapat mengancam kehidupan manusia. Logam *bioavailable* merupakan logam yang dapat terserap oleh tanaman karena mudah terlepas dan sifatnya labil (Siaka, 2016). Marisayani dan Salomo (2017) menyatakan bahwa pupuk anorganik yang digunakan pada tanah perkebunan kelapa sawit di Kampar, Riau memiliki kandungan logam berat Pb dengan konsentrasi sebesar 60-130 mg/L. Berdasarkan penelitian Eka *et al.*, (2014), Regi *et al.*, (2018) dan Siaka *et al.*, (2021) diperoleh rangkuman data mengenai pencemaran logam Pb di daerah perkebunan dan pertanian Provinsi Bali berkisar pada 2,1228 - 52,4335 mg/kg.

Petani alpokat di Desa Taro memiliki ketergantungan terhadap penggunaan pupuk anorganik dalam proses pembudidayaan alpokat. Penggunaan pupuk anorganik dinilai lebih efisien dan memberikan dampak nyata terhadap perkembangan buah alpokat. Pengaplikasian berlebih dan jangka Panjang dapat menimbulkan pencemaran logam berat pada tanah, salah satunya pencemaran logam Pb. Banyaknya akumulasi logam Pb dalam tanaman sangat dipengaruhi oleh tingkat bioavailabilitas logam Pb yang ada dalam tanah. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui kandungan logam Pb pada tanaman alpokat serta bioavailabilitas logam tersebut dalam tanah perkebunan di Daerah Taro, Tegallalang.

## MATERI DAN METODE

### Bahan

Bahan yang digunakan memiliki derajat kemurnian proanalisis meliputi, HNO<sub>3</sub> pekat, HCl, Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub>, CH<sub>3</sub>COOH, NH<sub>2</sub>OH.HCl, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, akuades, kertas saring, serta sampel tanah perkebunan alpokat dan sampel daging buah alpokat dari daerah Taro Tegallalang

### Peralatan

Alat yang digunakan meliputi, kaca arloji, labu ukur, gelas ukur, labu erlenmeyer, corong, sendok polietilen, botol semprot, *zip lock plastic*, pipet tetes, mortar, gelas beaker, botol vial, pipet volume, pH meter, *ultrasonic bath*, penggojog, neraca analitik, pemanas listrik, sentrifuse, oven, blender, ayakan 230

mesh dan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) AA-7000 Shimadzu.

### Cara kerja

#### Rancangan penelitian

Pengambilan sampel tanah perkebunan dan tanaman alpokat dilakukan di Perkebunan Desa Taro, Tegallalang. Pengambilan sampel tanah dilakukan pada sepetak tanah yang mempunyai minimal tiga pohon alpokat, saat alpokat mulai berbuah dan alpokat siap panen. Titik-titik pengambilan sampel tersebar secara proporsional seperti Gambar 1. Pengambilan sampel tanaman daging buah alpokat dilakukan pada semua pohon di lahan petak yang ditetapkan.



8°20'49.0\"S 115°18'40.1\"E

-8.346945, 115.311142



8°20'49.3\"S 115°18'40.9\"E

-8.347030, 115.311371



8°20'49.3\"S 115°18'40.9\"E

-8.347033, 115.311348

**Gambar 1.** Teknik Pengambilan Sampel Tanah Pada Lahan Perkebunan

#### Pengambilan sampel

Sampel tanah diambil pada titik – titik pengambilan sampel, masing–masing 200 g dengan kedalaman 20–40 cm Sampel kemudian dimasukkan ke dalam *zip lock plastic*. Sampel

buah alpokat siap panen diambil dari lahan perkebunan yang sama dengan pengambilan sampel tanah.

#### **Preparasi sampel**

Sampel tanah dan buah alpokat dikeringkan pada suhu 60°C hingga massa sampel konstan. Sampel kering dihaluskan dan diayak dengan ayakan 230 mesh, selanjutnya disimpan untuk analisis berikutnya.

#### **Ekstraksi Bertahap**

Prosedur ekstraksi bertahap dalam penentuan logam total dan bioavailabilitas logam Mengacu pada metode Davidson *et al.* (1994).

##### **Tahap Pertama (fraksi EFLE)**

40 mL CH<sub>3</sub>COOH 0,1 M dicampurkan dengan 1 g sampel tanah, lalu larutan *dishaker* selama 2 jam. Selanjutnya, dipisahkan dengan sentrifuse pada kecepatan 4000 rpm selama 10 menit. Supernatant diencerkan dengan HNO<sub>3</sub> 0,01 M pada labu ukur 50 mL. Larutan diukur dengan AAS dan residu digunakan untuk ekstraksi tahap selanjutnya.

##### **Tahap Kedua (fraksi Mn/Fe oksida)**

Supernatant hasil dari tahap pertama dicampurkan dengan NH<sub>2</sub>OH.HCl 0,1 M sebanyak 40 mL dan HNO<sub>3</sub> hingga pH 2, kemudian *dishaker* selama 2 jam. Selanjutnya, dipisahkan dengan sentrifuse pada kecepatan 4000 rpm selama 10 menit. Supernatant diencerkan dengan HNO<sub>3</sub> 0,01 M pada labu ukur 50 mL. Larutan diukur dengan AAS dan residu digunakan untuk ekstraksi tahap selanjutnya.

##### **Tahap Ketiga (fraksi organik/sulfida)**

Supernatant hasil dari tahap kedua ditambahkan larutan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 8,8 M sebanyak 10 mL dan didiamkan selama 1 jam pada suhu ruang dalam keadaan tertutup dengan sesekali dikocok, kemudian pada suhu 85°C campuran dipanaskan selama 1 jam. Hasil pemanasan ditambahkan larutan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 8,8 M sebanyak 10 mL lalu dipanaskan kembali. Hasil campuran didiamkan pada suhu ruang, lalu ditambahkan CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub> 1 M sebanyak 20 mL dan ditambahkan HNO<sub>3</sub> hingga pH 2. Campuran *dishaker* selama 2 jam dan dipisahkan dengan sentrifuse pada kecepatan 4000 rpm selama 10 menit. Supernatant diencerkan dengan HNO<sub>3</sub> 0,01 M pada labu ukur 50 mL.

Larutan diukur dengan AAS dan residu digunakan untuk ekstraksi tahap selanjutnya.

##### **Tahap Keempat (fraksi resistant)**

Supernatant hasil dari tahap ketiga dicuci dengan air suling dan ditambahkan 10 mL *reverse aqua regia* sebanyak 10 mL, kemudian didigesti selama 45 menit pada suhu 60°C, setelah itu dipanaskan selama 45 menit pada suhu 140°C. Hasil digesti ditambahkan aquades sekitar 30 mL. Dipisahkan dengan sentrifuse pada kecepatan 4000 rpm selama 10 menit. supernatant diencerkan dengan akuades dalam labu ukur 50 mL dan diukur dengan AAS.

##### **Penentuan konsentrasi logam Pb total dalam Buah Alpokat**

0,5000 g masing-masing serbuk sampel buah dan daun alpokat ditambahkan 5 mL larutan HNO<sub>3</sub> pekat. Sampel dipanaskan pada suhu 80-90°C selama 2 jam dan suhunya dinaikkan hingga 150°C sampai mendidih. Ditambahkan masing – masing 3-5 mL HNO<sub>3</sub> pekat dan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30%, kemudian didigesti hingga diperoleh larutan jernih. Hasil digesti didinginkan, lalu disaring dan diencerkan dengan akuades dalam labu ukur 25 mL. Larutan diukur dengan AAS.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Spesi logam pada komponen tanah dinyatakan dalam kadar mg logam per 1 kg tanah. Menurut Davidson *et al.* (1994) metode ekstraksi bertahap mampu menunjukkan banyaknya spesi logam dalam tanah dengan menghasilkan 4 fraksi yaitu fraksi 1 (F1) logam *bioavailable*, fraksi 2 dan 3 (F2 dan F3) berpotensi *bioavailable*, dan fraksi 4 (F4) *non bioavailable*. Menurut Gasparatos *et al.*, 2005) Fraksi 1 merupakan fraksi *Easily, Freely, Leachhable, and Exchaeble*, Fraksi 2 merupakan fraksi oksida Fe/Mn, Fraksi 3 merupakan fraksi organik/sulfida, Fraksi 4 adalah fraksi *resistant*

Pola distribusi logam Pb pada Tabel 1 menunjukkan bahwa saat mulai berbuah dan saat panen secara garis besar adalah F1>F4>F3>F2. Spesi logam Pb yang terkandung dalam tanah pada fraksi 1 lebih mendominasi baik saat mulai berbuah ataupun saat panen dibandingkan dengan fraksi lainnya. Hal tersebut menjelaskan bahwa spesi logam Pb yang terkandung dalam tanah dominan bersifat *bioavailable*. Persentase

logam Pb yang terekstrak dalam bentuk Fe/Mn oksida pada fraksi 2 berdasarkan Tabel 1 terbilang cukup rendah. Terjadi anomali dimana ada peningkatan peningkatan signifikan pada tanah 1 mencapai 162,0370 mg/kg. Peningkatan kandungan logam Pb pada fraksi 2 juga meningkat sesudah musim panen. Fraksi 3 memiliki kandungan logam Pb berkisar 21,3123 – 32,5863 mg/kg saat mulai berbuah dan 41,6518 – 57,0527 mg/kg saat panen. Konsentrasi logam Pb yang terikat pada fraksi 4 saat mulai berbuah berkisar antara 59,2820 – 73,0130 mg/kg dan saat panen berkisar antara 72,5211 – 81,5388 mg/kg

Penelitian Siaka *et al.* (2019), menunjukan hasil yang serupa dimana kandungan spesi Pb meningkat saat pasca panen pada perkebunan sawi putih di Desa Baturiti. Menurut Darmono (1995) penggunaan pupuk kandang

meningkatkan kandungan organik pada tanah dan KTK (kapasitas tukar kation). Peningkatan KTK menyebabkan peningkatan nilai pH dari tanah sehingga mengubah logam dari bentuk karbonat menjadi bentuk hidroksi. Penggunaan pupuk anorganik memberikan sumbangsih tinggi pada ketersediaan unsur logam dalam bentuk bebas. Menurut Siaka *et al.* (2019), pergerakan mineral akibat tergerus air hujan berdampak pada penumpukan kandungan logam pada beberapa titik tertentu. Hal tersebut juga divalidasi oleh pemilik lahan dimana penggunaan pupuk atupun peptisida hanya dilakukan pada beberapa tanaman yang membutuhkan dan bukan diberikan secara serentak. Aktivitas tersebut menyebabkan persebaran logam dari berbagai fraksi cenderung tidak rata.

**Tabel 1.** Logam Pb yang Terekstraksi Dalam Tanah

Nama Sampel	Fraksi	Saat Mulai Berbuah		Saat Panen	
		$[\overline{Pb}] \pm SD$ (mg/Kg)	% Terekstraksi	$[\overline{Pb}] \pm SD$ (mg/Kg)	% Terekstraksi
Tanah I	F1	224,2647 ± 7,3529	48,03	238,9706 ± 28,7141	64,10
	F2	162,0370 ± 13,1456	34,70	19,6123 ± 3,3416	5,26
	F3	21,3123 ± 1,4728	4,56	41,6518 ± 2,4729	11,17
	F4	59,2820 ± 2,9684	12,69	72,5211 ± 5,4915	19,45
Tanah II	F1	44,1857 ± 14,8081	32,78	70,6018 ± 2,0046	35,96
	F2	0,4219 ± 0,7308	0,31	5,3899 ± 1,1238	2,74
	F3	24,7519 ± 3,0644	18,36	45,8141 ± 6,2585	23,34
	F4	65,4323 ± 1,2638	48,54	74,4776 ± 1,5378	37,94
Tanah III	F1	285,5392 ± 55,7968	73,28	102,9411 ± 13,2557	43,58
	F2	8,6484 ± 2,0330	2,22	8,3287 ± 0,8501	3,53
	F3	28,9180 ± 3,6307	7,42	52,1757 ± 5,1348	22,09
	F4	66,6582 ± 2,9862	17,11	72,7530 ± 0,7567	30,80
Tanah IV	F1	42,0071 ± 23,7967	26,35	183,8235 ± 20,4697	54,97
	F2	11,8098 ± 1,5903	7,41	11,9980 ± 4,3038	3,58
	F3	32,5863 ± 2,1281	20,44	57,0527 ± 1,5323	17,06
	F4	73,0130 ± 4,6822	45,80	81,5388 ± 2,6496	24,38

Keterangan: Tanah I (tanah dari Pohon I), Tanah II (tanah dari Pohon II), Tanah III (tanah dari Pohon III), Tanah IV (tanah dari tengah-tengah ketiga pohon).

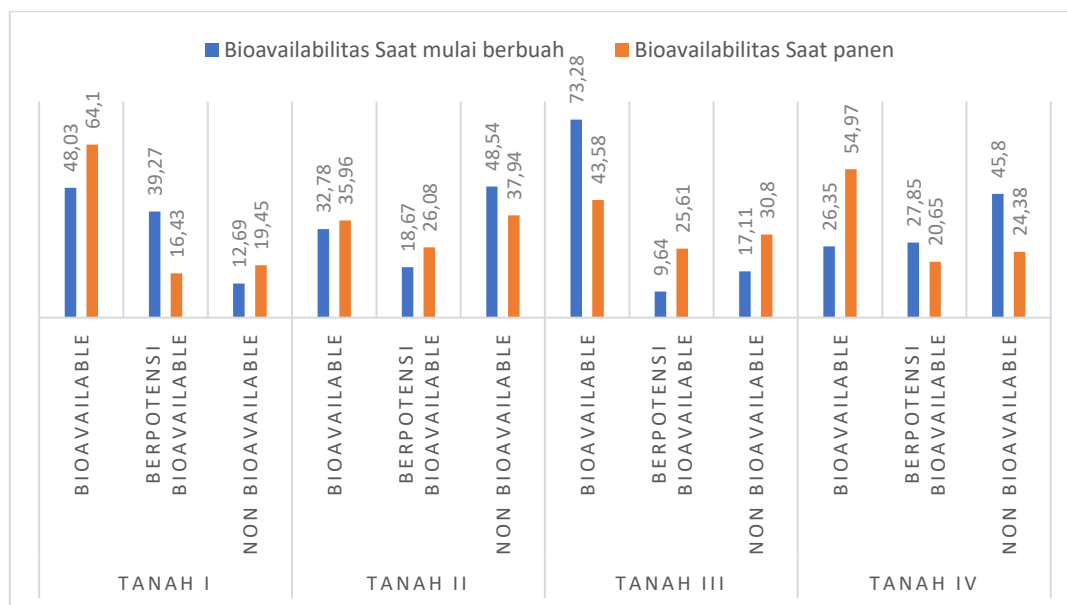
Persentase sifat logam pada tanah perkebunan alpokat Desa Taro didominasi oleh spesi logam bersifat *bioavailable*. Penggunaan bahan agrokimia berlebihan dan berkepanjangan menjadi faktor utama melimpahnya spesi logam yang bersifat *bioavailable* (Siaka, 2016). Peningkatan logam

yang bersifat *bioavailable* pada saat panen disebabkan oleh penggunaan peptisida dalam pemeliharaan pra panen untuk menjaga tanaman dari hama. Penggunaan pupuk yang tidak merata memberikan pengaruh terhadap persebaran logam *bioavailable*, dimana pada tanah 1 & 3 memiliki kandungan logam

*bioavailable* yang sangat tinggi. Tanah 1 dan tanah 3 memiliki lokasi yang berdekatan sesuai Gambar 1 sedangkan tanah 2 memiliki jarak lebih jauh. Hal tersebut menyebabkan perbedaan signifikan dari kandungan logam diantara titik pengambilan sampel.

Keberadaan logam berpotensi *bioavailable* yang cukup rendah menandakan bahwa kadar unsur organik dan nilai KTK tanah yang rendah. Rendahnya kandungan Fe/Mn

oksida dan sulfida/organik pada tanah menyebabkan logam cenderung terakumulasi dalam fraksi 1. Gambar 2 menunjukkan bahwa kadar Pb berpotensi *bioavailable* berkurang saat memasuki masa panen. Menurut Siaka *et al.* (2021), keadaan potensial rendah dapat menyebabkan logam yang terikat dalam Fe/Mn menjadi labil dan proses oksidasi menyebabkan logam yang terikat sulfida/organik menjadi terdegradasi.



**Gambar 2.** Persentase Sifat Logam Yang Terakumulasi Dalam Tanah

Berdasarkan hasil pengujian konsentrasi logam Pb pada daging buah alpukat tidak terdapat adanya pencemaran logam Pb di dalamnya. Hal tersebut menunjukkan bahwa logam Pb yang bersifat *bioavailable* tidak terakumulasi dalam daging buah alpukat. Menurut Siaka *et al.* (2021), Logam yang bersifat *bioavailable* dapat terakumulasi pada setiap bagian tanaman seperti akar ataupun batang. Logam Pb yang bersifat bebas sulit tersedia bagi tanaman jika KTK, pH, serta kadar senyawa organik pada tanah cukup tinggi (Wisnawa, 2016).

Berdasarkan penelitian tersebut, dapat dikatakan bahwa kemungkinan logam Pb yang bersifat *bioavailable* terakumulasi pada bagian lain dalam tanaman alpukat seperti biji, daun ataupun akar alpukat. Tanaman alpukat hanya dikonsumsi pada bagian daging buah, sehingga pencemaran logam pada bagian selain itu tidak akan memberikan dampak negatif pada makhluk hidup. Akar tanaman mengalami kontak langsung dengan tanah dan daun mengalami

kontak langsung dengan peptisida, sehingga pada kedua bagian tersebut merupakan tempat terakumulasinya logam berat (Siaka, 2021).

## SIMPULAN

Tanah pada perkebunan alpukat Desa Taro, Tegalalang didominasi oleh logam Pb yang bersifat *bioavailable*. Keberadaan logam Pb yang bersifat *bioavailable* tidak menjadi masalah dikarenakan tidak ditemukannya kandungan logam Pb dalam daging buah alpukat. Hal tersebut menandakan bahwa alpukat yang dihasilkan tidak akan menjadi penghantar pencemaran logam berat ke rantai makanan.

## DAFTAR PUSTAKA

Alloway, B.J. 1995. *Heavy Metals in Soil*, 2nd Ed, Blackie Academic & Professional. Glasgow

- Badan Pusat Statistik. 2021. *Produksi Tanaman Alpokat di Indonesia 2021*. Bandung
- Darmono, 1995, Logam Dalam Sistem Biologi Mahkluk Hidup, Universitas Indonesia, Jakarta
- Davidson, C. M., R. P. Thomas, S. E. McVey, R. Perala, D. Littlejohn, and A. M. Ure. 1994. Evaluation of Sequential Extraction Procedure for the Speciation of Heavy Metals in Sediments. *Analytical Chimica Acta*. 291: 277-286.
- Eka, I G., Siaka, I M., Diantariani, N P. 2014. Total Logam Pb dan Cr dalam Tanah Pertanian dan Air Danau Beratan Serta Bioavailabilitasnya dalam Tanah Pertanian di Daerah Bedugul. *Jurnal Kimia*. 8(1): 30-31
- Gasparatos, D., C. Haidouti, F. Adrinopoulos, and O. Areta. 2005. Chemical Speciation and Bioavailability of Cu, Zn, and Pb in Soils from The National Garden of Athens, Greece. *Proceedings of the 9Th International Conference on Environmental Science and Technology*. Rhodes Island, Greece, 1-3 September 2005
- Marisayani, H. dan Salomo, S. Analisa Suseptibilitas Magnetik dan Kandungan Logam Berat Pada Tanah Perbunan Kelapa Sawit di Kampar, Riau. *Jurnal Fisika Indonesia*. 17(2): 111-112
- Regi, M., Siaka, I M., Suprihatin, I E. 2018. Bioavailabilitas Logam Berat Pb dan Cd dalam Tanah Perkebunan Budidaya Kubis di Daerah Kintamani Bangli. *Journal of Ecotrophic*. 12(1): 45-46.
- Samson. 1980. *Tropical Fruits*. Longman Inc. New York
- Siaka, I M., Nurcahyani, H., Manuaba, I.B.P. 2019. Spesiasi dan Bioavailabilitas Pb dan Cu dalam Tanah Pertanian Organik di Bedugul serta Kandungan Logam Totalnya dalam Sayur Brokoli. *Jurnal Kimia (Journal of Chemistry)*. 13(2): 145-152
- Siaka, I M., Arimbawa B., I W., Sudiarta, I W. 2021. Kandungan Logam Cu dan Pb dalam Tanaman Bayam dan Bioavailabilitasnya dalam Tanah Pertanian dengan Pemberian Pupuk Kandang Sapi. *Jurnal Kimia*. 15(1): 77-78
- Siaka, I M., Utama, I M.S., Manuaba, I. B. P., and Adnyana, I M. 2016. Speciation and Bioavailability of Some Heavy Metals in Agricultural Soils Used for Cultivating Various Vegetables in Bedugul, Bali. *AIP Conference Proceedings: 5th International Conference and Workshop on Basic and Applied Sciences (ICOWOBAS 2015)*. 1718 pp. 050005-1-050005-11
- Wisnawa, P. D. P. K., Siaka, I M., Putra, A. A. B., 2016, Kandungan Logam Pb dan Cu dalam Buah Stroberi serta Spesiasi dan Bioavailabilitasnya dalam Tanah Tempat Tumbuh Stroberi di Daerah Bedugul, *Jurnal Kimia*, 10 (1) : 23-31.