

Karakter Morfologi Talas (*Colocasia Esculenta*) Sebagai Indikator Level Kadar Oksalat Menggunakan Lensa Makro

Wahyu Safriansyah¹, Asman¹, Nur Azizah Ferdiana¹, Atiek Rostika Noviyanti^{1*}

¹Departemen Kimia, FMIPA, Universitas Padjadjaran, Bandung, Indonesia

ABSTRAK

Tanaman talas (*Colocasia esculenta*) merupakan jenis umbi-umbian yang mengandung banyak senyawa yang bermanfaat, sedikit lemak serta banyak vitamin A. Kandungan kalsium oksalat tinggi pada talas merupakan anti nutrisi dan beracun yang dapat menyebabkan gatal pada mulut, rasa terbakar, iritasi pada kulit, mulut, dan saluran pencernaan. Pengolahan pada talas mengurangi kadar oksalatnya, yang berpengaruh juga pada perubahan morfologinya yang diamati dengan pencitraan *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Belum ada cara praktis untuk memprediksi kadar oksalat talas sehingga memudahkan prediksi tingkat toksisitasnya. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk memprediksi level toksisitas talas berdasarkan morfologinya menggunakan alat yang lebih praktis seperti lensa makro yang dikombinasikan dengan smartphone. Prediksi level kadar oksalat dalam talas dilakukan dengan menggabungkan data morfologi talas berdasarkan SEM dan beberapa citra objek yang dihasilkan lensa makro yang dilengkapi smartphone. Citra objek yang diambil dengan lensa makro dilengkapi dengan prosedur fluoresensi untuk meningkatkan ketajaman citranya. Prediksi kadar oksalat dalam talas menggunakan lensa makro dibedakan berdasarkan jumlah sisi gelap (bulatan-bulatan) pada hasil pencitraan.

Kata kunci: Lensa makro; Morfologi talas; SEM; Talas.

ABSTRACT

Taro plant (Colocasia esculenta) is a type of tuber that contains many useful compounds, less fat and lots of vitamin A. The high calcium oxalate content in taro is an anti-nutritional and toxic which can cause itching in the mouth, burning sensation, irritation of the skin, mouth, and digestive tract. Taro processing reduced its oxalate levels, which also influenced the morphological changes observed by Scanning Electron Microscopy SEM imaging. There is no practical way to predict the oxalate level of taro, making it easier to predict its toxicity. The purpose of this study is to predict the level of taro toxicity based on its morphology using a more practical tool such as a macro lens combined with a smartphone. The prediction of oxalate levels in taro was carried out by combining taro morphological data based on SEM and several object images produced by a macro lens equipped with a smartphone. The image of the object captured with a macro lens is supplemented with a fluorescent procedure to enhance the sharpness of the image. The prediction of oxalate levels in taro using a macro lens is distinguished based on the number of dark sides (dots) in the imaging results. The accuracy of macro lenses is of course lower than SEM, but at least the results are used as an initial prediction of oxalate levels in taro.

Key words: Macro lens; taro morphology; SEM; taro.

RECEIVED 02-03-2021

ACCEPTED 26-04-2021

ONLINE 22-05-2021

PENDAHULUAN

Talas (*Colocasia esculenta*) merupakan salah satu umbi-umbian yang banyak ditanam di Indonesia yang berasal dari genus *Colocasia* dan termasuk ke dalam famili Araceae. Famili ini terdiri atas 118 genus dan lebih dari 3.000 spesies. Talas memiliki keunikan secara ekologi, yaitu dapat tumbuh pada kondisi ekstrim, diantaranya pada kondisi genangan, tanah salin, dan naungan (Andarini & Risliawati, 2018). Hal ini membuat talas menjadi tanaman yang tidak asing lagi karena banyak disajikan sebagai makanan tradisional terutama di masyarakat pedesaan. Meski makanan ini identik dengan makanan rakyat, talas ternyata memiliki kandungan gizi yang cukup melimpah (Iskandar, Patang, & Kadirman, 2018). Umbi pada talas sedikit mengandung lemak dan banyak mengandung vitamin A. Namun, talas memiliki kadar kalsium oksalat tinggi

*Corresponding author:

atiek.noviyanti@unpad.ac.id

yang merupakan anti nutrisi dan beracun (Saenphoom, Chimtong, Phiphatkitphaisan, & Somsri, 2016). Senyawa tersebut diduga kuat menyebabkan gatal pada mulut, sensasi terbakar, iritasi pada kulit, mulut, dan saluran pencernaan apabila dikonsumsi dalam jumlah besar serta dapat mengganggu kerja elektrik jantung, mengganggu penyerapan kalsium oleh tubuh sehingga dapat menimbulkan batu ginjal. Oksalat pada talas terdapat dalam bentuk yang larut dalam air (asam oksalat) dan tidak larut dalam air (garam oksalat ataupun kalsium oksalat) (Savage *et al.*, 2009). Sifat iritan yang dimiliki tanaman talas disebabkan oleh kalsium oksalat yang berbentuk *raphide* (jarum) yang tidak larut (Naudé & Naidoo, 2007). Jika bagian umbi talas dikupas atau dipotong-potong, maka vakuola yang berisi air karena perbedaan tegangan pada kedua vakuola itu menyebabkan dinding kapsul pecah. Akibatnya, kalsium oksalat yang berbentuk *raphide* tersebut muncul ke permukaan umbi talas. Kalsium oksalat tersebut dapat menyebabkan timbulnya rasa gatal pada mulut, tenggorokan, atau kulit tangan. Kalsium oksalat juga diketahui sebagai penyebab munculnya kristal kalsium oksalat pada ginjal (Harun, 2019)

Kandungan oksalat pada talas mentah dapat dikurangi dengan berbagai metode pemanasan seperti perebusan, pengukusan, dan pemanggangan (Wulanningtyas, Sabda, Ondikeleuw, & dan Baliadi, 2019). Selain itu, masyarakat juga sering kali melakukan perendaman dalam larutan garam, air kapur, dan yang paling sederhana adalah dengan merendamnya pada aliran air sungai yang mengalir (Aviana & Loebis, 2017). Kandungan asam oksalat terlarut dapat ditentukan dengan metode spektroskopi serapan atom dengan cara mengetahui kandungan kalsiumnya. Selain itu, kandungan oksalat pada permukaan umbi talas dapat diperkirakan dari perubahan morfologi permukaannya dengan metode pencitraan menggunakan SEM. Namun, kedua alat tersebut hanya terdapat di laboratorium dengan penggunaan yang tidak sederhana, dan biaya pengujian yang relatif mahal. Oleh sebab itu, penggunaan SEM hanya digunakan untuk penelitian dan tidak digunakan secara luas dan harus ditempatkan di sebuah area bebas dari kemungkinan listrik, magnet atau gangguan getaran. Perawatan melibatkan menjaga tegangan tetap, arus ke kumparan elektromagnetik dan sirkulasi dingin air, serta memerlukan pelatihan khusus untuk mengoperasikan SEM (Choudhary & ka, 2017). Perubahan citra morfologi dapat memprediksi kandungan asam oksalat, maka muncul gagasan untuk mencari alat pencitraan yang lebih sederhana, mudah didapat dan praktis dalam penggunaannya untuk *screening* awal kandungan oksalat yaitu dengan alat pengambilan citra menggunakan *smartphone* yang dilengkapi dengan lensa makro.

Metode yang diajukan ini sudah diaplikasikan pada bidang peternakan untuk mengamati perubahan morfologi dan tingkat kematian dari embrio ayam selama periode inkubasi. Selain itu, metode ini juga digunakan pada bidang kesehatan sebagai biosensor sitometrik untuk diagnostik dan pengawasan kesehatan, salah satunya untuk deteksi sel darah yang abnormal dari citra yang diambil dengan perbesaran delapan kali (Raymond, 2017; Thirumalaraju *et al.*, 2019; Zhang, Li, & Wei, 2020). Oleh sebab itu, alat pencitraan sederhana seperti *smartphone* yang dilengkapi dengan lensa makro dapat digunakan untuk mengambil citra morfologi permukaan umbi talas yang kemudian dapat memprediksi perubahan kandungan oksalat pada umbi talas. Kandungan oksalat yang dominan dalam umbi talas sangat mempengaruhi morfologinya, kandungan oksalat pada talas sebelum diolah nampak tajam-tajam dan bergerombol, sementara akan nampak menyebar pada permukaan talas yang sudah diolah (Agustin, Estiasih, & Wardani, 2017)

Berdasarkan beberapa literatur yang memaparkan penggunaan SEM untuk prediksi perubahan oksalat dan penggunaan lensa makro yang digabungkan dengan *smartphone* maka *review* ini memaparkan potensi penggunaan lensa makro yang digabung dengan *smartphone* untuk memprediksi kandungan oksalat berdasarkan perubahan morfologinya.

METODE

Metode penulisan *narrative review* dilakukan dalam 3 tahap:

1. Pengumpulan literatur

Review ini diawali dengan mengumpulkan beberapa literatur yang berkaitan dengan penggunaan SEM untuk menentukan morfologi talas dan penggunaan *smartphone* dan lensa makro untuk mengambil citra beberapa objek penelitian.

2. Sintesis data sekunder

Tahapan berikutnya adalah menganalisis hasil pengamatan literatur sampai memadai untuk menentukan hipotesis potensi *smartphone* dan lensa makro dalam kelayakan mengambil citra permukaan talas sehingga dapat digunakan untuk memprediksi perubahan kandungan oksalat.

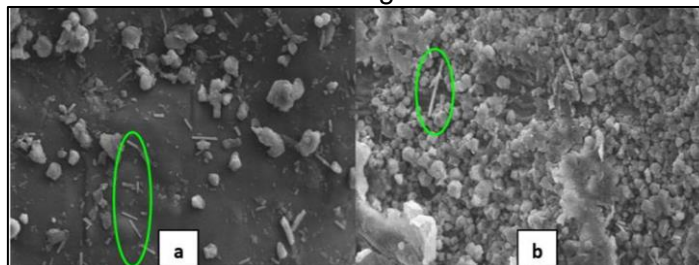
3. Menentukan korelasi antara penentuan citra permukaan talas menggunakan SEM dengan lensa makro dan *smartphone*
4. Prediksi kandungan oksalat dengan lensa makro yang dilengkapi dengan *smartphone*.

PEMBAHASAN

Talas (*Colocasia esculenta*) dari famili Araceae merupakan tanaman yang banyak ditanam baik di daerah tropis maupun subtropis di dunia. Karakterisasi morfologi talas dapat dilakukan berdasarkan karakter umbi, stolon, daun, tangkai daun, dan bunga serta sifat kuantitatif lainnya. Keragaman sifat morfologi meliputi warna, bentuk dan ukuran umbi, panjang dan warna tangkai daun, serta pembentukan stolon (Rashmi et al., 2018). Berdasarkan hasil penelitian karakteristik umbi talas sebagian besar memiliki panjang umbi lebih dari 18 cm, bentuk umbi kerucut, silindris, dan elips. Kebanyakan daging umbi berwarna kuning dan putih, namun terdapat aksesori yang memiliki warna merah (Setyowati & Hanarida, 2007)

Talas memiliki kalsium oksalat tinggi yang merupakan anti nutrisi dan beracun apabila dikonsumsi secara berlebihan dapat menyebabkan penyakit batu ginjal (Saenphoom et al., 2016). Hal ini disebabkan karena kejenuhan kalsium oksalat (CaO_x) urin meningkat (supersaturasi), kemudian terbentuk batu CaO_x dalam sistem urinarius (urolitiasis) dan presipitat kristal dalam jaringan ginjal (nefrokalsinosis). Pembentukan batu ginjal ini sering muncul pada masa anak-anak (Harun, 2019). Kristal kalsium oksalat dari berbagai jenis talas terdapat pada bagian daun, batang, dan umbi dimana talas memiliki 120.000 kristal kalsium oksalat/ cm^2 (Horrocks & Nunn, 2007). Bentuk kalsium oksalat yang terdapat pada umbi talas yaitu *druse* (bentuk mawar) dan *raphide* (bentuk jarum) (Agustin et al., 2017). Kristal bentuk *druse* hanya memiliki dua kelompok ukuran yaitu 24,8 μm dan 37,2 μm . sementara itu, kristal bentuk *raphide* mempunyai tiga kelompok ukuran yaitu: <200 μm dan 200 – 300 μm (Harijati, Arumingtyas, & Handayani, 2011). Kandungan asam oksalat terlarut dalam umbi talas juga dapat dianalisis dengan metode volumetri untuk menghitung kadar kandungan oksalat terlarut, metode Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT), metode enzim, Kromatografi Gas Cair (KGC), dan elektroforesis kapiler untuk mengukur kandungan oksalat yang diekstraksi (Dewi, 2017; Savage & Mårtensson, 2010).

Morfologi kristal kalsium oksalat pada umbi porang baik sebelum maupun sesudah perendaman dalam larutan sari buah belimbing wuluh diamati dengan menggunakan SEM. Gambar 1(a) menunjukkan morfologi dari tepung porang dengan perendaman akuades sebagai kontrol dan Gambar 1(b) merupakan morfologi kristal kalsium oksalat dari tepung porang setelah direndam dengan larutan sari buah belimbing wuluh 7%.

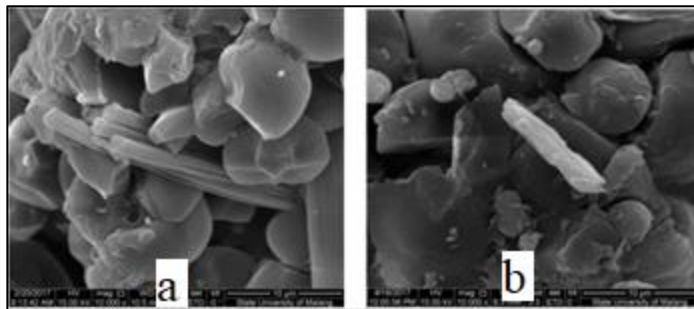


Gambar 1. Morfologi kristal kalsium oksalat pada umbi porang (a) sebelum dan (b) sesudah perendaman dalam larutan sari buah belimbing wuluh menggunakan SEM (Handrianto, 2019).

Pada 1(a) dan 1(b) tampak bahwa kristal kalsium oksalat berbentuk seperti jarum dimana semakin tinggi konsentrasi larutan sari buah belimbing wuluh, semakin tinggi pula asam sitrat dan asam askorbat yang terkandung di dalamnya maka semakin besar pula penurunan kadar kalsium oksalat pada umbi porang. Penurunan kalsium oksalat pada umbi porang paling besar

ditunjukkan pada konsentrasi larutan belimbing wuluh 7%, yakni sebesar 37,3% (Handrianto, 2019). Perubahan morfologi kristal oksalat pada umbi porang ditunjukkan pada Gambar 1.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Agustin *et al.* (2017) kandungan oksalat pada ubi talas kimpul terbentuk karena adanya kristal kalsium oksalat yang tidak larut dalam air. Pengamatan dengan SEM, bentuk kristal oksalat pada umbi kimpul sebelum Gambar 2(a) dan sesudah perendaman dengan asam berbeda Gambar 2(b). Kristal kalsium oksalat pada umbi kimpul segar cenderung bergerombol dan padat, sebaliknya setelah proses perendaman dengan asam, kristalnya terpisah-pisah dan renggang sebagai indikator berkurangnya kadar kristal kalsium oksalat. Dari paparan di atas dapat disimpulkan bahwa pengolahan tertentu pada talas dapat menurunkan kadar oksalatnya, yang ditandai dengan perubahan morfologi yang tajam-tajam seperti jarum menjadi bentuk bulat-bulat. Perubahan morfologi kristal oksalat pada umbi kimpul ditunjukkan pada Gambar 2.

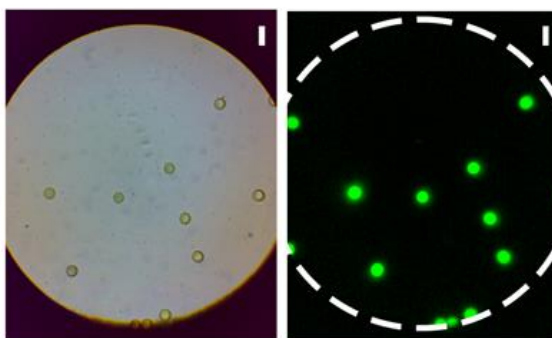


Gambar 2. Pengamatan SEM bentuk kristal oksalat pada umbi kimpul (a) sebelum dan (b) sesudah perendaman dengan asam berbeda (Agustin *et al.*, 2017).

SEM adalah salah satu metode umum dan yang paling banyak digunakan untuk pencitraan mikrostruktur dan morfologi material. Dalam SEM, berkas elektron dengan energi rendah diradiasikan ke material dan memindai permukaan sampel. Penggunaan SEM lebih disukai untuk analisis ukuran partikel karena resolusinya sampai dengan 10 nm (100 Å) serta persiapan sampel yang mudah dan pemahaman gambar yang sederhana (Omidi *et al.*, 2017; Raval *et al.*, 2018). Pembesaran citra objek dengan SEM memungkinkan objek diidentifikasi kandungan senyawanya berdasarkan permukaan suatu sampel, luas permukaan atau luas penampang secara rinci. Sebagai contoh adalah memprediksi kandungan oksalat pada permukaan umbi talas karena dapat menghasilkan gambar dengan resolusi yang tinggi yang menghasilkan data keberadaan kristal oksalat berupa mikrostruktur pada permukaan talas dengan menggunakan SEM yang berada di kisaran skala mikro hingga nano dengan perbesaran tinggi mencapai 300.000 kali bahkan 1.000.000 kali (Mohammed & Abdullah, 2018).

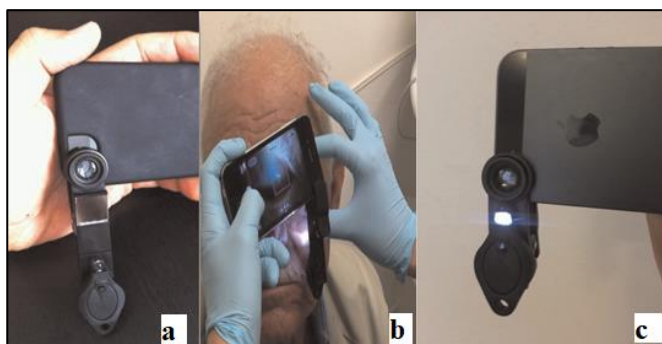
Smartphone yang dilengkapi dengan lensa makro, merupakan perangkat yang sudah akrab bagi masyarakat pada saat ini dan telah banyak digunakan sebagai alat karakterisasi pada beberapa penelitian. Sensor gambar pada kamera digital telah digunakan untuk deteksi, pengukuran, dan pemantauan pada permukaan suatu benda sehingga pekerjaan ini memperluas penggunaan sensor gambar *smartphone* untuk menentukan adanya suatu senyawa dan apabila dikombinasikan dengan lensa makro dapat menghasilkan perbesaran 60-100 kali dengan limit deteksi mencapai (Igoe & Parisi, 2016).

Lensa makro dan *smartphone* juga telah digunakan dalam beberapa penelitian diantaranya adalah sebagai alat bantu pendeteksi ada atau tidaknya bakteri tuberkulosis dengan bantuan penanda yaitu fluoresen, maupun sel darah merah, kedua hal tersebut dengan ukuran dalam skala mikron. Fluoresensi dikenal karena sensitivitas tinggi, analisis cepat, dan penggunaannya yang sederhana. Pencapaian yang ditunjukkan sejauh ini menggambarkan potensi perangkat sitometrik berbasis *smartphone* untuk mentransformasikan pengukuran sel tunggal secara umum dengan dampak yang signifikan dalam diagnostik *point-of-care* (POC), pencegahan, kedokteran, dan biologi sel (Wang, Zhu, Lin, Chen, & Fu, 2015; Zhang *et al.*, 2020). Sitometri dengan *smartphone* berdasarkan pencitraan untuk diagnosis tuberkulosis menggunakan lensa makro ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Bidang terang dan pencitraan fluoresensi untuk pencitraan sel darah merah, sel sabit, dan bakteri tuberkulosis dengan menggunakan kamera *smartphone* yang dikombinasikan dengan *awhite light-emitting diode* (LED) sebagai sumber cahaya iluminasi (Wang, Zhu, Lin, Chen, & Fu, 2015).

Pada pencitraan sel darah merah, sel sabit, dan bakteri tuberkulosis dengan sensor gambar CMOS (*complementary metal-oxide semiconductors*) berbasis *smartphone* terbaru (mis., Sony IMX 586) yang dapat memberikan jumlah piksel sebesar 48 mega-piksel dan ukuran piksel 0,8 μm . System pencitraan ini dapat menghitung dan menganalisis distribusi ukuran hingga skala mikron ($\sim 200 \mu\text{m}$) (Zhang et al., 2020). Selain itu juga lensa makro telah digunakan dalam penelitian untuk pencitraan segmen anterior pada bagian mata maupun untuk mendeteksi adanya katarak pada pasien yang mengalami kerusakan pada bagian mata dengan memanfaatkan kemampuan dari lensa makro untuk melakukan perbesaran secara *digital zoom*

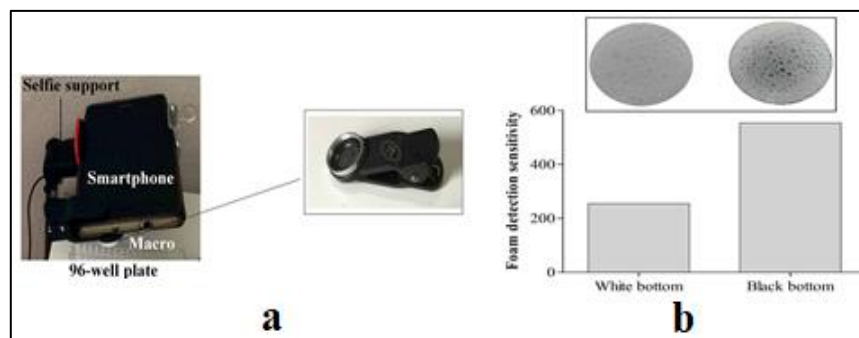


Gambar 4 (a) Prototipe adaptor lensa dengan penerangan LED yang dipantulkan. **(b)** Foto yang menunjukkan adaptor lensa yang dihubungkan dengan *smartphone* untuk menangkap gambar segmen anterior mata pasien. **(c)** Prototipe lensa adaptor dengan penerangan LED langsung (Myung, Jais, He, & Chang, 2014).

dengan perbesaran menggunakan lensa makro tersebut maka perbesaran secara *digital zoom* tersebut akan lebih besar sehingga akan mendapatkan gambaran yang jelas terhadap ciri dari pasien yang mengalami katarak seperti adanya perbedaan warna pada bagian mata serta memberikan informasi yang cukup berkaitan dengan, kejernihan kornea, kualitas epitel, serapan fluorescein, status konjungtiva (apakah itu disuntikkan, chemotic, atau hemorrhagic), bentuk pupil, kesehatan iris, ada atau tidak adanya *hyphema* atau *hypopyon* di ruang anterior, dan penampilan kelopak mata serta bulu mata (Myung, Jais, He, & Chang, 2014). Prototipe adaptor lensa dengan penerangan LED ditunjukkan pada Gambar 4.

Adapun metode *Microtiter-sensitive macro lens-coupled smartphone* (MCS) menggunakan alat bantu berupa *smartphone* yang dikombinasikan dengan lensa makro untuk mengukur kandungan saponin dalam sampel quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) dengan melakukan pengukuran jumlah busa dari hasil pemipetan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa uji ini 50 kali lebih sensitif dari uji afro simetri untuk mengukur kandungan saponin (León-Roque et al., 2019). Sistem *smartphone* yang digabungkan lensa makro untuk video dan akuisisi

gambar yang digunakan dalam pengujian berbasis *smartphone* mikrotiter (MCS) yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Sistem *smartphone* yang digabungkan lensa makro untuk video dan akuisisi gambar yang digunakan dalam pengujian berbasis *smartphone* mikrotiter (MCS) (a) diperoleh menggunakan *smartphone* P8 Lite (Huawei Technologies Co. Ltd., Madrid, Spanyol) yang digabungkan ke lensa makro *smartphone* FG universal dan terhubung ke komputer lalu di olah gambar dengan perangkat lunak *ImageJ*. (b) Sensitivitas deteksi busa diukur sebagai jumlah nilai abu-abu dan fluktuasi, yang dihitung sebagai absolut nilai perbedaan antara nilai abu-abu dari dua titik yang berdekatan (León-Roque et al., 2019).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelusuran, alat citra yang lebih sederhana yaitu *smartphone* dilengkapi lensa makro memiliki potensi sebagai alat deteksi awal kandungan oksalat dalam umbi talas telah berhasil mengamati sel abnormal darah, kelainan mata, serta mengukur kandungan saponin dalam sampel quinoa. *Smartphone* yang dilengkapi dengan lensa makro dapat mencapai limit deteksi hingga skala mikron ($\sim 200 \mu\text{m}$) dimana limit deteksi ini dapat digunakan untuk mendeteksi oksalat yang memiliki ukuran kristal $< 300 \mu\text{m}$. Walaupun citra yang dihasilkan *smartphone* yang dilengkapi lensa makro tidak seperti SEM, namun dengan membandingkan bagian gelap terang dan di bantu dengan penanda fluoresen dapat digunakan untuk menghitung dan menganalisis kadar oksalat per luas permukaan pada umbi talas. Untuk memudahkan perbedaan morfologi talas hasil citra dengan lensa makro sebelum dan sesudah pengolahan diperlukan piranti lunak untuk analisisnya seperti *software imageJ* dan *machine learning*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami sampaikan kepada Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia yang telah membiayai penulisan *narrative review* ini pada tahun 2020.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, R., Estiasih, T., & Wardani, A. (2017). Decrease of Oxalate on Construction Process of New Cocoyam (*Xanthosoma Sagittifolium*) in Various Concentration of Acetic Acid. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 18(3), 191–200.
- Andarini, Y. N., & Risliawati, A. (2018). Variabilitas Karakter Morfologi Plasma Nutfah Talas (*Colocasia esculenta*) Lokal Pulau Jawa (Morphological Character Variability of Javanese Local Taro [*Colocasia esculenta*] Germplasm). *Buletin Plasma Nutfah*, 24(1), 63–76.
- Aviana, T., & Loebis, E. H. (2017). Pengaruh Proses Reduksi Kandungan Kalsium Oksalat Pada Tepung Talas dan Produk Olahannya. *Warta Industri Hasil Pertanian*, 34(1), 36.
- Choudhary, O. P., & ka, P. (2017). Scanning Electron Microscope: Advantages and Disadvantages in Imaging Components. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(5), 1877–1882.
- Dewi, S. (2017). Pengurangan Kadar Oksalat Pada Umbi Talas Dengan Penambahan Arang Aktif Pada Metode Pengukusan. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 6(2), 2–5.
- Handrianto, R. K. W. P. (2019). Pengaruh Perendaman Umbi Porang Dalam Larutan Sari Buah

- Belimbing Wuluh Terhadap Penurunan Kadar Kalsium Oksalat. *IPTEK Journal of Proceedings Series*, 0(4), 1–4.
- Harijati, N., Arumingtyas, E. L., & Handayani, R. (2011). Pengaruh Pemberian Kalsium Terhadap Ukuran dan Kerapatan Kristal Kalsium Oksalat pada Porang (*Amorphophallus muelleri blume*). *J-Pal*, 1(2), 95–102.
- Harun, H. (2019). Hiperoksaluria primer. *Jurnal Ilmiah Kedokteran*, 6(2), 1–19.
- Horrocks, M., & Nunn, P. D. (2007). Evidence for introduced taro (*Colocasia esculenta*) and lesser yam (*Dioscorea esculenta*) in Lapita-era (c. 3050-2500 cal. yr BP) deposits from Bourewa, southwest Viti Levu Island, Fiji. *Journal of Archaeological Science*, 34(5), 739–748.
- Igoe, D., & Parisi, A. V. (2016). Characterization of the corrosion of iron using a smartphone camera. *Instrumentation Science and Technology*, 44(2), 139–147.
- Iskandar, H., Patang, & Kadirman. (2018). Pengolahan Talas (*Colocasia Esculenta* L., Schott) Menjadi Keripik Menggunakan Alat Vacuum Frying Dengan Variasi Waktu. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 4(2018), 29–42.
- León-Roque, N., Aguilar-Tuesta, S., Quispe-Neyra, J., Mamani-Navarro, W., Alfaro-Cruz, S., & Condezo-Hoyos, L. (2019). A green analytical assay for the quantitation of the total saponins in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) based on macro lens-coupled smartphone. *Talanta*, 204(June), 576–585.
- Mohammed, A., & Abdullah, A. (2018). Scanning Electron Microscopy (SEM): a Review. In *Proceedings of 2018 International Conference on Hydraulics and Pneumatics-HERVEX* (p. 85).
- Myung, D., Jais, A., He, L., & Chang, R. T. (2014). Simple , low-cost smarthphone adapter for rapid , high quality ocular anterior segment imaging : a photo diary. *JMTM*, 3(1), 2–8.
- Naudé, T. W., & Naidoo, V. (2007). Oxalates-containing plants. *Veterinary Toxicology*, 880–891.
- Omidi, M., Fatehinya, A., Farahani, M., Akbari, Z., Shahmoradi, S., Yazdian, F., ... Vashae, D. (2017). *Characterization of biomaterials. Biomaterials for Oral and Dental Tissue Engineering*. Elsevier Ltd.
- Rashmi, Raghu, Gopenath, Palanisamy, P., Bakthavatchalam, P., Karthikeyan, M., ... Basalingappa, K. M. (2018). Taro (*Colocasia esculenta*): An overview. *Journal of Medicinal Plants Studies*, 6(4), 156–161.
- Raval, N., Maheshwari, R., Kalyane, D., Youngren-Ortiz, S. R., Chougule, M. B., & Tekade, R. K. (2018). *Importance of physicochemical characterization of nanoparticles in pharmaceutical product development. Basic Fundamentals of Drug Delivery*. Elsevier Inc.
- Raymond, S. (2017). Morphological changes in chick embryos development exposed to electromagnetic radiation emitted by smart mobile phones. *SciFed Journal of AIDS & HIV Research*, 1(1), 1–8.
- Saenphoom, P., Chintong, S., Phiphatkitphaisan, S., & Somsri, S. (2016). Improvement of Taro Leaves Using Pre-treated Enzyme as Prebiotics in Animal Feed. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 11(2016), 65–70.
- Savage, G. P., & Mårtensson, L. (2010). Comparison of the estimates of the oxalate content of taro leaves and corms and a selection of Indian vegetables following hot water, hot acid and in vitro extraction methods. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23(1), 113–117.
- Setyowati, M., & Hanarida, I. (2007). Karakteristik Umbi Plasma Nutfah Tanaman Talas (*Colocasia esculenta*). *Buletin Plasma Nutfah*, 13(2), 49–55.
- Thirumalaraju, P., Kumar, M., Bormann, C. L., Kandula, H., Pavan, S. K. S., Yarravarapu, D., & Shafiee, H. (2019). Human sperm morphology analysis using smartphone microscopy and deep learning. *Fertility and Sterility*, 112(3), e41.
- Wang, G., Zhu, H., Lin, Y., Chen, Y., & Fu, N. (2015). A Ca²⁺ controlled thioether linked bichromophoric squaraine foldamer for “turn on” fluorescent sensing of oxalate. *Sensors and Actuators, B: Chemical*, 206, 624–629.
- Wulanningtyas, H. S., Sabda, M., Ondikeleuw, M., & dan Baliadi, Y. (2019). Keragaman Morfologi Talas (*Colocasia esculenta* L.) Lokal Papua (Variability on Morphological

- Characters the Papuan Locally Taro [*Colocasia esculenta* L.]. *Buletin Plasma Nutfah*, 25(49), 23–30.
- Zhang, S., Li, Z., & Wei, Q. (2020). Smartphone-based cytometric biosensors for point-of-care cellular diagnostics. *Nami Jishu Yu Jingmi Gongcheng/Nanotechnology and Precision Engineering*, 3(1), 32–42.