

Catatan Penelitian

Pengurangan Kadar Oksalat pada Umbi Talas dengan Penambahan Arang Aktif pada Metode Pengukusan

The Reduction of Oxalate Level in Taro Tuber with the Addition of Active Carbon using Steaming Method

Silvia Kumala Dewi*, Bambang Dwiloka, Bhakti Etza Setiani

Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang

*Korespondensi dengan penulis (kumalasilvia@gmail.com)

Artikel ini dikirim pada tanggal 2 Oktober 2016 dan dinyatakan diterima tanggal 24 Maret 2017. Artikel ini juga dipublikasi secara online melalui www.jatp.ift.or.id. Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang diperbanyak untuk tujuan komersial.

Diproduksi oleh Indonesian Food Technologists ©2017

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penurunan kadar oksalat dengan penambahan arang aktif pada umbi talas yang dikukus. Penurunan kadar oksalat berimplikasi terhadap naiknya kadar kalsium pada umbi talas. Penelitian ini menggunakan desain penelitian Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 4 pengulangan. Perlakuan yang digunakan yaitu konsentrasi arang aktif sebanyak 0%, 2%, 4%, 6%, dan 8%. Parameter yang diamati meliputi kadar asam oksalat, kalsium oksalat, total oksalat, dan kadar kalsium. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan ANOVA yang dilanjutkan uji lanjut Duncan pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan arang aktif berpengaruh nyata ($P < 0,05$) menurunkan kadar oksalat (asam oksalat, total oksalat) dan menaikkan kadar kalsium. Kadar asam oksalat terendah dan kadar kalsium tertinggi pada konsentrasi arang aktif 8% sebesar $36,08 \pm 15,341$ ppm dan $7,942 \pm 0,347$ %. Kadar kalsium oksalat terendah pada konsentrasi arang aktif 4% sebesar $71,16 \pm 1,386$ ppm, sementara kadar total oksalat terendah pada konsentrasi arang aktif 6% sebesar $137,27 \pm 11,760$ ppm. Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan arang aktif mampu mengurangi kadar oksalat dan berimplikasi meningkatkan kadar kalsium umbi talas. Perlakuan terbaik terdapat pada penambahan arang aktif sebesar 6%.

Kata kunci : kadar oksalat, talas, pengukusan, arang aktif, kalsium

Abstract

This study aimed to determine the effect of activated carbon on steamed taro tuber. Decrease in levels of oxalate implicated for increasing in calcium levels of taro tuber. This study used a completely randomized design (CRD) with 5 treatments and 4 repetitions. The treatment used the concentration of activated carbon at the level of 0%, 2%, 4%, 6% and 8%. The parameters were oxalic acid, calcium oxalate, total oxalate and calcium levels. Data were analyzed using ANOVA followed by Duncan test at 5% level. The results showed that the addition of activated carbon significantly ($P < 0,05$) lowered levels of oxalate (oxalic acid, total oxalate) and raise in the level of calcium. Lowest levels of oxalic acid and calcium levels was at 8% with 36.08 ± 15.341 ppm and 7.942 ± 0.347 %, respectively. Lowest level of calcium oxalate was at 4% with $71,16 \pm 1,386$ ppm, while the lowest level of total oxalate was at 6% with 137.27 ± 11.760 ppm. As conclusion, the use of activated carbon could decrease oxalate levels that was implicated to increase in calcium levels of taro tuber. The best treatment was at concentration of 6%.

Keywords: levels of oxalate, taro, steaming, activated carbon, calcium

Pendahuluan

Talas (*Colocacia esculenta*) merupakan umbi-umbian yang memiliki nilai ekonomis tinggi karena hampir sebagian besar tanaman talas dapat dikonsumsi oleh manusia. Talas juga mengandung nilai gizi yang tinggi, rendah lemak, rendah kalori, patinya mudah dicerna serta bebas gluten. Inilah yang menyebabkan talas sangat cocok untuk dijadikan pangan fungsional terutama bagi penderita diabetes mellitus dan orang yang alergi terhadap gluten. Talas juga berpotensi sebagai sumber karbohidrat alternatif pengganti beras. Selain itu talas juga mengandung mineral seperti Ca, Fe dan P yang cukup tinggi dibandingkan umbi-umbi yang lainnya terutama kandungan kalsiumnya. Kalsium tersebut sangat diperlukan terutama untuk pertumbuhan tulang dan gigi bagi anak-anak.

Salah satu kendala pemanfaatan umbi talas adalah adanya senyawa antinutrisi berupa oksalat. Oksalat terdapat dalam dua bentuk yaitu asam oksalat dan kalsium oksalat. Asam oksalat adalah senyawa yang dapat larut dalam air, sedangkan kalsium oksalat

adalah senyawa yang tidak dapat larut dalam air. Oksalat merupakan salah satu senyawa yang dapat menyebabkan gatal pada mulut, sensasi terbakar, iritasi pada kulit, mulut dan saluran pencernaan apabila dikonsumsi dalam jumlah yang besar. Menurut hasil penelitian Syarif et al. (2007) konsumsi oksalat yang berlebihan dapat menyebabkan batu ginjal. Selain itu oksalat juga merupakan senyawa antinutrisi yang dapat menghambat penyerapan mineral seperti zat besi dan kalsium dalam tubuh. Kandungan oksalat yang tinggi inilah yang menyebabkan penggunaan talas sebagai bahan baku alternatif pangan terbatas. Oleh sebab itu, kadar oksalat harus dikurangi agar aman dikonsumsi. Pengurangan kadar oksalat juga akan berpengaruh baik terhadap kandungan kalsium dalam bahan makanan. Menurut hasil penelitian Saridewi (1992), pengurangan kadar kalsium oksalat dalam talas akan meningkatkan jumlah kalsium di dalamnya.

Salah satu cara sederhana yang dapat dilakukan untuk mengolah talas pada tahap awal adalah dengan pengukusan. Pengukusan merupakan proses pemasakan dengan menggunakan medium uap air

panas yang berasal dari air yang mendidih. Metode pengukusan merupakan metode pemanasan terbaik untuk dilakukan. Hal ini disebabkan karena kandungan nilai gizi yang hilang pada metode pengukusan akan lebih sedikit dibandingkan metode perebusan. Selain itu, metode pengukusan juga baik dilakukan karena metode tersebut tidak akan menambah lemak dalam bahan makanan seperti metode penggorengan sehingga aman untuk dikonsumsi. Namun sayang, metode pengukusan ini kurang efektif untuk menghilangkan kadar oksalat dalam talas. Berdasarkan hasil penelitian Saridewi (1992), pengukusan hanya dapat menurunkan kandungan asam oksalat dan kalsium oksalat sebesar 22,1-66,41%. Hasil ini dirasa masih kurang optimal dibandingkan dengan metode perebusan. Oleh sebab itu, diperlukan adanya zat tambahan untuk mengoptimalkan reduksi kadar oksalat pada umbi talas.

Arang aktif adalah arang yang terbuat dari bahan karbon seperti tumbuhan, bintang ataupun limbah industri (tempurung kelapa, dll) yang telah mengalami pengaktifan. Arang aktif memiliki kemampuan adsorpsi (penyerapan) yang tinggi serta harganya pun terjangkau bagi semua kalangan. Arang aktif telah banyak digunakan di kalangan industri kimia, makanan, dan farmasi seperti untuk pengolahan minyak goreng, obat diare, penjernihan air minum, pembuatan gula pasir dan masih banyak lagi. Berdasarkan penelitian Esvandiari *et al.* (2010), arang aktif mampu menyerap aroma langu pada susu kedelai. Berdasarkan hasil penelitian Herlandien (2013), arang aktif juga mampu menyerap logam berat pada air karena kemampuan daya serapnya yang tinggi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan arang aktif pada umbi talas yang dikukus terhadap penurunan kadar oksalat (total oksalat, asam oksalat dan kalsium oksalat) yang berimplikasi pada kenaikan kalsium. Penelitian ini juga bertujuan untuk menentukan konsentrasi terbaik arang aktif yang harus ditambahkan pada umbi talas agar diperoleh hasil yang maksimal. Manfaat dari penelitian ini adalah dapat dijadikan sebagai bahan baku pembuatan produk olahan selanjutnya. Manfaat lain yang dapat diperoleh yaitu sebagai sumber informasi bagi masyarakat dan alternatif baru dalam mengolah umbi talas agar aman dan layak konsumsi.

Materi dan Metode

Materi

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah umbi talas bentul yang diperoleh di Pasar Anyar, Bogor. Bahan lain yang digunakan adalah aquades, aquadenim, H_2SO_4 4 N, $KMnO_4$ 0,0892 N dan asam nitrat. Sementara itu, alat yang digunakan dalam penelitian adalah Spektrofotometri Serapan Atom (AAS), buret, *centrifuge*, *bekerglass*, *magnetic stirrer*, panci, pipet volume, timbangan analitik kompor dan kertas saring.

Metode

Penelitian berlangsung selama periode Maret – Mei 2016. Penelitian meliputi proses pembuatan sampel dan analisa kadar oksalat serta kalsium. Analisa kadar oksalat meliputi kadar asam oksalat

(volumetri), kadar kalsium oksalat (AAS), dan kadar kalsium (AAS).

Proses Pembuatan Sampel

Proses pembuatan sampel dilakukan dengan mencuci umbi talas sebanyak 200 g untuk menghilangkan kotoran tanah. Kulit talas kemudian dikupas menggunakan pisau. Sampel talas dipotong bentuk kubus dengan ukuran $(2 \times 2 \times 2)$ cm³. Sampel talas kemudian dikukus pada suhu 90°C - 100°C selama 20 menit dengan penambahan arang aktif. Konsentrasi arang aktif yang digunakan yaitu 0%, 2%, 4%, 6%, 8%. Setelah itu dianalisis kadar oksalat (total oksalat, asam oksalat dan kalsium oksalat) dan kalsium.

Prosedur Analisa Kadar Asam Oksalat

Kandungan oksalat terlarut dalam umbi talas dianalisis menggunakan volumetri dengan sedikit modifikasi. Umbi talas yang telah dikupas dan diparut kemudian ditimbang sebanyak 25 g. Parutan kemudian dilarutkan dalam 100 ml air panas, kemudian dihomogenkan menggunakan magnetik stirer 15 menit. Hasil filtrat kemudian disentrifugasi untuk memisahkan antara natan dan supernatan. Ambil bagian supernatannya kemudian tambahkan dengan H_2SO_4 4 N sebanyak 10 ml. Setelah itu dititrasi dengan larutan $KMnO_4$ 0,0892 N. Proses titrasi dihentikan apabila larutan telah berubah warna menjadi merah muda secara keseluruhan untuk pertama kali. Kemudian volume $KMnO_4$ yang digunakan dicatat sebagai volume titrasi dan nilai titrasi dikonversi menjadi nilai kandungan oksalat yang terlarut dengan rumus sebagai berikut: volume titrasi (ml) dikalikan konsentrasi $KMnO_4$ (N) dikalikan BE oksalat dikalikan 1000 dibagi berat sampel (g).

Prosedur Analisa Kadar Kalsium Oksalat

Analisis kandungan kalsium oksalat dilakukan secara spektrofotometri. Umbi talas yang telah dikupas dan diparut, ditimbang sebanyak 5 g. Setelah itu dilakukan pengabuan dalam *furnace* dengan suhu 600 – 800 °C selama 30 menit dan didinginkan selama 3 jam. Hasil pengabuan ditambahkan dengan larutan dengan perbandingan HNO_3 : aquades (1:1) sebanyak 10 ml. Kemudian dipanaskan hingga volume menjadi 5 ml. Campuran disaring pada labu ukur 25 ml sehingga didapat filtrat. Filtrat hasil penyaringan ditambah aquades hingga batas labu ukur. Sampel dianalisis menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*). Nilai kandungan Ca hasil AAS dikonversi menjadi nilai kandungan oksalat tidak terlarut.

Prosedur Analisa Kadar Kalsium

Uji kadar kalsium dilakukan menggunakan alat *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS). Sampel dipanaskan dalam nyala bunsen kemudian dipijarkan di dalam tanur pada temperatur 500°C. Kemudian didinginkan dan ditetesi asam nitrat dan dimasukkan kedalam lemari asam sampai gas NO_2 habis menguap. Kemudian dipijarkan lagi lalu didinginkan. Selanjutnya dilakukan analisis kualitatif dan analisis kuantitatif dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom. Pengukuran kadar kalsium sampel dilakukan dengan

Tabel 1. Hasil penghitungan kadar oksalat (asam oksalat, kalsium oksalat dan total oksalat) pada umbi talas setelah diberi perlakuan

Perlakuan	Kadar (ppm)		
	Asam Oksalat	Kalsium Oksalat	Total Oksalat
0%	100,28± 8,068 ^a	75,63 ± 2,600 ^a	175,91± 7,754 ^d
2%	84,10± 8,000 ^b	74,41 ± 3,590 ^a	158,50 ± 6,605 ^{cd}
4%	72,19± 9,255 ^c	71,16 ± 1,386 ^a	143,34 ± 10,249 ^{bc}
6%	51,81± 8,158 ^c	85,46 ± 4,770 ^b	137,27± 11,760 ^a
8%	36,08± 15,341 ^d	124,68 ± 3,590 ^c	160,75± 16,313 ^{cd}

Keterangan: Superskrip dengan huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$)

mengukur serapannya pada panjang gelombang 422,7 nm menggunakan lampu katoda Ca.

Analisis Statistik

Data yang diperoleh dari kadar asam oksalat, kadar kalsium oksalat, total oksalat, dan kadar kalsium pada umbi talas kemudian dianalisis dengan menggunakan uji ANOVA (*Analysis of Variance*) pada taraf 5%. Semua data diolah dengan bantuan komputer program SPSS 16.0 *for windows*. Apabila terdapat pengaruh antar perlakuan maka dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan pada taraf 5%.

Hasil dan Pembahasan

Kadar Asam Oksalat pada Umbi Talas

Hasil uji asam oksalat, kalsium oksalat dan total oksalat dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1, terlihat bahwa perlakuan umbi talas yang dikukus dengan penambahan arang aktif dengan konsentrasi berbeda berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap penurunan kadar asam oksalat umbi talas kukus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan asam oksalat talas sudah terlihat saat perlakuan T1 yaitu sebesar 84,10±8,00 ppm dan terus mengalami penurunan pada T2, T3, dan T4 sebagaimana disebutkan di atas. Perlakuan terbaik terdapat pada T4 dengan kadar oksalat terendah yaitu 36,08±15,341 ppm. Semakin tinggi kadar konsentrasi arang aktif yang digunakan maka semakin sedikit kadar asam oksalat pada umbi talas. Penurunan asam oksalat pada umbi talas disebabkan oleh adanya penambahan konsentrasi arang aktif. Arang aktif mempunyai kemampuan adsorpsi yang tinggi. Arang aktif akan menyerap senyawa apapun yang mempunyai gugus fungsional sama dengan arang aktif yaitu C=O, C², dan C₂H. Struktur kimia asam oksalat adalah H₂C₂O₄ yang mempunyai gugus fungsional C₂ dan C=O, sehingga mampu diserap oleh arang aktif. Hal ini sesuai dengan pendapat BPPP (2009) bahwa kapasitas dan daya serap arang aktif besar disebabkan karena strukturnya yang berpori dan keberadaan gugus fungsional kimiawi di permukaan arang aktif seperti C=O, C², dan C₂H.

Ion kalium yang terdapat dalam arang aktif juga ikut berperan dalam menurunkan kandungan asam oksalat. Hal ini disebabkan karena ion kalium mempunyai kemampuan penyebab osmosis. Semakin tinggi konsentrasi arang, semakin tinggi tekanan osmosis sehingga plasmolisis yang terjadi pada bahan semakin besar dan air serta molekul organik yang keluar akan lebih banyak. Pendapat ini sesuai dengan pendapat Saridewi (1992) bahwa penurunan asam oksalat terjadi karena proses osmosis yang terus berlangsung sehingga beberapa asam keluar.

Kandungan asam oksalat yang tinggi harus dikurangi atau dihilangkan karena dapat menghambat penyerapan kalsium. Hal ini sesuai dengan pendapat Winarno (1998) kandungan asam oksalat dapat menghambat penyerapan kalsium karena kalsium dapat berikatan dengan asam oksalat dan membentuk kalsium oksalat.

Kadar Kalsium Oksalat pada Umbi Talas

Hasil penghitungan kadar kalsium oksalat pada umbi talas terlihat pada Tabel 1 bahwa perlakuan terbaik terdapat pada T2 dengan kadar kalsium oksalat sebesar 71,16 ± 1,386 ppm. Perlakuan T1 dan T2 tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) dengan T0, sedangkan perlakuan T3 dan T4 berbeda nyata ($P < 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa tidak terjadi penurunan yang signifikan pada perlakuan T1 74,41 ± 3,590 ppm dan T2 71,16 ± 1,386 ppm terhadap T0 (75,63 ± 2,600) ppm. Penambahan konsentrasi lebih dari 4% ternyata meningkatkan kadar kalsium oksalat talas secara signifikan seperti terlihat pada perlakuan T3 85,46 ± 4,770 ppm dan T4 124,68 ± 3,590 ppm.

Saat konsentrasi arang aktif dinaikkan lebih dari 4%, kandungan kalsium oksalat juga meningkat. Hal ini disebabkan karena bertambahnya jumlah kalsium dalam umbi talas. Kalsium oksalat dan kalsium mempunyai hubungan yang searah. Maksudnya, apabila jumlah kalsium mengalami kenaikan maka kadar kalsium oksalat juga akan mengalami kenaikan. Hal ini sesuai dengan pendapat Ardhian dan Indriyani (2013) bahwa kalsium oksalat adalah hasil dari pengikatan kalsium oleh sebagian oksalat tidak terlarut sehingga membentuk kalsium oksalat. Hal ini diperkuat oleh pendapat Siener *et al.* (2006) bahwa perbandingan oksalat dan kalsium secara normal adalah 1 : 10, ketika melebihi batas akan terjadi efek kristalisasi sesuai dengan konsentrasi kalsium.

Berdasarkan hasil penelitian, kadar kalsium oksalat masih aman dan layak untuk dikonsumsi karena masih di bawah ambang batas. Hal ini sesuai dengan pendapat Sefa-Dedeh dan Agyir-Sackey (2004) bahwa syarat batas ambang kalsium oksalat yang layak dan aman dikonsumsi adalah 710 ppm.

Kadar Total Oksalat pada Umbi Talas

Hasil penghitungan pada Tabel 1 menunjukkan bahwa kadar total oksalat terbaik terdapat pada perlakuan T3 sebesar 137,27±11,760 ppm. Perlakuan T3 memberikan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) terhadap perlakuan yang lain. Perlakuan T1 158,50 ± 6,605 ppm dan T4 160,75±16,313 ppm tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap perlakuan T0 175,91±7,754 ppm, begitu pula perlakuan T2 143,34 ±10,249 ppm tidak memberikan pengaruh yang nyata

Tabel 2. Kadar kalsium umbi talas setelah perlakuan pengukusan dengan arang aktif

Perlakuan	Kadar Kalsium (%)
0%	4,754± 0,166 ^a
2%	4,685± 0,242 ^a
4%	4,498± 0,083 ^a
6%	5,392± 0,284 ^b
8%	7,942± 0,374 ^c

Keterangan: Superskrip dengan huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$)

pada perlakuan T1 158,50±6,605 ppm dan T4 160,75±16,313 ppm. Semakin tinggi konsentrasi arang aktif yang digunakan maka penurunan kadar total oksalat juga akan semakin tinggi.

Kadar total oksalat dipengaruhi oleh kadar asam oksalat dan kalsium oksalat. Semakin tinggi kadar asam oksalat dan kalsium oksalat maka kadar total oksalat juga semakin tinggi. Hal ini sesuai dengan pendapat Ardhan dan Indriyani (2013) bahwa kandungan oksalat terlarut, tidak terlarut dan total oksalat umbi porang memiliki pola/trend sama yang berarti semakin tinggi kandungan oksalat terlarut dan tidak terlarut maka total oksalat juga semakin tinggi. Perubahan kadar total oksalat ini berkaitan erat ($P < 0,01$) dengan kadar asam oksalat dan kalsium oksalat, dengan mengikuti persamaan regresi $Y = 1,464 X_1 + 1,199 X_2$ ($R^2 = 0,99$).

Kadar Kalsium pada Umbi Talas

Berdasarkan Tabel 2, terlihat bahwa perlakuan T1 dan T2 tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) terhadap T0, sedangkan perlakuan T3 dan T4 berbeda nyata ($P < 0,05$). Artinya, perlakuan T3 dan T4 dapat meningkatkan kadar kalsium umbi talas. Perlakuan terbaik terdapat pada T4 dengan kadar kalsium sebesar 7,942±0,374 ppm. Semakin tinggi penambahan konsentrasi arang aktif maka kadar kalsium umbi talas juga akan semakin meningkat. Hal ini menandakan bahwa kalsium pada perlakuan T3 dan T4 telah mengalami peningkatan. Peningkatan ini disebabkan oleh adanya penambahan konsentrasi arang aktif. Arang aktif mempunyai kandungan kation K (kalium), Ca (kalsium), Mg (magnesium), dan Si (silikon) di dalamnya. Semakin tinggi konsentrasi arang aktif yang digunakan, maka jumlah Ca didalamnya juga semakin tinggi. Oleh sebab itu, kadar kalsium umbi talas juga meningkat seiring dengan penambahan konsentrasi arang aktif

Kadar kalsium juga berpengaruh terhadap jumlah kalsium oksalat. Hubungan antara kadar kalsium dengan kalsium oksalat mengikuti persamaan regresi $Y = 0,992 X$ dengan nilai $R^2 = 0,983$. Semakin tinggi jumlah kalsium di dalam umbi talas maka jumlah kalsium oksalat didalamnya juga semakin tinggi, begitu pula sebaliknya. Kalsium sangat dibutuhkan dalam tubuh manusia terutama bagi anak-anak saat masa pertumbuhan. Hal ini sesuai dengan pendapat Marzuki *et al.* (2013) bahwa kalsium sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan terutama untuk pembentukan tulang dan gigi.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang pengurangan kadar oksalat umbi talas dengan penambahan arang aktif pada metode pengukusan maka diperoleh hasil bahwa penambahan arang aktif berpengaruh terhadap penurunan kadar oksalat yang berimplikasi pada kenaikan kadar kalsium umbi talas. Perlakuan terbaik terdapat pada konsentrasi penambahan arang aktif sebanyak 6%.

Daftar Pustaka

- Ardhan, D, S. Indriyani. 2013. Kandungan oksalat umbi porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) hasil penanaman dengan perlakuan pupuk P dan K. J. Biotropika, 1 (2), 53-56.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (BPPP). 2009. Arang aktif meningkatkan kualitas lingkungan. Sinar Tani, Jakarta.
- Esvandiari, M., H. Sholihin, A. Suryatna. 2010. Studi kinerja adsorpsi arang aktif-bentonit pada aroma susu kedelai. J. Sains dan Tekim., 1 (2), 135-149
- Herlandien, Y. L. 2013. Pemanfaatan Arang Aktif sebagai Absorban Logam Berat dalam Air Lindi di TPA Pakusari Jember. Skripsi. Jurusan Kimia Universitas Jember, Surabaya.
- Marzuki, A., Y. Fujaya., M. Rusydi, Haslina. 2013. Analisis kandungan kalsium (Ca) dan besi (Fe) pada kepiting bakau (*Scylla olivacea*) cangkang keras dan cangkang lunak dengan metode spektrofotometri serapan atom. Majalah Farmasi dan Farmakologi, 17 (2), 31-34.
- Saridewi, D. 1992. Mempelajari Pengaruh Lama Perendaman dan Pemasakan terhadap Kandungan Asam Oksalat dan Kalsium Oksalat pada Umbi Talas (*Colocasia esculenta* (L) Schott). Skripsi. Jurusan Gizi Masyarakat dan Sumberdaya Keluarga Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Sefa-Dedeh, S., E. K. Agyir-Sackey. 2004. Chemical composition and the effect of processing on oxalate content of cocoyam *Xanthosoma sagittifolium* and *Colocasia esculenta* cornels. Food Chem., 85 (4) : 479-487
- Siener, R., R. Honow., S. Voss., A. Seidler, A. Hesse. 2006. Oxalate content of cereals and cereals product. J. Agric Food Chem., 54(8), 3008-30011.
- Syarif, M., H. Rivai, F. Fahmi. 2007. Pemeriksaan kadar oksalat dalam daun singkong (*Manihot utilissima* Pohl) dengan metoda spektrofotometri kinetik. J. Sains dan Teknologi Farmasi, 12 (1), 50-52.
- Winarno, F. G. 1998. Kimia dan Gizi Pangan. Gramedia, Jakarta.