

Catatan Penelitian

# Efek Asam Hypoiodous pada Perubahan Aktivitas Antioksidan dan Total Mikroba Salak Pondoh pada Penyimpanan di Suhu Ruang

## *Hypoiodous Acid Effect on Antioxidant Activity and Total Microbes in Salak Pondoh in Room Temperature of Storage*

Wildan Alfira Gusrianto<sup>1</sup>, Siti Fatimah-Muis<sup>2</sup>, Ahmad Ni'matullah Al-Baarri<sup>3,4\*</sup>, Anang Mohamad Legowo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Magister Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro, Semarang

<sup>2</sup>Departemen Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro, Semarang

<sup>3</sup>Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang

<sup>4</sup>Laboratorium Food Technology, UPT Laboratorium Terpadu, Universitas Diponegoro, Semarang

\*Korespondensi dengan penulis (albari@live.undip.ac.id)

Artikel ini dikirim pada tanggal 30 Juni 2018 dan dinyatakan diterima tanggal 30 Agustus 2018. Artikel ini juga dipublikasi secara online melalui <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/jatp>. Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang diperbanyak untuk tujuan komersial.

Diproduksi oleh Indonesian Food Technologists® ©2018

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek asam *hypoiodous* (HIO) pada aktivitas antioksidan dan total mikrobia pada salak Pondoh selama penyimpanan pada suhu ruang. Metode eksperimen yang digunakan untuk penelitian ini adalah rancangan acak kelompok dua perlakuan dan tiga kali ulangan dengan total sampel sebanyak 45 salak Pondoh dengan minimum usia panen adalah sekitar 5 bulan dengan berat sebesar  $65 \pm 7$  g per salak. Penyemprotan HIO dilakukan satu kali perhari dan dengan volume sebanyak 0,5 ml. Setelah penyemprotan, dilakukan penyimpanan pada suhu ruang selama 12 hari. Pengukuran aktivitas antioksidan dan total mikroba dilakukan setiap dua hari sekali. Analisis data menggunakan *Shapiro-Wilk*, *Independent t-test*, dan *Mann-Whitney*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa selama penyimpanan, telah terjadi peningkatan aktivitas antioksidan pada salak mulai dari  $21,7 \pm 1,72\%$  hingga kisaran  $82,4\%$  untuk tanpa dan dengan perlakuan HIO serta terdapat peran HIO yang sangat nyata dalam menurunkan total mikroba pada salak pondoh HIO. Kesimpulannya, HIO dapat digunakan untuk agen yang dapat meningkatkan antioksidan serta dapat digunakan untuk menekan perkembangan mikroba pada salak.

Kata kunci: asam hypoiodous (HIO), aktivitas antioksidan, total mikroba, penyimpanan, salak pondoh

### Abstract

*This study was aimed at analyzing the influence of hypohiodous acid or HIO on antioxidant activity and total microbes in salak pondoh during storage at room temperature. This study used a group randomized design with two treatments and three replications. Each group consisted of 45 salak Pondoh which was harvested at 5 months age with size  $65 \pm 7$  g/salak. The spraying of 0.5 ml of HIO was done everyday for entire of salak surface, then salak was stored at  $25^\circ\text{C}$  for 12 days. The measurement of antioxidant activity and total microbes was performed every two days. Data were analyzed using Shapiro-Wilk, Independent t-test, and Mann-Whitney. Result indicated that HIO was able to increase antioxidant activity from  $21.7 \pm 1.72$  to about  $82\%$  for control and HIO treated salak. HIO was also inhibit growth total microbes significantly. As conclusion, HIO might be used as an agent to increase antioxidant activity and inhibit total microbe in salak.*

Keywords: hypoiodous acid (HIO), antioxidant activity, total microbes, storage, salak pondoh

### Pendahuluan

Buah-buahan telah diketahui memberikan banyak manfaat kesehatan dan banyak diminati masyarakat, namun sebagian besar buah-buahan di Indonesia memiliki masa simpan yang rendah, seperti salak pondoh. Salak Pondoh (*Salacca edulis* Reinw.) merupakan jenis buah non-klimaterik yang banyak tersebar di Indonesia terutama di Jawa Tengah yang menyumbang angka produksi sebesar 441.841 ton atau sekitar 39,49 persen dari total produksi salak nasional (Dirjen Hortikultura Kementerian Pertanian, 2015). Salak memiliki berbagai kandungan gizi seperti karbohidrat, serat, vitamin C, kalium, besi, oligosakarida, dan antioksidan (Jovanovic *et al.*, 2014; Aralas *et al.*, 2009; Gorinstein *et al.*, 2009). Antioksidan berperan dalam menetralkan senyawa radikal dalam

tubuh dengan menghambat inisiasi dan memecah perambatan rantai zat radikal atau menekan pembentukan radikal bebas sehingga mampu memperbaiki sistem metabolisme lemak dan mengurangi inflamasi. Akumulasi *reactive oxygen species* (ROS) yang berlebihan dalam tubuh sangat berbahaya karena dapat menginisiasi oksidasi biomolekuler yang berdampak pada kerusakan dan kematian sel serta memicu terjadinya stres oksidatif yang dapat menimbulkan kondisi seperti penuaan dan munculnya berbagai penyakit seperti kanker, aterosklerosis, dan penyakit degeneratif lainnya (Shalaby dan Shanab, 2013).

Permasalahan kerusakan mutu buah dapat terjadi selama distribusi, pemasaran, dan penyimpanan. Penurunan mutu seperti kulit buah

menjadi kering, daging buah berubah warna menjadi coklat, lunak, berair, dan busuk membuat buah tidak layak untuk dikonsumsi dan hal tersebut terjadi akibat aktivitas mikroorganisme. Selain memperhatikan manfaat kesehatan dan nilai gizi, masyarakat juga perlu untuk memperhatikan kelayakan pangan agar dapat dikonsumsi dengan melihat parameter mutu seperti sifat organoleptik, sifat fisik dan kimia, serta sifat mikrobiologi. Dengan mengetahui standar ambang batas cemaran mikroba pada buah segar, maka masyarakat dapat dibuat merasa aman dan tidak khawatir untuk mengonsumsi buah segar. Berdasarkan persyaratan yang ditentukan dalam SNI 7388 (2009), batas mikroba untuk buah segar adalah  $10^5$  CFU  $g^{-1}$ .

Asam *hypoiodous* merupakan asam oksidasi hasil kombinasi antara hidrogen peroksida ( $H_2O_2$ ) dan kalium iodat ( $KIO_3$ ) dalam sebuah sistem yang dinamakan sistem peroksidase. Sistem ini dapat menghasilkan HIO dan residu  $IO_3$ . Reaksi ini dimulai dengan aktivasi enzim peroksidase oleh  $H_2O_2$  dan ketika sudah aktif, enzim peroksidase selanjutnya mengoksidasi  $IO_3$  menjadi HIO (Al-Baarri *et al.*, 2016). Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Al-Baarri *et al.* (2016) telah berhasil dibuktikan efek antimikroba HIO yang mampu menurunkan jumlah *E. coli* sebesar 99%. HIO dapat digunakan pada bahan pangan karena dapat terhidrolisis menjadi senyawa non-toksik (Dalmazio *et al.*, 2008). Oleh karena munculnya sifat antioksidan dan antibakteri ini maka penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh HIO terhadap aktivitas antioksidan dan total mikroba pada salak selama penyimpanan pada suhu ruang. Salak yang digunakan pada penelitian ini adalah salak Pondoh yang sangat mudah dijumpai di pasar sekitar lokasi penelitian. Manfaat penelitian ini adalah untuk memberikan informasi tentang aplikasi pengawetan bahan pangan yang mampu mempertahankan mutu dan kualitas gizi pangan serta meningkatkan nilai jual salak pondoh dengan tetap mempertahankan mutu segar dari buah salak pondoh.

## Materi dan Metode

### Materi

Salak Pondoh (umur 5 bulan, didapat dari petani salak di Desa Sanggrahan, Kecamatan Tempel, Kabupaten Sleman, Yogyakarta) digunakan dalam penelitian ini. Bahan kimia seperti  $H_2O_2$  dan KI dibeli dari Roche (Jerman), enzim horseradish peroksidase dan *2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl* (DPPH) diperoleh dari Sigma (US), metanol, aquadest,  $KH_2PO_4$ , dan media PCA "Oxoid CM0361" yang diperoleh dari Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro. Peralatan yang digunakan selama penelitian antara lain timbangan analitik, *centrifuge* "Scilogex DM0412", vortex "Scilogex MX-S", spektrofotometer (Shimadzu UV-1280, Japan), dan laminar "Thermo Fisher Scientific 1386".

### Metode

Penelitian berlangsung selama Desember 2017 sampai Februari 2018. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan rancangan acak kelompok

dua perlakuan dan tiga kali ulangan dengan total sampel sebanyak 45 salak dengan berat rata-rata sebesar  $65 \pm 7$  g per salak. Penyemprotan HIO sebanyak 0,5 ml dilakukan pada keseluruhan permukaan salak Pondoh dilakukan setiap hari dan salak disimpan selama 12 hari pada suhu ruang  $25^\circ C$ . Parameter yang digunakan adalah aktivitas antioksidan dengan menggunakan DPPH dan total mikroba yang diuji setiap dua hari sekali selama 12 hari pengamatan. Pengujian parameter total mikroba dilakukan menurut AOAC (2005).

### Proses Persiapan Sampel untuk Analisis

Persiapan sampel untuk analisis aktivitas antioksidan dilakukan berdasarkan metode yang dikembangkan oleh Aralas *et al.* (2009). Sampel ditimbang sebanyak 0,1 g dan diekstraksi selama 2 jam dengan bantuan metanol 80% sebanyak 5 ml yang dilakukan pada suhu ruang dengan menggunakan alat *orbital shaker*. Kemudian campuran tersebut diputar pada 5000 rpm selama 20 menit dan supernatan yang dihasilkan kemudian dituang ke dalam *tube* 15 ml. Supernatan tersebut digunakan untuk analisis aktivitas antioksidan.

### Proses Pembuatan HIO

Proses pembuatan HIO mengacu pada metode yang dilakukan oleh Al-Baarri *et al.* (2018) dengan modifikasi. Pembuatan larutan HIO 5 mM sebanyak 20 ml dilakukan dengan cara mencampurkan 10 mM  $H_2O_2$  sebanyak 9 ml, 10 mM KI sebanyak 9 ml, dan 2 ml enzim peroksidase (0,1 U/ml) lalu didiamkan selama 10 menit. Campuran ini merupakan larutan HIO.

### Prosedur Analisis Aktivitas Antioksidan

Analisis aktivitas antioksidan dengan metode DPPH adalah mengacu pada metode Suica-Bunghez *et al.* (2016). Persiapan larutan DPPH dilakukan dengan menggunakan methanol (0,02 mg DPPH/ml MeOH) dengan warna violet. Sebanyak 0,5 ml sampel ekstrak salak dicampur dengan 1 ml larutan DPPH yang kemudian diinkubasi di tempat gelap selama 1 jam. Setelah itu, campuran tersebut dibaca absorbansinya pada  $\lambda=517$  nm dengan spektrofotometer. Kontrol dibuat dari 0,5 ml MeOH dengan 1 ml larutan DPPH. Aktivitas antioksidan (AA%) dihitung dengan formula absorbansi control dikurangi absorbansi sampel lalu dibagi dengan absorbansi kontrol yang kemudian dikali 100.

### Prosedur Analisis Total Mikroba

Analisis total mikroba berdasarkan AOAC (2005) dilakukan dengan perhitungan jumlah mikroba (jamur dan bakteri) yang ada dalam larutan sampel dengan pengenceran sesuai keperluan dan dilakukan secara duplo. Pembuatan larutan blanko dengan mencampurkan 34 g  $KH_2PO_4$  sebagai larutan *stock buffer phosphate* dengan 500 ml aquadest, pH diatur hingga 7,2. Tambahkan aquades hingga 1000 ml menggunakan labu takar. Pembuatan media dilakukan dengan terlebih dahulu menimbang 17,5 g media PCA yang larutkan dalam aquadest hingga 1000 ml, lalu

selanjutnya dipanaskan hingga mendidih. Langkah selanjutnya adalah menutup labu dengan sumbat kapas yang dilapisi dengan aluminium foil, dan disterilisasi dengan menggunakan autoklaf bersuhu 121°C selama 15 menit.

Untuk persiapan uji, sampel sebanyak 1 g dihancurkan menggunakan mortar steril dan ditambahkan ke dalam tube yang berisi 9 ml aquadest steril lalu kocok dengan vortex. Selanjutnya, 1 mL sampel diencerkan dengan 5-6 kali dilusi. Media PCA dituangkan ke dalam cawan petri steril sebanyak 15-20 ml sambil diputar dan digoyang agar suspensi tersebar merata yang selanjutnya diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam dengan posisi terbalik. Setelah itu dilakukan perhitungan jumlah koloni dengan syarat jumlah koloni yang terbentuk berkisar antara 30-300 titik atau koloni yang terbentuk. Hasil perhitungan jumlah koloni ditampilkan dalam satuan CFU g<sup>-1</sup> (*colony forming unit per gram*).

#### Analisis Statistik

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji *Shapiro-Wilk* dan data dikatakan memiliki distribusi normal jika nilai  $p > 0,05$ . Untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan rerata pada kelompok perlakuan dilakukan uji *independent T-test* untuk data berdistribusi normal dan apabila data berdistribusi tidak normal dilakukan uji *Mann-Whitney*. Hasil analisis dikatakan berbeda signifikan jika nilai  $p < 0,05$ . Seluruh teknis pengolahan data dianalisis menggunakan program statistik komputer.

### Hasil dan Pembahasan

#### Aktivitas Antioksidan

Aktivitas antioksidan pada kedua kelompok mengalami peningkatan dari hari ke-0 hingga hari ke-12 (Tabel 1). Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan antara kelompok kontrol dan HIO berbeda sangat signifikan ( $p < 0,05$ ). Sampel dengan perlakuan HIO memiliki aktivitas antioksidan yang jauh lebih tinggi dalam menangkap radikal bebas dari DPPH jika dibandingkan dengan kelompok control atau tanpa perlakuan HIO. Aktivitas antioksidan pada sampel dengan HIO mencapai titik tertinggi yaitu 83,88±0,95% yang dicapai pada hari ke-10. Titik tertinggi dari aktivitas antioksidan pada kelompok kontrol juga dicapai pada hari ke-12 yaitu sebesar 82,35±1,45% namun masih jauh dibawah kelompok HIO. Aktivitas antioksidan kedua kelompok menunjukkan perbedaan yang sangat nyata sehingga mengindikasikan bahwa HIO mampu meningkatkan aktivitas antioksidan salak Pondoh selama masa penyimpanan.

Asam *hypoidous* merupakan senyawa yang terbentuk dari reaksi kombinasi antara hidrogen peroksida H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dan KIO<sub>3</sub> yang dikatalisis oleh enzim peroksidase (Al-Baarri *et al.*, 2018). Senyawa ini tergolong dalam kelompok asam lemah yang tersusun atas ion H<sup>+</sup> dan OI<sup>-</sup> (Li *et al.*, 2017). Kedua ion tersebut dapat berikatan dengan struktur luar dari fenol tanaman yang bersifat *hidrofilik* yang bertanggungjawab dalam melakukan aksi antioksidan (Gulcin *et al.*, 2010). Interaksi antara HIO dan fenol terhadap peningkatan kemampuan penangkapan DPPH dengan cara mendonorkan atom hidrogennya sehingga elektron pada senyawa radikal akan berpasangan dan menjadi bentuk tereduksi yang bersifat non-radikal. Hasil lain reaksi redoks dari HIO berupa air, oksigen, dan iodida yang dapat digunakan untuk melakukan aktivitas biologis lainnya (Al-Baarri *et al.*, 2018; Li *et al.*, 2016; Dalmazio *et al.*, 2008).

Aktivitas antioksidan pada buah meningkat sesuai dengan tingkat kematangan buah. Penurunan aktivitas antioksidan total pada buah matang dapat terjadi karena berhubungan dengan mekanisme pertahanan buah dalam melawan radikal yang banyak dihasilkan selama proses perkembangan buah. Buah yang dipetik terlalu tua memiliki kadar antioksidan yang lebih rendah dibandingkan buah yang dipetik pada usia matang (Tilahun *et al.*, 2017). Penurunan suhu selama penyimpanan juga dapat memberikan dampak pada kadar fitokimia atau aktivitas antioksidan (Li *et al.*, 2012). Adanya autooksidasi komponen fenolik dengan oksigen dan proses pembusukan selama penyimpanan juga dapat mendegradasi total fenolik dan pigmen tanaman sebagai senyawa antioksidan (Eveline, 2014). Perubahan flavonoid, berupa pigmen tanaman dari klorofil menjadi karoten juga berperan terhadap peningkatan aktivitas antioksidan selama proses penyimpanan. Terjadinya degradasi klorofil pada waktu pematangan mampu memunculkan pigmen, diantaranya adalah β-karoten yang membuat warna menjadi oranye dan memiliki aktivitas antioksidan yang makin tinggi selama disimpan (Lestari *et al.*, 2013).

#### Total Mikroba

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang nyata pada total mikroba antara kelompok yang tidak diberi HIO dan yang diberi HIO dari hari ke-0 sampai hari ke-12 ( $p < 0,05$ ). Selama penyimpanan terjadi peningkatan jumlah mikroba salak Pondoh pada kedua kelompok (Figur 1). Hal ini dapat disebabkan karena ketahanan produk terhadap kontaminasi luar cenderung menurun dan tersedianya

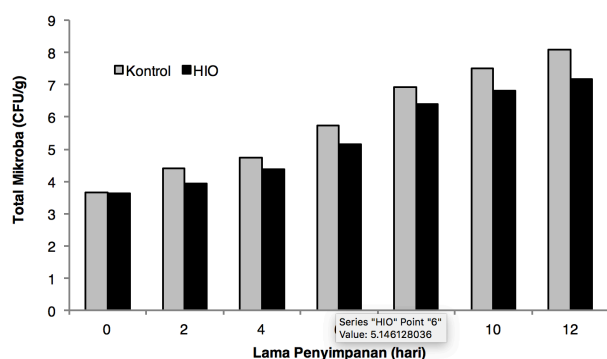
Tabel 1. Perubahan nilai rerata aktivitas antioksidan salak pondoh selama penyimpanan dengan HIO

Perlakuan	Rerata aktivitas antioksidan (%) salak Pondoh hari ke-						
	0	2	4	6	8	10	12
Kontrol	21,7±1,72	34,0±0,61	44,1±4,69	70,0±1,77	79,8±3,37	79,5±7,38	82,4±1,45
HIO	22,1±0,86	51,4±0,30	59,6±3,55	77,9±2,47	82,2±1,11	83,9±0,95	82,4±0,84
<i>p</i>	0,753	0,043*	0,010*	0,010*	0,268	0,366	1,000

Keterangan:

Data ditampilkan sebagai nilai rerata ± simpang baku. Superskrip (\*) menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan ( $p < 0,05$ )

nutrisi, oksigen, air, suhu, dan pH yang sesuai untuk pertumbuhan mikroorganisme. Walaupun terjadi peningkatan total mikroba yang terkandung dalam salak Pondoh selama penyimpanan, namun jumlah mikroba pada kelompok HIO pada hari ke-0 sampai hari ke-6 masih berada di bawah ambang batas total mikroba untuk buah segar. Berdasarkan SNI 7388 (2009), batas mikroba untuk buah segar adalah  $10^5$  CFU/g.



Figur 1. Grafik perubahan total mikroba buah salak Pondoh selama 12 hari penyimpanan pada suhu ruang. Data merupakan rata-rata yang diperoleh dari 3 kali pengulangan dengan SD yang bervariasi dari 0,17–0,65.

Total mikroba pada kelompok HIO maupun control mencapai titik terendah pada hari ke-0 dan titik tertinggi pada hari ke-12 (Figur 1). Namun demikian, penyemprotan HIO mampu memperlambat pertumbuhan mikroba pada salak Pondoh selama penyimpanan. Parameter mikrobiologi ini dapat dijadikan standar mutu kelayakan karena semakin sedikit jumlah total mikroba, maka semakin tinggi penerimaan terhadap kelayakan konsumsi pangan.

Proses pembentukan dan pemecahan asam *hypoiodous* dalam larutan netral merupakan proses termodinamika. Dalam proses ini,  $H_2O_2$  diubah menjadi  $H_2O$ , sedangkan iodida ( $I^-$ ) dioksidasi menjadi HIO. Adanya oksidasi  $H_2O_2$  menjadi  $O_2$  menyebabkan terjadinya reduksi HIO menjadi iodida. Asam *hypoiodous* tereduksi menjadi bentuk iodida ( $I^-$ ) yang memiliki kemampuan antimikroba (Al-Baarri *et al.*, 2016). Reaksi redoks yang terjadi pada HIO bergantung pada komposisi substrat, tersedianya ion halida atau pseudohalida yang cukup, ukuran dan kemampuan anion untuk berikatan, serta tingkat keasaman yang dapat menghambat aksi hidrogen peroksida untuk mengoksidasi iodium (Al-Baarri *et al.*, 2018; Dalmazio *et al.*, 2008). Asam *hypoiodous* mampu menghambat pertumbuhan mikroba dengan cara mengoksidasi gugus sulfidril (-SH) protein dari membran sitoplasma mikroba, sehingga menghambat proses respirasi mikroba. Gangguan fungsional pada protein mikroba inilah yang mengakibatkan kematian pada mikroba (Al-Baarri *et al.*, 2016).

Pada penelitian ini tidak dilakukan pengukuran kadar iodium pada buah salak yang telah diberi perlakuan asam *hypoiodous*. Oleh karena itu, untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan pengukuran kadar iodium pada buah salak dengan asam

*hypoiodous*, sehingga nantinya buah salak yang diberi perlakuan asam *hypoiodous* dapat dijadikan sebagai suatu intervensi gizi masyarakat pada daerah endemis kekurangan iodium seperti di daerah pegunungan yang rentan terhadap masalah kekurangan iodium. Selain itu, perlu dilakukan analisis *cost effectiveness* untuk mengetahui harga jual, respon pasar, dan perolehan keuntungan produsen salak pondoh dengan mengaplikasikan asam *hypoiodous* pada salak pondoh.

## Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, HIO dapat digunakan untuk meningkatkan aktivitas antioksidan pada salak Pondoh dan dapat menekan pertumbuhan mikroba selama proses penyimpanan 12 hari. Oleh karena itu, HIO dapat direkomendasikan sebagai agen yang mempunyai potensi besar sebagai salah satu alternatif untuk meningkatkan antioksidan dan sebagai antimikroba pada salak.

## Daftar Pustaka

- Al-Baarri, A.N., Legowo, A.M., Siregar, R.F., Utami, T., Adi, C.W.C., Rachmantyo, A., Pradhana, F.L. 2016. Peroksidase Daun Tomat dan Aplikasinya untuk Antibakteri. Cetakan I, Indonesian Food Technologists, Semarang.
- Al-Baarri, A.N., Legowo, A.M., Widayat, Abduh, S.B.M., Hadipernata, M., Wisnubroto, Ardianti, D.K., Susanto, M.N., Yusuf, M., Demasta, E.K. 2018. Determination hypoiodous acid (HIO) by peroxidase system using peroxidase enzyme. IOP Conference Series Earth and Environmental Science 116:1-4. DOI:10.1088/1755-1315/116/1/012043
- Aralas, S., Mohamed, M., Abu, M.F. 2009. Antioxidant properties of selected salak (*Salacca zalacca*) varieties in Sabah, Malaysia. Nutrition and Food Science 39(3):243–250. DOI: 10.1108/00346650910957492
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 2005. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. Chemist Inc. New York.
- Dalmazio, I., Moura, F.C.C., Araujo, M.H., Alves, T.M.A., Lago, R.M., Lima, G.F., Duarte, H.A., Augusti, R. 2008. The iodide-catalyzed decomposition of hydrogen peroxide: Mechanistic details of an old reaction as revealed by electrospray ionization mass spectrometry monitoring. Journal of the Brazilian Chemical Society 19(6):1105–1110. DOI:10.1590/S0103-50532008000600008
- Dirjen Hortikultura Kementerian Pertanian. 2015. Statistik Produksi Hortikultura Tahun 2014. Cetakan I, Direktorat Jenderal Hortikultura Kementerian Pertanian, Jakarta.
- Eveline, Siregar T.M., Sanny. 2014. Studi aktivitas antioksidan pada tomat (*Lycopersicon esculentum*) konvensional dan organik selama penyimpanan. Prosiding SNST ke-5 Fakultas

- Teknik Universitas Wahid Hasyim Semarang. Halaman 22–28.
- Gorinstein, S., Haruenkit, R., Poovarodom, S., Park, Y.S., Vearasilp, S., Suhaj, M., Ham, K.S., Heo, B.G., Cho, J.Y., Jang, H.G. 2009. The comparative characteristics of snake and kiwi fruits. *Food and Chemical Toxicology* 47:1884–1891. DOI:10.1016/j.fct.2009.04.047
- Gulcin, I., Huyut, Z., Elmastas, M., Aboul-Enein, H.Y. 2010. Radical scavenging and antioxidant activity of tannic acid. *Arabian Journal of Chemistry* 3(1):43–53. DOI:10.1016/j.arabjc.2009.12.008
- Jovanovic-Malinovska, R., Kuzmanova, S., Winkelhausen, E. 2014. Oligosaccharide profile in fruits and vegetables as sources of prebiotics and functional foods. *International Journal of Food Properties* 17(5):949–965. DOI:10.1080/10942912.2012.680221
- Lestari, R., Ebert, G., Huyskens-Keil, S. 2013. Fruit quality changes of salak pondoh fruits (*Salacca zalacca* (Gaertn.) Voss) during maturation and ripening. *Journal of Food Research* 2(1):204-216. DOI:10.5539/jfr.v2n1p204
- Li, H.Y., Tsao, R., Deng, Z.Y. 2012. Factors affecting the antioxidant potential and health benefits of plant foods. *Canadian Journal of Plant Science* 92(6):1101–1111. DOI:10.4141/cjps2011-239
- Li, J., Jiang, J., Zhou, Y., Pang, S., Gao, Y., Jiang, C., Ma, J., Jin, Y., Yang, Y., Liu, G., Wang, L., Guan, C. 2017. Oxidation kinetics of iodide (I<sup>-</sup>) and hypiodous acid (HOI) by peroxymonosulfate (PMS) and formation of iodinated products in the PMS/I-/NOM system. *Environmental Science and Technology Letters* 4(2):76-82. DOI:10.1021/acs.estlett.6b00471
- Shalaby, E.A., Shanab, S.M.M. 2013. Antioxidant compounds, assays of determination and mode of action. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology* 7(10):528–539. DOI:10.5897/AJPP2013.3474
- Standar Nasional Indonesia (SNI) 7388-2009 Batas Maksimum Cemaran Mikroba dalam Pangan. 2009. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Suica-Bunghez, I.R., Teodorescu, S., Dulama, I.D., Voinea, O.C., Imionescu, S., Ion, R.M. 2016. Antioxidant activity and phytochemical compounds of snake fruit (*Salacca zalacca*). *IOP Conference Series of Materials Science and Engineering* 133:1-8. DOI:10.1088/1757-899X/133/1/012051
- Tilahun, S., Park, D.S., Seo, M.H., Jeong, C.S. 2017. Review on factor affecting the quality and antioxidant properties of tomatoes. *African Journal of Biotechnology* 16(32):1678–1687. DOI:10.5897/AJB2017.16054