

EFEKTIVITAS DAUN TEH (*Camellia sinensis*) SEBAGAI ANTIOKSIDAN PADA *FILLET* IKAN BANDENG (*Chanos chanos* Forsk.) SELAMA PENYIMPANAN DINGIN

*The Effectiveness of Tea Leaves (*Camellia sinensis*) as Antioxidant on Milkfish (*Chanos chanos* Forsk.) Fillet during Chilled Storage*

Arif Fauzi^{*)}, Titi Surti, Laras Rianingsih

Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Jurusan Perikanan,
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jln. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah - 50275, Telp/fax: (024) 7460058
Email : ariffauzi0k@gmail.com

Diterima : 24 Mei 2016

Disetujui : 16 Agustus 2016

ABSTRAK

Fillet rentan mengalami penurunan kualitas, kandungan asam lemak tidak jenuh bandeng mudah teroksidasi sehingga menimbulkan ketengikan. Upaya menghambat oksidasi dengan penggunaan antioksidan. Teh mengandung salah satu senyawa polifenol yaitu katekin yang bersifat antioksidan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kegunaan dari umur daun teh sebagai antioksidan di dalam menghambat laju oksidasi pada *fillet* ikan bandeng dan pengaruh perendaman *fillet* ikan bandeng dalam larutan daun teh selama penyimpanan dingin. Metode penelitian adalah *experimental laboratories* menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial 3x4 dengan 3 kali ulangan yang tersusun atas 2 faktor. Faktor A terdiri dari 3 taraf konsentrasi yaitu kontrol, 5% daun teh muda dan 5% daun teh tua. Faktor B terdiri dari 4 taraf lama penyimpanan dingin hari ke-0, 2, 4 dan 6. Parameter uji meliputi PV, TBA, FFA, pH dan organoleptik. Data parametrik dianalisa dengan sidik ragam (ANOVA) dan beda nyata jujur (BNJ). Data non parametrik dianalisa dengan *Kruskal Wallis*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi antara *fillet* ikan bandeng perlakuan konsentrasi daun teh dan lama penyimpanan dingin memberikan pengaruh berbeda nyata ($p < 0,05$) terhadap nilai PV, TBA, FFA, pH dan organoleptik. *Fillet* ikan bandeng dengan perlakuan perendaman konsentrasi 5% larutan daun teh tua memiliki kemampuan yang lebih efektif sebagai antioksidan dalam menghambat laju oksidasi. Perlakuan perendaman pada konsentrasi 5% daun teh muda dan tua mampu mempertahankan kualitas *fillet* ikan bandeng hingga hari ke-6 penyimpanan dingin.

Kata kunci : *Fillet* Bandeng, Teh, Oksidasi, Penyimpanan Dingin

ABSTRACT

*Fish fillet is prone into lower quality. Milkfish which is contain unsaturated fatty acid is easily to be oxidized. Oxidation causes rancidity. Antioxidants are able to inhibit oxidation in milkfish. Tea contain polyphenols compounds, catechin, acting as antioxidant. The aimed of this research to investigate antioxidant activity of tea leaves as antioxidant ingredient on retarding milkfish oxidation and to knowing the effects of milkfish dipping in tea leaves solution during chilled storage. The research method was experimental laboratories using Completely Randomized Design (CRD) with 3x4 factors within 3 replication, which were comprised of two factors, A and B. Factor A consisted of 3 different concentration: control, 5% of young tea leaves, and 5% of old tea leaves. Factor B consisted of 4 different storage time: day 0, day 2, day 4 and day 6. All test parameters in this research were: PV, TBA, FFA, pH and organoleptic. Parametric data was analyzed using Analysis of Variance (ANOVA) and Honestly Significant Difference (HSD). In addition, non-parametric data was analyzed using *Kruskal Wallis*. The results showed that interaction among milkfish fillet were significantly different due to concentration of tea leaves and duration of chilled storage ($p < 0.05$) to PV, TBA, FFA, pH and organoleptic value. Moreover, milkfish fillet with 5% concentration old tea leaves showed the most efficient level of antioxidation in retarding lipid oxidation in fish. Dipping milkfish fillet both on young and old tea leaves upon 5% concentration level may extend the quality of milkfish fillet up to day 6 of chilled storage.*

Keywords: Milkfish Fillet, Tea, Oxidation, Cold Storage

*) Penulis Penanggungjawab

PENDAHULUAN

Ikan biasanya dipasarkan dalam bentuk segar selain keuntungannya relatif kecil, minat konsumen juga terbatas. Upaya meningkatkan pendapatannya adalah dengan memasarkan dalam bentuk *fillet*. *Fillet* berupa daging ikan yang searah tulang punggung tanpa menyertakan bagian yang keras seperti tulang dan sirip. Keuntungan *fillet* adalah penanganannya mudah dan dapat diolah menjadi berbagai produk (Afrianto *et al.*, 2014).

Fillet mudah mengalami penurunan kesegaran, karena proses pembuatan *fillet* telah merusak pertahanan alaminya. Sehingga rentan mengalami kerusakan dan daya simpan yang terbatas. Oksidasi lemak merupakan salah satu penyebab utama kerusakan bahan pangan. Winarsi (2007) menyatakan kerusakan oksidatif pada senyawa lipid terjadi ketika senyawa radikal bebas bereaksi dengan *poly unsaturated fatty acid* (PUFA). PUFA lebih rentan terhadap reaksi radikal bebas dibandingkan asam lemak jenuh. Dalam bidang pangan, kerusakan lipida dapat berupa ketengikan, perubahan rasa maupun aroma. Reaksi seperti ini sering terjadi sebagai konsekuensi terbentuknya radikal oksigen di dalam bahan pangan.

Lemak pada ikan sangat sensitif terhadap oksidasi dikarenakan mengandung asam lemak tidak jenuh berupa omega-3 dan 6. Jika asam lemak tersebut teroksidasi maka terbentuk senyawa hidroperoksida yang terurai menjadi senyawa aldehid, keton dan alkohol sehingga menimbulkan ketengikan. Untuk menghambat oksidasi lemak adalah dengan penggunaan antioksidan (Harikedua, 2010). Antioksidan dapat menghambat proses oksidasi lemak. Penggunaan antioksidan pada pangan dengan cara perendaman, penyemprotan dan dikombinasikan dengan material pengemas (Afrianto & Liviawaty, 2010).

Antioksidan dibedakan menjadi dua yaitu antioksidan alami dan sintetik. Antioksidan alami kebanyakan diisolasi dari sumber alami seperti tumbuhan. Antioksidan alami tersebar pada bagian tanaman seperti kayu, kulit kayu, akar, daun, buah, bunga, biji dan serbuk sari. Antioksidan sintetik dibuat dan disintesa oleh manusia untuk tujuan komersil, ada lima jenis antioksidan untuk makanan yaitu *Butil Hidroksi Aniso* (BHA), *Butil Hidroksil Toulon* (BHT), propil galat, *Tertiary Butil Hidroksi Quinon* (TBHQ) dan tokoferol. Namun antioksidan sintetik ternyata dapat meracuni binatang percobaan dan juga bersifat karsinogenik. Oleh karena itu, industri makanan dan obat kini beralih mengembangkan antioksidan alami (Palupi & Martosupono, 2009). Antioksidan yang diperoleh dari bahan alam merupakan senyawa metabolit sekunder tumbuhan seperti senyawa golongan alkaloid, fenolik dan flavonoid. Golongan flavonoid

yang memiliki aktivitas antioksidan meliputi flavon, flavonol, isoflavon, katekin, flavonol dan kalkon. Contoh *epigalokatekin galat* dalam daun teh (*Camellia sinensis*) (Tjandra *et al.*, 2011).

MATERI DAN METODE

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah daun teh (*Camellia sinensis*) dan ikan bandeng (*Chanos chanos* Forsk.). Daun teh dipetik dari Perkebunan Teh Medini, Kendal, Jawa Tengah. Sedangkan ikan bandeng diperoleh dari CV Dinasti, Semarang dalam keadaan segar dengan panjang 20-25 cm dan berat 200-250 g. Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu spektrofotometer UV-Vis, tabung reaksi, labu ukur, erlenmeyer, buret, pipet ukur, labu destilasi, gelas ukur, *beaker glass*, kertas saring, blender, *centrifuge*, *waterbath*, ph meter dan *scoresheet* organoleptik

Penelitian ini meliputi dua tahap, yaitu penelitian tahap I dan penelitian tahap II. Penelitian tahap I yaitu uji fitokimia secara kuantitatif dan uji aktivitas antioksidan metode DPPH. Uji fitokimia secara kuantitatif bertujuan untuk mengetahui kadar senyawa fenol, flavonoid dan tanin yang berperan sebagai antioksidan dan uji aktivitas antioksidan bertujuan untuk mengetahui tingkat kekuatan antoksidan pada daun teh. Penelitian tahap II yaitu perendaman *fillet* ikan bandeng dalam konsentrasi 5% larutan daun teh muda, konsentrasi 5% larutan daun teh tua dan 0% larutan daun teh (kontrol) selama 60 menit. Selanjutnya disimpan dalam refrigerator suhu $\pm 5^{\circ}\text{C}$ selama 6 hari. Setiap interval 2 hari yaitu hari ke 0, 2, 4 dan 6 diuji PV, TBA, FFA, pH dan Organoleptik.

Metode pada penelitian ini adalah *experimental laboratories* menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) pola faktorial 3×4 dengan 3 kali ulangan yang tersusun atas 2 faktor. Faktor A terdiri dari 3 taraf konsentrasi yaitu kontrol, 5% daun teh muda dan 5% daun teh tua. Faktor B terdiri dari 4 taraf lama penyimpanan dingin yaitu hari ke-0, 2, 4 dan 6. Data parametrik dianalisa menggunakan sidik ragam (ANOVA) dan analisa beda nyata jujur (BNJ). Data non parametrik dianalisa dengan *Kruskal Wallis*.

Prosedur Pengujian

Uji flavonoid secara kuantitatif (Suryanto, 2007)

Timbang sampel seberat 5 gram, kemudian larutkan dalam 100 ml aquades, setelah itu disaring, lalu ambil 1 ml larutan jernih. Kemudian tambahkan 3 ml larutan AlCl_3 5%, selanjutnya tambahkan 10 ml aquades. Lalu baca absorbansi spektrofotometer pada panjang gelombang 420 nm. kemudian hitung dengan menggunakan kurva standar quersetin.

$$\% \text{ Kadar flavonoid} = \frac{\text{X. Faktor Pengenceran}}{\text{Berat Sampel}} \times 100$$

Uji fenol secara kuantitatif (Suryanto, 2007)

Timbang sampel seberat 5 gram, kemudian larutkan dalam 100 ml aquades, setelah itu disaring, lalu ambil 1 ml larutan jernih. lalu tambahkan 0,5 ml *follin denis* kemudian tambahkan 1 ml larutan Na_2CO_3 diamkan selama 10 menit lalu tambahkan 10 ml aquades. Baca absorpsi sampel dengan menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 730 nm. Kemudian hitung dengan menggunakan kurva standar fenol.

$$\% \text{ Kadar fenol} = \frac{\text{X. Faktor Pengenceran}}{\text{Berat Sampel}} \times 100$$

Uji tanin secara kuantitatif (Suryanto, 2007)

Timbang sampel seberat 5 gram, kemudian larutkan dalam 100 ml aquades, setelah itu disaring, lalu ambil 1 ml larutan jernih. lalu tambahkan 0,5 ml *follin denis*. Kemudian tambahkan 1 ml larutan Na_2CO_3 diamkan selama 10 menit lalu tambahkan 10 ml aquades. Baca absorpsi sampel dengan menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 730 nm. Kemudian hitung dengan menggunakan kurva standar tanin acid murni.

$$\% \text{ Kadar tanin} = \frac{\text{X. Faktor Pengenceran}}{\text{Berat Sampel}} \times 100$$

Pengujian aktivitas antioksidan metode DPPH (Andayani et al., 2008)

Timbang ekstrak seberat 5 mg, Kemudian larutkan dengan 10 ml metanol dalam labu ukur, maka didapatkan konsentrasi 1 mg/ml. Selanjutnya dilakukan pengenceran dengan menambahkan metanol sehingga diperoleh sampel dengan konsentrasi (10, 30, 50, 70, 90 $\mu\text{g/ml}$). Untuk penentuan aktivitas antioksidan masing-masing konsentrasi dipipet sebanyak 0,2 ml larutan sampel dengan pipet mikro dan masukan ke dalam botol vial. Lalu tambahkan 3,8 ml larutan DPPH 50 μM . Campuran dihomogenkan dan dibiarkan selama 30 menit ditempat gelap, serapan diukur dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 515 nm.

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{\text{Abs kontrol} - \text{abs sampel}}{\text{abs kontrol}} \times 100\%$$

Prosedur uji peroxide value (Tejasari, 2005)

Timbang 5 gram sampel dalam erlenmeyer 250 ml dan bertutup, lalu tambahkan 30 ml larutan asam asetat: kloroform dengan nisbah 3:2 dan dikocok hingga terlarut semua. Kemudian tambahkan 0,5 KI jenuh diamkan 1 menit sambil

sesekali dikocok, selanjutnya tambahkan 30 ml air destilat. Lalu tambahkan larutan pati 1%. Titrasi dengan 0,1 N $\text{N}_2\text{S}_2\text{O}_3$ sampai warna biru hilang. *Peroxide value* (PV) dinyatakan dalam setiap 1000 gram contoh dan dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Peroxide value} = \frac{\text{ml } \text{N}_2\text{S}_2\text{O}_3 - N \text{ N}_2\text{S}_2\text{O}_3}{\text{Berat sampel (gram)}} \times 1000$$

Prosedur uji thiobarbituric acid (Kusrahayu et al., 2009)

Sampel sebanyak 3 gram dimasukkan ke dalam waring blender dan ditambahkan 50 ml aquades, kemudian pindahkan dalam labu destilasi 1000 ml sambil dicuci dengan 48,5 ml aquades dan ditambahkan 1,5 ml (lebih kurang) 4 N HCL pekat. Tambahkan batu didih dan bahan pencegah buih (antifoam) sedikit dan dipasang labu destilasi pada alat destilasi. Destilat dijalankan dengan pemanasan setinggi mungkin sehingga diperoleh destilat sebanyak 50 ml selama pemanasan 10 menit. Destilat yang diperoleh kemudian diaduk dan disaring. Pipet sebanyak 5 ml, pindahkan ke dalam tabung reaksi tertutup dan ditambahkan reagen TBA sebanyak 5 ml (larutan 0,02 M *thiobarbituric acid* dalam 90% asam asetat glasial). Tabung reaksi dimasukkan ke dalam air mendidih selama 35 menit. Didinginkan dengan air mengalir dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang 528 nm dengan larutan blanko sebagai titik nol. Nilai TBA dihitung dan dinyatakan dalam mg malonaldehid/kg sampel. Perhitungan nilai TBA adalah sebagai berikut:

$$\text{Thiobarbituric acid} = \frac{3 \times \text{Absorbansi} \times 7,8}{\text{Berat sampel (gram)}}$$

Prosedur uji free fatty acid (Tejasari, 2005)

Sampel sebanyak 28,2 gram dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml, lalu tambahkan 50 ml alkohol netral panas dan 2 ml indikator PP. Kemudian titrasi dengan larutan 0,1 N N_aOH standar, hingga titik equivalensi tercapai, yang ditentukan dengan munculnya warna merah jambu yang stabil selama 30 detik. Berat molekul asam lemak yang dihitung adalah asam oleat, Asam lemak bebas dinyatakan sebagai % FFA dan dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ FFA} = \frac{\text{ml } \text{N}_a\text{OH} \times N \text{ N}_a\text{OH} \times \text{BM Asam Lemak}}{\text{Berat Sampel (gram)} \times 1000} \times 100\%$$

Prosedur uji pH (BSN, 2004)

Elektroda dikeringkan dengan tisu, kemudian bilas elektroda dengan air suling. Lalu bilas elektroda dengan sampel uji. Setelah itu celupkan elektroda ke dalam sampel uji sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang tetap. Catat

hasil pembacaan skala atau angka pada tampilan dari pH-meter.

Prosedur uji organoleptik *fillet* ikan beku (BSN, 2013)

Pengujian organoleptik merupakan cara pengujian mutu ikan dengan menggunakan indera manusia sebagai alat untuk mengukur daya penerimaan terhadap makanan. Panelis yang melakukan penilaian berjumlah minimal 30 dengan 3 faktor parameter penilaian yaitu kenampakan, bau dan tekstur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Fitokimia Secara Kuantitatif

Senyawa metabolit sekunder yang terkandung di dalam daun teh seperti fenol, flavonoid dan tanin memiliki peran sebagai antioksidan. Menurut Martono & Setiyono (2014), flavonoid teh merupakan senyawa polifenol dengan katekol sebagai penyusun utama dan biasanya disebut katekin. Flavonoid teh memiliki aktivitas antioksidan sehingga mampu mereduksi hidrogen peroksida dan radikal bebas. Tanin pada daun teh mempunyai efek sebagai antibakteri dan antioksidan yang menyerupai dengan fungsi fenol.

Kandungan metabolit sekunder daun teh tua sedikit lebih besar jumlahnya dibandingkan dengan daun muda. Menurut Kuntorini *et al.* (2013), semakin tinggi kadar flavonoid, maka potensi antioksidannya akan semakin tinggi.

Aktivitas Antioksidan Metode DPPH

Aktivitas antioksidan daun teh muda sebesar 47,08 ppm yang tergolong antioksidan yang aktif. Sedangkan daun teh tua sebesar 59,21 ppm yang termasuk antioksidan yang kuat. Besarnya aktivitas antioksidan ditandai dengan nilai IC_{50} artinya konsentrasi larutan sampel yang dibutuhkan untuk menghambat 50% radikal bebas DPPH. Semakin rendah nilai IC_{50} maka semakin tinggi aktivitas antioksidannya. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Martinus *et al.* (2014), nilai IC_{50} ekstrak daun teh sebesar 43,30 ppm. Ditambahkan Samin *et al.* (2014), tingkat kekuatan antioksidan digolongkan menjadi beberapa bagian yaitu aktif apabila nilai IC_{50} <50 ppm, kuat nilai IC_{50} 50-100 ppm, sedang nilai IC_{50} 101-250 ppm, lemah nilai IC_{50} 250-500 ppm dan tidak aktif nilai IC_{50} >500 ppm.

Katekin yang terkandung di dalam daun teh lebih banyak terkonsentrasi pada bagian pucuk daun, sehingga diduga senyawa ini dapat meningkatkan aktivitas antioksidannya, Menurut Yang *et al.* (2012), katekin pada teh terdapat pada daun yang muda. Kandungan katekin tertinggi dilaporkan pada hasil pemetikan pada pucuk dengan dua daun (p+2). Namun kandungan senyawa metabolit sekunder seperti fenol, flavonoid dan tanin yang mempunyai peran sebagai antioksidan lebih besar jumlahnya pada daun yang tua. Menurut Devy *et al.* (2010), pada daun muda, kandungan flavonoid masih rendah, kemudian meningkat dengan makin tuanya daun, dimana fotosintesis terjadi secara optimal.

Peroxide Value (PV)

Fillet ikan bandeng perlakuan kontrol pada hari ke-0 penyimpanan nilai PV yang terbentuk lebih tinggi jika dibandingkan *fillet* ikan bandeng perlakuan 5% daun teh tua. Hal ini disebabkan tidak adanya penghambatan radikal bebas oleh antioksidan sehingga pembentukan peroksida lebih cepat terjadi pada awal penyimpanan. Menurut Coppen (1983), antioksidan hanya akan benar-benar efektif bila ditambahkan seawal mungkin dimana oksidasi masih berjalan secara lambat dengan kecepatan seragam.

Fillet ikan bandeng perlakuan 5% daun teh tua hingga hari ke-6 penyimpanan nilai PV lebih rendah yaitu sebesar 4,43 meq/kg jika dibandingkan *Fillet* ikan bandeng perlakuan 5% daun teh muda dan kontrol yaitu sebesar 6,22 meq/kg serta 7,60 meq/kg. Sesuai hasil uji fitokimia secara kuantitatif bahwa daun teh tua mengandung senyawa flavonoid dengan jumlah lebih besar dibandingkan daun teh muda. Sehingga semakin besar senyawa antioksidan yang terkandung maka semakin besar dalam menghambat proses oksidasi.

Dilihat dari hasil nilai PV *fillet* ikan bandeng masing-masing perlakuan hingga hari ke-6 penyimpanan masih tergolong rendah karena proses pembentukan peroksida masih terus meningkat sampai nilai maksimalnya tercapai dan kemudian akan menurun seiring dengan terdegradasinya peroksida menghasilkan senyawa yang bersifat tengik. Berdasarkan SNI 3741-2013, batas maksimal nilai PV yang diperbolehkan dalam bahan pangan tidak melebihi nilai 10 meq/kg.

Tabel 1. Hasil Uji Fitokimia Kuantitatif Daun Teh (*Camellia sinensis*)

No.	Parameter Uji	Total Kandungan (%)	
		Daun Teh Muda	Daun Teh Tua
1.	Fenol	0,31±0,0007	0,33±0,0007
2.	Flavonoid	0,03±0,0004	0,05±0,0004
3.	Tanin	0,33±0,0007	0,35±0,0012

Tabel 2. Hasil Uji Aktivitas Antioksidan Daun Teh (*Camellia sinensis*)

No.	Sampel	Konsentrasi	Inhibisi	IC ₅₀
		(ppm)	(%)	(ppm)
1.	Daun teh muda	0	0	47,08
		5	4,91	
		10	9,31	
		15	15,40	
		20	22,50	
		25	25,72	
2.	Daun teh tua	0	0	59,21
		5	3,21	
		10	6,77	
		15	12,01	
		20	16,58	
		25	20,98	

Tabel 3. Nilai Rata-rata PV *Fillet* Ikan Bandeng Segar Selama Penyimpanan Dingin dengan Konsentrasi Larutan Daun Teh yang Berbeda

Lama Penyimpanan (Hari)	PV (meq/kg lipid)		
	Kontrol	Teh Muda 5%	Teh Tua 5%
0	2,60±0,03 ^b	2,39±0,01 ^{ab}	2,29±0,00 ^a
2	4,15±0,03 ^d	3,21±0,04 ^c	2,49±0,01 ^{ab}
4	5,57±0,03 ^f	4,54±0,04 ^c	3,22±0,04 ^c
6	7,60±0,02 ^h	6,22±0,05 ^g	4,43±0,06 ^c

Tabel 4. Nilai Rata-rata TBA *Fillet* Ikan Bandeng Segar Selama Penyimpanan Dingin dengan Konsentrasi Larutan Daun Teh yang Berbeda

Lama Penyimpanan (Hari)	TBA (mg malonaldehid/kg sampel)		
	Kontrol	Teh Muda 5%	Teh Tua 5%
0	0,17±0,02 ^{ab}	0,14±0,02 ^a	0,11±0,01 ^a
2	0,34±0,03 ^c	0,26±0,01 ^b	0,22±0,03 ^b
4	0,98±0,02 ^c	0,58±0,02 ^d	0,28±0,01 ^b
6	1,81±0,02 ^g	1,12±0,03 ^f	0,58±0,04 ^d

Mekanisme penghambatan proses oksidasi pada *fillet* ikan bandeng selama penyimpanan dingin dikarenakan daun teh mengandung senyawa golongan flavonoid yaitu senyawa katekin yang berperan dalam menghambat pembentukan radikal bebas pada tahap inisiasi. Pada tahap inisiasi radikal bebas bereaksi dengan asam lemak tidak jenuh menghasilkan radikal bebas lipid yang bersifat sangat reaktif dan tidak stabil karena memiliki satu atau lebih atom yang tidak berpasangan. Kemudian senyawa katekin segera mendonorkan elektronnya kepada radikal bebas sehingga mengubah radikal bebas ke dalam bentuk yang lebih stabil dan tidak reaktif dikarenakan radikal bebas telah menemukan pasangan atomnya. Ketika memasuki tahap propagasi, senyawa peroksida yang terbentuk dari hasil reaksi radikal bebas lipid dengan oksigen dapat berkurang dan pada akhirnya akan menghambat serangkaian proses oksidasi. Menurut Putri & Susanto (2015), kemampuan dalam menghambat proses pembentukan senyawa peroksida sangat dipengaruhi oleh tingkat keefektifan antioksidan di

dalam mendonorkan atom hidrogen kepada radikal bebas lipid. Kemampuan senyawa katekin daun teh berhubungan dengan cincin aromatik dan kelompok hidroksilnya sehingga mampu menghambat pembentukan radikal bebas.

Thiobarbituric Acid (TBA)

Kualitas lemak *fillet* ikan bandeng dapat ditentukan berdasarkan angka peroksida dan produk oksidasi seperti malonaldehid. Malonaldehid ini senyawa aldehid yang terbentuk dari proses peroksidasi asam lemak tak jenuh. Kadar malonaldehid tersebut dapat ditentukan dengan metode spektrofotometri. Malonaldehid yang terbentuk pada proses peroksidasi asam lemak tak jenuh, dalam suasana asam akan bereaksi dengan asam *thiobarbituric*, membentuk kompleks antara malonaldehid dengan *thiobarbituric* sehingga membentuk *flouresens* berwarna merah jambu. Intensitas *flouresens* yang dihasilkan ini diukur dengan spektrofotometer dengan panjang gelombang yang diterapkan pada penelitian ini sebesar 528 nm. Menurut Sudarmadji (2003),

lemak yang tengik mengandung aldehid dan kebanyakan malonaldehid, banyaknya malonaldehid dapat ditentukan dengan jalan didestilasi terlebih dahulu, kemudian malonaldehid direaksikan dengan asam *thiobarbituric* kemudian terbentuk warna merah, intensitas warna merah sesuai dengan jumlah malonaldehid yang terkandung.

Hari ke-0 penyimpanan nilai TBA *fillet* ikan bandeng yang dihasilkan masih sedikit pada masing-masing perlakuan konsentrasi larutan daun teh, namun seiring dengan lama penyimpanan mengalami peningkatan TBA hingga hari ke-6. Tetapi nilai TBA yang dihasilkan dari *fillet* ikan bandeng perlakuan 5% daun teh muda, 5% daun teh tua dan kontrol masih tergolong rendah hingga hari ke-6 penyimpanan dingin. Hal ini diduga proses oksidasi baru mulai berlangsung dimana pembentukan peroksida masih terus meningkat seiring dengan lama waktu penyimpanan sehingga peroksida belum banyak mengalami degradasi menjadi senyawa malonaldehid. Batas nilai TBA pada produk pangan tidak melebihi 3 mg malonaldehid/kg bahan sesuai dengan SNI 01-2352-1991.

Kenaikan nilai TBA ini ada hubungannya dengan nilai PV, dimana nilai PV meningkat diikuti dengan meningkatnya nilai TBA. Hal ini disebabkan oleh serangkaian reaksi oksidasi dimana senyawa peroksida yang terbentuk akan terdegradasi seiring dengan lama waktu penyimpanan dan menghasilkan senyawa lanjutan berupa hidroperoksida yang bersifat tidak stabil dan mudah pecah menghasilkan senyawa aldehid dan keton yang dapat menimbulkan bau tengik pada *fillet* ikan bandeng. Semakin tinggi nilai TBA maka

semakin tengik *fillet* ikan bandeng tersebut. Menurut Winarno (2007), reaksi oksidasi dimulai dengan pembentukan radikal bebas asam lemak. Radikal tersebut dengan oksigen akan membentuk peroksida aktif yang dapat membentuk hidroperoksida yang bersifat sangat tidak stabil dan mudah pecah menjadi senyawa rantai karbon yang lebih pendek seperti asam-asam lemak, aldehid dan keton yang bersifat volatil dan menimbulkan ketengikan.

Hingga hari ke-6 penyimpanan dingin *fillet* ikan bandeng perlakuan 5% daun teh tua nilai TBA yang dihasilkan lebih rendah yaitu sebesar 0,58 mg.mal/kg jika dibandingkan dengan konsentrasi 5% daun teh muda dan kontrol yaitu sebesar 1,81 mg.mal/kg serta 1,12 mg.mal/kg. Sesuai dengan hasil penelitian uji fitokimia secara kuantitatif yaitu daun daun teh tua mengandung senyawa flavonoid yang lebih tinggi dibandingkan daun teh muda sehingga semakin tinggi kandungan senyawa antioksidannya maka semakin besar kemampuannya dalam menghambat proses oksidasi. Menurut Swarna *et al.* (2013), semakin tinggi kandungan total fenol dan flavonoid pada ekstrak, maka semakin banyak pula gugus hidroksilnya. Adanya gugus hidroksil dalam molekul akan meningkatkan kapasitas antiradikal pada ekstrak.

Free Fatty Acid (FFA)

Kenaikan FFA mempunyai hubungan korelasinya antara nilai PV dan TBA. Kenaikan nilai PV dan TBA menyebabkan nilai FFA juga mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan oleh serangkaian reaksi oksidasi dan proses hidrolisis.

Tabel 5. Nilai Rata-rata FFA *Fillet* Ikan Bandeng Segar Selama Penyimpanan Dingin dengan Konsentrasi Larutan Daun Teh yang Berbeda

Lama Penyimpanan (Hari)	FFA %		
	Kontrol	Teh Muda 5%	Teh Tua 5%
0	1,21±0,01b	1,17±0,01ab	1,11±0,01a
2	2,34±0,03f	1,49±0,01d	1,37±0,01c
4	3,31±0,06h	2,33±0,01f	2,13±0,02e
6	4,20±0,05j	3,90±0,01i	2,98±0,02g

Tabel 6. Nilai Rata-rata pH *Fillet* Ikan Bandeng Segar Selama Penyimpanan Dingin dengan Konsentrasi Larutan Daun Teh yang Berbeda

Lama Penyimpanan (Hari)	pH		
	Kontrol	Teh Muda 5%	Teh Tua 5%
0	6,67±0,01 ^d	6,60±0,04 ^{cd}	6,54±0,02 ^b
2	6,74±0,02 ^c	6,71±0,01 ^c	6,58±0,03 ^c
4	6,51±0,03 ^{ab}	6,49±0,02 ^a	6,61±0,01 ^{cd}
6	6,59±0,00 ^c	6,96±0,01 ^f	6,90±0,02 ^f

Nilai FFA *fillet* ikan bandeng hari ke-0 penyimpanan dingin tergolong masih sedikit pada masing-masing perlakuan, *fillet* ikan bandeng perlakuan kontrol nilai FFA sedikit lebih tinggi dibandingkan *fillet* ikan bandeng perlakuan 5% larutan teh muda dan tua. Peningkatan FFA lebih tinggi terjadi pada bahan tanpa penambahan antioksidan sehingga tidak adanya penghambat berupa antioksidan menyebabkan nilai FFA yang terbentuk lebih tinggi dibandingkan dengan yang ditambahkan antioksidan. Semakin tinggi nilai FFA menyebabkan penurunan kualitas *fillet* ikan bandeng dikarenakan daging akan menimbulkan cita rasa yang tidak enak dan bau tengik. Menurut Sumardjo (2009), reaksi kimia yang dapat menyebabkan rasa yang tidak enak dan bau tengik adalah reaksi hidrolisis dan oksidasi. Terjadinya proses hidrolisis yaitu lemak yang tidak larut dalam air, terdispersi menjadi butiran lemak berukuran kecil, sehingga mudah terakumulasi oleh enzim lipase yang larut dalam air. Akibatnya butiran-butiran lemak akan mengalami hidrolisis menjadi digliserida, monogliserida, gliserol dan asam lemak bebas. Ditambahkan Jacob *et al.* (2014), nilai maksimum FFA dalam bahan pangan tidak melebihi 5%.

Hingga hari ke-6 penyimpanan dingin konsentrasi 5% daun teh tua nilai FFA yang dihasilkan lebih rendah yaitu sebesar 2,98% jika dibandingkan dengan konsentrasi 5% daun teh muda dan kontrol yaitu sebesar 3,90% serta 4,20%. Menurut Zhang *et al.* (1997) dalam Hartoyo & Astuti (2002), katekin daun teh berfungsi sebagai antioksidan primer dengan cara mendonorkan atom hidrogennya sehingga pembentukan radikal bebas dapat direduksi. Menurut Matsumoto *et al.* (1993) dalam Hartoyo & Astuti (2002), katekin yang terkandung di dalam teh dapat menghambat enzim lipase yang dapat mempercepat proses hidrolisis.

pH

Nilai pH pada masing-masing perlakuan konsentrasi baik itu kontrol, 5% daun teh muda maupun 5% daun teh tua mulai hari ke-0 hingga hari ke-4 penyimpanan dingin tergolong asam atau memiliki pH kurang dari 7. *Fillet* ikan bandeng perlakuan kontrol nilai pH berkisar antara 6,51-6,74, kemudian *fillet* ikan bandeng perlakuan konsentrasi 5% daun teh muda yaitu 6,49-6,71 dan *fillet* ikan bandeng dengan perlakuan perendaman konsentrasi 5% daun teh tua sebesar 6,54-6,61. Hal ini disebabkan proses glikolisis masih berlangsung setelah ikan mengalami kematian karena enzim-enzim di dalam daging ikan masih aktif. Untuk mempertahankan kondisi agar tetap segar maka ikan akan memanfaatkan cadangan glikogennya, ketika ikan mati tidak ada lagi pasokan oksigen sehingga tidak ada lagi pembentukan glikogen

melainkan justru terjadi perombakan glikogen menjadi asam laktat, hal inilah yang menyebabkan pH daging ikan bersifat asam. Menurut Afrianto & Liviawaty (2010), bahwa ikan segar mempunyai pH sekitar netral dan akan menurun pada tahap awal kematiannya karena terbentuk asam laktat sebagai hasil perombakan glikogen.

Ketika memasuki fase pre rigor, ikan akan mengalami penurunan pH lebih lama pada waktu penyimpanan dikarenakan terjadinya proses glikolisis anaerob yang menyebabkan pembentukan asam laktat masih terus terjadi sehingga pH masih rendah. Hingga hari ke-6 penyimpanan diketahui nilai pH pada kontrol masih rendah jika dibandingkan dengan konsentrasi 5% daun teh muda dan konsentrasi 5% daun teh tua yang mendekati netral 7. Menurut Dewi (2012), seiring dengan semakin meningkatnya asam laktat maka pH daging akan menurun. Asam laktat daging sangat mempengaruhi nilai pH daging, dimana daging dengan asam laktat tinggi mempunyai pH daging rendah.

Fluktuasi nilai pH *fillet* ikan bandeng yang terjadi pada perlakuan kontrol dan perendaman konsentrasi 5% larutan daun teh muda selama penyimpanan dingin disebabkan oleh proses autooksidasi. Proses autooksidasi terjadi pada kisaran pH rendah dan bersifat sangat reaktif serta tidak stabil sehingga menyebabkan pH pada *fillet* ikan bandeng mengalami fluktuasi. Menurut Chaijan *et al.* (2007), pH yang rendah dapat meningkatkan laju autooksidasi. Ditambahkan Thiansilakul *et al.* (2011), pH rendah meningkatkan autooksidasi dari daging ikan sehingga mempengaruhi kelarutan protein.

Fillet ikan bandeng pada perlakuan perendaman 5% larutan daun teh mengalami peningkatan pH yang stabil selama penyimpanan dingin. Kandungan senyawa polifenol seperti fenol dan flavonoid dalam daun teh dapat menghambat terjadinya dampak reaksi yang ditimbulkan oleh proses autooksidasi, sehingga pH cenderung mengalami peningkatan yang stabil dan tidak fluktuatif. Menurut Tensiska *et al.* (2003), dengan meningkatnya pH maka konsentrasi ion hidrogen dalam medium menurun, sehingga mulai terjadi pelepasan ion hidrogen oleh senyawa fenolik (antioksidan) dimana makin meningkat pH proteksi antioksidan.

Nilai pH hingga hari ke-6 penyimpanan pada masing-masing konsentrasi menunjukkan dibawah 7. Sehingga kondisi *fillet* ikan bandeng masih tergolong segar karena belum menghasilkan pH basa. Hal tersebut juga berkaitan dengan nilai PV, TBA dan FFA *fillet* ikan bandeng pada hari ke-6 penyimpanan yang menunjukkan masih dibawah batas nilai maksimum yang diizinkan dalam

pangan. Sehingga belum mengalami proses pembusukan

Kenampakan

Nilai kenampakan *fillet* ikan bandeng pada hari ke-0 penyimpanan dingin menunjukkan bahwa masing-masing konsentrasi baik kontrol, konsentrasi 5% daun teh muda dan tua masih dalam keadaan segar dengan spesifikasi jenis yaitu warna daging putih cemerlang serta belum mengalami perubahan warna. Menurut Irawan (1995) dalam Rustamaji (2009), ikan yang masih segar belum mengalami perubahan-perubahan biokimiawi, mikrobiologi, maupun fisikawi yang dapat menyebabkan kerusakan pada daging ikan.

Hingga hari ke-6 penyimpanan dingin nilai terendah dihasilkan oleh kontrol sebesar 6,00 dengan kondisi warna daging mulai berubah kusam kecoklatan, bagian pinggir daging berwarna agak kehijauan. Hal ini diduga reaksi oksidasi akan berdampak terjadinya perubahan pigmen pada *fillet* ikan bandeng sehingga daging akan terlihat berwarna kecoklatan. Menurut Mulyono (2010), perubahan kenampakan daging ikan disebabkan oleh kerusakan lemak selama penyimpanan yaitu kerusakan akibat reaksi asam amino dengan

senyawa karbonil hasil oksidasi lemak yang menyebabkan terbentuknya pigmen coklat.

Penambahan daun teh pada *fillet* ikan bandeng secara signifikan mampu menghambat reaksi oksidasi. Sehingga dampak perubahan warna kecoklatan pada daging dapat dihambat.

Bau

Nilai bau *fillet* ikan bandeng hari ke-0 penyimpanan menunjukkan bahwa pada masing-masing konsentrasi dalam kondisi segar dimana ikan belum mengalami oksidasi sehingga bau tengik belum terjadi. Namun, pada hari ke-6 penyimpanan dingin. Nilai organoleptik *fillet* ikan bandeng pada kontrol sudah tidak layak konsumsi sebesar $5,95 \leq \mu \leq 6,41$ dengan kondisi sedikit bau amoniak dan tengik. Kemudian pada konsentrasi 5% daun muda dan tua yaitu bau netral. Terjadinya ketengikan pada kontrol disebabkan senyawa hidroperoksida bersifat tidak stabil dan mudah pecah menghasilkan senyawa aldehid dan keton. Senyawa ini dapat menimbulkan bau yang tengik. Menurut Afrianto & Liviawaty (2010), oksidasi menyebabkan perombakan lemak sehingga terbentuk senyawa peroksida dan keton yang berpengaruh terhadap aroma dan cita rasa daging ikan.

Tabel 7. Nilai Rata-rata Kenampakan *Fillet* Ikan Bandeng Segar Selama Penyimpanan Dingin dengan Konsentrasi Larutan Daun Teh yang Berbeda

Lama Penyimpanan (Hari)	Kenampakan		
	Kontrol	Teh Muda 5%	Teh Tua 5%
0	8,73±0,69 ^a	8,26±0,98 ^{ab}	8,46±0,89 ^{ab}
2	7,93±1,01 ^b	8,20±0,99 ^{ab}	8,20±0,99 ^a
4	7,73±0,98 ^{bc}	7,80±0,99 ^{bc}	8,13±1,00 ^{ab}
6	6,00±1,01 ^d	7,13±0,73 ^c	7,93±1,01 ^b

Tabel 8. Nilai Rata-rata Bau *Fillet* Ikan Bandeng Segar Selama Penyimpanan Dingin dengan Konsentrasi Larutan Daun Teh yang Berbeda

Lama Penyimpanan (Hari)	Bau		
	Kontrol	Teh Muda 5%	Teh Tua 5%
0	8,33±0,95 ^{ab}	8,86±0,50 ^a	8,86±0,60 ^a
2	7,86±1,00 ^c	8,20±0,99 ^{ab}	8,47±0,90 ^{ab}
4	6,93±0,37 ^{dc}	8,07±1,01 ^{bc}	8,00±1,02 ^b
6	6,20±1,24 ^c	7,06±1,11 ^d	7,66±0,95 ^c

Tabel 8. Nilai Rata-rata Tekstur *Fillet* Ikan Bandeng Segar Selama Penyimpanan Dingin dengan Konsentrasi Larutan Daun Teh yang Berbeda

Lama Penyimpanan (Hari)	Tekstur		
	Kontrol	Teh Muda 5%	Teh Tua 5%
0	8,73±0,69 ^a	8,80±0,61 ^a	8,60±0,75 ^a
2	7,80±0,99 ^b	8,00±1,01 ^{ab}	8,20±0,99 ^{ab}
4	6,73±0,69 ^{dc}	7,46±0,86 ^{bc}	7,73±0,98 ^b
6	6,33±0,95 ^c	7,20±0,96 ^c	7,06±0,82 ^d

Konsentrasi 5% daun teh tua lebih efektif jika dibandingkan dengan konsentrasi 5% daun teh muda. Namun, keduanya mampu menghambat timbulnya ketengikan pada *fillet* ikan bandeng

hingga hari ke-6 penyimpanan dengan nilai organoleptik layak untuk dikonsumsi. Menurut Putri & Susanto (2015), kandungan antioksidan yang diperoleh dari ekstrak daun teh mempengaruhi

kemampuan dalam menghambat pembentukan asam lemak bebas yang dapat menyebabkan ketengikan bahan pangan.

Tekstur

Kondisi tekstur *fillet* ikan bandeng hari ke-0 penyimpanan pada masing-masing konsentrasi yaitu daging padat, kompak dan elastis. Namun pada hari ke-6 penyimpanan mulai mengalami penurunan nilai tekstur. Nilai terendah diketahui pada kontrol dengan kondisi daging agak lembek, kurang kompak dan kurang elastis. Sedangkan 5% daun muda dan daun tua kondisi daging padat, sedikit kompak dan sedikit elastis. Hal ini diduga semakin lama penyimpanan menyebabkan komponen penyusun jaringan pengikat dan benang-benang daging telah rusak sebagai akibat dari aktivitas pertumbuhan bakteri sehingga daging ikan akan kehilangan sifat kelenturannya dan kepadatannya menjadi lunak. Menurut Florensia (2012), bakteri akan memecah senyawa sumber energi termasuk jaringan berupa serabut kolagen sehingga tenunan serat otot tidak lagi kuat dan membuat jaringan otot daging ikan berubah.

Penambahan larutan daun teh yang dapat mempertahankan nilai tekstur pada *fillet* ikan bandeng hingga hari ke-6 penyimpanan dingin. Hal ini diduga teh mengandung senyawa antibakteri sehingga menghambat aktivitas antibakteri yang menyebabkan perubahan pada tekstur daging. Menurut Martono & Setiyono (2014), efek antibakteri tanin teh yaitu mengerutkan dinding sel atau membran sel, sehingga mengganggu permeabilitas sel sehingga tidak dapat melakukan aktivitas hidup dan pertumbuhannya terhambat atau bahkan mati.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai efektivitas daun teh (*Camellia sinensis*) sebagai antioksidan pada *fillet* ikan bandeng (*Chanos chanos* Forsk.) selama penyimpanan dingin, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. *Fillet* ikan bandeng perlakuan perendaman konsentrasi 5% larutan daun teh tua memiliki kemampuan lebih efektif sebagai antioksidan dalam menghambat laju oksidasi; dan
2. Perlakuan perendaman konsentrasi 5% daun teh muda dan tua mampu mempertahankan kualitas *fillet* ikan bandeng hingga hari ke-6 penyimpanan dingin.

DAFTAR PUSTAKA

Afrianto, E. dan E. Liviawaty. 2010. *Penanganan Ikan Segar*. Penerbit Widya Padjadjaran. Bandung.

Afrianto, E., E. Liviawaty, O. Suhara dan H. Hamdani. 2014. Pengaruh Suhu dan Lama Blansing terhadap Penurunan Kesegaran *Fillet* Tagih Selama Penyimpanan pada Suhu Rendah. *Jurnal Akuatika*, 5(1): 45-54.

Andayani, R., Y. Lisawati dan Maimunah. 2008. Penentuan Aktivitas Antioksidan, Kadar Fenolat Total dan Likopen pada Buah Tomat (*Solanum lycopersicum* L.). *Jurnal Sains dan Teknologi Farmasi*, 13(1): 1-9.

[BSN] Badan Standarisasi Nasional. 1991^a. Metode Pengujian Kimia Produk Perikanan Penentuan Angka Asam Thiobarbiturat. Jakarta: (SNI 2352:1991).

2004^b.

Petunjuk Pengujian Derajat Keasaman (pH) dengan Menggunakan Alat pH Meter. Jakarta: (SNI 6989:2004).

2013^c.

Petunjuk Pengujian Organoleptik *Fillet* Ikan Beku. Jakarta: (SNI 2013:2696).

Chaijan, M., S. Benjakul, W. Visessanguan and C. Faustman. 2007. Characterization of Myoglobin from Sardine (*Sardinella Gibbosa*) Dark Muscle. *Food Chemistry*, 100: 156-164.

Coppen, P.P. 1983. *The Use of Antioxidant*. Di dalam: J.C. Allen dan R.J. Hamilton (ed.). Rancidity in Foods. Applied Science Publishers, London.

Devy, N.F., F. Yulianti dan Andriani. 2010. Kandungan Flavonoid dan Limonoid pada Berbagai Fase Pertumbuhan Tanaman Jeruk Kalomondin (*Citrus mitris* Blanco) dan Purut (*Citrus hystrix* Dc.). Balai Penelitian Tanaman Jeruk dan Buah Subtropika, Malang. *Jurnal Hort*, 20 (1): 360-367.

Florensia, S., P. Dewi dan N.R. Utami. 2012. Pengaruh Ekstrak Lengkuas pada Perendaman Ikan Bandeng terhadap Jumlah Bakteri. *Jurnal Life Science*, 1 (2): 114-117.

Harikedua, S.D. 2010. Efek Penambahan Ekstrak Air Jahe (*Zingiber officinale* Roscoe.) dan Penyimpanan Dingin terhadap Mutu Sensori Ikan Tuna (*Thunnus albacores*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 8(1): 1-5.

Hartoyo, A. dan M. Astuti. 2002. Aktivitas Antioksidatif dan Hipokolestolemik Ekstrak Teh Hijau dan Teh Wangi pada Tikus yang Diberi Ransum Kaya Asam Lemak Tidak Jenuh Ganda. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 8(1): 1-8.

- Jacob, L.A., Uktolseja dan J. Wakerwa, 2014. Salut dari Campuran Daun Jambu Biji (*Psidium guajava*), Rimpang Jahe (*Zingiber officinalis*) dan Daun Teh (*Camellia sinensis*) Meningkatkan Kestabilan Oksidatif Pakan Induk Udang Air Tawar (*Macrobrachium idea*) (Aspek Aplikasi Sains di Bidang Kewirausahaan. *Pros Nas Entrepreneurship*, pp. 228-237.
- Kuntorini, E. M., S. Fitriana dan M.D. Astuti. 2013. Struktur Anatomi dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Daun Kersen (*Muntingia calabura*). Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin, hlm 291 (abstrak).
- Kusrahayu., H. Rizqiaty dan S. Mulyani, 2009. Pengaruh Lama Penyimpanan Krim Susu yang Ditambah Ekstrak Kecambah Kacang Hijau terhadap Angka Thiobarbituric Acid (TBA), Kadar Lemak dan Kadar Protein. Universitas Diponegoro, Semarang, hlm 534 (abstrak).
- Martinus, B.A., A. Arel dan A. Gusman. 2014. Perbandingan Kadar Fenolat Total dan Aktivitas Antioksidan pada Ekstrak Daun Teh (*Camellia sinensis* [L.] O.K.) dari Kayu Aro dengan Produk Teh Hitamnya yang Telah Beredar. *Scientia*, 4 (2): 75-80.
- Martono, B. dan R.T. Setiyono. 2014. Skrining Fitokimia Genotipe Teh. *J. TIDP*, 1(2): 63-68.
- Mulyono. 2010. Pengaruh Penggunaan Berbagai Konsentrasi Biji Kluwak (*Pangium edule*) terhadap Daya Awet Ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forsk) Segar. *Skripsi*. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Universitas Semarang.
- Palupi, I.A. dan M. Martosupono. 2009. Buah Merah: Potensi dan Manfaatnya sebagai Antioksidan. *Jurnal Tumbuhan Obat Indonesia*, 2(1): 42-48.
- Putri, A.C. dan W.H. Susanto. 2015. Pengaruh Penambahan Ekstrak Daun Teh Segar (*Camellia sinensis*) terhadap Karakteristik Kimia Pangan serta Organoleptik Kacang Pres Goreng Selama Penyimpanan. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(2): 681-692.
- Rohdiana, D. 2001. Aktivitas Penangkapan Radikal Polifenol dalam Daun Teh. Pusat Penelitian Teh dan Kina Gambung, Bandung, *Majalah Farmasi Indonesia*, (1): 52-58.
- Rustamaji. 2009. Aktivitas Enzim Katepsin dan Kolagenase dari Daging Ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forskall) Selama Periode Kemunduran Mutu Ikan. *Skripsi*. Jurusan Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor, 87 hlm.
- Samin, A.A., N. Bialangi dan Y.K. Salimi. 2014. Penentuan Kandungan Fenolik Total dan Aktivitas Antioksidan Rambut Jagung (*Zea mays* L.) yang Tumbuh di Daerah Gorontalo. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Gorontalo.
- Sumardjo, D. 2009. *Pengantar Kimia: Buku Panduan Kuliah Mahasiswa Kedokteran dan Program Strata 1 Fakultas Bioeksakta*. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta.
- Suryanto, E. 2007. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Flavanoid Dari Buah Andaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC) Pada Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.). *Jurnal Sains*.
- Swarna, J., T.S. Lokeswari, M. Smita and D. Ravindhran. 2013. Characterisation and Determination of in Vitro Antioxidant Potential of Betalains from *Talinium triangulare* (Jacq.) Wild. *Food Chemistry*, 141: 4382-4390.
- Tejasari. 2005. *Nilai Gizi Pangan*. Penerbit Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Tensiska., C.H. Wijaya dan N. Andarwulan. 2003. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Buah Adaliman (*Zanthoxylum acanthopodium* DC.) dalam Beberapa Sistem Pangan dan Aktivasnya terhadap Kondisi Suhu dan pH. *Jurnal Teknol dan Industri Pangan*, 14(1): 29-39.
- Thiansilakul Y., S. Benjakul and M. P. Richards. 2011. Isolation, Characterisation and Stability of Myoglobin from Eastern Little Tuna (*Euthynnus affinis*) Dark Muscle. *Journal Food Chemistry*, 124: 254-261.
- Tjandra, O., T. Rusliati dan Zulhipri. 2011. Uji Aktivitas Antioksidan dan Profil Fitokimia Kulit Rambut Rapih. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta, Jakarta, 1-12 hlm.
- Winarno, F. G. 2007. *Kimia Pangan dan Gizi*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Winarsi, H. 2007. *Antioksidan Alami dan Radikal Bebas*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Yang, D., Y. Liu, M. Sun, L. Zhao, Y. Wang, X. Chen and T. Xia. 2012. Differential gene expression in tea (*Camellia sinensis* L.) calli with different morphologies and catechin contents. *J Plant Physiol*, 163-175.