



PENGARUH PENAMBAHAN KOMPONEN FENOLIK TEROKSIDASI TERHADAP KARAKTERISTIK GEL SURIMI IKAN LELE DUMBO (*Clarias gariepinus*)

Ima Wijayanti¹⁾, Joko Santoso²⁾, Agus M. Jacoeb²⁾

¹⁾ Program studi Teknologi Hasil Perikanan FPIK UNDIP, ²⁾ Departemen Teknologi Hasil Perairan Sekolah Pascasarjana IPB

Abstrak

Penambahan komponen fenolik teroksidasi pada surimi telah dikaji pada beberapa spesies ikan laut, namun demikian penggunaannya pada ikan air tawar belum pernah dilakukan. Penelitian ini bertujuan memperoleh teknologi pembuatan surimi dari ikan lele dengan penambahan komponen fenol teroksidasi yang berbeda untuk peningkatan kekuatan gel. Penambahan komponen fenolik asam tanat dan ekstrak teh teroksidasi dengan konsentrasi yang berbeda (0-0,5%) berdasar kandungan protein berpengaruh nyata terhadap karakteristik gel surimi lele dumbbo. Gel surimi dengan penambahan asam tanat teroksidasi 0,5% (K0,5) dan ekstrak teh 0,4% (T0,4) meningkatkan deformasi masing-masing 41,5% dan 48,88%. Kekuatan gel meningkat 62% setelah ditambah asam tanat teroksidasi 0,5%. Penambahan ekstrak teh 0,4% meningkatkan kekuatan gel 70,17%. Nilai expressible moisture content menurun 34,55% dan 44,85% masing-masing setelah ditambah asam tanat teroksidasi 0,5% dan ekstrak teh teroksidasi 0,4%. Derajat putih menurun seiring dengan bertambahnya konsentrasi komponen fenolik teroksidasi. Hasil uji sensori menunjukkan bahwa penambahan komponen fenolik teroksidasi berpengaruh positif terhadap uji lipat dan uji gigit namun demikian tidak berpengaruh terhadap uji kesukaan. Gel dengan penambahan komponen fenolik teroksidasi seluruhnya menunjukkan struktur dengan serat yang halus dan kompak dibanding kontrol. Konsentrasi optimum yang dapat digunakan untuk meningkatkan karakteristik gel surimi lele adalah 0,5% pada asam tanat dan 0,4% pada ekstrak teh

Kata kunci : ikan lele, karakteristik gel, komponen fenolik teroksidasi, surimi

Abstract

The effects of different oxidised phenolic compounds (tannic acid (K) and tea leaf extract (T) at different levels (0–0.50% of protein content) on the properties of gels from catfish (*Clarias gariepinus*) surimi were investigated. Gels with addition of 0.50% tannic acid and 0,4% tea extract increased in deformation 41,5% and 48,88% respectively. Tannic acid 0.5% and tea leaf extract 0.4% gave the best textural properties on gel surimi. Gel strength of catfish surimi gel increased 62% after the addition of oxidized tannic acid 0.5% (K0. 5). For gels with addition of 0,4% oxidised tannin tea leaves extract (T0,4), the gel strength was increased by 70.17%. The addition of oxidised tannic acid 0.5% and oxidised tannin tea extract 0.4% decreased in EMC by 34.55% and 44.85% respectively. Whiteness decreased slightly with the increasing of phenolic concentration. Result of sensory evaluation indicated that addition of oxidised phenolic compounds had positif impact in folding test and teeth cutting test however there were no effect in taste of surimi gels. Gels with addition of all oxidised phenolics exhibited fibrillar structures which were more compact in compared to control. Optimum concentration of phenolic compound to enhance catfish surimi gel are 0,5 % for tannic acid and 0,4% for tea leaf extract.

Keywords : cat fish, gel properties, oxidized phenolic compound, surimi



Pendahuluan

Produksi perikanan nasional pada tahun 2009 mencapai 9,8 juta ton dan hingga akhir tahun 2010 ditaksir mencapai 10,83 juta ton atau mencapai 100,56% dari target sebesar 10,76 juta ton. Sektor perikanan budidaya memberi kontribusi peningkatan terbesar yakni 50,55% (KKP 2011). Lele termasuk dari 10 jenis komoditas unggulan yang dibudidayakan (Ditjen Perikanan Budidaya KKP 2009). Budidaya lele cukup mudah sehingga terus dikembangkan di Indonesia dan termasuk komoditas yang dikembangkan pada kebijakan minapolitan.

Bertambahnya jumlah ikan lele hasil budidaya bisa menjadi pilihan sebagai bahan baku bagi produk olahan hasil perikanan. Dengan demikian ikan tersebut tidak hanya dijual segar namun dapat diolah lebih lanjut menjadi produk diversifikasi sehingga dapat memberikan nilai tambah produk. Salah satu diversifikasi produk olahan hasil perikanan adalah surimi. Surimi adalah lumatan daging ikan, yang dicuci untuk menghilangkan sebagian besar lemak, darah, enzim dan protein sarkoplasma serta distabilkan dalam kondisi beku dengan menambahkan *cryoprotectan* (Balange dan Benjakul 2009a).

Bahan baku surimi biasanya dari spesies ikan laut yang berdaging putih yang sekarang ini mulai mengalami *overfishing*. Produksi ikan air tawar cukup besar dengan nilai komersialnya masih rendah. Oleh karena itu ikan air tawar berpotensi sebagai bahan baku surimi. Teknologi pengolahan surimi dari bahan baku ikan air tawar masih terus dikembangkan karena kualitas gel yang dihasilkan masih rendah.

Senyawa fenolik merupakan senyawa yang memiliki satu atau lebih grup hidroksil yang terikat secara langsung pada sebuah cincin aromatik fenol dalam cincin karbon (Vermerris dan Nicholson 2009). Oksidasi senyawa fenolik dapat menghasilkan quinone (Balange 2009). Quinon dapat membentuk sebuah dimer dalam satu sisi reaksi atau bereaksi dengan asam amino atau dengan sisi rantai sulfidril dari polipeptida untuk membentuk kovalen ikatan C-N atau C-S dengan regenerasi hidroquinone. Selanjutnya bisa direoksidasi dan mengikat polipeptida dengan cepat menghasilkan sebuah ikatan silang (Balange dan Benjakul 2009b). Penggunaan komponen fenolik teroksidasi asam tanat sebagai bahan untuk meningkatkan kekuatan gel pada surimi telah dilakukan pada surimi dari ikan kembung dan ikan mata besar (Balange dan Benjakul 2009a; 2009b). Komponen fenolik alami dari kayu kiam juga dapat meningkatkan kekuatan gel surimi ikan kembung (Balange dan Benjakul 2009c). Daun teh mengandung senyawa fenolik alami yang berpotensi untuk meningkatkan kekuatan gel pada surimi.

Penambahan komponen fenolik teroksidasi pada surimi telah dikaji pada beberapa spesies ikan laut, namun demikian penggunaannya pada ikan air tawar belum pernah dilakukan. Penambahan komponen fenolik teroksidasi pada surimi ikan lele diharapkan menjadi salah satu alternatif untuk meningkatkan kualitas gel. Penelitian ini bertujuan memperoleh teknologi pembuatan surimi dari ikan lele dengan penambahan komponen fenol teroksidasi untuk peningkatan kekuatan gel.

Bahan dan Metode

Ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) dengan berat rata-rata 400-600 g. Ikan diperoleh dari petani budidaya Boyolali. Ikan dies dengan perbandingan ikan/es 1:2 (b/b) dan dibawa ke Laboratorium Teknologi Hasil Perikanan UNDIP selama 2 jam. Ikan segera dicuci dan ditiriskan sebelum dibuat menjadi surimi. Produksi surimi dilakukan pada hari yang sama.

Daun teh diperoleh dari perkebunan teh di Boja kendal Jawa Tengah. Daun teh yang digunakan merupakan daun teh tua yang tidak digunakan sebagai bahan minuman. Daun teh diambil pada bulan Pebruari 2012. Daun teh dikeringkan dengan oven, temperatur yang digunakan 40-50 °C selama 48 jam hingga kadar air mencapai 7-8% (berdasar berat basah). Daun teh dihaluskan dengan Hammermill (Vertica Buhler, Switzerland) dan selanjutnya disaring menggunakan saringan stainless ukuran 100 mesh. Bubuk yang diperoleh dikemas dalam plastik polietilen dan disimpan di suhu ruang sampai digunakan.



Bahan Kimia

Bahan kimia dan reagen yang digunakan antara lain : asam tanat, etanol, sodium karbonat, reagen Follin-Ciocalteu, sodium klorida. Semua bahan kimia yang digunakan merupakan *analytical grade*, dan diperoleh dari Merck Darmstadt Germany; Sigma Chemical Corp. St Louis, MO USA.

Ekstraksi Total Fenol Pada Daun Teh

Ekstraksi bubuk daun teh dengan etanol menggunakan metode Santoso *et al.* (2004), selanjutnya masing-masing ekstrak dianalisis kandungan total fenol dengan metode Slinkard dan Singleton (1977) dalam Balange (2009).

Penentuan Jenis dan Konsentrasi Fenolik Teroksidasi yang Digunakan

Sebelum ditambahkan pada surimi, dilakukan pembuatan larutan fenol teroksidasi dari asam tanat komersial dan ekstrak tanin dari daun teh. Komponen fenolik dilarutkan dalam aquades dengan metode Strauss dan Gibson (2004) dengan sedikit modifikasi oleh Benjakul dan Balange (2009a, 2009b). Larutan fenolik (50 ml; 1% berat/volume) diatur nilai pH menjadi 8 menggunakan 6 M NaOH. Larutan yang telah disiapkan diletakkan dalam *waterbath* dengan suhu 40 °C dan dioksigenasi selama 1 jam dengan membentuk gelembung oksigen pada larutan untuk mengubah komponen fenolik menjadi kuinon. Setelah dioksigenasi selama 1 jam, pH larutan disesuaikan menjadi 7 dengan menggunakan 6 M HCl dan dianggap sebagai komponen fenolik yang teroksidasi.

Perlakuan penambahan komponen fenol teroksidasi dilakukan pada pembuatan gel surimi lele dengan konsentrasi 0%; 0,1%; 0,2%; 0,3%; 0,4% dan 0,5% dari kadar protein. Selanjutnya gel surimi dianalisis karakteristiknya berdasarkan nilai pH, WHC, EMC, deformasi, kekuatan gel, *break force*, *Textur Profile Analisis (TPA)*, derajat putih, uji lipat, uji gigit dan *Scanning Electron Microscopy*.

Analisis Data

Rancangan yang digunakan adalah faktorial dengan 2 faktor yaitu faktor jenis fenol teroksidasi dan faktor konsentrasi. Uji lanjut BNJ dilakukan apabila ANOVA pada perlakuan berpengaruh nyata. Data uji sensorik (organoleptik, uji kesukaan, uji gigit dan uji lipat) dianalisis dengan uji statistika non parametrik Kruskal Wallis (Steel dan Torrie 1993). Uji lanjut perbandingan berganda (*Multiple Comparison*) dilakukan untuk hasil analisis yang menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata.

Hasil dan Pembahasan

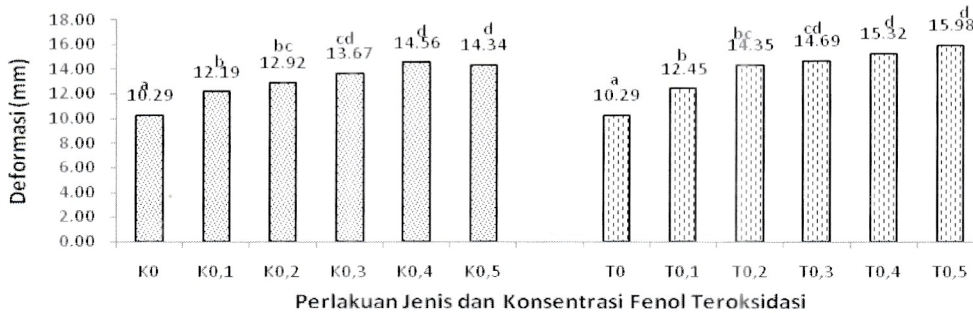
Ekstrak Fenol Daun Teh

Ekstraksi polifenol dilakukan pada daun teh kering yang telah dihaluskan menjadi serbuk dengan ukuran 100 mesh. Kandungan total fenol serbuk daun teh yaitu 47,34 mg tanin/g bubuk kering atau setara dengan 4,7%. Mohammed dan Sulaiman (2009) melaporkan bahwa kandungan tanin pada teh dari beberapa negara berkisar 6-8,5%.

Pengaruh Penambahan Senyawa Fenol Teroksidasi pada Surimi Lele

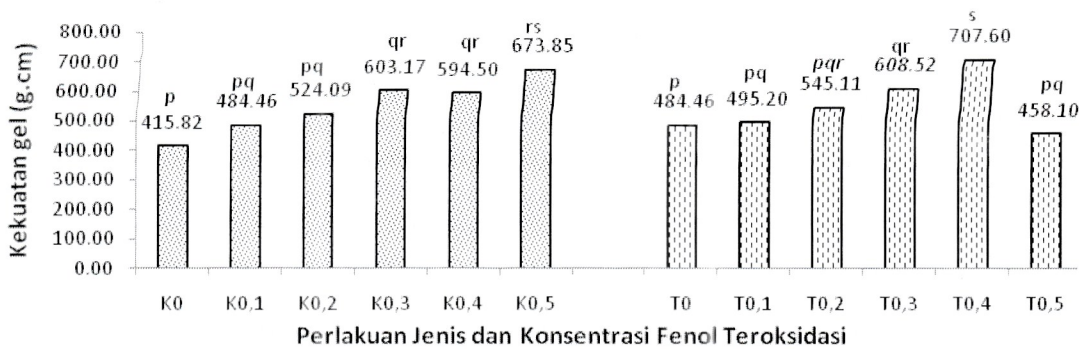
Penambahan fenol teroksidasi berpengaruh nyata terhadap deformasi, *gel strength* dan *break force* gel surimi lele (Gambar 1, 2 dan 3). Nilai deformasi terendah pada perlakuan kontrol. Penambahan asam tanat teroksidasi (K) dapat meningkatkan deformasi gel hingga 41,50% dibanding kontrol pada konsentrasi 0,4%, namun demikian nilainya tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 0,5%. Penelitian lain menunjukkan penambahan asam tanat 0,5% pada surimi kembang meningkatkan deformasi hingga 27,5% (Balange dan Benjakul 2009b). Gel surimi dengan penambahan ekstrak fenol teh teroksidasi dapat meningkatkan deformasi 55,30% dibanding kontrol pada konsentrasi 0,5%, namun nilainya tidak berbeda nyata dengan 0,4%.

Penelitian sebelumnya melaporkan penambahan ekstrak fenol kayu kiam pada konsentrasi 0,15% meningkatkan deformasi gel ikan kembung 54,96% (Balange 2009).

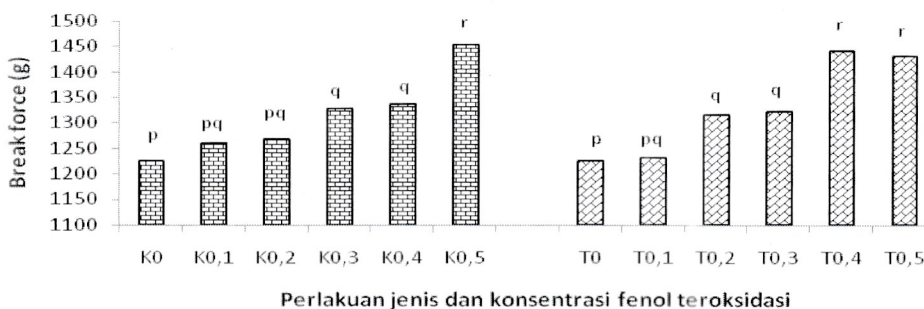


Gambar 1 Deformasi gel surimi dengan penambahan jenis fenol teroksidasi dengan konsentrasi berbeda. K : asam tanat komersial; T : Ekstrak teh, superskrip berbeda menunjukkan berbeda nyata pada faktor konsentrasi ($p < 0,05$).

Kekuatan gel surimi lele meningkat 62% setelah ditambah asam tanat teroksidasi 0,5% (K0,5). Pada konsentrasi 0,4% ekstrak daun teh dapat meningkatkan kekuatan gel hingga 70,17%. Nilai *break force* gel surimi meningkat 18,60% setelah ditambah asam tanat teroksidasi 0,5%. Penambahan ekstrak fenol teh teroksidasi 0,4% meningkatkan *break force* 17,64%. Balange dan Benjakul (2009a) melaporkan penambahan asam tanat teroksidasi pada surimi ikan mata besar meningkatkan *breaking force* 39,5%.



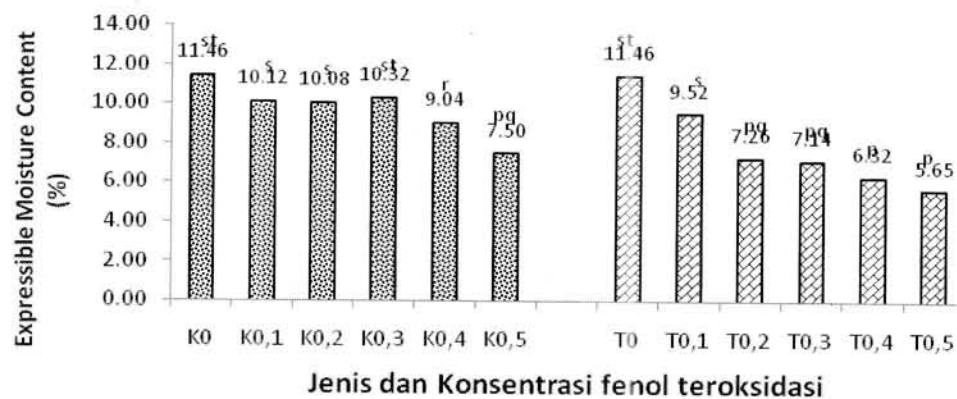
Gambar 2 Kekuatan gel kamaboko dengan penambahan jenis fenol teroksidasi dengan konsentrasi berbeda. K : asam tanat komersial; T : Ekstrak teh, superskrip berbeda menunjukkan berbeda nyata untuk pengaruh interaksi jenis fenol dan konsentrasi ($p < 0,05$).





Gambar 3. *Break force* gel kamaboko dengan penambahan jenis fenol teroksidasi dengan konsentrasi berbeda. K : asam tanat komersial; T : Ekstrak teh, superskrip berbeda menunjukkan berbeda nyata untuk pengaruh interaksi jenis fenol dan konsentrasi ($p < 0,05$).

Penambahan asam tanat 0,5% dan ekstrak teh 0,4% menurunkan EMC gel surimi masing-masing 34,55% dan 44,85%. Menurut Benjakul *et al.* (2003) selama proses "setting" pada temperatur 40 °C, protein mengalami beberapa denaturasi, selanjutnya secara bertahap dan selaras dengan sendirinya membentuk jaringan yang dapat menyerap air. Penambahan senyawa fenolik teroksidasi pada konsentrasi yang optimal, dapat meningkatkan ikatan silang protein, sehingga terbentuk jaringan yang lebih kuat dengan kapasitas mengikat air yang lebih besar (Balange dan Benjakul 2009b).



Gambar 4 *Expressible moisture content* gel kamaboko dengan penambahan jenis fenol teroksidasi dengan konsentrasi berbeda. K : asam tanat komersial; T : Ekstrak teh, superskrip berbeda menunjukkan berbeda nyata untuk pengaruh interaksi jenis fenol dan konsentrasi ($p < 0,05$).

Penambahan komponen fenol teroksidasi berpengaruh nyata terhadap nilai derajat putih (*whiteness*) gel surimi (kamaboko) ikan lele (Tabel 1). Nilai *whiteness* tertinggi pada kamaboko kontrol. Nilai derajat putih kamaboko lele tidak jauh berbeda dengan kamaboko ikan kembung (*Rastrelliger kanagurta*) yaitu 65,19% (Balange dan Benjakul 2009b). Hasil lain menyebutkan nilai derajat putih ikan kembung 68,15% (Balange 2009). Nilai *whiteness* kamaboko lele menurun seiring dengan penambahan konsentrasi fenol teroksidasi. Penambahan asam tanat komersial (K) menurunkan derajat putih 3,9% sampai 8,5% pada konsentrasi 0,1% sampai 0,5%. Penurunan derajat putih lebih rendah pada kamaboko dengan penambahan ekstrak fenol daun teh yaitu 1,5% hingga 8,3%. Pada konsentrasi 0,1% penambahan ekstrak fenol daun teh tidak berpengaruh terhadap derajat putih gel surimi (kamaboko).

Tabel 1 Nilai warna gel surimi dengan penambahan fenol teroksidasi

Perlakuan	L* (Lightness)	a*(redness/ greenness)	b*(Yellowness/ blueness)	Whiteness (%)
K0	66,66 ± 0,74 ^c	-1,99 ± 0,22 ^p	8,26 ± 0,54 ^a	65,595 ± 0,78 ^d
K0,1	64,90 ± 0,71 ^b	0,84 ± 0,21 st	11,64 ± 1,09 ^{ab}	62,997 ± 0,42 ^c
K0,2	63,15 ± 0,74 ^a	0,11 ± 0,33 ^f	11,23 ± 1,21 ^a	61,435 ± 0,34 ^b
K0,3	63,58 ± 0,98 ^a	1,71 ± 0,38 ^u	12,49 ± 2,29 ^{abc}	61,410 ± 0,29 ^b
K0,4	63,54 ± 1,23 ^a	1,25 ± 0,12 ^{tu}	15,16 ± 1,92 ^{bc}	60,449 ± 0,46 ^b
K0,5	63,32 ± 0,95 ^a	1,15 ± 0,48 ^{tu}	15,40 ± 4,81 ^c	60,008 ± 0,96 ^a
T0	66,66 ± 0,74 ^c	-1,99 ± 0,22 ^p	8,26 ± 0,54 ^a	65,595 ± 0,78 ^d



T0,1	$65,81 \pm 0,87^b$	$-0,98 \pm 0,19^q$	$9,09 \pm 0,13^{ab}$	$64,607 \pm 0,87^c$
T0,2	$62,88 \pm 0,25^a$	$-0,81 \pm 0,16^q$	$8,88 \pm 0,36^a$	$61,823 \pm 0,19^b$
T0,3	$62,59 \pm 0,17^a$	$-0,77 \pm 0,1^q$	$9,00 \pm 0,13^{abc}$	$61,511 \pm 0,19^b$
T0,4	$63,05 \pm 0,19^a$	$-0,69 \pm 0,07^q$	$10,61 \pm 0,2^{bc}$	$61,554 \pm 0,23^b$
T0,5	$61,84 \pm 0,57^a$	$-0,73 \pm 0,09^q$	$11,43 \pm 0,98^c$	$60,152 \pm 0,30^a$

Superscript dengan huruf (abcd) berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata untuk faktor konsentrasi, huruf (pqrst) berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata untuk pengaruh interaksi jenis fenol dan konsentrasi.

Penambahan asam tanat dan ekstrak fenol teh teroksidasi berpengaruh nyata pada uji lipat dan uji gigit gel surimi lele, namun tidak berpengaruh nyata pada tingkat kesukaan (*hedonic scale*) (Tabel 2). Hasil uji beda *multiple comparison* pada uji lipat gel surimi lele menunjukkan hanya perlakuan penambahan asam tanat dengan konsentrasi 0,4% dan 0,5% serta perlakuan ekstrak teh 0,5% yang berbeda nyata dengan kontrol. Sedangkan pasangan perlakuan yang lain tidak berbeda nyata. Gel surimi yang ditambah senyawa fenol teroksidasi berpengaruh nyata pada uji gigit. Nilai uji gigit dengan penambahan asam tanat 0,5% serta ekstrak teh 0,1% dan 0,5% berbeda nyata dengan kontrol.

Struktur mikro gel kontrol, gel dengan penambahan asam tanat teroksidasi (K) dan gel dengan penambahan fenol teroksidasi dari ekstrak teh (T) divisualisasikan dengan *scanning electron microscopy* (SEM) sebagaimana ditunjukkan Gambar 5. Penambahan asam tanat dan ekstrak teh memberikan gambaran struktur mikro yang berbeda dengan gel kontrol. Gel dengan penambahan fenol teroksidasi baik pada asam tanat komersial maupun ekstrak teh menunjukkan struktur serat yang lebih kompak dan lebih halus dibanding kontrol. Gel kontrol menunjukkan morfologi zona berserabut yang saling berdekatan dengan kumpulan/agregasi yang tidak teratur. Gel dengan penambahan asam tanat teroksidasi (K) dan ekstrak teh (T) pada konsentrasi 0,4% dan 0,5% menunjukkan struktur mikro yang terbaik

Kesimpulan

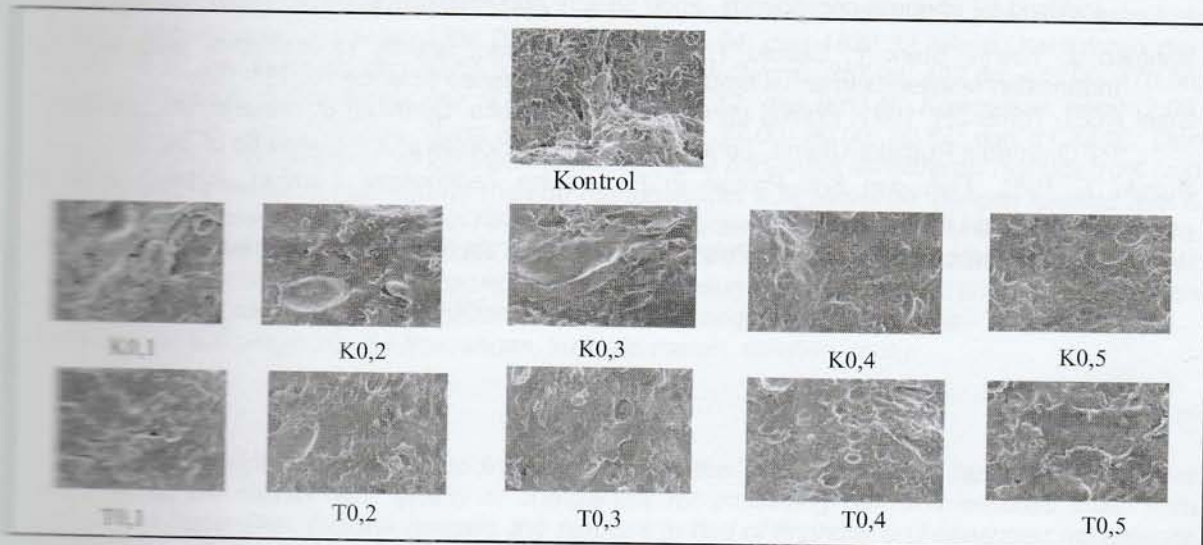
Pencucian 3 kali dengan air dingin pada proses pembuatan surimi menghasilkan kualitas gel yang lebih baik dibanding pencucian 1 dan 2 kali. Ekstraksi fenol daun teh kering menunjukkan pada ukuran yang lebih kecil (100 mesh) menghasilkan rendemen dan kandungan total fenol yang lebih tinggi, sehingga ekstrak dari ukuran tersebut yang digunakan untuk peningkatan kekuatan gel surimi. Penambahan senyawa fenol teroksidasi pada surimi lele berpengaruh nyata terhadap karakteristik gel surimi lele dibandingkan kontrol. Konsentrasi optimum yang dapat digunakan untuk meningkatkan karakteristik gel surimi lele adalah 0,5% pada asam tanat dan 0,4% pada ekstrak teh.



Tabel 2 Nilai uji lipat, uji gigit dan tingkat kesukaan terhadap gel surimi dengan penambahan fenol teroksidasi berbeda

Pertakuan	Konsentrasi (b/v)	Uji lipat	Uji gigit	Tingkat kesukaan (rasa)
Asam tanat komersial (K)	0	4,50 ± 0,58 ^a	8,00 ± 0,82 ^a	7,14 ± 0,65 ^a
	0,1	4,71 ± 0,60 ^{ab}	8,43 ± 0,69 ^{ab}	7,36 ± 0,73 ^a
	0,2	4,79 ± 0,57 ^{ab}	8,50 ± 0,69 ^{ab}	7,32 ± 0,67 ^a
	0,3	4,86 ± 0,45 ^{ab}	8,36 ± 0,62 ^{ab}	7,36 ± 0,68 ^a
	0,4	4,96 ± 0,19 ^b	8,25 ± 0,65 ^{ab}	7,25 ± 0,59 ^a
	0,5	4,96 ± 0,19 ^b	8,61 ± 0,57 ^b	7,39 ± 0,63 ^a
Ekstrak fenol daun teh (T)	0	4,50 ± 0,58 ^a	8,00 ± 0,82 ^a	7,14 ± 0,65 ^a
	0,1	4,86 ± 0,36 ^{ab}	8,68 ± 0,61 ^b	7,43 ± 0,63 ^a
	0,2	4,93 ± 0,26 ^{ab}	8,50 ± 0,64 ^{ab}	7,36 ± 0,68 ^a
	0,3	4,86 ± 0,36 ^{ab}	8,57 ± 0,57 ^{ab}	7,39 ± 0,63 ^a
	0,4	4,93 ± 0,26 ^{ab}	8,54 ± 0,58 ^{ab}	7,50 ± 0,64 ^a
	0,5	4,96 ± 0,19 ^b	8,64 ± 0,62 ^b	7,50 ± 0,69 ^a

Superscript dengan huruf berbeda dalam kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($p < 0,05$).



Gambar 5 Scanning Electron microscope (SEM) gel kamaboko dengan penambahan jenis fenol teroksidasi, (Kontrol : tanpa penambahan fenol teroksidasi; K: asam tanat komersial; T: ekstrak fenol daun teh)

Daftar Pustaka

- [AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 2005. *Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemist*. Arlington, Virginia USA : AOAC Inc.
- Balange AK. 2009. Enhancement of gel strength of surimi using oxidized phenolic compound [disertasi]. Tambon Ruesamilae, Thailand : Food Science dan Technology Prince of Songkla University.
- Balange AK, Benjakul S. 2009a. Enhancement of gel strength of bigeye snapper (*Priacanthus tayenus*) surimi using oxidised phenolic compounds. *Food Chemistry* 113 : 61-70.



- Balange A, Benjakul S. 2009b. Effect of oxidised phenolic compounds on the gel property of mackerel (*Rastrelliger kanagurta*) surimi. *Food Science dan Technology* 42:1059-1064.
- Balange A, Benjakul S. 2009c. Use of kiam wood extract as gel enhancer for mackerel (*Rastrelliger kanagurta*) surimi. *International Journal of Food Science and Technology* 44(8):1661-1669.
- Benjakul S, Chantarasuwan C, Visessanguan W. 2003. Effect of medium temperature setting on gelling characteristics of surimi from some tropical fish. *Food Chemistry* 82:567-574.
- Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2009. Produksi Budidaya tahun 2009. <http://www.perikanan-budidaya.kkp.go.id>. (21 Desember 2010)
- Ersoz E, Kinik O, Yerlikaya O, Acu M. 2011. Effect of phenolic compounds on characteristics of strained yoghurts produced from sheep milk. *African Journal of Agricultural Research* 6 (23): 5351-5359.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan [KKP]. 2011. Data Indikator Kinerja Umum Kelautan dan Perikanan Tahun 2010. Pusat Data Statistika dan Informasi Kementerian Kelautan dan Perikanan Tahun 2011. Jakarta.
- Kroll J, Rawel HM. 2001. Reactions of plant phenols with myoglobin: influence of chemical structure of the phenolic compounds. *Journal of Food Science: Food Chemistry and Toxicology* 66 (1): 48-58.
- Monteleone E, Condelli N, Dinnella C, Bertuccioli M. 2004. Prediction of perceived astringency induced by phenolic compounds. *Food Quality and Preference* 15:761-769.
- Santoso J, Yoshie Stark Y, Suzuki T. 2004. Anti-oxidant activity of methanol extracts from Indonesian seaweeds in an oil emulsion model. *Fisheries Science* 70: 183-188.
- Steel RGD, Torrie JH. 1991. *Prinsip dan Prosedur Statistika*. Sumantri B, penerjemah : Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama. Terjemahan dari : Principles and Procedures of Statistic.
- Suzuki T. 1981. *Fish dan Krill Protein in Processing Technology*. London: Applied Science Publishing Ltd.
- Vermerris W, Nicholson R. 2009. *Phenolic Compound Biochemistry*. Dordrecht, Netherland : Springer