

Pengaruh Fortifikasi Zat Besi terhadap Sifat Kimia dan Sensori Biskuit Ubi Kayu yang Disuplementasi Tepung Ikan-Tempe

The Effect of Fe-Fortification on Chemical and Sensory Properties of Cassava Biscuits Supplemented with Fish and Tempeh Flours

Retno Setyawati, Hidayah Dwiyanti, Nur Aini*

Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Universitas Jenderal Soedirman
Jl. Dr. Soeparno, Purwokerto, 53123, Indonesia
*Email: nur.aini@unsoed.ac.id

Tanggal submisi: 10 Agustus 2018; Tanggal penerimaan: 30 Oktober 2018

ABSTRAK

Dalam upaya memenuhi zat gizi ibu hamil telah dibuat makanan kudapan biskuit dari ubi kayu yang diperkaya dengan tepung ikan-tempe. Selanjutnya untuk penanggulangan anemia dilakukan fortifikasi zat besi pada biskuit tersebut. Tujuan penelitian untuk mendapatkan jenis fortifikan Fe dan konsentrasi yang tepat yang menghasilkan biskuit ubi kayu dengan kandungan zat besi yang tinggi dan sifat sensori terbaik. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan 2 faktor yaitu jenis fortifikan (F): FeSO_4 (F1), NaFeEDTA (F2), dan konsentrasi fortifikan (K): 0 ppm (K1), 30 ppm (K2), 45 ppm (K3), 60 ppm (K4), dan 75 ppm (K5). Parameter yang diamati meliputi kadar air, kadar Fe, kadar asam lemak bebas, dan angka peroksida. Sedang sifat sensori yaitu tekstur, bau amis, rasa logam (*metallic taste*), dan tingkat kesukaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fortifikasi dengan FeSO_4 sebanyak 45 ppm merupakan perlakuan terbaik yang menghasilkan biskuit dengan sifat sensori terbaik dengan tingkat kesukaan 3,1 (agak disukai). Biskuit tersebut memiliki karakteristik yaitu kadar air $6,01 \pm 0,54\%$, kadar Fe $43,69 \pm 0,34$ ppm bk, kadar asam lemak bebas $1,17 \pm 0,02\%$ bk, dan angka peroksida $9,66 \pm 0,76$ meq O_2/kg . Karakteristik sensorinya yaitu tekstur agak renyah, bau amis kurang terasa, rasa logam kurang terasa, dan agak disukai.

Kata kunci: Biskuit ubi kayu; sifat kimia; fortifikasi zat besi; sifat sensori

ABSTRACT

The prevalence of anemia in pregnant women in Indonesia in 2013 was still high at 37.1%. The impact of anemia on long-term pregnant women causes a decrease in the quality of human resources. Therefore, it is necessary to provide foods with high iron content and which are easily absorbed. Cassava biscuits that have been enriched with Tempe fish flour and fortified Fe are expected to be an alternative to anemia control and pregnant women PEM through a "food-based" approach. The study aims to produce cassava biscuits supplemented with Tempe fish flour and fortified Fe, so that it contains high protein and Fe and has good sensory properties. The experimental design used in the study was Randomized Block Design with 2 factors: type of fortification (F); FeSO_4 (F1); NaFeEDTA (F2), and concentration of fortification (K), i.e. 0 ppm (K1); 30 ppm (K2); 45 ppm (K3); 60 ppm (K4); and 75 ppm (K5). The variables observed included water content, Fe content, free fatty acid levels, and peroxide numbers. While sensory properties are texture, fishy smell, metallic taste, and level of preference. The results showed that fortification with 45 ppm FeSO_4 was the best treatment that produced biscuits with the best sensory properties. The

biscuits have the characteristics of $6.01 \pm 0.54\%$ moisture content, 43.69 ± 0.34 ppm db Fe content, $1.17 \pm 0.02\%$ free fat acid content, and 9.66 ± 0.76 meq O_2 / kg peroxide rate. The sensor characteristics are rather crisp texture, less noticeable fishy aroma, less noticeable metal flavor, and rather preferred taste.

Keywords: Cassava biscuits; chemical properties; iron fortification; sensory properties

PENDAHULUAN

Ibu hamil merupakan kelompok yang kritis dan rentan terhadap kekurangan gizi (Barbieri dkk., 2015). Problem gizi yang umum dijumpai pada wanita hamil antara lain anemia kurang gizi besi (AGB). Menurut Khan dkk. (2016), AGB disebabkan oleh makanan yang dikonsumsi kurang mengandung zat besi terutama dalam bentuk besi-heme, dan gangguan absorpsi. Salah satu upaya penanggulangan kurang gizi terutama zat besi pada ibu hamil dapat dilakukan melalui pembuatan makanan kudapan yang difortifikasi dengan zat besi sebagai makanan tambahan atau selingan untuk konsumsi harian bagi ibu hamil.

Biskuit merupakan jenis makanan kudapan yang sering dikonsumsi ibu hamil. Biskuit pada umumnya dibuat dari tepung terigu. Dalam rangka percepatan diversifikasi konsumsi pangan maka perlu adanya upaya substitusi sebagian terigu dengan tepung lainnya. Tepung ubi kayu yang dibuat dengan cara modifikasi dapat digunakan sebagai substitusi tepung terigu pada pembuatan biskuit (Omolola dkk., 2017). Ubi kayu merupakan sumber energi, akan tetapi rendah protein, lemak, vitamin maupun mineral. Peningkatan kandungan protein dilakukan melalui suplementasi dengan bahan pangan sumber protein nabati atau hewani (Aini dkk., 2018) practical and nutritious was formulated. It was developed based on local food materials, namely corn-soybean and corn-tempe flour. The aim of the research is to produce an emergency food formula made from cornsoybean flour and corn-tempe flour that adequately fulfills the standard for emergency food, acceptable and feasibly produced in large quantities. It was found that the best formulation model of emergency food is produced from Srikandi corn flour and tempe flour. Its composition is 42% of corn flour, 20% of tempe flour, 10% of full cream milk powder, 16% of sugar, and 12% of frying oil. Nutrient composition of every piece (each 50 grams of product). Penelitian Setyawati dkk. (2017), telah menghasilkan produk biskuit ubi kayu yang dibuat dari tepung ubi kayu termodifikasi (moca) dan terigu dengan proporsi 60:40 dan suplementasi dengan tepung ikan dan tempe (proporsi 1:2) sebanyak 20% dan memiliki sifat sensori terbaik. Adapun karakteristik dari biskuit tersebut yaitu kadar air 4,59 %, kadar protein 9,45% bk, kadar lemak

23,52% bk, kadar abu 0,24% bk, kadar serat kasar 3,57% bk, kadar karbohidrat *by difference* 58,64% bk dan energi 484,04 kkal.

Upaya meningkatkan kadar zat besi pada biskuit dapat dilakukan dengan fortifikasi zat besi (Fe). Fortifikan Fe yang umum digunakan untuk produk tepung adalah ferro sulfat ($FeSO_4$), karena mempunyai bioavailabilitas tinggi serta harganya murah (Longfils dkk., 2008; added to daily school meals either as NaFe-EDTA or as $FeSO_4$ + citrate. Methods: 140 students aged 6-21 years were enrolled in a double-blinded, placebo-controlled intervention trial. They were randomly allocated to one of three treatment groups, and followed for 21 weeks during which 114 school meals seasoned with 10 mL of fish sauce were consumed by each participant. Changes in the concentrations of hemoglobin (hbHurrell dkk., 2010; Valcárcel dkk., 2018). Namun demikian penggunaan ferro sulfat yang terlalu tinggi akan menimbulkan efek warna gelap dan rasa pahit (Penugonda dkk., 2018; He dkk., 2008; Zimmermann dkk., 2005). Jenis fortifikan lain yang juga sering digunakan adalah NaFeEDTA (Abizari dkk., 2012; Longfils dkk., 2008) added to daily school meals either as NaFe-EDTA or as $FeSO_4$ + citrate. Methods: 140 students aged 6-21 years were enrolled in a double-blinded, placebo-controlled intervention trial. They were randomly allocated to one of three treatment groups, and followed for 21 weeks during which 114 school meals seasoned with 10 mL of fish sauce were consumed by each participant. Changes in the concentrations of hemoglobin (hb. Menurut Mohammadi dkk. (2011) NaFeEDTA dapat digunakan sebagai sumber fortifikasi Fe pada biskuit yang tidak menimbulkan rasa pahit.

Pada penelitian ini dilakukan fortifikasi zat besi dengan fortifikan $FeSO_4$ dan NaFeEDTA pada biskuit ubi kayu hasil penelitian Setyawati dkk. (2017), dengan konsentrasi hingga 75 ppm. Beberapa penelitian fortifikasi zat besi yang sudah dilakukan antara lain oleh Naruki dkk. (2009) yaitu fortifikasi pada kecap dengan fortifikan NaFeEDTA dan Fe-Sulfat dengan konsentrasi 2000 ppm (setara 266 mg Fe/L kecap); Valcárcel dkk. (2018) pada cereal instan, Biebinger dkk. (2009) pada biskuit dari tepung terigu, Prom-u-thai dkk. (2009) pada beras sebanyak 250–450 ppm, dan Santillán-Urquiza dkk. (2017) fortifikasi Fe pada yoghurt.

Penelitian bertujuan untuk menentukan jenis fortifikan Fe dan konsentrasi yang tepat untuk menghasilkan biskuit ubi kayu dengan kandungan zat besi yang tinggi dan sifat sensori terbaik. Hasil penelitian ini diharapkan dapat sebagai bahan rekomendasi tentang biskuit ubi kayu yang memiliki kadar Fe dan protein tinggi.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan biskuit meliputi tepung ubi kayu termodifikasi (mocaf) diperoleh dari UKM Putri 21 Gunungkidul Yogyakarta, tempe diperoleh dari pengrajin tempe di desa Pliken Banyumas, ikan kembung (*Rastrelliger kanagurta*) diperoleh dari pasar Manis Purwokerto, terigu, dan bahan-bahan pembuatan biskuit lainnya dari toko Intisari di Purwokerto, fortifikan zat besi (FeSO_4 (Merck, Jerman) dan NaFeEDTA (produksi Zouping Runzi Chemical Industry, China) dan bahan-bahan kimia pro analisis untuk analisis biskuit diperoleh dari Merck, Jerman.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian antara lain *cabinet dryer*, oven, mixer (Philips, China), blender (Philips, China), pengepres abon (Intisari, Indonesia), baskom, pisau, timbangan analitik (AND GR 200, Jepang), loyang, cetakan biskuit, ayakan, UV-Vis Spektrofotometer (Shimadzu, Jepang), buret, dan peralatan gelas (Pyrex) untuk analisis kimia biskuit.

Pembuatan Tepung Tempe

Tempe hasil fermentasi 30 jam dipotong sepanjang ± 5 cm dan dilakukan steam blanching selama 15 menit. Selanjutnya tempe diiris tipis ± 2 mm ketebalannya, dan dikeringkan menggunakan dryer pada suhu 50°C sampai kering patah. Tempe yang sudah kering digiling dan diayak menggunakan ayakan 60 mesh.

Pembuatan Tepung Ikan Kembung

Dipilih ikan kembung yang masih segar, dibuang bagian kepala, ekor, dan bagian dalam perutnya. Rendam dalam larutan asam cuka (cuka:air=1:3 v/v) selama 30 menit. Ikan dicuci kembali hingga bersih dan di *steam blanching* selama 15 menit. Daging ikan kembung dipisahkan dari tulangnya dan *dipress* menggunakan mesin pengepres abon (Intisari, Indonesia). Selanjutnya daging ikan dikeringkan dengan *dryer* pada suhu 50°C sampai kering, kemudian digiling dan diayak menggunakan ayakan 60 mesh.

Pembuatan Biskuit

Fortifikan zat besi (FeSO_4 dan NaFeEDTA) dengan konsentrasi sesuai perlakuan ditambah tepung mocaf (± 10 g) dengan cara sedikit demi sedikit sambil diaduk hingga homogen tercampur dalam tepung. Total tepung yang digunakan adalah 500 g dengan perbandingan tepung mocaf: tepung terigu: tepung ikan: tepung tempe adalah 4:3:1:2 (b/b/b/b). Bahan lain yang ditambahkan adalah gula halus (50 g), susu skim (50 g), baking powder (2,5 g), gara, (2,5 g) dan fortifikan sesuai dengan perlakuan Selanjutnya bahan-bahan kering (mocaf, terigu, tepung ikan, tepung tempe, gula halus, susu skim, *baking powder*, garam, dan fortifikan yang sudah dicampurkan ke dalam mocaf) dicampur dahulu dalam baskom hingga homogen. Campuran tersebut masukkan ke dalam baskom mixer dan dilakukan mixing selama 8 menit. Berikutnya ditambah *shortening*, margarin, kuning telur dan air, kemudian mixing lagi selama ± 10 menit. Adonan selanjutnya ditipiskan (diroll), dicetak dan dipanggang pada oven dengan suhu 145°C selama ± 45 menit. Biskuit didinginkan dan selanjutnya disimpan dalam wadah kedap udara dan uap air (Tupperware, Massachusetts, USA) pada suhu ruang ($28-30^\circ\text{C}$) selama 24 jam, kemudian dilakukan analisis sifat kimia dan sensoris biskuit.

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok. Adapun perlakuan yang dicoba yaitu: 1). Jenis fortifikan (F), terdiri atas F1= FeSO_4 , dan F2= NaFeEDTA. 2). Konsentrasi fortifikan (K), terdiri atas K1= 0 ppm, K2= 30 ppm, K3= 45 ppm, K4= 60 ppm, dan K5= 75 ppm. Percobaan disusun secara faktorial dan diperoleh 10 kombinasi perlakuan serta dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali, sehingga diperoleh 30 unit percobaan.

Variabel Pengamatan

Variabel yang diamati meliputi variabel kimia dan sensori. Variabel kimia meliputi kadar air secara gravimetri (AOAC, 2005), kadar Fe secara spektrofotometri (Abebe dkk., 2007), kadar asam lemak bebas dengan metode titrasi (AOAC, 2005), angka peroksida dengan metode titrasi (AOAC, 2005) dan analisa sensori menggunakan metode skoring (Shankar Rai dkk., 2011). Variabel sensori yang diamati meliputi tekstur, bau amis, rasa logam (*metallic taste*), dan tingkat kesukaan. Sebelum pengujian, kepada panelis diberikan biskuit standar (tanpa penambahan ikan dan fortifikan), dan dibandingkan dengan biskuit perlakuan. Analisa sensori dilakukan menggunakan

panelis semi terlatih sebanyak 30 orang. Analisa sensori dilakukan menggunakan metode skoring pada 5 skala penilaian untuk masing-masing kategori. Keterangan skala masing-masing adalah: skor tekstur 1= tidak renyah, 2= kurang renyah, 3= agak renyah, 4= renyah, 5= sangat renyah; skor bau amis: 1= sangat amis, 2= amis, 3= agak amis, 4= kurang amis, 5= tidak amis; skor rasa logam: 1= sangat terasa, 2= terasa, 3= agak terasa, 4= kurang terasa, 5= tidak terasa; skor kesukaan: 1= tidak suka, 2= kurang suka, 3= agak suka, 4= suka, 5= sangat suka.

Analisis Statistika

Data variabel kimia yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam (uji F). Apabila menunjukkan ada pengaruh yang nyata, maka dilanjutkan dengan uji banding ganda menggunakan uji DMRT (Duncan's Multiple Range Test). Data variabel sensori dianalisis menggunakan uji Friedman, jika terdapat pengaruh yang nyata maka dilanjutkan dengan uji banding ganda. Penentuan perlakuan terbaik menggunakan uji indeks efektivitas didasarkan pada sifat sensorinya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Fortifikan terhadap Sifat Kimia Biskuit

Hasil analisis ragam pengaruh jenis fortifikan terhadap sifat kimia biskuit ubi kayu yang diamati disajikan pada Tabel 1, sedang pengaruh konsentrasi fortifikan terhadap sifat kimia biskuit ubi kayu yang diamati disajikan pada Tabel 2.

Kadar Air

Hasil analisis ragam pengaruh jenis fortifikan tidak berpengaruh nyata, demikian juga konsentrasi fortifikan tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air biskuit yang dihasilkan. Kadar air biskuit pada penambahan

Tabel 1. Pengaruh jenis fortifikan terhadap kadar air, kadar Fe, kadar asam lemak bebas, dan angka peroksida biskuit ubi kayu

Jenis fortifikan	Kadar air (% bb)	Kadar Fe (ppm bk)	Kadar asam lemak bebas (% bk)	Angka peroksida (meq O ₂ /kg)
F1 (FeSO ₄)	6,40±0,77 ^a	49,11±2,78 ^b	0,98±0,12 ^a	9,94±0,08 ^b
F2 (NaFeEDTA)	7,08±0,98 ^a	59,50±3,62 ^a	1,03±0,21 ^a	11,15±0,13 ^a

Keterangan: angka-angka pada satu kolom yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT.

Tabel 2. Pengaruh konsentrasi fortifikan terhadap kadar air, kadar Fe, kadar asam lemak bebas, dan angka peroksida biskuit ubi kayu

Konsentrasi fortifikan	Kadar air (% bb)	Kadar Fe (ppm bk)	Kadar asam lemak bebas (% bk)	Angka peroksida (meq O ₂ /kg)
0 ppm	6,06±0,87 ^a	38,28±0,29 ^c	1,04±0,13 ^a	8,66±0,78 ^c
30 ppm	7,21±0,75 ^a	46,02±0,36 ^{bc}	0,99±0,12 ^a	10,19±0,79 ^b
45 ppm	6,87±0,72 ^a	47,21±0,48 ^{bc}	1,08±0,14 ^a	10,29±0,83 ^b
60 ppm	7,09±0,72 ^a	58,35±0,56 ^b	1,01±0,12 ^a	11,48±0,92 ^a
75 ppm	6,49±0,67 ^a	81,73±0,64 ^a	0,92±0,13 ^a	12,09±0,83 ^a

Keterangan: angka-angka pada satu kolom yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT.

fortifikan FeSO₄ sebesar 6,40% bb dan penambahan fortifikan NaFeEDTA sebesar 7,08% bb (Tabel 1). FeSO₄ dan NaFeEDTA merupakan senyawa garam, yang mempunyai kecenderungan kemampuan mengikat air yang sama (Longfils dkk., 2008). Hal ini mengakibatkan biskuit yang difortifikasi FeSO₄ dan NaFeEDTA memiliki kadar air yang tidak berbeda nyata. Menurut Saini dkk. (2016) Fe dalam bentuk FeSO₄ dan NaFeEDTA memiliki kemampuan mengikat air sama sehingga produk yang dihasilkan tidak berbeda kadar airnya.

Kadar air biskuit pada berbagai konsentrasi Fe yaitu berkisar antara 6,06,72% bb. Peningkatan konsentrasi fortifikan tidak mempengaruhi kadar air biskuit ubi kayu (Tabel 2). Fortifikan Fe merupakan senyawa garam yang mempunyai kemampuan mengikat air, namun karena konsentrasinya rendah (dalam ppm) maka tidak menyebabkan peningkatan kadar airnya. Hal ini sesuai dengan Prom-u-thai dkk. (2011) bahwa peningkatan konsentrasi Fe dalam jumlah yang rendah tidak mempengaruhi kadar air produk.

Kadar Fe

Hasil analisis ragam pengaruh jenis fortifikan dan konsentrasi fortifikan berpengaruh sangat nyata terhadap kadar Fe dalam biskuit ubi kayu. Kadar Fe pada biskuit ubi kayu dengan penambahan fortifikan FeSO₄ sebesar 49,11 ppm bk, lebih kecil dibandingkan penambahan fortifikan NaFeEDTA yaitu 59,50 ppm bk (Tabel 2). Kadar Fe biskuit ubi kayu dengan jenis fortifikan FeSO₄ lebih rendah, diduga zat besi pada persenyawaan ferrous sulfat bersifat lebih reaktif, sehingga akan menurunkan kadar zat besi di dalam bahan pangan. Hal ini sesuai dengan Prom-u-thai dkk. (2009) bahwa senyawa ferro sulfat lebih bersifat reaktif dibanding NaFeEDTA. Menurut Biebinger dkk. (2009), biskuit terigu dengan dengan penambahan ferro sulfat memiliki kadar Fe lebih rendah dibanding bentuk Fe

lainnya. Sedangkan El dkk. (2010), menyatakan bahwa penambahan Fe dalam bentuk *flat bread* dengan penambahan ferro sulfat memiliki kadar Fe lebih rendah dibanding *flat bread* yang ditambah NaFeEDTA.

Konsentrasi fortifikan Fe berpengaruh sangat nyata terhadap kadar zat besi biskuit ubi kayu (Tabel 2). Kadar Fe biskuit ubi kayu pada penambahan fortifikan 0 ppm, 30 ppm, 45 ppm, 60 ppm, dan 75 ppm berturut-turut sebesar 38,28; 46,02; 47,21; 58,35; dan 81,73 ppm. Semakin tinggi konsentrasi Fe yang ditambahkan, semakin tinggi kadar zat besi dalam biskuit yang dihasilkan.

Biskuit ubi kayu tanpa penambahan fortifikan, kadar zat besi dalam biskuit sebesar 38,28 ppm bk, yang kemungkinan berasal dari tepung terigu, tepung tempe dan tepung ikan. Hal ini berarti peningkatan zat besi dalam biskuit setelah difortifikasi hanya sebesar 7,75; 8,93; 20,07; dan 43,46 ppm. Kadar Fe pada biskuit ubi kayu yang difortifikasi ini lebih rendah dibandingkan biskuit terigu yang difortifikasi Fe menurut Mohammadi dkk. (2011) yaitu 72-144 ppm. Hal ini disebabkan konsentrasi Fe yang ditambahkan ke biskuit ubi kayu ini pada jumlah yang lebih kecil (30-75 ppm) dibandingkan Fe yang ditambahkan ke biskuit dari tepung terigu oleh Mohammadi dkk. (2011) yaitu 576-1152 ppm.

Ibu hamil memerlukan zat besi sebanyak 35 mg per hari. Berdasarkan kebutuhan tersebut, maka ibu hamil dapat terpenuhi 25% kebutuhan zat besinya apabila mengkonsumsi 200 g biskuit ubi kayu ini per hari. Kebutuhan zat besi yang lain dapat dipenuhi dari konsumsi pangan lain misalnya kacang-kacangan.

Kadar asam lemak bebas

Hasil analisis ragam pengaruh jenis fortifikan tidak berpengaruh nyata, demikian juga konsentrasi fortifikan tidak berpengaruh nyata terhadap kadar asam lemak bebas biskuit yang dihasilkan. Pemberian fortifikan FeSO_4 maupun NaFeEDTA menghasilkan kadar asam lemak bebas ada biskuit ubi kayu sebesar 0,98 dan 1,03% bk. Asam lemak bebas dalam biskuit merupakan hasil hidrolisis lemak yang terjadi selama pemanggangan. Fortifikasi menggunakan NaFeEDTA menghasilkan kadar asam lemak bebas cenderung lebih tinggi, diduga karena kadar air pada biskuit juga cenderung lebih tinggi. Menurut Akowuah dkk. (2012) air berperan dalam proses hidrolisis yang dapat meningkatkan asam lemak bebas pada produk.

Konsentrasi fortifikan Fe tidak mempengaruhi kadar asam lemak bebas biskuit yang dihasilkan (Tabel 2). Semakin besar konsentrasi Fe yang ditambahkan pada pembuatan biskuit, tidak menyebabkan peningkatan kadar asam lemak bebasnya. Selisih antar konsentrasi Fe yang ditambahkan terlalu kecil sehingga tidak

mempengaruhi perbedaan kadar asam lemak bebas yang dihasilkan.

Angka Peroksida

Hasil analisis ragam pengaruh jenis fortifikan dan konsentrasi fortifikan berpengaruh sangat nyata terhadap angka peroksida biskuit ubi kayu. Angka peroksida biskuit pada penambahan fortifikan FeSO_4 sebesar 9,94 meq O_2/kg dan berbeda nyata dengan fortifikan NaFeEDTA yaitu sebesar 11,15 meq O_2/kg . Peroksida merupakan senyawa yang terbentuk karena reaksi oksidasi lemak. Zat besi yang merupakan logam mempunyai sifat sebagai prooksidan yaitu membantu terjadinya oksidasi (Johns dkk., 2015). Kelemahan fortifikasi zat besi terutama pada makanan dengan kandungan lemak cukup tinggi dapat menyebabkan terjadinya oksidasi, diduga bahwa NaFeEDTA lebih bersifat prooksidan, seperti yang dinyatakan oleh Hurrell dkk. (2000). Hasil penelitian menunjukkan bahwa fortifikan NaFeEDTA menghasilkan angka peroksida yang lebih tinggi dibanding FeSO_4 . Hasil ini sedikit berbeda dengan yang dikemukakan oleh Naruki dkk. (2009) bahwa NaFeEDTA maupun Fe-sulfat dalam kecap hasil fortifikasi sejumlah 266 mg Fe/L kecap tidak memicu oksidasi komponen minyak maupun asam amino, jika tidak ada pemicu oksidasi. Namun demikian Naruki dkk. (2009) juga menyatakan bahwa H_2O_2 dapat meningkatkan laju oksidasi, yang tercermin dengan adanya kenaikan angka peroksida.

Konsentrasi fortifikan Fe berpengaruh sangat nyata terhadap angka peroksida biskuit yang dihasilkan (Tabel 2). Angka peroksida biskuit dengan penambahan fortifikan 0, 30, 45, 60, dan 75 ppm berturut-turut sebesar 8,66; 10,19; 10,29; 11,49; dan 12,09 meq O_2/kg . Semakin tinggi konsentrasi Fe yang ditambahkan dalam pembuatan biskuit ubi kayu, semakin meningkat angka peroksidanya, diduga fortifikan meningkatkan proses oksidasi selama pemanggangan. Fortifikan yang ditambahkan dalam bentuk ferro (Fe^{2+}), dan dengan adanya oksigen dapat teroksidasi menjadi ferri (Fe^{3+}) (Hurrell dkk., 2000). Proses oksidasi ini juga dapat terjadi karena asam lemak tidak jenuh pada ikan yang teroksidasi (Honold dkk., 2016). Hal ini berarti semakin banyak lemak yang terandung dalam adonan biskuit akan banyak mengalami oksidasi selama pemanggangan. Hasil analisis kadar lemak dalam biskuit ubi kayu ini sebesar 23,52% bk (Setyawati dkk., 2017). Hal tersebut sejalan dengan penelitian Sangseethong dkk. (2010), bahwa semakin tinggi reaksi oksidasi pada pati ubi kayu yang diakibatkan oleh adanya prooksidan, maka angka peroksida semakin meningkat.

Interaksi perlakuan juga berpengaruh nyata terhadap angka peroksida biskuit ubi kayu. Angka

peroksida tertinggi yaitu 12,25 meq O₂/kg dihasilkan dari interaksi F2K2 yaitu fortifikan NaFeEDTA sebesar 45 ppm, sedangkan angka peroksida terendah yaitu 8,37 meq O₂/kg dihasilkan dari interaksi F1K2 yaitu fortifikan FeSO₄ dengan konsentrasi sebesar 45 ppm.

Sifat Sensori

Hasil uji Friedman pengaruh kombinasi perlakuan terhadap sifat sensori biskuit ubi kayu yang diamati menunjukkan pengaruh yang sangat nyata terhadap tekstur dan kesukaan biskuit, sedang terhadap bau amis dan rasa logam (*metallic taste*) tidak berpengaruh nyata. Hasil pengujian sensori biskuit ubi kayu yang diamati disajikan pada Tabel 3.

Tekstur

Hasil uji Friedman menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan berpengaruh sangat nyata terhadap tekstur biskuit ubi kayu. Skor tekstur tertinggi yaitu 3,50 (agak renyah – renyah) diperoleh pada kombinasi perlakuan F1K3 yaitu jenis fortifikan FeSO₄ sebanyak 45 ppm, sedang skor terendah yaitu 2,88 (kurang renyah – agak renyah) diperoleh pada kombinasi perlakuan F2K5 yaitu jenis fortifikan NaFeEDTA sebanyak 75 ppm. Hasil ini menunjukkan bahwa jenis fortifikan mempengaruhi tekstur biskuit ubi kayu, hal ini diduga berhubungan dengan kandungan air yang terdapat dalam biskuit. Penambahan fortifikan FeSO₄ menghasilkan tekstur biskuit lebih renyah dibanding fortifikan NaFeEDTA. Fortifikasi menggunakan NaFeEDTA menghasilkan biskuit dengan kadar air yang relatif lebih tinggi daripada menggunakan fortifikan FeSO₄. Air akan mengisi pori-pori dalam biskuit sehingga menurunkan tingkat

kerenyahannya. Hal ini sejalan dengan penelitian Richins dkk. (2008), bahwa tortila jagung yang difortifikasi dengan FeSO₄ menghasilkan tekstur yang lebih renyah dibandingkan dengan sumber fortifikan Fe lainnya. Demikian juga menurut Joo dan Choi (2012), bahwa kadar air yang lebih tinggi pada cookies *black rice bran* akan menghasilkan tekstur kurang renyah.

Bau amis

Hasil uji Friedman menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap bau amis biskuit ubi kayu (Tabel 3). Skor bau amis biskuit ubi kayu berkisar antara 3,20 – 3,70 yaitu agak amis sampai kurang amis. Kendala suplementasi tepung ikan dalam suatu produk pangan adalah karena adanya bau amis. Pada otot ikan terdapat zat trimetilamin oksida atau TMAO yang jika terpecah dan terdekomposisi dapat menghasilkan trimetilamina dan dimetilamina. Campuran trimetilamina dan dimetilamina ini yang menimbulkan bau amis pada ikan (Miyasaki dkk., 2011). Penyebab lain bau amis adalah bakteri pembusuk pada ikan yang bekerja lebih cepat pada suhu panas dengan waktu relatif lama yaitu selama proses penepungan (Oliveira dkk., 2015). Biskuit ubi kayu yang disuplementasi tepung ikan ini memiliki bau agak amis karena penambahan tepung ikan dalam jumlah kecil yaitu 6,67% dari jumlah bahan. Menurut Majumdar dan Singh (2014), makanan ringan dengan penambahan ikan dalam jumlah sedikit cenderung tidak memiliki bau amis.

Rasa logam

Hasil uji Friedman menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap rasa logam biskuit ubi kayu (Tabel 3). Semua kombinasi perlakuan mempunyai skor yang relatif sama yaitu antara 3,70 – 4,08 yang berarti rasa logam pada biskuit ubi kayu akibat fortifikasi dengan zat besi kurang terasa. Menurut Richins dkk. (2008) fortifikasi zat besi pada bahan pangan akan menyebabkan terjadinya perubahan yang tidak dikehendaki (*off flavor*) pada produk pangan tersebut. Rasa logam pada biskuit ubi kayu yang difortifikasi Fe kemungkinan disebabkan juga oleh aroma senyawa logam besi yang berkembang di mulut karena terjadi katalisis oksidasi lemak (Johns dkk., 2015).

Kesukaan

Hasil uji Friedman menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan berpengaruh sangat nyata terhadap kesukaan biskuit ubi kayu (Tabel 3). Skor kesukaan tertinggi terhadap biskuit yaitu 3,10 (agak suka) diperoleh pada kombinasi perlakuan F1K3 yaitu jenis fortifikan FeSO₄ dengan konsentrasi sebesar 45

Tabel 3. Skor sifat sensori biskuit ubi kayu yang diamati

Perlakuan	Tekstur	Bau amis	Rasa logam	Kesukaan
F1K1	3,23 ^{ab}	3,18 ^a	4,13	2,93 ^{ab}
F1K2	3,25 ^{ab}	3,25 ^a	3,88	2,98 ^{ab}
F1K3	3,50 ^a	3,48 ^a	3,70	3,10 ^a
F1K4	3,18 ^{ab}	3,70 ^a	3,90	2,75 ^{ab}
F1K5	2,98 ^{ab}	3,41 ^a	4,08	2,63 ^{ab}
F2K1	3,23 ^{ab}	3,62 ^a	4,13	2,93 ^{ab}
F2K2	3,43 ^{ab}	3,20 ^a	4,03	3,03 ^{ab}
F2K3	3,38 ^{ab}	3,68 ^a	3,80	3,06 ^{ab}
F2K4	2,92 ^b	3,62 ^a	3,90	2,78 ^{ab}
F2K5	2,88 ^b	3,58 ^a	3,89	2,48 ^b

Keterangan:

Angka pada satu kolom yang diikut dengan huruf yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan nyata antar perlakuan

ppm. Adapun skor kesukaan terendah yaitu 2,48 (kurang suka) diperoleh pada kombinasi perlakuan F2K5 yaitu jenis fortifikan NaFeEDTA dengan konsentrasi sebesar 75 ppm. Fortifikasi menggunakan FeSO₄ sebanyak 45 ppm menghasilkan biskuit dengan tekstur yang lebih renyah dan rasa logam yang kurang terasa, sehingga memiliki kesukaan yang paling tinggi.

KESIMPULAN

Jenis fortifikan yang menghasilkan biskuit ubi kayu dengan sifat sensori terbaik berdasarkan uji indeks efektivitas adalah FeSO₄ dengan konsentrasi sebesar 45 ppm. Biskuit tersebut memiliki karakteristik yaitu kadar air 6,01±0,54%, kadar Fe 43,69±0,34 ppm bk, kadar asam lemak bebas 1,17±0,02% bk, dan angka peroksida 9,66±0,76 meq O₂/kg. Karakteristik sensorinya yaitu tekstur renyah (skor 3,50), bau amis kurang terasa (skor 3,48), rasa logam (*metallic taste*) kurang terasa (skor 3,70), dan agak disukai (skor 3,10).

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kemenristekdikti yang telah memberi dana penelitian Strategis Nasional Institusi 2018 dengan nomor kontrak 059/SP2H/LT/DRPM/2018.

DAFTAR PUSTAKA

- Abebe, Y., Bogale, K., Bailey, A., Hambidge, K., Stoecker, B., & Gibson, R. . (2007). Phytate, zinc, iron and calcium content of selected raw and prepared foods consumed in rural Sidama, Southern Ethiopia, and implications for bioavailability. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20(3-4), 161-168. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2006.09.003>.
- Abizari, A.-R., Moretti, D., Zimmermann, M. B., Armar-Klimesu, M., & Brouwer, I. D. (2012). Whole Cowpea Meal Fortified with NaFeEDTA Reduces Iron Deficiency among Ghanaian School Children in a Malaria Endemic Area. *The Journal of Nutrition*, 142(10), 1836-1842. <https://doi.org/10.3945/jn.112.165753>.
- Aini, N., Prihananto, V., Wijonarko, G., Sustriawan, B., Dinayati, M., & Aprianti, F. (2018). Formulation and characterization of emergency food based on instan corn flour supplemented by instan tempeh (or soybean) flour. *International Food Research Journal*, 25(1), 287-292.
- Akouwah, J. O., Addo, A., & Kemausuor, F. (2012). Influence of storage duration of *Jatropha curcas* seed on oil yield and free fatty acid content. *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science*, 7(1), 41-48.
- AOAC. (2005). Official Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists International. *Journal of the Association of Official Agricultural Chemists*, 41, 12.
- Barbieri, P., Crivellenti, L. C., Nishimura, R. Y., & Sartorelli, D. S. (2015). Validation of a food frequency questionnaire to assess food group intake by pregnant women. *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, 28, 38-44. <https://doi.org/10.1111/jhn.12224>.
- Biebinger, R., Zimmermann, M. B., Al-Hooti, S. N., Al-Hamed, N., Al-Salem, E., Zafar, T., ... Hurrell, R. F. (2009). Efficacy of wheat-based biscuits fortified with microcapsules containing ferrous sulfate and potassium iodate or a new hydrogen-reduced elemental iron: a randomised, double-blind, controlled trial in Kuwaiti women. *British Journal of Nutrition*, 102(09), 1362. <https://doi.org/10.1017/S0007114509990353>.
- Caballero Valcárcel, A. M., Martínez Graciá, C., Martínez Miró, S., Madrid Sánchez, J., González Bermúdez, C. A., Domenech Asensi, G., ... Santaella Pascual, M. (2018). Iron bioavailability of four iron sources used to fortify infant cereals, using anemic weaning pigs as a model. *European Journal of Nutrition*, 1-12. <https://doi.org/10.1007/s00394-018-1742-x>.
- El, N., Najm, O., Olabi, A., Kreydydieh, S., & Toufeili, I. (2010). Determination of visual detection thresholds of selected iron fortificants and formulation of iron-fortified pocket-type flat bread. *Journal of Cereal Science*, 51(3), 271-276. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2009.12.004>.
- He, W.-L., Feng, Y., Li, X.-L., & Yang, X.-E. (2008). Comparison of Iron Uptake from Reduced Iron Powder and FeSO₄ Using the Caco-2 Cell Model: Effects of Ascorbic Acid, Phytic Acid, and pH. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(8), 2637-2642. <https://doi.org/10.1021/jf0730946>.
- Honold, P. J., Nouard, M.-L., & Jacobsen, C. (2016). Oxidative stability during storage of fish oil from filleting by-products of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) is largely independent of the processing and production temperature. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 118(6), 967-973. <https://doi.org/10.1002/ejlt.201500344>.
- Hurrell, R. F., Reddy, M. B., Burri, J., & Cook, J. D. (2000). An evaluation of EDTA compounds for iron fortification of cereal-based foods. *The British Journal of Nutrition*, 84(6), 903-910. <https://doi.org/10.1017/S0007114500002531>.
- Hurrell, R., Ranum, P., de Pee, S., Biebinger, R., Hulthen, L., Johnson, Q., & Lynch, S. (2010). Revised Recommendations for Iron Fortification of Wheat Flour and an Evaluation of the Expected Impact of Current National Wheat Flour Fortification Programs. *Food and Nutrition Bulletin*, 31(1_suppl1), S7-S21. <https://doi.org/10.1177/15648265100311S102>.

- Johns, P. W., Patel, G. C., Parker, M. E., Lasekan, J. B., Milani, P., Nixon, M. K., ... Schmitz, D. J. (2015). Evaluation of the effect of Ultra Rice® EDTA supplementation on the soluble iron, visual acceptance and vitamin A stability of commercial milled rice blends. *International Journal of Food Science & Technology*, 50(7), 1615–1624. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12815>.
- Joo, S.-Y., & Choi, H.-Y. (2012). Antioxidant Activity and Quality Characteristics of Black Rice Bran Cookies. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 41(2), 182–191. <https://doi.org/10.3746/jkfn.2012.41.2.182>.
- Khan, A., Nasrullah, F. D., & R, J. (2016). Frequency and risk factors of low birth weight in term pregnancy. *Pakistan J Med. Sci*, 32(1), 138–143.
- Longfils, P., Monchy, D., Weinheimer, H., Chavasit, V., Nakanishi, Y., & Schumann, K. (2008). A Comparative Intervention Trial on Fish Sauce Fortified With Nafe-EDTA and Feso4+Citrate in Iron Deficiency Anemic School Children in Kampot, Cambodia. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 17(2), 250–257. <https://doi.org/10.6133/APJCN.2008.17.2.10>.
- Majumdar, R. K., & Singh, R. K. R. (2014). The Effect of Extrusion Conditions on the Physicochemical Properties and Sensory Characteristics of Fish-Based Expanded Snacks. *Journal of Food Processing and Preservation*, 38(3), 864–879. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12041>.
- Miyasaki, T., Hamaguchi, M., & Yokoyama, S. (2011). Change of Volatile Compounds in Fresh Fish Meat during Ice Storage. *Journal of Food Science*, 76(9), C1319–C1325. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02388.x>.
- Mohammadi, M., Abedi, A.-S., Azizi, M. H., Ahmadian, F. S., & Pouraram, H. (2011). Development of fortified biscuit using NaFeEDTA. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(11), 1984–1989. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4405>.
- Naruki, S., Astuti, M., Marsono, Y., & Raharjo, S. (2009). Sifat prooksidatif fortifikan NaFeEDTA dan Fe-sulfat pada kecap hasil fortifikasi. *Agritech*, 29(2), 59–63.
- Oliveira, I. S. de, Lourenço, L. de F. H., Sousa, C. L., Peixoto Joele, M. R. S., & Ribeiro, S. da C. do A. (2015). Composition of MSM from Brazilian catfish and technological properties of fish flour. *Food Control*, 50, 38–44. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCONT.2014.08.018>.
- Omolola, A. O., Kapila, P. F., & Mchau, G. A. (2017). Mini Review Effect of Selected Processing and Modification Methods on Quality of Cassava and its Starch. *Asian Journal of Agricultural Research*, 11(3), 48–56. <https://doi.org/10.3923/ajar.2017.48.56>.
- Penugonda, K., Fiorentino, N. M., Alavi, S., & Lindshield, B. L. (2018). Bioavailable Iron and Vitamin A in Newly Formulated, Extruded Corn, Soybean, Sorghum, and Cowpea Fortified-Blended Foods in the In Vitro Digestion/Caco-2 Cell Model. *Current Developments in Nutrition*, 2(7). <https://doi.org/10.1093/cdn/nzy021>.
- Prom-u-thai, C., Huang, L., Fukai, S., & Rerkasem, B. (2011). Iron Fortification in Parboiled Rice—A Rapid and Effective Tool for Delivering Iron Nutrition to Rice Consumers. *Food and Nutrition Sciences*, 02(04), 323–328. <https://doi.org/10.4236/fns.2011.24046>.
- Prom-u-thai, C., Rerkasem, B., Fukai, S., & Huang, L. (2009). Iron fortification and parboiled rice quality: appearance, cooking quality and sensory attributes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89(15), 2565–2571. <https://doi.org/10.1002/jsfa.3753>.
- Richins, A. T., Burton, K. E., Pahulu, H. F., Jefferies, L., & Dunn, M. L. (2008). Effect of Iron Source on Color and Appearance of Micronutrient-Fortified Corn Flour Tortillas. *Cereal Chemistry Journal*, 85(4), 561–565. <https://doi.org/10.1094/CCHEM-85-4-0561>.
- Saini, R. K., Nile, S. H., & Keum, Y.-S. (2016). Food science and technology for management of iron deficiency in humans: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 53, 13–22. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.05.003>.
- Sangseethong, K., Termvejsayanon, N., & Sriroth, K. (2010). Characterization of physicochemical properties of hypochlorite- and peroxide-oxidized cassava starches. *Carbohydrate Polymers*, 82(2), 446–453. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2010.05.003>.
- Santillán-Urquiza, E., Méndez-Rojas, M. Á., & Vélez-Ruiz, J. F. (2017). Fortification of yogurt with nano and micro sized calcium, iron and zinc, effect on the physicochemical and rheological properties. *LWT - Food Science and Technology*, 80, 462–469. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.03.025>.
- Setyawati, R., Dwiyantri, H., & Aini, N. (2017). Suplementasi tepung ikan-tempe pada biskuit ubi kayu sebagai upaya penanggulangan kurang energi protein pada ibu hamil. In *Prosiding Seminar Nasional dan Call for Papers Pengembangan Sumber Daya Perdesaan dan Kearifan Lokal Berkelanjutan* (pp. 314–323).
- Shankar Rai, B., Shukla, S., Kishor, K., Singh, H., Dey, S., & Bhole Shankar Rai, C. (2011). Quality characteristics of biscuits produced from composite flour of wheat, maize and sesame seed. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry JPP*, 6(64), 2011–2015. Retrieved from <http://www.phytojournal.com/archives/2017/vol6issue4/PartAC/6-4-302-140.pdf>.
- Zimmermann, M. B., Winichagoon, P., Gowachirapant, S., Hess, S. Y., Harrington, M., Chavasit, V., ... Hurrell, R. F. (2005). Comparison of the efficacy of wheat-based snacks fortified with ferrous sulfate, electrolytic iron, or hydrogen-reduced elemental iron: randomized, double-blind, controlled trial in Thai women. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 82(6), 1276–1282. <https://doi.org/10.1093/ajcn/82.6.1276>.