



LAPORAN AKHIR PKM-P

PENINGKATAN KETERSEDIAAN BIOLOGIS BESI DAN SENG PADA PRODUK OLAHAN TERIGU DENGAN PENAMBAHAN Na₂EDTA SEBAGAI UPAYA UNTUK MENURUNKAN PREVALENSI DEFISIENSI ZAT GIZI MIKRO DI INDONESIA

Oleh :

Yohanes	I14090034	(2009, Ketua Kelompok)
Estu Nugroho	I14090069	(2009, Anggota Kelompok)
Rujito	I14090078	(2009, Anggota Kelompok)
Hayu Ning Dewi	I14100010	(2010, Anggota Kelompok)
Engkun Rohimah	I14010146	(2010, Anggota Kelompok)

**INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2013**

LEMBAR PENGESAHAN

1. Judul Kegiatan : Peningkatan Ketersediaan Biologis Besi dan Seng pada Produk Olahan Terigu dengan Penambahan Na_2EDTA sebagai Upaya untuk Menurunkan Prevalensi Defisiensi Zat Gizi Mikro di Indonesia
2. Bidang kegiatan : PKM-P
3. Ketua Pelaksana Kegiatan
- a. Nama Lengkap : Yohanes
- b. NIM : 114090034
- c. Departemen : Gizi Masyarakat
- d. Universitas : Institut Pertanian Bogor
- e. Alamat Rumah dan No Tel/HP : Kampung Janula RT.03 RW.02 Desa Cipinang Kec. Rumpin Kab. Bogor 16350/08569004004
- f. Alamat email : yo.zicel7@gmail.com
4. Anggota Pelaksana Kegiatan : 4 (empat) orang
5. Dosen Pendamping
- a. Nama Lengkap dan Gelar : Dr. Rimbawan
- b. NIDN : 0006046212
- c. Alamat Rumah, No Tel/HP : Bukit Asri Blok C-8 No 10 Ciomas Bogor 16610/ 0818705159
6. Biaya Kegiatan Total:
- a. Dikti : Rp 10.500.000.- (Sepuluh Juta Lima Ratus Ribu rupiah)
- b. Sumber lain : -
7. Jangka Waktu Pelaksanaan : 4 bulan

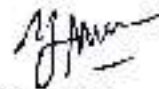
Bogor, 27 Juli 2013

Menyetujui,
Ketua Departemen



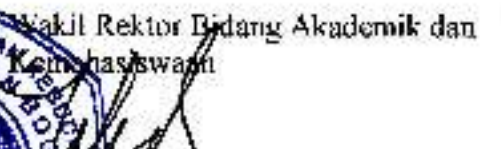
Dr. Ir. Budi Setiawan, MS
NIP.19621218 198703 1 001

Ketua Pelaksana Kegiatan



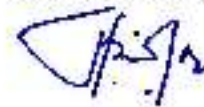
Yohanes
NIM. 114090034

Wakil Rektor Bidang Akademik dan
Kemahasiswaan



Dr. Ir. Yohanes Koesmaryono, MS
NIP.19581228 198503 1 003

Dosen Pendamping



Dr. Rimbawan
NIDN. 00060462

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh penambahan Na_2EDTA pada produk olahan terigu serta pengaruhnya terhadap penambahan berbagai macam minuman. Metode yang digunakan merupakan metode analisis ketersediaan biologis mineral secara *in vitro*, yang mensimulasikan pencernaan di dalam tubuh menggunakan dua enzim pencernaan, yaitu pepsin dan pankreatin bile. Hasil penelitian ini menunjukkan peningkatan ketersediaan biologis Fe dan Zn sebesar 4,6% dan 10,6% setelah ditambahkan Na_2EDTA pada produk olahan terigu yang digoreng (donat) walaupun tidak signifikan. Namun, pada produk olahan terigu yang dikukus (bakpao) dan dipanggang (roti) tidak terjadi peningkatan biologis Fe dan Zn. Penambahan teh dan AMDK (air minum dalam kemasan) menurunkan ketersediaan biologis Fe dan Zn pada produk olahan terigu yang ditambahkan Na_2EDTA secara nyata. Namun, penambahan susu dapat mempertahankan ketersediaan biologis Fe dan Zn, sementara sari buah jambu hanya dapat mempertahankan ketersediaan biologis Fe.

Kata kunci: Ketersediaan biologis, Fe, Zn, Na_2EDTA

KATA PENGANTAR

Rasa Syukur selalu kami panjatkan kepada Tuhan YME atas kekuatan yang telah dilimpahkan kepada kami, sampai terselesainya karya tulis ini yang berjudul “Peningkatan Ketersediaan Biologis Besidan Seng pada Produk Olahan Terigu dengan Penambahan Na₂EDTA sebagai Upaya untuk Menurunkan Prevalensi Defisiensi Zat Gizi Mikro di Indonesia”.

Maksud disusunnya karya tulis ini adalah untuk mengikuti Program Kreativitas Mahasiswa Penelitian (PKM-P) yang diadakan oleh DIKTI. Melalui karya program ini penulis ingin memberikan solusi untuk menurunkan prevalensi defisiensi zat gizi mikro melalui pemanfaatan kebijakan pemerintah untuk fortifikasi pada terigu.

Ucapan terima kasih dan penghargaan kami sampaikan kepada bapak Dr. Rimbawan selaku dosen pendamping yang telah memberikan banyak bimbingan dan arahan kepada kami dalam kegiatan program ini. Tidak lupa kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan kepada kami.

Kami menyadari terdapat banyak kekurangan dalam penulisan laporan akhir ini. Oleh karena itu, saran dan kritik dari para pembaca yang membangun sangat kami harapkan. Semoga karya tulis ini ada guna manfaatnya bagi bangsa dan negara kita.

Bogor, 27 Juli 2013

Tim Penyusun

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Fortifikasi besi dan seng yang umum saat ini berupa FeSO_4 dan ZnSO_4 . Pada penelitian Hettiarachchi *et al.* (2004) disebutkan bahwa fortifikan dalam bentuk tersebut memiliki ketersediaan biologis yang lebih rendah dibandingkan saat ditambahkan Na_2EDTA pada tepung beras. Na_2EDTA merupakan senyawa yang tahan panas dan sering digunakan sebagai bahan tambahan pangan untuk mencegah ketengikan dan pengawet bahan pangan. Selain itu, Na_2EDTA (disodium etilendiamin tetraasetat) dapat secara mudah mengkelat atau mengikat zat besi yang terlarut dalam lambung dan usus (Palupi 2008). Oleh karena itu, perlu adanya penelitian untuk mengetahui pengaruh penambahan senyawa Na_2EDTA , jenis pengolahan, dan jenis minuman pendamping terhadap ketersediaan biologis besi dan seng produk olahan terigu.

Perumusan Masalah

Perumusan masalah dalam pelaksanaan program kegiatan mencakup beberapa hal sebagai berikut:

1. Masih cukup tingginya prevalensi defisiensi zat gizi mikro.
2. Menurunnya ketersediaan biologis besi dan seng akibat pengolahan terigu fortifikasi yang tidak tepat.
3. Bagaimana meningkatkan ketersediaan biologis Fe dan Zn pada produk olahan terigu fortifikasi
4. Bagaimana pengaruh penambahan Na_2EDTA terhadap ketersediaan biologis Fe dan Zn pada terigu fortifikasi.
5. Bagaimana pengaruh penambahan Na_2EDTA terhadap ketersediaan biologis Fe dan Zn pada produk olahan terigu fortifikasi.
6. Bagaimana menentukan pengolahan yang tepat untuk optimalisasi ketersediaan biologis Fe, dan Zn pada produk olahan terigu fortifikasi.

Tujuan Program

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh penambahan Na_2EDTA pada produk olahan terigu serta pengaruhnya terhadap penambahan berbagai macam minuman.

Luaran yang Diharapkan

Dari penelitian ini diharapkan terjadi peningkatan ketersediaan biologis besi dan seng pada produk olahan terigu yang ditambahkan Na_2EDTA baik yang dikombinasikan dengan minuman maupun tidak.

Kegunaan Program

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi pertimbangan kebijakan pemerintah dan industri agar melakukan penambahan Na_2EDTA pada terigu fortifikasi sebagai upaya untuk menurunkan prevalensi defisiensi zat gizi mikro dan meningkatkan gizi masyarakat Indonesia.

TINJAUAN PUSTAKA

Ketersediaan Biologis Zat Besi

Latunde dan Neale (1986), menyatakan bahwa ketersediaan biologis zat besi diartikan sebagai jumlah zat besi dari bahan pangan yang ditransfer dari lumen usus ke dalam darah. Ketersediaan biologis zat besi dipengaruhi oleh kebutuhan gizi seseorang. Umur, jenis kelamin, kondisi fisiologis (kehamilan dan menyusui, masa bayi dan remaja), status zat besi individu, dan penyakit dapat mempengaruhi kebutuhan zat besi seseorang (Khoiriyah 2011). Selain itu, terdapat faktor pendorong dan faktor penghambat absorpsi serta kandungan zat besi dan bentuk kimianya (Latunde & Naele 1986).

Zat besi heme dan non heme juga memiliki perbedaan dalam ketersediaan biologisnya. Zat besi heme memiliki ketersediaan biologis yang tinggi, yaitu sekitar 15-30 persen, karena diserap secara utuh dalam cincin profirin dan tidak terekspos ligan-ligan penghambat (pengikat) yang ada dalam makanan. Zat besi non heme dalam bahan pangan masuk ke dalam pool yang mudah dipertukarkan (*exchangeable pool*). Pool ini menyebabkan adanya efek dari ligan-ligan pendorong dan penghambat, baik langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu hanya 2-20 persen besi non heme yang dapat diserap, tergantung pada ligan dan status besi seseorang (Hallberg 1988).

Ketersediaan Biologis Seng

Banyaknya seng yang diabsorpsi berkisar antara 15-40 persen. Seperti halnya besi, absorpsi seng dipengaruhi oleh status seng tubuh. Bila lebih banyak seng yang dibutuhkan, lebih banyak pula jumlah seng yang diabsorpsi (Tanjung 2002). Serat dan fitat menghambat penyerapan seng, sebaliknya protein histidin membantu absorpsi seng. Tembaga dalam jumlah melebihi kebutuhan juga dapat menghambat penyerapan seng (almatsier 2001).

Penghambat organik penyerapan seng adalah fitat dan komponen serat makanan, termasuk hemiselulosa dan lignin. Penghambat penyerapan seng oleh fitat nampaknya melalui gabungan antara zink dan fitat untuk membentuk suatu kompleks yang tidak dapat larut. Produk-produk reaksi Maillard dan senyawa asam amino fitat yang terbentuk selama pengolahan makanan atau pemasakan dapat juga menghambat penyerapan seng (Sandstead & Evans 1988).

Nilai albumin dalam plasma merupakan penentu utama penyerapan seng. Albumin merupakan alat transport utama seng. Absorpsi seng menurun bila albumin darah menurun, misalnya dalam keadaan gizi kurang atau kehamilan (Almatsier 2001). Menurut Muchtadi dan Palupi (1992), ketersediaan seng secara biologis ditentukan berdasarkan kekuatan seng yang terikat pada protein.

Na₂EDTA

Na₂EDTA merupakan senyawa yang tahan panas dan sering digunakan sebagai bahan tambahan pangan untuk mencegah ketengikan dan pengawet bahan pangan. Selain itu, Na₂EDTA (disodium etilendiamin tetraasetat) dapat secara mudah mengkelat atau mengikat zat besi yang terlarut dalam lambung dan usus. Na₂EDTA meningkatkan penyerapan zat besi hingga dua atau tiga kali lipat pada bahan pangan yang mengandung senyawa inhibitor dalam jumlah tinggi, dengan catatan zat besi berasal dari sumber yang mudah larut dalam air (misalnya ferro sulfat) (Palupi 2008)

Menurut Hettiarachchi *et al* (2004), ketersediaan biologis Fe dan Zn pada tepung beras setelah ditambah FeSO₄ dan Na₂EDTA meningkat secara signifikan. Berdasarkan konsentrasi Fe pada tepung beras fortifikasi (60 mg/kg)

ditambah Na₂EDTA, anak-anak dapat menyerap 92 mikrogram zat besi dari 25 g tepung beras yang dikonsumsi. Davidson *et al* (1994) melakukan studi efek EDTA terhadap penyerapan Zn pada wanita yang mengkonsumsi terigu fortifikasi mengakibatkan penyerapan Zn meningkat sebesar 60,3 %. Pemberian Na₂EDTA yang aman ada pada perbandingan rasio molar Fe:Na₂EDTA 1:1 (Hurrell *et al*. 2000).

Pengolahan Terigu

Di Indonesia, terigu secara umum diolah dengan cara dikukus, digoreng, dan dipanggang. Kerusakan zat gizi berlangsung secara berangsur-angsur tergantung dari proses pengolahannya. . Faktor yang paling berpengaruh terhadap tingkat kerusakan pada pengolahan dengan panas adalah lama waktu dan suhu pemanasan. Pemanasan dapat mengurangi daya tarik-menarik antara molekul-molekul air dan akan memberikan cukup energi pada molekul-molekul air tersebut sehingga dapat mengatasi daya tarik menarik antar molekul dalam bahan pangan tersebut, oleh karena itu daya kelarutan mineral pada bahan yang melibatkan ikatan hidrogen akan meningkat dengan meningkatnya suhu (Winarno 2008).

Perubahan yang terjadi selama proses pengukusan antara lain adalah karbohidrat akan mengalami sedikit perubahan warna, pati akan tergelatinasi membentuk struktur jaringan yang kokoh, protein akan mengeras karena mengalami koagulasi.

Menggoreng adalah suatu proses untuk memasak bahan pangan menggunakan minyak lemak atau minyak pangan. Dalam penggorengan, minyak goreng berfungsi sebagai medium penghantar panas (Ketaren 1986). Proses pemasakan ini dapat berubah atau tidak merubah karakter bahan pangan, tergantung dari bahan pangan yang digoreng. Permukaan lapisan luar akan berwarna coklat keemasan akibat penggorengan. Timbulnya warna pada permukaan bahan disebabkan oleh reaksi *browning* (Ketaren 1986).

Proses pemanggang roti merupakan langkah terakhir dan sangat penting dalam memproduksi roti. Melalui suatu penghantar panas, suatu massa adonan akan diubah menjadi produk yang ringan dan mudah dicerna (Desrosier 1988). Nampaknya tak ada susut vitamin yang berarti dalam tahap pencampuran, fermentasi, dan pencetakan (Harris dan Karmas, 1989).

METODE

Secara umum penelitian ini dilaksanakan dalam dua tahapan, yaitu tahap penelitian pendahuluan dan penelitian lanjutan. Berikut adalah metode penelitian ini.

A. Penelitian Pendahuluan

1. Penetapan jumlah Na₂EDTA yang ditambahkan

Menurut Hurrell *et al*. (2000) jumlah Na₂EDTA efektif yang ditambahkan berdasarkan perbandingan Molar Na₂EDTA dengan Molar Besi (Fe), yaitu 1:1. Berikut perhitungannya:

$$\begin{aligned} \text{Kandungan Fe / 1 Kg terigu} &= 0,0052 \text{ gram} \\ \text{Molaritas Fe} &= \frac{0,0052/55,8}{L} \\ &= 0,00093/L \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Molaritas Na}_2\text{EDTA} &= \frac{x/336}{L} \\ M \text{ Na}_2\text{EDTA} : M \text{ Fe} &= 1:1 \\ \text{Jumlah Na}_2\text{EDTA} &= 0,00093 \times 336 = 0,31312 \text{ g} = 313,12 \text{ mg/Kg} \end{aligned}$$

2. Pengolahan terigu

Pengolahan terigu pada penelitian ini menggunakan satu adonan dengan bahan dasar yang sama, yaitu terigu, gula, telur, air, margarin, ragi, dan garam. Kemudian adonan tersebut diolah dengan tiga cara pengolahan yang berbeda, yaitu goreng (donat), kukus (bakpao), dan panggang (roti).

3. Penetapan standar cara pembuatan dan penyajian minuman

a) AMDK

Tersedia dalam kemasan siap saji (gelas) 240 mL. Kemasan aseptik dibuka dengan menancapkan sedotan pada bagian atas gelas.

b) Susu

Tersedia dalam kemasan siap saji (*tertra pack*) 200 mL. Kemasan aseptik dibuka dengan menancapkan sedotan pada bagian atas gelas.

c) Sari buah jambu

Tersedia dalam kemasan siap saji (*tertra pack*) 200 mL. Kemasan aseptik dibuka dengan menancapkan sedotan pada bagian atas gelas.

d) Air Teh

Teh celup merk Sari Wangi dicelupkan selama 5 menit. Ditambah 10 gram gula dan diaduk 10 kali searah jarum jam menggunakan sendok.

4. Perhitungan perbandingan donat (g), bakpao (g), roti (g) dan minuman (mL) pada berbagai jenis kombinasi

Berikut adalah asumsi Muslihah (2011) yang digunakan pada perhitungan perbandingan kudapan (g) dan minuman (mL) berbagai jenis kombinasi:

- Kebutuhan energi rata-rata per hari adalah 2000 Kal, dimana 20% kebutuhan energi (2000 Kal) dapat dipenuhi dari 2 x konsumsi kudapan.
- Kebutuhan air rata-rata per hari adalah 2000 mL, dimana kebutuhan air tersebut dapat dipenuhi dari berbagai jenis minuman.
- Takaran saji atau URT (Ukuran Rumah Tangga) 1 gelas belimbing minuman adalah 200 mL.
- Takaran saji kudapan dihitung berdasarkan rumus:

$$\text{Takaran saji kudapan (g)} = \frac{10 \% \times 2000 \text{ Kal} \times 100\text{g}}{\text{Rata-rata Kal per 100 g kudapan (Kal)}}$$
- Perbandingan takaran saji pada campuran antara kudapan dan minuman adalah 1 : 1.

B. Penelitian Lanjutan

1. Analisis Kimia Produk Olahan Terigu

Analisis kimia yang dilakukan meliputi kadar air (AOAC 1995), kadar abu (AOAC 1995), kadar protein metode kjeldahl (AOAC 1995), kadar lemak (AOAC 1995), dan kadar karbohidrat *by different* (Winarno 1997).

2. Analisis Ketersediaan Biologis Besi dan Seng (Roig *et al.* 1999)

Mineral sampel dihirolisis dari ikatannya dengan protein menggunakan enzim-enzim pencernaan yang terdapat di lambung dan usus halus. Mineral bebas yang terdapat dalam larutan sampel akan berdifusi melalui membran semipermeabel ke dalam kantung dialisis yang berisi buffer NaHCO_3 . Mineral dalam dialisis menunjukkan jumlah mineral yang diserap tubuh.

3. Pengolahan dan Analisis Data

Data hasil analisis diolah menggunakan program Ms. Excel 2010 dan SPSS ver.16 for Windows dengan uji T dan uji sidik ragam. Uji T dan uji sidik ragam dilakukan pada data analisis untuk mengetahui pengaruh pada setiap perlakuan dalam pengolahan terigu. Jika hasil yang diperoleh berbeda nyata akan dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan.

PELAKSANAAN PROGRAM

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama empat bulan, yaitu mulai Maret 2013 sampai dengan Juni 2013 di Laboratorium Percobaan Makanan dan Laboratorium Analisis Zat Gizi, Departemen Gizi Masyarakat, Fakultas Ekologi Manusia, Institut Pertanian Bogor.

Jadwal Faktual Pelaksanaan

No	Kegiatan	Maret				April				Mei				Juni			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Studi pustaka																
2	Pembelian bahan baku																
3	Persiapan laboratorium																
4	Pengolahan sampel																
5	Analisis kadar air																
6	Analisis kadar protein																
7	Analisis kadar abu																
8	Analisis kadar lemak																
9	Analisis kadar karbohidrat																
10	Analisis ketersediaan Fe dan Zn																
11	Konsultasi dosen pembimbing																
12	Pengolahan data																
13	Pembuatan laporan																

Instrumen Pelaksanaan

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah terigu yang banyak dikonsumsi masyarakat dengan kadar protein tinggi dan telah difortifikasi. Bahan kedua yang digunakan adalah Na₂EDTA. Bahan-bahan kimia yang digunakan untuk analisis ketersediaan biologis adalah HCl 1N, air bebas ion, HCl 0,1N, pepsin (Sigma P-7000), pankreatin (sigma P-1750), ekstrak bile (Sigma B-8631), NaHCO₃, NaOH, asam oksalat, dan HCl pekat.

Alat-alat yang digunakan untuk analisis ketersediaan biologis adalah wadah untuk merendam peralatan gelas, labu ukur (25 ml, 250 ml, 500ml), pipet mohr, pipet volumetrik, gelas ukur (100 ml, 250 ml), timbangan, cawan pengabuan, blender, pH meter, botol gelas, erlenmeyer, tabung reaksi, botol semprot, buret, gelas pengaduk, plastik, karet hisap, karet gelas, benang, kantung dialisis (Spectrapor I, 6000-8000 MWCO (Fisher No. 08-670C)), freezer, gunting, penangas air, dan *magnetic stirrer*.

Rekapitulasi Rancangan dan Realisasi Biaya

Biaya untuk analisis Ketersediaan Biologis					
Nama Bahan	Harga Bahan (Rp)	Jumlah Sampel	Jumlah Analisis	Bahan digunakan	Jumlah Harga (Rp)
Kantung Dialisis	12.000.000 /30 m	36	36	12 cm /analisis	1.728.000
Asam Nitrat	679.000 /2500 ml	36	36	30 ml/analisis	293.328
Asam Sulfat	478.000 /2500 ml	36	36	30 ml/analisis	206.496
Air Bebas Ion	20.000 /L	36	36	500 ml	360.000
Kertas Whatman 42	350.000 /100 kertas	36	36	1 kertas	126.000
NA ₂ EDTA	1.258.000 /250 g	36	-	1 g	1.258.000
Membaca AAS (Total mineral)	20.000/ analisis	36	72	-	1.440.000
Membaca AAS (Bioavailabilitas)	20.000 / analisis	36	72	-	1.440.000
Lain-lain	50.000/ sampel	36	36	-	1.800.000
Biaya untuk analisis Kimia					
Kadar air	20.000/ sampel	12	12	-	240.000
Kadar abu	20.000/ sampel	12	12	-	240.000
Kadar protein	30.000/ sampel	12	12	-	360.000
Kadar lemak	30.000/ sampel	12	12	-	360.000
Bahan untuk Pembuatan Produk Olahan Terigu					
Terigu (Cakra Kembar)	11.900 /kg	36	-	4 kg	47.600
Gula (Gulaku)	14.300 /kg	36	-	2 kg	28.600
Ragi (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>)	3000 /bungkus	36	-	8 bungkus	24.000
Garam	3.900 /bungkus	36	-	1 bungkus	3.900
Margarin (Blue Band)	5.500 /bungkus	36	-	2 bungkus	11.000
Telur	19.000 /kg	36	-	1 kg	19.000
Minyak Goreng	12.200 /L	36	-	1 L	12.200
Gas	16.000 /3kg	36	-	3 kg	16.000
Kopi (Indocafe)	7.000 /pak	6	-	2 pak	14.000
Susu (Ultra Milk)	3.500 /kemasan	6	-	6 kemasan	21.000

Sari buah Jambu (Buavita)	3.500 /kemasan	6	-	6 kemasan	21.000
AMDK (Aqua)	500 /kemasan	6	-	6 kemasan	3.000
Lain-lain	-	-	-	-	250.000
Total					10.323.124

HASIL DAN PEMBAHASAN

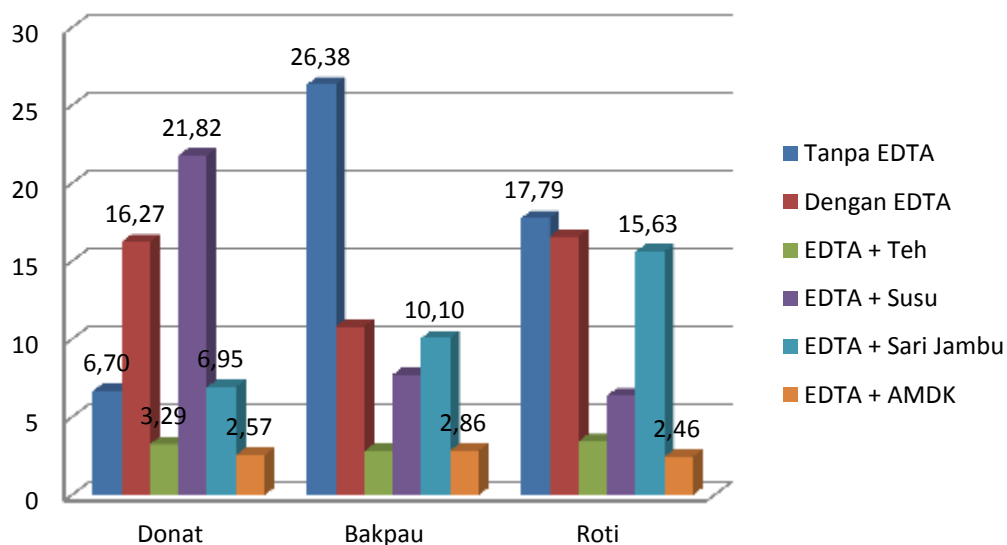
Analisis sifat kimia penelitian ini menunjukkan bahwa terjadi perbedaan nyata antar pengolahan pada kadar air, lemak, dan karbohidrat. Berikut data hasil analisis sifat kimia ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji sifat kimia

Kode	Kadar Air (%)	Kadar Protein (%)	Kadar Abu (%)	Kadar Lemak (%)	Kadar karbohidrat (%)
Donat	27,5426	8,2171	0,4845	7,1603	56,5954
Bakpao	35,3541	8,2554	0,4719	1,5858	54,3327
Roti	28,3434	8,4941	0,5622	2,8325	59,7677
P	0,002	0,155	0,120	0,000	0,025

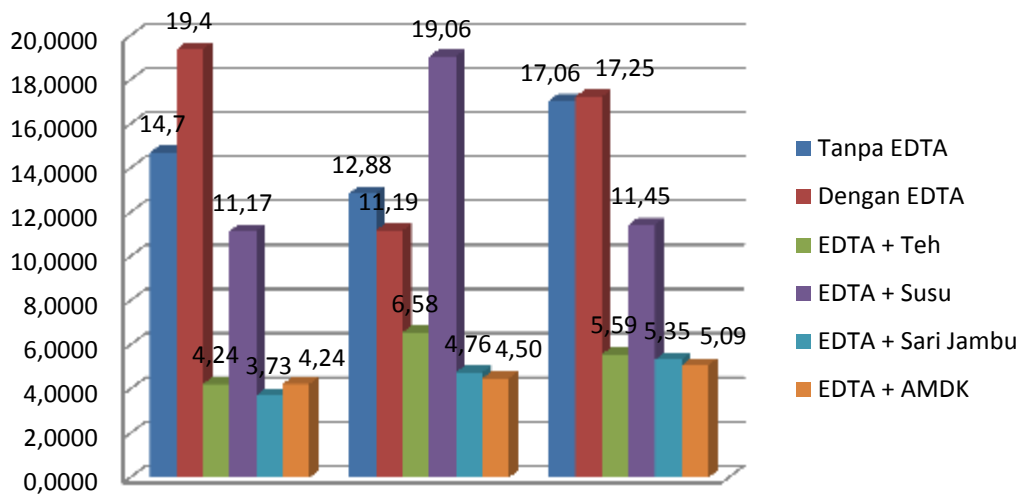
Berdasarkan uji lanjut duncan pada kadar air, donat dengan bakpao tidak berbeda nyata, tetapi keduanya berbeda nyata dengan roti. Kadar lemak pada bakpao dan roti tidak berbeda nyata, tetapi keduanya berbeda nyata dengan donat.. Kadar karbohidrat pada bakpao berbeda nyata dengan roti.

Bioavailabilitas Fe



Gambar 1. Grafik hasil uji bioavailabilitas Fe

Bioavailabilitas Zn



Gambar 2. Grafik hasil uji bioavailabilitas Zn

Berdasarkan *Independent t-test*, bioavailabilitas Fe dan Zn antara produk olahan terigu tanpa Na_2EDTA dan dengan Na_2EDTA tidak berbeda nyata ($p > 0,05$). Hasil penelitian Hettiarachchiet *et al.* (2004) menunjukkan bahwa peningkatan ketersediaan biologis Fe dan Zn setelah ditambah Na_2EDTA berkisar antara 2-4%. Sesuai dengan penelitian ini, pada produk olahan terigu yang digoreng (donat) terjadi peningkatan sebesar 9,6% (Gambar 1) untuk besi dan 4,6% (Gambar 2) untuk Zn, walaupun tidak berbeda nyata. Hal ini diduga karena adanya kerusakan protein pada proses penggorengan, sehingga terjadi pengkelatan antara Na_2EDTA dengan mineral yang sebelumnya terikat oleh protein. Kerusakan protein terbesar diduga terjadi pada proses penggorengan dikarenakan penggorengan menggunakan suhu paling tinggi dibandingkan dengan dua jenis pengolahan lainnya, yaitu 200-205°C, sementara pengukusan menggunakan suhu 96-98°C, dan pemanggangan menggunakan suhu 160°C.

Berdasarkan *Independent T-Test*, ketersediaan biologis Fe dan Zn antara produk olahan terigu + Na_2EDTA tanpa dan dengan campuran minuman teh dan AMDK berbeda nyata ($p < 0,05$). Senyawa Na_2EDTA tidak dapat mempertahankan ketersediaan biologis Fe dan Zn dari inhibitor yang terkandung dalam minuman teh. Polifenol (tanin) pada teh merupakan inhibitor yang sangat kuat untuk menurunkan penyerapan Fe (Hurrel *et al* 1999). Konsumsi teh pada *low extraction wheat roll* yang difortifikasi NaFeEDTA dapat menurunkan penyerapan besi dari 11,5% hingga 1,86%. Hasil penelitian Solomons *et al* (1979) menyebutkan NaFeEDTA yang difortifikasi pada gula yang dimasukkan kedalam kopi dan teh yang diberikan orang Guatemala, tidak dapat memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan penyerapan seng.

Produk olahan terigu + Na_2EDTA yang dicampur dengan AMDK memiliki ketersediaan biologis Fe dan Zn yang rendah. Hal ini diduga karena adanya kandungan kalsium dan fosfor pada AMDK yang menghambat ketersediaan biologis Fe dan Zn besi. Muslihah (2011) menyebutkan kandungan kalsium dan fosfor pada AMDK sebesar 12,84 mg/100g dan 6,95 mg/100g.

Ketersediaan biologis Fe dan Zn pada produk olahan terigu + Na_2EDTA yang tanpa dan dengan dicampur susu tidak berbeda nyata ($p > 0,05$). Asam amino

yang terdapat pada susu merupakan enhancer penyerapan Fe dan Zn. Sistein merupakan asam amino yang paling kuat dan efektif dalam menghambat ikatan besi-fiber (Reinhold *et al.* 1981).

Ketersediaan biologis Fe pada produk olahan terigu + Na₂EDTA yang tanpa dan dengan dicampur sari buah jambu tidak berbeda nyata ($p > 0,05$). Sari buah jambu mengandung vitamin C (asam askorbat) yang tinggi yaitu 103,5 mg/250ml. Troesch *et al.* (2011) menyebutkan penyerapan besi pada 16 wanita yang diberikan pangan yang telah difortifikasi ferro sulfat yang ditambah asam askorbat lebih besar 35% daripada yang ditambah dengan NaFeEDTA.

Ketersediaan biologis Fe pada produk olahan terigu + Na₂EDTA yang tanpa dan dengan dicampur sari buah jambu tidak berbeda nyata ($p > 0,05$). vitamin C (asam askorbat) yang terdapat pada sari buah jambu tidak dapat mempertahankan bioavailabilitas seng. Namun berbeda dengan hasil penelitian Lonnerdal (2000) menyatakan bahwa asam amino, EDTA, dan asam organik (asam askorbat) dapat memberikan efek positif terhadap peningkatan penyerapan seng.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hasil penelitian ini menunjukkan terjadi perbedaan yang nyata ($p < 0,05$) pada kadar air, lemak, dan karbohidrat antar pengolahan terigu. Sementara itu, tidak terjadi perbedaan ketersediaan biologis Fe dan Zn yang nyata pada produk olahan terigu yang ditambah Na₂EDTA ataupun yang tidak ditambahkan Na₂EDTA. Walaupun begitu, terjadi peningkatan nilai ketersediaan biologis Fe dan Zn pada produk olahan terigu yang digoreng setelah ditambah Na₂EDTA sebesar 10,6% untuk Fe dan 4,6% untuk Zn.

Ketersediaan biologis Fe dan Zn antara produk olahan terigu + Na₂EDTA tanpa dan dengan campuran minuman teh dan AMDK berbeda nyata ($p < 0,05$). Sementara itu, ketersediaan biologis Fe dan Zn pada produk olahan terigu + Na₂EDTA yang tanpa dan dengan dicampur susu tidak berbeda nyata ($p > 0,05$). Berbeda dengan ketersediaan biologis Fe, ketersediaan biologis seng produk olahan terigu + Na₂EDTA tanpa dan dengan dicampur sari buah jambu berbeda nyata ($p < 0,05$).

Saran

Untuk melihat efek peningkatan ketersediaan biologis akibat penambahan Na₂EDTA, akan lebih baik bila dilakukan premix terlebih dahulu antara fortifikan dengan Na₂EDTA sehingga pengkelatan mineral dapat terjadi dengan lebih baik. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai *cost effectiveness* dari penambahan Na₂EDTA dalam upaya penurunan defisiensi zat gizi mikro di Indonesia melihat peningkatan yang terjadi pada penelitian ini relatif kecil bila Na₂EDTA langsung ditambahkan pada terigu fortifikasi saat dilakukan pengolahan. Oleh karena itu, Na₂EDTA belum dapat dijadikan bahan tambahan pangan untuk meningkatkan ketersediaan biologis Fe dan Zn.

DAFTAR PUSTAKA

Almatsier S. 2001. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

- Davidson L, Kastenmayer P, Hurrell RF. (1994). Sodium iron EDTA [NaFe(III)EDTA] as a food fortificant: the effect on iron deficiency anemia and serum zinc. *Am J Clin Nutr.* 3:69-71. Halberg L. 1988. Ketersediaan biologis Nutrient Density: An New Concept Applied in The Interpretation of Food Iron Absorption Data. *Am. J. Clin. Nutr.* 34: 2242-2247.
- Hettiarachchi M, Hilmer DC, Liyanage C, Abraham SA. 2004. Na₂EDTA enhances the absorption of iron and zinc from fortified rice flour in Sri Lankan children. *J. Nutr.* 134: 3031-303
- Hurrell RF. 2000. An evaluation of EDTA compounds for iron fortification of cereal-based foods. *J. Nutr.* 84: 903-910.
- Ketaren S. 1986. Minyak dan Lemak Pangan. UI-Press. Jakarta
- Khoiriyah R.A. 2011. Ketersediaan biologis Zink dan Zat Besi pada Berbagai Proses Pengolahan Sayur Daun Torbangun Sebagai Bagian Menu Makanan Ibu Menyusui [Tesis]. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Latunde-Dada dan Neale R.J. 1986. Availability of Iron From Food. *Journal of Food Technology.* 21:255-68.
- Palupi NS. 2008. Fortifikasi zat besi. (terhubung berkala) www.foodrivew.biz/login/preview.php?view&id=56100 [12 Okt 2012].
- Sandstead H.H. dan G.W. Evans. 1998. Seng. Dalam R.E. Olson, H.P. Broquist, C.O. Chichester, W.J. Darby, A.C. Kolbye, Jr. & R.M. Stalvey (Eds.), *Mineral* (A.H. Nasution, penerjemah). Jakarta: Gramedia.
- Winarno F.G.. 2008. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Muslihah A. 2011. Bioavailabilitas Kalsium dan Zat Besi *In Vitro* Cookies Pati Garut (*Maranta arundinaceae L*) dengan Penambahan Torbangun (*Coleus amboinicus Lour*) Pada Berbagai Minuman. [Skripsi]. Departemen Gizi Masyarakat, Fakultas Ekologi Manusia, IPB.
- Reinhold JG, Garcia JS, Garzon P. 1981. Biding of iron by fiber of wheat and maize. *Am J. Clin Nutr.* 34: 1384-1391.
- Solomons NW, Jacob RA, Pineda O, Viteri FE. 1979. Studies on the bioavailability of zinc in man, effects of the Guatemalan rural diet and of the iron-fortifying agent, NaFeEDTA. *J. Nutr.* 109: 1519-1528.
- Troesh B, Egle I, Zeder C, Hurrell RF, Zimmermann MB. 2011. Fortification iron as ferrous sulfate plus ascorbic acid is more rapidly absorbed than as sodium iron EDTA but neither increase serum nontransferrin-bound iron in women. *J. Nutr* 141: 822-827.
- Lonnerdal B. 2000. Dietary factors influencing zinc absorption. *J. Nutr.* 130:1378-1383.

LAMPIRAN



Gambar 3. Sterilisasi alat menggunakan HCl



Gambar 4. Pembacaan AAS