

PENGARUH LEMON KALAMANSI (*Citrus microcarpa*) TERHADAP KOMPOSISI KIMIA DAN FITOKIMIA ANTIOKSIDAN DARI TEPUNG PISANG GOROHO (*Musa spp.*)

Edi Suryanto¹, Lidya Irma Momuat¹, Mercy Taroreh² dan Frenly Wehantouw³

¹Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sam Ratulangi Manado

²Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian
Universitas Sam Ratulangi Manado

³Jurusan Farmasi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sam Ratulangi Manado

Diterima 29-02-2011; Diterima setelah direvisi 01-03-2011; Disetujui 09-03-2011

ABSTRACT

Suryanto et al., 2011. Effect of callamansi citrus (*Citrus microcarpa*) on chemical composition and antioxidant phytochemical of Goroho (*Musa spp.*) banana flour.

The objective of this research was to study chemical composition and measured antioxidant activity of goroho banana flour which immersed with callamansi. The goroho banana was soaked with water, callamansi and sodium methabisulfit for 60 minute. Furthermore, each flour were analyzed its phytochemical such as, proximate analysis, total phenolic content, flavonoid, condensed tannin, carotenoid, ascorbic acid, total antioxidant using titration and spectrophotometer method. The results showed that callamansi addition of 1% was the best treatment for banana flour. The product had content of moisture, ash, fat, protein, fiber and carbohydrate were 4.29 ± 0.01 ; 3.74 ± 0.02 ; 3.03 ± 2.04 ; 1.47 ± 0.57 ; 4.75 ± 0.57 and 85.70 ± 0.59 , respectively. The banana flour soaked with callamansi for 60 minute had phenolic, flavonoid, condensed tannin total content were 55.82 ± 0.01 ; 6.27 ± 0.08 and 36.50 ± 0.24 mg/kg, respectively. Whereas ascorbic acid and carotenoid total content of goroho banana flour were 51.92 ± 3.73 and 6.36 ± 1.13 mg /kg sample, respectively. Total antioxidant of banana flour extract soaked with callamansi shows high activity compared without soaked and soaked with sodium methabisulfit for 60 minute. The results showed that banana flour immersed with calamansi extract and sodium metabisulfit possess different proximate composition ($p < 0.05$). Banana immersed with calamansi extract appears to increase phenolic, flavonoid, condensed tannin, ascorbic acid content as well as the capacity antioxidant of banana flour.

Keywords : goroho banana, proximate, flour, callamansi, antioxidant phytochemical

PENDAHULUAN

Pisang goroho merupakan salah satu jenis pisang olahan (*Musa paradisiaca forma typica*) varietas lokal yang belum banyak dikenal masyarakat diluar Sulawesi. Bila melihat keunikan buahnya yang dimiliki dan bioaktivitasnya, bukan mustahil pisang ini dapat menjadi salah satu buah yang berpotensi untuk diversifikasi pangan, makanan fungsional dan merebut peluang pasar ekspor. Masyarakat di Sulawesi Utara biasa mengkonsumsi pisang ini setelah direbus dan dimakan bersama-sama dengan ikan bakar dan sayur, hal ini dikarenakan jenis pisang ini berasa tawar atau tidak manis ketika dikonsumsi. Selain itu, berdasarkan pengamatan di masyarakat Minahasa, pisang goroho dianjurkan untuk dikonsumsi oleh penderita penyakit diabetes militus.

Pengolahan pisang menjadi tepung pisang telah banyak dilakukan, diantaranya tepung pisang kapok, nangka, pisang uli, tanduk dan lain-lain (Rahmawati et al., 2003). Pada umumnya buah pisang

mudah mengalami pencoklatan setelah dikupas karena mengandung enzim polifenolase sehingga dalam pembuatan tepung pisang sering dilakukan perendaman buah pisang tua dalam larutan asam sitrat, vitamin C dan natrium metabisulfit. Natrium metabisulfit merupakan bahan kimia yang sering digunakan untuk mencegah terjadi reaksi pencoklatan karena natrium metabisulfit merupakan inhibitor yang kuat untuk mencegah terjadinya reaksi pencoklatan baik enzimatis maupun non enzimatis dalam berbagai bahan pangan. Namun demikian, ketiga bahan tersebut tidak mampu meningkatkan kandungan fitokimia yang bermanfaat bagi kesehatan. Selain itu, natrium metabisulfit dilaporkan bisa menyebabkan reaksi alergi pada orang yang sensitif sulfid, termasuk reaksi respiratori dalam *asthmatics*, *anaphylaxis* dan reaksi alergi lainnya pada individu yang sensitif (MSDS, 2005).

Masalah tersebut menunjukkan perlunya cara untuk mencari alternatif lain dalam pembuatan tepung pisang yang bermutu dan fungsional bagi manusia. Cara yang dapat digunakan adalah mencari bahan alam yang edible yang bisa berperan sebagai pencegahan pencoklatan dan sekaligus bisa berperan sebagai antioksidan. Lemon kalamansi (*Citrus microcarpa*) adalah salah satu anggota genus jeruk-jerukan (*Rutaceae*) yang banyak tumbuh di Sulawesi Utara. Kalamansi memiliki nilai ekonomis yang penting karena kaya akan fitokimia seperti vitamin C dan fenolik sehingga mampu menghambat reaksi pencoklatan dan bisa meningkatkan fitokimia antioksidan tepung pisang yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari komposisi kimia, kandungan fitokimia dan mengukur kapasitas antioksidan dari tepung pisang goroho yang direndam dengan lemon kalamansi.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah lemon kalamansi dan buah pisang goroho merah (*Musa spp*). Beberapa bahan kimia yang digunakan dalam penelitian berkualifikasi pro analisis yaitu etanol, natrium asetat anhidrat, natrium karbonat, besi (III) klorida, besi (II) sulfat, asam asetat, reagen Folin-Ciocalteu, asam askorbat diperoleh dari Merck (Darmstadt, Germany). 2,4,6-tri(pyridyl)-s-triazine (TPTZ), katekin dan 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) diperoleh dari Sigma Chemical Co. (St. Lois, MO). Asam galat dan kuersetin diperoleh dari Aldrich Chemical Co. (Milwaukee, Wisconsin). Alat yang digunakan adalah *water bath*, dan mikropipet, *vortex mixer*, timbangan analitik, oven, alat-alat gelas, evaporator, spektrofotometer UV-Vis (Milton Roy 501).

Pengambilan Sampel

Bahan yang digunakan kalamansi dengan umur panen \pm 90 hari yang diperoleh dari pasar lokal, dan bahan baku untuk tepung pisang adalah buah pisang goroho merah dengan umur panen \pm 90 hari sejak tanaman mengeluarkan bunga. Pisang diperoleh dari perkebunan rakyat di Kabupaten Minahasa, Sulawesi Utara.

Pembuatan Tepung Pisang Goroho

Buah pisang goroho dikupas dari kulitnya, kemudian dipotong-potong dengan ketebalan 2 mm, selanjutnya pisang direndam dalam larutan kalamansi (1%), natrium metabisulfit (0,1%) dan akuades sebagai

kontrol selama 60 menit. Pada akhir perendaman, potongan pisang goroho ditiris untuk menghilangkan airnya. Setelah air rendaman tidak menetes lagi, potongan pisang dikeringkan dalam oven pada suhu 65 °C selama 9 jam. Potongan pisang yang telah kering digiling dengan alat pengiling sampai didapatkan ukuran partikel 65 mesh. Selanjutnya disimpan dalam kantong-kantong plastik sebelum digunakan pada 5°C.

Ekstraksi tepung Pisang Goroho

Sebanyak satu gram tepung pisang goroho dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang dilapisi aluminium foil untuk menghindari cahaya, kemudian diekstraksi selama 24 jam dengan 5 mL pelarut etanol 80%, selanjutnya disentrifugasi (3000 rpm) selama 10 menit. Supernatannya ditepatkan kembali menjadi 5 mL dengan etanol 80% sehingga diperoleh ekstrak tepung pisang goroho. Selanjutnya ekstrak disimpan pada suhu 5 °C untuk persiapan analisis dan pengujian aktivitas

Analisa Proksimat, Kandungan Fenolik dan Kapasitas Antioksidan Tepung Pisang Goroho

Analisa proksimat meliputi kadar air, kadar abu, kadar lemak, serat, karbohidrat dan gula total dilakukan menurut AOAC (1984). Kandungan fenolik ditentukan dengan metode Jeong *et al.* (2005). Kandungan flavonoid menggunakan metode Meda *et al.* (2005). Kandungan tanin terkondensasi ditentukan menurut metode Julkunen-Tinto (1985). Kandungan vitamin C ditentukan dengan metode Jacobs (1987). Kandungan total karotenoid diukur dengan metode Gross (1991). Kapasitas antioksidan ditentukan menurut Halvorsen *et al.* (2002).

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis secara statistika untuk mendapatkan hubungan antar variabel yang diteliti. Hasil pengolahan data akan ditabulasikan ke dalam bentuk tabel dan grafik sehingga hasilnya dapat diuraikan dengan mudah. Analisis besarnya hubungan antar perlakuan menggunakan regresi. Analisis perbedaan menggunakan program statistika SPSS ver 17. Beda nyata antar perlakuan diuji menggunakan ANOVA (*Analysis of variance*) dengan $p < 0,05$. Jika terdapat beda nyata antar perlakuan, data diuji menggunakan *Duncan's multiple range test* (DMRT).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Proksimat Tepung Pisang Goroho

Buah pisang goroho yang digunakan untuk bahan sampel dalam penelitian ini adalah buah segar yang sudah tua dengan kadar air, yaitu 90,18%. Selanjutnya dikeringkan pada suhu 65 °C selama 9 jam. Setelah dikeringkan, digiling dan diayak menghasilkan tepung pisang yang berukuran 65 mesh. Analisis proksimat yang dilakukan meliputi kadar air, abu, protein, lemak, karbohidrat serat kasar dan gula total. Hasil analisis disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi proksimat tepung pisang goroho

Komponen	Kadar (%)
Air	3,49 ± 0,01
Abu	2,18 ± 0,03
Protein	3,0 ± 0,08
Lemak	0,35 ± 0,05
Serat	1,22 ± 0,11
Karbohidrat (<i>by different</i>)	89,76 ± 0,29
Total gula	1,97 ± 0,01

Data dinyatakan dalam rata-rata dan standar deviasi (SD) dari dua ulangan

Hasil analisis kadar air tepung pisang goroho (3,39%) lebih rendah dari tepung pisang kapok, nangka, ambon, raja, lampung dan siam yang memiliki kadar rata-rata kadar air adalah 6,70%. Analisis kadar karbohidrat (*by different*) menunjukkan bahwa tepung pisang goroho memiliki kandungan karbohidrat sebesar 89,76%. Hasil penelitian ini lebih tinggi jika dibandingkan umumnya kadar karbohidrat yang terdapat dalam beberapa jenis pisang olahan seperti kapok dan nangka (70,10-78,88%) (Prabawati *et al.*, 2008). Kadar abu tepung pisang goroho diperoleh

Kadar air

Perendaman buah pisang goroho segar dilakukan dengan lemon kalamansi dan natrium metabisulfit selama 60 menit. Selama perendaman akan terjadi difusi air perasan lemon kalamansi dan larutan natrium metabisulfit ke dalam bahan sehingga akan melarutkan molekul yang larut dalam air. Buah pisang goroho yang digunakan untuk bahan sampel dalam eksperimen ini adalah buah segar yang sudah tua dengan kadar air, yaitu 90,18%. Setelah dikeringkan, digiling dan diayak, TPLK menghasilkan tepung pisang yang mempunyai kadar air paling rendah diikuti dengan TPMBS dan kontrol, akan tetapi TPMBS dan kontrol tidak signifikan berbeda ($p > 0,05$). Hasil pengujian kadar air tepung pisang goroho disajikan dalam Tabel 2. Hasil analisis kadar air untuk

sebesar 2,18%. Hasil penelitian ini lebih rendah dibandingkan kadar abu tepung pisang hijau sebesar 3,40% (Kasiyu *et al.*, 1981). Dari tabel 1 di atas yang menarik untuk dicatat bahwa kadar total gula tepung pisang goroho cukup rendah dibandingkan umumnya pisang olahan yang dijadikan tepung. Selanjutnya, hasil penelitian Kasiyu *et al.* (1981) menyatakan bahwa kadar total gula (glukosa, fruktosa dan sukrosa) tepung pisang hijau sebesar 3,0% sedangkan gula total pisang goroho adalah 1,97%. Kadar lemak tepung pisang goroho (0,35%) yang ditemukan dalam penelitian ini berbeda dengan pisang hijau yaitu sebesar 0,2% (Kasiyu *et al.*, 1981)

Pengaruh Perendaman Lemon Kalamansi Terhadap Komposisi Proksimat Tepung Pisang Goroho

Rendemen

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa rendemen tepung pisang goroho dari ketiga jenis bahan perendam selama 60 menit. Rendemen tertinggi diperoleh dari tepung pisang metabisulfit (TPMBS) yaitu sebesar $36,16 \pm 0,78\%$ diikuti tepung pisang lemon kalamansi (TPLK) sebesar $35,80 \pm 1,80\%$ dengan waktu perendaman 60 menit sedangkan terendah terdapat pada kontrol sebesar $28,53 \pm 1,80\%$. Dari data ini memperlihatkan bahwa rendemen TPLK dan TPMBS dengan lama perendaman 60 menit tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p > 0,05$). Dari hasil ini dapat dilihat bahwa bahan perendaman natrium metabisulfit dan lemon kalamansi yang digunakan menunjukkan peningkatan rendemen dibandingkan kontrol (akuades) dengan lama waktu perendaman 60 menit.

kontrol, TPLK dan TPMBS berturut-turut adalah $5,85 \pm 0,01$; $4,29 \pm 0,01$ dan $5,82 \pm 0,07\%$. Menurut Badan Standarisasi Nasional Indonesia (BSNI: 01-3841-1995), kadar air tepung pisang dibagi 2 jenis tipe yaitu tipe A memiliki kadar air maksimum 5% sedang jenis tipe B maksimum 12%. Dari semua sampel uji, kadar air TPLK telah memenuhi syarat mutu jenis tepung pisang A dan B, sedangkan kontrol TPMBS termasuk jenis tipe B. Dengan demikian, rendahnya kadar air tepung pisang goroho akan memperpanjang umur simpannya. Suyitno *et al.* (1989) menyatakan bahwa daya simpan bahan lebih lama jika kadar air bahan relatif rendah karena dapat menghambat kerusakan enzim maupun mikroorganisme. Selain itu, penanganan bahan dan distribusinya akan lebih mudah karena beratnya yang lebih ringan dan bentuknya lebih ringkas.

Kadar abu

Abu merupakan kandungan total terhadap mineral yang ada pada bahan pangan. Mineral dalam abu berupa logam sulfat, fosfat, nitrat dan klorida. Hasil analisis terhadap kadar abu tepung pisang goroho diperoleh bahwa faktor lemon kalamansi dan natrium metabisulfit pada suhu 65 °C berpengaruh nyata terhadap kadar abu ($p < 0,05$). Data hasil pengamatan disajikan pada Tabel 2. Dari Tabel 2 terlihat bahwa dengan lama perendaman lemon kalamansi dan natrium metabisulfit semakin meningkatkan kadar abu dalam tepung pisang goroho. Hal ini disebabkan semakin lama waktu perendaman yang digunakan dapat menyebabkan adanya berbagai komponen abu mengalami dekomposisi sehingga akan berpengaruh terhadap banyaknya abu yang diperoleh. Selain itu, kandungan unsur mineral lemon kalamansi yang dapat diserap oleh pisang goroho juga lebih banyak dibandingkan kontrol ($p < 0,05$).

Kadar protein

Hasil analisis kadar protein tepung pisang yang direndam dengan lemon kalamansi dan natrium metabisulfit dapat dilihat pada Tabel 2. Perlakuan perendaman lemon kalamansi dan natrium metabisulfit dalam penelitian ini dapat menurunkan kandungan protein tepung pisang goroho. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan tanpa perendaman lemon kalamansi dan natrium metabisulfit memiliki kandungan protein yang tinggi yaitu $3,09 \pm 0,04\%$. Hasil penelitian ini sedikit lebih rendah bila dibandingkan dengan tepung pisang mentah yang kandungan proteinnya sebesar $3,8 \pm 0,0\%$ (Kasiyu *et*

al., 1981). Sebaliknya, perlakuan dengan perendaman lemon kalamansi dan natrium metabisulfit selama 60 menit menunjukkan kadar protein yang rendah, yaitu sebesar $1,47 \pm 0,57$ dan $1,40 \pm 0,23\%$. Hal ini disebabkan protein yang terdapat dalam tepung pisang goroho mampu bereaksi dengan lemon kalamansi yang mempunyai pH 3 atau adanya reaksi antara natrium metabisulfit dengan protein sehingga terjadinya degradasi pada protein dalam tepung pisang goroho. Sebaliknya, kadar protein kontrol (perendaman dengan air) menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$). Hal ini disebabkan perendaman dengan air tidak mengalami degradasi sehingga kadar protein selama 60 menit tidak memperlihatkan perubahan yang berarti.

Kadar lemak

Hasil analisis kadar lemak tepung pisang yang direndam dengan lemon kalamansi dan natrium metabisulfit dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan kontrol dan TPMBS memiliki kadar lemak yang berbeda secara signifikan selama perendaman 60 menit ($p < 0,05$). Dibandingkan dengan kontrol dan TPMBS perlakuan TPLK memiliki kandungan lemak yang lebih tinggi berkisar antara 3,03%. Hal ini mungkin disebabkan adanya komponen-komponen minyak atsiri (seperti limonen) yang terdapat pada lemon kalamansi yang ikut larut dalam pelarut lemak sehingga dapat memberi kontribusi pada pengukuran kadar lemak. Hasil penelitian ini menunjukkan perbedaan pada kadar lemak tepung pisang goroho tanpa adanya perlakuan yaitu sebesar 0,35% (Tabel 1).

Tabel 2. Komposisi proksimat tepung pisang goroho yang direndam dengan lemon kalamansi, natrium metabisulfit dan akuades

Jenis bahan perendaman	Komposisi					
	Air (%)	Abu (%)	Lemak (%)	Protein (%)	Serat (%)	Karbohidrat (%)
TPLK	$4,29 \pm 0,01^a$	$3,74 \pm 0,02^c$	$3,03 \pm 2,04^f$	$1,47 \pm 0,57^i$	$4,75 \pm 0,57^k$	$85,70 \pm 0,59^m$
TPMBS	$5,82 \pm 0,07^b$	$4,46 \pm 0,30^d$	$0,70 \pm 0,56^g$	$1,40 \pm 0,23^i$	$4,62 \pm 0,01^k$	$83,69 \pm 0,32^n$
Kontrol	$5,85 \pm 0,01^b$	$1,49 \pm 0,01^e$	$1,09 \pm 0,75^h$	$3,09 \pm 0,04^j$	$9,55 \pm 0,01^l$	$80,65 \pm 0,08^o$

Data dinyatakan dalam rata-rata dan standar deviasi (SD) dari dua ulangan. Data dengan *superscript* huruf yang sama dalam satu kolom berarti tidak berbeda nyata ($p < 0,05$). (TPLK: tepung pisang dengan lemon kalamansi; TPMBS: tepung pisang dengan natrium metabisulfit; kontrol: tepung pisang dengan akuades).

Kadar serat kasar

Serat bahan pangan adalah senyawa yang sebagian besar bersifat tidak larut dalam air dan tidak dapat dicerna oleh tubuh manusia, tetapi memiliki sifat positif bisa membantu proses metabolisme dalam

tubuh manusia. Serat pangan memiliki peran yang cukup penting, oleh karena itu serangkaian penelitian dilakukan untuk menganalisis kadar serat tepung pisang goroho yang direndam dengan lemon kalamansi. Hasil analisis serat kasar tepung pisang goroho yang diperlakukan dengan lemon kalamansi

dan natrium metabisulfit disajikan dalam Tabel 2. Hasil analisis kimia, pengaruh perendaman lemon kalamansi dan natrium metabisulfit terhadap serat kasar tepung pisang goroho tidak menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$). Akan tetapi berbeda dengan perendaman akuades (kontrol). Hasil analisis kadar serat berturut-turut adalah $9,55 \pm 0,01$; $4,75 \pm 0,57$ dan $4,62 \pm 0,01\%$.

Kadar karbohidrat (*by different*)

Hasil analisis karbohidrat tepung pisang yang direndam dengan akuades (kontrol), lemon kalamansi (TPLK) dan natrium metabisulfit (TPMBS) disajikan pada Tabel 2. Dari data ini diperoleh bahwa kadar karbohidrat kontrol semakin menurun dibandingkan perendaman dengan lemon kalamansi dan natrium metabisulfit selama perendaman 60 menit ($p < 0,05$). Hal ini akibat adanya reaksi antara pati tepung pisang dengan lemon kalamansi dan natrium metabisulfit. Dengan kata lain lemon kalamansi dan natrium metabisulfit berfungsi membantu ekstraksi pati dari jaringan, sehingga semakin lama perlakuan perendaman dengan natrium metabisulfit akan menurunkan kandungan karbohidrat produk akhir. Disamping itu, total karbohidrat berdasarkan karbohidrat *by different* sangat dipengaruhi oleh kadar abu, serat, protein dan lemak, sehingga dengan meningkatnya zat gizi tersebut dapat menurunkan kadar total karbohidrat.

Kandungan Fitokimia Tepung Pisang Goroho

Kandungan total fenolik

Skrening kandungan fitokimia dalam penelitian ini ditentukan berdasarkan kandungan fenolik dalam lemon kalamansi (1%) dan natrium metabisulfit (0,1%) disajikan dalam Tabel 3. Dari sampel yang diuji, perendaman dengan lemon kalamansi memiliki kandungan fenolik yang signifikan. Hasil ini mengindikasikan bahwa lemon kalamansi yang diuji kaya dalam fitokimia fenolik. Dari data secara kuantitatif menunjukkan bahwa kandungan total fenolik pada lemon kalamansi kelihatan sangat berbeda TPMBS dan kontrol selama perendaman 60 menit. Dari Tabel 3 menunjukkan bahwa TPLK lebih tinggi kandungan total fenolik daripada TPMBS dan kontrol ($p < 0,05$). Ini mengindikasikan bahwa efek perendaman dengan lemon kalamansi dapat meningkatkan kandungan fenolik seperti flavonoid dan polifenol. Lemon kalamansi yang digunakan dalam penelitian ini adalah lemon yang sudah layak dipanen. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa ekstrak lemon kalamansi memiliki waktu yang optimal untuk peningkatan kandungan total fenolik tepung pisang goroho selama 60 menit dibandingkan kontrol dan larutan natrium metabisulfit ($p < 0,05$). Hasil kandungan fenolik TPLK, TPMBS dan kontrol berturut-turut adalah $55,82 \pm 0,01$; $44,39 \pm 1,01$ dan $28,88 \pm 0,43$. Menurut Shahidi dan Nacz (1995) senyawa fenolik dalam tumbuhan mampu berperan sebagai antioksidan alami dalam menghambat radikal bebas.

Tabel 3. Kandungan fenolik, flavonoid, tannin terkondensasi, asam askorbat, karotenoid dari tepung pisang goroho

Jenis bahan perendaman	Komposisi				
	Fenolik (mg/kg)	Flavonoid (mg/kg)	Tanin terkondensasi (mg/kg)	Asam askorbat (mg/kg)	Karotenoid (mg/kg)
TPLK	$55,82 \pm 0,01^a$	$6,27 \pm 0,08^d$	$36,50 \pm 0,24^g$	$51,92 \pm 3,73^i$	$6,36 \pm 1,13^l$
TPMBS	$44,39 \pm 1,01^b$	$7,26 \pm 0,05^e$	$36,72 \pm 0,24^g$	$41,36 \pm 1,24^j$	$11,46 \pm 0,1^m$
Kontrol	$28,88 \pm 0,43^c$	$5,12 \pm 0,08^f$	$40 \pm 0,31^h$	$36,96 \pm 2,49^k$	$7,06 \pm 0,25^n$

Data dinyatakan dalam rata-rata dan standar deviasi (SD) dari dua ulangan. Data dengan *superscript* huruf yang sama dalam satu kolom berarti tidak berbeda nyata ($p < 0,05$). (TPLK: tepung pisang dengan lemon kalamansi; TPMBS: tepung pisang dengan natrium metabisulfit; kontrol: tepung pisang dengan akuades).

Kandungan total flavonoid

Analisis kandungan total flavonoid dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kandungan flavonoid yang terdapat pada ekstrak tepung pisang yang

direndam dalam lemon kalamansi. Penentuan kandungan total flavonoid dinyatakan sebagai kuersetin mg/kg. Hasil penentuan kandungan total flavonoid dapat dilihat pada Tabel 3. Dari hasil yang

diuji, dapat dilihat bahwa perendaman dengan lemon kalamansi memiliki kandungan flavonoid, hal ini terbukti dengan adanya perubahan warna menjadi kuning setelah ditambahkan dengan aluminium klorida. Berbeda dengan hasil dari fenolik, dimana hasil kandungan total flavonoid tertinggi ditemukan pada TPMBS diikuti TPLK dan kontrol. Hasil kandungan total flavonoid TPMBS, TPLK dan kontrol berturut-turut adalah $7,26 \pm 0,05$; $6,27 \pm 0,08$ dan $5,12 \pm 0,08$. Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semua sampel pisang goroho memiliki senyawa flavonoid, baik yang direndam dengan lemon kalamansi, natrium metabisulfit maupun dengan akuades. Hal ini disebabkan adanya kontribusi komponen flavonoid dalam lemon kalamansi yang berdifusi ke dalam pisang goroho selama perendaman sehingga peningkatan kandungan total flavonoid. Sebaliknya untuk TPMBS diduga larutan natrium metabisulfit bisa memecahkan ikatan glikosida flavonoid sehingga memberikan kontribusi pada peningkatan kandungan flavonoid tepung pisang goroho dibandingkan dengan kontrol dan lemon kalamansi. Menurut Prior dan Cao (2000), senyawa flavonoid yang dapat ditemukan dalam buah-buahan dan sayuran merupakan senyawa yang dapat mendonorkan protonnya sehingga memiliki peran sebagai aktivitas penangkal radikal bebas. Oleh karena itu, senyawa flavonoid juga termasuk senyawa fenolik alam yang memiliki potensial sebagai fitokimia antioksidan.

Kandungan tanin terkondensasi

Hasil penentuan tanin terkondensasi terhadap tepung pisang goroho yang direndam dalam akuades, lemon kalamansi dan natrium metabisulfit dapat dilihat pada Tabel 3. Dari hasil sampel yang diuji, efek perendaman lemon kalamansi dan natrium metabisulfit menghasilkan kandungan total tanin terkondensasi yang tidak signifikan ($p > 0,05$). Sebaliknya kontrol menunjukkan kandungan tanin terkondensasi yang tertinggi dibandingkan dengan kandungan tannin terkondensasi pada TPLK dan TPMBS. Hasil kandungan total tanin terkondensasi kontrol, TPMBS, TPLK berturut-turut adalah $40 \pm 0,31$; $36,72 \pm 0,24$ dan $36,50 \pm 0,24$. Penelitian ini menarik dicatat bahwa kontrol memiliki kandungan tanin terkondensasi yang tertinggi. Hasil ini mengindikasikan bahwa lemon kalamansi dan natrium metabisulfit bisa bereaksi dengan tannin yang terdapat pada buah pisang goroho sehingga mendegradasi kandungan tannin dalam buah pisang goroho segar sewaktu proses perendaman. Penelitian terhadap tanin telah dilaporkan bahwa tanin 15-30 kali lebih efektif sebagai penangkap radikal peroksil daripada senyawa fenolik sederhana. Oleh

karena itu, tanin mempunyai potensi sebagai penangkal radikal bebas yang penting. Tanin dapat diklasifikasikan ke dalam 2 kelompok utama, yaitu : tanin yang dapat dihidrolisis (tanin terhidrolisis) dan tanin terkondensasi. Pada reaksi dengan asam atau enzim, tanin terhidrolisis pecah menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana, sementara tanin terkondensasi menghasilkan kompleks produk yang tidak larut air. Tanin terhidrolisis dapat dibagi lagi menjadi gallotanin dan ellagitanin. Gallotanin pada hidrolisis menghasilkan gula dan asam galat, sedangkan hidrolisis elagitanin menghasilkan gula, asam galat dan asam elagat. Sedangkan tanin terkondensasi merupakan polimer kompleks, yang mana bangunannya berupa katekin dan flavonoid, yang teresterkan dengan asam galat (Shahidi, 1997).

Kandungan asam askorbat

Dari sampel yang diuji, perendaman dengan lemon kalamansi memiliki kandungan asam askorbat yang signifikan. Hasil ini mengindikasikan bahwa lemon kalamansi yang diuji kaya dalam asam askorbat. Dari data secara kuantitatif menunjukkan bahwa kandungan asam askorbat pada lemon kalamansi kelihatan sangat berbeda sejalan dengan lamanya perendaman yang digunakan. Hasil pengujian kandungan asam askorbat dalam sampel tersebut dapat dilihat pada Tabel 3. Dari penelitian yang telah dilakukan, perendaman dengan lemon kalamansi memiliki kandungan asam askorbat yang tertinggi dibandingkan dengan TPMBS dan kontrol ($p < 0,05$). Hasil ini mengindikasikan lemon kalamansi yang diuji kaya fitokimia asam askorbat. Dari lamanya waktu perendaman yang dipilih paling tinggi asam askorbat. Kandungan asam askorbat TPLK, TPMBS dan kontrol berturut-turut adalah $51,92 \pm 3,73$; $41,36 \pm 1,24$ dan $36,96 \pm 2,49$ mg/kg. Dari data secara kuantitatif menunjukkan bahwa kandungan asam askorbat pada lemon kalamansi bisa berdifusi ke dalam buah pisang goroho sehingga meningkatkan kandungan asam askorbat tepung pisang goroho.

Kandungan total karotenoid

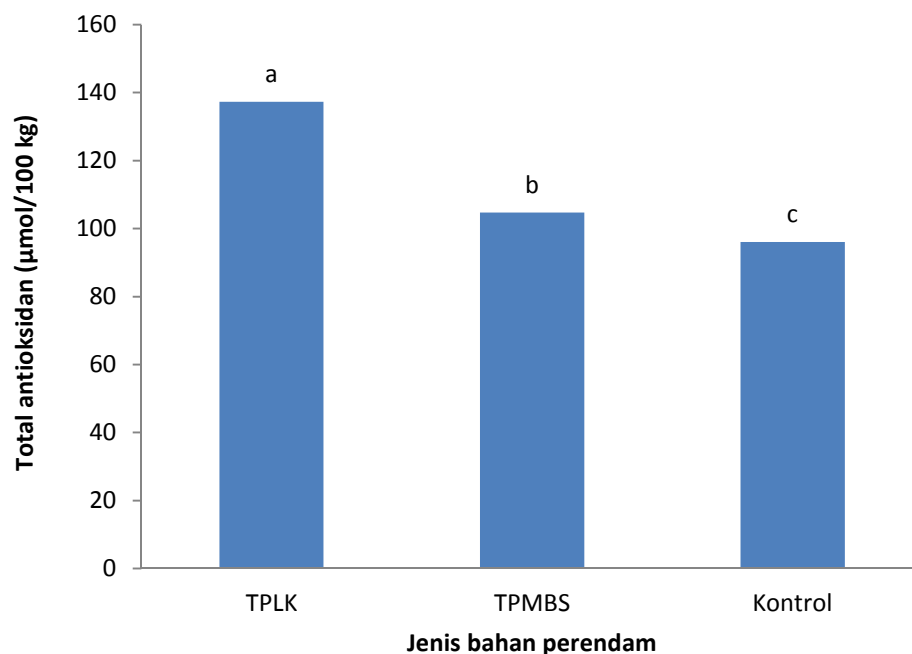
Hasil pengujian kandungan total karotenoid dari sampel ekstrak pisang goroho yang direndam dalam lemon kalamansi dapat dilihat pada tabel 3. Kandungan total karotenoid dinyatakan sebagai ekuivalen β -karoten. Dari data yang diperoleh menunjukkan bahwa kandungan total karotenoid tertinggi terdapat pada TPMBS diikuti dengan kontrol dan TPLK ($p < 0,05$). Tingginya kandungan karotenoid pada TPMBS diperkirakan karena adanya intervensi warna kuning yang terdapat pada tepung pisang

goroho. Tepung pisang mengandung riboflavin, dimana riboflavin ini berwarna kuning dan bisa larut dalam pelarut semi polar. Selain itu, diduga juga bahwa perendaman dengan natrium metabisulfit bisa mempermudah ekstraksi karotenoid dengan pelarut petroleum eter sehingga meningkatkan kandungan karotenoid tepung pisang goroho.

Total antioksidan tepung pisang goroho

Penentuan kandungan total antioksidan dari tepung pisang pada penelitian ini dilakukan dengan uji *ferric reducing ability plasma* (FRAP). Metode FRAP dapat menentukan kandungan total antioksidan dari suatu bahan bio ekstrak berdasarkan kemampuan senyawa tersebut untuk mereduksi Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} . Intensitas warna biru dari kompleks TPTZ- Fe^{2+} yang merupakan dasar penentuan total antioksidan dalam metode FRAP memiliki absorbansi maksimum pada panjang gelombang 596 nm. Kandungan total antioksidan tepung pisang dengan beberapa jenis bahan perendaman selama 60 menit disajikan pada Gambar 1.

Perbandingan kandungan total antioksidan dalam berbagai jenis perendaman didasarkan pada rata-rata keseluruhan perlakuan. Pada penelitian ini menunjukkan bahwa tepung pisang yang direndam dengan lemon kalamansi (TPLK) memiliki kandungan total antioksidan yang secara nyata lebih tinggi daripada larutan natrium metabisulfit ($p < 0,05$). Total antioksidan yang tinggi pada TPLK menunjukkan lebih banyaknya kandungan senyawa yang dapat mereduksi ion Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} daripada TPMBS dan kontrol. Senyawa pereduksi atau reduktor yang terdapat dalam tepung pisang yang direndam lemon kalamansi tergolong dalam antioksidan alami. TPLK menunjukkan kandungan total antioksidan yang paling tinggi daripada TPMBS dan kontrol. Hal ini mungkin disebabkan kehadiran senyawa fenolik dalam tepung pisang dan lemon kalamansi yang cara sinergis dapat meningkatkan aktivitas antioksidan dan mampu berperan sebagai donor elektron yang selanjutnya mengakhiri reaksi rantai radikal dengan mengubah radikal bebas menjadi produk yang lebih stabil.



Gambar 1. Kandungan total antioksidan tepung pisang dari berbagai jenis perendaman (kontrol: tepung pisang dengan akuades; TPLK: tepung pisang dengan lemon kalamansi; TPMBS: tepung pisang dengan natrium metabisulfit).

Shahidi dan Nackz (1995) mengemukakan bahwa senyawa yang tergolong antioksidan alami dari golongan senyawa fenolik seperti senyawa fenolik sederhana, flavonoid dan tannin. Senyawa fenolik sederhana, flavonoid dan tanin merupakan senyawa

antioksidan yang mengandung struktur fenol dan memiliki beberapa gugus fungsi hidroksi yang banyak terdapat dalam tanaman, termasuk tanaman sukun. Tingginya kandungan total antioksidan pada TPLK diduga dikarenakan oleh tingginya kandungan total

antioksidan yang terdapat pada lemon kalamansi tersebut. Dugaan ini didasarkan dari hasil analisis kandungan fitokimia fenolik pada lemon kalamansi yang menunjukkan sangat signifikan mengandung kedua komponen tersebut. Penelitian lain, Ghafar (2010) melaporkan bahwa lemon kalamansi mengandung senyawa fenolik dan flavonoid tetapi tidak mengandung hesperidin. Senyawa hesperidin adalah senyawa yang tidak pahit dan dominan ada di dalam buah jeruk (Ikan, 1991).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, maka dapat disimpulkan sebagai berikut: perendaman dengan lemon kalamansi sangat berpengaruh terhadap rendemen, kadar air, kadar protein, kadar lemak, kadar karbohidrat dan kadar serat tepung pisang goroho. Tepung pisang goroho yang direndam dengan lemon kalamansi memiliki kandungan fitokimia fenolik dan asam askorbat yang lebih tinggi daripada natrium metabisulfit. Total antioksidan tepung pisang lemon kalamansi lebih tinggi daripada perendaman dengan natrium metabisulfit dan akuades.

DAFTAR PUSTAKA

- Ames, B.N. and M.K. Shigenaga. 1993. *Oxidants are a Major Contributor in Cancer and Aging. Dalam B. Halliwell and O.I. Aruoma (Eds). DNA and Free Radicals*, Ellis Horwood Ltd., West Sussex, U.K
- AOAC. 1984. *Official Methode of Analysis of The Association of Official Analytical Chemist*. 14th ed. The Association of Analytical Chemist, Inc. Virginia.
- Aziz, N.A.A and C.L. Choo. 2005. *The effect of Incorporation of Banana Flour on Quality of Noodle*. In: Proceeding of. 9th ASEAN Food Conference, Jakarta 8-10 August 2005. Ed. Komari, N. Sri Palupi, R. Dewanti, L. Nuraida, R. Paramawati, Y. Ikrawan, T. Basuki, S. Pudjiraharti, D Syah and C.H. Widjaya, Jakarta, Indonesia.
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia. 2011. *Tepung Pisang*. SNI: 01-3841-1995. BSNI. Jakarta
- Biliaderis, C.G. 1991. The structure and Interactions of Starch with Food Constituensts. *Canada Journal Physiology Pharmacology*. 69: 60-78.
- Ghafar, M.F.A., K. Nagendra Prasad, K. Kin Weng dan A. Ismail. 2010. Flavonoid, Hesperidin, Total Phenolic Contents and Antioxidant Activities from Citrus Species. *African Journal of Biotechnology*. 3: 326-330.
- Gross, J. 1991. "Pigment in Vegetables, Chlorophylls and Carotenoids". Van Nostrand Reinhold, USA.
- Halvorsen, B.L., K. Holte, M.C.W. Myhstrad., I. Barikmo, E. Hvtum., S.F. Ramberg, A.B. Wolrd, K. Haffner, H. Baugerod, L.F. Andersen, O. Moskaug, D.R. Jacobs, Jr., and Blomhoff. 2002. A systematic Screening of Total Antioxidant in Dietary Plant. *Journal of Nutrition*. 132: 461-471.
- Halliwell, B and J.M.C. Gutteridge. 2001. *"Free Radicals in Biology and Medicine"*, Oxford University Press, London.
- Ikan, R., 1991. *Natural Pruducts : A Laboratory Guide*. Academic Press Inc. San Diego. California
- Jacobs, M.1987. *The Chemical Analysis of Foods and Food Products*, 3rd Edition. D.Van Nostrand Company, Inc. New York.
- Jeong, S. Moon, Youngkim, D. Ryulkim, S. Chunjo, K. O. Nam, dan S. C. Lee. 2004. Effect of Heat Treatmen on the Antioxidant Activity of Extracts from *Citrus peels*. *J. Agric. Food Chem*. 52 : 3389-3393
- Julkunen dan Tiitto, R. 1985. Phenolics Constituens in the Leaves of Northern Willows : Methods for the Analysis of Certain Phenolics. *J. Agric. Food Chem*. 33: 213-217.
- Kayisu, K., L. F. Hood dan P. J. Vansoest. 1981. Characterization of Strach and Fiber of Banana Fruit. *J. Food Sci*. 46: 1885-1890.
- Meda, A., C.E. Lamien, M. Romito, J. Miliogo and O.G. Nacoulina. 2005. Determination of the Total Phenolic., Flavonoid, and Proline Contents in Burkina Fasan Money, as well as their Radical Scavenging Activity. *Food Chemistry*. 91:571-577.
- MSDS. 2005. *Natrium Bisulfit*. Global Spill Control pty Ltd. Australia.
- Munadjim. 1983. *Teknologi Pengolahan Pisang*. PT. Gramedia, Jakarta.
- Perry, L.M. 1978. *Medicinal Plants of East and Southeast Asia*. The MIT Press, London.
- Prabawati, S. Suyanti dan D.A. Setyabudi. 2008. *Teknologi Pascapanen dan Teknik Pengolahan Buah Pisang*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogor.
- Prior, R.L. and G. Cao. 2000. Antioxidant Phytochemicals in Fruits and Vegetables: Diet and Health Implications. *Horticultural Science*. 34: 588-592.
- Shahidi, F. dan M. Nacz. 1995. *Food Phenolics: Sources, Chemistry, Effects and Applications*. Technomic Publication Company, Inc., Lancaster.
- Shahidi, F. 1997. "Natural Antioxidants: An Overview". In: Shahidi (eds). *Natural Antioxidants: Chemistry, Health Effects and Application*. AOCS Press, Champaign, Illinois.
- Suryanto, E. 2010. Efek asam sitrat terhadap kandungan antioksidan tepung pisang goroho. [Penelitian belum dipublikasikan].

Suyitno,Haryadi,B. Suksmadji,G. Haryanto,A.D.
Guritno,W.Supartomo,1989. *Petunjuk*
Laboratorium Rekayasa Pangan, Pusat Antar

Pangan Dan Gizi. Universitas Gajah
Mada,Yogyakarta.