

PENDAHULUAN

Sarapan pagi sangat dibutuhkan oleh tubuh karena dari sarapan pagi kita dapat memenuhi 25% kebutuhan energi harian. salah satu bentuk produk sarapan yang menarik dan mudah disajikan adalah dalam bentuk *flakes*. *Flakes* merupakan salah satu produk pangan yang berbentuk lembaran tipis, bulat, bewarna kuning kecoklatan dan biasanya dikonsumsi dengan menggunakan susu atau dapat juga dikonsumsi langsung sebagai makanan ringan (Tamtarini dan Yuwanti, 2005).

Beberapa tahun terakhir pembuatan *flakes* sudah banyak dimodifikasi, berkaitan dengan pemanfaatan sumber bahan lokal seperti umbi-umbian, biji-bijian, kacang-kacangan ataupun buah-buahan. Buah sukun merupakan salah satu sumber karbohidrat yang potensial. Kandungan karbohidrat buah sukun adalah 27%. Bobot buah sukun rata-rata adalah 1500 g dengan bagian buah yang dapat dimakan sekitar 1350 g (Widowati, 2003). Masyarakat pada umumnya hanya mengolah sukun dengan cara di goreng, direbus maupun dikeripik, sehingga perlu pengembangannya, salah satunya adalah dengan dijadikan tepung, sehingga mudah dimanfaatkan untuk bahan baku berbagai produk pangan, diantaranya dalam pembuatan produk *flakes*.

Selain sukun, ubi kayu juga merupakan produk pertanian yang tinggi karbohidrat. Bentuk olahan ubi kayu menjadi tepung ada beberapa jenis yaitu tepung ubi kayu, tepung tapioka dan tepung mocaf. Pencampuran tepung ubi kayu dengan tepung sukun dapat meningkatkan kandungan pati dalam adonan pembuatan *flakes*, karena pati dibutuhkan untuk menghasilkan produk *flakes* yang rapuh dan mudah menyerap air. Selain itu juga dapat memenuhi kebutuhan energi, namun kebutuhan akan protein masih kurang. Oleh karena itu, perlu ditambah dengan bahan

yang tinggi kandungan proteinnya, salah satunya adalah tepung kacang hijau.

Berdasarkan uraian di atas tepung sukun dan tepung ubi kayu serta tepung kacang hijau merupakan kombinasi yang sesuai sebagai tepung komposit untuk bahan baku pembuatan *flakes*.

Formulasi pembuatan *flakes* dari pencampuran tepung sukun, tepung ubi kayu dan tepung kacang hijau dapat diterima dari segi tekstur, aroma, rasa, dan warna. Disamping itu flakes memiliki tekstur yang renyah dan jika dicampur dengan air mempunyai daya serap yang lebih baik. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui karakteristik *flakes* yang dihasilkan dari formulasi campuran tepung sukun, ubi kayu dan kacang hijau, serta mengetahui formulasi yang diterima panelis secara organoleptik dan kandungan asam aminonya.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah sukun, tepung ubikayu, kacang hijau, telur, dan gula pasir. Bahan kimia yang digunakan pada penelitian ini adalah K₂SO₄ (merck), HgO (merck), H₂SO₄ (merck), H₃BO₃, indikator metal biru, NaOH-Na₂SO₃, HCl (merck), Heksana (merck), larutan garam jenuh dan kertas saring *Whatman* no. 1. Alat-alat yang digunakan untuk pembuatan produk ini adalah timbangan, wadah plastik, cetakan produk, alat pemanggang. Alat-alat yang digunakan untuk analisa kimia adalah: cawan aluminium, oven, desikator, timbangan, cawan porselen,gegep, tanur, labu kjeldahl, Erlenmeyer 125 mL, kertas saring, labu soxhlet, alat *Texture Analyzer* merk *BrookField C 300*, Bomcalorimeter merk *System C200*. *Amino Acid Analyzer* Beckman tipe CL 119 dan HPLC.

Rancangan dan Analisa Data

Rancangan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan 4 ulangan. Data dianalisa secara statistika dengan uji F jika berbeda nyata, dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DNMRT) pada taraf nyata 5%. Perlakuan dalam penelitian ini adalah kombinasi jumlah tepung sukun (TS) dengan tepung ubikayu (TU), sedangkan tepung kacang hijau

diberikan dalam jumlah yang sama yaitu 30 g untuk masing-masing perlakuan.

Pelaksanaan penelitian diawali dengan pembuatan tepung sukun (Modifikasi Metode Rusmayanti, 2006), pembuatan tepung kecambah kacang hijau (Modifikasi dari Kencananingrum, 1989) dan formulasi pembuatan *flakes* (Modifikasi Sianturi dan Marliyanti, 2014). Formulasi pembuatan *flakes* adalah seperti Tabel 1.

Tabel 1. Formulasi Tepung Komposit pada Pembuatan *Flakes*

Bahan Dasar	Formula (g)				
	A	B	C	D	E
A, Tepung Komposit					
Tepung Sukun (TS)	40	45	50	55	60
Tepung Ubikayu (TU)	60	55	50	45	40
Tepung kacang hijau	30	30	30	30	30
B Bahan Tambahan					
Gula Pasir	20	20	20	20	20
Telur	50	50	50	50	50
Total	200	200	200	200	200

Proses pembuatan *flakse* adalah: (1) Pencampuran tepung sesuai formulasi lalu disangrai, kemudian campuran tepung komposit tersebut diaduk dengan mixer dan ditambahkan gula dan telur hingga diperoleh adonan yang homogen. (2) Pemipihan dilakukan dengan ampia dengan ketebalan 1 mm. (3) Pencetakan *flakes* menggunakan alat pencetak manual yang berbentuk persegi panjang. (4) Pemanggangan didalam oven pada suhu 120 °C selama 15 menit. (5) Pengemasan

Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan pada *flake* yang dihasilkan meliputi kadar air (SNI, 1992), kadar abu (SNI, 1992), kadar protein

metode Semi Mikro Kjeldhal (SNI, 1992), kadar lemak (Sudarmadji *et al.*, 1997), kadar serat kasar (SNI, 1992), kadar karbohidrat by Difference (SNI, 1992), penetapan nilai energi menggunakan Bom-calorimeter, uji kekerasan menggunakan *Texture Analyzer*, daya serap air, Uji Organoleptik (Soekarto, 1985) dan Analisis Asam Amino menggunakan HPLC.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Kimia *Flakes*.

Hasil analisis kimia *flakse* dari tepung sukun, tepung ubi kayu dan tepung kacang hijau dapat dilihat pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Air

Hasil analisis rata-rata kadar air pada produk *flakes* yang dihasilkan dengan rentang 1,96%-2,94%. Kadar air dalam seluruh produk pada perlakuan telah memenuhi standar SNI 01-4270-1996 yakni kadar air maksimal 3%. Peningkatan kadar air pada *flakes* dipengaruhi oleh kandungan kimia

bahan baku. Dalam pembuatan tepung sukun, buah sukun yang digunakan adalah yang masih muda dengan ciri-ciri fisik bewarna hijau, getah dipermukaan kulit sedikit sekali. Dari hasil analisis terhadap tepung sukun diperoleh kadar airnya 11,44%. Semakin banyak tepung sukun dalam formulasi maka semakin tinggi kadar air produk.

Tabel 2. Rata-Rata Kadar Air, Abu dan Serat Kasar *Flake* dari Tepung Komposit

Perlakuan (Tepung Sukun ; Tepung Ubi Kayu)	Air (%)	Abu (%)	Serat Kasar (%)
A (40 g TS ; 60 g TU)	1,96 ± 0,12 a	2,62 ± 0,31 a	7,58 ± 0,43 a
B (45 g TS ; 55 g TU)	2,26 ± 0,09 ab	2,84 ± 0,06 a	9,29 ± 0,32 b
C (50 g TS ; 50 g TU)	2,39 ± 0,22 ab	2,95 ± 0,04 a	9,87 ± 0,23 b
D (55 g TS ; 45 g TU)	2,70 ± 0,28 bc	3,14 ± 0,16 ab	10,54 ± 0,33 bc
E (60 g TS ; 40 g TU)	2,94 ± 0,75 c	3,47 ± 0,04 b	11,45 ± 0,59 c
KK (%)	5,04	4,17	5,74

Angka-angka pada lajur yang sama diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama berbeda nyata pada taraf nyata 5% *Duncan's Multiple Range Test* (DNMRT).

Abu

Hasil analisis rata-rata kadar abu pada produk *flakes* yang dihasilkan dengan rentang 2,62%-3,47%. Kadar abu dalam seluruh produk pada perlakuan memenuhi standar SNI 01-4270-1996 yakni kadar abu yang diperbolehkan maksimal 4%. Kadar abu yang berbeda-beda ini dipengaruhi oleh kandungan mineral yang terkandung di dalam tepung sukun yang lebih tinggi dibandingkan dengan tepung ubi kayu. Menurut Widiowati, et al., (2001) tepung sukun mempunyai kadar abu sebesar 2,83%. Tingginya kadar abu dalam produk *flakes* ini juga dipengaruhi oleh penambahan tepung kacang hijau yang mempunyai nilai mineral yang cukup tinggi yaitu 1,24%.

Serat Kasar

Hasil analisis rata-rata kadar serat kasar pada produk *flakes* yang dihasilkan dengan rentang 7,58%-11,45% (Tabel 3).. Kadar serat kasar dalam seluruh produk pada perlakuan tidak memenuhi standar SNI 01-4270-1996 yakni kadar serat kasar yang ada maksimal 0,7%. Menurut Rusmayanti (2006), tepung sukun memiliki kandungan serat kasar 13,25% yang terdiri dari serat makanan larut 8,02% dan serat makanan tidak larut 5,23%. Jadi, dengan adanya penambahan tepung sukun maka serat kasar pada *flake* juga akan semakin meningkat.

Karbohidrat

Hasil analisis rata-rata kadar karbohidrat pada produk *flake* yang dihasilkan adalah 73,73%-78,70% (Tabel 3). Kadar

karbohidrat pada *flake* memenuhi standar menurut SNI 01-4270-1996 yakni minimal 60,7%. Karbohidrat flakes berasal dari bahan baku yang memang sudah tinggi komponen tersebut, semakin tinggi proporsi tepung ubikayu dalam tepung komposit maka semakin tinggi karbohidrat flakes.

Protein

Hasil analisis rata-rata kadar protein pada produk *flakes* yang dihasilkan adalah 8,56%-10,46% (Tabel 3). Kadar protein dalam seluruh produk pada perlakuan

memenuhi standar SNI 01-4270-1996 yakni minimal 5%. Protein dari flakes berasal dari bahan-bahan penyusunnya, terutama tepung kacang hijau dan telur, kemudian juga berasal dari sukun dan ubikayu. Telur mempunyai kandungan protein yang cukup tinggi yaitu sebesar 14,17% (Rahayu, 2003) dan kacang hijau sebesar 27,10 % PERSAGI (2009). Menurut Rusmayanti (2006) tepung sukun mempunyai kandungan protein sebesar 4,06%, tepung ubi kayu kandungan proteinnya hanya 1,60%.

Tabel 3. Rata-Rata Kadar Karbohidrat, Protein, Lemak dan Nilai Energi *Flakes* dari Tepung Komposit

Perlakuan (Tepung Sukun :Tepung Ubi Kayu)	Karbohidrat (%)	Protein (%)	Lemak (%)	Energi (kkal)
A (40 g TS ; 60 g TU)	78,70 ± 0,35 c	8,56 ± 0,14 a	8,45 ± 0,11 a	361,33
B (45 g TS ; 55 g TU)	77,69 ± 0,60 bc	8,92 ± 0,07 ab	8,68 ± 0,19 a	371,41
C (50 g TS ; 50 g TU)	76,46 ± 0,46 b	9,18 ± 0,22 b	9,14 ± 0,27 ab	385,83
D (55 g TS ; 45 g TU)	74,85 ± 0,19 a	10,13 ± 0,21 c	9,70 ± 0,35 b	389,28
E (60 g TS ; 40 g TU)	73,73 ± 0,35 a	10,46 ± 0,23 c	9,99 ± 0,41 b	403,86
KK (%)	2,12	2,72	4,23	

Angka-angka pada lajur yang sama diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama berbeda nyata pada taraf nyata 5% *Duncan's Multiple Range Test* (DNMRT).

Lemak

Hasil analisis rata-rata kadar lemak pada produk *flake* adalah 8,45%-9,99% (Tabel 3). Kadar lemak dalam seluruh produk pada perlakuan memenuhi standar SNI 01-4270-1996 yakni minimal 7%. Pada produk *flakes* ini sumber penyumbang lemak terbesar adalah telur sekitar 21,69% (Rahayu, 2003) dan tepung kacang hijau 12,50/100 g bahan (PERSAGI, 2009). Tepung sukun kandungan lemaknya 1,99% dan tepung ubi kayu 0,51% (Rusmayanti, 2006). Oleh karena itu, semakin

banyak pencampuran tepung sukun di dalam produk maka kadar lemak yang didapat juga akan semakin tinggi dan sebaliknya.

Energi

Analisis energi dilakukan dengan menggunakan alat *Bom Calorimeter C 200*, tiap perlakuan mempunyai jumlah energi yang berbeda. Energi yang dihasilkan adalah 361,33 kkal – 403,86 kkal dalam 100 g bahan. Prinsip kerja alat ini adalah pembakaran bahan organik sehingga menghasilkan panas.

perbedaan suhu yang terjadi, itulah energy panas yang dilepas untuk masing-masing perlakuan. Penyumbang energy tertinggi pada flake ini adalah kandungan karbohidrat, tetapi hasil perhitungan pada penelitian ini peningkatan nilai energy seiring dengan peningkatan protein dan lemak.

Faktor konversi untuk karbohidrat adalah 4 kkal/g, untuk lemak 9 kkal/g, dan untuk protein 4 kkal/g (Almatsier, 2010). Hasil dari perhitungan nilai energi dari semua perlakuan produk *flakes* dapat memenuhi kebutuhan energi untuk sarapan sebanyak 30% dari energi total.

Sifat Fisik *Flakes*

Hasil analisis fisik flakes tepung komposit yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata-Rata Hasil Analisis Fisik *Flakes* dari Tepung Komposit.

Perlakuan (Tepung Sukun ; Tepung Ubi Kayu)	Kekerasan (Kg/cm ²)	Daya Serap Air (%)
A (40 g TS ; 60 g TU)	0,18 ± 0,01 a	119,98 ± 0,73 a
B (45 g TS ; 55 g TU)	0,23 ± 0,01 a	120,61 ± 0,74 a
C (50 g TS ; 50 g TU)	0,31 ± 0,02 b	121,78 ± 0,87 a
D (55 g TS ; 45 g TU)	0,58 ± 0,03 c	124,53 ± 0,65 b
E (60 g TS ; 40 g TU)	0,85 ± 0,03 d	129,29 ± 0,98 c
KK	0,97%	3,24

Angka-angka pada lajur yang sama diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama berbeda nyata pada taraf nyata 5% *Duncan's Multiple Range Test* (DNMRT).

Daya Serap Air

Hasil analisis rata-rata daya serap air pada produk *flake*, adalah 119,98%-129,29%. peningkatan daya serap air produk seiring dengan meningkatnya kadar serat dan protein pada produk. karena daya serap air dipengaruhi oleh bahan baku yang menyusun produk tersebut terutama serat dan protein.

Kekerasan

Analisis kekerasan pada *flakes* dilakukan dengan menggunakan alat *Brookefield CT 300*. Hasil analisis rata-rata kekerasan pada produk *flake* yang dihasilkan adalah 0,19%-1,28%. kekerasan pada *flake* ini dipengaruhi oleh kandungan kimia penyusunnya seperti kadar serat yang dimiliki oleh produk. Produk *flake* memiliki kandungan serat yang tinggi sehingga menyebabkan kekerasan *flake* meningkat. Menurut Noviarso (2003) serat merupakan komponen yang dapat memperkuat jaringan sehingga dapat meningkatkan tekstur (kekerasan).

Menurut Rusmayanti (2006), serat berperan dalam proses penyerapan air sehingga semakin tinggi serat semakin tinggi pula daya serap airnya. demikian juga semakin meningkatnya kadar protein *flakes* uga berpengaruh terhadap daya serap airnya.

Nilai Sensori *Flake* dari Tepung Komposit

Hasil uji sensori *flake* tepung komposit dapat dilihat pada diagram radar Gambar 1, terlihat areal terluas pada diagram tersebut adalah pada perlakuan B, terutama terhadap penilaian tekstur (kerenyahan) dan rasa. Tekstur merupakan sensasi tekanan yang dapat dirasakan dengan mulut (pada waktu digigit, dikunyah, dan ditelan) ataupun perabaan dengan jari (Soekarto, 1985). Hasil penilaian tertinggi yang diberikan panelis ialah tekstur *flake* pada perlakuan B yakni dengan rata-rata nilai 3,7 (suka). Semakin tinggi tingkat pencampuran dari tepung sukun menyebabkan *flake* yang dihasilkan menjadi keras dan demikian sebaliknya.

Cita rasa dari bahan pangan sesungguhnya terdiri dari tiga komponen, yaitu bau, rasa, dan rangsangan mulut (Soekarto, 1985). Hasil rata-rata penilaian yang diberikan panelis pada produk B adalah 3.6 (termasuk kategori suka). Rasa dari produk *flakes* dipengaruhi oleh beberapa faktor selain dari bahan utama, bahan tambahan juga berpengaruh, seperti jumlah penggunaan garam, gula dan telur dalam komposisi *flakes* selain itu proses pengolahan juga berpengaruh, seperti proses pemanggangan. *Flakes* yang memiliki campuran tepung sukun yang lebih banyak mempunyai rasa agak sepat sehingga kurang disukai.

Faktor aroma juga menjadi faktor penentu daya terima panelis karena suatu produk meskipun memiliki warna atau ciri visual yang baik namun aromanya sudah tidak khas dan menarik akan mempengaruhi ketertarikan panelis (Soekarto, 1985). Aroma terbaik yang paling disukai oleh panelis ialah aroma *flakes* pada perlakuan B yakni pada pencampuran tepung sukun dan tepung ubi kayu 45 ; 55 yakni dengan tingkat kesukaan panelis 3,3. Aroma ini dipengaruhi oleh aroma dari tepung sukun dan aroma khas dari tepung kacang hijau yang kurang disukai oleh panelis.

Warna yang paling disukai oleh

panelis adalah *flakes* dengan perlakuan B yakni pada pencampuran tepung sukun dan tepung ubi kayu 45 ; 55 yakni dengan tingkat kesukaan panelis sebanyak 4,1. Warna kuning kecoklatan khas *flakes* pada umumnya diperoleh dari perubahan pada saat proses pemanggangan partikel akan mengalami reaksi pencoklatan non enzimatis (maillard) yang disebabkan oleh interaksi antara protein yaitu asam amino dan gula reduksi yang membuat warna *flakes* tidak berbeda (Kusnandar, 2010).

Berdasarkan Gambar 1, walaupun nilai perlakuan B tertinggi, namun diskripsi dari angka perlakuan B dan C adalah sama, sehingga untuk perlakuan terbaik diambil perlakuan C yaitu campuran tepung sukun dan ubikayu sama banyak, karena produk tidak terlalu rapuh serta kadar protein dan nilai energi sedikit lebih tinggi dari B(45 TS; 55TU).

Kadar Asam Amino

Protein biji kacang hijau mengandung asam amino esensial dan dan asam amino nonesensial yang cukup lengkap, terdiri atas asam amino esensial (*Insoleusin, Leusin, Metthoinin, Phenylalnin, Theronin, dan Valin*) dan asam amino nonesensial (*Alanin, Arginin, Asam aspartat, Asam Glutamat, Gly cin, Tryptophan, dan Tyrosin*) (Cahyono, 2007).

Selanjutnya menurut Astawan, (2004) kacang hijau mempunyai daya cerna protein yang tinggi yaitu 81. Daya cerna dipengaruhi adanya inhibitor tripsin dan aktivasi enzim tripsin serta adanya tanin atau polifenol . Biji kacang hijau yang telah direbus atau diolah dan kemudian dikonsumsi mempunyai daya cerna yang tinggi dan rendah daya flatulensinya. Flatulensi disebabkan oleh oligosakarida seperti raffinosa, stakiosa, dan ferbakosa. Perendaman kacang-kacangan dalam air, proses perkecambahan, dan fermentasi mencegah timbulnya flatulensi.

Perlakuan penambahan tepung kacang hijau dalam formulasi bahan baku flakes

berbasis ubikayu dan sukun dapat meningkatkan kadar protein dan asam amino produk yang dihasilkan. Disamping itu daya cerna produk yang dihasilkan meningkat, sehingga penyerapan zat gizi juga meningkat. Hasil analisis asam amino produk flakes

perlakuan terbaik dengan formulasi tepung komposit tepung ubikayu (50 gr), tepung sukun (50 gr) serta penambahan tepung kacang hijau (30 gr) adalah seperti terlihat pada Tabel 5 berikut

Tabel 5. Kadar Asam Amino Tepung Kacang Hijau, Tepung Ubikayu dan Flakes Tepung Komposit

Parameter	Tepung Ubikayu	Tepung Kacang Hijau	Flakes
		(%)	
Protein	2,1	24,58	9,09
Amino Acid			
Aspartic acid	0,60	2,98	1,03
Glutamic acid	1,20	4,61	1,33
Serine	0,20	1,10	0,48
Histidine	0,10	0,60	0,16
Glycine	0,30	0,82	0,31
Threonine*	0,20	0,76	0,31
Arginine	0,30	1,33	0,37
Alanine	0,40	1,03	0,42
Tyrosine	0,10	0,68	0,24
Methionine*	tt	0,30	0,12
Valine*	0,40	1,43	0,50
Phenylalanine*	0,30	1,54	0,47
Iso leucine*	0,50	1,21	0,41
Leucine*	0,50	1,98	0,70
Lysine*	0,40	1,58	0,42
AA Total	5,70	21,93	7,26

Berdasarkan kandungan asam amino (g/g) N tepung kacang hijau pada Tabel 5, diketahui asam amino leusin, lisin, fenilalanin

dan tirosin serta triptofan yang melebihi Standar FAO/WHO 1972, sehingga skor asam aminonya sama dengan atau lebih dari 100.

Selanjutnya hasil perhitungan nilai energy flakes pada Tabel 8 adalah 385,83 kkal dalam 100 gr bahan. dengan demikian produk ini dapat sebagai penyumbang energy dan protein yang baik dalam pangan sarapan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Tingkat pencampuran tepung sukun dan tepung ubi kayu serta di per kaya dengan tepung kacang hijau dalam tepung komposit pada pembuatan *flakes* memberikan pengaruh nyata dalam peningkatan kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, kadar karbohidrat, kadar serat kasar, daya serap air, dan kekerasan produk.
2. Berdasarkan hasil uji organoleptik, *flake* yang terbaik menurut panelis adalah *flake* dengan perlakuan C (50 g Tepung sukun + 50 g Tepung ubi kayu + 30 g tepung kacang hijau). Hasil pengujian terhadap perlakuan C diperoleh rata-rata nilai kadar air (2,39 %), kadar abu (2,95 %), kadar protein (9,18 %), kadar lemak (9,14 %), kadar karbohidrat (76,46%), kadar serat kasar (9,87 %), kekerasan (0,31 kg/cm²), daya serap air (121,78%), dan nilai energy (385,83 kkal/100 g bahan).
3. Produk flakes ini dapat dijadikan sebagai sumber energy dan protein/asam amino yang baik sebagai pangan sarapan.

DAFTAR PUSTAKA

Astawan, M. 2004. Sehat dengan Hidangan Kacang-Kacangan dan Biji-Bijian. Penebar Swadaya. Jakarta.
BPS Propinsi Sumatera Barat. 2012. Sumatera Barat Dalam Angka 2012. BPS Propinsi Sumatera Barat. Padang.

Kusnandar, F. 2010. Kimia Pangan : Komponen Makro. PT Dian Rakyat. Jakarta.
Noviarso, C. 2003. Pengaruh Umur Panen dan Masa Simpan Buah Sukun (*Artocarpus altilis*) Terhadap Kualitas Tepung Sukun yang Dihasilkan. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
Persatuan Ahli Gizi Indonesia.. Tabel Komposisi Pangan Indonesia. PT Elexmedia Komputindo. Jakarta
Rusmayanti, I. 2006. Optimasi Pengeringan Sukun (*Artocarpus altilis*) dan Karakteristik Tepung Sukun. [Skripsi]. Bogor. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor. 126 hal.
Sianturi, DP. dan Marliyanti, SA. 2014. Formulation of Flakes Consist of Composite Flour of Arrow root Starch and Cassava Flour with Addition of Gotu Kola as a Functional Food for Elementary School Children's Breakfast. Jurnal Gizi dan Pangan, ISSN 1978 – 1059: Maret 2014, 9(1): 15—22
Soekarto, S.T. 1985. Penilaian Organoleptik Untuk Industri Pangan dan Hasil Pertanian. Yogyakarta. Liberty. 160 hal.
Tamtarini dan Yuwanti, S. 2005. Pengaruh Penambahan Koro-Koroan terhadap Sifat Fisik dan Sensorik Flakes Ubi Jalar hal 187-192 didalam : Jurnal Teknologi Pertanian
Widowati, S, N. Richana, Suarni, P. Raharto, IGP. Sarasutha. 2001. Studi Potensi dan Peningkatan Dayaguna Sumber Pangan Lokal Untuk Penganekaragaman Pangan di Sulawesi Selatan. Lap. HasilPenelitian.
Widowati, S. 2003. Prospek Tepung Sukun Untuk Berbagai Produk Makanan Olahan Dalam Upaya Menunjang Diversifikasi Pangan. Program PascaSarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor.

PENGARUH PROPOLIS *TRIGONA* SPP. TERHADAP AKTIVITAS FAGOSITOSIS DAN PRODUKSI NITRIT OKSIDA PADA MAKROFAG PERITONIUM TIKUS *SPRAGUE DAWLEY* YANG DIINFEKSI *STAPHYLOCOCCUS AUREUS*

EFFECT OF PROPOLIS TRIGONA SPP. ON PHAGOCYTOSIS ACTIVITY AND OXIDE NITRIT PRODUCTION OF MACROPHAGE PERITONIUM RATS SPRAGUE DAWLEY WAS INFECTED STAPHYLOCOCCUS AUREUS

Nurbani Kalsum^{1*}, Ahmad Sulaeman^{2*}, Budi Setiawan² dan I Wayan Teguh Wibawan³

¹Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Lampung

²Departemen Gizi Masyarakat, Fakultas Ekologi Manusia, Institut Pertanian Bogor

³Departemen Penyakit Hewan dan Kesehatan Masyarakat Veteriner,
Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor

*E-mail Korespondensi: nurbani@polinela.ac.id; asulaema06@gmail.com

ABSTRACT

Indonesia has one of the bee species that potentially produces propolis, namely the local bee Trigona spp. Propolis has biological activity that is able to activate macrophages through repeated exposure over a period of time. This study aims to determine the effect of immunomodulator extract ethanol propolis on Sprague Dawley rats infected with Staphylococcus aureus. The effects of propolis were analyzed through macrophage activity such as phagocytosis activity and nitric oxide (NO) production on peritoneal macrophages of Sprague Dawley rat. This study showed that the administration of Trigona spp. in rat experimental animals is able to indicate rat animal macrophages have been activated through increased ability of macrophage phagocytosis and increased production of nitric oxide. The combination of these results indicates that this extract has an immunomodulatory effect and is capable of enhancing the immune response.

Keywords: *nitrit oxide, phagocytosis activity, propolis Trigona spp*

ABSTRAK

Indonesia memiliki salah satu spesies lebah yang potensial memproduksi propolis yaitu lebah lokal *Trigona* spp. Propolis memiliki aktifitas biologis yang mampu mengaktifasi makrofag melalui pemaparan berulang dalam jangka waktu tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek imunomodulator ekstrak etanol propolis pada tikus Sprague Dawley yang terinfeksi *Staphylococcus aureus*. Efek propolis dianalisis melalui aktivitas makrofag seperti aktivitas fagositosis dan produksi oksida nitrat (NO) pada makrofag peritoneum tikus Sprague Dawley. Penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian ekstrak etanol propolis cair *Trigona* spp. pada hewan coba tikus mampu mengindikasikan makrofag hewan tikus telah teraktivasi melalui peningkatan kemampuan fagositosis makrofag dan peningkatan produksi nitrit oksida.

Kombinasi hasil ini menunjukkan bahwa ekstrak ini memiliki efek imunomodulator dan mampu meningkatkan respon imun.

Kata kunci: aktifitas fagositosis, nitrit oksida, propolis *Trigona spp*

PENDAHULUAN

Sistem imun merupakan lini pertama pertahanan tubuh manusia, melindunginya dari penyakit dan mengobatinya apabila telah terjadi penyakit. Tubuh manusia secara terus menerus terpejan oleh berbagai faktor yang berdampak pada melemahnya fungsi sistem imun dan meningkatkan immunosupresi. Disfungsi sistem imun tubuh bertanggung jawab untuk patofisiologi dari banyak penyakit. Modulasi respon imun, baik dengan stimulasi sistem kekebalan tubuh atau dengan menekan reaksi imun yang tidak diinginkan, untuk meringankan penyakit tersebut, telah menarik beberapa peneliti selama bertahun-tahun. Terapi imunomodulator bisa memberikan alternatif untuk kemoterapi konvensional untuk berbagai kondisi sakit, terutama ketika mekanisme pertahanan inang harus diaktifkan pada kondisi respon imun terganggu. Penelitian terkait aplikasi imunostimulan sebagai aktivator sistem imun hasilnya tidak meyakinkan dan perlu pencarian imunostimulan baru dari sumber baru (Naga Preethi dan Rajeshwari 2014).

Sistem pertahanan tubuh atau respons imun yang terjadi sebagai akibat adanya invasi bakteri sebagai antigen ketika masuk ke dalam tubuh akan dieliminasi oleh neutrofil dan makrofag sebagai perannya pada sistem imun *innate*. Respons imun seluler lebih efektif dalam mengeliminasi patogen intraseluler. Makrofag merupakan efektor utama pada respons imun seluler. Sebagai fagosit profesional, makrofag bertanggung jawab dalam memusnahkan sel yang terinfeksi patogen intraseluler, termasuk *Staphylococcus aureus* (Abbas *et al.* 2012).

Keadaan aktivasi makrofag dan limfosit T dan B memainkan peran utama dalam patogenesis gangguan yang diperantarai imun (Rieux-Laucat *et al.* 2003). Makrofag adalah anggota penting dari sistem kekebalan tubuh bawaan dan, bersama-sama dengan neutrofil, eosinofil dan sel-sel NK (pembunuh alami) merupakan garis pertahanan pertama untuk mengidentifikasi, mengeliminasi atau mengandung serangan mikroorganisme dan makromolekul beracun. Makrofag kunci penting dalam pemeliharaan homeostasis jaringan dan bertanggung jawab untuk mendeteksi, melanda, dan menghancurkan patogen (Nathan dan Xie 1994; Billack 2006). Dalam merespon cedera, makrofag mengikat patogen dan mengantarkannya ke komponen lain dari kekebalan adaptif, yang dibentuk oleh antibodi dan respon yang diperantarai sel yang dilakukan oleh sel-sel limfosit yang berbeda, masing-masing, sel B dan sel T (Male *et al.* 2006; Medzhitov 2001; Adereem 2001). Selama aktivasi makrofag, beberapa senyawa yang dilepaskan seperti sitokin, spesies oksigen reaktif, oksida nitrat, dan mediator inflamasi lipid, terlibat dalam respon inflamasi (Abbas *et al.* 2012).

Untuk mendapatkan limfosit T spesifik yang mensekresikan sitokin yang mampu mengaktivasi makrofag diperlukan pemaparan berulang dalam jangka waktu tertentu dari imunomodulator (Roitt dan Delves 2001). Berdasarkan hal tersebut maka diperlukan imunomodulator yang tingkat ketersediaannya tinggi sehingga bisa diberikan berulang dalam jangka waktu panjang seperti imunomodulator yang berasal dari alam, yang salah satunya adalah propolis.

Propolis adalah produk resin yang digunakan oleh lebah pekerja untuk

menutup celah-celah, mendempul retakan-retakan, memperkecil dan menutup lubang, dan komposisi kimianya tergantung pada spesies lebah dan vegetasi sumber resin (Bankova 2009). Lebih dari 300 senyawa kimia telah diidentifikasi dari propolis, termasuk polifenol (misalnya, flavonoid), kumarin, terpenoid, asam amino, mineral, dan sebagainya (Marcucci *et al.* 2001; Falcão *et al.* 2013; Shi *et al.* 2012; Bonvehí dan Bermejo 2013). Produk ini telah menarik minat peneliti dalam beberapa dekade terakhir karena sifat-sifat biologis dan farmakologisnya, antara lain seperti antimikroba (Sforzin *et al.* 2000; Bufalo *et al.* 2009; Silva *et al.* 2012), imunomodulator (Silva *et al.* 2012), antiinflamasi (Silva *et al.* 2012), antioksidan (Kumazawa *et al.* 2004).

Salah satu spesies lebah yang potensial memproduksi propolis yang dimiliki Indonesia yaitu spesies lebah lokal *Trigona* spp. Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek ekstrak etanol propolis *Trigona* spp. terhadap aktivitas fagositosis dan produksi nitrit oksida makrofag periteneum tikus *Sprague Dawley* yang diinfeksi *S. aureus*.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian utama yang berlangsung mulai bulan Januari hingga Desember 2016. Pembuatan ekstraksi dan propolis cair dilakukan di laboratorium Teknologi Hasil Pertanian, Politeknik Negeri Lampung, pemeliharaan hewan dilakukan di Rumah Sakit Hewan Pendidikan FKH IPB. Analisis fagositosis makrofag dilakukan di laboratorium Bakteriologi dan Imunologi Fakultas Kedokteran Hewan-IPB dan analisis nitrit oksida (NO) dilakukan di Laboratorium Imunologi Pusat Studi Satwa Primata, LPPM IPB, Bogor.

Bahan, Alat dan Besar Sampel

Bahan penelitian berupa dari propolis mentah asal daerah Sulawesi Selatan yang diperoleh dari CV Nutrima Sehatalami, Bogor. Bahan untuk ekstraksi berupa etanol grade teknis, dan bahan pengisi berupa propilen glikol. Bahan untuk pemeliharaan tikus adalah pakan tikus, propolis cair, senyawa *Caffeic Acid Phenethyl Ester* (CAPE) C8221-Sigma-Aldrich, minyak jagung (*Corn Oil* – SIGMA C8267). Uji aktivitas fagositosis makrofag menggunakan bahan yakni kloroform, *Free Hank's Balanced Salt solution*, *Medium Roswell Park Memorial Institute* (RPMI), etanol 70%, akuabides, *Phosphate Buffer Saline* (PBS), akuades steril, glutamin, penisilin, streptomisin, *Fetal Bovine Serum* (FBS), metanol absolut, *coverslips* bulat, *Gyemsa modified solution* 20 %. Penetapan kadar NO menggunakan senyawa standar nitrit, reagen merah netral, serta larutan Gries A dan Gries B.

Hewan uji berupa tikus putih *Sprague Dawley* berumur kurang lebih 4 bulan (Andreollo *et al.* 2012) yang diperoleh dari Laboratorium Hewan Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM), isolat bakteri *Staphylococcus aureus* non protein A yang diperoleh dari laboratorium Bakteriologi dan Imunologi FKH-IPB.

Peralatan yang digunakan antara lain: *maserator*, *magnetic stirer*, *evaporator* merk Buchi Tipe-190. Alat untuk uji fagositosis makrofag dan uji NO yakni spuit injeksi 1 ml, 3 ml, dan 10 ml, sonde, pipa kapiler, tabung *eppendorf*, neraca elektronik (KERN ABT 220 SDM), alat sentrifus (SORVALL-LEGEND RT), inkubator CO₂ 5 % 37 °C, lempeng mikro (*microplate*) 24 sumur (Nunc), lempeng mikro 96 sumur (Nunc), *coverslip* plastik bulat (Thermanox) diameter 13 mm, alat sentrifugasi, haemositometer, *microplate reader* (Benchmark BIO-RAD).

Penelitian ini menggunakan desain Rancangan Acak Lengkap dengan 3 taraf

perlakuan pemberian propolis dan 2 perlakuan kontrol. Penelitian menggunakan 25 ekor tikus, jumlah sampel dihitung berdasarkan rumus (Frederer 1967), sehingga masing-masing perlakuan terdiri dari 5 ekor tikus.

Tahapan Penelitian

Penelitian dimulai dengan pembuatan ekstrak propolis yang telah dilakukan pada penelitian sebelumnya, tahap pemeliharaan tikus dan intervensi perlakuan, dan tahap pengumpulan sampel terminal.

Pemeliharaan tikus

Tikus dipelihara dalam kandang berukuran 50x30x20 cm, tiap kandang berisi 2 ekor tikus. Sebelum digunakan sebagai hewan percobaan, semua tikus dipelihara terlebih dahulu selama kurang lebih 1 minggu untuk penyesuaian lingkungan, mengontrol kesehatan, berat badan dan menyeragamkan makanannya serta pemberian minum dilakukan secara *ad libitum*. Ransum standar yang digunakan berdasarkan AIN-93M (Reeves *et al.* 1993). Tikus dipilih secara acak dibagi menjadi 5 kelompok, kelompok I diberi 0.5 % (v/b) senyawa CAPE 20 mg/kg sebagai kontrol positif (Park 2004). Kelompok II diberi akuades (*ad libitum*) sebagai kelompok kontrol negatif, kelompok III, IV, dan V diberi propolis cair dengan pemberian 0.16%, 0.48%, 1.44% dari bobot badan/hari. Pemberian propolis cair dilakukan secara per oral selama 14 hari sebelum tikus diinfeksi *S. aureus* non protein A. Infeksi *S. aureus* dilakukan pada hari ke-14 dengan menyuntikkan inokulum bakteri dosis 1×10^9 cfu secara intraperitoneal. Pada hari ke-15 semua tikus pada masing-masing kelompok dilakukan *euthanasia* dengan eter untuk diambil makrofag peritoneal.

Pengumpulan kultur makrofag peritoneal tikus

Tikus percobaan dilakukan *euthanasia* melalui dislokasi tulang leher, lalu tikus

diletakkan dalam posisi terlentang, kemudian kulit bagian perut dibuka dan selubung peritoneum dibersihkan dengan alkohol 70%. Sebanyak 10 ml medium RPMI 1640 diinjeksikan secara intraperitoneal menggunakan spuit. Kemudian dibiarkan selama 3 menit sambil ditekan-tekan perlahan atau digerakkan supaya medium menyebar ke seluruh bagian peritoneal dan sel makrofag disuspensikan. Cairan peritoneum diaspirasi dengan cara menekan organ dalam dengan 2 jari kemudian cairan diambil menggunakan jarum spuit secara intraperitoneal pada bagian yang tidak berlemak dan jauh dari usus. Aspirat yang diperoleh disentrifugasi dengan kecepatan 1200 rpm pada suhu 4 °C selama 10 menit. Endapan disuspensikan dalam medium RPMI 1640-FBS. Sebanyak 10 µL suspensi sel diteteskan ke dalam hemositometer kemudian dihitung jumlah sel pada 4 bilik dan disuspensikan dengan kerapatan sel 2.5×10^6 sel/mL. *Plate* diinkubasi dalam inkubator CO₂ 5 %, suhu 37 °C selama 15 menit. Lalu ditambahkan 1 mL RPMI komplet ke dalam setiap sumur, *plate* diinkubasi kembali selama 2 jam, lalu media dibuang dan sumur dibilas dengan media basal sebanyak 2 kali dan ditambahkan 1 ml RPMI 1640-FBS dan diinkubasi 24 jam dalam inkubator CO₂ 5 %, suhu 37 °C (Wijayanti 2009).

Pengaruh propolis *Trigona* spp. terhadap produksi NO

Nitrit pada supernatan makrofag tikus yang diberi perlakuan propolis maupun tidak diberi perlakuan propolis, ditentukan berdasarkan metode Dietert *et al.* (1995).

Pengolahan dan Analisis Data

Hasil disajikan dalam rata-rata ± SD. Semua analisa statistik dilakukan dengan menggunakan Microsoft Excel dan SAS 9.1. Perbedaan yang signifikan antara perlakuan dianalisis menggunakan ANOVA, jika terdapat perbedaan nyata antar perlakuan

dilakukan uji lanjut dengan uji DMRT. Perbedaan secara signifikan dinyatakan dalam $p < 0,05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi senyawa fitokimia ekstrak etanol propolis

Penelitian tahap awal sebelumnya melaporkan hasil identifikasi komponen senyawa fitokimia ekstrak etanol propolis *Trigona* spp. menggunakan GC-MS (Kalsum *et al.* 2016). Diperoleh 6 (enam) komponen senyawa utama yang teridentifikasi seperti

limonene, 1-heptacosanol, heptacosane, 1-hexadecanol, dioctyl adipate, dan hexadecane.

Pengaruh propolis *Trigona* spp. terhadap aktivitas fagositosis makrofag

Pengaruh propolis *Trigona* spp. terhadap kemampuan fagositosis makrofag dirangsang oleh perlakuan yang berbeda ditunjukkan pada Tabel 1. Indeks fagositosis meningkat secara signifikan dengan konsentrasi yang berbeda dari propolis (0.16%, 0.48% dan 1.44%) sama dengan yang diamati untuk CAPE (0.5 % - kontrol positif).

Tabel 1 Pengaruh propolis *Trigona* spp. terhadap kemampuan fagositosis makrofag

Kelompok	PF (%)	IF	EF
CAPE (Kontrol positif)	87.20±1.25 ^a	51.23±1.31 ^a	0.59±0.02 ^a
Akuades (Kontrol negatif)	52.73±12.45 ^c	45.19±1.13 ^c	0.86±0.29 ^c
Propolis 0.16 %	80.67±5.54 ^b	45.73±1.02 ^b	0.57±0.05 ^b
Propolis 0.48 %	88.40±4.63 ^a	51.67±0.68 ^a	0.59±0.03 ^a
Propolis 1.44 %	90.07±3.73 ^a	52.38±1.46 ^a	0.58±0.04 ^a

Keterangan : angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada pada kolom yang sama menyatakan tidak berbeda nyata pada taraf uji 5 %

PF : Persen Fagositosis

IF : Indeks Fagositosis

EF : Efisiensi Fagositosis

Makrofag merupakan komponen penting dalam imunitas bawaan. Makrofag berfungsi terutama sebagai sel fagosit dan mampu fagositosis organisme patogen. Selain itu, makrofag adalah produsen sitokin ampuh dan memainkan peran penting dalam berbagai proses, termasuk presentasi antigen dan penyembuhan luka. Terkait dengan peran makrofag sebagai penyaji antigen (APC), makrofag akan mengekspresikan MHC II pada permukaannya. Makrofag bersama-sama dengan MHC II menyajikan antigen kepada sel T, ekspresi MHC II meningkat bila

makrofag teraktivasi (Abbas dan Liehtman 2003).

Pemberian propolis sebagai imunomodulator memberikan pengaruh pada indeks fagositosis makrofag yang terlihat dari peningkatan rerata indeks daya fagosit makrofag bila diberikan pada 0.16% bila dibandingkan dengan kontrol negatif dan menunjukkan sedikit peningkatan rerata indeks daya fagosit makrofag bila diberikan pada 0.48% bila dibandingkan dengan kontrol positif (tidak berbeda nyata). Hal ini menunjukkan bahwa propolis sebagai imunomodulator, berpotensi meningkatkan

indeks daya fagosit makrofag peritoneal tikus bila diberikan dalam jangka waktu tertentu dan sedikit meningkatkan indeks daya fagosit makrofag peritoneal bila diberikan dalam jumlah yang lebih tinggi. Hal ini dikarenakan sifat propolis sebagai imunomodulator dimana ketika diberikan dengan dosis kecil, dapat berpotensi meningkatkan rerata indeks daya fagosit makrofag (Takagi *et al.* 2005).

Propolis mempunyai aktivitas seperti IFN- γ yang menginduksi dan mengaktifasi makrofag dan limfosit T. Aktivasi makrofag mensekresi sitokin (IL-1, IL-6, IL-12 dan TNF α) dan mengaktifasi sel T. Aktivasi sel T tersebut mensekresi IFN- γ yang menghambat diferensiasi produksi antibodi oleh sel B. Aktivitas propolis seperti IFN- γ yang mengakibatkan respon imun yang dimediasi oleh seluler teraktivasi, ketika respon imun humoral ditekan produksinya (Takagi *et al.* 2005).

Orsolic *et al.* (2002) mengemukakan aktivasi makrofag dapat terjadi karena propolis dapat meningkatkan aktivitas LAF (*Lymphocyte Activating Factor*) yang secara langsung dapat mengaktifasi makrofag dan membuat makrofag lebih responsif untuk memfagosit mikroorganisme karena propolis mempunyai aktivitas seperti sitokin IFN- γ yang berfungsi mengaktifasi makrofag. Oponisasi makrofag dengan antigen juga akan mengaktifasi sel NK. Menurut penelitian Orsolic *et al.* (2005) propolis dapat meningkatkan respon reseptor makrofag terhadap LPS dari mikroorganisme dengan menghasilkan IL-1, NO, dan TNF- α yang dapat meningkatkan aktivasi sel makrofag ketika ada mikroorganisme yang dianggap antigen.

Hasil penelitian ini menyatakan bahwa makrofag peritoneal telah diaktifkan dengan pemberian propolis *Trigona* spp., seperti yang ditunjukkan melalui peningkatan kemampuan fagositosis (Tabel 1). Dugaan kuat senyawa yang dikandung

propolis *Trigona* spp. seperti *limonene*, mampu bekerja mengaktifkan makrofag. Beberapa penelitian lain telah menunjukkan bahwa beberapa bahan dalam propolis, seperti *caffeic acid phenethyl ester*, asam sinamat, dan *artepillin C*, juga mampu mengaktifkan makrofag secara *in vitro* dan *in vivo* (Gao *et al.* 2014). Data literatur menunjukkan bahwa minyak esensial dari *Eucalyptus globulus*, yang mengandung *p-cymene* yang merupakan anggota monoterpen, juga mampu merangsang respon fagositosis makrofag serta *p-cymene* juga dapat merangsang fagositosis melalui pengikatan dengan reseptor TLR4 (Kummer *et al.* 2015).

Pengaruh propolis *Trigona* spp. terhadap produksi nitrit oksida (NO)

Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2, propolis mampu meningkatkan produksi NO dalam makrofag oleh perlakuan yang berbeda. Produksi NO meningkat secara signifikan dengan konsentrasi propolis yang berbeda (0.16 %, 0.48 % dan 1.44 %) sama dengan yang diamati pada CAPE (0.5 % - kontrol positif). Pada pemberian 0.48 % dan 1.44 % berbeda secara bermakna dengan kelompok kontrol negatif dan kontrol positif serta kelompok dosis 0.16 %. Hal ini kemungkinan pada pemberian 0.48 % maupun 1.44 % mampu mengaktifasi produksi NO oleh makrofag. Menurut (Goel *et al.*, 2005) tanpa induksi, NO diproduksi pada tingkat yang tidak dapat dideteksi, dan induksi dengan LPS mengakibatkan kenaikan produksi NO yang bermakna.

Tabel 2 Pengaruh propolis *Trigona* spp. terhadap produksi NO makrofag

Kelompok	NO ($\mu\text{M/L}$)
CAPE (Kontrol Positif)	184.164 \pm 0.79 ^b
Akuades (Kontrol Negatif)	176.79 \pm 5.61 ^c
Propolis 0.16 %	187.104 \pm 1.14 ^b
Propolis 0.48 %	195.866 \pm 0.78 ^a
Propolis 1.44 %	198.034 \pm 1.15 ^a

Keterangan : angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada pada kolom yang sama menyatakan tidak berbeda nyata pada taraf uji 5 %

Nitrat oksida adalah mediator terkait dengan aktivasi sel yang berkontribusi pada kematian atau penghambatan berbagai patogen (Nathan dan Hibbs 1991). Dalam penelitian ini, ditemukan bahwa pada pemberian 0.16 % propolis telah mampu menginduksi produksi NO. Hasil ini sesuai dengan penelitian lain yang menunjukkan bahwa NO memiliki peran regulasi penting dalam berbagai jenis proses inflamasi. *Limonene* dilaporkan dapat menekan produksi TNF- α , sehingga menjadi agen anti-inflamasi yang kuat terutama di kondisi peradangan kulit (Yoon *et al.* 2010). Studi *in vitro* menunjukkan bahwa *D-limonene* meningkatkan produksi NO makrofag peritoneal pada tikus yang menderita tumor (Del Toro-Arreola *et al.* 2005).

Salah satu indikasi makrofag teraktivasi adalah terbentuknya nitrit oksida (NO) dari L-arginin oleh *nitric oxide synthase* (NOS). Nitrit oksida merupakan radikal bebas yang berupa gas anorganik dan bersifat dapat menembus lapisan membran. NO berperan penting pada berbagai fungsi fisiologis salah satunya adalah sebagai mediator kunci pada imunitas non spesifik. NO bersifat toksik terhadap bakteri patogen karena NO dapat

menghambat enzim ribonukleotida reduktase dan mengganggu sintesis DNA. NO juga dapat menginaktivasi enzim yang berikatan dengan zat besi dan sulfur seperti *Nicotinamide Adenine Dinucleotide* (NADH) dan *ubiquinon oksidoreduktase*. Meskipun NO sendiri bersifat cukup toksik dan secara alami sifatnya reaktif, maka NO dapat dengan mudah berikatan dengan molekul lain seperti oksigen dan menghasilkan nitrat dan nitrit yang bersifat stabil dan tidak toksik (Billack 2006).

Terpenoid pada ekstrak propolis menyebabkan aktivasi makrofag yang diikuti dengan diferensiasi dan proliferasi. Proses diferensiasi dan proliferasi ini menyebabkan peningkatan jumlah makrofag yang beredar di dalam tubuh (Abbas dan Lichtman 2003). Hal ini sangat berbeda dengan hasil penelitian Buffalo *et al.* (2013), yang menunjukkan pemberian ekstrak propolis dan asam caffeic (5, 10, 25, 50 and 100 $\mu\text{g/mL}$) mampu menghambat produksi NO dalam *cell line* makrofag (raw 264,7 cells), selanjutnya mampu menekan jalur sinyal yang disebabkan LPS, yaitu p38 MAPK, JNK1/2 dan NF- κ B. Demikian juga menurut Márquez *et al.* 2004, pemberian senyawa CAPE (1, 5 dan 10 μM) memiliki efek penghambatan terhadap faktor transkripsi NF- κ B dan NFAT dan akibatnya, CAPE menghambat transkripsi gen IL-2, ekspresi IL-2R (CD25), dan proliferasi sel T pada manusia. Penghambatan aktivasi NF- κ B dapat menjadi dasar molekuler sifat antiinflamasi dari propolis (Farooqui dan Farooqui 2010).

Nitrit oksida berperan penting dalam fisiologi dan patologi sistem imun tubuh. Jumlah NO yang sesuai yang berasal dari iNOS membantu dalam pertahanan yang efektif terhadap serangan mikroba. Sebaliknya, ketidakmampuan untuk menghasilkan NO berpengaruh pada kerentanan terhadap infeksi (Karpuzoglu dan Ahmed 2006). Nitrit oksida (NO) merupakan faktor sitotoksik esensial dalam membunuh

agen patogen dan tumorisidal (Coleman 2001; Hajri *et al.* 1998).

Oleh karena itu, penelitian ini mempertimbangkan kemungkinan bahwa *limonene* mungkin menjadi salah satu bahan yang paling penting dalam propolis *Trigona* spp. asal Indonesia yang berperan dalam mengaktifkan makrofag dan meningkatkan produksi NO.

KESIMPULAN

Studi ini menunjukkan bahwa pemberian ekstrak etanol propolis cair *Trigona* spp. pada hewan coba tikus mampu mengindikasikan makrofag hewan tikus telah teraktivasi melalui peningkatan kemampuan fagositosis makrofag dan peningkatan produksi nitrit oksida. Kombinasi hasil ini menunjukkan bahwa ekstrak ini memiliki efek imunomodulator dan mampu meningkatkan respon imun.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas AK, Lichtman AH. 2003. *Cellular and molecular immunology*. 5th ed. Philadelphia(US): Saunders Co. Saunders.
- Abbas A K, Lichtman AH, Pillai S. 2012. *Cellular and molecular immunology*. 7th ed. Philadelphia(US): Saunders Elsevier.
- Andreollo NA, Santos EF dos, Araujo MR, Lopes LR. 2012. Rat's age versus human's age: What is The Relationship?. Review Article. *ABCD Arq Bras Cir Dig*. 25(1):49-51.
- Bankova VS. 2009. Chemical diversity of propolis makes it a valuable source of new biologically active compounds. *J Api Prod Api Med Sci* 1:23–28.
- Billack B. 2006. Macrophage activation: role of toll-like 24 receptors, nitric oxide, and nuclear factor kappa B. *Am J Pharmaceutical Edu*. 70(5):1-10.
- Bonvehí JS, Bermejo FJ. 2013. Element content of propolis collected from different areas of South Spain. *Environ Monit Assess*. 185:6035-6047.
- Buffalo MC, Ferreira I, Costa G, Fansisco V, Liberal J, Cruz TM, Lopes MC, Batista MT, Sforcin JM. 2013. Propolis and its constituent caffeic acid suppress LPS-stimulated pro-inflammatory response by blocking NF- κ B and MAPK activation in macrophages. *Journal of Ethnopharmacology* 149:84-92.
- Bufalo MC, Figueiredo AS, Sousa JPB, Candeias JMG, Bastos JK, Sforcin JM. 2009. Anti-poliovirus activity of *Baccharis dracunculifolia* and propolis by cell viability determination and real-time PCR. *Appl Microbiol*. 107:1669-1680.
- Coleman J. 2001. Nitrit oksid in immunity and inflammation. *International Immuno Pharmacology*. 1:1397-1406.
- Del Toro-Arreola S, Flores-Torales E, Torres-Lozano C, Del Toro-Arreola A, Tostado-Pelayo K, Guadalupe Ramirez-Dueñas M, Daneri-Navarro A. 2005. Effect of D-limonene on immune response in BALB/c mice with lymphoma. *International Immunopharmacology*. 5(5):829-838.
- Dietert RR, Hotchkiss JH, Austic RE, Sung Y. 1995. *Production of reactive nitrogenc intermediates by macrophages*. In: Bursleson GR, Dean JH, Munson AE. A John, editor. *Methodes in Immunotoxicology*. Volume 2. New York(US): Wilye Liss & sons Inc Publ.
- Falcão SI, Vale N, Gomes P, Domingues MRM, Freire C, Cardoso SM, Vilas-Boas M. 2013. Phenolic profiling of Portuguese propolis by LC-MS spectrometry: uncommon propolis rich in flavonoid glycosides. *Phytochem Anal*. 24:309-318.

- Farooqui T dan AA Farooqui. 2010. Molecular mechanism underlying the therapeutic activities of propolis: A critical review. *Current Nutrition & Food Science*. 6(3):186-199.
- Frederer WT. 1967. *Experimental design: theory and application*. Calcutta(IN):Oxford & IBH Publ. Co.
- Gao W, Wu J, Wei J, Pu L, Guo C, Yang J, Yang M, Luo H. 2014. Brazilian green propolis improves immune function in aged mice. *J. Clin. Biochem. Nutr.* 55(1):7-10.
- Goel A, Dani V, Dhawan DK. 2005. Protective effects of zinc on lipid peroxidation, antioxidant enzymes and histochitecture in chlorpyrifosinduced toxicity. *Chem-Biol. Interact.* 156(2-3):131-140.
- Hajri T, Khosla P, Pronczuk A, Hayes KC. 1998. Myristic acidrich fat raised plasma LDL by stimulating LDL production without affecting fractional clearance in gerbils fed a cholesterol-free diet. *Journal of Nutrition*. 128: 477-484.
- Kalsum N, Sulaeman A, Setiawan B, Wibawan IWT. 2016. Phytochemical profiles of propolis *Trigona* spp. from three regions in Indonesia using GC-MS. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*. 6(14):31-37.
- Karpuzoglu. E, Ahmed SA. 2006. Estrogen regulation of nitric oxide and inducible nitric oxide synthase (iNOS) in immune cells: Implications for immunity, autoimmune diseases, and apoptosis. *Nitric Oxide*. 15:177-186. doi:10.1016/j.niox.2006.03.009
- Kumazawa S, Hamasaka T, Nakayama T. 2004. Antioxidant activity of propolis of various geographic origins. *Food Chem* 84:329-339.
- Kummer R, Estevão-Silva CF, Bastos RL, Grespan R, de Souza Silva-Comar FM, Spironello RA, Rocha BA, Bersani-Amado CA, Cuman RKN. 2015. Effect of *p*-cymene on chemotaxis, phagocytosis and leukocyte behaviors. *International Journal of Applied Research in Natural Products*. 8(2):20-27.
- Male D, Brostoff J, Roth DB, Roitt IM. 2006. *Immunology* 7th ed. Canada(CA): Elsevier Ltd.
- Marcucci MC, Ferreres F, Garcia-Viguera C, Bankova VS, De Castro SL, Dantas AP, Valente PHM, Paulino N. 2001. Phenolic compounds from Brazilian propolis with pharmacological activities. *J Ethnopharmacol.* 74:105-112.
- Márquez N, Sancho R, Macho A, Calzado MA, Fiebich BL, Muñoz E. 2004. Caffeic acid phenethyl ester inhibits T-cell activation by targeting both nuclear factor of activated T-cells and NF-κB transcription factors. *The Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics*. 308:993-1001.
- Medzhitov R. 2001. Toll-like receptors and innate immunity. *Nature Reviews Immunology*. 1:135-145.
- Naga Preethi N, Rajeshwari P. 2014. An overview on immunomodulators. *Int Journal of Current Pharmaceutical & Clinical Research*. 4(2):108-114.
- Nathan CF, Hibbs Jr JB. 1991. Role of nitric oxide synthesis in macrophage antimicrobial activity. *Current Opinion in Immunology*. 3(1):65-70.
- Nathan C, Xie QW. 1994. Nitric oxide synthases: roles, tolls, and controls. *Cell*. 78(6):915-918.
- Orsolio N, Knezevic AH, Basic I. 2002. Propolis as a new potential immunomodulator in mice: Antimetastatic Activity of Water Soluble Derivate of Propolis (WSDP). *Mellivera*. 2(3):39-46.
- Orsolio N, Terzic S, Sver L, Basic I. 2005. Polyphenolic compounds from propolis

- modulate immune responses and increase host resistance to tumour cells. *Food and Agricultural Immunology*. 16(3):165-179.
- Park JH, Lee JK, Kim HS, Chung ST, Eom JH, Kim KA, Chung SJ, Paik SY, Oh HY. 2004. Immunomodulatory effect of caffeic acid phenethyl ester in Balb/c mice. *Int Immunopharmacol*. 4(3):429-436.
- Reeves PG, Forrest H, Nielsen, George C, Fahey. 1993. AIN-93 purified diets for laboratory rodents: final report of the american institut of nutrition ad hoc writing committee on the reformulation of the AIN-76A rodent diet, committee report. *Journal of Nutrition*. 123:1939-1951.
- Rieux-Laucat F, Fischer A, Le Deist F. 2003. Cell-death signaling and human disease. *Current Opinion in Immunology*. 15(3):325-331.
- Roitt IM, Delves PJ. 2001. Essential immunology. 10th ed. New York(US): Blackwell Publishing Co.
- Sforcin JM, Fernandes Júnior A, Lopes CAM, Bankova V, Funari SRC. 2000. Seasonal effect on Brazilian propolis antibacterial activity. *J Ethnopharmacol*. 73:243-249.
- Shi H, Yang H, Zhang X, Yu LL. 2012. Identification and quantification of phytochemical composition and anti-inflammatory and radical scavenging properties of methanolic extracts of Chinese propolis. *J Agric Food Chem*. 60:12403-12410.
- Silva JC, Rodrigues S, Féas X, Estevinho LM. 2012. Antimicrobial activity, phenolic profile and role in the inflammation of propolis. *Food and Chemical Toxicology*. 50:1790-1795.
- Takagi Y, Choi I, Yamashita T, Nakamura T, Suzuki I, Hasegawa T, Oshima M, Gu Y. 2005. Immune activation and radioprotection by propolis. Institute for Advance Research in Asian Science and Medicine. *The American Journal of Chinese Medicine*. 33(3):231-240.
- Wijayanti M. 2009. *Isolasi Makrofag dan Uji Daya Fagositosis*. Yogyakarta(ID): UGM Press.
- Yoon WJ, Lee NH, Hyun CG. 2010. Limonene suppresses lipopolysaccharide-induced production of nitric oxide, prostaglandin E and pro-inflammatory cytokines in RAW 264.7 macrophages. *J. Oleo Sci*. 59:415-421.

FORTIFIKASI DENGAN ASAM LEMAK OMEGA-3 DAN ANTIOKSIDAN UNTUK MENINGKATKAN NILAI GIZI DAN MUTU ROTI TAWAR

FORTIFICATION WITH OMEGA-3 FATTY ACIDS AND ANTIOXIDANT TO INCREASE NUTRITION VALUE AND QUALITY OF BREAD

Ribut Sugiharto^{*}, Nevy Rikafilanti, Tias Apriyani

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

*Email Korespondensi: ribut.sugiharto@fp.unila.ac.id

ABSTRACT

Bread is a food product as a source of carbohydrates, but it has low levels of omega-3 fatty acids. To increase the content of omega-3 fatty acids that are important for the body, it is necessary to add fish oil as a source of omega-3 fatty acids. But the fish oil has aroma that is less favored by the consumer and easily oxidized. The addition of fish oil can lead to organoleptic changes especially in the aroma and may decrease the shelf-life of bread. It is therefore necessary to find the optimal percentage of fish oil and antioxidant addition, in order to produce bread containing the highest omega-3 fatty acids, which are still acceptable to consumers, and a long shelf life. The purpose of this study was to determine the amount of fish oil addition and antioxidant combination to increase the nutritional value, maintain the organoleptic properties, and extend the shelf life of the bread. The study was conducted in two stages; The first stage determines the maximum percentage of fish oil addition in fresh bread which is organoleptically acceptable by the panelists, while also determining the shelf life. The research is arranged in Randomized Block Design (RBD) with two factors. The first factor was the concentration of fish oil added (0%, 1%, and 2%), while the second factor was the shelf life (0, 1, 2, and 3 days); The second stage determines the percentage of addition of antioxidant combination and the shelf life of fresh bread. The research is arranged in RBD with two factors. The first factor was the concentration of ascorbic acid combination (AA) and BHA added (0% and 0.02%, 0.005% and 0.015%, 0.01% and 0.01%, 0.015% and 0.005%, 0.02% and 0%), while the second factor is the shelf life (0, 3, and 6 days). The results showed that the maximum percentage of fish oil addition in the bread with organoleptic properties that can still be accepted by panelists is 1% with a shelf life of no more than 1 day. The fortified bread with 1% fish oil and a combination of antioxidants (0.01% ascorbic acid and 0.01% BHA) can be stored for up to 3 days without significant changes in organoleptic properties and peroxide numbers, with omega-3 fatty acids of 1.2g/ 100 g of bread.

Key word: *antioxidant, bread, fish oil, fortification, omega-3.*

ABSTRAK

Roti tawar merupakan produk pangan sebagai sumber karbohidrat, tetapi rendah kadar asam lemak omega-3. Untuk meningkat kandungan asam lemak omega-3 yang penting bagi tubuh, perlu dilakukan fortifikasi, yaitu dengan menambahkan minyak ikan sebagai sumber asam lemak omega-3. Tetapi minyak ikan mempunyai aroma yang kurang disukai oleh konsumen dan mudah

teroksidasi. Penambahan minyak ikan dapat menyebabkan perubahan organoleptik terutama pada aroma dan dapat menurunkan daya simpan roti tawar. Oleh karena itu perlu dicari persentase penambahan minyak ikan dan antioksidan yang optimum, supaya menghasilkan roti tawar yang mengandung asam lemak omega-3 tertinggi, yang tetap dapat diterima oleh konsumen, dan masa simpan cukup lama. Tujuan penelitian ini adalah menentukan jumlah penambahan minyak ikan dan kombinasi antioksidan untuk meningkatkan nilai nutrisi, mempertahankan sifat organoleptik, dan memperpanjang masa simpan roti tawar. Penelitian dilakukan dalam dua tahap; Tahap pertama menentukan persentase maksimum penambahan minyak ikan pada roti tawar yang secara organoleptik masih dapat diterima oleh panelis, sekaligus menentukan masa simpannya. Penelitian disusun dalam RAKL dengan dua faktor. Faktor pertama konsentrasi minyak ikan yang ditambahkan (0%, 1%, dan 2%), sedangkan faktor kedua adalah masa simpan (0, 1, 2, dan 3 hari); Tahap kedua menentukan persentase penambahan kombinasi antioksidan dan masa simpan roti tawar. Penelitian disusun dalam RAKL dengan dua faktor. Faktor pertama konsentrasi kombinasi asam askorbat (AA) dan BHA yang ditambahkan (0% dan 0,02%, 0,005% dan 0,015%, 0,01% dan 0,01%, 0,015% dan 0,005%, 0,02% dan 0%), sedangkan faktor kedua adalah masa simpan (0, 3, dan 6 hari). Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase maksimum penambahan minyak ikan pada roti tawar dengan sifat organoleptik yang masih dapat diterima oleh panelis adalah 1% dengan masa simpan tidak lebih dari 1 hari. Roti tawar yang difortifikasi dengan 1% minyak ikan dan kombinasi antioksidan (0,01% asam askorbat dan 0,01% BHA) dapat disimpan hingga 3 hari tanpa perubahan sifat organoleptik dan bilangan peroksida secara nyata, dengan kadar asam lemak omega-3 sebesar 1,2 g/100 g roti.

Kata kunci: antioksidan, fortifikasi, minyak ikan, omega-3, roti tawar.

PENDAHULUAN

Roti adalah produk pangan yang tercipta dari hasil fermentasi tepung terigu dengan menggunakan bahan pengembang berupa ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) atau bahan pengembang lainnya yang proses pematangannya dengan cara dipanggang (Mudjajanto dan Yulianti, 2004). Roti tawar yang beredar di pasaran sebagian besar dibuat dari tepung terigu dan tepung gandum utuh yang keduanya memberikan asupan energi cukup tinggi bagi tubuh akibat tingginya kandungan karbohidrat yang terdapat di dalamnya. Gaman dan Sherington (1992) menyatakan bahwa kandungan karbohidrat yang terdapat pada roti tawar cukup tinggi yaitu sebesar 50 gram dari 100 gram berat bahan, namun jumlah zat gizi lain yang terdapat di dalamnya sangat rendah. Hal itu mengakibatkan perlu dilakukannya fortifikasi

pada roti tawar agar dapat meningkatkan nilai gizi lain pada roti tawar, seperti asam lemak omega-3.

Banyak penelitian menunjukkan bahwa asam lemak omega-3 dapat mengurangi peradangan, menurunkan risiko penyakit kanker, hipertensi, diabetes, artritis, dan menjaga fungsi otak. Ada 3 jenis asam lemak omega-3, yaitu ALA (*Alpha Linolenic Acid*), DHA (*Docosa Hexaenoic Acid*) dan EPA (*Eicosa Pentaenoic Acid*), dan kebanyakan digunakan dalam bentuk mikrokapsul. Asam lemak omega-3 memiliki sifat sensitif terhadap oksigen yang dapat menjadikannya teroksidasi dan menyebabkan ketengikan sehingga penambahannya pada roti tawar menyebabkan perubahan organoleptik, terutama pada aroma dan juga berpengaruh terhadap lama simpan produk tersebut. Hal tersebut menyebabkan perlu dilakukannya penambahan zat aditif antioksidan yang

dapat memperbaiki sifat organoleptik dan juga berfungsi untuk memperpanjang masa simpan roti tawar yang difortifikasi asam lemak omega-3 yang berasal dari minyak ikan.

Berdasarkan sumbernya terdapat dua jenis antioksidan yang dapat ditambahkan dalam pangan, yaitu antioksidan alami, seperti asam askorbat dan tokoferol; dan antioksidan sintetis, seperti Butil Hidroksi Anisol (BHA). Menurut Pratt dan Hudson (1990), senyawa antioksidan umumnya adalah senyawa fenolik atau polifenolik yang dapat berupa golongan flavonoid, turunan asam sinamat, kumarin, tokoferol, dan asam-asam organik polifungsional. Pada penelitian ini antioksidan yang digunakan adalah asam askorbat dan BHA. Penambahan antioksidan diharapkan dapat memperbaiki sifat sensori dan menghambat kerusakan dini pada roti tawar yang difortifikasi dengan asam lemak omega-3 yang berasal dari minyak ikan. Oleh sebab itu perlu dilakukannya penelitian yang membahas mengenai efek fortifikasi minyak ikan sebagai sumber asam lemak omega-3 dan antioksidan terhadap nilai gizi, sifat sensori, dan lama simpan roti tawar.

Tujuan penelitian ini adalah: (a) untuk mendapatkan jumlah penambahan minyak ikan sebagai sumber asam lemak omega-3 yang tepat agar menghasilkan roti tawar dengan kadar asam lemak omega-3 yang tinggi dan sifat organoleptik yang baik, serta masih dapat diterima oleh panelis. (b) untuk mendapatkan jumlah penambahan kombinasi antioksidan (asam askorbat dan BHA) yang tepat agar diperoleh roti tawar dengan kadar asam lemak omega-3 tinggi, sifat organoleptik yang baik, tahan terhadap kerusakan akibat oksidasi, dan mempunyai masa simpan lebih lama.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan alat.

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah tepung terigu, gula pasir,

air, ragi roti, garam, susu, shortening, pengembang, minyak ikan sumber asam lemak omega-3, antioksidan (asam askorbat dan BHA), serta bahan-bahan lainnya untuk analisis hasil percobaan. Sedangkan alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah mixer, loyang, baskom, oven, timbangan, roller (pemipih adonan), plastik, soxhlet, Gas Chromatography (GC) merek Hitachi 263-50, alat uji organoleptik, dan alat-alat penunjang analisis hasil percobaan.

Metode Penelitian.

Penelitian dilakukan dalam dua tahap; Tahap pertama menentukan persentase maksimum penambahan minyak ikan pada roti tawar yang secara organoleptik masih dapat diterima oleh panelis, sekaligus menentukan masa simpannya. Penelitian disusun dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan dua faktor dengan tiga ulangan. Faktor pertama konsentrasi penambahan minyak ikan yang mengandung asam lemak omega-3 (0% b/b (M0), 1% b/b (M1), dan 2% b/b (M2)), sedangkan faktor kedua adalah masa simpan (0 hari (L₁0), 1 hari (L₁1), 2 hari (L₁2), dan 3 hari (L₁3)); Tahap kedua menentukan persentase penambahan kombinasi antioksidan dan masa simpan roti tawar. Penelitian disusun dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan dua faktor dengan tiga ulangan. Faktor pertama konsentrasi kombinasi asam askorbat (AA) dan BHA yang ditambahkan (0% dan 0,02% b/b (A1), 0,005% b/b dan 0,015% b/b (A2), 0,01% b/b dan 0,01% b/b (A3), 0,015% b/b dan 0,005% b/b (A4), 0,02% b/b dan 0% b/b (A5)), sedangkan faktor kedua adalah masa simpan (0 hari (L₂0), 3 hari (L₂3), dan 6 hari (L₂6)).

Prosedur Penelitian.

Roti dibuat dengan melakukan beberapa tahapan yang dimulai dengan tahapan pencampuran bahan-bahan, yaitu 1000 gram tepung terigu, 80 gram gula pasir, 11 gram

ragi roti, 15 gram garam, 5 gram pengembang dan ditambahkan 550 ml air dingin dicampur dan dihomogenkan dengan mixer, kemudian 80 gram susu, 40 gram shortening, dan minyak ikan ditambahkan ke dalam adonan. Minyak ikan yang mengandung asam lemak omega-3 (pada penelitian tahap I) atau dua jenis antioksidan (pada penelitian tahap II) ditambahkan sesuai perlakuan yang diberikan. Kemudian 50 ml air dingin ditambahkan pada adonan, adonan dihomogenkan dengan mixer dengan kecepatan maksimum selama ± 15 menit, hingga kalis. Adonan yang sudah kalis didiamkan selama ± 10 menit, kemudian adonan dipipihkan hingga ketebalan ± 2 cm. Adonan yang telah dipipihkan, digulung dan dimasukkan ke dalam loyang sambil ditekan (dipadatkan) dan tutup loyang dibiarkan setengah terbuka selama 15 menit selanjutnya difermentasi selama ± 60 menit pada suhu ruang dengan kondisi loyang tertutup rapat. Selanjutnya pemanggangan dilakukan pada suhu 200°C selama 30 menit. Setelah melewati beberapa tahapan tersebut akan dihasilkan roti tawar yang telah difortifikasi dengan minyak ikan dan antioksidan.

Pengamatan.

Variabel yang dianalisis dari hasil percobaan adalah: a) profil asam lemak omega-3 menggunakan metode kromatografi gas, b) bilangan peroksida menggunakan metode AOAC (AOAC 965-33 2005), c) bilangan anisidin menggunakan metode

British Standard (BS 684 1998), d) nilai total oksidasi menggunakan metode penjumlahan bilangan peroksida dan bilangan anisidin, dan e) uji organoleptik yang meliputi aroma, tekstur, rasa, dan penerimaan keseluruhan (kesukaan) dengan menggunakan metode scoring.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Fortifikasi dengan minyak ikan

Fortifikasi dengan minyak ikan meningkatkan nilai gizi roti tawar, terutama kadar asam lemak omega-3. Tetapi penambahan minyak ikan mempengaruhi sifat organoleptik roti tawar. Pada penelitian ini, parameter yang diamati dalam pengujian organoleptik roti tawar yang dihasilkan adalah aroma, rasa, tekstur, dan penilaian keseluruhan, serta profil asam lemak omega-3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan minyak ikan, lama penyimpanan, dan interaksi keduanya berpengaruh terhadap penilaian panelis pada aroma, rasa, dan kesukaan panelis pada roti tawar. Sedangkan tekstur roti tawar yang difortifikasi dengan minyak ikan hanya dipengaruhi oleh lama simpan.

Hasil analisis lebih lanjut dengan BNT pada taraf uji 5% terhadap penilaian panelis pada aroma, rasa, tekstur, dan kesukaan panelis pada roti yang difortifikasi dengan minyak ikan ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil penilaian panelis terhadap sifat organoleptik rasa, aroma, dan kesukaan roti tawar yang difortifikasi dengan minyak ikan yang mengandung asam lemak omega-3.

No.	Perlakuan	Aroma*)	Rasa*)	Kesukaan*)	Tekstur*)
1	M0L ₁ 0	4,55 (a)	4,65 (a)	4,52 (a)	4,23 (a)
2	M0L ₁ 1	4,52 (a)	4,40 (a)	4,38 (a)	4,04 (ab)
3	M0L ₁ 2	4,30 (b)	3,77 (b)	3,77 (b)	3,78 (b)
4	M0L ₁ 3	1,08 (e)	1,05 (g)	1,25 (f)	1,19 (c)
5	M1L ₁ 0	4,47 (ab)	4,42 (a)	3,95 (ab)	4,23 (a)
6	M1L ₁ 1	4,43 (ab)	4,13 (ab)	3,88 (ab)	4,04 (ab)
7	M1L ₁ 2	4,17 (bc)	3,12 (c)	3,10 (c)	3,78 (b)
8	M1L ₁ 3	1,05 (e)	1,05 (g)	1,17 (f)	1,19 (c)
9	M2L ₁ 0	4,03 (c)	2,87 (d)	3,25 (c)	4,23 (a)
10	M2L ₁ 1	3,95 (c)	2,58 (e)	2,82 (d)	4,04 (ab)
11	M2L ₁ 2	3,50 (d)	2,37 (f)	2,30 (e)	3,78 (b)
12	M2L ₁ 3	1,02 (e)	1,07 (g)	1,05 (f)	1,19 (c)

*) Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menyatakan bahwa perlakuan tidak berbeda nyata dengan analisis BNT pada taraf uji 5%.

Keterangan:

Faktor/Perlakuan:

M0 = Penambahan minyak ikan 0% (b/b)

M1 = Penambahan minyak ikan 1% (b/b)

L₁0 = Masa simpan 0 hari

L₁1 = Masa simpan 1 hari

L₁2 = Masa simpan 2 hari

<u>Skor</u>	<u>Aroma</u>	<u>Rasa</u>	<u>Tekstur</u>	<u>Kesukaan</u>
5	Normal	Normal	Sangat lembut	Sangat suka
4	Agak Amis	Agak terasa minyak ikan	Lembut	Suka
3	Amis	Terasa Minyak ikan	Agak lembut	Agak suka
2	Sangat amis	Sangat terasa minyak ikan	Keras	Tidak suka
1	Menyimpang (tengik)	Menimpang	Sangat keras	sangat tidak suka

Perlakuan penambahan minyak ikan 0% (b/b) dan 1% (b/b), serta lama penyimpanan hingga 1 hari (M0L₁0, M0L₁1, M1L₁0, dan M1L₁1) menghasilkan skor penilaian organoleptik untuk aroma, rasa, dan kesukaan panelis terhadap roti tawar tertinggi. Rata-rata penilaian organoleptik untuk perlakuan M0L₁0, M0L₁1, M1L₁0, dan M1L₁1 adalah: skor aroma adalah antara normal dengan agak

amis (4,13-4,62), skor rasa adalah normal dengan agak terasa minyak ikan (3,88-4,52), dan skor kesukaan adalah antara sangat suka dengan suka (4,43-4,55). Sedangkan perlakuan penambahan minyak ikan hingga 2% dengan waktu simpan 3 hari menghasilkan roti tawar dengan penilaian organoleptik terendah.

Tabel 1 menunjukkan bahwa fortifikasi roti dengan minyak ikan menghasilkan penilaian organoleptik, baik aroma, rasa, tekstur, dan kesukaan oleh panelis yang berbeda, tergantung pada perlakuan yang diterapkan. Penambahan minyak ikan pada konsentrasi 0% (b/b) (M0) dan 1% (b/b) (M1) menghasilkan roti tawar dengan aroma, rasa, dan penerimaan panelis yang secara statistik tidak berbeda nyata. Sedangkan penambahan minyak ikan 2% (b/b)(M2), menghasilkan penilaian terhadap aroma, rasa, dan penerimaan panelis yang lebih rendah. Minyak ikan memiliki aroma yang sangat amis sehingga roti tawar yang difortifikasi dengan minyak ikan juga akan memiliki aroma sedikit amis, dan hal tersebut mempengaruhi sifat organoleptik roti tawar tersebut. Semakin banyak minyak ikan ditambahkan, menyebabkan sifat minyak ikan semakin terasa, dan menurunkan skor penilaian organoleptik. Taylor (1989) menyatakan bahwa roti yang ditambah dengan minyak ikan sebanyak 2% mempunyai aroma yang sedikit amis yang mengganggu penerimaan panelis. Demikian pula dengan Borneo *et al.* (2007) menemukan bahwa *cookies* yang difortifikasi dengan asam lemak omega-3 menyebabkan penerimaan konsumen lebih rendah dibandingkan dengan *cookies* yang tidak difortifikasi dengan asam lemak omega-3. Oleh karena itu, fortifikasi roti tawar dengan minyak ikan pada konsentrasi 1% digunakan untuk dasar penelitian berikutnya.

Lama penyimpanan, berinteraksi dengan konsentrasi penambahan minyak ikan, mempengaruhi penilaian organoleptik roti tawar. Lama penyimpanan juga mempengaruhi tekstur roti tawar yang dihasilkan. Semakin lama roti yang difortifikasi dengan minyak ikan yang mengandung asam lemak omega-3, menyebabkan penurunan sifat organoleptik dan tekstur roti semakin keras (Tabel 1). Hal ini disebabkan bahwa asam lemak omega-3 merupakan asam lemak yang mempunyai

ikatan tidak jenuh cukup tinggi (*poly unsaturated fatty acid, PUFA*), yaitu mempunyai ikatan tidak jenuh lebih dari dua, seperti asam alfa linolenat (*alpha linolenic acid, ALA, C18:3*), asam eikosapentanoat (*eicosa pentanoic acid, EPA, C2:5*), dan asam dokosaheksanoat (*docosa hexanoic acid, DHA, C22:6*). Asam lemak tidak jenuh rentan terhadap oksidasi yang menghasilkan aroma yang tidak diinginkan.

Oksidasi asam lemak disebabkan oleh adanya reaksi asam lemak ikatan ganda dengan oksigen dan dengan bantuan cahaya yang menyebabkan terbentuknya radikal bebas peroksida yang selanjutnya terdegradasi menjadi senyawa volatil yang menyebabkan timbulnya aroma tengik (Gunstone, 1996). Laju reaksi oksidasi dipengaruhi oleh jumlah ikatan ganda dalam asam lemak. Semakin banyak jumlah ikatan ganda dalam asam lemak, laju oksidasi semakin tinggi. Frankel (1998) menemukan bahwa setiap penambahan satu ikatan ganda dalam asam lemak, menyebabkan meningkatkan laju reaksi oksidasi dua kali lipat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa roti tawar yang difortifikasi minyak ikan yang mengandung asam lemak omega-3, nilai organoleptiknya mulai menurun setelah penyimpanan hari kedua (L₁₂) dan menjadi tidak disukai oleh panelis. Bahkan pada penyimpanan hari ke tiga (L₁₃), menghasilkan aroma dan rasa yang menyimpang (tengik) dan sangat tidak disukai oleh panelis.

Profil asam lemak omega-3.

Kadar asam lemak omega-3 pada roti tawar yang difortifikasi dengan minyak ikan antara 0,75-1,640 gram/100 gram roti tawar. Profil asam lemak omega-3 pada roti tawar hasil percobaan dapat dilihat pada Tabel 2.

Berdasarkan Tabel 2, perlakuan dengan lama simpan menunjukkan adanya penurunan kadar asam lemak omega-3 setiap harinya. Hal ini diduga karena terjadinya proses oksidasi selama penyimpanan, yang

ditunjukkan dengan timbulnya aroma dan rasa tengik (menyimpang). Proses oksidasi mudah terjadi pada ikatan asam lemak tak jenuh dan asam lemak omega-3 merupakan asam lemak yang mempunyai banyak ikatan tak jenuh. Borneo *et al.* (2007) menyatakan bahwa terjadi penurunan kadar EPA dan DHA, dan total asam lemak omega-3 selama penyimpanan cookies dari minggu ke-1 hingga minggu ke-4.

Fortifikasi dengan antioksidan. Penambahan kombinasi antioksidan ke dalam roti yang difortifikasi dengan minyak ikan yang mengandung asam lemak omega-3, tidak hanya memperbaiki nutrisi roti, tetapi dapat memperpanjang masa simpan. Minyak ikan yang ditambahkan adalah 1% (b/b) dari berat tepung terigu.

Tabel 2. Profil asam lemak omega-3 dari roti tawar yang difortifikasi dengan minyak ikan (gram/100 gram roti).

No	Perlakuan	ALA	EPA	DHA	Total
1	M0L ₀	0,716	0,019	0,016	0,750
2	M0L ₁	0,689	0,012	0,010	0,710
3	M0L ₂	0,644	ttd	ttd	0,644
4	M0L ₃	0,570	ttd	ttd	0,570
5	M1L ₀	1,172	0,059	0,035	1,266
6	M1L ₁	1,099	0,056	0,029	1,185
7	M1L ₂	0,976	0,049	0,021	1,046
8	M1L ₃	0,966	0,028	0,020	1,024
9	M2L ₀	1,521	0,069	0,049	1,640
10	M2L ₁	1,396	0,067	0,048	1,511
11	M2L ₂	1,363	0,063	0,045	1,471
12	M2L ₃	1,311	0,062	0,042	1,414

Keterangan:

Faktor/Perlakuan:

M0 = Penambahan minyak ikan 0% (b/b)
M1 = Penambahan minyak ikan 1% (b/b)
M2 = Penambahan minyak ikan 2% (b/b)
ALA = Alpha Lenolenic Acid (C18:3)
EPA = Eicosa Pentaenoic Acid (C20:5)
DHA = Docoso Hexaenoic Acid (C22:6)

L₀ = Masa simpan 0 hari
L₁ = Masa simpan 1 hari
L₂ = Masa simpan 2 hari
L₃ = Masa simpan 3 hari
ttd = tidak terdeteksi

Analisis sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan kombinasi antioksidan dan lama penyimpanan berpengaruh terhadap

bilangan peroksida, aroma roti, dan kesukaan panelis terhadap roti yang dihasilkan, tetapi tidak ada interaksi antara penambahan

antioksidan dan lama simpan. Sedangkan rasa dan tekstur roti hanya dipengaruhi oleh lama simpan. Penambahan antioksidan dan lama simpan tidak berpengaruh terhadap bilangan p-anisidin dan bilangan total oksidasi.

Analisis lebih lanjut dengan BNT pada taraf uji 5% untuk bilangan peroksida dan sifat organoleptik yang meliputi aroma, rasa, tekstur, dan kesukaan panelis terhadap roti tawar yang difortifikasi dengan minyak ikan sebanyak 1% dan kombinasi antioksidan dapat dilihat pada Tabel 3.

Penambahan antioksidan terhadap roti yang difortifikasi dengan minyak ikan

sebanyak 1% (b/b) pada bilangan peroksida menunjukkan bahwa penambahan antioksidan secara individu, asam askorbat saja atau BHA saja, menghasilkan bilangan peroksida tertinggi. Sedangkan bila ditambahkan bersamaan (dikombinasikan) dapat menurunkan bilangan peroksida, dimana bilangan peroksida terendah dihasilkan dari penambahan kombinasi antioksidan A4 (asam askorbat 0,015% (b/b) dan BHA 0,005% (b/b)), yang diikuti oleh kombinasi A3 (asam askorbat 0,01% (b/b) dan BHA 0,01% (b/b)) dan A2 (asam askorbat 0,005% (b/b) dan BHA 0,015% (b/b)).

Table 3. Hasil penilaian terhadap bilangan peroksida dan sifat organoleptik rasa, aroma, dan kesukaan roti tawar yang difortifikasi dengan 1% minyak ikan yang mengandung asam lemak omega-3.

No	Faktor/Per	Bil. Peroksida	Aroma*)	Rasa*)	Tekstur*)	Kesukaan*)
1	A	0,31	3,32 (b)	3,32 ns	3,49 ns	3,47
2	A	0,29	3,42	3,29 ns	3,69 ns	3,50
3	A	0,28	3,55 (a)	3,27 ns	3,88 ns	3,78
4	A	0,26	3,40	3,19 ns	3,50 ns	3,69
5	A	0,30	3,21 (b)	3,18 ns	3,80 ns	3,39
6	L ₂	0,26	4,21 (a)	4,40	4,64	4,47
7	L ₂	0,28	4,12 (a)	4,35	4,16	4,32
8	L ₂	0,32	1,04 (b)	1,00	3,07 (c)	1,91

*) Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menyatakan bahwa perlakuan tidak berbeda nyata dengan analisis BNT pada taraf uji 5%.

Keterangan:

Faktor/Perlakuan:

M0 = Penambahan minyak ikan 0% (b/b)

M1 = Penambahan minyak ikan 1% (b/b)

L₁0 = Masa simpan 0 hari

L₁1 = Masa simpan 1 hari

L₁2 = Masa simpan 2 hari

<u>Skor</u>	<u>Aroma</u>	<u>Rasa</u>	<u>Tekstur</u>	<u>Kesukaan</u>
5	Normal	Normal	Sangat lembut	Sangat suka
4	Agak Amis	Agak terasa minyak ikan	Lembut	Suka
3	Amis	Terasa Minyak ikan	Agak lembut	Agak suka
2	Sangat amis	Sangat terasa minyak ikan	Keras	Tidak suka
1	Menyimpang (tengik)	Menimpang	Sangat keras	sangat tidak suka

Kochar dan Rossell (1990) menjelaskan bahwa, berdasarkan mekanisme kerjanya, antioksidan dapat digolongkan menjadi antioksidan primer dan antioksidan sekunder. Antioksidan primer yang umumnya senyawa fenolik bekerja sebagai pemberi atom hidrogen pada radikal lipid dan mengubah menjadi bentuk yang lebih stabil. Salah satu jenis antioksidan primer adalah BHA (butil hidroksi anisol). Sedangkan antioksidan sekunder adalah antioksidan yang berperan dalam mengikat komponen-komponen yang bersifat pemercepat reaksi oksidasi (katalisator) atau antioksidan sekunder disebut sebagai *chelating agent*. Salah satu jenis antioksidan sekunder adalah asam askorbat. BHA bersifat non polar, sehingga akan larut dalam minyak dan lemak, sedangkan asam askorbat akan mudah larut dalam air karena bersifat polar. Kombinasi kedua jenis antioksidan tersebut dapat memberi efek sinergis sehingga meningkatkan kinerja antioksidan.

Tabel 3 juga menunjukkan bahwa kombinasi antioksidan yang ditambahkan pada roti yang difortifikasi dengan minyak ikan sebanyak 1% (b/b) tidak menyebabkan perbedaan pada sifat organoleptik rasa dan tekstur. Sedangkan nilai organoleptik tertinggi untuk aroma dan kesukaan panelis pada perlakuan fortifikasi dengan minyak ikan dan antioksidan adalah perlakuan A3 (asam askorbat 0,01% (b/b) dan BHA 0,01% (b/b)). Tetapi secara umum, nilai organoleptik untuk aroma dan kesukaan panelis tidak banyak berbeda, hal ini disebabkan asam askorbat dan BHA tidak berasa, sehingga penambahan antioksidan tersebut tidak banyak pengaruhnya pada penilaian organoleptik roti tawar yang dihasilkan.

Faktor yang sangat berpengaruh terhadap sifat organoleptik roti yang difortifikasi dengan 1% (b/b) minyak ikan dan kombinasi antioksidan adalah masa simpan. Tabel 3 menunjukkan bahwa roti tawar yang difortifikasi dengan minyak ikan dan

antioksidan, tidak mengalami perubahan sifat organoleptik seperti aroma, rasa, tekstur, dan penerimaan panelis hingga waktu penyimpanan tiga hari. Hingga masa simpan tiga hari, penilaian panelis terhadap roti tawar yang diuji adalah untuk; aroma antara normal dan agak amis, rasa antara normal dan agak terasa minyak ikan, tekstur antara sangat lembut dan lembut, dan penerimaan antara sangat suka dan suka. Setelah masa simpan enam hari, penilaian panelis adalah aroma dan rasa menyimpang (apek), tekstur agak lembut, dan menjadi tidak suka.

Berbeda dengan roti yang difortifikasi dengan minyak ikan tanpa penambahan antioksidan, dimana setelah masa simpan lebih dari satu hari menghasilkan aroma dan rasa menyimpang yang berupa tengik, roti yang difortifikasi dengan 1% (b/b) minyak ikan dan antioksidan tidak menghasilkan aroma dan rasa tengik setelah disimpan enam hari, tetapi aroma dan rasa yang dihasilkan adalah apek. Setelah disimpan selama enam hari, roti mulai ditumbuhi jamur.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan antioksidan menghambat proses kerusakan roti yang diakibatkan oleh oksidasi. Hal tersebut menunjukkan bahwa kombinasi antioksidan yang ditambahkan berhasil menekan reaksi oksidasi minyak ikan atau asam lemak omega-3, sehingga tidak menimbulkan aroma dan rasa yang menyimpang, seperti aroma dan rasa tengik. Kombinasi antioksidan yang seimbang (A3, asam askorbat 0,01% (b/b) dan BHA 0,01% (b/b)) menghasilkan skor uji organoleptik terbaik. Hal ini disebabkan adanya sinergisme kerja antara kedua jenis antioksidan yang ditambahkan tersebut. Penambahan asam askorbat sebagai antioksidan larut air dan berperan sebagai *chelating agent* dan BHA sebagai antioksidan larut lemak yang mampu mencegah pembentukan radikal bebas dapat lebih efektif dalam menghambat reaksi oksidasi pada roti yang fortifikasi dengan minyak ikan. Penambahan antioksidan tidak

berpengaruh terhadap pertumbuhan kapang pada roti tawar hasil penelitian. Hal yang perlu dilakukan untuk penelitian selanjutnya adalah penambahan bahan tambahan yang bertujuan untuk menghambat pertumbuhan kapang.

KESIMPULAN

Konsentrasi maksimum fortifikasi minyak ikan pada roti tawar yang sifat organoleptiknya masih dapat diterima oleh panelis adalah 1% (b/b).

Penambahan kombinasi antioksidan pada roti tawar yang difortifikasi dengan 1% (b/b) minyak ikan terbaik adalah asam askorbat 0,01% (b/b) dan BHA 0,01% (b/b).

Penambahan kombinasi asam askorbat dan BHA dapat meningkatkan masa simpan roti tawar dari 1 hari menjadi 3 hari dengan nilai organoleptik masih dapat diterima oleh panelis. Penambahan antioksidan dapat mencegah ketengikan hingga masa simpan 6 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. 2005. *The Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical of Chemists*. The AOAC Pub. Inc. Arlington, Virginia USA.
- Borneo, R. 2007. Stability and Consumer Acceptance of Long Chain Omega-3 Fatty Acids (Eicosapentaenoic Acid, C20:5 n-3 and Docosahexaenoic Acid, C22:6 n-3) in Cream Filled Sandwich Cookies. *Journal of Food Science* 73:49-54.
- Frankel, E.N. 1998. *Lipids Oxidation*. The Oily Press, Dundee UK. pp 19-54.
- Gaman, P.M. dan K.B. Sherington. 1992. *Pengantar Ilmu Pangan: Nutrisi dan Mikrobiologi*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.

- Gunstone, F.D. 1996. *Fatty Acid and Lipid Chemistry*. Chapman and Hall Pub. Co. London, UK.
- Kochar, S.P. dan B. Rossell. 1990. Detection, Estimation, and Evaluation of Antioxidants in Food System dalam Hudson, B.J.F (editor). *Food Antioxidants*. Elsevier Applied Science. London, UK. pp 317-385.
- Mudjajanto, E.S. dan L.N. Yulianti. 2004. *Membuat Aneka Roti*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Pratt, D.E. dan B.J.F. Hudson. 1990. Natural Antioxidants not Exploited Commercially dalam Hudson, B.J.F (editor). *Food Antioxidants*. Elsevier Applied Science. London, UK. pp 386-415.

RESPON GLIKEMIK MIE UBI JALAR UNGU

THE GLYCEMIC RESPOND OF PURPLE SWEET POTATO NOODLES

Siti Nurdjanah^{*}, Sussi Astuti, Venni Elsa Manik

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

*Email korespondensi: siti.nurdjanah@fp.unila.ac.id

ABSTRACT

This research was aimed to find out the glycemic response of noodles made from raw sweet purple sweet potato flour, noodle from rich resistant starch -modified purple sweet potato flour, and boiled sweet potatoes. Products with the lowest glycemic response are expected to be recommended as an alternative for treating diabetics. The results of the paired t-test showed that there was a significant difference ($p \leq 5\%$) between the glycemic responses of purple sweet potato processed product compared to the that of glucose syrup. Glucose syrup has an average response of 14799.6 unit area, sweet potatoes boiled 13901.94 unit area, purple sweet potato noodle 13205.28, and purple sweet potato starch high starch-resistant star 12827.04 unit area. Purple sweet potatoes processed products rich in resistant starch have the lowest glycemic response, highest carbohydrate content of 53,9771%, highest resistant starch content of 25,5818%, and enzymatic hydrolysis level of 52,2674%.

Keywords: *glycemic response, noodles, purple sweet potato, resistant starch*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respon glikemik mie berbahan baku tepung ubi jalar ungu, tepung ubi jalar ungu yang telah dimodifikasi menjadi kaya pati resisten, serta ubi jalar ungu rebus. Produk yang memiliki respon glikemik terendah diharapkan dapat direkomendasikan sebagai alternative bagi penderita diabetes. Hasil penelitian dengan uji paired t test menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada taraf nyata ($p \leq 5\%$) antara respon glikemik masing-masing produk olahan ubi jalar ungu yang dibandingkan dengan sirup glukosa. Sirup Glukosa memiliki rata-rata respon sebesar 14799,6 satuan luas, ubi jalar ungu rebus 13901,94 satuan luas, mie ubi jalar ungu 13205,28, dan mie ubi jalar ungu berkadar pati resisten tinggi 12827,04 satuan luas. Produk olahan ubi jalar ungu kaya pati resisten memiliki respon glikemik terendah, kadar karbohidrat tertinggi 53,9771%, kandungan pati resisten tertinggi 25,5818%, serta tingkat hidrolisis pati oleh enzim α -amilase selama 120 menit yang terendah 52,2674%.

Kata kunci: mie, pati resisten, respon glikemik, ubi jalar ungu

PENDAHULUAN

Ubi jalar ungu dipercaya menyehatkan karena memiliki fungsi fisiologis sebagai

pangan fungsional (Tanak, 2016). Ubi jalar ungu termasuk bahan pangan fungsional karena memiliki pigmen antosianin yang cukup tinggi (Ginting *et al*, 2011). Kandungan

antosianin ubi jalar ungu berkisar antara 20 mg/100 g sampai 924 mg/100 g berat basah (Widjanarko, 2008). Menurut Narullita *et al.* (2013) ubi jalar sebaiknya disimpan pada suhu 25-26°C dan RH tinggi 85-90%. Kondisi penyimpanan yang sulit dikendalikan menyebabkan ubi jalar mudah mengalami kemunduran mutu (Kafiya, 2016). Kerusakan atau penurunan kualitas ubi jalar ungu dapat dihindari dengan penanganan lanjut yaitu pengolahan dalam bentuk segar maupun tepungnya menjadi produk turunannya (Sukerti *et al.*, 2013). Tepung ubi jalar ungu dapat dijadikan bahan baku pembuatan mie. Pembuatan mie dari tepung ubi jalar tanpa substitusi tepung terigu memerlukan modifikasi proses pembuatan mie pada umumnya karena tepung ubi jalar tidak mengandung gluten (Sugiyono *et al.*, 2011). Modifikasi proses pembuatan mie tersebut dapat dilakukan dengan proses prigelatinisasi yaitu pengukusan adonan atau dengan penambahan bahan pengikat seperti CMC atau karagenan pada tepung ubi jalar untuk memperkuat tekstur mie, memperkuat fleksibilitas dan elastisitas mie, serta membantu reaksi antara gluten dan karbohidrat (Mulyadi *et al.*, 2014).

Pati tepung ubi jalar ungu dapat dimodifikasi agar sifat fisikokimianya menjadi lebih baik dan meningkatkan sifat fungsionalnya (Pranoto *et al.*, 2014). Modifikasi pati pada proses pengolahan dapat menghasilkan pati resisten (RS). Saat ini sudah dilakukan pembuatan tepung ubi jalar ungu kaya pati resisten melalui proses modifikasi pati. Proses gelatinisasi sebagian pada suhu 90°C selama 30 menit dan diretrogradasi pada suhu 5°C selama 48 jam dapat menghasilkan tepung ubi jalar ungu berkadar pati resisten sebesar 31,89% (Ningsih, 2015). Pati resisten memiliki efek fisiologis seperti menurunkan efek glikemik bagi penderita diabetes karena hidrolisis pati resisten oleh enzim pencernaan membutuhkan waktu yang lama (Sajilata *et al.*, 2006).

Penelitian mengenai respon glikemik pangan olahan yang berasal dari umbi-umbian bersumber karbohidrat tinggi seperti ubi jalar ungu masih sangat terbatas. Pangan yang sama memiliki indeks glikemik berbeda bila diolah atau dimasak dengan cara yang berbeda. Proses pengolahan dapat merubah karakteristik dan sifat fisikokimia bahan pangan. Struktur bahan menjadi lebih mudah dicerna dan diserap sehingga kadar gula darah dapat naik dengan cepat (Rimbawan dan Siagian, 2004). Saat ini belum diketahui respon glikemik pada produk olahan ubi jalar ungu seperti ubi jalar ungu rebus, mie ubi jalar ungu, dan mie ubi jalar ungu berkadar pati resisten tinggi. Oleh karena itu pada penelitian ini akan dievaluasi respon glikemik pada beberapa produk olahan ubi jalar ungu.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian adalah ubi jalar ungu varietas Lokal (*Ipomea batatas* L.) yang diperoleh dari pasar tradisional Way Kandis, Bandar Lampung. Bahan kimia untuk analisis yaitu aquades, NaOH, HgO, K₂SO₄, H₂SO₄, alkohol 95%, indikator metil merah dan metil biru 0,2%, HCL 0,02 N, H₃BO₃, Na₂CO₃, asam galat, asam sitrat 2%, buffer KCl, buffer sodium asetat pH 4,75, buffer KCl-HCl pH 1,5, fenol, KOH 4M, pepsin, glukosa, enzim α -amilase, Dinitrosalisilat (DNS), dan enzim glukamilase. Alat-alat yang digunakan untuk pembuatan produk olahan ubi jalar ungu yaitu pemanas drum berputar hasil modifikasi, *refrigerator*, *peeler knife*, *cabinet dryer* (Mimmert), alat penyawut, baskom, timbangan, pisau, talenan, panci, peniris, sendok, dan panci pengukus. Alat-alat yang digunakan untuk analisis yaitu cawan porselen, oven, desikator, neraca analitik, penjepit, tanur, labu kjeldahl, labu lemak, soxhlet, vorteks, kuvet, spektrofotometer (HACH- Geneyes 20), tabung reaksi, rak

tabung reaksi, corong buchner, erlenmeyer, tabung sentrifuse, alat sentrifuse, *water bath*, aluminium foil, mikropipet, spatula, dan seperangkat alat cek gula darah *Accu Check Performa* (glukometer, lancet, strip, dan tissue alkohol).

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan 3 perlakuan yaitu ubi jalar ungu rebus (P1), Mie ubi jalar ungu (P2), mie ubi jalar ungu berkadar pati resisten tinggi (P3). Sampel dari ke 3 perlakuan dimasak hingga matang kemudian dianalisis proksimat, kadar pati resisten, tingkat hidrolisis dengan enzim α -amilase dengan ulangan sebanyak 3 kali. Data yang diperoleh diolah dengan menggunakan *Microsoft Excel 2010* untuk memperoleh nilai rata-rata. Produk olahan ubi jalar ungu yang telah matang dari ketiga perlakuan dan glukosa murni kemudian diuji respon glikemiknya dengan metode El (1999) menggunakan 10 orang responden. Data hasil pengujian respon glukosa darah masing-masing subyek dibuat pada sumbu x (waktu) dan sumbu y (respon glikemik). Respon glikemik 10 responden tiap masing-masing olahan ubi jalar ungu dirata-ratakan untuk memperoleh grafik kurva respon glikemik masing-masing produk. Pengaruh konsumsi masing-masing produk terhadap respon glikemik dianalisis normalitasnya kemudian dilanjutkan dengan uji t (*paired samples test*) dengan bantuan *software SPSS 16.0*.

Prosedur Percobaan

Penyiapan Ubi Jalar Ungu Rebus

Ubi jalar ungu segar yang telah disortasi, dicuci, dan ditiriskan. Ubi jalar ungu dimasukkan ke dalam air mendidih ($T 100^{\circ}\text{C}$) sebanyak 2 L dalam panci dan direbus selama ± 30 menit, kemudian ubi jalar ungu rebus diangkat, ditiriskan, dan dikupas kulitnya (Husna *et al.*, 2013). Ubi jalar ungu dipotong

dengan ukuran 4x4x8 cm untuk disajikan ke responden .

Pembuatan Mie Ubi Jalar Ungu

Ubi jalar ungu yang telah disortasi, dicuci sampai bersih, dan ditiriskan. Ubi jalar ungu dikupas kulitnya lalu disawut dengan ketebalan 1 mm secara manual dengan alat penyawut. Ubi jalar ungu hasil penyawutan kemudian dikeringkan dengan menggunakan *cabinet dryer* pada suhu 60°C selama ± 16 jam sampai mencapai kadar air 10%. Ubi jalar ungu kemudian ditepungkan dengan menggunakan *hammer mill* dan dilakukan pengayakan dengan ayakan 80 mesh. Tepung ubi jalar ungu kemudian ditimbang sebanyak 200 gr dan masukkan ke dalam wadah adonan. Karagenan ditambahkan sebanyak 1% dari total tepung ubi jalar. Air ditambahkan dengan perbandingan sebanyak 1:1 dari total tepung, kemudian diadon hingga adonan homogen. Adonan tersebut kemudian dikukus selama 3 menit pada suhu 100°C . Adonan dimasukkan ke dalam *seater* hingga membentuk lempengan kemudian dicetak dengan alat pemotong (*noodle maker*) hingga terbentuk pilinan mie. Pilinan mie kemudian dimasukkan dalam cup kecil dan dibentuk membundar, kemudian dikeringkan dengan pengering cabinet suhu 60°C selama 12 jam sehingga dihasilkan mie kering. Mie yang telah kering kemudian direndam 1 menit ke dalam air dengan perbandingan 1: 1, setelah itu dikukus selama 10 menit (Mulyadi *et al.*, 2014).

Pembuatan Mie Ubi Jalar Ungu Berkadar Pati Resisten Tinggi

Ubi jalar ungu yang telah disortasi, dicuci sampai bersih, dan ditiriskan. Ubi jalar ungu dikupas kulitnya lalu disawut dengan ketebalan 1 mm secara manual dengan alat penyawut. Sawut ubi jalar ungu kemudian dipanaskan pada suhu 90°C selama 30 menit menggunakan alat pemanas drum berputar yang dimodifikasi, kemudian didinginkan di suhu ruang selama 1 jam. Sawut ubi jalar

ungu kemudian dimasukkan ke dalam *refrigerator* pada suhu 5°C selama 48 jam. Ubi jalar ungu hasil penyawutan kemudian dikeringkan dengan menggunakan *cabinet dryer* pada suhu 60°C selama ± 16 jam sampai mencapai kadar air 10%. Ubi jalar ungu kemudian ditepungkan dengan menggunakan *hammer mill* dan dilakukan pengayakan dengan ayakan 80 mesh (Nurdjanah dan Yuliana, 2016). Kemudian tepung termodifikasi ini diproses menjadi mie.

Pengamatan

Pengujian Proksimat

Pengujian proksimat meliputi kadar air, kadar abu, protein, lemak, dan karbohidrat *by different*. Pengujian kadar air dan kadar abu pada produk olahan ubi jalar ungu menggunakan metode gravimetri. Analisis kadar protein pada produk olahan ubi jalar ungu menggunakan metode kjeldahl. Uji kadar lemak pada produk olahan ubi jalar ungu menggunakan metode ekstraksi soxhlet. Kadar karbohidrat pada produk olahan ubi jalar ungu dihitung secara *by difference*, yaitu dengan cara mengurangkan 100 % dengan nilai total dari kadar air, kadar abu, kadar protein dan kadar lemak (AOAC, 2005).

Penentuan Respon Glikemik

Pengukuran respon glikemik dilakukan dalam beberapa tahap yaitu a) pengajuan izin komisi etik penelitian (*Ethical Clearanche*), b) perekrutan calon subjek, c) seleksi calon subjek, d) penjelasan penelitian dan *informed consent*, e) pengukuran respon glikemik. Penelitian ini dilaksanakan setelah mendapat izin komisi etik penelitian dari lembaga yang mengeluarkan komisi etik. Perekrutan calon subjek dan seleksi calon subjek dilakukan dengan metode purposive sampel yang memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi adalah subjek berumur 18-30 tahun baik pria atau wanita, memiliki Indeks

Massa Tubuh (IMT) normal (18.5-22.9 kg/m²), dan dalam keadaan sehat. Kriteria eksklusi antara lain subjek tidak memiliki riwayat penyakit diabetes, tidak sedang mengalami gangguan pencernaan, tidak menjalani pengobatan, tidak menggunakan obat-obatan terlarang, tidak merokok, serta tidak meminum minuman beralkohol. Responden yang memenuhi kriteria dipilih sebanyak 10 orang (laki-laki dan perempuan). Responden diberikan penjelasan singkat atas penelitian ini dan mengisi *informed consent*. Penentuan respon glikemik menurut metode modifikasi El (1999). Sebanyak sepuluh responden diminta untuk berpuasa penuh kecuali air putih selama kurang lebih 10 jam (dari malam hari jam 20.00 hingga keesokan paginya). Pengujian dilakukan pada pagi hari (jam 08.00) dengan memberikan sebanyak 50 g karbohidrat masing-masing produk ubi jalar ungu siap dikonsumsi dan glukosa murni. Responden diuji respon glikemiknya diuji selama 2 minggu, berturut-turut 3 hari sekali. Pada minggu pertama responden diberi glukosa murni sebanyak 50 g yang dilarutkan pada air 200 ml sebagai pembanding. Subjek meminum larutan glukosa murni selama 5-10 menit kemudian dianalisis respon glikemiknya.

Pengujian selanjutnya pada 3 hari berikutnya responden diberi ubi jalar ungu rebus dan dianalisis respon glikemiknya, pada minggu berikutnya responden diberi mie ubi jalar ungu dan dianalisis respon glikemiknya, dan pada minggu terakhir responden diberi mie ubi jalar ungu berkadar pati resisten tinggi dan dianalisis respon glikemiknya. Pasca pemberian masing-masing produk olahan ubi jalar ungu selama 2 jam kepada responden, sampel darah diambil sebanyak 0,6 µL dengan metode *finger-prick capillary blood samples*. Pengambilan sampel darah responden dilakukan berturut-turut pada menit ke-0 (sebelum pemberian masing-masing produk olahan ubi jalar ungu/ kadar gula darah puasa normal), menit ke-30, menit ke-

60, menit ke-90, dan menit ke-120 setelah pemberian produk olahan ubi jalar ungu. Selama pengambilan darah berlangsung, responden dalam keadaan sedang santai atau tidak melakukan pekerjaan berat. Kadar glukosa darah dimasukkan pada sumbu x (waktu dalam menit) dan sumbu y (kadar glukosa darah). Kemudian kadar gula darah subjek diplotkan ke dalam grafik dan dicari luas permukaan area dibawah kurva dengan rumus: $L = \int_0^{120} f(x) dx$; f = Fungsi dari y

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Proksimat

Tabel 1. Kandungan proksimat mie ubi jalar ungu

Komponen kimia	Ubi jalar ungu rebus	Mie ubi jalar ungu	Mie ubi jalar ungu kaya pati resisten
Kadar air	62,8349%	53,0225%	44,1342%
Kadar abu	1,1122%	1,1941%	0,7726%
Kadar protein	1,1951%	1,1197%	0,9517%
Kadar lemak	0,3757%	0,3674%	0,3493%
Kadar karbohidrat	34,4821%	44,2962%	53,9771%

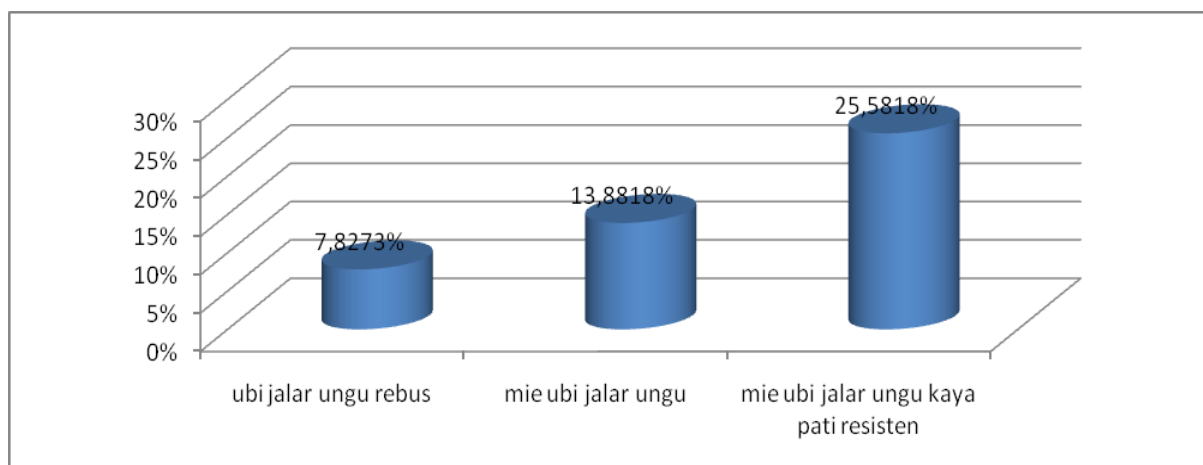
Kandungan Pati Resisten

Pati resisten adalah sebagian pati yang tidak dapat diserap oleh usus halus manusia tetapi lolos ke dan dapat difermentasi oleh

Analisis proksimat pada penelitian ini dilakukan agar mengetahui komposisi zat gizi seperti kadar air, kadar lemak, kadar protein, kadar abu, dan kadar karbohidrat *by difference*. Komposisi zat gizi dalam makanan merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi respon glukosa darah (Vosloo, 2005). Ubi jalar ungu yang diolah menjadi ubi jalar rebus, mie ubi jalar ungu, dan mie ubi jalar ungu kaya pati resisten memiliki komposisi proksimat yang berbeda-beda karena diolah dengan cara yang berbeda. Hasil analisis proksimat dilihat pada Tabel 1:

mikroba dalam kolon . Pada penelitian ini hasil pengujian pati resisten pada ubi jalar ungu rebus, mie ubi jalar ungu, dan mie ubi jalar ungu kaya pati resisten disajikan pada

Gambar 1:



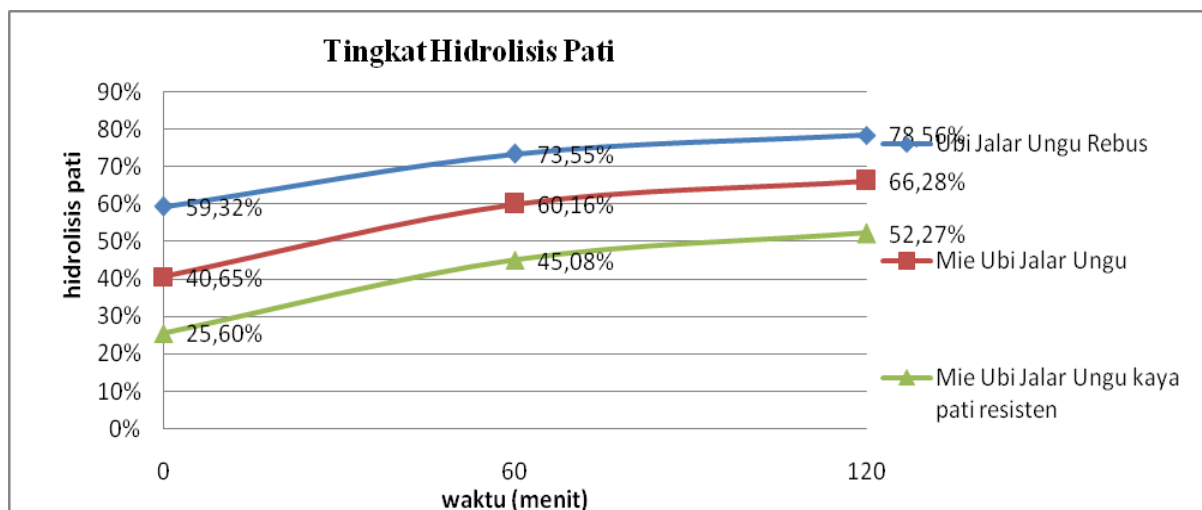
Gambar 1. Kadar pati resisten pada produk olahan ubi jalar ungu

Berdasarkan data tersebut kadar pati resisten yang paling rendah adalah ubi jalar ungu rebus yaitu hanya 7,8273%. Hal ini disebabkan proses pemasakan terutama perebusan berpotensi menurunkan kadar pati resisten. Proses pemasakan menaikkan kadar pati terhidrolisis karena gelatinisasi pati sempurna sehingga lebih mudah diserang oleh enzim atau lebih mudah dicerna (Pentadini, 2014). Kadar pati resisten pada mie ubi jalar ungu hanya sebesar 13,8818%, namun ternyata lebih tinggi dari ubi jalar rebus. Kadar pati resisten yang rendah disebabkan oleh proses gelatinisasi saat pengukusan adonan maupun mie yang siap dikonsumsi. Kadar pati resisten tertinggi adalah perlakuan

mie ubi jalar ungu kaya pati resisten yang menghasilkan kadar pati resisten 25,5818%. Kadar pati resisten tinggi disebabkan oleh mie ubi jalar ungu kaya pati resisten terbuat dari tepung ubi jalar ungu tergelatinisasi sebagian pada suhu 90°C selama 30 menit dan diretrogradasi pada suhu 5°C selama 48 jam.

Tingkat Hidrolisis dengan Enzim α Amilase

Pada penelitian ini hasil pengujian tingkat hidrolisis pati ubi jalar ungu rebus, mie ubi jalar ungu, dan mie ubi jalar ungu kaya pati resisten dapat dilihat pada Gambar 2:



Gambar 2. Tingkat hidrolisis enzim α -amilase pada produk olahan ubi jalar ungu

Tingkat hidrolisis yang paling besar selama kurun waktu 120 menit adalah ubi jalar ungu rebus. Bagian ubi jalar ungu rebus yang terhidrolisis mencapai 78,553%. Sementara mie ubi jalar ungu mencapai 66,2774%, dan yang terkecil adalah mie ubi jalar ungu kaya pati resisten sebesar 52,2674%. Tingkat hidrolisis oleh enzim α -amilase berbanding terbalik dengan kandungan pati resisten produk. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sugiyono *et al.* (2009), kadar pati resisten yang tinggi pada bahan pangan dapat menurunkan tingkat hidrolisis enzimnya. Mie

ubi jalar ungu kaya pati resisten memiliki tingkat hidrolisis enzim terendah karena produk ini terbuat dari tepung ubi jalar yang tergelatinisasi sebagian dan teretrogradasi sehingga banyak mengandung kadar pati resisten terutama pati resisten tipe 3 (Kusnandar, 2011). Selama pendinginan bahan terjadi peristiwa rekristalisasi rantai polimer amilosa yang terlarut, pati yang tergelatinisasi sebagian akan mengalami reasosiasi kembali membentuk struktur heliks ganda yang distabilkan oleh ikatan hidrogen,

sehingga mengakibatkan pati sulit dicerna oleh enzim amilase (Sajilata *et al.*, 2006).

Respon Glikemik

Karakteristik Subjek Penelitian

Penelitian ini telah memperoleh izin dari Komisi Etik Penelitian Fakultas Kedokteran Universitas Lampung di Bandar Lampung pada tanggal 12 Juli 2017 dengan nomor 2985/UN26.8/DL/2017. Perekrutan subjek penelitian dilakukan dengan cara sosialisasi kepada beberapa mahasiswa Teknologi Hasil Pertanian Universitas Lampung, kemudian dilakukan wawancara mengenai riwayat kesehatan individu maupun keluarganya. Calon subjek penelitian diukur berat badan, tinggi badan, dan dihitung IMT tiap subjek. Calon Subjek dipilih satu per satu hingga memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria inklusi adalah subjek berumur 18-30 tahun baik pria atau wanita, Indeks Massa Tubuh (IMT) normal (18.5-22.9 kg/m²), dan dalam keadaan sehat. Kriteria eksklusi subjek yaitu tidak memiliki riwayat

penyakit diabetes, tidak sedang mengalami gangguan pencernaan, tidak menjalani pengobatan, tidak menggunakan obat-obatan terlarang, dan tidak merokok.

Mahasiswa yang bersedia dan memenuhi kriteria dipilih 10 orang untuk menjadi subjek penelitian. Subjek tersebut diberikan penjelasan mengenai penelitian yang akan dilakukan dan menandatangani *informed consent* tanpa ada paksaan. Subjek penelitian berhak untuk berhenti mengikuti kegiatan penelitian ini apabila subjek merasa dirugikan. Subjek pada penelitian ini menggunakan 10 orang subjek yang terdiri dari 7 orang perempuan dan 3 orang laki-laki. Menurut Brouns *et al.* (2005), penggunaan subjek penelitian lebih banyak itu lebih baik, namun dalam hal penelitian ini penggunaan sepuluh subjek sudah lebih baik. Data umur, berat badan, tinggi badan, dikumpulkan untuk mengetahui karakteristik subjek. Karakteristik subjek yang direkrut sebagai responden disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik responden

No	Subjek	Jenis Kelamin	Umur (Tahun)	Berat Badan (Kg)	Tinggi Badan (M)	IMT (Kg/m ²)	Gula Darah Puasa (Mg/dL)
1	IR	P	22	47	1,57	19,07	87
2	IS	P	21	50	1,6	19,53	85,25
3	SS	P	21	49	1,56	20,13	88,75
4	AA	P	22	51	1,6	19,92	90
5	YS	P	22	48	1,59	18,99	89,75
6	JP	P	22	55	1,58	22,03	78
7	EA	P	22	63	1,66	22,86	84
8	MA	L	25	66	1,7	22,84	88,5
9	GP	L	21	48	1,54	20,24	84,25
10	HP	L	22	58	1,6	22,66	87,25
Rata-Rata		-	22	53,5	1,6	20,83	86,28

Informasi subjek tersebut menunjukkan bahwa semua subjek memiliki status gizi baik dengan Indeks Massa Tubuh normal. Gula darah puasa subjek diperoleh dari rata-rata 4

kali pengujian pada menit ke-0. Berdasarkan data tersebut subjek dinyatakan normal atau tidak mengidap penyakit diabetes karena memiliki gula darah puasa <100 mg/dL

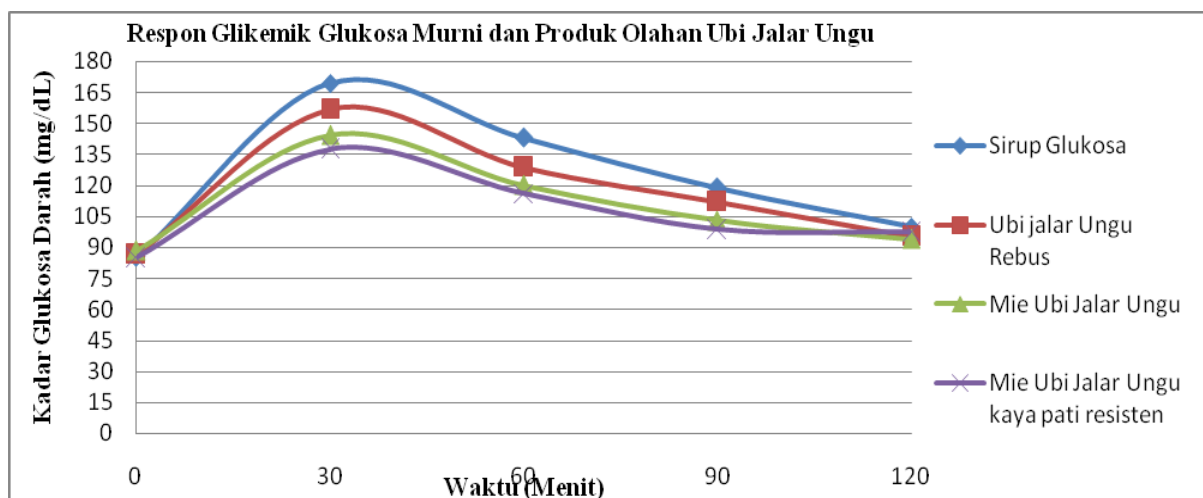
(PERKENI, 2015). Subjek dalam penelitian ini mendapatkan intervensi makanan yang berupa glukosa murni sebagai acuan, dan produk ubi jalar ungu seperti ubi jalar ungu rebus, mie ubi jalar ungu, dan mie ubi jalar ungu kaya pati resisten. Jarak pemberian setiap pangan yaitu 3-4 hari, hal ini dilakukan untuk proses pemulihan kondisi subjek. Selama pengujian subjek berada dalam kondisi santai atau tidak melakukan pekerjaan berat. Pangan yang diberikan pertama kali kepada subjek adalah sirup glukosa atau glukosa murni sebanyak 50 g yang dilarutkan dalam 200 ml air. Glukosa murni digunakan sebagai acuan atau pembanding terhadap produk ubi jalar lainnya. Menurut Brouns *et al.* (2005) pangan yang direkomendasikan digunakan sebagai pangan acuan dalam penentuan nilai indeks glikemik yaitu glukosa murni karena komposisi dari roti putih dapat berbeda-beda dari satu penelitian ke penelitian lainnya sehingga memungkinkan perbedaan hasil yang bervariasi dari berbagai penelitian. Subjek meminum glukosa murni dalam waktu sekitar 5-10 menit.

Pangan yang diberikan selanjutnya setelah glukosa murni adalah produk olahan ubi jalar ungu berupa ubi jalar ungu rebus, mie ubi jalar ungu, mie ubi jalar ungu kaya

pati resisten. Jumlah porsi produk yang diberikan kepada subjek setara dengan 50 g karbohidrat.

Perhitungan Respon Glikemik

Respon glikemik ditentukan dari respon glukosa responden terhadap bahan pangan dalam penelitian ini glukosa murni, ubi jalar ungu rebus, mie ubi jalar ungu, mie ubi jalar ungu kaya pati resisten. Sebelum dilakukan pengukuran kadar glukosa darah, subjek berpuasa (kecuali air putih) terlebih dahulu minimal 10 jam. Pada penelitian ini puasa dilakukan minimal dari jam 10 malam hingga pengujian pada pagi harinya jam 8 pagi. Subjek yang telah berpuasa penuh kemudian diukur kadar glukosa darahnya pada menit ke-0 yaitu sebelum diberi konsumsi produk. Setelah itu, subjek diukur kadar glukosa darahnya setiap 30 menit selama 2 jam. Hasil pengukuran kadar glukosa darah subjek kemudian diletakkan dalam sumbu X (waktu) dan sumbu Y (kadar glukosa darah), kemudian dibentuk kurva dan diperoleh persamaan kurva tersebut. Kurva respon glikemik rata-rata subjek antara glukosa murni dengan produk olahan ubi jalar ungu disajikan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Kurva respon glikemik antara glukosa murni dan produk olahan ubi jalar ungu

Kurva tersebut menunjukkan bahwa sirup glukosa memiliki nilai tertinggi yang diikuti oleh ubi jalar ungu rebus, mie ubi jalar ungu, dan yang paling kecil adalah mie ubi jalar ungu kaya pati resisten. Setelah kurva diperoleh, selanjutnya dilakukan perhitungan luas area dibawah kurva. Luas kurva diperoleh dengan cara mengintegrasikan persamaan kurva dengan batas 0-120. Hasil luas area dibawah kurva menggambarkan respon glikemik produk yang diuji. Hasil luas area dibawah kurva masing-masing responden untuk tiap jenis pangan disajikan pada Gambar 4.

Sirup Glukosa memiliki rata-rata respon sebesar 14799,6 satuan luas, diikuti oleh luas area ubi jalar ungu rebus sebesar 13901,94 satuan luas, mie ubi jalar ungu 13205,28 dan yang paling kecil adalah mie ubi jalar ungu kaya pati resisten sebesar 12827,04 satuan luas. Luas permukaan area di bawah kurva yang semakin kecil menunjukkan bahwa karbohidrat yang dicerna lebih lambat akan menghasilkan glukosa secara lambat dan lebih sedikit. Hal ini dapat dilihat dari puncak respon glikemik yang rendah (Willet *et al*, 2002), dan sebaliknya. Sirup glukosa menghasilkan luas area di bawah kurva terbesar karena seluruh komponen penyusun adalah glukosa murni yang secara keseluruhan dapat langsung diserap oleh tubuh (Astawan, 2005).

Perbedaan luas area setiap perlakuan disebabkan adanya proses pengolahan yang berbeda pada setiap produk olahan. Proses pengolahan dapat menyebabkan kadar gula darah naik dengan cepat karena proses pengolahan merubah struktur pangan menjadi lebih mudah untuk dicerna dan diserap. Struktur pangan yang berubah dapat mempengaruhi respon *postprandial* terhadap pangan berpati (Rimbawan dan Siagian, 2004). Pada produk ubi jalar ungu rebus nilai luas area kurva lebih besar dari produk olahan ubi jalar ungu lainnya karena saat perebusan dengan suhu 100°C pati ubi jalar sudah

tergelatinisasi secara menyeluruh. Granula pati yang telah mengembang sebagian besar, maka pati tersebut dinyatakan tergelatinisasi penuh. Pati ubi jalar hanya membutuhkan suhu 75-88°C untuk tergelatinisasi (Moorthy, 2000). Granula pati yang telah mengembang dan molekul pati bebas sangat mudah dicerna karena enzim amilase di dalam usus halus mendapatkan permukaan luas untuk kontak dengan substrat. Reaksi cepat dari enzim menghasilkan peningkatan kadar glukosa darah yang cepat. Oleh karena itu, pangan yang mengandung pati tergelatinisasi penuh mempunyai respon glikemik yang tinggi (Rimbawan dan Siagian, 2004).

Pada produk mie ubi jalar ungu kaya pati resisten, luas area dibawah kurva menunjukkan yang terendah karena bahan baku produk adalah tepung ubi jalar ungu tergelatinisasi sebagian dan teretrogradasi yang kaya akan pati resisten tipe 3. Hasil penelitian Chung *et al*. (2006), bahwa pati yang tergelatinisasi sebagian relatif lebih tahan terhadap hidrolisa enzim. Pengolahan pati yang menghasilkan pati resisten merupakan salah satu cara untuk menurunkan respon glikemik. Pati resisten yang terdapat pada mie ubi jalar ungu kaya pati resisten mampu memperlambat pencernaan sehingga lambat pula meningkatkan kadar glukosa darah. Menurut Okoniewska and Witwer (2007), keberadaan RS3 dalam usus halus dapat menurunkan respons glikemik dan insulemik pada penderita diabetes. Kadar glukosa darah pemberian mie ubi jalar ungu kaya pati resisten pada penelitian ini juga cenderung stabil meski sudah 2 jam konsumsi. Beberapa subjek penelitian memiliki hasil luas area dibawah kurva antar tiap produk olahan ubi jalar ungu yang perbedaannya sangat sedikit sekali, namun beberapa subjek penelitian lainnya menunjukkan sebaliknya yaitu jauh berbeda. Perbedaan respon glikemik masing-masing produk pada tiap subjek pada penelitian ini diduga berkaitan dengan perbedaan respon

fisiologis masing-masing subjek penelitian (Argasmita, 2008).

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa respon glikemik beberapa produk olahan ubi jalar ungu seperti ubi jalar ungu rebus, mie ubi jalar ungu, dan mie ubi jalar ungu berkadar pati resisten menunjukkan adanya perbedaan yang signifikansi pada taraf nyata 5% dengan uji t (paired t test). Sirup Glukosa memiliki rata-rata respon sebesar 14799,6 satuan luas, ubi jalar ungu rebus 13901,94 satuan luas, mie ubi jalar ungu 13205,28, dan mie ubi jalar ungu berkadar pati resisten tinggi 12827,04 satuan luas. Produk mie ubi jalar ungu berkadar pati resisten tinggi merupakan produk olahan ubi jalar ungu yang memiliki respon glikemik terendah dibandingkan dengan produk olahan lainnya karena memiliki kandungan pati resisten mencapai 25,5818%.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. 2005. *Official Methods of Analysis Association of Official Analytical Chemists*. Benjamin Franklin Station. Washington.
- Argasmita, T.U. 2008. Karakteristik sifat fisikokimia dan indeks glikemik varietas beras beramilosa rendah dan tinggi. Skripsi. Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Astawan, M. dan S. Widowati. 2005. Evaluasi Mutu Gizi dan Indeks Glikemik Ubi jalar sebagai Dasar Pengembangan Pangan Fungsional. *Laporan Hasil Penelitian Rusnas Diversifikasi Pangan Pokok*. Institut Pertanian Bogor
- Brouns, F. I. Bjorck, K. N. Frayn, A.L. Gibs, V. Lang, G. Slama, and T.M. Wolever. 2005. Glycemic index methodology. *Nutrition Research Reviews*. 18: 145-171.
- Chung, H.J., H.S. Lim, and S.T. Lim. 2006. Effect of Partial Gelatinization and Retrogradation on the Enzymatic Digestion of Waxy Rice Starch. *Journal of Cereal Science*. 43:353-359.
- El, S.N. 1999. Determination of Glicemic Index for Some Breads. *Food Chemistry*. 67:67-69
- Ginting, E., J.S. Utomo, R. Yulifianti, dan M. Jusuf. 2011. Potensi Ubijalar Ungu sebagai Pangan Fungsional. *Iptek Tanaman Pangan*. 6(1) :116-138.
- Husna, N.E., M. Novita, dan S. Rohaya. Kandungan Antosianin dan Aktivitas Antioksidan Ubi Jalar Ungu Segar dan Produk Olahannya. *Agritech*. 33(3):296-301.
- Kafiya, M. 2016. Perubahan Mutu Ubi Jalar (*Ipomea batatas L.*) Segar pada Sistem Penyimpanan Skala Pedesaan. (Tesis). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Kusnandar, F. 2011. *Kimia pangan : Komponen Makro*. Cetakan pertama. Dian Rakyat. Jakarta.
- Moorthy, S. N. 2000. Tropical Sources of Starch. Di dalam: A.C. Eliason (ed). *Starch in Foods : Structure, function and application*. CRC Press. USA.
- Mulyadi, A. F., S. Wijana, I. A. Dewi, dan W. I. Putri. Studi Pembuatan Mie Kering Ubi Jalar Kuning (*Ipomoea Batatas*) (Kajian Penambahan Telur dan Cmc). *Prosiding Seminar Nasional BKS PTN Barat*. 1186-1194.
- Narullita, A., S. Waluyo, dan D.D. Novita. 2013. Sifat Fisik Ubi Jalar (Ubi Jalar Gisting Kabupaten Tanggamus dan Jati Agung Kabupaten Lampung Selatan) pada Dua Metode Penyimpanan. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. 2(3):133-146.
- Ningsih, N.Y. 2015. Pengaruh Lama Pendinginan terhadap Kandungan Pati

- Resisten Tepung Ubi Jalar Ungu Termodifikasi. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung. 55 hlm.
- Okoniewska, M. and R. S. Witwer. 2007. Natural resistant starch: an overview of health properties as useful replacement for flour, resistant starch may also as boost insulin sensitivity and satiety. *Nutritional Outlook*.
- Pentadini, F., Silvia A., Sri Hartini, Anik T. H. 2014. Determination of Glycemic Score on Processed Food from Whole Wheat Flour (*Triticum aestivum* L.) Dewata's Variety in terms of Amylose Content and Starch Digestibility. *International Conference on Research, Implementation and Education of Mathematics and Sciences*. Pp. C55-C62.
- PERKENI (Perkumpulan Endrokinologi Indonesia). 2015. Konsensus Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Melitus Tipe 2 di Indonesia. Cetakan Pertama. Pengurus Besar Perkumpulan Endokrinologi Indonesia (PB PERKENI).
- Pranoto, Y., Rahmayuni, Haryadi, and S.K. Rakshit. 2014. Physicochemical Properties of Heat Moisture Treated Sweet Potato Starches of Selected Indonesian Varieties. *International Food Research Journal*. 21(5):2031-2038.
- Rimbawan dan A. Siagian. 2004. *Indeks Glikemik Pangan*. Penebar Swadaya. Jakarta. 124 hlm.
- Sajilata, M.G., R.S Singhal, and P.R Kulkarni. 2006. Resistant Starch a Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 5(1):1-17.
- Sukerti, N.W., Damiati, C. I. R. Marsiti, dan Adnyawati. 2013. Pengaruh Modifikasi Tiga Varietas Tepung Ubi Jalar dan Terigu Terhadap Kualitas dan Daya Terima Mi Kering. *Jurnal Sains dan Teknologi*. 2(2): 231-237
- Sugiyono, R. Pratiwi, dan D.N Faridah. 2009. Modifikasi Pati Garut (*Marantha arundinacea*) dengan Perlakuan Siklus Pemanasan Suhu Tinggi-Pendinginan (*Autoclaving-Cooling Cycling*) untuk Menghasilkan Pati Resisten Tipe III. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 20(1):17-61
- Sugiyono, E. Setiawan. H. Sumekar. 2011. Pengembangan Produk Mie Kering Dari Tepung Ubi Jalar (*Ipomea batatas*) dan Penentuan Umur Simpannya dengan Metode Isoterm Sorpsi. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 22(2):164-170.
- Tanak, Y. 2016. Modifikasi secara Heat Moisture Treatment pada Pati Ubi Jalar Ungu untuk Pangan Fungsional. *Jurnal Sains dan Teknologi Tadulako*. 5(1):39-48.
- Vosloo, M.C. 2005. Some Factor Affecting The Digestion of Glycaemic Carbohydrats and The Blood Glucose Response. *Journal of Family Ecology and Consumer Science*. 33.
- Widjanarko, S. 2008. *Efek Pengolahan terhadap Komposisi Kimia dan Fisik Ubi Jalar Ungu dan Kuning*. Penerbit Liberty. Yogyakarta.
- Willet, W. J. Manson, S. Liu. Glycemic index, glycemic load, and risk of type 2 diabetes. 2002. *American Journal Clinical Nutrition*. 76(1):274-280.

AKTIVITAS ANTIOKSIDAN MINYAK ESSENSIAL DAGING BUAH PALA (*Myristica fragrans* Houtt) PADA KUE

ANTIOXIDANT ACTIVITY OF NUTMEG (Myristica fragrans Houtt) FRUIT FLESH ESSENTIAL OILS IN CAKE

Sophia G. Sipahelut^{1*}, Gilian Tetelepta¹, John Patty²

¹Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Pattimura

²Jurusan Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Pattimura

*Email korespondensi : sipahelut_grace@yahoo.com

ABSTRACT

Oxidation of food containing fats and oils has an important detrimental effect on nutritional and organoleptic properties of foodstuffs during storage. Nowadays, the addition of synthetic antioxidant has been limited due to its toxicity and carcinogenic effect. The objectives of this research were: a) to determine chemical compositions of nutmeg fruit flesh essential oil by GC-MS; b) to study antioxidant activity of nutmeg fruit flesh in cake compared to BHT; c) to study consumer's acceptance of the cake. Cake was made with the addition of nutmeg fruit flesh essential oil of four concentrations (0%, 0.05%, 0.1%, 0.15%) in comparison with synthetic antioxidant (BHT 0.02%). Variables observed including peroxide value, TBA value, free fatty acid, as well as organoleptic characteristics of colour, aroma, texture, taste, and overall likeness. These variables were observed during 2, 4, and 6 days of storage. Results showed that nutmeg fruit flesh essential oil contained 21 chemical components, the primary components were α -terpineol (15.0%), α -pinene (14.6%), myristicin (12.0%), terpinene-4-ol (11.5%), limonene (9.5%), β -pinene (6.7%), α -terpinolene (6.7%), δ -terpinene (6.4%). Different essential oil concentrations applied has been shown to prevent oxidation rate and decrease preliminary and secondary oxidation products to higher extent compared to sample with BHT (0.02%) and control. Cake made with nutmeg fruit flesh essential oil of 0.05% was not different compared to control organoleptically. This showed that nutmeg fruit flesh essential oil is able to be used as natural antioxidant in lipid containing foodstuffs.

Keywords: , antioxidant activity, cakepreservative, essential oil, GC-MS, nutmeg fruit flesh

ABSTRAK

Proses oksidasi yang terjadi pada makanan yang mengandung lemak dan minyak menyebabkan ketengikan, kehilangan nilai gizi, kemunduran sifat sensoris serta masa simpan singkat. Penambahan antioksidan sintetik sudah dibatasi karena toksisitas dan bersifat karsinogenik. Tujuan penelitian ini antara lain : a) menentukan komposisi kimia minyak esensial daging buah pala dengan GC-MS; b) mempelajari aktivitas antioksidan dari minyak esensial daging buah pala pada kue dibandingkan dengan BHT; c) mempelajari mutu organoleptik kue. Kue dibuat dengan penambahan minyak esensial daging buah pala pada empat konsentrasi (0%, 0,05%, 0,1%, 0,15%) dan dibandingkan dengan antioksidan sintetik (BHT 0,02%). Parameter yang diamati

antara lain nilai peroksida, nilai TBA, asam lemak bebas, uji organoleptik (warna, aroma, tekstur, rasa, kualitas keseluruhan) dan ditentukan pada interval waktu penyimpanan 2, 4, 6 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa minyak esensial daging buah pala mengandung ± 21 komponen kimia, dimana α -terpineol (15,0%), α -pinene (14,6%), myristicin (12,0%), terpinene-4-ol (11,5%), limonene (9,5%), β -pinene (6,7%), α -terpinolene (6,7%), δ -terpinene (6,4%), merupakan komponen utama minyak ini. Konsentrasi minyak esensial daging buah pala yang berbeda mencegah laju oksidasi dan mengurangi produk oksidasi awal dan oksidasi sekunder lebih banyak daripada sampel yang mengandung BHT (0,02%) dan kontrol. Uji organoleptik kue yang mengandung minyak esensial daging buah pala 0,05% tidak berbeda dengan kontrol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa minyak esensial daging buah pala dapat digunakan sebagai antioksidan alami dalam bahan makanan, terutama yang mengandung lipid.

Kata kunci : Antioksidan, daging buah pala, kue, minyak essential

PENDAHULUAN

Hampir semua bahan makanan yang dikonsumsi oleh manusia kemungkinan akan membusuk dan rusak dalam proporsi yang berbeda (Noorolahi *et al*, 2012). Olahan makanan yang mengandung lemak dan minyak secara perlahan akan mengalami oksidasi selama penyimpanan. Proses oksidasi menyebabkan ketengikan dan kemunduran sifat sensoris dari produk makanan tersebut (Vanitha *et al*, 2005). Peroksidasi lipid menyebabkan stres oksidatif, sehingga menimbulkan tengik, terasa tidak enak, terjadi perubahan bau dan warna, serta kehilangan nilai gizi (Darughe *et al*, 2012). Autooksidasi dari lemak dan minyak dalam pangan olahan dapat dicegah dengan penggunaan inhibitor oksidasi atau antioksidan (Adegoke *et al*, 1998).

Antioksidan umumnya digunakan untuk mencegah ketengikan lemak karena ketika ditambahkan ke dalam produk makanan, khususnya makanan yang mengandung lipid dapat meningkatkan umur simpan dengan menghambat peroksidasi lipid. Penambahan antioksidan sintetik, seperti propil galat, hydroxylanisole butylated (BHA), butylated hydroxyltoluene (BHT) dan butylhydroquinone tersier telah banyak

digunakan industri sebagai antioksidan untuk mengontrol oksidasi lipid dalam makanan. Namun, penggunaan antioksidan sintesis ini sudah mulai dibatasi karena toksisitas yang ditimbulkan (Bandoniene *et al*, 2002), menyebabkan kerusakan hati dan bersifat karsinogenik (Sabouri *et al*, 2013). Oleh karena itu, pengembangan dan penggunaan antioksidan yang lebih aman dari sumber alami yang menarik karena efek negatif yang ditimbulkan dari bahan aditif sintetik terhadap kesehatan manusia (Nanditha *et al*, 2009; Ibrahim *et al*, 2013). Dengan meningkatnya permintaan konsumen untuk produk makanan yang memiliki keamanan tinggi, berkualitas dan bernilai gizi, maka penggunaan minyak esensial dan ekstrak adalah cara yang cocok untuk memenuhi kebutuhan ini (Sahari & Asgari, 2013).

Tanaman aromatik alami dan rempah-rempah telah banyak digunakan dalam berbagai produk makanan seperti daging dan produk olahan daging, susu dan produk roti untuk mengawetkannya dan untuk nilai kesehatannya (Shahsavari *et al*, 2008; Darughe *et al*, 2012). Minyak esensial dari tanaman aromatik telah diketahui memiliki potensi sebagai agen alami untuk pengawetan makanan, termasuk antibakteri, antijamur dan antioksidan; bahkan beberapa minyak esensial

telah memenuhi syarat sebagai antioksidan alami dan ditawarkan sebagai pengganti antioksidan sintetik yang potensial dalam pengawetan makanan (Politeo *et al*, 2007; Darughe *et al*, 2012). Oleh karena itu, penggunaannya menjadi perhatian paling besar terutama minyak esensial, sehingga produk ini menjadi salah satu pangan fungsional. Salah satu rempah yang sudah banyak diketahui dan diungkapkan potensinya adalah pala (*Myristica fragrans* Houtt).

Tanaman pala menghasilkan dua produk bernilai ekonomi tinggi yaitu biji pala dan fuli atau kembang pala yang menyelimuti biji. Kedua produk ini menghasilkan minyak esensial yang digunakan sebagai bahan baku industri minuman, obat-obatan dan kosmetik. Minyak pala ini memiliki khasiat yang banyak sehingga permintaannya terus meningkat dari tahun ke tahun. Sedangkan daging buah pala yang merupakan bagian terbesar dari buah pala biasanya dibuang atau dibiarkan membusuk di bawah pohon. Pada penelitian ini, daging buah pala diolah menjadi minyak esensial, sehingga meningkatkan nilai ekonomisnya. Untuk membuktikan khasiat dari minyak esensial tersebut, maka akan diaplikasikan pada bahan pangan, yaitu produk *bakery*.

Industri *bakery* di tanah air terus berkembang, mulai dari industri roti rumahan hingga outlet modern dari luar negeri ketat bersaing untuk memperebutkan para pelanggan. Minat masyarakat akan industri *bakery* semakin meningkat dari waktu ke waktu. Data Asosiasi Pengusaha *Bakery* Indonesia (APEBI) menyatakan bahwa nilai pasar roti dan kue di Indonesia tahun 2012 mencapai Rp 31 triliun (Sumber : Tribun News, 2013). Kue merupakan salah satu produk *bakery* yang paling populer dikonsumsi di dunia karena nilai gizi, jenis yang berbeda dan harga yang terjangkau. Oksidasi lipid dan pertumbuhan jamur merupakan masalah utama dalam membuat kue, yang membatasi umur simpan dari

produk ini (Ibrahium *et al*, 2013). Serangan ketengikan dalam produk kue menyebabkan pengaruh yang besar pada tekstur, warna dan parameter organoleptik juga kehilangan nilai gizi. Dengan demikian, ada hal yang menarik untuk mengeksplorasi kemungkinan meningkatkan nilai gizi kue dengan memanfaatkan bahan-bahan yang memiliki manfaat kesehatan dengan fokus pada antioksidan dan *flavouring agents* alami (Khaled *et al*, 2013). Tujuan penelitian ini antara lain : a) menentukan komposisi kimia minyak esensial daging buah pala dengan GC-MS; b) mempelajari aktivitas antioksidan dari minyak esensial daging buah pala pada kue dibandingkan dengan BHT; c) mempelajari mutu organoleptik kue.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan adalah daging buah pala (*Myristica fragrans* Houtt) yang berasal dari Desa Allang, Kecamatan Leihitu, Kabupaten Maluku Tengah, dengan tingkat kematangan penuh (sekitar 6 – 7 bulan sejak mulai berbunga). Bahan-bahan untuk pembuatan kue antara lain : tepung terigu, gula pasir, margarin, SP, *baking powder*, telur ayam, susu kental manis diperoleh dari swalayan. Peralatan yang digunakan antara lain seperangkat alat distilasi air-uap, alat rajang, keranjang, termometer, kompor, botol penampung distilat, mixer, oven pemanggangan, loyang, sendok, tarpan, kuas, GCMS-QP 2010S Shimadzu dan alat-alat gelas.

Ekstraksi Minyak Esensial Daging Buah Pala

Daging buah pala dirajang dan dikering-anginkan selama satu hari kemudian dimasukkan ke dalam ketel lalu diekstrak melalui proses distilasi air-uap (suhu 96 °C selama ± 6 jam). Distilat yang diperoleh dipisahkan dari fase air menggunakan Na₂SO₄

anhidrat, dan disimpan dalam botol gelap untuk kemudian disimpan hingga saat akan digunakan.

Analisis Komposisi Kimia Minyak esensial Daging Buah Pala

Analisis komposisi kimia minyak esensial dilakukan menggunakan alat GCMS–QP 2010S Shimadzu. Kondisi operasional alat yaitu: kolom HP – 5MS, panjang 30 meter, ID 0,25 mm, gas pembawa helium, pengionan EI 70 Ev. Suhu kolom 70°C; *injection* 290°C, *injection mode* split, *pressure* 13.7 kPa, *total flow* 100 mL/min, *column flow* 0.50 mL/min, *linear velocity* 25.9 cm/sec, *purge flow* 3 mL/min, *split ratio* 193, *Ion source* 250°C, *interface* 300°C. Identifikasi senyawa penyusun dilakukan menggunakan *Library-Wiley 7.LIB*.

Aplikasi Minyak esensial dari Daging Buah Pala pada Kue

Kue dibuat dengan menambahkan minyak daging buah pala dalam formula pada berbagai konsentrasi (0%, 0,05%, 0,10% dan 0,15%). Mula-mula telur, gula pasir dan SP dikocok menggunakan mixer dengan kecepatan sedang sampai mengembang dengan kondisi berwarna putih, lalu disisihkan. Selanjutnya mentega dikocok dengan mixer pada kecepatan sedang hingga membentuk buih. Ke dalam adonan ditambahkan tepung terigu, baking powder, susu dan diaduk dengan kecepatan rendah hingga homogen sambil ditambahkan buih putih mentega. Selanjutnya ditambahkan minyak daging buah pala. Adonan dimasukkan ke dalam cetakan dan dipanggang dalam oven pada suhu 160°C selama 30 menit. *Kue* diangkat dan didinginkan, kemudian dipotong dan dikemas dalam *polypropylene film*.

Penentuan Angka Peroksida (Muresan *et al.*, 2010)

Penentuan angka peroksida menggunakan metode spektrofotometri. Sampel ditimbang sebanyak 1-2 g. Larutkan sampel menggunakan *Petroleum Ether* (PE) hingga volume 10 ml. Ambil 1 ml larutan induk, panaskan dalam waterbath hingga tersisa minyak. Tambahkan 0,1 ml FeCl₂ 0,02 M (500 Mgr FeSO₄ + 400 Mgr BaCl₂ encerkan dengan 100 ml aquadest lalu centrifuge). Encerkan menjadi 10 ml menggunakan methanol. Tera pada panjang gelombang 520 nm. Perhitungan nilai peroksida dilakukan dengan persamaan berikut:

$$\text{Angka peroksida (ml.eq/kg)} = \frac{\text{X x Faktor Pengenceran}}{\text{Berat sampel (g x 55,85)}}$$

Penentuan Thio Barbituric Acid (TBA) (Khotimah *et al.*, 2013)

Sebanyak 5 mg sampel ditambahkan 10 ml CCl₃COOH 20%, divortex sampai homogeny, kemudian disentrifuge selama 10 menit. Selanjutnya, ambil 5 ml sampel bening kemudian ditambahkan 5 ml asam thio barbiturate (TBA) 0,02 M. Selanjutnya didiamkan selama 15 menit, diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 528 nm. Absorbansi yang diperoleh digunakan sebagai angka pembanding tingkat ketengikan.

$$\text{Bilangan TBA} = \frac{\text{Abs x Faktor Pengenceran x 7,8}}{\text{Berat sampel}}$$

Penentuan Asam Lemak Bebas (Sudarmadji *et al.*, 1997)

Sebanyak 5 g sampel dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 250 ml, kemudian ditambahkan 25 ml etanol 95%, dipanaskan sampai suhu 40°C. Setelah itu, ditambahkan 2 ml indikator PP, kemudian titrasi dengan larutan 0,1 N NaOH sampai muncul warna merah jambu dan tidak hilang selama 30

detik. Hitung asam lemak bebas dengan rumus :

$$\% \text{ FFA} = \frac{(\text{ml NaOH} \times \text{N NaOH} \times \text{BM asam lemak})}{(\text{Berat sampel} \times 1000)}$$

Uji Organoleptik Kue

Uji ini bertujuan untuk mengetahui daya terima konsumen terhadap *kue*. Uji organoleptik ini dilakukan oleh 30 panelis berdasarkan uji penerimaan dan panelis diminta untuk menilai berdasarkan tingkat kesukaan. Pengujian organoleptik meliputi rasa, warna, aroma, tekstur dan tingkat kesukaan (*over all*). Skor skala hedonik yang digunakan adalah 4 (sangat suka), 3 (suka), 2 (agak suka), dan 1 (tidak suka).

Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil uji kimia dan organoleptik selanjutnya dianalisis menggunakan Uji Beda Nyata Jujur pada taraf 0.05 %.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Kimia Minyak esensial Daging Buah Pala

Minyak atsiri dari daging buah pala hasil penelitian memiliki bau khas minyak pala, sehingga secara umum memenuhi persyaratan mutu minyak pala berdasarkan SNI 06-2388-2006. Pengamatan secara visual terhadap minyak yang dihasilkan menunjukkan bahwa minyak daging buah pala berwarna kuning pucat.

Hasil identifikasi terhadap minyak daging buah pala yang dihasilkan setelah dianalisis dengan menggunakan GC – MS mengandung kurang lebih 21 komponen (Tabel 1). Komponen-komponen kimia utama yang terdapat pada minyak atsiri dari daging buah pala antara lain α -terpineol (15,0%), α -pinene (14,6%), myristicin (12,0%), terpinene-4-ol (11,5%), limonene (9,5%), β -pinene

(6,7%), α -terpinolene (6,7%), δ -terpinene (6,4%).

Komponen paling banyak dalam minyak daging buah pala yang berasal dari fraksi hidrokarbon monoterpen adalah α -pinene, β -pinene, limonene dan δ -terpinene. Komponen α -pinene dan β -pinene lebih banyak terdapat pada minyak dari biji dan fuli pala, sedangkan limonene lebih banyak terdapat pada minyak dari daging buah pala. Dari fraksi monoterpen teroksigenasi, komponen yang paling banyak adalah α -terpineol, terpinene-4-ol, linalool. Komponen-komponen ini lebih banyak terdapat dalam minyak daging buah pala bila dibandingkan dengan minyak dari biji dan fuli pala. Sementara myristicin merupakan komponen paling banyak dari fraksi aromatik eter.

Tabel 1. Komposisi Kimia Minyak esensial Daging Buah Pala

No	Nama	RT (menit)	Konsentrasi (%)
1	α -thujene	3,225	0,1
2	α -pinene	3,317	14,6
3	Camphene	3,467	0,3
4	β -pinene	3,842	6,7
5	β -myrcene	4,042	2,6
6	α -phellandrene	4,283	2,0
7	β -ocimene	4,383	3,6
8	α -terpinene	4,517	4,9
9	<i>p</i> -cimene	4,683	0,7
10	Limonene	4,775	9,5
12	δ -terpinene	5,475	6,4
13	α -terpinolene	6,225	6,7
14	Linalool	6,600	2,2
15	Isoamyl-2-methyl butyrate	6,742	0,7
16	Terpinene-4-ol	8,883	11,5
17	α -terpineol	9,358	15,0
18	Bornyl acetate	12,175	0,1
19	Safrole	12,333	0,4
20	α -copaene	18,725	0,1
21	Myristicin	18,950	12,0

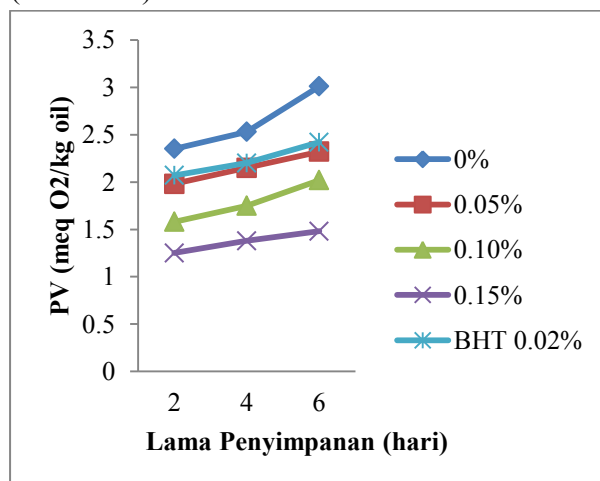
Menurut Sipahelut S. dan Telussa I (2012), kelebihan minyak daging buah pala

adalah minyak ini lebih banyak mengandung “persenyawaan teroksigenasi” (terutama terpinene-4-ol, dan α -terpineol) dibandingkan dengan minyak atsiri dari biji dan fuli pala. Persenyawaan teroksigenasi merupakan penyebab utama bau wangi dalam minyak esensial, lebih tahan, lebih stabil (terhadap proses oksidasi dan resinifikasi).

Aktivitas Antioksidan Minyak Esensial Daging Buah Pala Pada Kue

Bilangan peroksida kue

Pengukuran bilangan peroksida pada dasarnya adalah mengukur kadar peroksida dan hidroperoksida yang terbentuk pada tahap awal reaksi oksidasi lemak. Bilangan peroksida yang tinggi mengindikasikan lemak atau minyak sudah mengalami oksidasi (Rahardjo, 2006 dalam Nurhasnawati *et al.*, 2015). Oksidasi lemak oleh oksigen terjadi spontan jika bahan berlemak dibiarkan kontak dengan udara, sedangkan kecepatan proses oksidasinya tergantung pada tipe lemak dan kondisi penyimpanan. Bilangan peroksida diuji pada semua sampel *cake* untuk menentukan tingkat pembentukan peroksida akibat oksidasi lemak (miliekuivalen O_2 /kg lemak) selama masa penyimpanan 6 hari (Gambar 1).



Gambar 1. Pengaruh minyak atsiri daging buah pala terhadap bilangan peroksida *cake* selama penyimpanan 6 hari pada suhu ruang

Hasil analisa varian bilangan peroksida kue pada perlakuan konsentrasi minyak atsiri daging buah pala 0%; 0,05%; 0,10%; 0,15% dan BHT 0,02%, perlakuan lama penyimpanan, serta interaksi antara konsentrasi antioksidan dan lama penyimpanan memberikan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$). Sampel dengan konsentrasi 0,05% memiliki bilangan peroksida yang tidak berbeda nyata dengan sampel BHT 0,02%. Sampel konsentrasi 0.10% dan 0.15% memiliki bilangan peroksida lebih kecil yang mengindikasikan bahwa aktivitas antioksidan minyak atsiri daging buah pala lebih tinggi daripada BHT 0,02%.

Bilangan peroksida sampel kontrol (tanpa penambahan minyak atsiri daging buah pala) memiliki nilai yang paling tinggi dibandingkan sampel dengan penambahan antioksidan karena kue tersebut teroksidasi tanpa adanya agent penghambat untuk meminimalisir terjadinya oksidasi. Kue tanpa penambahan antioksidan mudah sekali teroksidasi karena tidak adanya agent penghambat. Menurut Arbi *et al.*, (2016), laju kenaikan bilangan peroksida dapat dihambat dengan penambahan antioksidan. Penambahan minyak atsiri daging buah pala pada kue menghambat terjadinya oksidasi. Hal ini disebabkan minyak atsiri daging buah pala memiliki senyawa bioaktif yang berperan sebagai antioksidan yang dapat menghambat oksidasi lemak.

Kenaikan bilangan peroksida pada kue disebabkan terjadinya reaksi dengan oksigen pada ikatan rangkap dan terjadi reaksi berantai yang terus-menerus menyediakan radikal bebas yang menghasilkan peroksida lebih lanjut. Bilangan peroksida mengukur produk utama oksidasi lipid. Produk oksidasi primer yang tidak stabil ini kemudian dipecah oleh mekanisme radikal bebas, dimana ikatan O-O dipecah di kedua sisi atom karbon yang mengandung atom oksigen untuk menghasilkan radikal bebas hidroksil dan banyak jenis produk sekunder seperti alkohol,

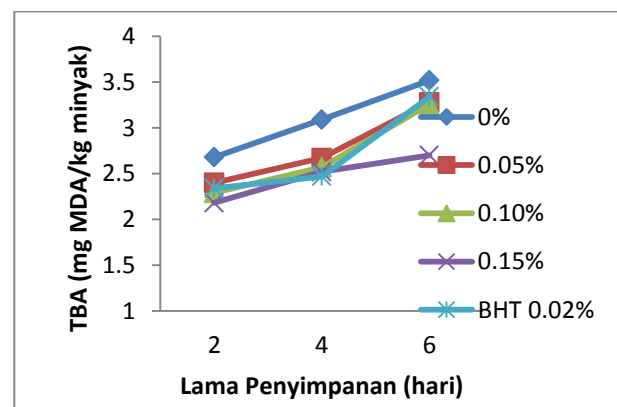
aldehida, keton dan malonaldehida yang menyebabkan rasa tidak enak (Darughe *et al*, 2012). Dengan adanya penambahan antioksidan, antioksidan memberikan atom hidrogen atau elektron pada radikal bebas (R^* , ROO^*), mengubahnya ke bentuk yang lebih stabil yaitu RH. Sementara turunan radikal antioksidan (A^*) memiliki keadaan lebih stabil dibanding radikal semula (R^*). Penambahan antioksidan dapat menghambat oksidasi pada tahap inisiasi maupun propagasi. Antioksidan memberikan atom hidrogen secara cepat ke radikal lipida atau mengubahnya ke bentuk yang stabil (Arbi *et al*, 2016). Menurut Khamidinal *et al* (2007) dalam Hidayati *et al.*, (2017), antioksidan hanya berfungsi untuk menghambat reaksi oksidasi dan tidak dapat menghentikan sama sekali proses autooksidasi pada lemak.

Standar untuk nilai angka peroksida pada kue jika mengacu pada standar kualitas minyak atau lemak, maka kandungan angka peroksida pada kue masih rendah karena tidak melebihi nilai 20 ml eq/1000 g. Tetapi jika mengacu pada standar kualitas minyak kedelai, maka kandungan angka peroksida pada kue tergolong rendah.

Bilangan TBA Kue

Bilangan TBA merupakan salah satu parameter untuk menentukan ketengikan thiobarbiturat dengan malonaldehida yang merupakan hasil dekomposisi peroksida (Mualifa, 2009 dalam Paramitha, 2012). Senyawa malonaldehida sangat menentukan kerusakan pangan. Semakin besar kadar malonaldehida, semakin tinggi nilai TBA. Jika nilai TBA tinggi, maka kualitas pangan semakin turun atau semakin tinggi kadar ketengikan. Indeks TBA mengukur pembentukan produk oksidasi sekunder, terutama malonaldehida (Rossel, 2005). Penambahan antioksidan alami dan sintetis pada kue mempengaruhi nilai TBA selama penyimpanan 6 hari (Gambar 2).

Hasil analisa varian bilangan TBA kue pada perlakuan konsentrasi minyak atsiri daging buah pala 0%; 0,05%; 0,10%; 0,15% dan BHT 0,02%, perlakuan lama penyimpanan, serta interaksi antara konsentrasi antioksidan dan lama penyimpanan memberikan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$). Pada penambahan BHT 0,02% menghasilkan nilai TBA yang tidak berbeda nyata dengan minyak atsiri daging buah pala konsentrasi 0,05% dan 0,10%. Minyak atsiri daging buah pala pada konsentrasi 0,15% memiliki nilai TBA yang lebih kecil. Hal ini menunjukkan bahwa minyak atsiri daging buah pala konsentrasi 0,15% mampu menghambat laju pembentukan produk oksidasi primer dan sekunder pada kue.



Gambar 2. Pengaruh minyak atsiri daging buah pala terhadap nilai TBA *cake* selama penyimpanan 6 hari pada suhu ruang

Penambahan antioksidan minyak atsiri daging buah pala pada kue dapat menghambat pembentukan senyawa malonaldehida. Menurut Arbi *et al* (2016), sifat antioksidan memiliki fungsi untuk memutuskan atau menghentikan radikal bebas. Bilangan TBA kue dengan penambahan antioksidan lebih rendah dibandingkan kue tanpa penambahan antioksidan (kontrol). Hal ini mengindikasikan bahwa pembentukan senyawa malonaldehida terhambat karena adanya antioksidan. Kenaikan bilangan TBA sampel selama penyimpanan menunjukkan

proses metabolisme oksidasi masih terus berjalan dan tidak dapat dicegah dengan antioksidan yang ada. Walaupun demikian, perubahan tersebut masih dalam batas yang dapat diterima. Pengukuran bilangan TBA memberikan informasi terbentuknya malonaldehid sebagai hasil degradasi hidroperoksida yang terbentuk dari hasil reaksi antara lemak tidak jenuh dengan oksigen (Tanhindarto, 1998). Menurut Sanger (2010), kenaikan bilangan TBA seiring dengan makin lama penyimpanan disebabkan karena terurainya lipida menjadi peroksida-peroksida dan selanjutnya menjadi aldehid, keton dan alkohol. Menurut Fennema (1996) dalam Septiana *et al* (2017), malonaldehid merupakan salah satu hasil dekomposisi hidroperoksida. Malonaldehid dapat dibentuk dari radikal peroksil ($\text{ROO}\cdot$) dari lipid tidak jenuh ganda. Senyawa antioksidan dapat menghambat pembentukan senyawa malonadehida.

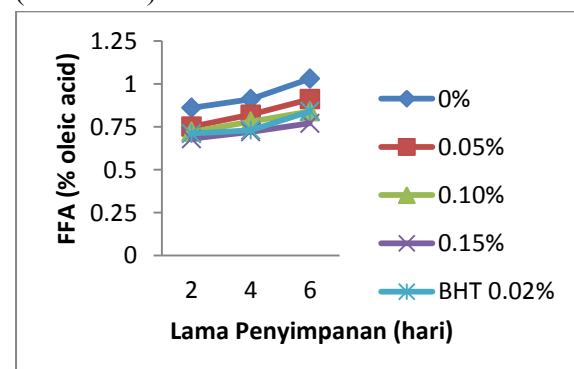
Efek antioksidan minyak atsiri daging buah pala pada kue dikarenakan adanya komponen-komponen kimia dalam minyak atsiri tersebut, diantaranya komponen monoterpen dan terpenoid. Komponen yang paling banyak dalam minyak daging buah pala yang berasal dari fraksi hidrokarbon monoterpen adalah α -pinene, β -pinene, limonene dan δ -terpinene. Sedangkan dari fraksi monoterpen teroksidasi, komponen yang paling banyak adalah α -terpineol, terpinene-4-ol, linalool. Beberapa peneliti telah melaporkan aktivitas antioksidan monoterpen dan diterpenes (Yanishlieva *et al.*, 1999; Grassman, 2006; Darughe, 2012). Menurut Haridua (2012) dalam Hidayati *et al.*, 2017 bahwa antioksidan dapat memperpanjang umur simpan bahan pangan terhadap proses deteriorisasi yang disebabkan oleh oksidasi seperti ketengikan, perubahan warna dan hilangnya nilai nutrisi. Penelitian-penelitian sebelumnya juga membuktikan bahwa penambahan minyak atsiri pada produk *bakery* memiliki efek antioksidan. Minyak

atsiri kayu manis (Habibe *et al.*, 2013), minyak atsiri cengkih (Ibrahium *et al.*, 2013), minyak atsiri ketumbar (Darughe *et al.*, 2012), minyak atsiri kamomil (Khaki *et al.*, 2011) memiliki aktivitas antioksidan pada kue dan dapat digunakan sebagai pengganti pengawet sintetis.

Nilai FFA Kue

Asam lemak bebas adalah asam lemak yang berada sebagai asam lemak bebas tidak terikat sebagai trigliserida. Asam lemak bebas dihasilkan oleh proses hidrolisis dan oksidasi biasanya bergabung dengan lemak netral. Reaksi ini akan dipercepat dengan adanya faktor-faktor panas, air, keasaman dan katalis (enzim). Semakin lama reaksi ini berlangsung, maka semakin banyak kadar asam lemak bebas yang terbentuk (Nurhasnawati *et al.*, 2015).

Free Fatty Acid (FFA) adalah persentase banyaknya asam lemak bebas (dalam bentuk asam laurat) untuk setiap 1 mg KOH. Asam lemak bebas adalah komponen yang terbentuk pada proses kerusakan minyak/lemak. Asam lemak bebas terdapat di dalam minyak atau lemak, jumlahnya akan terus bertambah selama proses pengolahan dan penyimpanan. Penambahan antioksidan alami dan sintetis pada kue mempengaruhi nilai FFA selama penyimpanan 6 hari (Gambar 3).



Gambar 3. Pengaruh minyak atsiri daging buah pala terhadap nilai FFA sampel selama penyimpanan 6 hari pada suhu ruang

Hasil analisa varian nilai FFA kue pada perlakuan konsentrasi minyak atsiri daging buah pala 0%; 0,05%; 0,10%; 0,15%; BHT 0,02% dan perlakuan lama penyimpanan memberikan pengaruh yang nyata, sedangkan interaksi antara konsentrasi antioksidan dan lama penyimpanan memberikan pengaruh tidak nyata ($P < 0,05$). Pada penyimpanan kue selama 6 hari, nilai FFA tertinggi terdapat pada sampel kontrol, tidak berbeda nyata dengan sampel yang ditambahkan minyak atsiri 0,05%. Nilai FFA sampel konsentrasi 0,05% tidak berbeda nyata dengan sampel konsentrasi 0,10% dan BHT 0,02%. Sedangkan nilai FFA 0,15% tidak berbeda nyata dengan sampel 0,10% dan BHT 0,02%.

Gambar 3 menunjukkan bahwa semakin lama waktu penyimpanan, maka semakin meningkat asam lemak bebas pada kue. Menurut Gunawan *et al.*, (2003), beberapa hal yang dapat meningkatkan kandungan asam lemak bebas adalah proses oksidasi dan hidrolisis. Reaksi hidrolisis disebabkan oleh kandungan air dalam bahan pangan. Disamping itu, terdapat enzim lipase pada lemak atau minyak mampu menghidrolisis trigliserida, sehingga menghasilkan asam lemak bebas dan gliserol, akan tetapi pengaruh hidrolisis enzim ini tidak efektif karena ada pemanasan. Reaksi lain yang menghasilkan asam lemak bebas adalah oksidasi. Asam bebas akan terbentuk selama proses oksidasi yang dihasilkan dari pemecahan dan oksidasi ikatan rangkap. Keberadaan asam lemak bebas yang terdapat pada kue biasanya adalah indikator awal

terjadinya kerusakan minyak dan lemak karena adanya proses hidrolisis. Dengan adanya asam lemak bebas akan mempercepat terjadinya proses oksidasi karena asam lemak bebasnya lebih mudah teroksidasi daripada bentuk esternya (Kusnandar, 2010 dalam Azizah *et al.*, 2016).

Nilai asam lemak bebas semakin menurun seiring meningkatnya konsentrasi minyak daging buah pala yang ditambahkan. Hal ini disebabkan karena senyawa fenolik yang terkandung didalam minyak daging buah pala yang dapat menghambat aktivitas mikroba. Penelitian Khaki, (2012) menyatakan bahwa selain memiliki efek antioksidan minyak essential chamomile juga memiliki efek antimikroba karena mengandung senyawa fenolik. Namun, minyak atsiri saja belum mampu memberikan perlindungan terhadap kontaminasi mikroba oleh karena itu perlu memperhatikan faktor – faktor yang dapat mempengaruhi kontaminasi mikroba seperti aktivitas air (a_w), suhu, pH dan konsentrasi minyak atsiri yang digunakan.

Uji Organoleptik Kue

Kue cukup populer di Indonesia. Salah satu daya tarik kue adalah rasanya yang lezat dan mudah dibuat. Kue yang dibuat tanpa bahan pengawet biasanya bertahan 2 hari. Bila dibungkus dengan plastik kedap udara dan diletakkan dalam kulkas, maka kue bisa bertahan selama tiga hari. Penambahan antioksidan alami dan sintetis pada kue mempengaruhi organoleptik kue pada penyimpanan 6 hari (Tabel 1).

Tabel 2. Pengaruh Penambahan minyak atsiri daging buah pala terhadap tingkat kesukaan panelis terhadap kue pada penyimpanan hari ke-6

Konsentrasi Minyak Daging Buah Pala	Warna	Aroma	Rasa	Tekstur	Over all
0% (kontrol)	3.27 ^a	2.60 ^a	2.60 ^a	2.67 ^a	2.63 ^a
0.05%	3.33 ^a	3.43 ^b	3.20 ^b	3.33 ^b	3.30 ^b
0.10%	3.30 ^a	3.13 ^b	3.07 ^{ab}	3.37 ^b	3.20 ^b
0.15%	3.30 ^a	3.03 ^{ab}	2.97 ^{ab}	3.43 ^b	3.10 ^{ab}
BHT 0.02%	3.20 ^a	2.93 ^{ab}	3.03 ^{ab}	3.17 ^{ab}	3.17 ^b

Hasil analisa varian kesukaan panelis terhadap aroma, rasa, tekstur dan *over all* kue yang ditambahkan minyak atsiri daging buah pala 0%; 0,05%; 0,10%; 0,15% dan BHT 0,02% menunjukkan perbedaan yang nyata, sedangkan terhadap warna kue menunjukkan perbedaan tidak nyata ($P < 0,05$). Penambahan antioksidan tidak mempengaruhi warna kue, dimana semua perlakuan memiliki warna kue yang sama yaitu kuning cerah. Pembentukan warna pada kue setelah proses pemanggangan adonan merupakan reaksi pencoklatan non enzimatis yang disebabkan oleh reaksi Maillard dan karamelisasi gula (Handayani R & Aninah S., 2011).

Hasil uji organoleptik terhadap hedonik aroma, rasa, tekstur dan *over all* kue diperoleh nilai rata-rata berkisar antara 2.60-2.67 yang secara deskriptif berkisar pada skala agak suka. Sedangkan dengan penambahan minyak daging buah pala diperoleh nilai rata-rata 3.03-3.43 yang secara deskriptif berkisar pada skala suka. Walaupun demikian, terlihat pada Tabel 1 bahwa semakin tinggi konsentrasi minyak daging buah pala, nilai kesukaan panelis menurun. Hal ini disebabkan komponen kimia pada minyak daging buah pala menutupi rasa manis dan aroma dari kue. Citarasa didukung oleh senyawa-senyawa kimia yang menimbulkan rasa dan aroma spesifik bahan makanan (Kartika *et al.*, 1988 dalam Purbasari *et al.*, 2014).

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Minyak esensial daging buah pala mengandung ± 21 komponen kimia, dimana α -terpineol (15,0%), α -pinene (14,6%), myristicin (12,0%), terpinene-4-ol (11,5%), limonene (9,5%), β -pinene (6,7%), α -terpinolene (6,7%), δ -terpinene

(6,4%) merupakan komponen utama minyak ini.

2. Konsentrasi minyak esensial daging buah pala yang berbeda mencegah laju oksidasi dan mengurangi produk oksidasi awal dan oksidasi sekunder lebih banyak daripada sampel yang mengandung BHT (0.02%) dan kontrol. Uji organoleptik kue yang mengandung minyak esensial daging buah pala 0,05% tidak berbeda dengan kontrol.
3. Minyak esensial daging buah pala dapat digunakan sebagai antioksidan alami dalam bahan makanan, terutama yang mengandung lipid.

DAFTAR PUSTAKA

- Adegoke, G. O., Vijay Kumar, M., Gopal Krishna, A. G., Varadaraj, M. C., Sambaiah, K., & Lokesh, B. R., 1998. *Antioxidants and Lipid Oxidation in Foods: A critical Appraisal*. Journal of Food Science and Technology, 35(4), 283–298.
- Arbi B., Ma'ruf W. F., Romadhan, 2016. Aktivitas Senyawa Bioaktif Selada Laut (*Ulva lactuca*) Sebagai Antioksidan Pada Minyak Ikan. Saintek Perikanan Vol 12 No 1 : 12-18.
- Azizah, Z., Rasyid, R., D. Kartika., 2016. Pengaruh pengulangan dan lama penyimpanan terhadap ketengikan minyak kelapa dengan metode asam thiobarbiturat (TBA). Jurnal Farmasi Higea Volume 8 Nomor 2.
- Bandoniene D, Markovic M, Pfannhauser W, Venskutonis PR, Gruzdiene D, 2002. Detection and activity evaluation of radical scavenging compounds by using DPPH free radical and on-line HPLC-DPPH methods. Eur.Food Res. Technol, 214:143-147.
- Darughe, F., Barzegar, M. And Sahari, M.A. 2012. Antioxidant and antifungal activity of Coriander (*Coriandrum*

- sativum L.*) essential oil in cake. *International Food Research Journal* 19 (3): 1253-1260 (2012).
- Gunawan, M. Triatmo, A. Rahayu., 2003. Analisis pangan : penentuan angka peroksida dan asam lemak bebas pada minyak kedelai dengan variasi menggoreng. *JSKA* Vol. 6 No 3. Tahun 2003.
- Grassman, J. 2006. Terpenoids as plant antioxidants. *Vitamins and Hormones* 72: 505-535.
- Habibe K., Mahsen B, M. A. Sahari., 2013. Application of *Zataria multiflora* Boiss and *Cinnamon zeylanicum* essential oils as two natural preservatives in cake. *Avicenna Journal of Phytomedicine* Vol 3 No 3, Summer 2013, 238-247.
- Handayani R & Aminah S., 2011. Variasi Substitusi Rumput Laut Terhadap Kadar Serat Dan Mutu Organoleptik *Cake* Rumput Laut (*Eucheuma cottoni*). *Jurnal Pangan dan Gizi* Vol 02 N0 03 Tahun 2011.
- Hidayati J.R., Ridlo, A., R. Pramesti. 2017. Aktivitas antioksidan ekstrak rumput laut *Padina sp* dari perairan bandengan Jepara dengan metode transfer electron. *Buletin Oseanografi Marina*. Vol 6 No 1 (2017).
- Ibrahim, M.E. Abd El-Ghany and M.S. Amma. 2013. Effect of Clove Essential Oil as Antioxidant and Antimicrobial Agent on *Cake* Shelf Life. *World Journal of Dairy & Food Sciences* 8 (2): 140-146, ISSN 1817-308X.
- Khaki M., Sahari MA, Barzegar M., 2012. Evaluation of antioxidant and antimicrobial effects of chamomile (*Matricaria chamomilla L.*) essential oil on cake shelf life. *Journal of medicinal plants* Vol 11 No 43.
- Khaled 1 M.A. Ramadan, 2I.S. Ashoush and 2O.I. El-Batawy, 2013. Comparative Evaluation of Three Essential Oils as Functional Antioxidants and Natural Flavoring Agents in Ice Cream. *World Applied Sciences Journal* 23 (2): 159-166, 2013 ISSN 1818-4952
- Khotimah, K., Darius dan B.B Sasmito. 2013. Uji aktivitas senyawa aktif alga coklat (*Sargassum fillipendulla*) sebagai antioksidan pada minyak ikan Lemuru (*Sardinella longiceps*). *THPi Student Journal*. I(1):10-20.
- Muresan, V., S. Muste., E. Racolta., C.A. Semeniuc., S. Man., A. Birou., C. Chircu. 2010. Determination of peroxide value in sunflower halva using a spectrophotometric method. *Bulletin UASVM Agriculture*, 67(2).
- Nanditha, B.R., B.S. Jena, P. Prabhasankar, 2009. *Research Journal*, 20: 753-760. Influence of natural antioxidants and their carry-through property in biscuit processing. *J. Of Agriculture and Food Sci.*, 89: 288-98.
- Noorolahi Z (M.Sc.), Sahari MA (Ph.D.), Barzegar M, Doraki N, Naghdi Badi H. 2012. Evaluation Antioxidant and Antimicrobial Effects of Cinnamon Essential Oil and Echinacea Extract in Kolompe. *Journal of Medicinal Plants*. Volume 12, No. 45.
- Nurhasnawati H., Supriningrum R,N., N. Caesariana, 2015. Penetapan kadar asam lemak bebas dan bilangan peroksida pada minyak goreng yang digunakan pedagang gorengan di Jl.A.W. Sjahranie Samarinda. *Jurnal Ilmiah Manuntung* 1(1), 25-30, 2015.
- Paramitha, A.R.A., 2012. Studi kualitas minyak makanan gorengan pada penggunaan minyak goreng berulang. Skripsi. Program studi Ilmu dan Teknologi Pangan. Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin.
- Politeo, O., M. Jukic, & M. Milo. 2007. Chemical composition and antioxidant capacity of free volatile aglycones from basil (*Ocimum basilicum L.*) compared

- with its essential oil. *Food Chemistry* 101: 379-385.
- Purbasari A., Pramono, Y.B dan S.B.M. Abduh. 2014. Nilai pH, kekentalan, citarasa asam, dan kesukaan padasusu fermentasi dengan perisa alami jambu air (*Syzygium sp*). *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 3(4).
- Rossel, J.B. 2005. Measurements of rancidity. In: Allen, J.C., Hamilton, R.J. (eds) *Rancidity in Foods*. 3rd Edn. Blackie Academic and Professional, Glasgow, UK.
- Sabouri, Z., M. Barzegar, M.A. Sahari and H. Badi, 2012. Antioxidant and Antimicrobial Potential of Echinacea purpurea Extract and its Effect on Extension of *Cake* Shelf Life. *J. Of Medicinal Plants*, 11: 28-40.
- Sahari, A& Asgari. 2013. Effects of Plants Bioactive Compounds on Foods Microbial Spoilage and Lipid Oxidation. *Food Science and Technology* 1(3): 52-61.
- Sanger, G. 2010. Oksidasi lemak ikan tongkol (*Auxis thazard*) asap yang direndam dalam larutan ekstrak daun sirih. *Pacific journal* 2 (5) : 870 - 873
- Septiana A. T., Samsi M, M. Mustaufik, 2017. Pengaruh Penambahan Rempah dan Bentuk Minuman Terhadap Aktivitas Antioksidan Berbagai Minuman Tradisional Indonesia. *Agritech Vol 37* No 1.
- Shahsavari, N, M. Barzegar, M. A. Sahari, H. Naghdidadi. Antioxidant activity and chemical characterization of essential oil of *Bunium persicum*, *Plant Foods for Human Nutrition*, Vol.63, 183-188, 2008.
- Sipahelut S., I. Telussa., 2012. Karakteristik Minyak Atsiri Dari Daging Buah Pala Melalui Beberapa Teknologi Proses. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian ISSN : 979-0309*. Vol. IV No. 2 Agustus 2011.
- Tanhindertom, R. P., 1998. Mempertahankan Mutu Makanan Tradisional Dodol Kombinasi Iradiasi dan Pengemas Modifikasi Atmosfer. Pusat Aplikasi Isotop dan radiasi, BATAN. Jakarta.
- Vanitha Reddy, Asna Urooj, Anila Kumar. 2005 Evaluation of antioxidant activity of some plant extracts and their application in biscuits. *Food Chemistry* 90 (2005) 317–321.
- Yanishlieva, N.V., Marinova, E.M., Gordon, M.H. and Raneva, V.G. 1999. Antioxidant activity and mechanism of action of thymol and carvacrol in two lipid systems. *Food Chemistry* 64: 59-66.

SIFAT FISIK DAN ORGANOLEPTIK BERAS IG RENDAH YANG DIENKAPSULASI DENGAN EKSTRAK GAMBIR

PHYSICAL AND ORGANOLEPTICAL CHARACTERISTICS OF LOW GI RICE ENCAPSULATED WITH GAMBIR EXTRACT

Sugito^{*}, Rahmad Hari Purnomo dan Umi Rosidah

Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya

*Email Korespondensi: sugitoluwiyana3@gmail.com

ABSTRACT

The research objective was to determine the effect of gambir extract addition on physical and organoleptical characteristics of low GI rice. This research used Factorial Randomized Completely Design with two factors treatment which consisted of soaking times [$A_1 = 30$ minutes (v/v), $A_2 = 60$ minutes (v/v) and $A_3 = 90$ minutes (v/v)], gambir extract concentrations [$B_1 = 1\%$ (b/v), $B_2 = 2\%$ (b/v) dan $B_3 = 3\%$ (b/v)] and C (control treatment). Treatments having significant effect will be further tested using Honestly Significant Different (HSD) test at 5%. The observed parameters were physical characteristics (degree of white, clarity, broken rice percentage, specific gravity, bulk density, apparent density and repose angle) and organoleptical characteristics (preference test to rice color, cooked rice color, cooked rice texture and cooked rice taste). The results showed that soaking times and gambir extract concentrations had significant effect on degree of white, apparent density and repose angle, but had no significant effect on clarity, broken rice percentage and bulk density of low GI rice. Soaking times and gambir extract concentrations had decrease degree of white and had increase apparent density and repose angle of low GI rice. Panelists in general prefer rice color, cooked rice color, cooked rice texture and cooked rice taste. However, addition of gambir extract concentrations had decrease the preference level of panelists to rice color and cooked rice taste. Degree of white values for rice encapsulated with gambir extract were in the range of 55.53 to 56.30%, clarity of 1.91 to 1.98%, broken rice percentage of 0.3 to 1.45%, bulk density of 547 to 552 kg/m³, apparent density of 1,048-1,050 kg/m³ and repose angle of 33-35⁰.

Keywords: *low GI rice, organoleptical characteristics, physical characteristics*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan ekstrak gambir terhadap karakteristik fisik dan organoleptik beras IG rendah. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial yang terdiri atas 2 perlakuan yaitu lama perendaman ($A_1 = 30$ menit (v/v), $A_2 = 60$ menit (v/v), dan $A_3 = 90$ menit (v/v)), konsentrasi ekstrak gambir [$B_1 = 1\%$ (b/v), $B_2 = 2\%$ (b/v) dan $B_3 = 3\%$ (b/v)] and C (kontrol). Perlakuan yang berpengaruh nyata dilanjutkan dengan Uji BNJ 5%. Parameter yang diamati terdiri atas karakteristik fisik (derajat putih, kebeningan, persen beras pecah, berat jenis, densitas kamba, densitas nyata, dan sudut curah), dan karakteristik organoleptik (uji kesukaan terhadap warna beras, warna nasi, tekstur nasi dan rasa

nasi). Hasil penelitian menunjukkan bahwa, lama perendaman dan konsentrasi ekstrak gambir berpengaruh nyata terhadap derajat putih, densitas nyata dan sudut curah serta berpengaruh tidak nyata terhadap kebeningan, persen beras pecah dan densitas kamba beras IG rendah. Lama perendaman dan jenis ekstrak gambir menurunkan derajat putih dan meningkatkan densitas nyata dan sudut curah beras IG rendah. Secara umum, panelis menyukai warna beras, warna nasi, tekstur nasi dan rasa nasi), tetapi pemberian ekstrak gambir menurunkan tingkat kesukaan panelis terhadap warna beras dan rasa nasi. Nilai derajat putih beras yang dienkapsulasi ekstrak gambir sebesar 55,53-56,30%, kebeningan 1,9-1,98%, persen beras pecah (0,3-1,45%), densitas kamba (547-552 kg/m³), densitas nyata (1048-1050 kg/m³), dan sudut curah 33-35⁰.

Keywords: beras IG rendah, sifat fisik, sifat organoleptic

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara dengan prevalensi penderita Diabetes Mellitus tertinggi di Dunia. Dengan jumlah penderita mencapai 154.062 jiwa atau sekitar 10% dari total penduduk Indonesia, sehingga menempatkan Indonesia pada peringkat empat dunia.

Diabetes mellitus merupakan kondisi tubuh yang ditandai dengan gangguan metabolik yang disebabkan oleh berbagai macam penyebab penyakit yang dicirikan dengan hiperglikemia kronis dengan gangguan metabolisme karbohidrat, lemak, protein akibat defisiensi insulin, penurunan kerja insulin atau keduanya (Astawan *et al.*, 2009).

Ada dua jenis DM, yaitu DM tipe 1 dan DM tipe 2. Penderita DM tipe 2 jumlahnya lebih banyak dibandingkan dengan DM tipe 1 (80-90% dari populasi pengidap DM). DM tipe 2 biasanya terjadi pada usia diatas 45 tahun (tetapi pengidap DM dengan usia dibawah 45 tahun jumlahnya sudah mulai meningkat), disebabkan karena penurunan jumlah insulin tubuh atau penurunan sensitifitas insulin terhadap gula darah, sehingga akan terjadi lonjakan gula pada darah pasca mengkonsumsi karbohidrat (termasuk makanan pokok) (Klangjareonchai dan Roongpisuthipong, 2012).

Penderita DM tidak bisa mengkonsumsi nasi yang memiliki IG tinggi, karena akan terjadi lonjakan gula darah, sesaat setelah mengkonsumsi nasi, sehingga harus mengkonsumsi beras dengan IG sedang dan IG rendah (Mayur *et al.*, 2010). Beras dengan IG rendah dijual dengan harga tinggi berkisar antara Rp 20.000,00 sampai Rp 30.000,00/Kg. Ini akan menjadi masalah tersendiri, karena sebagian besar pengidap DM berasal dari ekonomi menengah ke bawah.

Getah gambir banyak mengandung senyawa flavonoid dari golongan katekin dan quarcetin, yang memiliki kemampuan menghambat aktivitas α -amylase dan α -glukosidasi *brush border* sel usus halus. Senyawa ini dapat dimanfaatkan untuk menurunkan IG beras dengan dilakukan enkapsulasi (Pambayun *et al.*, 2010).

Beras yang dienkapsulasi dengan ekstrak gambir akan mengalami perubahan karakteristik fisik jika dibandingkan dengan beras yang tidak dilakukan enkapsulasi. Sifat fisik berhubungan dengan pengemasan, transportasi dan umur simpan. Sifat fisik beras meliputi derajat putih, kejernihan, densitas kamba, densitas nyata dan sudut curah (Ghasemi *et al.*, 2008). Sifat organoleptik merupakan salah satu kriteria penting dalam mengembangkan produk pangan. Karena karakteristik ini menentukan daya terima konsumen terhadap suatu produk. Enkapsulasi diduga merubah karakteristik

organoleptik, seperti rasa, tekstur dan warna nasi, karena ekstrak gambir mengandung senyawa polifenol yang memiliki rasa pahit, pH basa dan warna kecoklatan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh lama perendaman dan konsentrasi ekstrak gambir terhadap karakteristik fisik dan organoleptik beras IG rendah.

BAHAN DAN METODE

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: baskom, *beaker glass*, desikator, erlenmeyer, gelas ukur, *hot plate*, kertas saring, kondensor, *magnetic stirrer*, mortal, neraca analitik, oven, plastik PP (polypropylen), *rotary evaporator*, saringan, spatula, spektrofotometer, termometer, timbangan. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alkohol, air, beras, gambir yang diperoleh dari pasar Indralaya, pelarut etanol, pelarut etil asetat.

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, Indralaya dan di Laboratorium Teknik Kimia, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Politeknik Sriwijaya, Sumatera Selatan. Penelitian ini dimulai April 2017 sampai Juli 2017.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF) dengan dua faktor perlakuan, yaitu lama perendaman (A) yang terdiri dari 3 taraf perlakuan dan konsentrasi ekstrak gambir (B) yang terdiri dari 3 taraf perlakuan. Hasil pengukuran dilakukan uji ANOVA dan dilakukan uji lanjut BNJ 5%, rincian perlakuan sebagai berikut:

Lama perendaman (A)

$A_1 = 1$ jam (v/v), $A_2 = 2$ jam (v/v) dan $A_3 = 3$ jam (v/v)

Konsentrasi ekstrak gambir (B):

$B_1 = 1$ % (b/v), $B_2 = 2$ % (b/v) dan $B_3 = 3$ % (b/v)

Parameter, yang diamati meliputi karakteristik fisik yang terdiri atas: derajat putih, kebeningan (Mohapatra, dan Bal, 2014), persen beras pecah, densitas kamba (Singh *et al.*, 2006), densitas nyata (Aremu *et al.*, 2014), dan sudut curah (Jouki dan Khazaei, 2012), dan karakteristik organoleptik dengan uji kesukaan terhadap warna beras, warna nasi, tekstur nasi dan rasa nasi, uji pembeda dengan kontrol pada warna dan rasa nasi (Pratama, 2013).

Pembuatan nasi IG rendah dengan enkapsulasi ekstrak gambir terdiri atas 2 tahap, a) pembuatan ekstrak gambir dan b) pembuatan nasi IG rendah.

Pembuatan ekstrak gambir

Cara kerja ekstraksi menggunakan pelarut etil asetat dengan metode maserasi berdasarkan hasil penelitian (Ridawati *et al.*, 2010) adalah sebagai berikut :

1. Gambir kering ditumbuk sampai halus dengan menggunakan mortar.
2. Gambir yang sudah dihaluskan, disaring dengan menggunakan saringan 80 mesh.
3. Gambir hasil penyaringan ditambahkan pelarut etil asetat dengan perbandingan sampel berbanding pelarut 1:4 dan dimasukkan kedalam erlenmeyer 500 mL.
4. Campuran diaduk dengan pengaduk magnetik (*magnetic stirrer*) selama 30 menit sampai suhu campuran $77,1^{\circ}\text{C}$.
5. Sampel yang telah homogen dimaserasi dalam keadaan tertutup selama 24 jam pada suhu kamar.
6. Sampel yang telah dimaserasi selama 24 jam difiltrasi dengan menggunakan kertas saring.
7. Filtrat hasil filtrasi dievaporasi dengan menggunakan *Rotary Evaporator* pada suhu 60°C .
8. Hasil evaporasi diberi nitrogen (N) untuk menghilangkan pelarut etil asetat.

Pembuatan nasi IG rendah

Cara kerja perendaman beras adalah sebagai berikut :

1. Beras dicuci sampai bersih.
2. Beras yang sudah dicuci direndam menggunakan ekstrak gambir dengan perlakuan konsentrasi 1%, 2%, dan 3% serta lama perendaman 1 jam, 2 jam, dan 3 jam.
3. Beras yang sudah direndam dengan ekstrak gambir, ditiriskan selama 10 menit.
4. Beras yang telah ditiriskan selama 10 menit dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 50 °C sampai kadar air beras 14-16%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Derajat Putih

Derajat putih merupakan salah satu indikator mutu beras, karena mempengaruhi kilat beras. Secara umum semakin tinggi derajat putih, mutu beras semakin bagus (Prabowo, 2006). Derajat putih dipengaruhi oleh derajat sosoh, semakin tinggi derajat sosoh akan menghasilkan beras dengan derajat putih yang lebih tinggi (Setyono dan Wibowo, 2008). Berdasarkan hasil penelitian Suismono *et al.*, (2003), rata-rata derajat putih beras di Indonesia berkisar antara 42-60, dengan derajat sosoh 100%.

Derajat putih beras yang dienkapsulasi dengan ekstrak gambir, nilainya menurun dengan semakin tinggi konsentrasi gambir dan semakin lama proses perendaman dalam larutan gambir. Nilai derajat putihnya berkisar antara 56,30 sampai 55,53⁰, sedangkan beras kontrol yang tidak dienkapsulasi memiliki derajat putih 56,9⁰.

Berdasarkan uji BNJ (5%), nilai derajat putih perlakuan A₃B₂, A₃B₃ berbeda nyata dengan control, sedangkan perlakuan lainnya berbeda tidak nyata dengan control. Derajat putih perlakuan A₃B₂, A₃B₃ berbeda tidak nyata dengan perlakuan A₂B₃, A₃B₁ berbeda nyata dengan perlakuan yang lainnya.

Derajat putih beras yang dienkapsulasi dengan ekstrak gambir mengalami penurunan karena ekstrak gambir berwarna krem kecoklatan, gambir mengandung senyawa polifenol yang mudah teroksidasi seperti katekin dan turunannya kuarsetin dan turunannya (Choundary *et al.* 2013). Senyawa pada gambir yang memberikan warna coklat berupa flavonoid (yang merupakan bagian dari senyawa polifenol). Beberapa golongan flavonoid pada gambir antara lain, flavon, flavenol dengan C- dan O-glikosida, isoflavon C dan O-glikosida, flavenon O dan C-glikosida (Pambayun *et al.*, 2010). Hasil penelitian Fitri (2012) derajat putih beras dari padi lokal pasang surut asal Pengabuan sebesar 48,50-50,70%. Menurut Mohapatra dan Bal (2014), derajat putih beras varietas Basmati memiliki derajat putih 51,22-67,23%.

Kebeningan

Nilai kebeningan berkaitan dengan sifat agronomis beras dan kandungan amilosa dan amilopektin beras (Ghasemi *et al.*, 2013). Secara umum, konsumen di Indonesia lebih menyukai beras dengan kebeningan yang tinggi. Sedangkan beras yang memiliki kebeningan yang rendah artinya beras tersebut bersifat keruh pada bagian endospermnya atau dikenal dengan *white back* (noda putih). Semakin tinggi kadar amilopektin pada beras tingkat kebeningan beras akan semakin rendah. Menurut Setyono dan Wibowo, (2008), warna keruh disebabkan granula pati pada daerah chalky tidak membentuk ikatan yang kompak *via-a-vis* dengan daerah transusen.

Nilai kebeningan beras yang dienkapsulasi dengan ekstrak gambir berkisar antara 1,91-1,99%. Secara umum, enkapsulasi dengan ekstrak gambir berpengaruh tidak nyata terhadap kebeningan beras. Konsentrasi gambir dan interaksi berbeda tidak nyata, sedangkan lama perendaman berpengaruh nyata terhadap kebeningan beras. Semakin lama beras direndam, nilai kebeningan

semakin tinggi dan semakin tinggi konsentrasi gambir yang ditambahkan nilai kebeningan beras semakin rendah. Dari hasil BNJ 5%, nilai kebening beras yang direndam selama 3 menit berbeda nyata dengan beras yang direndam 2 menit dan 1 menit. Hasil penelitian Mohapatra dan Bal (2014), kebeningan beras varietas Basmati berkisar 1,55-2,4%. Hasil penelitian Fitri (2012) kebeningan padi lokal pasang surut asal Pengabuan sebesar 1,71-2,93%.

Beras Patah

Beras patah didefinisikan sebagai butir beras, baik sehat maupun cacat yang mempunyai ukuran kurang 0,6 bagian, tetapi lebih besar dari 0,2 bagian panjang rata-rata butir utuh (Wariyah *et al.*, 2008). Semakin tinggi persen beras pecah maka mutu beras tersebut semakin rendah. Kadar beras pecah beras di Indonesia berkisar antara 3,5-14% (Yuliansyah, 2017). Berdasarkan hasil penelitian, semakin lama proses perendaman, jumlah beras patah semakin tinggi, sementara konsentrasi gambir berpengaruh tidak nyata terhadap jumlah beras patah. Kadar beras patah pada beras yang dienkapsulasi dengan ekstrak gambir berkisar 0,3%-1,45%. Menurut SNI, kadar beras patah 0,3-1,45 tergolong dalam mutu II, karena mutu I, kadar beras patah harus 0%, sedangkan batas maksimal beras patah 15%.

Beras patah disebabkan karena adanya perendaman pada larutan gambir, pada saat beras direndam, maka granula pati akan menyerap air dan terjadi pembengkakan, akibatnya tekanan turgornya meningkat. Pada saat beras dikeringkan kembali, maka akan terjadi pelepasan air yang diikuti penurunan tekanan turgor sel, dan daya ikat antar komponen beras menurun sehingga beras menjadi retak dan patah. Hasil penelitian Fitri (2012) persen beras patah padi lokal pasang surut asal Pengabuan sebesar 3,5-14,73%. Menurut Yuliansah (2017), kadar beras patah

galur Harapan yang ditanam di Lampung Timur sebesar 2,47-13,56%.

Densitas Kamba

Densitas kamba merupakan perbandingan bobot beras, dengan volume yang ditempatinya termasuk ruang kosong diantara butiran beras (Karababa *et al.*, 2006). Densitas digunakan sebagai dasar pertimbangan dalam merancang kemasan dan mendesain ruang penyimpanan (Dillahunty *et al.*, 2010). Lama perendaman dan konsentrasi ekstrak gambir berpengaruh tidak nyata terhadap densitas kamba beras yang dienkapsulasi.

Nilai densitas kamba beras yang dienkapsulasi dengan ekstrak gambir berkisar antara 547-552 (kg/m^3). Densitas kamba, dipengaruhi oleh ukuran beras, beras yang memiliki ukuran yang lebih besar cenderung memiliki densitas yang lebih rendah. Densitas kamba secara tidak langsung juga dipengaruhi oleh permukaan beras. Beras dengan permukaan yang halus cenderung memiliki densitas kamba yang lebih besar, karena mampu membentuk tumpukan yang padat. Sebagai perbandingan densitas kamba gabah padi gogo local Ende sebesar 0,57-0,61 g/mL sedangkan beras gogo yang sama memiliki densitas kamba sebesar 0,77-0,83 g/mL (Lalel *et al.*, 2009). Hasil penelitian Sigh *et al.*, (2006) padi gaga yang ditanam di India memiliki densitas kamba 0,77-0,88 g/mL, penelitian Adu-Kwarteg *et al.*, (2003) beras gaga lokal yang di budidayakan di Ghana memiliki densitas kamba 0,23-0,33 g/mL. Hasil penelitian Bashir *et al.*, (2014) densitas kamba beras varietas MR219 yang ditanam di Malaysia sebesar 517-543 kg/m^3 . Menurut Jouki and Khazaei (2012) densitas kamba beras varietas sadri berkisar antara 541-589 kg/m^3 . Menurut Aremu *et al.*, (2014) densitas kamba beras yang ditanam di Nigeria sebesar 563 kg/m^3 , Sadeghi *et al.*, (2008) sebesar 598 kg/m^3 .

Densitas Nyata

Densitas nyata merupakan perbandingan antara berat beras dengan volume yang ditempatinya, tidak termasuk ruang kosong diantara beras (Karababa *et al.*, 2006). Lama perendaman dan konsentrasi ekstrak gambir berpengaruh tidak nyata terhadap densitas nyata beras yang dienkapsulasi. Nilai densitas nyata beras yang dienkapsulasi dengan ekstrak gambir berkisar antara 1048-1050 (kg/m^3).

Hasil penelitian Bashar *et al.*, (2014) densitas kamba beras varietas MR219 yang ditanam di Malaysia sebesar 1197-1244 kg/m^3 . Menurut Jouki and Khazaei (2012) densitas nyata beras varietas sadri berkisar antara 1108-1218 kg/m^3 . Menurut Aremu *et al.*, (2014) densitas nyata beras yang ditanam di Nigeria sebesar 1130,9 kg/m^3 , Sadeghi *et al.*, (2008) sebesar 1136 kg/m^3 .

Susut Curah

Sudut curah merupakan sudut yang terbentuk antara bidang datar, dengan sisi miring curahan pada saat beras dituangkan dengan cepat diatas permukaan yang datar (Bashar *et al.*, 2014). Sudut curah juga biasa disebut sebagai sudut respon. Nilai sudut curah beras yang dienkapsulasi dengan ekstrak gambir berkisar antara 33-35⁰. Lama perendaman dan konsentrasi ekstrak gambir berpengaruh nyata dengan sudut curah beras.

Secara umum lama perendaman dan penambahan ekstrak gambir meningkatkan sudut curah beras. Nilai sudut curah berkaitan dengan daya kohesifitas antar molekul penyusun beras. Benda yang memiliki daya kohesifitas yang tinggi akan memiliki sudut curah yang lebih besar, karena memiliki kemampuan menempel pada bahan yang sama. Selain itu, sudut curah berkaitan dengan kehalusan dan kekerasan permukaan bahan. Penambahan ekstrak gambir, menurunkan kehalusan permukaan beras, sedangkan perendaman dapat menurunkan kekerasan permukaan beras, akibatnya sudut

curah beras yang dienkapsulasi lebih besar dari beras kontrol.

Hasil penelitian Bashar *et al.*, (2014) densitas kamba beras varietas MR219 yang ditanam di Malaysia sebesar 28,43-29,83⁰. Menurut Jouki and Khazaei (2012) curah beras varietas sadri berkisar antara 31-36⁰ dengan rata-rata sudut curah 34⁰. Menurut Aremu *et al.*, (2014) sudut curah beras yang ditanam di Nigeria sebesar 34,82⁰.

Uji Kesukaan

Uji kesukaan dilakukan pada beras dan nasi yang terdiri atas 3 parameter, yaitu warna beras dan nasi, tekstur nasi serta rasa nasi. Skala yang digunakan 1-4 (1= tidak suka, 2 = biasa saja, 3 = suka dan 4 = sangat suka). Skor kesukaan terhadap warna beras berkisar antara 3,04 sampai 3,47, artinya panelis menyukai warna beras yang dienkapsulasi dengan ekstrak gambir. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa lama perendaman dan konsentrasi ekstrak gambir berpengaruh nyata terhadap kesukaan panelis. Semakin lama direndam dan semakin tinggi konsentrasi ekstrak gambir yang ditambahkan, nilai kesukaan panelis semakin menurun. Nilai kesukaan panelis terhadap warna beras perlakuan A_3B_3 berbeda nyata dengan perlakuan A_1B_3 , A_1B_2 , A_1B_1 dan kontrol.

Skor kesukaan terhadap warna nasi berkisar antara 3,23 sampai 3,56, artinya panelis suka sampai sangat suka warna nasi yang dienkapsulasi dengan ekstrak gambir. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa lama perendaman dan konsentrasi ekstrak gambir berpengaruh nyata terhadap kesukaan panelis. Semakin lama direndam dan semakin tinggi konsentrasi ekstrak gambir yang ditambahkan, nilai kesukaan panelis semakin menurun. Hal ini disebabkan karena ekstrak gambir berwarna coklat, sehingga beras yang direndam pada ekstrak gambir akan berubah menjadi krem kecoklatan, hal ini menurunkan kesukaan panelis terhadap warna beras dan nasi yang dihasilkan. Nilai kesukaan panelis

terhadap warna beras perlakuan A_3B_3 berbeda nyata dengan perlakuan A_1B_2 , A_1B_1 dan kontrol.

Skor kesukaan terhadap tekstur nasi berkisar antara 3,25 sampai 3,44, artinya panelis menyukai tekstur nasi yang dienkapsulasi dengan ekstrak gambir. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa lama perendaman dan konsentrasi ekstrak gambir berpengaruh nyata terhadap kesukaan panelis. Semakin lama direndam dan semakin tinggi konsentrasi ekstrak gambir yang ditambahkan, nilai kesukaan panelis semakin menurun. Nilai kesukaan panelis terhadap tekstur nasi perlakuan A_3B_3 berbeda nyata dengan control dan berbeda tidak nyata dengan perlakuan lainnya.

Skor kesukaan terhadap rasa nasi berkisar antara 3,01 sampai 3,42, artinya panelis menyukai rasa nasi yang dienkapsulasi dengan ekstrak gambir. Hasil uji statistik menunjukkan bahwa lama perendaman dan konsentrasi ekstrak gambir berpengaruh nyata terhadap kesukaan panelis. Semakin lama direndam dan semakin tinggi konsentrasi ekstrak gambir yang ditambahkan, nilai kesukaan panelis semakin menurun. Nilai kesukaan panelis terhadap tekstur nasi perlakuan A_3B_3 berbeda tidak nyata dengan perlakuan A_3B_2 A_3B_1 berbeda nyata dengan kontrol dan perlakuan lainnya.

Ekstrak gambir mengandung senyawa katekin, tannin dan turunannya yang memberikan rasa pahit. Sehingga beras yang dienkapsulasi dengan ekstrak gambir akan memberikan rasa yang sedikit pahit. Rasa ini kurang disukai panelis, sehingga skor kesukaan panelis semakin menurun dengan semakin tingginya konsentrasi gambir yang digunakan.

Uji Pembeda dengan Kontrol

Uji pembeda dengan kontrol meliputi parameter warna beras, tekstur nasi dan rasa nasi. Kontrol digunakan beras ciliwung dari Belitang Kabupaten OKU Timur. Skor yang

digunakan 0 = tidak berbeda, 1 = agak berbeda, 2 = berbeda, 3= sangat berbeda, panelis yang digunakan semi terlatih sebanyak 25 orang. Hasil uji pembeda pada warna beras, diperoleh skor 0,23 (tidak berbeda) sampai 2,36 (agak berbeda). Skor terendah pada perlakuan A_1B_1 dan tertinggi pada perlakuan A_3B_3 . Secara umum, beras yang dienkapsulasi dengan ekstrak gambir, memiliki warna yang tidak berbeda dengan beras control kecuali perlakuan A_3B_2 dan A_3B_3 . Semakin lama waktu perendaman dan semakin tinggi konsentrasi gambir nilai pembeda semakin tinggi.

Hasil uji pembeda pada tekstur nasi, diperoleh skor 0,16 sampai 0,36 (tidak berbeda). Skor terendah pada perlakuan A_1B_1 dan tertinggi pada perlakuan A_3B_3 . Secara umum, beras yang dienkapsulasi dengan ekstrak gambir, memiliki tekstur nasi yang tidak berbeda dengan beras control. Hasil uji pembeda pada rasa nasi, diperoleh skor 0,31 (tidak berbeda) sampai 2,42 (agak berbeda). Skor terendah pada perlakuan A_1B_1 dan tertinggi pada perlakuan A_3B_3 . Secara umum, beras yang dienkapsulasi dengan ekstrak gambir, memiliki rasa nasi yang tidak berbeda dengan beras control kecuali perlakuan A_3B_2 dan A_3B_3 . Semakin lama waktu perendaman dan semakin tinggi konsentrasi gambir nilai pembeda semakin tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak gambir yang tinggi akan menghasilkan nasi yang memiliki rasa sedikit pahit.

KESIMPULAN

Enkapsulasi beras dengan merendam pada larutan gambir secara umum tidak merubah karakteristik beras tetapi menurunkan daya terima panelis pada warna beras, warna nasi, tektur nasi dan tekstur nasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari HIBAH KOMPETITIF Universitas Sriwijaya tahun 2017, dengan Kontrak Nomor 988/UN9.3.1/PP/2017 Tanggal 21 Juli 2017.

DAFTAR PUSTAKA

- Aremu, D.O., N.A. Babajide dan C.A. Ogunlade. 2014. Comparison of some engineering properties of common cereal grains in Nigeria. *International Journal of Engineering Science Invention*. 3(4): 10-15.
- Astawan, M, S. Widowati, B.A.S. Santosa dan Akhyar. 2009. Penurunan indeks glikemik berbagai varietas beras melalui proses pratanak. *J. Pascapanen*. 6(1):1-9.
- Bashar, Z. U., A. Wayayok, dan A. M. S. Mohamad. 2014. Determination of some physical properties of common Malaysian rice MR219 seeds. *A.J. of Crop Sci*. 8(3): 332–337.
- Choundary, N., M.B. Siddique, S. Azmat, S. Khatoon. 2013. *Tinospora cordifolia*: ethnobotany, phytopharmacology and phytochemistry aspects. *Int J. of Pharmaceutical Sci and Research* 4 (3): 891-899.
- Dillahunty, A.L., T.J. Siebenmorgen, dan A. Mauromoustakos. 2001. Effect of temperature, exposure duration, and moisture content on color and viscosity of rice. *Cereal Chem* 78(5): 559-563.
- Fitri, T. 2012. Identifikasi mutu beras dari padi lokal pasang surut asal Kecamatan Pengabuan Kabupaten Tanjung Jabung Barat. *J.P. Universitas Jambi*. 14(2):51-58.
- Ghasemi, V.M., H. Mobli, A. Jafari, A.R. Keyhani, S.H. Heidari, S. Rafiee, dan K. Kheiralipour. 2008. Some physical properties of rough rice (*Oryza sativa* L.). *J Cereal Sci*. 47: 496 – 501.
- Jouki, M. dan N. Khazaei. 2012. Some physical properties of rice seed. *J. App. Sci. Eng and Technol* 4(13):1846–1849.
- Karababa, E., 2006. Physical properties of popcorn kernels. *J. Food Eng.*, 72(1): 100-107.
- Klangjareonchai, T. dan C. Roongpisuthipong. 2012. The effect of *tinospora crisper* on serum glucose and insulin levels in patients with type 2 diabetes mellitus. *Research Article. J of Biomedicine and Biotechnology*. 1-5.
- Lalel, H., U. Nusa, Z. Abidin, T. I. View, M. Dimensions, P. Green dan F. Product. 2012. The physico-chemical properties of local Ende high land brown rice. *J. Teknol. dan Industri Pangan*. 20(2):109-116.
- Mayur, B, S. Sandesh, S. Shruti dan Sung-Yum S. 2010. Antioxidant and α -glucosidase inhibitory properties of *Carpesium abrotanoides* L., *Journal of Medicinal Plants Research*, 4 (15): 1547-1553.
- Mohapatra, D. dan S. Bal. 2014. Rice colour measurement for various milling fractions. *J. of Grain Processing and Storage* 1(1):28–33.
- Pambayun, R., M. Gardjito, S. Sudarmaji dan K.R. Kuswanto. 2010. Kandungan fenol dan sifat antibakteri dari berbagai jenis ekstrak produk gambir (*Uncaria gambir* Roxb). *Majalah Farmasi Indonesia*. 18(3): 141-146.
- Prabowo, S. 2006. Pengolahan dan pengaruhnya terhadap sifat fisik dan kimia serta kualitas beras. *J. Teknologi Pertanian*. 1(2): 43-50.
- Pratama, F. 2013. *Evaluasi Sensoris*. Unsri Press. Palembang
- Sadeghi, M., A. Araghi dan A. Hemmat. 2008. Physico-mechanical properties of rough rice (*Oryza sativa* L.) grain as

- affected by variety and moisture content. CIGR e-journal manuscript.
- Singh, N., L. Kaur, K.S. Sandhu, J. Kaur dan K. Nishinari. 2006. Relationship between physicochemical, morphological, thermal, rheological properties of rice starches. *Food Hydrocolloids* 20:532-542.
- Suismono, A. Setyono, S.D. Indrasari, P. Wibowo dan I. Las. 2003. Evaluasi mutu beras berbagai varietas padi di Indonesia. Balai Penelitian Tanaman Padi.
- Wariyah, C., C. Anwar, M. Astuti dan Supriyadi. 2008. Physical properties and acceptability of calcium fortified-rice. *J. Agtitech* 28 (1):34-42.
- Yuliansyah. 2017. Evaluasi kualitas beras giling beberapa galur harapan padi sawah (*Oryza Sativa* L.). *J. Penelitian Pertanian Terapan* Vol. 17(1):66-76.

PEMANFAATAN KONSENTRAT PROTEIN IKAN GABUS DENGAN PENAMBAHAN MADU SEBAGAI SUPLEMEN MAKANAN

FISH PROTEIN CONCENTRATE USE OF CORK WITH THE ADDITION OF HONEY AS FOOD SUPPLEMENTS

Sumanto Pasally, Abu Bakar Tawali*, Andi Dirpan*, Meta Mahendradatta*, Muhammad Asfar*

Ilmu dan Teknologi Pangan, Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian
Universitas Hasanuddin

*Email Korespondensi: abubakar_tawali@yahoo.com, dirpan_83@yahoo.com,
meta_mahendradatta@yahoo.com, muhammadasfar@yahoo.co.id

ABSTRACT

Fish cork has a high protein of 25.5 %, especially albumin 15 – 20 %. The role of albumin in the body is especially large for postoperative patients. Benefits of albumin in cork fish have been done a lot of research both in the field of health and in the field of food science. Honey is not only used a beverage of energy sources but has also been widely used as a medicine for health, inhibits bacterial, growth and as an antibacterial. The combination of fish concentrate of cork (KPIG) with honey as a food supplement is expected to provide added value for consumers and product profile in accordance with SNI honey. The type of research is descriptive research, with independent variables is moisture content, total acid, viscosity and reducing sugar. Dependent variables are concentrations of KPIG, honey, Tween 80 and ultra-speed turrax. The result of this research is water content of 17.69 %, total of 44.58 meq / kg, viscosity 17.66 poise and 66.58 % reducing sugar fulfilling SNI, IHC and FAO standard.

Keywords: Honey, Food Supplements, KPIG

ABSTRAK

Ikan gabus memiliki kandungan protein yang tinggi mencapai 25.5 % terutama albumin 15 – 20 %. Peranan albumin dalam tubuh sangat besar terutama untuk pasien pasca operasi. Manfaat albumin pada ikan gabus telah banyak dilakukan penelitian baik dalam bidang kesehatan maupun dalam bidang ilmu pangan. Madu tidak hanya dimanfaatkan sebagai minuman sumber energy tetapi telah banyak juga dimanfaatkan sebagai obat untuk kesehatan, menghambat pertumbuhan bakteri dan sebagai antibakteri. Kombinasi antara konsentrat protein ikan gabus (KPIG) dengan madu sebagai suplemen makanan diharapkan dapat memberikan nilai tambah bagi konsumen serta profil produk yang sesuai dengan SNI madu. Jenis penelitian merupakan penelitian deskriptif, dengan variabel independen yaitu kadar air, total asam, viskositas dan gula pereduksi. Variabel dependen yaitu konsentrasi KPIG, madu, Tween 80 dan kecepatan ultra turrax. Dari hasil penelitian diperoleh nilai kadar air 17,69 %, total asam 44,58 meq / kg, viskositas 17,66 poise dan gula pereduksi 66,58 % yang memenuhi standar SNI, IHC dan FAO.

Kata kunci : KPIG, Madu, Suplemen makanan.

PENDAHULUAN

Protein merupakan senyawa kimia yang mengandung unsur C,H, O dan N serta mengandung unsur P dan S yang penting bagi tubuh, dapat berasal dari nabati dan hewani. Kandungan protein yang tinggi pada ikan gabus terutama albumin 15 – 20 % (Tawali *et al.*, 2012), asam lemak omega 3, omega 6 dan omega 9 yang sangat baik untuk kesehatan (Zuraini *et al.*, 2006).

Manfaat albumin ikan gabus telah banyak dilakukan penelitian baik dalam bidang kesehatan maupun dalam bidang ilmu pangan. Dalam bidang kesehatan diantaranya pemberian ekstrak ikan gabus terhadap kadar albumin dan status gizi penderita HIV / AIDS (Restiana, 2010), protein ikan gabus dalam mencegah kwashiorkor pada balita (Ulandari, 2010). Dalam bidang pangan, konsentrat maupun ekstrak ikan gabus telah banyak dimanfaatkan untuk fortifikasi produk pangan dan makanan suplemen diantaranya tepung konsentrat protein ikan gabus (KPIG) atau *fish protein concentrate* (Asfar *et al.*, 2014), penambahan konsentrat protein ikan gabus terhadap kwetiau (Siahaan *et al.*, 2015), sirup temulawak dengan campuran madu dan ekstrak ikan gabus (Suwita *et al.*, 2012).

Madu merupakan cairan kental seperti sirup berwarna cokelat muda sampai cokelat merah yang tersusun atas fruktosa dan dekstrosa. Madu telah banyak dimanfaatkan sebagai obat untuk kesehatan, mengobati luka bakar (Martyarini, 2011 ; Budyantara, 2010), menghambat pertumbuhan bakteri *Streptococcus pyogenes* (Erywiyatno *et al.*, 2012) dan antibakteri *Streptococcus beta hemoliticus Grup A* (Wineri *et al.*, 2014).

Kombinasi antara KPIG dengan madu sebagai suplemen makan merupakan hal yang baru dalam bidang pangan. Manfaat KPIG untuk kesehatan yang dipadukan dengan madu yang juga mempunyai manfaat dalam dunia kesehatan diharapkan dapat memberikan nilai yang lebih bagi konsumen sehingga

dapat disukai dari segala umur baik anak – anak, dewasa maupun orang tua serta profil produk yang sesuai dengan SNI madu

BAHAN DAN METODE

Bahan utama dalam penelitian ini adalah KPIG, madu dan tween 80. Pembuatan KPIG di lakukan di Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Hasanuddin. Madu diperoleh dari Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin. Penelitian dimulai dari bulan Nopember 2016 – Maret 2017. Analisa dilakukan di Laboratorium Kesehatan Makassar, Laboratorium Farmasetik dan Laboratorium Biofarmaka Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin, Badan Penelitian dan Pengembangan Industri Laboratorium Uji dan Kalibrasi Kementerian Perindustrian, Makassar.

Rancangan penelitian terdiri atas 2 (dua) tahapan utama yaitu pembuatan konsentrat protein ikan gabus (Tawali *et al.*, 2016), pembuatan formula (madu : KPIG : tween 80 yaitu 95 : 5 : 1,34 gr) ultra turrax 21.550 rpm, 2 menit dan tahapan analisa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar air merupakan banyaknya air yang terkandung dalam bahan yang dinyatakan dalam persen (%). Kadar air dalam madu menentukan keawetan madu, kadar air yang tinggi akan menyebabkan madu mudah terfermentasi. Hasil pengukuran kadar air madu yang digunakan dalam penelitian yaitu 19,543 % sesuai SNI FAO dan IHC (*International Honey Comission*). Setelah dilakukan pencampuran dengan KPIG dan di hogenizer, kadar air menurun menjadi 17.69 %. Penurunan tersebut disebabkan karena penyerapan air pada madu oleh KPIG dan Tween 80 yang bersifat higroskopis, adanya gugusan hidroksil bebas (-OH).

Hasil pengukuran total pada madu asli yang digunakan pada penelitian yaitu 31,14 meq / kg. Keasaman menunjukkan banyaknya asam bebas yang terdapat dalam larutan. Peningkatan total asam terjadi pada campuran antara madu dan KPIG dengan rata – rata total asam yaitu 44,58 meq / kg. Peningkatan ini disebabkan karena peningkatan suhu yang terjadi sewaktu dilakukan homogenisasi sehingga terjadi reaksi dekomposisi pada madu.

Madu dengan kadar air tinggi mengalir dengan kecepatan tinggi dibandingkan dengan kadar air yang lebih rendah. Makin besar partikel, maka semakin besar viskositasnya, alirannya semakin lambat. Tween 80 akan membuat medium menjadi lebih *rigid* yang menyebabkan semakin meningkatnya viskositas dari 14.16 poise menjadi 17.66 poise.

Standar mutu madu salah satunya didasarkan pada kandungan gula pereduksi yang terdiri dari glukosa dan fruktosa. Kandungan glukosa madu yang digunakan pada penelitian ini yaitu 30,77 %. Pencampuran madu dengan KPIG serta Tween 80 dan dilakukan homogenisasi dengan ultra turrax, kandungan glukosa dispersi menjadi turun yaitu 24,542 %. Hal ini disebabkan karena glukosa terhidrolisis dengan adanya peningkatan total asam serta molekul gula kehilangan air menjadi glukosa monohidrat.

Pencampuran antara madu dengan KPIG dan homogenisasi dengan untra turrax menyebabkan kandungan gula pereduksi menjadi turun dari 72,42 % menjadi 65.58 %. Dengan adanya pemanasan kandungan sukrosa pada madu akan terinversi, sukrosa bersifat non pereduksi karena tidak mempunyai gugus OH bebas yang reaktif. Kandungan gula pereduksi pada madu juga dipengaruhi oleh peningkatan HMF.

KESIMPULAN

Formula KPIG : madu : Tween 80 dengan perbandingan masing – masing 95 : 5 : 1,34 dengan kecepatan ultra turrax 21.500 Rpm selama 2 menit telah memenuhi standar yang ditetapkan oleh SNI, IHC dan FAO untuk parameter kadar air, total asam, viskositas dan gula pereduksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Asfar M., Tawali A.B., Abdullah N, dan Mahendradatta M. 2014. Extraction of albumin of snakehead fish (*Channa striatus*) in producing the fish protein concentrate (FPC). IJSTR Vol. 3. Issue 4, 85 – 88.
- Badan Standarisasi Nasional Indonesia. 2013. SNI – 3545 – 2013 : Madu. Jakarta : Badan Standarisasi Nasional Indonesia
- International Honey Commision. 2002. Harmonised method of the international honey commission, Switzerland.
- Restiana., Taslim N.A, dan Bukhari A. 2010. Pengaruh pemberian ekstrak ikan gabus terhadap kadar albumin dan status gizi penderita HIV / AIDS yang mendapatkan terapi ARV. Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin
- Siahaan W.S., NI Sari, dan Loekman S. 2015. Pengaruh penambahan konsentrat protein ikan gabus (*Channa striatus*) terhadap mutu kwetiau. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Riau.
- Suwita I.K., Kristianto Y, dan Purwaningsih F.Y. 2012. Pendugaan umur simpan sirup temulawak (*Curcuma xanthorrhiza Roxb*), madu dan ekstrak ikan gabus (*Ophiocephalus striatus*) dengan model Arrhenius dan model Qn. Politeknik Kesehatan Kemenkes. Malang
- Tawali AB., Mahendradatta M., Asfar M, dan V. Hadju. 2016. Proses produksi

- konsentrat protein albumin ikan gabus melalui ekstraksi dan isolasi albumin pada pH isoelektrik. ID P000043291
- Ulandari A., Kurniawan D, dan Putri A.S. 2010. Potensi protein ikan gabus dalam mencegah kwashiorkor pada balita di Provinsi Jambi. Fakultas Kedokteran. Universitas Jambi
- Zuraini A., Somchit M.N., Solihhah M.H., Goh Y.M., Arifah A.K. *et al.* 2006. Fatty acid and amino acid composition of three local Malaysian Channa spp Fiss. *Food Chem* 97 (4) : 674 – 678. 2006

**PENGARUH PROPORSI TEH HITAM-STEVIYA DAN SUHU PENYIMPANAN
TERHADAP AKTIVITAS ANTIDIABETIK SEDUHAN TEH HITAM-STEVIYA DALAM
KEMASAN BOTOL KACA**

***EFFECT OF BLACK TEA-STEVIYA PROPORTION AND TEMPERATURE STORAGE ON
ANTIDIABETIC ACTIVITY OF BREWING BLACK TEA-STEVIYA IN GLASS BOTTLES
PACKAGING***

Tarsisius Dwi Wibawa Budianta^{*}, Adrianus Rulianto Utomo, Feliciano Natali Lawono
Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian,
Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

*Email korespondensi: tdwiwibawabudianta@ukwms.ac.id; tdwiwibawabudianta@yahoo.com

ABSTRACT

Black tea beverage is derived from the steeping of leaf tea which has through processes such as withering and fermentation. Consumption of tea usually was added sugar (sucrose) as a sweetener, if it consumed constantly can be improving blood sugar levels and lead to diabetes mellitus. Stevia is selected as a one of sweetener. Stevia was selected because it contains antioxidants which are expected can increase the effectiveness activity of antioxidants in beverage of black tea-stevia, so it can act as antidiabetic. The black tea-stevia beverage usually was packed in glass bottles. This study medd to review the effect of proportion of black tea-stevia and storage temperature of antidiabetic activity of black tea stevia beverages in glass bottles. The experiment use completely randomized block design (CRBD) with two factor, the proportion of black tea: stevia and the storage temperature factors. Factors proportion of black tea:stevia differences consists of five levels, 0.88: 0.12; 0.76: 0.24; 0.64: 0.36; 0.52: 0.48; 0.40: 0.60%(b/b), while the storage temperature comprised two temperature differences, refrigerator temperature ($6\pm 2^{\circ}\text{C}$) and room temperature ($30\pm 2^{\circ}\text{C}$). Replication of experiment performed three times. The analysis of the antidiabetic activity of black tea-stevia beverage include the inhibition of the alpha-amylase enzyme and alpha-glucosidase enzyme activity. The analysis was showed the storage temperature affected the antidiabetic activity (inhibition of the enzyme alpha-amylase and glucosidase)of black-stevia tea beverages in glass bottles. Decreased alfa amylase capacity in cold temperatures was ranged 10,59 to 23,50%, while at the ambient temperature was ranged 21,41 to 29.98%. Decreased alfa glucosidase capacity in cold temperatures was ranged 13.98 to 77.68%, %, while at the ambient temperature was ranged 31.72% to 89.45%.

Keywords: *Antidiabetic Activity, Black Tea-Stevia, Glass Bottle, Storage, Temperature*

ABSTRAK

Teh hitam merupakan minuman yang berasal dari seduhan pucuk daun teh yang telah melalui proses oksidasi enzimatik. Pengkonsumsian teh pada umumnya dilakukan dengan penambahan gula pasir (sukrosa) sebagai pemanis. Untuk keperluan diet kesehatan diperlukan

pengganti sukrosa, bahan yang dipilih adalah stevia. Stevia dipilih karena mengandung antioksidan yang diharapkan dapat menambah keefektifan aktivitas antioksidan dalam minuman teh hitam-stevia sehingga dapat berperan sebagai antidiabetik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh proporsi teh hitam-stevia dan suhu penyimpanan terhadap aktivitas antidiabetik dalam minuman teh hitam stevia dalam kemasan botol kaca. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan dua faktor, yaitu faktor proporsi teh hitam:stevia dan faktor suhu penyimpanan. Faktor proporsi teh hitam:stevia terdiri atas lima level, yaitu 0,88:0,12; 0,76:0,24; 0,64:0,36; 0,52:0,48; dan 0,40:0,60%(b/b), sedangkan suhu penyimpanan terdiri atas dua suhu, yaitu suhu *refrigerator* ($6\pm 2^{\circ}\text{C}$) dan suhu ruang ($30\pm 2^{\circ}\text{C}$). Pengulangan pada percobaan ini dilakukan sebanyak tiga kali. Analisa minuman teh hitam-stevia yang dilakukan meliputi analisa penghambatan enzim α -amilase dan enzim α -glukosidase. Hasil analisa menunjukkan bahwa suhu penyimpanan berpengaruh nyata terhadap aktivitas antidiabetik minuman teh hitam-stevia dalam kemasan botol kaca. Penurunan kemampuan menghambat enzim α -amilase pada suhu dingin sebesar 10,59-23,50%, sedangkan pada suhu ruang sebesar 21,41- 29,98%. Penurunan kemampuan menghambat enzim α -glukosidase pada suhu dingin sebesar 13,98 - 77,68%, sedangkan pada suhu ruang sebesar 31,72% - 89,45%.

Kata kunci: antidiabetik, botol kaca, stevia, suhu penyimpanan, teh hitam

PENDAHULUAN

Diabetes mellitus (DM) merupakan penyakit degeneratif yang banyak melanda masyarakat, karena adanya gangguan metabolisme karbohidrat, lemak, dan protein yang ditandai dengan peningkatan kadar gula darah setelah makan (*fasting*) sama atau lebih tinggi dari 140 mg/dl (Adeneye dan Adeyemi, 2009). Pada tahun 1998, WHO memperkirakan sekitar 120 hingga 140 juta penduduk dunia menderita DM (WHO,1999). Pada tahun 2000, penderita penyakit ini terjadi peningkatan lebih dari 177 juta (Kalda *et al.*, 2008) dan bertambah menjadi 221 juta pada tahun 2010 (Amos *et al.*, 1997). Jumlah penderita diperkirakan menjadi dua kali lipat pada tahun 2025 (King *et al.* 1998; Kalda *et al.* 2008). Tan *et al.* (2011) menyatakan bahwa lebih dari 40 tahun terakhir hampir sekitar 25% penduduk dunia terutama menderita *non-insulin dependent diabetes mellitus* (NIDDM).

Populasi penderita DM di Indonesia diperkirakan berkisar antara 1,5 sampai 2,5%, kecuali di Manado 6%. Dengan jumlah penduduk sekitar 200 juta jiwa, berarti lebih kurang 3-5 juta penduduk Indonesia menderita DM. Tercatat pada tahun 1995, jumlah penderita DM di Indonesia mencapai 5 juta jiwa. Pada tahun 2005 diperkirakan akan mencapai 12 juta penderita (Dinkes RI, 2005).

Pada tahun 2013, proporsi penduduk Indonesia yang berusia ≥ 15 tahun dengan DM adalah 6,9 persen. Prevalensi diabetes yang terdiagnosis dokter tertinggi terdapat di Daerah Istimewa Yogyakarta (2,6%), DKI Jakarta (2,5%), Sulawesi Utara (2,4%), dan Kalimantan Timur (2,3%). Prevalensi diabetes yang terdiagnosis dokter atau berdasarkan gejala, tertinggi terdapat di Sulawesi Tengah (3,7%), Sulawesi Utara (3,6%), Sulawesi Selatan (3,4%) dan Nusa Tenggara Timur (3,3%) (Kemenkes, 2013). Beberapa penelitian telah melaporkan bahwa konsumsi makanan yang kaya polifenol, sayur-sayuran,

dan buah-buahan dapat mereduksi risiko berbagai macam penyakit (Kris-Etherton *et al.* 2002), terutama untuk mengontrol gula darah dan mencegah komplikasi diabetik untuk jangka panjang (Gallagher *et al.* 2003). Begitu pentingnya berbagai kajian tentang makanan untuk mencegah diabetes, salah satunya melalui teh.

Saat ini ketertarikan dunia medis untuk mengembangkan dan menggunakan tanaman sebagai obat antidiabetik telah mengalami peningkatan, hal ini disebabkan tanaman merupakan sumber yang dapat diperbaharui, memberikan efek yang lebih menguntungkan, murah, dan mudah diperoleh (Zhao *et al.*, 2007). Senyawa bioaktif pada tanaman efektif sebagai antidiabetik, jika senyawa tersebut mempunyai sifat hipoglisemik dan antioksidan (Atawodi 2005; Bello *et al.*, 2010).

Banyak manfaat teh yang sudah diteliti dan dilaporkan antara lain sebagai immunomodulator, antigenotoxic, melawan penyakit jantung (*cardiovascular diseases*), *cancer prevention*, *chemoprevention of prostate cancer*, sifat hepatoprotective, melawan obesitas, sifat antibakteri dan antivirus, serta antidiabetes sehingga teh digolongkan produk yang mempunyai pengaruh perlindungan (*protective effects*) untuk kesehatan manusia (Jain *et al.*, 2006). Pada tahun 2003 telah diteliti aktivitas antioksidatif dari ekstrak teh hijau, teh oolong, dan teh hitam (Yanagimoto, *et al.*, 2003) dengan hasil sifat antioksidatif berbagai jenis teh tidak berbeda signifikan. Telah pula dilakukan studi perbedaan sifat hipolipidemic dan *growth suppressive effects* of Oolong, Black, Pu-erh, and *Green Tea Leaves* pada tikus oleh Kuan-Li Kuo *et al.* (2005) dengan hasil bahwa teh yang difermentasi baik sebagian maupun seluruhnya ternyata lebih efektif pengaruhnya pada efek *growth suppressive* dan *hypolipidemic* dibandingkan teh hijau. Oleh Heping Cao *et al.* (2007) dinyatakan bahwa teh hijau mempunyai sifat

antidiabetik, antiobesitas, dan aktivitas anti-inflammatory pada hewan model, tetapi mekanisme molekuler dari efek ini belum sepenuhnya dimengerti. Penelitian mengenai pengaruh ekstrak teh hijau dan teh hitam pada glukosa kontrol pada orang dewasa dengan diabetes mellitus tipe 2 (Todd MacKenzie *et al.*, 2007) menunjukkan hasil tidak ada beda pengaruh keduanya terhadap kontrol glukosa. Dari penelitian Shin Nishiumi *et al.* (2010) ditemukan kemampuan teh hijau dan teh hitam dalam menekan hiperglikemia dan resistensi insulin. Peneliti dari Srilangka pada tahun 2011 menemukan sifat hipoglikemik, antihiperglikemik, dan aktivitas antidiabetik dari teh hitam pada teh hitam *grade broken orange pekoe fanning* (BOPF) (Abeywickrama *et al.*, 2011). Pada saat ini banyak konsumen yang memanfaatkan teh bersama dengan pemanis yang lain. Penambahan bahan lain dalam teh dilakukan pula dengan penambahan pemanis alami antara lain gula pasir (sukrosa), dan gula merah (gula kelapa). Namun, bahan pemanis alami tersebut ditakutkan menjadi pemicu pula kecenderungan diabetes; sehingga dicari alternatif bahan pemanis lain yang aman. Bahan pemanis alternatif tersebut adalah stevia. Kemampuan stevia sebagai pemanis ini yang telah menarik perhatian industri makanan, setelah dilakukan pengkajian akhirnya pada tahun 2008, Food and Drug Administration (FDA) di Amerika Serikat memberikan status "umumnya diakui sebagai aman" (GRAS, *generally recognized as safe*) untuk rebaudioside A yang digunakan sebagai pemanis (FDA, 2008) dan pada tahun yang sama Komite ahli Makanan FAO/WHO untuk Food Additives (JECFA) dan Standar Makanan Australia dan Selandia Baru (FSANZ) menetapkan asupan harian yang dapat diterima (ADI, *acceptable daily intake*) sebesar 0-4 mg/kg bb/hari (FDA, 2008).

Pada penelitian ini ditujukan untuk mengetahui pengaruh proporsi teh hitam-stevia dan suhu penyimpanan minuman teh

hitam-stevia yang disimpan pada botol kaca terhadap penghambatan aktivitas enzim alfa amylase dan alfa glukosidase. Hipotesis penelitian adalah ada pengaruh yang nyata ($\alpha=5\%$) perlakuan terhadap penurunan aktivitas penghambatan enzim amylase dan glukosidase pada minuman the hitam-stevia yang disimpan dalam botol kaca selama 4 minggu penyimpanan.

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah teh hitam kering lokal kualitas premium (CTC) dari PT. RNM Surabaya dengan *expired date* tahun 2018, daun stevia pemanis alami yang diproduksi oleh KH Semarang, Indonesia. Air minum dalam kemasan "A" dengan pH 6,66 yang diproduksi oleh PT. TI, Pasuruan, Indonesia. Sedangkan untuk enzim alfa amylase dan glukosidase dari Sigma. Bahan kimia p-nitrofenil- α -D-glukopiranosida (PNP) dari Sigma.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan dua faktor, yaitu faktor proporsi dan faktor suhu penyimpanan. Faktor proporsi teh hitam-stevia terdiri atas lima level, yaitu 0,88:0,12; 0,76:0,24; 0,64:0,36; 0,52:0,48; 0,40:0,60% (b/b), disebut berturut-turut P12, P24, P36, P48 dan P60; yang kemudian masing-masing perlakuan proporsi tersebut diseduh dalam 100 mL air, kemudian dikemas dalam botol kaca. Minuman dalam botol kaca ini disimpan selama 4 minggu dalam 2 kondisi penyimpanan yaitu suhu dingin (refrigerator) antara $6\pm 2^{\circ}\text{C}$ dan suhu ruang antara $30\pm 2^{\circ}\text{C}$. Parameter yang diukur adalah aktivitas penghambatan enzim. Data yang diperoleh dianalisa menggunakan uji ANOVA (*Analysis of Variance*) pada $\alpha=5\%$ untuk mengetahui adanya pengaruh nyata pada setiap parameter. Jika hasil uji ANOVA menunjukkan perbedaan nyata, maka dilanjutkan dengan uji beda jarak nyata

Duncan (*Duncan's Multiple Range Test*) pada $\alpha=5\%$ untuk menentukan taraf perlakuan yang memberikan perbedaan nyata.

Aktivitas menghambat enzim α -amylase ditentukan berdasarkan metode Bernfeld (1955). 100 μl larutan 100 mM buffer asetat pH 5, 100 μl pati, 100 μl seduhan teh-stevia dan 50 μl enzim α -amylase. Kontrol dipreparasi dengan cara yang sama hanya tanpa penambahan seduhan teh stevia. Campuran diinkubasi pada suhu 37°C selama 10 menit dan absorbansi diukur pada $\lambda= 540$ nm. Seduhan teh-stevia yang menunjukkan aktivitas menghambat enzim α -amilase ditunjukkan oleh laju penghambatan yang dihitung menggunakan rumus Megh *et al.* (2008): % penghambatan (%) = $(1 - AS / Ab) \times 100$, dengan A_s = absorbansi sampel dan A_b = absorbansi blanko.

Untuk penghambatan glukosidase mengikuti pendapat Manaharan *et al.* (2011) yang menyatakan bahwa penghambatan enzim α -glukosidase merupakan salah satu pendekatan terapeutik untuk menurunkan kadar glukosa darah. Dengan dihambatnya kerja enzim α -glukosidase dapat menunda penguraian oligosakarida dan disakarida menjadi monosakarida (Shinde *et al.*, 2008) sehingga senyawa yang dapat menghambat kinerja enzim glukosidase tersebut dapat digunakan untuk penderita DM Tipe 2. Jenis aktivitas penghambatan dari seduhan teh hitam-stevia terhadap enzim α -glukosidase dihitung melalui peningkatan konsentrasi substrat PNP dan seduhan teh hitam-stevia terhadap enzim.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari percobaan pengujian aktivitas penghambatan enzim alfa amylase diketahui bahwa ada pengaruh nyata perlakuan suhu, proporsi stevia: teh, maupun interaksi keduanya terhadap penurunan aktivitas penghambatan enzim amylase (Tabel 1.).

Tabel 1. Uji Anova untuk Penurunan Aktivitas Penghambatan Oleh Enzim Amilase

	P12	P24	P36	P48	P60			
Dingin				15.6023	18.2680	13.5863	19.1941	22.7212
				12.9322	16.5173	12.5155	11.4679	23.1368
				10.5969	20.8099	13.6620	13.4403	23.5004
Ruang				30.6166	21.7892	21.8015	22.5936	28.4914
				31.0550	27.0358	25.7006	21.4107	28.5514
				29.9869	29.3884	23.9934	24.8869	27.9323

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Amilase

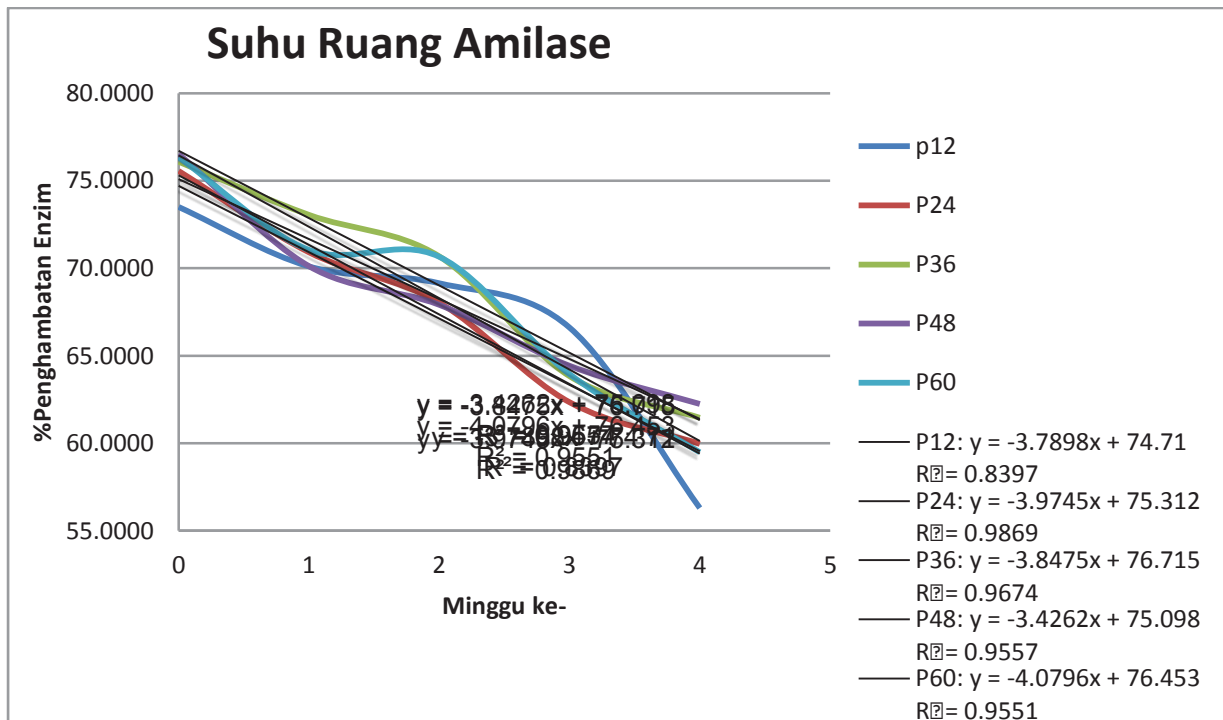
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1027.039 ^a	5	205.408	16.671	.000
Intercept	13363.897	1	13363.897	1084.635	.000
Proporsi	202.472	4	50.618	4.108	.011
Suhu	824.567	1	824.567	66.923	.000
Error	295.706	24	12.321		
Total	14686.642	30			
Corrected Total	1322.745	29			

a. R Squared = .776 (Adjusted R Squared = .730)

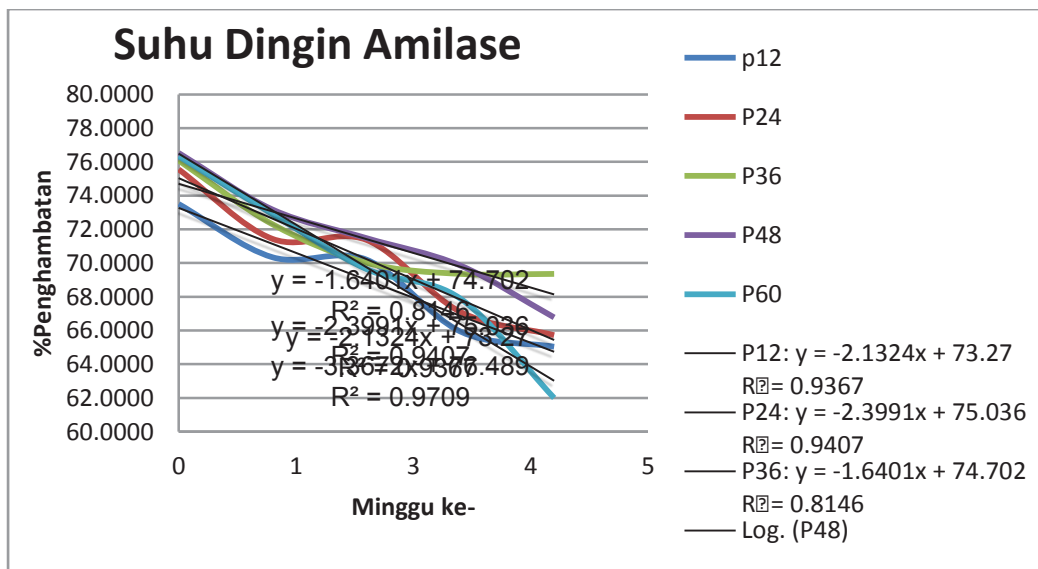
Kesimpulan: Menunjukkan hasil bahwa suhu dan proporsi memberikan perbedaan yang nyata ($\alpha=5\%$) (karena tingkat signifikansinya dibawah 5%)

Dari tabel tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa suhu memberikan pengaruh nyata. Untuk pengaruh suhu, diketahui bahwa pada penyimpanan suhu dingin menghasilkan penurunan antara 10.59% sampai dengan 23.50% sedangkan pada penyimpanan suhu ruang menghasilkan penurunan aktivitas enzim antara 21.41% sampai dengan 29.98%. Dari Tabel 1. tersebut juga diketahui bahwa proporsi mempunyai pengaruh yang nyata, maka selanjutnya diuji menggunakan uji DMRT. Dari analisis DMRT pada alfa 5% untuk pengujian pengaruh proporsi stevia: teh terhadap penurunan aktivitas penghambatan enzim amylase diperoleh hasil bahwa terdapat 3 perlakuan yang memberikan pengaruh yang sama yaitu P24, P36, dan P48 menghasilkan

penurunan aktivitas berkisar antara 18.545-21.79%; sedangkan P12 memberikan pengaruh yang sama dengan P60 yang berkisar antara 21.79% - 25.72% (Tabel 2.). Pada Gambar 1 terlihat kecenderungan penurunan aktivitas penghambatan dari masing-masing proporsi pada suhu ruang, sedangkan pada Gambar 2 untuk suhu dingin. Pada kedua gambar terlihat bahwa penurunan aktivitas penghambatan enzim mempunyai kecenderungan sebagai persamaan garis lurus. Perlakuan P12 dan P60 mempunyai kecenderungan penurunan yang semakin besar hal diduga karena komponen teh hitam dan stevia tidak terikat secara seimbang.



Gambar 1. Pengaruh proporsi dan suhu terhadap pemnurunan aktivitas penghambatan enzyme alfa amylase pada suhu ruang. Perlakuan P12 (proporsi Stevia: teh =12:88) dan P60 (proporsi Stevia:teh= 60:40) pada posisi paling rendah.



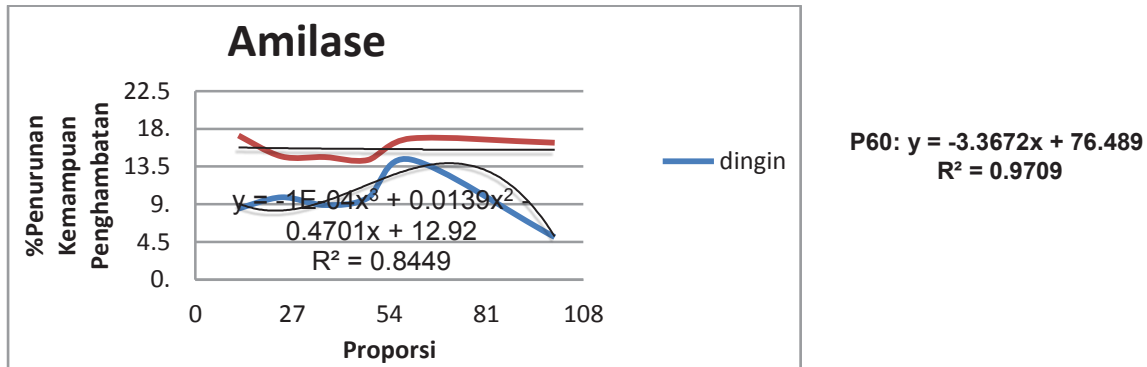
Gambar 2. Pengaruh proporsi dan suhu terhadap pemnurunan aktivitas penghambatan enzyme alfa amylase pada suhu dingin. Perlakuan P12 (proporsi Stevia: teh =12:88) dan P60 (proporsi Stevia:teh= 60:40) pada posisi paling rendah.

Pengaruh suhu penyimpanan terhadap penurunan aktivitas penghambatan enzim amylase terlihat pada Gambar 3. Pada gambar

tersebut terlihat bahwa pada penyimpanan pada suhu ruang mempunyai penurunan yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan

penyimpanan pada suhu dingin. Kecenderungan penurunan mengikuti persamaan polynomial orde 3 dengan $R^2=0.84$ dan 0.89 . Pada suhu tinggi aktivitas penghambatan semakin cepat turun diduga dikarenakan enzim amylase tersebut sudah banyak beraktifitas di awal penyimpanan,

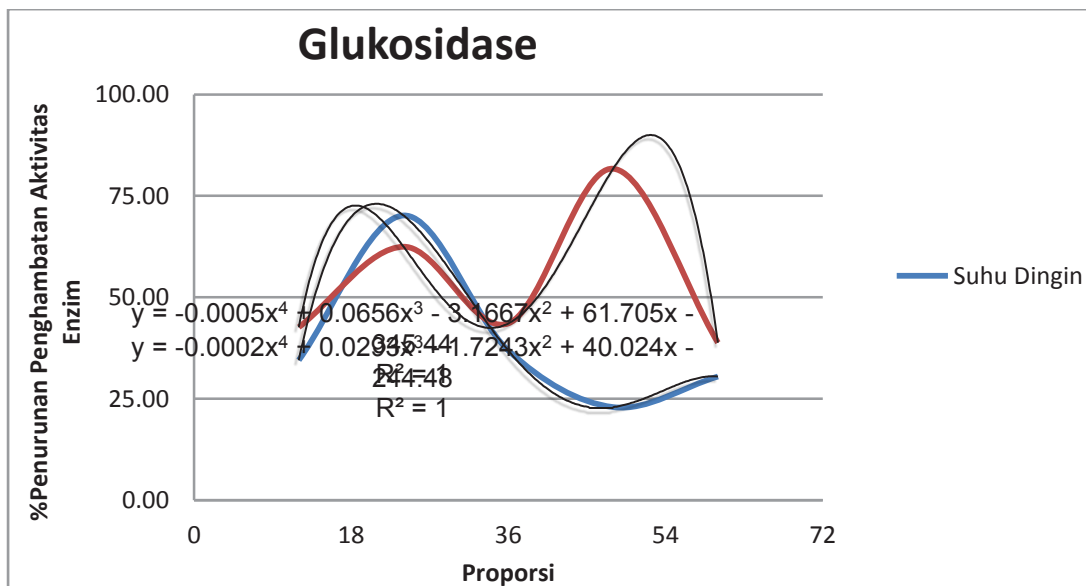
sehingga kemampuannya berkurang setelah disimpan 4 minggu. Hal ini berarti apabila diinginkan aktivitas penghambatan enzim yang masih tinggi harus disimpan pada suhu yang rendah.



Gambar 3. Pengaruh suhu penyimpanan terhadap penurunan aktivitas penghambatan enzyme alfa amylase

Dari percobaan pengujian aktivitas penghambatan enzim alfa glukosidase menggunakan Anava (Tabel 3) diketahui bahwa ada pengaruh nyata perlakuan suhu terhadap penurunan aktivitas penghambatan enzim alfa glukosidase. Sedangkan untuk

proporsi stevia: teh, ataupun interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata. Pengaruh suhu penyimpanan terhadap penurunan aktivitas penghambatan enzim glukosidase terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengaruh suhu penyimpanan terhadap penurunan aktivitas penghambatan enzyme alfa glukosidase

Pada gambar tersebut terlihat bahwa pada penyimpanan pada suhu ruang mempunyai penurunan yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan penyimpanan pada suhu dingin. Kecenderungan penurunan mengikuti persamaan polynomial orde 4, dengan $R^2=1$. Untuk pengaruh suhu penyimpanan, diketahui bahwa pada penyimpanan suhu dingin menghasilkan penurunan antara 13.98% sampai dengan 77.68% sedangkan pada penyimpanan suhu ruang menghasilkan penurunan aktivitas enzim antara 31.72% sampai dengan 89.45%.

KESIMPULAN

Hasil analisa menunjukkan minuman teh hitam-stevia berpengaruh terhadap aktivitas antidiabetik dalam kemasan botol kaca. Penurunan kemampuan menghambat enzim α -amilase pada suhu dingin sebesar 11,48 - 26,22%, sedangkan pada suhu ruang sebesar 21,60 - 30,55%. Penurunan kemampuan menghambat enzim α -glukosidase pada suhu dingin sebesar 13.98% - 77.68%, sedangkan pada suhu ruang sebesar 31.72% - 89.45%. Pada penyimpanan minuman teh hitam-stevia, diketahui bahwa semakin tinggi suhu penyimpanan maka % penurunan aktivitas penghambatan enzim semakin tinggi pula.

DAFTAR PUSTAKA

- Abeywickrama K.R.W., W.D. Ratnasooriya, A.M.T. Amarakoon, 2011. Oral hypoglycaemic, antihyper glycaemic and antidiabetic activities of Sri Lankan Broken Orange Pekoe Fannings (BOPF) grade black tea (*Camellia sinensis* L.) in rats. *Journal of Ethnopharmacology, Volume 135, Issue 2, 17 May 2011, Pages 278-286*.
- Adeneye, A.A. and O.O. Adeyemi, 2009. Hypoglycemic effects of the aqueous seed extract of *Hunteria umbellata* in normoglycemic and glucose and nicotine induced hyperglycemic rats. *Int. J. Applied Res. Nat. Prod.*, 2: 9-18.
- Amos AF, McCarthy DJ, Zimmet P. 1997. The rising global burden of diabetes and its complications: estimates and projections to the year 2010. *Diabetic Medicine* 14: S7 - S85.
- Atawodi SE. 2005. Antioxidant potential of African medicinal plants. *African Journal of Biotechnology* 4(2): 128-129.
- Bello A., A.A. Aliero, Y. Saidu, S. Muhammad 2011. Phytochemical screening, polyphenolic content and alpha-glucosidase inhibitory potential of *leptadenia hastata* (pers.) decne. *Nigerian Journal of Basic and Applied Science* 19 (2): 181-186.
- Bernfeld P. 1955. Amylases, a and b. In S. P. Colowick & N. O. Kalpan (Eds.). *Methods in enzymology* (Vol. 1, pp. 149-158). New York: Academic Press.
- Cao. H. 2007. Green tea polyphenol extract regulates the expression of genes involved in glucose uptake and insulin signaling in rats fed a high fructose diet. *J Agric Food Chem.* 2007 Jul 25;55(15):6372-8. Epub 2007 Jul 6. DOI: 10.1021/jf070695o
- Dinkes RI. 2005. *Pharmaceutical care untuk penyakit diabetes mellitus*. Jakarta.
- FDA , 2008 *Stevia Grass*. <http://www.fda.gov/ucm/groups/fdagov-public/@fdagov-foods-gen/documents/document/ucm276021.pdf>.
- Gallagher, A.M., Flatt, P.R., Duffy, G. and Abdel-Wahab, Y.H.A., 2003. The effects of traditional antidiabetic plants on in vitro glucose diffusion. *Nutrition Research* 23: 413-424.
- Jain,N.K., M. Siddiqi, and John Weisburger,2006. *Protective Effects of*

- Tea on Human Health*. CAB International: Cambridge, USA.
- Kalda R, Rätsep A, Lember M. 2008. Predictors of quality of life of patients with type 2 diabetes. *Patient Preferences and Adherence 2*: 21 - 26.
- Kemenkes, 2013. Riset Kesehatan Dasar: Riskesdas 2013. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian Kesehatan RI.
- King H, Albert RE, Herman WH. 1998. Global Burden of Diabetes 1995 – 2025.
- Kris-Etherton P.M., K.D. Hecker, A. Bonanome, S.M.Coval, A.E. Binkoski, K.F.Hilpert, A.E. Griel, T.D. Etherton, 2002. Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. *American Journal of Medicine* 113: 71S-88S
- Kuo K.L. , Meng-Shih Weng , Chun-Te Chiang , Yao-Jen Tsai , Shoei-Yn Lin-Shiau , and Jen-Kun Lin, 2005. Comparative Studies on the Hypolipidemic and Growth Suppressive Effects of Oolong, Black, Pu-erh, and Green Tea Leaves in Rats. *J. Agric. Food Chem.*, 53 (2), pp 480–489. DOI: 10.1021/jf049375k
- Manaharan, T., L.L Teng, Appleton D., Ming C.H., Theanmalar M., Palanisamy U.D. 2011. Antioxidant and Antiglycemic Potential of *Peltophorum pterocarpum* Plants Parts. *Food Chemistry* 129 (4), page 1355-1361. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.05.041> (15 Desember 2016).
- Mackenzie T., L. Leary, W.B. Brooks, 2007. The effect of an extract of green and black tea on glucose control in adults with type 2 diabetes mellitus: double-blind randomized study. *Metabolism*. Oct;56(10):1340-4.
- Nishiumi S., Bessyo H, Kubo M, Aoki Y, Tanaka A, Yoshida K, Ashida H., 2010. Green and black tea suppress hyperglycemia and insulin resistance by retaining the expression of glucose transporter 4 in muscle of high-fat diet-fed C57BL/6J mice. *J Agric Food Chem*. 2010 Dec 22;58(24):12916-23. doi: 10.1021/jf102840w. Epub 2010 Nov 24.
- Shinde, J., Taldone T., Michael M., Kunaparju N., Hu B., Kumar S., Placido J., and Z.W. Zito. 2008. α -Glucosidase Inhibitory Activity of *Syzygium cumini* (Linn) Skeels Seed Kernel *In Vitro* and *In Goto-Kizaki* (GK) Rats. *Carbohydrates Research*, 343, page 1278-1281.
- Yanagimoto K., H. Ochi, Kwang-Geun Lee , and T. Shibamoto, 2003. Antioxidative Activities of Volatile Extracts from Green Tea, Oolong Tea, and Black Tea. *J. Agric. Food Chem.*, 2003, 51 (25), pp 7396–7401. DOI: 10.1021/jf030127i
- Zhao R., Li Q., Long L., Li J., Yang R., Gao D., 2007. Antidiabetic activity of flavone from *Ipomoea Batatas* leaf in non-insulin dependent diabetic rats. *International journal of food science & technology* 2007, 42:80-85. 49.

INDEKS GLIKEMIK DAN NILAI GIZI NUGET TERSUPLEMENTASI TEMPE DAN SAWI HIJAU

INDEKS GLICEMIC AND NUTRITIONAL VALUE OF NUGGET SUPPLEMENTED TEMPEH AND GREEN MUSTARD

T.Tejasari* dan Ertriani Anindya

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

*Email Korespondensi: tejasari.ftp@unej.ac.id

ABSTRACT

Index glycemic is understood as blood glucose increase response toward certain amount of food intake. Food with low glycemic index is very useful for people whom would like controlling their blood glucose level, such as Diabetic mellitus type-2 person, because the food intake will not increase blood sugar levels quickly. The purpose of this study are: 1) to determine glycemic index value of nugget made from tempeh and green mustard or pecay, and 2) to evaluate nutritional value of the nugget. The glycemic index was measured by two compartment method on seven healthy subjects whom fulfill the inclusive criteria, and informed about the experiment procedures need to be followed. The nutritional value of the nugget war evaluated by its macro nutrient content and nutrient density values. The human subject, who has been fasting about 10 hours before, was taken his/her finger prick blood glucose measurement for four times per 15 minutes on first 1 hour after consumed the nugget, and 2 times for second 1 hour per 30 minutes. The IG value was determined as a ratio between area under curve blood glucose response toward intake of nugget toward area under curve blood glucose respond toward food standard (bread). Meanwhile, the nutritional quality was expressed by the amount of macro nutrient (carbohydrate, fat, and protein) in 100 gram of edible portion of the nugget. For more valuable, the macro nutrient content was determined as amount of the nutrient toward its recommended daily allowances (RDA) for certain person. The study revealed that nugget made from 55% tempeh : 15% green mustard or pecay: 30% of other ingredient, has the lowest IG value by 22. Consumption of one hundred milligram of the nugget will supply 19 % fat, 54,6 % protein, 24% carbohydrate of RDA. Besides, the nugget contain 22,46 % of insoluble dietary fiberv and 2,26 % of soluble dietary fiber. Another quality characteristics of nugget as follows: its moisture content and ash content are 50% and 2,4 % dry weight basis, respectively.

Keywords: dietary content, index glycemic, nugget Tesahi, nutrient density, nutritional value

ABSTRAK

Indeks glikemik difahami sebagai tanggapan kenaikan kadar glukosa darah terhadap asupan pangan dalam jumlah tertentu. Pangan berindeks glikemik rendah sangat bermanfaat bagi orang yang mengendalikan kadar gula darah, seperti penyandang diabetes tipe-2 karena asupan pangan tersebut tidak meningkatkan kadar gula darah secara cepat. Tujuan penelitian ini yaitu : 1)

menetapkan nilai IG nugget terbuat dari temped an sawi hijau atau pecay (Tesahi); dan 2) mengevaluasi nilai gizi nuget Tesahi. Indeks glikemik diukur dengan metode dua kompartemen pada tujuh subjek sehat yang memenuhi kriteria inklusi dan mendapatkan informasi prosedur percobaan yang harus dipatuhi. Nilai gizi nuget dinyatakan dengan kadar zat gizi makro dan densitas zat gizi. Subjek manusia yang telah puasa selama 10 jam diambil darah dari ujung jari sebanyak empat kali per 15 menit pada periode satu jam pertama setelah konsumsi nuget, dan dua kali per 30 menit pada periode satu jam kedua. Nilai IG ditentukan sebagai nisbah antara luas area dibawah kurva respon kenaikan kadar gula darah akibat asupan nuget dan luas area kurva respon kenaikan kadar gula darah akibat asupan pangan acuan. Sementara, nilai gizi dinyatakan sebagai jumlah zat gizi makro (karbohidrat, lipida, dan protein) dalam 100 gram bagian yang dapat dimakan dari nuget. Secara lebih bermakna, kadar zat gizi makro nuget dinyatakan sebagai persentase pemenuhan rekomendasi jumlah zat gizi makro setiap hari (AKG) untuk individu tertentu. Data hasil penelitian ini membuktikan bahwa nuget Tesahi yang terbuat dari 55% tempe, 15% pecay, dan 30% bahan lainnya, memiliki nilai IG paling rendah, yaitu 22. Konsumsi nuget TESai sebanyak 100 gram akan memasok karbohidrat 24%, lemak 19 %, protein 54,6 % AKG. Selain itu, nuget Tesahi mengandung serat tidak larut air 23 % dan serat larut air 2,3 %. Karakteristik lain dari nuget yaitu kelembaban 50% dan kadar abu 2,4 % berbasis berat kering.

Kata kunci: densitas zat gizi, indeks glikemik, kadar serat pangan, nilai gizi, nuget tempe sawi hijau (tesahi)

PENDAHULUAN

Nugget, pangan restruktur yang siap saji, praktis, dan berasa gurih sehingga digemari oleh anak-anak hingga orang dewasa. Jenis pangan olahan ini dapat dikonsumsi sebagai lauk maupun sebagai makanan selingan. Konsumsinya memasok asupan protein, karbohidrat, lemak, vitamin, dan mineral, dalam jumlah yang tergantung pada bahan baku penyusunnya. Namun demikian, nugget lebih dikategori sebagai makanan tinggi protein.

Biasanya, nugget berbahan baku utama dari pangan sumber hewani, seperti daging ayam, daging sapi, ikan, dan tepung roti sehingga berharga relatif mahal sehingga tidak terjangkau oleh masyarakat ekonomi rendah. Harga nugget yang relative mahal, dapat diatasi dengan memodifikasi bahan baku bersumber pangan nabati, seperti tempe dan berbagai sayuran, antara lain sawi hijau atau pecay. Walau berharga

murah, tempe dan sawi hijau mengandung protein cukup tinggi sebanyak 48,1 dan 23,3 persen, serta mengandung serat pangan sebanyak 6,77 dan 2,5 persen (Direktorat Gizi Depkes RI, 2012).

Pangan berindeks glikemik rendah dianjurkan untuk dikonsumsi oleh penyandang diabetes tipe-2 dan atau individu yang mengendalikan kadar gula darah agar tetap normal. Tempe dan sawi hijau dapat dikategori sebagai pangan berindeks glikemik rendah dengan nilai, sebesar 1 dan 38, berturut-turut (hasil uji pendahuluan, data tidak dipublikasi). Hal ini berarti bahwa konsumsi tempe dan sawi hijau tidak meningkatkan kadar gula darah secara cepat.

Pangan dengan kadar serat cukup tinggi juga baik untuk dikonsumsi bagi individu yang mengendalikan kadar gula darah, seperti diabetes tipe 2. Tempe dan sawi hijau mengandung serat cukup tinggi. Serat pangan bersifat mengikat air sehingga

membentuk gel di dalam lambung dan berdampak pada penurunan gerak peristaltic usus. Penurunan tersebut mengakibatkan pengurangan jumlah gula dari dinding usus halus menuju daerah penyerapan, sehingga kadar gula darah menurun.

Nuget yang menggunakan bahan baku tempe dan sawi hijau yang berindeks glikemik rendah, dan kadar serat cukup, diharapkan juga memiliki IG yang rendah. Dengan demikian formulasi bahan baku dalam pembuatan nuget menjadi penting untuk ditetapkan agar dapat dipastikan nilai IG yang rendah. Nuget dengan nilai IG rendah dapat menjadi pilihan pangan yang aman bagi individu yang mengendalikan kadar gula darah, termasuk penyandang diabetes tipe 2.

BAHAN DAN METODE

Alat pengukuran kadar gula darah: glucoDr tes, strip, blood lancet. Bahan utama yang digunakan untuk pembuatan nuget adalah tempe kedelai merk Sumber Mas dan sawi pecay yang dibeli dari Pasar Tanjung Kabupaten Jember. Bahan lainnya yaitu terigu, tapioka, bawang putih, bawang merah, garam, merica bubuk, telur, air, panir, dan minyak goreng.

Penelitian eksperimental ini menguji enam formula nuget tempe sawi, yaitu: P1=40 tempe : 30 sawi: 25 terigu: 5 tapioka; P2=45tempe : 25 sawi: 25 terigu: 5 tapioka; P3=50 tempe : 20 sawi : 25 terigu: 5 tapioka; P4=55 tempe : 15 sawi : 25 terigu: 5 tapioka; P5=60 tempe : 10 sawi : 25 terigu: 5 tapioka; P6=65 tempe :5 sawi : 25 terigu: 5 tapioka.

Analisis Indeks Glikemik

Nilai indeks glikemik nuget ditetapkan dengan metode Dua Kompartemen (Rimbawan dan Siagian, 2004; Tejasari, 2015). Pengujian indeks glikemik dalam penelitian ini menggunakan relawan sebanyak 6 orang dengan kriteria individu

sehat dan berjenis kelamin laki-laki maupun perempuan yang berusia 22-24 tahun dan bersedia menjadi relawan. Jumlah relawan yang digunakan untuk uji indeks glikemik berdasarkan kesesuaian dengan jumlah formula nuget tempe-sawi.

Nilai indeks glikemik dinyatakan dengan angka 0-100. Pangan IG rendah jika bernilai dibawah 55, sedang 55-70, dan tinggi diatas 70. Nilai indeks glikemik dihitung dengan rumus :

$$\text{Indeks Glikemik} = \frac{\text{AUC pangan uji}}{\text{AUC glukosa (standar)}} \times 100$$

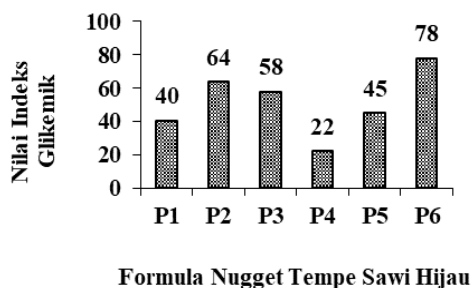
Evaluasi Nilai Gizi Pangan

Evaluasi nilai gizi nuget meliputi analisis karbohidrat, lemak, protein, air dan abu. Analisis karbohidrat dilakukan dengan menggunakan metode *by difference*, kadar protein dengan metode mikro Kjeldahl, dan lemak ditentukan dengan metode soxhlet, (Tejasari, 2015). Nilai gizi nuget dinyatakan sebagai persentase pemenuhannya terhadap Angka Kecukupan Gizi yang dianjurkan atau AKG (Tejasari, 2005).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Indeks Glikemik Nuget Tesahi

Indeks glikemik merupakan respon kadar glukosa darah terhadap asupan jenis dan jumlah pangan tertentu. Asupan jenis dan pangan tertentu yang tidak menaikkan secara cepat kadar gula darah menjadi penting dipertimbangkan bagi seseorang dalam pengendalian kadar gula darahnya. Hasil pengukuran nilai indeks glikemik enam formula nuget tempe sawi pada studi ini disajikan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Nilai indeks glikemik enam formula nugget tempe sawi

Keterangan: P1= 40 tempe: 30 sawi ; 25 terigu:5 tapioka
 P2= 45 tempe : 25 sawi : 25 terigu:5 tapioka
 P3= 50 tempe : 20 sawi : 25 terigu:5 tapioka
 P4= 55 tempe : 15 sawi: 25 terigu:5 tapioka
 P5= 60 tempe : 10 sawi : 25 terigu:5 tapioka
 P6= 65 tempe : 5 sawi : 25 terigu:5 tapioka

Data pada **Gambar 1** menunjukkan bahwa nugget yang memiliki nilai IG paling rendah (IG=22) yaitu nugget formula P4, yang terbuat dengan komposisi 55% tempe, 15% sawi, 25% terigu, dan 5% tapioka. Dengan demikian nugget formula P4 dapat dikategori sebagai pangan IG rendah. Berdasar rentangan nilai indeks glikemik secara umum yaitu makanan dengan indeks glikemik rendah yaitu <50 (Rizki, 2013). Hal ini berarti bahwa asupan nugget P4 tidak meningkatkan kadar gula darah terlalu cepat.

Kandungan serat pada tempe dan sawi dapat memperlambat laju makanan pada saluran pencernaan dan menghambat aktivitas enzim, sehingga proses pencernaan terutama pati akan menjadi lebih lambat dan respon glukosa darah pun akan lebih rendah. Selain itu, serat pangan dapat meningkatkan kontrol glikemik dengan memperlambat penyerapan karbohidrat yang dapat menurunkan respon

glukosa darah sehingga nilai indeks glikemik rendah (Chandalia, *et al.*, 2000).

Kadar serat pangan tempe sebesar 6,77 persen (Astawan *et al.*, 2013), sementara pada sawi pecay sebesar 2,5 persen (Abeysekara, 2012). Kadar serat tersebut memberikan kontribusi terhadap nilai indeks glikemik nugget tempe sawi. Namun demikian, nilai indeks glikemik lebih dipengaruhi oleh faktor biologi dan fisiologi relawan (Rimbawan dan Siagian, 2004).

Nilai Gizi Nugget Tempe Sawi

Pada penelitian tahap ini dilakukan analisis nilai gizi nugget terbaik hasil uji efektivitas. Nilai gizi nugget perlu untuk diketahui sebagai dasar konsumen untuk mengetahui jumlah zat gizi pada nugget. Adapun parameter nilai gizi nugget yang diteliti meliputi kadar air, kadar abu, kadar lemak, kadar protein, kadar karbohidrat dan kadar serat yang dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 4.1 Nilai gizi nugget tempe sawi

Pengujian	Nilai (%)	% AKG / 10 gram
Kadar Karbohidrat	24	6
Kadar Lemak	19	21
Kadar Protein	54,6	88
Kadar Air	50	-
Energi (kkal)	-	33

Kadar karbohidrat pada nugget tempe sawi merupakan jumlah perhitungan yang dilakukan secara *by different*. Kadar karbohidrat nugget tempe sawi pecay pada formula P4 sebesar 24%. Hal ini dapat dikatakan bahwa kadar karbohidrat tersebut tidak melebihi syarat mutu nugget ayam menurut SNI No. 01-6683-2014, yaitu maksimal 25%.

Daging ayam tidak mengandung karbohidrat (DepKes RI, 1996) sehingga kadar karbohidrat dari nugget ayam lebih kecil dibandingkan nugget tempe sawi. Tempe

mengandung karbohidrat sebesar 7,12 persen (Astawan *et al.*, 2013). Karbohidrat pada tempe mudah dicerna di dalam tubuh dibandingkan dengan karbohidrat pada kedelai. Hal ini disebabkan oleh aktivitas *Rhizopus sp* yang mendegradasi karbohidrat menjadi gula sederhana (Hermana, 1996). Selain itu, sawi mengandung karbohidrat sebesar 18,96 persen (Iyaka *et al.*, 2014). Kandungan karbohidrat pada sayuran berperan sebagai pemasok serat (polisakarida) sehingga asupan karbohidrat untuk tubuh tercukupi (Agoreyo *et al.*, 2012), sehingga nuget tempe sawi mengandung karbohidrat yang lebih tinggi dibandingkan nuget ayam.

Lemak yang terkandung dalam bahan pangan berfungsi untuk memperbaiki tekstur pangan, sumber energi kedua setelah karbohidrat, dan sebagai penambah citarasa pangan (Winarno, 2008). Kadar lemak nuget tempe sawi formula P4 sebesar 19%. Hal ini dapat dikatakan bahwa kadar lemak tersebut tidak melebihi syarat mutu nuget ayam menurut SNI No. 01-6683-2014 yaitu maksimal 20%.

Kandungan lemak tempe dan sawi cukup tinggi pada nuget yang dihasilkan. Kadar lemak pada tempe lokal sebesar 28 persen (Astawan *et al.*, 2013). Kandungan asam lemak pada tempe yaitu asam lemak linoleat yang dapat menurunkan kolesterol total dan kolesterol LDL, sehingga bermanfaat bagi tubuh (Deliani, 2008). Sawi mengandung lemak sebesar 9 persen (Iyaka *et al.*, 2014). Kandungan lemak pada sawi pecay yang rendah berperan penting dalam menghindari obesitas (Levin, 2009). Daging ayam mengandung lemak sebesar 25% (DepKes RI, 1996), sehingga kadar lemak nuget tempe sawi lebih rendah dari nuget ayam.

Zat gizi protein, yang mengandung berbagai jenis asam amino, juga menambah cita rasa pangan, serta sumber energy ketiga setelah lemak. Pangan tinggi protein, terutama baik dikonsumsi oleh anak-anak sedang bertumbuh, dan orang dewasa produktif.

Kadar protein pada nuget tempe sawi sebesar 54,6%. Hal ini menunjukkan bahwa kadar protein nuget tempe sawi lebih tinggi dari pada syarat mutu nuget ayam menurut SNI No. 01-6683-2014 yaitu minimal 12%.

Kadar protein tempe lokal sangat tinggi, yaitu 48,1 persen (Astawan *et al.* 2013). Demikian juga kadar protein pada sawi hijau cukup tinggi, yaitu 23,3 persen (Arif *et al.*, 2013). Penggunaan kedua bahan pangan tersebut dalam pembuatan nuget tentunya menghasilkan nuget berkadar protein lebih tinggi dibandingkan nuget ayam.

Kadar air nuget tempe sawi sebesar 50%. Nuget yang baik tidak mengandung kadar air yang lebih dari 60% sesuai standar mutu nuget ayam (SNI No. 01-6683-2014). Hal ini dapat dikatakan bahwa kadar air nuget Tesahi formula P4 tidak melebihi syarat mutu nuget ayam.

Daging ayam mengandung air sebesar 56 persen (DepKes RI, 1996), sementara kadar air tempe kedelai lokal sebesar 58 persen (Astawan *et al.*, 2013), dan sawi sebesar 88 persen (Ogbede *et al.*, 2015). Walaupun kadar air tempe dan sawi hijau lebih tinggi dari daging ayam, namun pengolahan pengukusan nuget yang menggunakan tempe dan sawi menghasilkan nuget dengan kadar air tidak lebih dari 60%.

Persentase pemenuhan energy dan zat gizi terhadap Angka Kecukupan Gizi (AKG) menjelaskan **densitas zat gizi**. Densitas zat gizi menggambarkan nilai gizi suatu pangan. Secara perhitungan, konsumsi 10 gram nuget tempe sawi akan memasok karbohidrat sebesar 6%, lemak sebesar 21%, protein sebesar 88%, serat 6% dan energi 33 persent. Data tersebut menunjukkan bahwa nuget memberikan kontribusi zat gizi protein terbesar dibanding karbohidrat dan lemak.

Nuget bukan makanan pokok melainkan sebagai makanan pelengkap yang memberikan kontribusi tambahan untuk memenuhi kecukupan zat gizi, khususnya protein dan energi. Sebagai makanan

pelengkap nugget memasok energy sebesar 33 persen. Hal ini sesuai syarat sebagai makanan pelengkap, yaitu berkontribusi tambahan sekitar 24,7 persen dari rerata konsumsi energi per hari dan sekitar 22,9 persen dari rerata konsumsi protein per hari pada anak-anak (Sihadi, 2004).

Kadar Serat Pangan

Serat pangan, senyawa komponen karbohidrat yang tidak dapat dihidrolisis oleh enzim pencernaan manusia, berpengaruh terhadap indeks glikemik, melalui sifatnya. Serat mampu menyerap air dan mengikat glukosa pada proses pencernaan, sehingga mengurangi ketersediaan glukosa. Serat tidak larut air dapat berpengaruh terhadap gerak peristaltik usus dan massa feses, namun tidak berpengaruh terhadap metabolisme pencernaan (Widyastuti, 2011).

Kadar serat pangan nugget tempe sawi yaitu IDF (*Insoluble Dietary Fiber*) sebesar 22,46%, SDF (*Soluble Dietary Fiber*) sebesar 2,26% dan TDF (*Total Dietary Fiber*) sebesar 24,72%. Konsumsi nugget sebanyak 5 potong yang beratnya sekitar 20 gram memasok serat sebanyak 25%, sehingga kepadatan zat gizi nugget tempe sawi memasok serat sebesar 66 persen dari jumlah serat yang dianjurkan per hari (30 g).

KESIMPULAN

Nugget tempe sawi hijau (TESAHI) yang berindeks glikemik paling rendah (IG=22) yaitu nugget yang dibuat dengan komposisi bahan tempe dan sawi hijau sebesar 55% dan 15%.

Konsumsi Nugget Tesahi memasok zat gizi makro karbohidrat, lemak, dan protein 6, 21, dan 88 persen AKG. Selain itu, nugget tersebut mengandung mineral yang diindikasikan oleh kadar abu sebesar 2,4 persen.

Nugget Tesahi yang mengandung karbohidrat, lemak, protein, air dan abu

berturut-turut 24; 19; 54,6; 50 dan 2,4 persen, memenuhi syarat mutu nugget sesuai SNI No. 01-6683-2014 nugget ayam.

Selain itu, nugget Tesahi memasok serat pangan atau *Total Dietary Fiber* (TDF), *Insoluble Dietary Fiber* (IDF), dan (*Soluble Dietary Fiber*(SDF), berturut-turut sebesar 25; 23; dan 2 persen. Nugget Tesahi memasok serat sebesar 66 persen dari jumlah serat yang dianjurkan per hari (30 g).

DAFTAR PUSTAKA

- Abeysakara, S.J. 2012. Solubility, In Vitro Digestibility and Allergenicity of *Brassica juncea*, *Brassica napus* and *Sinapis alba* Proteins. Thesis. Department of Food and Bioproduct Sciences.
- Agoreyo, B. O., E.S. Obansa, and E.O. Obanor. 2012. Comparative Nutritional and Phytochemical Analyses of Two Varieties of *Solanum Melongena*. *Science World Journal*. Vol. 7 (1): 5-8.
- Arif, A.B., Budiyanto, A., dan Hoerudin. 2013. Nilai Indeks Glikemik Produk Pangan dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya. *Jurnal Litbang Pertanian*. Vol. 32 (3): 91-99.
- Astawan, M., Wresiyati, T., Widowati, S., Bintari, S.H., Ichsan, N. 2013. Karakteristik Fisikokimia dan Sifat Fungsional Tempe yang Dihasilkan dari Berbagai Varietas Kedelai. *Jurnal Pangan*. Vol. 22 (3) : 241-252.
- Badan Standardisasi Nasional. 2012. *Tempe: Persembahan Indonesia untuk Dunia*. Jakarta: PUSIDO B Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. 2014. *Nugget Ayam (Chicken Nugget)*. SNI 01-6683-2014. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Chandalia, M, Abhimanyu G., Dieter L., Klaus von B., Scott M. G., Linda J. B. 2000. Beneficial Effects of High Dietary

- Fiber Intake in Patients With Type 2 Diabetes Mellitus. *New Engl J Med. Vol. 342* : 1392–1398.
- Deliani. 2008. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Protein, Lemak dan Asam Fitat pada Pembuatan Tempe. *PhP Thesis*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI. 2004. *Daftar Komposisi Bahan Makanan*. Jakarta: Bhartara Karya Aksara.
- Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI. 2012. *Komposisi Kimia Sawi Hijau*. Jakarta: Depkes RI.
- Hermana, M.K dan Karyadi, D. 1996. Komposisi dan Nilai Gizi Tempe serta Manfaatnya dalam Peningkatan Mutu Gizi Makanan. Dalam Sapuan dan Sutrisno (Eds). *Bunga Rampai Tempe Indonesia*. Jakarta: Yayasan Tempe Indonesia.
- Iyaka, Y. A., Idris, S. Alawode, R. A., and Bagudo, B. U. 2014. Nutrient Content of Selected Edible Leafy Vegetables. *American Journal of Applied Chemistry. ISSN: 2330-8753. Vol. 2 (3)* : 42-45.
- Levin, R. J. 2009. Modern Nutrition in Health and Disease. *The African Journal of Clinical Nutrition. Vol. 9* : 49 – 66.
- Ogbede, S.C. Saidu, A.N., Kabiru, A.Y., and Busari, M.M. 2015. Nutrient and Anti-Nutrient Compositions of Brassica Oleraceae Var. Capitata L. *IOSR Journal of Pharmacy. ISSN: 2250-3013. Vol. 3. Issue 3*.
- Rimbawan dan A. Siagian. 2004. *Indeks Glikemik Pangan*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Rizki, F. 2013. *The Miracle of Vegetables*. Jakarta: AgroMedia Pustaka.
- Sihadi. 2004. Makanan Jajanan Bagi Anak Sekolah. *Jurnal Kesehatan YARSI*.
- Tejasari, 2005. Nilai Gizi Pangan. Yogyakarta: CV Graha Ilmu.
- Tejasari, 2015. Modul Praktikum Pangan Fungsional Jember : Penerbit UNEJ.
- Widyastuti, E. 2011. Serat Makanan (*Dietary Fiber*). <https://endrikawidyastuti.files.wordpress.com/2011/10/pangfus2-serat-makanan.pdf>. [diakses pada 10 Juni 2017].
- Winarno, F. G. 2008. *Ilmu Pangan dan Gizi*. Jakarta : PT Gramedia Pustaka

**ANTIHIPERURISEMIA PRODUK FUNGSIONAL INTEGRATED FOOD THERAPY
FORMULA DAUN KELOR, PANDAN WANGI DAN JAHE MERAH PADA TIKUS
WISTAR YANG DIINDUKSI POTASSIUM OXONAT**

***ANTIHYPERURICEMIA OF FUNCTIONAL PRODUCTS INTEGRATED FOOD
THERAPY FORMULA OF MORINGA LEAVES, PANDAN WANGI AND RED GINGER
ON WISTAR RAT INDUCED BY POTASSIUM OXONATE***

Tri Dewanti Widyaningsih^{*}, Muchnuria Rachmawati dan Erni Prabawati

Ilmu dan Teknologi Pangan Jurusan THP – FTP Universitas Brawijaya

*Email Korespondensi: tridewantiw@ub.ac.id

ABSTRACT

*Hyperuricemia is one of the causes of inflammation and other metabolic diseases. Based on the empirical experiences of moringa leaves, pandan leaves and red ginger can be used to lower blood uric acid levels. This study aims to examine the antihyperuricemia activity of integrated food therapy on the functional products using the formula of moringa leaves, pandan leaves, and red ginger. Functional products were tested based on their effectiveness in lowering uric acid levels in experimental animals (*Rattus norvegicus*) induced by potassium oxonate 300 mg / kg BW intraperitoneally. Functional product made of moringa leaves, pandan leaves and red ginger was used in the form of: 1) traditional beverage at a dose of 18 ml / kg BW; 2) instant powder at a dose of 0.63 g / kg BW and 1.26 g / kg BW; 3) supplement of the water extract at a dose of 45 mg / kg BW; 4) supplements of the ethanol extract at a dose of 45 mg / kg BW. Allopurinol was used as control drug at a dose of 10 mg / kg BW. The results showed that beverage products and supplements significantly decreased uric acid levels compared with positive controls ($p < 0.05$). The results of this study indicate that the integrated food therapy product from the formula of moringa leaves, pandan leaves and red ginger has the potential as antihyperuricemia.*

Keywords: *antihyperuricemia, moringa leaves, pandan leaves, potassium oxonate, red ginger*

ABSTRAK

Hiperurisemia merupakan salah satu pemicu terjadinya inflamasi dan berbagai penyakit metabolik lain. Berdasarkan pengalaman empiris daun kelor, daun pandan wangi dan jahe merah dapat digunakan dalam membantu penurunan kadar asam urat darah. Penelitian ini bertujuan menguji aktifitas antihiperurisemia *integrated food therapy* produk fungsional dari formula daun kelor, pandan wangi, dan jahe merah. Produk fungsional diuji efektivitasnya dalam menurunkan kadar asam urat pada hewan coba tikus (*Rattus norvegicus*) yang diinduksi potassium oxonat 300 mg/kg BB secara intraperitoneal. Produk fungsional dari formula daun kelor, pandan wangi dan jahe merah yang digunakan berupa minuman tradisional dosis 18 ml/kg BB, minuman serbuk instan dosis 0.63 g/kg BB dan 1.26 g/kg BB serta suplemen ekstrak air dosis 45 mg/kg BB dan suplemen ekstrak ethanol dosis 45 mg/kg BB. Sebagai kontrol obat, digunakan obat allopurinol dosis 10 mg/kg BB. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produk minuman maupun suplemen dapat menurunkan kadar asam urat secara signifikan dibandingkan dengan kontrol positif ($p <$

0.05). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa produk *integrated food therapy* dari formula daun kelor, pandan wangi dan jahe merah memiliki potensi sebagai antihiperurisemia

Kata Kunci : antihiperurisemia, daun kelor, daun pandan wangi, jahe merah, potassium oksonat

PENDAHULUAN

Hiperurisemia adalah prekursor penyakit asam urat (gout) yang bersifat kronik (Azzeah *et al.*, 2017). Kondisi hiperurisemia merupakan tahap awal penyebab penyakit asam urat yang disebabkan kondisi abnormal dari metabolisme asam urat atau peningkatan kadar asam urat dalam darah >6.8 mg/dl (Terkeltaub, R., 2010). Dalam 5 tahun terdapat 18.8% pasien hiperurisemia yang terserang penyakit asam urat (gout). Penyakit asam urat yang disebabkan kondisi hiperurisemia, selama dekade terakhir secara global telah terjadi peningkatan. Penyakit asam urat tersebut berupa radang sendi pada pria berusia di atas 40 tahun dan wanita di atas 60 tahun (Azzeah *et al.*, 2017).

Pengobatan hiperurisemia dengan allopurinol telah dilakukan sejak tahun 1960. Beberapa penelitian menyebutkan adanya resiko efek samping yang ditimbulkan karena penggunaan jangka panjang dari allopurinol, diantaranya menimbulkan ruam pada kulit, mual, diare bahkan gagal ginjal (Ninis, 2014). Terapi alternatif dengan mengkombinasi menggunakan antioksidan alami dapat meminimalisir efek samping resiko toksik obat-obatan kimiawi (Ling & Bochu, 2014)

Daun kelor, daun pandan wangi dan jahe merah dari beberapa penelitian masing-masing menunjukkan memiliki senyawa-senyawa bioaktif dari golongan fenol, flavonoid yang dapat memiliki aktifitas sebagai antihiperurisemia dan antiinflamasi. Selain itu bahan-bahan ini sangat mudah untuk di dapatkan. Daun kelor (*Moringa oleifera*) dari penelitian yang dilakukan Alhakmani *et al.*, (2013) dan Vongsak *et al.*, (2014) mengandung senyawa dari

golongan flavonoid, fenolat dan karotenoid. Daun pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius*) mengandung alkaloid, saponin, flavonoid, tanin, polifenol, fenil, propanoid dan zat warna (Arisandi dan Andriani, 2008). Jahe merah (*Zingiber officinale var. rubrum Theilade*) mengandung gingerol, paradol, zingeron, dan shaogaol yang khasiat sebagai antiinflamasi (Haghighi *et al.*, 2005).

Berdasarkan penelitian terdahulu telah dilakukan formulasi produk *integrated food therapy* dari ketiga bahan tersebut dalam pembuatan minuman fungsional dan suplemen. Hasil analisa menunjukkan baik produk minuman fungsional dan suplemen tersebut memiliki aktifitas antioksidan serta senyawa fitokimia golongan fenol dan flavonoid yang diduga mampu berperan sebagai antihiperurisemia (Widyaningsih, 2017). Berdasarkan hal tersebut penelitian ini bertujuan untuk menguji kemampuan produk *integrated food therapy* dalam bentuk minuman fungsional dan suplemen sebagai antihiperurisemia.

BAHAN DAN METODE

Alat dan Bahan Penelitian

Kandang hewan coba, timbangan analitik, spuit injeksi, timbangan digital, sentrifuge, vortex, spektrofotometer, mikro pipet ukuran 4 - 50 μ l, glassware, kuvet disposable, blue tip, yellow tip, minuman fungsional dan suplemen (formula terbaik dari daun kelor, pandan wangi dan jahe merah), potassium oksonat, allopurinol, akuades, reagen asam urat, tikus wistar jantan 40 ekor.

Waktu/Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Biosains UB pada Bulan September 2017

Metode

Perlakuan Hewan Uji

Pada penelitian ini digunakan tikus wistar (*Rattus norvegicus*) jantan dengan berat badan 180-200 gr, umur 2-3 bulan sebagai hewan coba dalam pengujian asam urat. Hewan coba dibagi menjadi 8 kelompok, pemberian makan dan minum secara *ad libitum*. Pemilihan tikus jantan karena pertimbangan bahwa kelamin jantan tidak memiliki hormon esterogen sehingga dapat mengurangi variasi biologis yang dapat mengganggu percobaan. Proses adaptasi terhadap lingkungan laboratorium oleh hewan coba dilakukan selama 7 hari sebelum perlakuan. Hal ini dilakukan untuk mengurangi tingkat stress. Delapan belas jam sebelum perlakuan induksi potassium oksonat hewan coba dipuaskan terlebih dahulu, dengan tujuan untuk mengurangi pengaruh makanan saat perlakuan. Kelompok perlakuan hewan coba dibagi sebagai berikut :

- Kelompok A : merupakan kontrol normal dengan injeksi aqua pi 2 ml/ 200g BB
- Kelompok B : kontrol positif hiperurisemia dengan induksi potassium oksonat 300 mg/kg BB
- Kelompok C : kontrol obat, dengan perlakuan potassium oksonat 300 mg/kg BB dan allopurinol 10 mg/kgBB
- Kelompok D : kelompok hiperurisemia yang diberi minuman tradisional dosis 18 ml/kg BB
- Kelompok E : kelompok hiperurisemia yang diberi minuman serbuk dosis 0.63 g/kg BB
- Kelompok F : kelompok hiperurisemia yang diberi minuman serbuk dosis 1.26 g/kg BB

Kelompok G : kelompok hiperurisemia yang diberi suplemen ekstrak air 45 mg/kg BB

Kelompok H : kelompok hiperurisemia yang diberi suplemen ekstrak ethanol 45 mg/kg BB

Penentuan Dosis

1. Pottasium Oksonat

Dosis potassium oksonat yang digunakan pada penelitian ini 300 mg/kg BB yang dilarutkan pada larutan salin 0.9%. Induksi dilakukan secara intraperitoneal (Liu *et al.*, 2008).

2. Allopurinol

Dosis allopurinol sebagai kontrol obat yaitu 10 mg/kg BB (Araujo *et al.*, 2016)

3. Dosis Produk Fungsional

Produk fungsional yang digunakan adalah minuman fungsional tradisional dengan dosis untuk hewan coba 18 ml/kg BB, minuman serbuk dosis 0.63 g/kg BB dan 1.26 g/kgBB, suplemen ekstrak etanol 45 mg/kg BB dan suplemen air 45 mg/kg BB.

Pengambilan Darah

Percobaan antihiperurisemia dilaksanakan hari ke-1 dan hari ke-3 (Araujo *et al.*, 2016). Pengambilan darah pada percobaan ini dilakukan secara *lateral tail veins* 1 jam setelah pemberian formula minuman dan suplemen. Pemberian formula dilakukan setelah satu jam induksi potassium oksonat. Darah yang di dapatkan ditampung dalam tabung eppendorf dan diletakkan pada posisi miring setelah beberapa saat darah menggumpal, maka dilakukan sentrifus pada kecepatan 3000 rpm selama 5 menit. Serum yang di dapatkan, diambil dengan mikropipet.

Penetapan Kadar Asam Urat

Uji kadar asam urat dilakukan dengan metode *enzymatic colorimetric* menggunakan spektrofotometri pada λ 505 nm. Serum sebanyak 20 μ l ditambahkan 1000 μ l monoreagen yang terbuat dari pencampuran 4

bagian reagen 1 dan 1 bagian reagen 2. Selanjutnya sampel dan blanko diinkubasi selama 10 menit, dan dilanjutkan pengukuran absorbansi menggunakan spektrofotometri. Uji ini didasarkan pada oksidasi asam urat oleh uricase yang memproduksi allantoin dan hydrogen peroxide yang digunakan oleh peroksidase untuk menghasilkan kromogen merah melalui reaksi 4-aminoantipyrine dengan hydroxyl-dichloro-benzene sulphonic acid (HDBS). Intensitas warna sebanding dengan konsentrasi asam urat dalam sampel.

Analisis Data

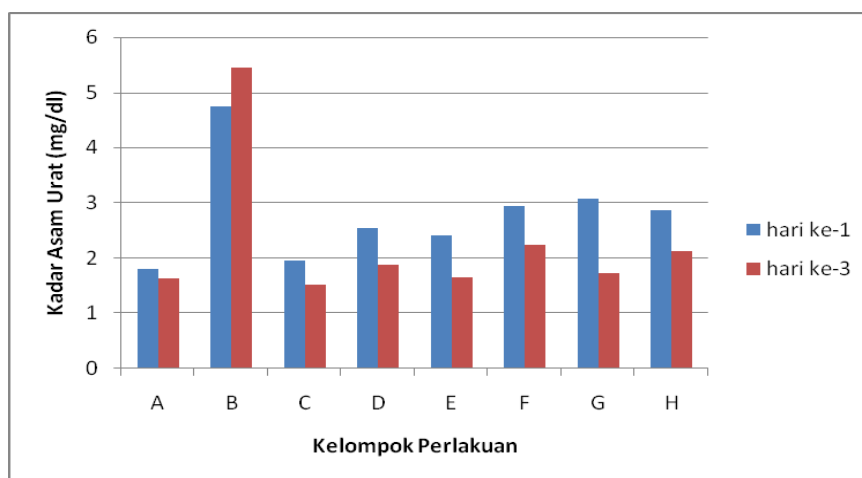
Data kadar asam urat yang didapatkan diuji statistik *One Way Anova* dengan tingkat kepercayaan 95 % menggunakan perangkat Minitab 16.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi hiperurisemia dibuat melalui induksi potassium oksonat dengan dosis (300mg/kg BB) secara intraperitoneal (Liu *et al.*, 2008). Potassium oksonat merupakan penghambat kerja enzim urikase yang berperan sebagai katalisator untuk merubah asam urat menjadi allantoin yang larut air, dengan penghambatan ini akan menyebabkan

penumpukan asam urat karena tidak tereliminasi bersama urin (Katzung *et al.*, 2012). Injeksi potassium oksonat dilakukan pada hari ke-1 dan kemudian diulangi lagi pada hari ke-3 (Araujo *et al.*, 2016). Injeksi potassium oksonat dilakukan secara intraperitoneal dan pada saat satu jam sebelum pemberian obat serta formulasi produk minuman fungsional dan suplemen. Darah diambil untuk dipisahkan serumnya saat 1 jam setelah pemberian obat serta produk minuman fungsional dan suplemen.

Pengukuran kadar asam urat dilakukan pada hari pertama dan ketiga. Hasil ANOVA *one factor* terhadap kadar asam urat hari pertama mendapatkan nilai $p=0.00$ ($p<5\%$) dengan $F_{hit} = 5.82$. Hal ini berarti pada perlakuan hari pertama terdapat perbedaan sangat signifikan. Untuk melihat perbedaan antar perlakuan maka dilakukan uji lanjut. Hari ketiga analisa *one way* ANOVA menunjukkan nilai $p=0.00$ ($p<0.05$) dengan $F_{hit} = 16.64$. Hasil analisa hari ketiga juga menunjukkan adanya perbedaan yang sangat signifikan dari perlakuan dan selanjutnya juga dilakukan uji lanjut *fisher* atau BNT dengan taraf kepercayaan 95%. Perbandingan nilai dan hasil uji lanjut kadar asam urat hari pertama dan hari ketiga dapat dilihat pada Tabel 1 dan gambar 1.



Gambar 1. Kadar asam urat kelompok perlakuan hari ke-1 & ke-3, A: kontrol normal; B: kontrol positif; C kontrol obat allopurinol 10 mg/kg BB; D: minuman tradisional 18 ml/kg BB; E: minuman serbuk 0.63 g/kg BB; F: minuman serbuk 1.26 g/kg BB; G: suplemen ekstrak air 45 mg/kg BB; H: suplemen ekstrak ethanol 45 mg/kg BB

Tabel 1. Rerata Kadar Asam Urat Hari Ke-1 dan Ke-3

Kelompok	Kadar Asam Urat (mg/dL)	
	Hari 1	Hari 3
A. Kontrol Negatif	1.80±0.30 ^d	1.64±0.43 ^{bc}
B. Kontrol Positif	4.74±0.94 ^a	5.44±0.77 ^a
C. Kontrol Obat Allopurinol (10mg/kg BB)	1.96±0.59 ^{cd}	1.52±0.66 ^c
D. Minuman Tradisional (18 ml/kg BB)	2.54±0.86 ^{bcd}	1.88±0.54 ^{bc}
E. Minuman Serbuk (0.63 g/kg BB)	2.42±0.63 ^{bcd}	1.66±0.17 ^{bc}
F. Minuman Serbuk (1.26 g/kg BB)	2.94±1.02 ^{bc}	2.24±0.48 ^b
G. Suplemen Ekstrak Air (45 mg/kg BB)	3.08±1.03 ^b	1.72±0.33 ^{bc}
H. Suplemen Ekstrak Etanol (45 mg/kg BB)	2.86±1.05 ^d	2.12±0.08 ^{bc}

Gambar 1 menunjukkan perubahan dan perbandingan kadar asam urat semua kelompok pada hari pertama dan ketiga. Hasil uji lanjut kadar asam urat pada hari pertama dan ketiga disajikan pada tabel 1. Baik pada hari pertama maupun hari ketiga pengujian menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok kontrol positif (B) dengan semua kelompok perlakuan. Kontrol negatif memiliki nilai rerata kadar asam urat paling rendah dibandingkan semua kelompok perlakuan. Secara umum, nilai kadar asam urat pada kelompok kontrol obat tidak berbeda signifikan dengan kelompok perlakuan minuman fungsional dan suplemen. Hal ini menandakan baik minuman fungsional maupun suplemen dari campuran daun kelor, daun pandan dan jahe merah memiliki efek sebagai antihiperurisemia dan dapat digunakan sebagai alternatif pengganti obat kimia seperti allopurinol.

Secara umum hasil analisa menunjukkan bahwa kelompok perlakuan pemberian produk *integrated food therapy* campuran daun kelor, daun pandan dan jahe merah memiliki efek menurunkan kadar asam urat darah. Formulasi dari bahan daun kelor, pandan wangi dan jahe merah kaya akan senyawa-senyawa fenol dan flavonoid yang

diketahui memiliki efek kuat sebagai antihiperurisemia (Mo et al, 2007). Pada minuman fungsional tradisional campuran daun kelor, daun pandan dan jahe merah mengandung nilai IC50 sebesar 183.04 ± 2.06 ppm, total flavonoid sebesar 3447.62 ± 43.64 µg QE/g, total fenol 8905.56 ± 58.53 µg GAE/g. Minuman serbuk mengandung nilai IC50 sebesar 137.13 ± 11.75 ppm, flavonoid 9443 ± 152.75 µg QE/g, fenol 14754.81 ± 133.84 µg GAE/g. Suplemen ekstrak air mengandung nilai IC50 sebesar 170.75 ± 1.34 ppm, flavonoid 32943.33 ± 709.46 µg QE/g, fenol 7557.26 ± 85.36 µg GAE/g. Suplemen ekstrak ethanol mengandung nilai IC50 sebesar 153.31 ± 3.99 ppm, flavonoid 43343.33 ± 251.66 µg QE/g; fenol 9647.86 ± 150.24 µg GAE/g (Widyaningsih, 2017).

Jumlah konsentrasi urat dalam tubuh dapat dipengaruhi dari intake makanan serta keseimbangan sintesis, dan tingkat ekskresi (Lima et al, 2015). Flavonoid merupakan salah satu senyawa fitokimia yang menunjukkan aktifitas antioksidan, antihiperurisemia dan antiinflamasi. Komponen flavonoid seperti quercetin, morin, myricetin, kaempferol, apigenin and puerarin diketahui berperan dalam penurunan kadar asam urat (Mo et al, 2007).

Beberapa penelitian menyatakan bahwa senyawa-senyawa flavonoid mampu menghambat enzim xanthin oksidase (XO) yang berperan dalam mengkatalisis hipoxantin menjadi xantin dan xantin menjadi asam urat (Arimboor, R., *et al*, 2011). Enzim xanthin oksidase sendiri diketahui berkontribusi dalam peningkatan stress oksidatif karena dapat menghasilkan radikal bebas (Özyürek *et al*, 2009). Apigenin, quercetin, myricetin, isovitexin, dan genistein memiliki peran potensial sebagai inhibitor (XO). Kelompok hidroksil (OH) di C5 dan C7 dan CO pada posisi C4 dalam flavonoid memfasilitasi penghambatan (XO) dengan interaksi elektrostatis dan ikatan hidrogen (Arimboor, R., *et al*, 2011). Selain itu senyawa-senyawa flavonoid memiliki efek urikase yang meningkatkan ekskresi asam urat (Kuo *et al.*, 2012). Senyawa tanin, alkaloid, dan saponin juga memiliki peran menurunkan aktifitas (XO), meningkatkan kadar urat dalam urin selama perubahan purin menjadi asam urat (Tion, *et al*, 2013).

Sebagaimana mekanisme senyawa khususnya golongan flavonoid dapat membantu penurunan kadar asam urat, obat allopurinol juga diketahui dapat menghambat asam urat karena kemampuannya menghambat aktifitas enzim xanthin oksidase. Allopurinol bertindak sebagai senyawa yang mirip dengan substrat enzim xanthin oksidase atau purine binding site. Allopurinol berkompetisi dengan substrat untuk mengikat sisi aktif enzim xanthin oksidase sehingga pada akhirnya dapat menghambat aktifitas enzim xanthin oksidase (Hawkes *et al*, 1984).

KESIMPULAN

Produk fungsional *Integrated Food Therapy* dari daun kelor, pandan wangi dan jahe merah dalam bentuk minuman dan suplemen memberikan efek dalam menurunkan kadar asam urat pada tikus hiperurisemia. Hal ini menunjukkan bahwa,

produk tersebut dapat digunakan sebagai alternatif pengobatan hiperurisemia disamping penggunaan obat kimiawi allopurinol.

DAFTAR PUSTAKA

- Alhakmani, F., Kumar, S., & Khan, S. A. (2013). *Estimation of Total Phenolic Content, In-Vitro Antioxidant And Anti-Inflammatory Activity of Flowers of Moringa oleifera*. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 3(8), 623–627. Discussion 626–627.
- Arimboor, R., Rangan, M., Aravind, S. G., Arumughan, C., 2011. Tetrahydroamentoflavone (THA) From *Semecarpus Anacardium* as a Potent Inhibitor of Xanthine Oxidase. *Journal of Ethnopharmacology*. Doi:10.1016/j.jep.2010.10.027.
- Arisandi dan Andriani. 2008. *Khasiat Berbagai Tanaman Untuk Pengobatan*. Eksa Media. Jakarta.
- Azzeh, S.F., Hebshi Al, H. A., Essimii Al, D, H., Alarjah, A. M., 2017. Vitamin C Supplementation and Serum Uric Acid: a Reaction to Hyperuricemia and Gout Disease. *Pharma Nutrition Journal*. Doi:10.1016/j.phanu.2017.02.002.
- Haghighi M, Ali K, Tayebeg T, Shohreh J. 2005. Comparing the effects of ginger (*Zingiber officinale*) extract and ibuprofen on patients with osteoarthritis. *Arch Iranian Med*. 8(4): 267-271.
- Hawkes, T.R. George, G.N., and Bray, R.C. 1984. The structure of the inhibitory complex of alloxanthine (1H-pyrazolo [3,4-d] pyrimidine-4, 6-diol) with the molybdenum centre of xanthine oxidase from electron-paramagnetic-resonance spectroscopy. *Biochem J*, 218 (3) : 961-968.

- Katzung, B.G., Masters, S.B. and Trevor, A.J. 2012. *Basic & Clinical Pharmacology*, 12 Ed., New York: McGraw-Hill.
- Kuo, CY, Kao ES, Chan KC, Lee HJ, Huang TF, Wang CJ, 2012. *Hibiscus sabdariffa* L . extracts reduce serum uric acid levels in oxonate-induced rats. *Journal of Functional Foods*. 2012;4:375-381. doi:10.1016/j.jff. 2012.01.007.
- Lima, R.C.L., Ferrari, F.C., Souza, M.R., Pereira, B.M.S., Paula, C.A., Guimarães, D.A.S. 2015. Effects of extracts of leaves from *Sparattosperma leucanthum* on hyperuricemia and gouty arthritis. *Journal of Ethnopharmacology*, 161: 194–199.
- Ling, X. & Bochu, W. 2014. A review of phytotherapy of gout: perspective of new pharmacological treatments. *Pharmazie*, 69 : 243–256.
- Liu, X., Chen, R., Shang, Y., Jiao, B., Huang, C., 2008. *Lithospermic Acid As A Novel Xanthine Oxidase Inhibitor Has Anti-Inflammatory And Hypouricemic Effects In Rats*. *Chemico-Biological Interactions*. Elsevier. Doi:10.1016/j.cbi.2008.07.003.
- Mo, S.F., Zhou, F, Zhong, Y, Hu, Q.H., Zhang, D.M, Kong, L.D. 2007. Hypouricemic action of selected flavonoids in mice: structure-activity relationships. *Biol Pharm Bull*, 30(8):1551-6.
- Ninis, 2014. Obat Asam Urat. <http://dietasetceteras.blogspot.co.id/2014/07/obat-asam-urat-generik.html>. Diakses 18 September 2016.
- Ozyurek, M., Bektasoglu, B., Guclu, K., Apak, R. 2009. Measurement of xanthine oxidase inhibition activity of phenolics and flavonoids with a modified cupric reducing antioxidant capacity (CUPRAC) method. *Analytica Chimica Acta*, 636 : 42–50.
- Terkelptaub, R., 2010. Update On Gout: New Therapeutic Strategies And Options. *Reviews*. Macmillan Publisher Limited Volume 6.
- Tion SH, Looi CY, Hazni H, 2013. Antidiabetic and antioxidant properties of alkaloids from *Catharanthus roseus* (L.) G. Don. *Molecules (Basel, Switzerland)*. 2013;18(8):9770-84. doi:10.3390/molecules18089770.
- Vongsak, B., Sithisarn, P., & Gritsanapan, W. (2014). *Simultaneous HPLC Quantitative Analysis of Active Compounds In Leaves of Moringa Oleifera Lam.. Journal of Chromatographic Science*, 52(7), 641–645.
- Widyaningsih, T.D. Winarsih S., Dita S. 2017. Integrated Food Therapy Produk Fungsional dari Formula Pandan Wangi, Jahe Merah dan Daun Kelor Sebagai Antiinflamasi dan Anti hiperurisemia. Laporan Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi Universitas Brawijaya.

POTENSI EKSTRAK DAUN SINDU (*Scorodocarpus borneensis* Becc.) SEBAGAI ANTIOKSIDAN ALAMI ENDOGENOUS BORNEO

POTENTION OF SINDU LEAVES (*Scorodocarpus borneensis* Becc.) AS AN ENDOGENOUS NATURAL ANTIOXIDANT OF BORNEO

Yohana S. Kusuma Dewi* dan Eva Mayasari

Prodi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Tanjungpura

*Email korespondensi: yohana@ps-itp.untan.ac.id

ABSTRACT

Sindu is one of endogenous plant of Borneo, that is potential as a natural antioxidant. The leaves was extract using by water, methanol : water (70:30), methanol, ethanol, ethyl acetate and hexane. Yield of extract was 11.2%, 5.2%, 4.2%, 2.6%, 3,2 % and 0.6% subsequently. The highest total phenol was produced at 500 ppm of methanol extract 164.13 ± 11.80 mg GAE/g extract followed by methanol: water 141.20 ± 11.80 mg GAE/g extract and the lowest on water extracts was $49,73 \pm 7,43$ mg GAE/g extract. Antioxidant activity is expressed as a percent of inhibition of DPPH radicals, its showed that the highest was a methanol:water extracts $82,55 \pm 2,71$ % and the lowest was a water extract $34,59 \pm 1,85$ %.

Keywords: *endogenous, natural antioxidant, sindu, total phenol*

ABSTRAK

Sindu merupakan salah satu tanaman endogenus dari Borneo yang berpotensi sebagai sumber antioksidan alam. Daunnya diekstrak menggunakan 6 jenis pelarut air, metanol:air (70:30), metanol, etanol, etil asetat dan heksan. Rendemen yang dihasilkan secara berturut-turut 11,2 %, 5,2%, 4,2 %, 2,6 %, 3,2 % dan 0,6 %. Total fenol dari 500 ppm ekstrak tertinggi adalah metanol $164,13 \pm 11,80$ mg GAE/g ekstrak, diikuti dengan ekstrak metanol:air (70:30) $141,20 \pm 11,80$ mg GAE/g ekstrak, ekstrak etanol $129,33 \pm 8,32$ mg GAE/g ekstrak, etil asetat $102,18 \pm 1,74$ mg GAE/g ekstrak, heksan $65,49 \pm 5,13$ mg GAE/g ekstrak dan terendah pada ekstrak air $49,73 \pm 7,43$ mg GAE/g ekstrak. Aktivitas antioksidan diekspresikan sebagai persen penangkapan radikal DPPH, tertinggi dihasilkan pada ekstrak metanol:air (70:30) sebesar $82,55 \pm 2,71$ % dan terendah heksan $34,59 \pm 1,85$ %.

Kata kunci: antioksidan alam, endogenus, sindu, total fenol

PENDAHULUAN

Antioksidan merupakan senyawa yang mampu menghambat menghambat reaksi oksidasi pada bahan yang mengandung lemak atau minyak (Matz, 1984). Antioksidan dibedakan menjadi dua yaitu antioksidan sintetik yang diperoleh dari hasil sintesa reaksi kimia dan antioksidan alam merupakan hasil ekstraksi bahan alami (Kochhar dan Rossell, 1990). Tanaman yang mengandung polifenol dan flavonoid serta senyawa turunannya merupakan sumber gugus fenol yang berperan sebagai antioksidan alami (Kusuma dan Andrawulan, 2012). Pada sistem pangan dan biologi, peran antioksidan adalah menghambat kerusakan akibat proses oksidasi yang dipicu oleh jenis oksigen dan nitrogen yang reaktif (Soumia *et al.*, 2014). Namun demikian komponen fenol pada setiap jenis tanaman mempunyai kemampuan penghambatan oksidasi yang berbeda yang dipengaruhi oleh jenis pelarut, lama dan suhu ekstraksi, serta ukuran bahan yang diekstrak (Nacz and Shahidi, 2004 dan Sultana *et al.*, 2009).

Scorodocarpus borneensis Becc merupakan tumbuhan yang secara endogen tumbuh di Sumatera dan hutan primer Kalimantan pada ketinggian 300 m di atas permukaan laut (Heyne, 1987). Daun, biji buah dan kulit batang digunakan sebagai rempah karena baunya mirip bawang putih (Kubota *et al.*, 1994). Secara tradisional tanaman tersebut disebut Sindu yang digunakan sebagai obat tradisional serta untuk mengawetkan daging supaya tidak busuk dan mengawetkan minyak supaya tidak tengik. Winarti *et al.* (2011), telah menguji ekstrak etil asetat dari kulit batangnya dan menunjukkan aktivitas antioksidan dan anti bakteri. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa daun Sindu mengandung alkaloid, saponin dan tanin (Supriani *et al.*, 2014) tetapi belum dilakukan

pengujian aktivitas antioksidannya. Namun demikian sampai saat ini jenis pelarut untuk ekstraksi, kandungan antioksidan dan total fenol daun Sindu belum diteliti secara mendalam. Oleh karena itu tujuan penelitian ini untuk mengetahui rendemen, kandungan total fenol dan aktivitas terbaik dari daun Sindu.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura selama 6 bulan.

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan adalah daun bawang hutan segar, aluminium foil, kertas saring Whatman No.1, aquadest, metanol, etanol, etil asetat, heksan, reagen *folin-ciocalteu*, asam galat, DPPH (2,2 *diphenyl-1-picrylhydrazyl*), *Butylated Hydroxy toluene* (BHT), dan natrium karbonat (Na_2CO_3).

Alat yang digunakan adalah gelas ukur, labu ukur, mikropipet, ayakan 100 mesh, gunting, corong *buchner*, blender, timbangan, hot plate & stirrer, gelas kimia, spektrofotometer (Shimadzu model UV mini-1240), *rotary evaporator* (IKA RV 10 basic), *magnetic stirrer*, tabung reaksi, rak tabung reaksi, alat tulis serta alat dokumentasi.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan Acak Kelompok (Gasperz, 1991) dengan 1 faktor perlakuan yaitu jenis pelarut (p) yang terdiri dari 6 taraf yaitu :p₁ = Aquades; p₂ = Etanol; p₃ = Metanol; p₄ = Metanol 70 : 30 Aquades; p₅ = Heksan dan p₆ = Etil Asetat. Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Data hasil penelitian dianalisis secara statistik dengan uji F (ANOVA) pada taraf uji 5%, jika berpengaruh nyata maka akan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) dengan taraf 5% (Hanafiah, 2003).

Pembuatan Serbuk Daun Bawang Hutan

Metode pembuatan serbuk mengadopsi dari peneliti sebelumnya (Riyanto, 2017). Daun Sindu yang segar dan tua sebanyak 250 g dibersihkan kemudian dikering-anginkan selama 7 hari. Daun yang sudah kering angin dilakukan pengecilan ukuran dengan pengirisan lebar sekitar 0,8 mm kemudian dilanjutkan pengeringan selama 2 hari sehingga menjadi irisan daun kering patah. Selanjutnya irisan daun tersebut dihaluskan sehingga menjadi serbuk dan disaring menggunakan ayakan 100 mesh.

Preparasi Ekstrak

Serbuk daun bawang hutan ditimbang 5 g dan dilarutkan dalam pelarut sebanyak 50 ml kemudian direndam dan diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 24 jam. Setelah itu ekstrak disaring menggunakan kertas Whatman No.1 dengan corong *buchner* dan filtrat kemudian dipekatkan dengan *rotary evaporator* pada suhu 40°C hingga diperoleh ekstrak kental. Residu yang telah tersaring dimaserasi ulang sebanyak 2 kali.

Variabel Pengamatan

Variabel pengamatan ekstrak daun bawang hutan (*S. borneensis* Becc.) meliputi rendemen (Hartanti *et al.*, 2003), total fenol (Farhan *et al.*, 2012) dan aktivitas antioksidan metode DPPH (Yen dan Chen, 1995).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penentuan nilai ekstrak atau rendemen yang diekstraksi dengan berbagai pelarut dinyatakan terhadap persen serbuk yang dimaserasi. Secara ri rinci rendemen disajikan pada Tabel 1.

Tabel. 1. Rendemen Ekstrak Daun Sindu Pada Berbagai Jenis Pelarut

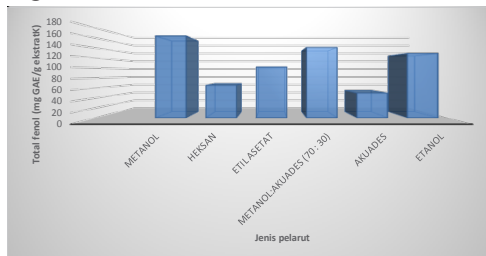
Jenis Pelarut	Rendemen (%)*
Akuades	11,2 ± 0,22
Etanol	2,6 ± 0,10
Metanol	4,2 ± 0,15
Metanol :Akuades (70 : 30)	5,2 ± 0,18
Heksan	0,6 ± 0,08
Etil Asetat	3,2 ± 0,10

Keterangan: * % (b/b) ekstrak terhadap serbuk

Berdasarkan Tabel 1., rendemen ekstrak daun Sindu tertinggi diperoleh pada pelarut akuades yaitu sebesar 11,2%, diikuti metanol:akuades (5,2%), metanol (4,2%), etil asetat (3,2%), etanol (2,6%) dan terendah pada heksan (0,6%). Hasil rendemen ini mendukung penelitian Widyawati *et al.* (2014) yang mengekstraksi daun *Pluchea indica* menggunakan pelarut dengan polaritas berbeda. Perbedaan polaritas pelarut dalam ekstraksi dapat mempengaruhi kelarutan komponen kimia yang diekstrak dan rendemen ekstraksi. Oleh karena itu, pemilihan pelarut merupakan salah satu hal penting untuk memperoleh senyawa flavonoid, fenol dan senyawa antioksidan yang lain secara optimal (Ghasemzadeh *et al.*, 2011). Menurut Permawati (2008), efektivitas proses ekstraksi dipengaruhi oleh jenis pelarut yang digunakan sebagai penyari, ukuran partikel simplisia, metode dan lamanya ekstraksi. Efisiensi ekstraksi dipengaruhi oleh kelarutan senyawa *endogenous* yang terdapat pada bahan (Siddhuraju dan Bekker, 2003; Sultana *et al.*, 2007). Menurut Addai *et al.* (2013), tidak semua pelarut menghasilkan nilai ekstrak optimal untuk semua jenis tanaman.

Total Fenol Ekstrak Daun Sindu Pada Berbagai Pelarut

Hasil penentuan total fenol ekstrak daun Sindu pada berbagai ekstrak disajikan pada gambar 1.



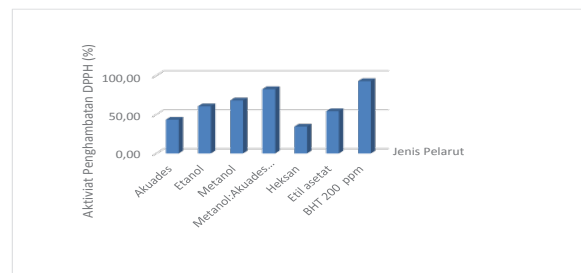
Gambar 1. Total Fenol Ekstrak Daun Sindu Pada Berbagai Ekstrak

Berdasarkan Gambar 1., diketahui total fenol ekstrak daun Sindu tertinggi diperoleh pada ekstrak metanol yaitu 163,13 mgGAE/g ekstrak, diikuti metanol:akuades (141,20 mgGAE/g ekstrak), etanol (129,33 mgGAE/g ekstrak), etil asetat (102,18 mgGAE/g ekstrak), heksan (65,49 mgGAE/g ekstrak) dan akuades (49,73 mgGAE/g ekstrak). Namun demikian berdasarkan uji BNJ pada taraf 5% menghasilkan berbeda nyata satu sama lain. Hasil pengujian ini mendukung hasil penelitian sebelumnya bahwa jenis pelarut yang digunakan untuk mengekstrak menghasilkan nilai total fenol yang berbeda (Turkmen *et al.*, 2006). Kandungan total fenol terendah ekstrak daun Sindu menggunakan pelarut akuades. Menurut Do *et al.* (2014), hal tersebut dapat disebabkan karena senyawa yang terekstrak dalam akuades lebih tidak bersifat fenol seperti karbohidrat atau terpen. Penggunaan air murni sebagai pelarut tidak efisien untuk mengekstrak senyawa fenol karena senyawa tersebut lebih sering terlarut dalam pelarut organik yang lebih rendah kepolarannya dibandingkan air (Meneses *et al.*, 2013).

Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Sindu Pada Berbagai Pelarut

Uji DPPH digunakan untuk melihat kemampuan antioksidan untuk menangkap

radikal bebas dan dianggap sebagai sebuah standar dan metode kolorimetri yang simpel (Mishra *et al.*, 2012). DPPH adalah sebuah radikal bebas yang stabil. Saat larutan DPPH dicampur dengan zat yang dapat mendonor atom hidrogen, hal tersebut membuat DPPH tersebut tereduksi dan warna ungu memudar (Molyneux, 2004). Hasil penentuan aktivitas antioksidan yang diekspresikan dengan aktivitas penghambatan DPPH disajikan pada gambar 2.



Gambar 2. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Sindu Pada Berbagai Ekstrak

Berdasarkan Gambar 2, aktivitas antioksidan ekstrak daun Sindu tertinggi pada ekstrak metanol:akuades (82,55%), diikuti dengan ekstrak metanol (68,07%), etanol (60,58%), etil asetat (54,22%), akuades (43,30%) dan heksan (34,49%).

Aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun Sindu berbeda tidak nyata dengan ekstrak etil asetat. Aktivitas antioksidan tertinggi diperoleh dengan ekstraksi menggunakan pelarut metanol:akuades (70:30) tetapi lebih rendah daripada antioksidan sintetik BHT. Do *et al.* (2006), dengan meningkatnya kandungan air dalam pelarut, rendemen meningkat namun total fenol dan aktivitas antioksidannya menurun

KESIMPULAN

Penelitian potensi ekstrak daun sindu (*scorodocarpus borneensis* becc.) sebagai antioksidan alami endogenous Borneo

menghasilkan rendemen, total fenol dan aktivitas antioksidan yang terkait satu dengan lainnya.

Rendemen ekstrak daun Sindu tertinggi diperoleh pada pelarut akuades yaitu sebesar 11,2%, diikuti metanol:akuades (5,2%), metanol (4,2%), etil asetat (3,2%), etanol (2,6%) dan terendah pada heksan (0,6%).

Total fenol dari 500 ppm ekstrak daun Sindu tertinggi adalah metanol $164,13 \pm 11,80$ mg GAE/g ekstrak, diikuti dengan ekstrak metanol:air (70:30) $141,20 \pm 11,80$ mg GAE/g ekstrak, ekstrak etanol $129,33 \pm 8,32$ mg GAE/g ekstrak, etil asetat $102,18 \pm 1,74$ mg GAE/g ekstrak, heksan $65,49 \pm 5,13$ mg GAE/g ekstrak dan terendah pada ekstrak air $49,73 \pm 7,43$ mg GAE/g ekstrak.

Aktivitas antioksidan diekspresikan sebagai persen penangkapan radikal DPPH, tertinggi dihasilkan pada ekstrak metanol:air (70:30) sebesar $82,55 \pm 2,71$ % dan terendah heksan $34,59 \pm 1,85$ %.

DAFTAR PUSTAKA

- Addai, Z. R., Abdullah, A. dan Mutalib, S.A. 2013. Effect of Extraction Solvents on the Phenolic Content and Antioxidant Properties of Two Papaya Cultivars. *Journal of Medicinal Plants Vol.7 (47); 3354-3359*
- Do, Q.D., Angkawijaya, A.E., Nguyen, P.L.T., Huynh, L.H., Soetaredjo, F.E., Ismadji, S. dan Ju, Y.H. 2014. Effect of Extraction Solvent on Total Phenol Content, Total Flavonoid Content and Antioxidant Activity of *Limnophila aromatica*. *Journal of Food and Drug Analysis Vol 22(3); 296-302*
- Farhan, H., Rammal, H., Hijazi, A., Hamad, H., Daher, A., ReDaon, M. dan Badran, B. 2012. In Vitro Antioxidant Activity of Ethanolic and Aqueous Extracts from Crude *Malva parviflora* L. Grown in Lebanon. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research 5: 234-238*.
- Gasperz, V. 1991. *Metode Perancangan Percobaan*. Armico, Bandung.
- Ghasemzadeh, A., Jaafar, H. Z. E., Rahmat, A., Wahab, P. E. M. dan Halim, M. R. A. 2010. Effect of Different Light Intensities on Total Phenolics and Flavonoids Synthesis and Anti-oxidant Activities in Young Ginger Varieties (*Zingiber officinale* Roscoe). *International Journal of Molecular Sciences 11: 3885-3897*.
- Hanafiah, K.A. 2003. *Rancangan Percobaan Teori dan Aplikasi*. PT Rajagrafindo Persada. Jakarta.
- Hartanti, S., Rohmah, S. dan Tamtarini. 2003. Kombinasi Penambahan CMC dan Dektrin pada Pengolahan Bubuk Buah Mangga dengan Pengeringan Surya. *Prosiding Seminar Nasional dan Pertemuan Tahunan PATPI (Juli)*. Yogyakarta.
- Heyne, K. 1987. *Tumbuhan Berguna Indonesia Jilid I dan II Terjemahan Badan Litbang Kehutanan Cetakan I*. Koperasi Karyawan Departemen Kehutanan. Jakarta.
- Kochhar, S.P. dan Rossell, S.B. 1990. *Detection Estimation and Evaluation of Antioxidants in Food System*. Food Antioxidant Elsevier Sci Publ Ltd. London and New York
- Kubota, K., Ohhira, S. dan Kobayashi, A. 1994. Identification and Antimicrobial Activity of the Volatile Flavor Constituents from *Scorodocarpus borneensis* Becc. *Jurnal BBB 58, 644-646*.
- Kusuma, R.A. dan Andarwulan, N. 2012. *Aktivitas Antioksidan Ekstrak Buah Takokak (Solanum torvum Swart)*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Matz, S.A. 1984. *Snack Food Technology*. The AVI Publ. Co.Inc. Westport. Connecticut.

- Meneses, N.G.T., Martins, S., Teixeira, J.A. dan Mussatto, S.I. 2013. Influence of Extraction Solvents on the Recovery of Antioxidant Phenolic Compounds from Brewer's Spent Grains. *Separation and Purification Technology*. 2013; 108:152-158.
- Mishra, K., Ojha, H. dan Chaudhury, N.K. 2012. Estimation of Antiradical Properties of Antioxidants Using DPPH Assay: A Critical Review and Results. *Food Chemistry* 130: 1036-1043.
- Molyneux, P. 2004. The Use of Stable Free Radical *Diphenyl-1-picrylhydrazyl* (DPPH) for Estimating Antioxidant Activity. *J. Sci-Technol*. 26: 211-219
- Naczka, M. dan Shahidi, F. 2004. Extraction and analysis of phenolics in food. *Journal of Chromatography A* 1054(1-2): 95-111.
- Permawati, M. 2008. *Karakterisasi Ekstrak Gandarusa (Justicia gandarussa Burm F.)*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia, Jakarta
- Riyanto. 2017. Pengaruh Ekstrak Fenolik Daun Bawang Hutan (*Scorodocarpus borneensis*) Terhadap Kerusakan Minyak Kedelai. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. UNTAN.
- Siddhuraju, P. dan Becker, K. 2003. Antioxidant Properties of Various Solvent Extracts of Total Phenolic Constituents from Three Different Agroclimatic Origins of Drumstick Tree (*Moringa oleifera* Lam) Leaves. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54: 2144- 2155.
- Soumia, K., Tahar, D., Lynda, L., Saida, B., Chabane, C. dan Hafhida, M. 2014. Antioxidant and Antimicrobial Activities of Selected Medicinal Plants From Algeria. *Journal of Coastal Life Medicine* 2014; 2(6): 478-483
- Sultana, B., Anwar, F. dan Przybylski, R. 2007. Antioxidant Activity of Phenolic Components Present in Barks of *Azadirachta indica*, *Terminalia arjuna*, *Acacia nilotica* and *Eugenia jambolana* Lam Trees. *Food Chem*. 104; 1106-1114.
- Sultana B., Anwar F. dan Ashraf M., 2009. Effect of Extraction Solvent/Technique on the Antioxidant Activity of Selected Medicinal Plant Extracts. *Molecules* 14, 2167-2180
- Supriani, S., Fitmawati dan Sofiyanti, N. 2014. Studi Etnobotani dalam Budaya Kuliner Melayu Riau di Kabupaten Siak dan Uji Fitokimia. *JOM FMIPA* 1, Pekanbaru.
- Turkmen, N., Sari, F. dan Velioglu, Y.S. 2006. Effect of Extraction Solvents on Concentration and Antioxidant Activity of Black Tea and Black Mate Polyphenols Determined by Ferrous Tartate and Folin-Ciocalteu Methods. *Food Chemistry* 99:
- Winarti, W., Kartika, R. dan Simanjuntak, P. 2011. *Comparison Activities of Leaves and Stem Bark of Ethyl Acetate Extract from Bawang Hutan Plant (Scorodocarpus borneensis Becc. (Olacaceae))*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Yen, G.C. dan Chen, H.Y. 1995. Antioxidant Activity of Various Tea Extracts in Relation to Their Antimutagenicity. *J. Agric. Food Chem*. 43, 27-32

EFEK FORTIFIKASI BERBAGAI JENIS KOLAGEN TULANG IKAN PADA SIFAT FISIKOKIMIA BERAS ANALOG BERBASIS TEPUNG TALAS DAN TEPUNG RUMPUT LAUT

FORTIFICATION EFFECTS OF VARIOUS FISH BONE COLLAGEN ON PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF TARO AND SEAWEED FLOUR BASED ANALOG RICE

Y.S. Darmanto^{1*}, P.H. Riyadi¹ dan S. Santi²

¹Departemen of Fisheries, Faculty of Fisheries and Marine Sciences,
Diponegoro University Semarang

²Departemen of Agriculture, Faculty of Animal Science and Agriculture,
Diponegoro University Semarang

*Corresponding author email : ysdarmanto.fpk@gmail.com

ABSTRACT

This study was aimed to determine the effect of fortification of bone collagen from several different fish species such as Milkfish, Stingray, Snapper, and Catfish to the physicochemical properties of taro and seaweed flour based analog rice. Physicochemical properties observed in the study included amino acid content, monolayer/multilayer water, cooking time, water absorption. The results showed that collagen from different species of fish bone significantly affected the amino acid content of the product ($P < 0.05$). Furthermore, collagen fortification can increase the monolayer / multilayer water, shorten the cooking time and optimize the water absorption capacity of the product. It was concluded that the physicochemical properties of taro and seaweed flour based analog rice and seaweed with bone collagen fortification can be affected by fish species used as the collagen source. Furthermore, the best physicochemical properties were demonstrated from products that fortified with Snapper bone collagen. Thus fish bone can be utilized as food fortification to produce the good quality analog rice.

Keywords: analog rice, collagen fish bone, physicochemical, seaweed, taro,

ABSTRAK

Penelitian tentang pemanfaatan ikan Bandeng, Pari, Kakap dan ikan Lele dengan fortifikasi tepung talas dan tepung rumput laut *E. cottoni* bertujuan untuk mengetahui sifat kimia dan fisika pada beras analog. Parameter yang diteliti adalah kandungan asam amino, isoterm sorpsi air (monolayer dan multilayer water), waktu tanak, daya serap air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nasi analog dengan penambahan berbagai jenis kolagen tulang ikan mempunyai efek berbeda nyata ($P < 0.05$) terhadap kandungan asam amino, monolayer dan multilayer water, demikian juga waktu tanak dapat dipersingkat serta daya serap air menjadi optimal. Secara umum disimpulkan bahwa kolagen dari berbagai jenis tulang ikan dengan fortifikasi tepung talas dan tepung rumput laut dapat meningkatkan kualitas beras analog, serta kolagen tulang ikan Kakap mempunyai sifat terbaik jika dibandingkan dengan kolagen tulang ikan Pari, Bandeng dan Lele

Kata kunci : beras analog, kimiafisika, kolagen tulang ikan, rumput laut, talas

PENDAHULUAN

Penduduk Indonesia diperkirakan lebih dari 240 juta orang, hampir 9,1 juta orang penduduk menderita penyakit diabetes. Pada umumnya makanan pokok adalah beras dengan karbohidrat, kalori dan kadar gula tinggi. Oleh karena itu perlu substitusi dari beras ke non beras seperti umbi-umbian. Talas adalah salah satu jenis umbi-umbian dengan kadar pati tinggi, ukuran 1 – 4 µm, mudah dicerna dan mengandung vitamin serta mineral cukup tinggi (Nurbaya *et al.*, 2013).

Beras analog adalah beras tiruan (*artificial rice*) dengan bahan dasar umbi-umbian dengan bentuk hampir sama dengan beras tetapi mempunyai gizi yang lebih baik (Mishra *et al.*, 2012). Sedangkan (Agusman *et al.*, 2014) mengatakan bahwa rumput laut jenis *E. cottoni*, *E. spinosum* dan *E. verrucosa* merupakan sumber karagenan, banyak mengandung karbohidrat, sebagai pengental, penstabil emulsi dan membantu dalam pembentukan gel. Sedangkan Van de Valde *et al.*, 2005 mengatakan bahwa *E. cottoni* banyak mengandung polisakarida yang tidak dapat dicerna, mengandung enzim asam nucleat, asam amino, vitamin dan mineral. Anggadiredja *et al.*, (2011), mengatakan bahwa *E. cottoni* banyak mengandung serat kasar, karena bisa menurunkan kegemukan, mengurangi kadar gula dalam darah dan kolesterol.

Fortifikasi adalah penambahan bahan ke dalam makanan yang dianggap kurang memenuhi persyaratan gizi, berupa protein, karbohidrat, vitamin dan mineral. Kolagen adalah salah satu jenis protein hasil pengolahan limbah industri perikanan (tulang, duri, kulit dan sisik ikan) melalui proses pencucian, pengeringan, deproteinisasi, demineralisasi (Darmanto *et al.*, 2012). Sedangkan Tongchan *et al.*, (2009), mengatakan bahwa kolagen merupakan protein rantai panjang tersusun dari asam amino alanin, glisin, arginin dan prolin.

Menurut Kittiphattanabawon *et al.*, (2009), bahwa kolagen dari tulang ikan kakap paling dominan ada asam amino prolin, glisin dan alanin, terdiri dari beberapa rantai polipeptida yang berhubungan dengan ikatan silang membentuk triple helix. Menurut Darmanto *et al.*, (2014), kolagen dari berbagai jenis tulang ikan ditambahkan pada makanan berbasis myofibril protein akan meningkatkan kekuatan gel, viscositas, folding test, monolayer water dan multilayer water.

Proses pengolahan pangan melalui mekanisme pencampuran, pemanasan, pengadonan dan pembentukan disebut ekstruksi (Fellows, 2000). Sedangkan Riaz, (2000), mengatakan bahwa ekstruksi panas suhu lebih besar dari 70°C dan ekstruksi dingin suhu dibawah 70°C. Oleh karena itu, peneliti mencoba membuat beras analog dengan kombinasi tepung talas, tepung rumput laut dan tepung kolagen dari berbagai jenis tulang ikan. Dengan demikian diharapkan mendapatkan beras analog rendah kalori, rendah gula, kaya serat dan kaya berbagai jenis asam amino agar bisa dikonsumsi masyarakat yang menderita penyakit diabetes.

METODE PENELITIAN

Bahan Penelitian terdiri dari talas, rumput laut dan kolagen berbagai jenis ikan. Talas diperoleh dari Kota Semarang, rumput laut jenis *Eucheuma cottoni* diperoleh dari Kabupaten Jepara dan 4 jenis tulang ikan yang terdiri dari ikan Bandeng, Pari, Kakap, dan Lele diambil dari TPI (Tempat Pelelangan Ikan) Kota Semarang. Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap :

Tahap Pertama yaitu proses pembuatan tepung talas, tepung rumput laut dan kolagen dari berbagai jenis tulang ikan.

Proses pembuatan tepung talas (Hasnelly *et al.*, (2013)

Proses pembuatan tepung talas melalui beberapa tahap, yaitu pencucian, pengupasan kulit, pemotongan, perendaman dalam 0,05% metabisulfit selama 30 menit, pengeringan, penghalusan dan pengayakan.

Proses pembuatan tepung rumput laut *Eucheuma cottoni* (Agusman *et al.*, 2014)

Proses pembuatan tepung rumput laut melalui beberapa tahap pencucian, perendaman dalam KOH 8% selama 6 jam, pengeringan dalam oven 55°C selama 2 hari, penggilingan dan pengayakan.

Proses pembuatan kolagen dari tulang ikan Bandeng, ikan Pari, ikan Kakap dan ikan Lele (Darmanto *et al.*, 2010).

Proses pembuatan kolagen melalui beberapa tahap yaitu: pencucian, deproteinisasi, demineralisasi (dilakukan dengan perendaman dalam larutan 4% HCl, selama 4 hari dan dilakukan penggantian setiap 24 jam), pengeringan, penggilingan, dan pengayakan.

Proses penghalusan tepung talas, rumput laut dan kolagen menjadi ukuran nano dilakukan dengan alat Ball Milling (Lekahena *et al.*, 2014).

Tahap kedua adalah Proses pembuatan beras analog dilakukan dengan formulasi dari tepung talas 500 gram, tepung rumput laut 25 gram, masing-masing kolagen 25 gram, GMS 10 gram dan air 125 cc yang diproses dengan menggunakan teknologi granulasi dan ekstruksi pada suhu 70°C (Mishra *et al.*, 2012).

Tahap ketiga adalah analisis laboratorium yang terdiri dari analisis asam amino, isoterm sorpsi air, waktu tanak dan daya serap air.

Analisis Komposisi Asam Amino (Dunn, 2006)

Analisis komposisi asam amino dilakukan dengan menyiapkan 5 gram sampel beras analog, dilarutkan ke dalam 20 ml HCl 6 N, dan di homogenkan dengan magnetic stirer. Selanjutnya filtrat dimasukkan ke dalam autoklaf pada suhu 110° C dan disimpan selama 12 jam sampai terjadi keseimbangan suhu autoklaf dan ruang. Setelah suhu seimbang, filtrat dinetralkan dengan larutan NaOH 6N, ditambah 2,5 ml Pb asetat dan 1 ml asam oksalat, kemudian disaring dengan ukuran 0,5µm. Hasil saringan yang terbentuk kemudian diinjeksi ke dalam alat HPLC.

Analisis monolayer dan multilayer water (Brunauer, 1938)

Analisis monolayer water dan multilayer water beras analog dimasak menjadi nasi kemudian nasinya diukur kadar air dan pada saat yang bersamaan diukur aktivitas air (A_w). Sisa sampel kemudian dikeringkan dengan silika gel. Setelah 4 – 5 jam sampel mengalami dehidrasi, nasi diukur kadar air dan A_w -nya. Pekerjaan ini dilakukan berturut-turut sehingga didapatkan grafik isoterm sorpsi air yaitu grafik hubungan antara kadar air dan Aktivitas air. Isoterm sorpsi air dibagi menjadi 3 bagian dibatasi oleh Monolayerwater, Multilayerwater dan Capillary water. Monolayer water (M_1) dihitung dengan rumus sbb:

$$\frac{1}{v} \times \frac{A_w}{1 - A_w} = \frac{1}{V_m \times C} + \frac{C - 1}{V_m \times C} \times A_w$$

A_w : Aktivitas air

V_m : Monolayer water
(g/g berat kering) sampel

V : Volume Sorpsi air

C : Konstanta

$$M_1 (\%) = \frac{100 \times V_m}{1 - V_m}$$

Sedangkan Multilayer water (M_2) dapat dihitung dengan menggunakan metode (Bull's, 1944).

Waktu Tanak (Noviasari *et al.*, 2013)

Beras analog dimasak dengan *rice cooker* dengan perbandingan air dan beras 1:1. Air dimasak terlebih dahulu dalam *rice cooker* hingga mendidih. Kemudian dimasukkan beras analog dan dimasak hingga matang. Waktu pemasakan dihitung sejak beras analog dimasukkan ke dalam *rice cooker* hingga matang.

Daya Serap Air (Yudanti *et al.*, 2015)

Pengukuran daya serap air dilakukan dengan menimbang beras analog sebanyak 25 gram, kemudian direndam ke dalam air hangat (75 °C) selama 5 menit. Beras analog yang sudah direndam kemudian ditiriskan dengan menggunakan saringan. Setelah ditiriskan sampai air tidak menetes, beras analog kemudian ditimbang kembali untuk mengetahui penambahan berat yang terjadi setelah perendaman dengan air.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Komposisi Asam Amino Beras Analog

Hasil analisis asam amino beras analog dengan penambahan berbagai kolagen tulang ikan dapat dilihat pada table-1. Tabel-1 menunjukkan bahwa semua perlakuan mengandung 18 jenis asam amino dengan jumlah yang berbeda, kandungan asam amino glisin antara 4823,58 – 5397,40 ppm, sedangkan kandungan asam amino prolin antara 3186,23 – 4040,45 ppm.

Dari hasil penelitian tersebut ternyata beras analog dengan penambahan kolagen tulang ikan kakap mempunyai kandungan

glisin dan prolin tertinggi dan kolagen tulang ikan lele terendah. Selain asam amino glisin, prolin dan asam amino alanin, asam amino glutamat mendominasi beras analog tersebut. Kandungan asam amino glutamat tertinggi pada kolagen ikan bandeng 11006,64 ppm terendah pada kolagen tulang ikan lele 8102,69 ppm. Sedangkan asam amino alanin tertinggi pada kolagen tulang ikan pari 4229,69 ppm terendah pada kolagen tulang ikan lele.

Sinthusamran *et al.*, 2014, menerangkan bahwa gelatin pada ikan Sea Bass berbagai temperatur mempunyai asam amino glisin, alanin yang berbeda, hal tersebut diperkuat penelitian Benjakul *et al.*, 2009 dan Jellouli *et al.*, 2011. Perbedaan kandungan asam amino kolagen tulang ikan pada beras analog disebabkan karena perbedaan habitat masing-masing ikan bandeng, ikan pari, ikan kakap dan ikan lele. Menurut Aziz *et al.*, 2013 habitat ikan berpengaruh terhadap komposisi proximat dan komposisi asam amino dalam daging ikan. Sedangkan Ogawa *et al.*, 2004 menerangkan bahwa komposisi kolagen ikan didominasi oleh asam amino alanin, hidrosiprolin. Sedangkan Nurhayati *et al.*, 2013 mengatakan bahwa komposisi asam amino menentukan karakter dari kolagen.

Analisis Isoterm Sorpsi Air Beras Analog Dengan Berbagai Tambahan Kolagen Tulang Ikan

Isoterm Sorpsi air adalah hubungan antara A_w (aktifitas air) dengan kadar air suatu bahan. Gambar-1 menunjukkan hubungan kadar air dan A_w beras analog tanpa dan dengan penambahan berbagai kolagen tulang ikan selama proses dehidrasi. Gambar-1 terlihat bahwa $A_w > 7.0$ posisi air dalam suatu bahan tidak beraturan, setelah $A_w < 0.7 - > 0.3$ posisi air dalam suatu bahan mulai merapat. Selanjutnya grafik Isoterm Sorpsi air merupakan grafik Signoid yang dibatasi oleh monolayer dan multilayer water pada kadar air dan A_w tertentu. Dari tabel-2

terlihat bahwa masing-masing perlakuan mempunyai monolayer water dan multilayer water berbeda-beda. Monolayer water tanpa penambahan kolagen (6.36 – 0.118), multilayer water antara (15.53 – 0.616). Dengan penambahan kolagen dari berbagai jenis tulang ikan monolayer dan multilayer water lebih tinggi dan tiap-tiap jenis kolagen berbeda-beda. Perbedaan monolayer dan multilayer water disebabkan oleh partikel-partikel dalam kolagen yang mampu mengikat air yang ada disekitarnya. Oleh Winarno, 2010 menyatakan bahwa air terikat, air tidak dapat membeku, air kapiler mempunyai sifat-sifat berbeda dan mampu mengikat komponen disekitarnya, sehingga akan berpengaruh terhadap monolayer dan multilayer water. Oleh Sinthusamran *et al.*, 2014 menerangkan bahwa jumlah dan jenis asam amino akan berpengaruh terhadap sifat fisikokimia suatu bahan menyebabkan perubahan kekuatan gel suatu bahan. Tabel-2 menunjukkan bahwa monolayer dan multilayer kolagen tulang ikan Lele paling rendah jika dibandingkan dengan ikan Bandeng, Pari dan Kakap.

Waktu Tanak Beras Analog Dengan Penambahan Berbagai Kolagen Tulang Ikan

Waktu tanak nasi adalah waktu optimal yang diperlukan untuk menanak nasi sampai betul-betul sempurna. Waktu tanak merupakan parameter mutu fisik nasi yang cukup penting. Hasil penelitian waktu tanak dari berbagai nasi analog dengan penambahan kolagen tulang ikan seperti dalam Tabel-3, Hasil penelitian menyatakan bahwa semua perlakuan waktu tanak antara 15,39 – 15,89 menit. Sedangkan waktu tanak yang paling lama pada nasi analog dengan penambahan kolagen tulang ikan kakap. Hal tersebut disebabkan bahwa ikan kakap mengandung berbagai mineral yang mengakibatkan penyerapan air ikan terhambat. Sedangkan Noviasari *et al.* 2013 dengan bahan dasar beras sosoh waktu tanak 20 – 30 menit.

Menurut Agusman *et al.*, 2014 beras sosoh dengan penambahan rumput laut *E. cottoni* mempunyai waktu tanak 13 menit.

Daya Serap Air Beras Analog

Hasil analisis dari tabel-2 menunjukkan bahwa fortifikasi kolagen terhadap daya serap air beras analog tidak memberi pengaruh berbeda nyata antar perlakuan. Daya serap air pada beras analog berkisar 207-233.33% hampir sama dengan daya serap air beras analog penelitian Franciska *et al.*, (2015), yaitu 206.6 – 267.9%. Daya serap air beras analog mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya fortifikasi nanokalsium. Menurut Yudanti *et al.*, (2015), semakin banyak penambahan campuran dalam pembuatan beras analog semakin rendah pula daya serap air dari butiran beras masing-masing perlakuan. Menurut Franciska *et al.*, (2015), semakin besar nilai daya serap air, maka semakin banyak air yang dibutuhkan untuk menanak nasi. Daya serap air beras menurut Hui (1992) biasanya berbanding lurus dengan besarnya densitas kamba beras. Daya serap air beras analog cukup tinggi karena sifat dari tepung yang mudah mengikat air karena merupakan produk kering dengan ukuran partikel kecil. Menurut Yuwono dan Zulfiah (2015), yang menyatakan bahwa serat memiliki daya serap air yang tinggi karena memiliki ukuran polimer yang besar, struktur yang kompleks dan banyak mengandung gugus hidroksil.

KESIMPULAN

Hasil penelitian disimpulkan bahwa fortifikasi kolagen dari berbagai jenis tulang ikan pada beras analog berbasis tepung talas dan tepung rumput laut mampu meningkatkan kualitas beras analog, mempersingkat waktu tanak dan daya serap air serta meningkatkan monolayer dan multilayer water.

DAFTAR PUSTAKA

- Agusman, Siti N. K. A. Dan Murdinah. 2014. Penggunaan Tepung Rumput Laut *Eucheuma Cottonii* pada Pembuatan Beras Analog dari Tepung *Modified Cassava Flour (Mocaf)*. JPB Perikanan. 9 (1) : 1-10.
- Anggadiredja, J.T., Zalnika, A., Purwanto, H., dan Istini, S. 2011. Rumput Laut. Cetakan V. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Aziz A. F., Nematollahi, A., Siavash, & Saei-Dehkordi, S. (2013). Proximate composition and fatty acid profile of edible tissues of *Capoeta damascina* (Valenciennes, 1842) reared in freshwater and brackish water. *Journal of Food Composition and Analysis*, 32, 150-154.
- Benjakul, S., Oungbho, K., Visessanguan, W., Tiansilakul, Y., & Roytrakul, S. (2009). Characteristics of gelatin from the skins of bigeye snapper, *Pricanthus tayenus* and *Pricanthus macracanthus*. *Food Chemistry*, 116 (2), 445-451.
- Bull HB. Adsorption of water vapor by proteins. *J. Am. Chem. Soc.* 1944:66:1499-1507.
- Darmanto, Y.S., F. Swastawati dan T. W. Agustini. 2010. Manfaat dan Karakteristik Kolagen dari Berbagai Limbah Tulang Ikan. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Darmanto, Y.S., T. W. Agustini., F. Swastawati dan I.A. Bulushi. . 2014. *The Effect of Fish Bone Collagens in Improving Food Quality*. *International Food Research Journal*. Vol 21(3): 891-896
- Dunn, B. 2006. Quantitative amino acid analysis. In: Colligan, J.E. et al. (eds.). *Current Protocols in Protein*. John Wiley and Sons, New York.
- Fellows, P.J. 2000. Food Processing Technology : Principles and Practice. CRC Press. New . Food Processing Technology : Principles and Practice. CRC Press. New ork.
- Franciska, C.Y., Tamrin, Waluyo, S., and Warji. 2015. Pembuatan dan Uji Karakteristik Fisik Beras Analog dengan Bahan Baku Tepung Cassava yang Diperkaya dengan Protein Ikan Tuna. *Artikel Ilmiah Teknik Pertanian Lampung*: 39- 44.
- Hasnelly, M. Supli E., dan Silvia. 2013. Kajian Proses Pembuatan dan Karakteristik Beras Analog Ubi Jalar (*Jpomes batallas*). *Seminar Rekayasa Kimia dan Proses* 6 (1) ISSN : 1411 – 4216.
- Hui, Y.H., 1992. *Encyclopedia of Food Science and Technology*. Jhon Wiley and Sons Inc. New York.
- Jellouli, K., Balti, R., Bougatef, A., Hmidet, N., Barkia, A., & Nasri, M. (2011). Chemical composition and characteristics of skin gelatin from grey triggerfish (*Balistes capricus*). *LWT – Food Science and Tecnology*, 44(9), 1965 – 1970.
- Kittiphattamabawon, P., Benjakul, S., Visessanguan, W., And Shamidi, F. (2009). Isolation and Properties of Acid and Pepsin, Soluble Collagen From The Skin of Blacktip Shark (*Carchanhinus limbatus*) *European Food Research and Technology*. 230 – 475-483.
- Lekahena, V., D. N. Faridah, R. Syarief dan R. Peranginangin. 2014. Karakterisasi Fisikokimia Nanokalsium Hasil Ekstraksi Tulang Ikan Nila Menggunakan Larutan Basa dan Asam. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 25(1) ; pp. 57-64. ISSN. 1979-7788.
- Mishra, A., Mishra, H.N., and Rao, P.S. 2012. *Preparation of Rice Analogues Using Extrusion Technology*. *Int. J. Food sci.* 47:1789-1797.
- Noviasari, S., Kusnandar, F., Budijanto, S. 2013. Pengembangan Beras Analog

- dengan Memanfaatkan Jagung Putih. *Jurnal Teknologi Industri Pangan* 24:195-201.
- Nurbaya, S.R. dan Teti E. 2013. Pemanfaatan Talas Berdaging Kuning (*Colocasia esculenta* L. Schoot) dalam Pembuatan Cookies. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 1(1):46-55.
- Nurhayati, Tazwir, dan Murniyati. 2013. *Ekstraksi dan Karakterisasi Kolagen Larut Asam dari Kulit Ikan Nila (Oreochromis niloticus)*. *JPB Kelautan dan Perikanan Vol. 8 No. 1 Tahun 2013: 85–92*
- Ogawa, M., Portier, R. J., Moody, M.W., Bell, J., Schexnayder, M.A., and Losso, J.N. 2004. Biochemical Properties of Bone and Scale Collagens Isolated from The Subtropical Fish Black Drum (*Pogonia cromis*) and Sheepshead Seabream (*Archosargus probatocephalus*). *Food Chemistry*. 88:495-501.
- Ria Z, M. 2000. *Extruding in Food Applications*. CRC Press. New York.
- Sinthusamran S., Soottawat Benjakul, Hideki Kishimura. (2014). Characteristics and Gel Properties of Gelatin From Skin of Seabass (*Lates calcariver*) as influenced by extraction conditions *Food Chemistry* 152 92014) 152 (2014)276-284.
- Tongchan P., Prutipanlai S., Niyomwas S. dan Thongraung S. 2009. Effect of Calcium Compound Obtained from Fish by Product on Calcium Metabolism in Rats. *Jurnal Food Ag-Ind*, 2(04): 669-676.
- Van de Velde, F., dan de Ruiter, G.A., In E.J. Vandamme, S.D. Baets, and A. Steinbeuchel (Eds). 2005. Chapter 9: Carrageenan *Biopolymers Polysaccharides II, Polysaccharides From Eukaryotes Weinheim; Chichester: Wiley-VCH*, 245-274 pp.
- Winarno, F.G. 2010. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Yudanti, Y.R., Waluyo, S., dan Tamrin. 2015. Pembuatan Beras Analog Berbahan Dasar Tepung Pisang (*Musa paradisiaca*). *Jurnal Teknik Pertanian Lampung* 4(2):117-126.
- Yuwono, S.S., dan Zulfiah, A. A. 2015. Formulasi Beras Analog Berbasis Tepung Mocaf dan Maizena dengan Penambahan CMC dan Tepung Ampas Tahu. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 3 (4): 1465-1472.