

SIFAT FISIK DAN ASEPTABILITAS BERAS BERKALSIMUM

Physical Properties and Acceptability of Calcium Fortified-Rice

Chatarina Wariyah¹, Chairil Anwar², Mary Astuti¹, dan Supriyadi¹

ABSTRAK

Beras berkalsium dari tiga varietas beras yaitu beras amilosa rendah, sedang dan tinggi dibuat dengan fortifikan kalsium asetat, kalsium laktat dan kalsium glukonat. Tahap pembuatan beras berkalsium meliputi : perendaman beras dalam larutan garam kalsium 0,8 % pada suhu perendaman 80, 90 dan 100 °C, penirisan dan pengeringan pada suhu 50-60 °C sampai mencapai kadar air 10 -11 %. Target perendaman adalah didapat beras dengan kadar Ca^{+2} sebesar 100-110 mg/100 g beras. Sifat fisik (tekstur dan warna) serta aseptabilitas beras berkalsium dievaluasi. Uji aseptabilitas terhadap sifat indrawi beras berkalsium dan nasi dilakukan dengan metode hedonic test. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua beras berkalsium dari hasil perendaman pada suhu 80 dan 90 °C teksturnya rapuh (mudah patah), sedangkan pada suhu 100°C teksturnya keras. Semakin tinggi suhu perendaman nilai lightness (L), yellowness (b) dan redness (a) beras cenderung turun. Beras berkalsium hasil perendaman pada suhu 80 °C disukai, karena warnanya lebih cerah dan putih. Sedangkan beras hasil perendaman pada suhu 90 dan 100 °C kurang disukai karena kurang cerah. Berdasarkan sifat fisik (warna dan tekstur) serta hasil uji aseptabilitas terhadap beras dan nasi, beras yang paling aseptabel adalah yang direndam menggunakan larutan kalsium laktat atau kalsium glukonat pada suhu 80 °C.

Kata kunci : beras berkalsium, kalsium laktat, kalsium glukonat, sifat fisik, aseptabilitas

ABSTRACT

Calcium fortified-rice from three rice varieties, i.e. low-, medium- and high-amylose rice, fortified with calcium acetate, calcium lactate and calcium gluconate. Those rice were made through consecutive steps of processing, i.e. soaking in 0.8 % calcium salt solution at temperature of 80, 90 and 100 °C, draining and drying at 50-60 °C to moisture content of 10-11 %. The soaking target was to achieve calcium content of rice of 100-110 mg/100 g. Physical properties (texture and colour) and acceptability of fortified-rice were evaluated. The result showed that soaking at temperature of 80 and 90 °C gave brittle product, while soaking at 100 °C gave hard one. Soaking at high temperature tended to reduce the lightness (L), yellowness (b) and redness (a) of the fortified rice. Acceptability of fortified-rice resulted from soaking at 80 °C was higher than that at 90 and 100 °C. Based on physical properties and acceptability of both fortified- and cooked-rice, soaking process at 80 °C, and addition of calcium-lactate or -gluconate used as a fortificants produced the most acceptable product.

Key words: Calcium fortified-rice, calcium lactate, calcium gluconate, physical properties, acceptability

PENDAHULUAN

Beras (*Oryza sativa*) merupakan makanan pokok hampir 50 % penduduk dunia atau sedikitnya 90 % di Asia. Komponen utama beras adalah karbohidrat (77,6 %), protein (7,5 %), lemak (0,9 %) serta vitamin dan mineral (Anonim, 1981). Karbohidrat dalam beras sangat potensial untuk mencukupi kebutuhan energi, namun sebagai makanan pokok

kandungan mikronutien dalam beras seperti kalsium sangat rendah, sehingga masih berpotensi untuk ditingkatkan.

Beras menjadi makanan pokok masyarakat Indonesia, konsumsi rata-rata beras di Indonesia mencapai 284,4 g/hari-orang (Anonim, 2002). Fortifikasi kalsium produk ini berpeluang besar untuk menanggulangi kekurangan kalsium sejak dini. Keuntungannya selain tidak merubah pola makan, kandungan kalsium beras masih sekitar 6 mg/100 g beras

¹ Jurusan Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Jl. Sosio Yustisia, Bulaksumur, Jogjakarta 55281

² Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada, Sekip Utara, Bulaksumur, Jogjakarta 55281

(Anonim, 1981). Beras juga masih memiliki rasio Ca^{2+}/P rendah. Kandungan fosfor (P) 140 mg/100 g beras (Anonim, 1981), rasio Ca^{2+}/P masih sekitar 0,04, sedangkan rasio Ca^{2+}/P yang ideal adalah 2/1 (Brody, 1994). Dengan demikian peningkatan kalsium pada beras juga usaha mencapai rasio Ca^{2+}/P yang baik.

Kalsium (Ca) merupakan makromineral esensial dalam tubuh. Di dalam tubuh terdapat sekitar 1250 g atau 31 mol kalsium pada orang dengan berat badan 70 kg (McCarthy dan Kumar, 2004). Sebanyak 99 % kalsium terdapat dalam tulang dan terikat dalam matriks kristal hidroksi apatit ($Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$), dan hanya sekitar 1 % terdapat dalam cairan intraseluler dan ekstraseluler.

Berdasarkan standar internasional angka anjuran kecukupan asupan kalsium sebesar 800-1200 mg/hari-orang dewasa. Hasil Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi (WKNPG) tahun 2000 menyatakan anjuran asupan kalsium bagi masyarakat Indonesia sebesar 600 mg. Nilai asupan tersebut diperbaiki dan ditingkatkan menjadi 800 mg/hari-orang pada saat WKNPG 2004 (Kartono dan Soekarti, 2004).

Asupan kalsium rata-rata masyarakat Indonesia saat ini baru mencapai 254 mg/ hari-orang (Anonim, 2004b). Asupan kalsium rata-rata masyarakat Indonesia yang masih rendah akan memicu timbulnya beberapa penyakit. Selain mengakibatkan osteoporosis, defisiensi kalsium juga memiliki kontribusi terhadap timbulnya penyakit hipertensi (Narayan dkk., 1998; Grunfeld dkk., 1995), diabetes (Grunfeld dkk., 1995); kanker (Baron dkk., 1999; Wu dkk., 2002).

Sumber kalsium alami yang baik berasal dari susu, namun konsumsi susu masyarakat Indonesia masih rendah yaitu 14 g/hari atau dengan kontribusi kalsium 20 mg/hari (Khomsan, 2003). Sumber kalsium lain yang banyak dikonsumsi saat ini adalah dalam bentuk suplemen. Menurut Niewoehner (1988) dalam Lee dkk. (1996), peningkatan asupan kalsium dalam bahan makanan lebih aman daripada suplemen, karena dalam pencernaan konsentrasi kalsium yang tinggi justru akan menekan remodeling tulang. Oleh karena itu fortifikasi kalsium pada beras adalah pilihan yang sangat tepat. Tujuan penelitian ini adalah untuk melakukan optimasi fortifikasi kalsium pada beras yang ada dipasaran dengan beberapa jenis garam kalsium.

METODE PENELITIAN

Bahan

Gabah amilosa rendah, sedang, dan tinggi masing-masing diwakili oleh varietas Memberamo, Ciherang dan IR-42 diperoleh dari Balai Besar Penelitian Padi, Sukamandi, Subang. Gabah digiling dan disosoh dua kali dengan peng-

giling padi Da ichi *blower rice polisher* (tipe N50 dari Da ichi Engineering Co, Ltd). Garam kalsium yang digunakan adalah kalsium asetat (Merck), kalsium laktat (Sigma) dan kalsium glukonat (Brataco Chemika).

Analisis

Analisis yang dilakukan meliputi: kadar air dengan metode gravimetri (AOAC, 1990), Ca^{2+} dengan metode presipitasi (Watson, 1996), tekstur dengan *Universal Testing Machine* Zwick/ZO.5, warna dengan *Color Reader* CR-10 (Konica Minolta) *Machine*, uji aseptabilitas beras dan sifat tanaknya dengan pengujian inderawi menggunakan metode *Hedonic Test* (Stone dan Sidel, 1993).

Pembuatan beras berkalsium

Beras amilosa rendah, sedang dan tinggi masing-masing difortifikasi dengan tiga garam kalsium (kalsium asetat, laktat, glukonat). Tahapan pembuatan beras berkalsium sebagai berikut: 100 gram beras dan 150 ml larutan kalsium (konsentrasi Ca^{+2} 0,8 % (b/v) untuk tiap garam kalsium) dengan suhu larutan 80, 90, 100°C dimasukkan ke dalam gelas beaker dan diaduk, dilanjutkan penirisan dan pengeringan dengan *fluidized bed drier* pada suhu 50 - 60 °C sampai kadar air 10-11 % (Suyitno dan Wariyah, 2005). Lama perendaman untuk mencapai kadar Ca^{+2} target setiap beras dan jenis garam kalsium mengacu pada Wariyah dkk. (2008) (*in press*). Kondisi optimum fortifikasi untuk tiap varietas beras ditentukan dengan pengujian inderawi berdasarkan kesukaan terhadap beras dan sifat tanaknya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Beras

Beras amilosa rendah (Memberamo), sedang (Ciherang) dan tinggi (IR-42) yang digunakan memiliki kandungan amilosa masing-masing 18,30, 25,96, dan 29,63 %bk (Wariyah dkk., 2007). Menurut Arraullo dkk. (1976) ketiga beras tersebut termasuk dalam kategori beras dengan kandungan amilosa rendah, sedang, dan tinggi. Kandungan pati beras amilosa rendah, sedang dan tinggi masing-masing 86,13, 88,00 dan 84,05 % (bk) (Wariyah dkk., 2007). Menurut Lii dkk. (1996) dan Wariyah dkk. (2007), kandungan pati yang tinggi akan berpengaruh terhadap kemampuan absorpsi air, struktur granula lebih rapat dan rigid, sehingga kemampuan *swelling* rendah dan suhu gelatinisasi meningkat. Suhu gelatinisasi beras amilosa rendah, sedang dan tinggi masing-masing 63,00; 72,50 dan 63,40 °C (Wariyah, dkk., 2008) (*in press*). Pada umumnya beras dengan suhu gelatinisasi tinggi

waktu penanakannya lebih lama. Selain itu, ternyata ketiga sampel beras telah mengandung kalsium (Ca²⁺) meskipun rendah, yakni masing-masing sebesar 4,92, 4,36 dan 5,02 % (bk) (Wariyah, dkk., 2007). Data tersebut selaras dengan pendapat Anonim (1981), yang menyatakan kandungan Ca²⁺ rata-rata beras giling adalah kurang dari 6 mg Ca²⁺ /100g bahan.

Sifat Beras Berkalsium

Tekstur. Kekerasan dan deformasi beras (tanpa kalsium) untuk beras amilosa rendah, sedang dan tinggi masing-masing sebesar 130,44 N dan 14,11%; 80,30 N dan 9,01 %; 86,67 N dan 14,72 %, sedangkan kekerasan beras berkalsium seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1 . Kekerasan Beras Berkalsium

		Amilosa rendah* (Memberamo)		Amilosa sedang* (Ciherang)		Amilosa tinggi* (IR-42)	
		Gaya (N)	Deformasi (%)	Gaya (N)	Deformasi (%)	Gaya (N)	Deformasi (%)
Sebelum fortifikasi		130,44	14,11	80,30	9,01	86,67	14,72
Setelah fortifikasi							
Suhu (°C)	Sumber Ca						
80	Ca-asetat	85,07a	16,22b	60,34a	7,03a	36,23a	6,03cde
	Ca-laktat	81,91a	11,38a	77,20a	8,37ab	35,99a	6,37de
	Ca-glukonat	61,36a	10,26a	63,96a	7,78ab	44,15ab	6,90e
90	Ca-asetat	84,24a	11,08a	83,99a	9,40bc	58,40c	6,69e
	Ca-laktat	71,16a	10,21a	84,45a	10,52c	50,79bc	5,27bcd
	Ca-glukonat	131,58b	14,48b	88,14a	10,45c	47,30abc	3,97a
100	Ca-asetat	139,21b	15,02b	154,94b	23,37e	50,59bc	4,88abc
	Ca-laktat	150,51b	14,68b	163,27b	22,52e	40,95ab	4,57ab
	Ca-glukonat	142,99b	13,97b	128,53b	13,96d	43,03ab	5,39bcd

* Huruf yang sama pada kolom yang sama untuk tiap varietas beras menunjukkan tidak berbeda nyata (p≤ 0,05).

Fortifikasi kalsium dengan perendaman pada suhu 80-90 °C cenderung menyebabkan kekerasan beras amilosa rendah, sedang maupun tinggi menurun atau menjadi lebih rapuh, sehingga gaya yang dapat ditahan semakin rendah. Hal ini ditunjukkan juga oleh nilai deformasinya. Ternyata perendaman menurunkan kekerasan sampai sebesar 52,96; 20,39 dan 58,48 % serta nilai deformasi turun sampai 27,64; 21,96 dan 73,03 %, masing-masing untuk beras amilosa rendah, sedang dan tinggi. Sedangkan perendaman pada suhu tinggi mengakibatkan nilai kekerasan dan persen deformasi beras meningkat, beras menjadi keras dan liat.

Faktor yang menyebabkan perubahan tekstur beras antara lain adalah terjadinya gelatinisasi pati beras dan berkembangnya *cracks* menjadi *hollow* pada biji beras. Gela-

tinisasi dapat mengakibatkan peningkatan kekerasan beras. Peningkatan tersebut diduga karena terjadi pemerangkapan kalsium dan pembentukan kompleks kalsium dengan polimer amilosa serta proses retrogradasi dari pragelatinisasi pati yang terjadi selama proses fortifikasi (Lee dkk. (1996). Menurut Miah dkk. (2002), perendaman pada suhu tinggi dapat meningkatkan resistensi beras untuk pecah. Pada perendaman dengan suhu 80 °C selama 45-120 menit diketahui bahwa tingkat gelatinisasi pati antara 57-86 % dan retrogradasi biji beras setelah perendaman semakin meningkat, sehingga tekstur beras semakin keras. Sementara Horigane dkk. (1999), menyatakan bahwa perendaman beras pada suhu yang semakin tinggi akan menyebabkan terbentuk *hollow* yang berkembang dari bagian *cracks* beras bersamaan dengan terjadinya gelatinisasi. Perendaman beras pada suhu

100 °C selama 5 menit dihasilkan *hollow* dengan jumlah dan ukuran yang relatif besar, namun pada perendaman selama 15 menit ukuran *hollow* menjadi berlebih seiring dengan terjadinya gelatinisasi seluruh bagian biji beras. Ukuran dan jumlah *hollow* menentukan kerapuhan beras. Oleh karena itu beras berkalsium yang direndam pada suhu antara 80-90 °C teksturnya lebih rapuh dibandingkan pada suhu 100 °C. Penelitian Lee dkk. (1996) pada fortifikasi beras dengan perendaman dalam larutan Ca-laktat 1,5 dan 3 % selama 3 jam dilanjutkan *steaming* 10 menit yang menghasilkan beras berkalsium dengan tekstur yang keras yakni 11,8 dan 11,1 kg/biji, lebih tinggi daripada beras normal yang mempunyai nilai kekerasannya hanya sebesar 7,9 kg/biji.

Berdasarkan kadar amilosa, semakin tinggi kadar amilosa kekerasan dan elastisitas beras berkalsium semakin rendah. Menurut Horigane dkk. (2000), *hollow ratio* (total volume *hollow*/volume biji) pada beras dengan amilosa tinggi (Hoshiyutaka) cukup besar yaitu sekitar 2,5 % lebih tinggi dibandingkan beras amilosa rendah dan sedang. Oleh karena itu beras berkalsium dengan amilosa tinggi lebih mudah patah dan elastisitasnya rendah. Hal ini disebabkan amilosa berantai lurus, sehingga gel yang dihasilkan tidak elastis. Gonzalez dkk. (2004) menyatakan bahwa semakin tinggi kadar amilosa viskoelastisitas beras semakin turun.

Jenis garam kurang memberikan pengaruh terhadap tekstur untuk beras yang sama. Hal ini kemungkinan disebabkan kadar kalsium target sama yaitu 110 mg/100 g beras. Rico dkk. (2007) menyatakan bahwa kadar kalsium dalam wortel yang direndam dalam larutan Ca-laktat (15 g/L) pada suhu 25 dan 50 °C masing-masing adalah 0,162 dan 0,191 mg/100 g ternyata belum berpengaruh terhadap kekerasan wortel.

Warna. Pengukuran warna secara obyektif dinyatakan dalam jumlah sinar tertentu yang dipantulkan oleh benda yang dinyatakan dalam nilai *lightness* atau kecerahan (L) antara 0 (hitam) sampai 100 (putih), *yellowness* (b) dari -60 (biru) sampai +60 (kuning) dan *redness* (a) antara -60 (hijau) sampai +60 (merah) (Suwansri dan Meullenet, 2004). Hasil pengukuran warna beras seperti pada Tabel 2.

Warna beras yang tidak difortifikasi dengan kalsium, nilai L, b dan a untuk tiap varietas beras masing-masing adalah

65,45;18,73; 4,07 untuk beras amilosa rendah; beras amilosa sedang 64,64; 16,53; 3,82 dan beras amilosa tinggi 68,07; 18,55; 3,93. Jenis garam kalsium ternyata menghasilkan beras dengan warna hampir sama. Namun berdasarkan varietasnya beras berkalsium dari beras amilosa rendah, sedang dan tinggi nilai L dan a cenderung tetap, sedangkan nilai b cenderung naik. Penelitian Lee dkk. (1996) menunjukkan beras yang difortifikasi dengan Ca-laktat 1,5 dan 3 % dengan perendaman suhu kamar selama 3 jam dilanjutkan *steaming* nilai L tetap, a turun dan nilai b naik. Perbedaan hasil pada nilai a kemungkinan disebabkan suhu dan lama perendaman yang berbeda. Pada penelitian ini suhu larutan perendam antara 80-100 °C selama 30-40 menit, sehingga menghasilkan warna yang sedikit berubah.

Berdasarkan suhu perendaman yang digunakan menunjukkan semakin tinggi suhu nilai L, b dan a cenderung menurun. Artinya bahwa warna beras berkalsium baik dari beras amilosa rendah, sedang maupun tinggi semakin kurang cerah dan putih. Menurut Lee dkk. (1996), pada beras berkalsium yang diproses dengan perendaman dilanjutkan dengan *steaming* terjadi peningkatan *translucent* (kejernihan). Diperkirakan peningkatan kejernihan ini karena terjadinya gelatinisasi pati yang menyebabkan sel pati rapat dan struktur protein dalam beras membentuk massa yang kompak, sehingga mengurangi *light scattering* di antara granula. Oleh karena itu semakin tinggi suhu berarti tingkat gelatinisasi semakin besar, sehingga menghasilkan beras berkalsium yang kurang cerah dan putih. Sedangkan Miah dkk. (2002) dari

Tabel 2. Warna Beras Berkalsium

		Amilosa rendah* (Memberamo)			Amilosa sedang* (Ciherang)			Amilosa tinggi* (IR-42)		
		L	b	a	L	b	a	L	b	a
Beras sebelum fortifikasi**		65,45	18,73	4,07	64,64	16,53	3,82	68,07	18,55	3,93
Beras fortifikasi										
Suhu (°C)	Sumber Ca									
80	Ca-asetat	68,35d	19,47c	4,15c	70,99ef	19,04c	4,20cd	69,32d	19,33	3,78ab
	Ca-laktat	67,13cd	19,02c	4,07bc	69,90de	18,65c	4,07abc	70,23d	18,68	4,05c
	Ca-glukonat	67,77cd	19,12c	4,20c	72,26f	18,75c	4,46d	69,90d	18,67	3,65a
90	Ca-asetat	65,52c	19,50c	3,87abc	68,43cd	18,60c	4,04abc	67,02c	19,10	3,70a
	Ca-laktat	66,30cd	19,32c	4,09bc	66,40bc	17,61a	4,47d	69,45d	18,93	3,65a
	Ca-glukonat	61,27b	17,77b	3,80abc	69,35de	18,17b	4,47d	69,05d	19,32	3,95bc
100	Ca-asetat	60,18ab	17,35ab	4,02bc	61,61a	17,27a	3,83ab	65,27ab	19,13	3,68a
	Ca-laktat	58,19a	16,71a	3,58a	62,13a	17,17a	3,76a	64,60a	18,73	3,82ab
	Ca-glukonat	60,16ab	17,41ab	3,73ab	64,55b	18,07b	4,12bc	66,43bc	18,85	3,72a

Keterangan : *) Huruf yang sama pada kolom yang sama untuk tiap varietas beras menunjukkan tidak berbeda nyata $p \leq 0,05$

***) tidak dilakukan uji kesukaan dengan beras berkalsium

hasil penelitiannya menyatakan bahwa perendaman padi pada proses *parboiling* pada suhu tinggi (80 °C) akan meningkatkan kejernihan beras bila perendaman semakin lama. Pati pada biji beras yang belum mengalami gelatinisasi akan memberikan warna putih, sedangkan yang sudah mengalami gelatinisasi menjadi jernih. Oleh karena itu semakin lama perendaman pada suhu tinggi tingkat gelatinisasi semakin tinggi, warna beras semakin tidak cerah dan putih. Kondisi perendaman yang masih dapat menghasilkan beras dengan kualitas yang baik adalah perendaman pada suhu 80 °C, selama 45 menit. Pada kondisi tersebut gelatinisasi mencapai sekitar 57 %.

Aseptabilitas Beras

Untuk menentukan aseptabilitas beras berkalsium, maka dilakukan pengujian organoleptik terhadap ketiga golongan beras. Tabel 3, 4 dan 5 masing-masing merupakan hasil penilaian panelis terhadap beras dan nasi dari beras amilosa rendah, sedang dan tinggi.

Bau. Hasil uji kesukaan terhadap bau beras berkalsium dari beras amilosa rendah, sedang, tinggi yang difortifikasi

dengan kalsium asetat, laktat dan glukonat menunjukkan bahwa beras berkalsium menggunakan kalsium asetat baik yang dibuat dengan perendaman pada suhu 80, 90 dan 100 °C tidak disukai, sedangkan penggunaan kalsium laktat dan kalsium glukonat tetap disukai. Menurut Anonim (2004a), kalsium asetat memiliki rasa dan bau khas asam. Pada penelitian pendahuluan, telah diteliti ambang batas terkecil (threshold) kalsium asetat yakni sebesar 189 mg Ca⁺⁺ /100g beras. Namun ternyata beras yang dihasilkan apabila dibandingkan dengan beras dengan kalsium laktat dan glukonat tetap kurang disukai.

Bau yang kurang disukai dari beras ternyata juga masih dapat dirasakan pada nasinya, sehingga mempengaruhi bau khas nasi. Bau nasi dari beras berkalsium yang ditambah kalsium asetat juga kurang disukai. Sedangkan yang ditambah kalsium laktat dan glukonat tetap atau masih disukai. Menurut Grosch dan Schieberle (1997), bau khas nasi ditentukan terutama oleh senyawa 2-acetyl-1-pyrroline yang pada beras terdapat dalam jumlah sekitar 156-760 mg/kg. Dengan penambahan kalsium asetat, senyawa yang menyebabkan

Tabel 3. Hasil uji kesukaan terhadap beras dan nasi berkalsium dari beras amilosa rendah (Memberamo)

Suhu (°C)	Garam Ca-	Bau*	Warna *	Kekerasan*	Kekenyalan*	Kelengketan*	Rasa *	Keseluruhan*
Beras**)								
80	Ca-asetat	4,68bc	7,28e	6,56c				5,92c
	Ca-laktat	6,64d	6,84de	6,56c				6,96d
	Ca-gluko	6,92d	7,24e	6,56c				7,08d
90	Ca-asetat	3,84a	6,00c	5,80c				5,84c
	Ca-laktat	5,96d	6,36cd	6,20c				5,68c
	Ca-glukonat	5,24c	4,32b	4,48b				4,64b
100	Ca-asetat	4,48ab	3,32a	4,20ab				3,76a
	Ca-laktat	5,00bc	3,44a	3,64a				3,64a
	Ca-glukonat	4,80bc	3,48a	3,68a				3,68a
Nasi								
80	Ca-asetat	5,40bc	6,92c	5,16ab	5,24bc	5,16abc	5,00ab	5,40cd
	Ca-laktat	6,80d	6,92c	6,08c	6,04d	6,28cd	6,40d	6,60e
	Ca-glukonat	6,96d	7,12c	6,44c	6,04d	5,56c	6,44d	6,64e
90	Ca-asetat	4,24a	5,84b	5,44b	5,16bc	5,56c	4,88a	5,56d
	Ca-laktat	6,00c	6,12b	6,20c	5,64cd	5,80cd	6,48d	5,68d
	Ca-glukonat	5,72bc	5,12a	5,12ab	5,32bc	5,36bc	6,08cd	5,40cd
100	Ca-asetat	5,28b	4,72a	5,40b	5,84ab	5,24abc	5,60bc	4,96bc
	Ca-laktat	5,40bc	4,60a	4,76a	4,32a	4,72ab	5,32ab	4,76ab
	Ca-glukonat	5,24b	4,68a	4,76a	4,16a	4,60a	6,00cd	4,40a

*) Huruf yang sama dibelakang angka menunjukkan tidak berbeda nyata (p≤ 0,05).

***) tidak dilakukan uji kekenyalandan kelengketan dan rasa.

Nilai 9 : amat sangat suka, 5 : netral dan 1 : amat sangat tidak suka.

aroma tersebut kemungkinan tertutup, sehingga mengurangi bau khas beras.

Warna. Warna khas beras adalah putih yang terutama ditentukan oleh kandungan patinya. Hasil uji kesukaan terhadap warna beras berkalsium dari beras amilosa rendah, sedang dan tinggi menunjukkan tingkat kesukaan terhadap warna beras semakin menurun dengan semakin tinggi suhu perendaman (Tabel 3, 4, 5). Beras yang dibuat dengan perendaman pada suhu 80 °C paling disukai, pada suhu 90°C netral dan yang direndam pada suhu 100 °C tidak disukai. Apabila hasil ini dihubungkan dengan hasil pengukuran secara obyektif (Tabel 2), nilai L, a dan b semakin turun dengan meningkatnya suhu perendaman, artinya warna beras semakin tidak putih. Oleh karena itu peningkatan suhu perendaman mengakibatkan warna beras menjadi tidak disukai. Perbedaan warna tersebut ternyata juga berpengaruh terhadap warna nasi (Tabel 3, 4, 5).

Warna nasi yang disukai adalah nasi yang berasal dari beras berkalsium hasil perendaman pada suhu 80°C. Sedangkan warna beras maupun nasi dari jenis garam kalsium tidak berpengaruh nyata terhadap warna nasi.

Tekstur. Secara indrawi tekstur adalah sifat bahan makanan yang dapat dinilai dengan indra peraba dengan tangan (*finger feel*) atau dengan indra perasa dengan mulut (*mouthfeel*) (Kramer dan Twigg, 1970). Tekstur beras umumnya ditentukan berdasarkan kekerasannya (*hardness*), sedangkan tekstur nasi ditentukan berdasarkan kelengketan (*adhesiveness*), kekerasan (*hardness*) dan kekenyalan (*cohesiveness*). Menurut Meullenet dkk.(2000), *adhesiveness* adalah tingkat (derajat) sampel dapat melekat di bibir, kekerasan adalah gaya yang dibutuhkan untuk menekan sampel dan kekenyalan adalah jumlah sampel liat yang dapat tertahan bersama-sama dalam mulut.

Tabel 4. Hasil uji kesukaan terhadap beras dan nasi berkalsium dari beras amilosa sedang (Ciherang)

Suhu (°C)	Garam Ca-	Bau*	Warna*	Kekerasan*	Kekenyalan*	Kelengketan*	Rasa *	Keseluruhan*
Beras**)								
80	Ca-asetat	4,12a	7,48cd	6,60d				5,52d
	Ca-laktat	7,28d	7,88d	6,72d				7,36e
	Ca-glukonat	7,00d	7,24c	6,68d				7,20e
90	Ca-asetat	4,16a	4,88b	5,60c				4,80bc
	Ca-laktat	5,76c	4,80b	5,32c				5,08cd
	Ca-gluko	5,92c	4,96b	5,56c				5,44d
100	Ca-asetat	3,72a	3,72a	3,80a				3,84a
	Ca-laktat	5,24b	4,08a	4,44b				4,48b
	Ca-glukonat	5,12b	3,92a	4,32ab				4,52bc
Nasi								
80	Ca-asetat	4,64ab	7,48d	5,80ab	5,40a	5,88	5,84abc	5,08a
	Ca-laktat	6,36cde	7,40d	5,80ab	6,08bcd	6,12	6,52c	6,52cd
	Ca-glukonat	6,60e	7,28d	5,76ab	6,44cd	6,20	6,44c	6,72d
90	Ca-asetat	5,00b	5,48b	6,56c	6,52d	6,12	5,52a	5,08a
	Ca-laktat	6,40cde	6,24c	6,20bc	6,40cd	6,12	6,28bc	6,04bc
	Ca-glukonat	6,52de	5,60b	6,12bc	6,36cd	6,24	6,12abc	5,84bc
100	Ca-asetat	4,24a	4,68a	5,88ab	5,56ab	6,32	5,56a	4,96a
	Ca-laktat	5,84c	4,68a	5,76ab	5,76ab	6,12	5,64ab	5,92b
	Ca-glukonat	5,96cd	5,28b	5,40a	5,84abc	5,80	5,84abc	5,67b

*) Huruf yang sama dibelakang angka menunjukkan tidak berbeda nyata ($p \leq 0,05$).

***) tidak dilakukan uji kekenyalan, kelengketan dan rasa.

Nilai 9 : amat sangat suka, 5 : netral dan 1 : amat sangat tidak suka.

Tabel 5. Hasil uji kesukaan terhadap beras dan nasi berkalsium dari beras amilosa tinggi (IR-42)

Suhu (°C)	Garam Ca-	Bau*	Warna*	Kekerasan*	Kekenyalan*	Kelengketan*	Rasa*	Keseluruhan*
Beras**)								
80	Ca-asetat	3,68a	6,96c	6,00cd				5,00ab
	Ca-laktat	6,60cd	6,92c	6,56de				6,80c
	Ca-glukonat	6,84d	6,88c	6,92e				6,88c
90	Ca-asetat	4,28a	6,00b	5,80bc				5,40b
	Ca-laktat	5,88b	6,32b	5,20ab				5,48b
	Ca-glukonat	6,08bc	5,96b	5,00a				5,40b
100	Ca-asetat	4,04a	4,76a	4,68a				4,48a
	Ca-laktat	5,68b	5,04a	5,12a				5,56b
	Ca-glukonat	6,24bc	4,64a	4,84a				5,60b
Nasi								
80	Ca-asetat	3,92a	6,72de	4,36a	5,04ab	5,36ab	5,33abc	4,60a
	Ca-laktat	6,42bc	6,96e	5,20cd	5,71c	5,48ab	6,38e	6,32cd
	Ca-glukonat	6,58bc	6,84de	5,40d	5,63bc	5,60ab	6,25de	6,52d
90	Ca-asetat	4,00a	5,80ab	4,48ab	4,92a	5,48ab	5,21ab	4,36a
	Ca-laktat	6,00b	6,64de	5,12bcd	4,75a	5,92b	5,67bcd	5,76bc
	Ca-glukonat	6,08bc	6,40cd	5,48d	5,13abc	5,64ab	5,92cde	5,80bc
100	Ca-asetat	4,08a	5,32a	4,40a	4,58a	5,20a	4,88a	4,48a
	Ca-laktat	6,25bc	5,92bc	4,64abc	4,70a	5,20a	5,88bcde	5,48b
	Ca-glukonat	6,04b	5,92bc	4,64abc	4,46a	5,36ab	5,79bcde	5,48b

*) Huruf yang sama dibelakang angka menunjukkan tidak berbeda nyata (p≤ 0,05).

**) tidak dilakukan uji kekenyalan, rasa, dan kelengketan

Nilai 9: amat sangat suka, 5 : netral dan 1: amat sangat tidak suka.

Kang dkk. (2006) menyatakan bahwa tekstur nasi dipengaruhi antara lain oleh ultrastruktur dari biji beras seperti kekompakan dan ukuran granula pati, serta ukuran rongga udara (*air space*) antar granula. Beras *japonica* yang granulanya lebih kompak dan ukurannya lebih besar daripada beras *indica*, tekstur nasi lebih lengket dan kurang keras dibandingkan beras *indica*. Sedangkan beras *waxy (japonica dan indica)* ukuran rongga udara antara granula lebih besar, sehingga selain lengket juga kenampakannya buram.

Hasil uji kesukaan terhadap tekstur beras amilosa rendah, sedang dan tinggi menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu perendaman tekstur beras semakin tidak disukai. Pada beras yang direndam pada suhu 80°C teksturnya disukai, sedang suhu 90 dan 100 °C kurang disukai. Bila dikaitkan dengan pengukuran secara obyektif (Tabel 1), peningkatan suhu perendaman mengakibatkan beras menjadi keras, lebih keras daripada beras normal sehingga menjadikan beras tidak disukai. Tekstur nasi amilosa rendah dan sedang termasuk disukai, namun pada beras amilosa tinggi kurang disukai. Secara inderawi, *cooking quality* beras dengan amilosa rendah

dicirikan dengan teksturnya yang lunak dan lengket (*soft and sticky*), sedang beras dengan amilosa tinggi teksturnya keras (*firm and fluffy*) (Perdon dkk., 1999).

Berdasarkan suhu perendaman, maka nasi yang dibuat dari beras yang direndam pada suhu 80 dan 90°C termasuk disukai, namun pada suhu 100°C kurang disukai. Hal ini kemungkinan disebabkan karena perendaman pada suhu 100°C sudah menghasilkan beras dengan tingkat gelatinisasi tinggi, sehingga apabila ditanak teksturnya sudah tidak seperti beras biasa.

Rasa. Pengujian atribut mutu rasa dilakukan pada nasi. Menurut Tran dkk. (2005), rasa nasi terutama ditentukan oleh sukrosa (kemanisan), asam glutamat dan asam aspartat (*umami taste*). Hasil uji kesukaan terhadap rasa nasi menunjukkan perbedaan yang nyata dan nasi yang paling disukai adalah dari beras yang dibuat dengan perendaman dalam larutan Ca-laktat dan Ca-glukonat pada suhu 80 dan 90 °C, baik dari beras amilosa rendah, sedang maupun tinggi. Sedangkan pada nasi yang dibuat dengan perendaman pada larutan Ca-asetat kurang disukai karena rasanya agak asam.

Kesukaan keseluruhan. Berdasarkan bau, warna, dan teksturnya, beras dari amilosa rendah yang paling disukai adalah yang dibuat dengan perendaman dengan larutan kalsium laktat dan glukonat pada suhu 80 °C. Beras tersebut masih memiliki sifat-sifat seperti beras biasa seperti warnanya yang putih, tekstur tidak terlalu keras dan bau khas beras. Demikian pula nasi yang dihasilkan memiliki bau, warna, tekstur dan rasa yang disukai.

Pada beras dengan amilosa sedang tingkat kesukaannya hampir sama dengan beras amilosa rendah. Namun tekstur nasi yang disukai adalah yang dibuat dengan perendaman pada suhu 80-90 °C baik perendaman dengan kalsium laktat maupun glukonat. Demikian pula rasanya. Secara keseluruhan yang disukai adalah nasi yang dibuat dengan perendaman pada suhu 80 °C menggunakan kalsium laktat dan glukonat dan perendaman dengan kalsium laktat pada suhu 90 °C.

Pada beras dengan amilosa tinggi, tingkat kesukaan rata-rata terhadap beras maupun nasinya lebih rendah dibandingkan dengan beras amilosa rendah dan sedang. Hal ini disebabkan karena sifat alamiah beras amilosa tinggi yang "pera", sehingga kurang disukai. Secara keseluruhan beras dan nasi yang disukai adalah dari beras amilosa tinggi adalah yang dibuat dengan perendaman dalam larutan kalsium laktat dan glukonat pada suhu 80 °C.

KESIMPULAN

Beras berkalsium dari beras amilosa rendah, sedang dan tinggi yang dibuat dengan perendaman dalam larutan kalsium asetat, laktat dan glukonat pada suhu dibawah 100 °C mempunyai tekstur yang rapuh (mudah patah). Semakin tinggi suhu perendaman warna beras berkalsium semakin kurang cerah dan kurang putih. Beras berkalsium yang dibuat dengan perendaman pada suhu 80 °C warnanya paling cerah dan putih. Berdasarkan sifat fisik (warna dan tekstur) serta hasil uji organoleptik terhadap beras dan nasi, beras berkalsium yang paling aseptabel atau disukai dari beras amilosa rendah, sedang maupun tinggi adalah beras yang dibuat dengan perendaman pada suhu 80 °C menggunakan larutan kalsium laktat atau kalsium glukonat.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim (1981). *Daftar Komposisi Bahan Makanan*. Bhratara Karya Aksara, Jakarta.
- Anonim (2002). *Perkembangan Konsumsi Pangan Penduduk Indonesia 1993-1999 (Susenas)*, Outline Lokakarya Kebutuhan Konsumsi, Kerjasama PSKPG IPB, 2-7 Juni 2002, Lembang, Bandung.
- Anonim (2004a). Nature's Life. <http://www.naturelife.com/>. [16 April 2006].
- Anonim (2004b). Osteoporosis Keropos Tulang yang makin Populer. <http://www.IDI Online.Org>. [21 Juli 2006].
- AOAC (1990). *Officials Methods of Analysis of AOAC International*. 16th Edn. Agricultural Chemicals, Contaminant, Drug. Washington D.C.
- Araullo, E.V., De Padua, D.B., dan Graham, M. (1976). *Rice Postharvest Technology*, International Development Research Centre, Ottawa.
- Baron, J.A., Mandel, J.S., van Stolk, R.U., Haile, R.W., Sandler, R.S., Rothstein, R., Summers, R.W., Snover, D.C., Beck, G.C., Bond, J.H. dan Berg, E.R.G. (1999). Calcium supplement for the prevention of colorectal adenomas. *The New England Journal of Medicine* **34**: 101-107.
- Brody, T. (1994). *Nutritional Biochemistry*, Academic Press, San Diego.
- Kartono, D. dan Soekarti, M. (2004). *Angka Kecukupan Gizi Mineral : kalsium, fosfor, magnesium, Besi, Yodium, Seng, Selenium, Mangan dan Flour*, Widya Karya Nasional Pangan dan Gizi VIII, LIPI, Jakarta.
- Gonzalez, R.J., Livore, A. dan Pons, B. (2004). Physico-chemical and cooking characteristic of some rice varieties. *Brazilian Archives of Biology and Technology an International Journal* **47**: 71-76.
- Grosch, W. dan Schieberle, P. (1997). Flavor of cereal product-A review. *Cereal Chemistry* **74**: 91-97.
- Grunfeld, B., Gimenez, M., Romo, M., Rabinonch, L. dan Simsolo, R.B. (1995). *Adollescent Offspring of Essensial Hypertensive Parents*. Hypertension, American Heart Association Inc. **26**: 1070-1073.
- Horigane, A.K., Engelaar, W.M.H.G., Toyoshima, H., Ono, H., Sakai, M., Okubo, A. dan Nagata, T. (2000). Differences in hollow volumes in cooked rice grains with various amylose content as determined by NMR micro imaging. *Journal of Food Science* **65**: 408-412.
- Horigane, A.K., Toyoshima, H., Hemmi, H., Engelaar, W.M.H.G., Okubo, A dan Nagata, T. (1999). Internal hollow in cooked rice grains (*Oryza sativa* cv. Koshihikari) observed by NMR micro imaging. *Journal of Food Science* **64**: 1-5.
- Kang, H.J., Hwang, I.K., Kim, K.S. dan Choi, H.C. (2006). Comparison of the physicochemical properties and ultrastructure of Japonica and Indica rice grains. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* **54**: 4833 – 4838.
- Khomsan, A. (2003). *Budaya Minum Susu dan Peringkat SDM Kita*. Tabloid Senior.[22 Mei 2003].

- Krammer, A.A. dan Twigg, B.A. (1970). *Fundamental of Quality Control for the Food Industry*. The AVI Publishing Company, Inc. Wesport.
- Lee, M.H., Hettiarachchy, N.S., Gnanasambandam, R. dan McNew, R.W. (1995). Physicochemical properties of calcium-fortified rice. *Cereal Chemistry* **72**: 352-355.
- Lii, Y. C., Tsai, M.L. dan Tseng, K.H. (1996). Effect of amylose content on the rheological property of rice starch. *Cereal Chemistry* **73**: 415-420.
- McCarthy, J.T. dan Kumar, R. (2004). Divalent cation metabolism : Calcium. <http://www.kidneyatlas.org>. [22 April 2006].
- Meullenet, J.F., Marks, B.P., Hankins, J.A., Griffin, V.K. dan Daniels, M.G. (2000). Sensory quality of cooked long-grain rice as affected by rough rice moisture content, storage temperature, and storage duration. *Cereal Chemistry* **77**: 259-263.
- Miah, T.K., Haque, A., Douglass, M.P. dan Clarke, B. (2002). Parboiling rice. Part II: Effect of hot soaking time on the degree of starch gelatinization. *International Journal of Food Science and Technology* **37**: 539-545.
- Narayan, K.M.V., Hanson, K.L., Smith, C.J., Nelson, R.G., Gyenizse, S.B., Pettitt, D.S. dan Knowler, W.C. (1998). Dietary calcium and blood pressure in a native American population. *Journal of American College of Nutrition* **17**: 59-64.
- Perdon, A.A., Siebenmorgen, T.J., Buescher, R.W. dan Gbur, E.E. (1999). Starch retrogradation and texture of cooked milled rice during storage. *Journal of Food Science* **64**: 828-832.
- Rico, D., Martin-Diana, A.B., Frias, J.M., Barat, J.M., Henehan, G.T.M. dan Barry-Rya, C. (2007). Improvement in texture using calcium lactate and heat-shock. *Journal of Food Engineering* **79**: 1196-1206.
- Stone, H dan Sidel, J.L. (1993). *Sensory Evaluation Practices*, Academic Press, Inc., New York.
- Suwansri, S. dan Meullenet, J.E. (2004). Physicochemical characterization and consumer acceptance by asian consumers of aromatic jasmine rice. *Journal of Food Science* **69**: 30-37.
- Suyitno dan Wariyah, C. (2005). *Optimasi Pengeringan Beras Siap Tanak*. Laporan Penelitian, Pusat Studi Pangan dan Gizi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Tran, T.U., Suzuki, K., Okadame, H., Ikezaki, H., Homma, S. dan Ohtsubo, K. (2005). Detection of changes in taste of *japonica* and *indica* brown and milled rice (*Oryza sativa* L.) during storage using physicochemical analyses and a taste sensing system. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* **53**: 1108-1118.
- Wariyah, C., Anwar, C., Astuti, M. dan Supriyadi (2007). Kinetika penyerapan air pada beras. *Agritech* **27**: 112-117.
- Wariyah, C., Anwar, C., Astuti, M. dan Supriyadi (2008). Calcium absorption kinetic on Indonesian rice. *Indonesian Journal of Chemistry*. In press.
- Watson, C.A. (1996). *Official and Standardized Methods of Analysis*, 3rd edn. The Royal Society of Chemistry, Thomas Graham House, Science Park, Cambridge.
- Wu, K., Willt, W.C., Fuchs, C.S., Colditz, G.A. dan Giovannucci, E.L. (2002). Calcium intake and risk of colon cancer in woman and man. *Journal of National Cancer Institute* **94**: 437-447.