

EKSTRAK GALAKTOMANAN PADA DAGING BUAH KELAPA DAN AMPASNYA SERTA MANFAATNYA UNTUK PANGAN

Extraction of Galactomannan on the Coconut Meat, "Sapal", and Function for Food

RINDENGAN BARLINA

Balai Penelitian Tanaman Palma

Indonesian Palm Crops Research Institute

Jalan Raya Mapanget, Manado 95001 – Indonesia

Telp. (0431) 812430. Faks. (0431) 812017

E-mail: barlina_rindengan@yahoo.com

Diterima: 17 Februari 2015 ; Direvisi: 2 Maret 2015 ; Disetujui: 12 April 2015

RINGKASAN

Galaktomanan adalah polimer yang mengandung unit mannopiranosida dengan ikatan β -(1-4) dan unit galaktopiranosida dengan ikatan α -(1-6). Sumber galaktomanan yang telah dikembangkan adalah dari biji tanaman Leguminosae, yaitu fenugreek (*Trigonella foenum graecum*). Harga 250 mg ekstrak fenugreek berkadar 85% galaktomanan mencapai US\$ 26,75 atau Rp.250.000.- Senyawa galaktomanan terkandung juga pada daging buah kelapa. Semakin matang buah kelapa berat galaktomanan akan meningkat dan terbukti pada ampas kelapa terkandung kadar galaktomanan yang tinggi. Galaktomanan memiliki banyak manfaat dalam industri pangan, kesehatan dan lingkungan hidup. Ampas kelapa yang telah diolah menjadi tepung dapat disubstitusi pada pengolahan makanan ringan sehingga produk memiliki Indeks Glykemik (IG) rendah. Isolasi galaktomanan menggunakan larutan isolat abu tungku 4% pada ampas kelapa 400 g diperoleh berat kering isolat galaktomanan 134,4g. Penggunaan isolat galaktomanan kelapa selama 52 hari pada kelinci percobaan (hiperkolesterol), dapat mencegah kenaikan kadar total kolesterol 24 mg/dl, obat penurun kolesterol hanya 16 mg/dl, mencegah kenaikan LDL 15 mg/dl sama dengan obat penurun kolesterol, meningkatkan HDL 1 mg/dl, sedangkan yang diberi obat meningkatkan HDL 2 mg/dl dan mencegah kenaikan trigliserida (TG) 18 mg/dl. Dengan melihat manfaat galaktomanan dalam industri pangan, kesehatan, lingkungan hidup dan nilai ekonomi yang cukup baik, maka potensi ini perlu dikembangkan.

Kata kunci: Kelapa, ampas, galaktomanan, isolasi, pangan, kesehatan

ABSTRACT

Galactomannan is a polymer containing units mannopiranosida with β -(1-4) and unit galactopiranosida with bonding α -(1-6). Galactomannan source that has been developed is of plant seeds Leguminosae, the fenugreek (*Trigonella foenum graecum*). The price of 250 mg extract of fenugreek yield 85% galactomannan reach to US \$ 26.75 (Rp.250,000). Galactomannan compound also contained in the coconut meat. The more mature of coconuts fruit, galactomannan compounds will increase. Coconut pulp that has been processed into flour can be substituted on the processing of snacks so that the product has Glykemik index (GI) is low. Isolation galactomannan using 4% of furnace ash solution and coconut pulp 400 g obtained galactomannan isolates 134,4g. The use of coconut galactomannan isolates for 52 days in the rabbit (hypercholesterolemia), can prevent the increase in total cholesterol levels of 24 mg / dl, cholesterol- drugs only 16 mg /dl, preventing the increase in LDL of 15 mg /dl together with cholesterol- drugs, increase HDL 1 mg /dl, while the drug to increase HDL 2 mg /dl, and prevent the increase in triglycerides (TG) 18 mg /dl. By looking at the benefits galactomannan in the food industry, health, environmental and economic value, this potential needs to develop.

Keywords: Coconut, sapal, galactomannan, isolation, food, health

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki areal tanaman kelapa terluas di dunia, yaitu mencapai sekitar 3.7 juta ha dengan total produksi 17.100 miliar

butir/tahun (APCC, 2005). Pemanfaatan komponen daging buahnya sebagian besar hanya untuk bahan baku pengolahan kopra, sebagian kecil untuk pembuatan santan, kelapa parut kering (*desiccated coconut*), minyak goreng dan *Virgin Coconut Oil* (VCO) serta dalam bentuk produk kelapa muda. Untuk proses lanjutan dari kopra menjadi minyak kelapa kasar, akan diperoleh bungkil kelapa untuk bahan baku pakan ternak sedangkan kelapa parut kering umumnya diekspor. Pada pengolahan santan, minyak goreng dan VCO melalui proses basah akan diperoleh hasil samping ampas kelapa. Sedangkan dalam bentuk kelapa muda, daging buah biasanya langsung dikonsumsi dalam keadaan segar. Umumnya komponen daging buah kelapa mencapai 30% berat buah kelapa utuh atau berkisar 300-500 gr per buah. Daging buah kelapa mengandung karbohidrat, minyak, protein, air, mineral dan vitamin.

Sekitar tahun 1990-an industri pengolahan minyak kelapa berbahan baku kopra tidak membeli kopra yang diolah dari buah kelapa hibrida, karena kopra yang dihasilkan bersifat kenyal (*rubbery*) sehingga mempengaruhi mesin pengepres yang berakibat rendahnya rendemen minyak. Menurut Ketaren (1986), daging buah kelapa dengan kadar galaktomanan tinggi, jika diolah menjadi kopra akan menghasilkan kopra kenyal karena sifat galaktomanan yang larut dalam air membentuk larutan kental dan juga membentuk gel. Galaktomanan adalah suatu polimer yang mengandung unit mannopiranosida dengan ikatan β - $(1-4)$ dan unit galaktopiranosida dengan ikatan α - $(1-6)$. Polimer ini cukup panjang sehingga dapat meningkatkan viskositas larutan. Oleh karena itu, dalam industri pangan banyak dimanfaatkan sebagai bahan emulsifier. Dalam bidang kesehatan bermanfaat untuk menghambat penyerapan kolesterol sedangkan perannya pada lingkungan hidup adalah dapat menyerap logam berbahaya.

Kandungan galaktomanan pada daging buah kelapa Dalam berkisar 0,19-0,20% dan Genjah berkisar 0,18-0,20% (Tenda *et al.*, 1997). Sedangkan kelapa Hibrida berkisar 0,96-4,87% (Rindengan *et al.*, 1996). Hasil penelitian menunjukkan, bahwa kadar galaktomanan

menurun dengan semakin matang buah kelapa hibrida (Rindengan *et al.*, 1996). Hasil penelitian lainnya menyatakan, bahwa kadar galaktomanan pada ampas kelapa cukup tinggi, yaitu 61% (Balasubramaniam (1976).

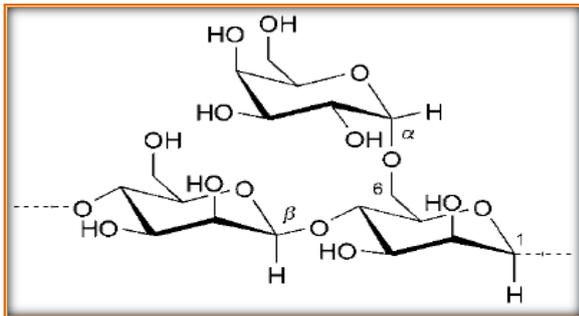
Di Indonesia, perkembangan pengolahan minyak goreng dan *Virgin Coconut Oil* (VCO) umumnya menggunakan metode basah, yaitu melalui proses pembuatan santan sehingga akan menghasilkan limbah ampas kelapa. Dengan mengolah VCO menggunakan 100 butir kelapa jenis Dalam Mapanget (DMT) menghasilkan sekitar 13 - 20 kg ampas kelapa yang masih memiliki potensi untuk diolah lebih lanjut. Sampai saat ini ampas kelapa belum dimanfaatkan dengan baik, karena umumnya hanya digunakan untuk pakan ternak. Untuk memanfaatkan galaktomanan dapat dilakukan dalam bentuk produk tepung ampas kelapa dan isolat serat galaktomanan. Dalam bidang pangan galaktomanan digunakan untuk bahan makanan tambahan (*food additive*) alami yang dapat berfungsi sebagai *thickener*, *binder*, *gelling agent*, *emulsifier* dan *stabilizer*. Galaktomanan juga dapat digunakan sebagai suplemen serat pangan dan menjadi bahan baku edible film. Sedangkan dalam bidang kesehatan, galaktomanan dapat berfungsi meningkatkan kolesterol baik (HDL) dan baik dikonsumsi oleh penderita diabetes. Makalah ini akan membahas tentang galaktomanan pada daging buah kelapa/ampas kelapa, isolasi galaktomanan dan manfaatnya untuk pangan, farmasi/kesehatan dan lingkungan.

GALAKTOMANAN

Struktur Kimia Galaktomanan

Galaktomanan adalah suatu polimer yang mengandung unit mannopiranosida dengan ikatan β - $(1-4)$ dan unit galaktopiranosida dengan ikatan α - $(1-6)$ dan memiliki berat molekul 10^6 . Polimer ini cukup panjang dan dapat meningkatkan viskositas larutan, oleh karena itu biasanya digunakan sebanyak 1% atau kurang pada makanan (Fennema, 1985 dan Kaur, 2010). Polisakarida yang memiliki ikatan β - $(1-4)$, tidak dapat dihidrolisis oleh enzim yang

disekresikan oleh kelenjar saliva dan pankreas, sehingga bersifat resisten terhadap pencernaan manusia. Namun bakteri yang terdapat pada usus besar mampu menghidrolisis serat dan menghasilkan asam lemak rantai pendek sebagai metabolit (Jalili *et al.* 2001). Struktur galaktomanan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur galaktomanan

Menurut Iriani (1994), galaktomanan dapat terurai menjadi monomer manosa dan galaktosa dengan adanya enzim-enzim endo-beta-D-mananase, ekso-beta-D-mananase, alfa-D-galaktosidase, dan beta-D-manosidase. Akan tetapi enzim-enzim tersebut hanya diproduksi oleh beberapa jenis mikroba seperti kapang *Aspergillus niger*. Di dalam sistem pencernaan kita, jenis-jenis enzim tersebut tidak tersedia, sehingga senyawa galaktomanan tidak terhidrolisis.

Di India, galaktomanan diperoleh dari biji tanaman Leguminoceae, yaitu fenugreek (*Trigonella foenum graecum*) yang biasa disebut methi, tingginya mencapai 30-60 cm, biji dipanen pada umur 3 - 4 bulan dengan produktivitas 600 - 800 kg/ha dan kadar galaktomanan mencapai 25-30%. Saat ini harga 250 mg ekstrak fenugreek berkadar 85% galaktomanan mencapai US\$ 26,75 setara Rp.250.000. Tanaman ini terdapat juga di Timur Tengah, Afrika Utara, dan Eropa Selatan sedangkan di Indonesia tidak ditemukan (Anonim, 2008). Jenis leguminoceae lainnya yang menjadi sumber galaktomanan adalah guar gum (kacang guar) dari tanaman *Cyamopsis tetragonoloba* dan locust bean gum. Selain dari kelapa dan tanaman leguminoceae, galaktomanan terdapat juga pada inti kelapa

sawit, alfafa, kapas (Rosana, 2013) dan kolang kaling (Kurniasih, 2015)

Komposisi Galaktomanan pada Daging Buah Kelapa Segar

Berdasarkan uraian di atas, galaktomanan yang sudah diperdagangkan masih bersumber dari biji fenugreek yang hanya terdapat di luar negeri. Oleh karena itu dalam bahasan selanjutnya dibatasi pada tanaman kelapa.

a. Kelapa Dalam dan Genjah

Tenda *et al.* (1997), telah melaporkan hasil analisis galaktomanan pada 3 jenis kelapa Dalam, yaitu Dalam Mapanget (DMT), Dalam Tengah (DTA) dan Dalam Takome (DTE) pada umur buah 12 bulan masing-masing 0,20%, 0,19% dan 0,20%. Demikian juga pada 3 jenis kelapa Genjah, yaitu Genjah Kuning Bali (GKB), Genjah Kuning Nias (GKN) dan Genjah Raja (GRA), masing-masing 0,18%, 0,20% dan 0,18%.

b. Kelapa Hibrida

Rindengan *et al.* (1996) telah melaporkan kadar galaktomanan beberapa jenis kelapa hibrida pada beberapa tingkat kematangan buah. Mengingat bahwa konsumsi daging kelapa terbagi atas kelapa matang dan kelapa muda, maka analisa karakteristik dilakukan mulai dari umur buah 8 bulan sampai 12 bulan. Selain kadar galaktomanan, kadar karbohidrat dan serat kasar serta kadar air juga dianalisa.

Berdasarkan Tabel 1, kadar galaktomanan pada daging buah kelapa yang tinggi terdapat pada kelapa muda. Semakin matang buah kelapa kadar galaktomanan semakin berkurang. Akan tetapi setelah dilakukan perhitungan berat galaktomanan, semakin matang buah kelapa berat galaktomanan meningkat. Hal ini disebabkan berkurangnya kadar air dan meningkatnya berat daging buah.

Tabel 1. Kandungan karbohidrat, galaktomanan dan serat kasar beberapa jenis kelapa hibrida umur buah kelapa 8 bulan sampai 12 bulan

No.	Jenis kelapa	Umur buah (bulan)	Berat daging buah segar (g)	Kadar air (%)	Kadar karbohidrat (% bk)	Kadar serat kasar (%bk)	Kadar galaktomanan (%bk)	Berat galaktomanan (mg/100g*)
1.	KHINA-1 (GKNxDTA)	8	130	85,28	43,51	15,52	4,40	842,16
		9	173	73,60	45,60	18,06	3,96	1.808,54
		10	359	66,24	43,33	18,85	2,33	2.823,96
		11	386	59,49	40,69	19,26	1,09	1.704,43
		12	467	56,38	35,94	20,77	1,19	2.424,15
2.	PB-121 (GKNxWAT)	8	169	83,37	40,08	22,81	4,87	1.368,47
		9	244	74,42	36,19	24,85	3,53	2.203,43
		10	302	62,26	33,61	19,59	2,28	2.598,52
		11	307	59,25	33,03	22,69	2,24	2.802,24
		12	340	50,31	38,64	17,71	1,91	3.226,95
3.	GKNxDTE	8	267	86,06	42,93	20,32	4,20	1.563,24
		9	208	72,56	41,21	22,33	3,25	1.855,10
		10	345	63,82	34,37	19,70	1,85	2.309,17
		11	393	56,25	34,86	22,47	0,96	1.650,62
		12	451	50,51	33,42	21,91	1,11	2.477,52
4.	GKBxDTE	8	166	86,31	44,87	19,15	3,94	895,56
		9	221	75,35	39,47	18,53	3,19	1.737,91
		10	289	65,22	37,03	20,43	2,88	2.894,69
		11	347	59,67	33,50	23,13	1,92	2.687,04
		12	446	56,13	42,54	22,65	1,24	2.367,49
5.	GKBxDMT	8	146	87,24	34,68	19,15	4,06	756,38
		9	273	73,62	38,92	18,53	3,94	2.837,59
		10	351	65,14	37,70	21,51	3,89	4.759,80
		11	356	56,19	37,60	23,16	2,07	3.228,37
		12	410	55,88	42,07	23,19	1,03	1.863,17
6.	GRAxDMT	8	135	84,24	40,62	15,31	4,11	874,61
		9	314	71,31	34,60	19,23	3,83	3.450,45
		10	344	63,75	35,33	20,43	2,85	3.553,95
		11	445	57,47	33,66	21,22	1,30	2.563,08
		12	566	55,09	40,60	20,13	1,35	3.431,56

Sumber : Rindengan *et al.*(1996)

Keterangan : bk = berat kering

*) = berdasar hasil perhitungan yang dihitung berdasarkan mg/100g daging buah segar

Tabel 2. Kandungan galaktomanan pada daging buah beberapa aksesori kelapa kopyor

Aksesori	Berat daging (g)	Galaktomanan (%)	Berat galaktomanan kering (mg/100 g daging buah)*
Jepara-1	240	1,68	878,97
Jepara-2	350	1,54	1.152,13
Jepara-3	320	1,43	997,57
Sukoharjo-1	310	1,72	1.162,38
Sukoharjo-2	350	1,31	999,53
Magelang	260	1,37	776,52
Grobogan	300	1,35	882,90

Sumber : Maskromo (2011)

Keterangan : *) Dihitung oleh penulis

c. Kelapa Kopyor

Galaktomanan terkandung juga pada kelapa kopyor (*makapuno*), seperti dilaporkan Maskromo (2011) pada Tabel 2. Jika kadar air daging buah 78,20% (Anonim, 1978 dalam Rindengan, 2007), maka berat galaktomanan kering dapat dihitung.

Berdasarkan hasil penelitian jika buah kelapa dipanen pada umur 12 bulan kadar galaktomanan, baik pada kelapa Dalam dan Genjah hanya berkisar 0,18-0,20%. Sedangkan pada kelapa Hibrida berkisar 1,03-1,91% dan kelapa kopyor berkisar 1,31-1,72%.

Komposisi Galaktomanan pada Ampas Kelapa

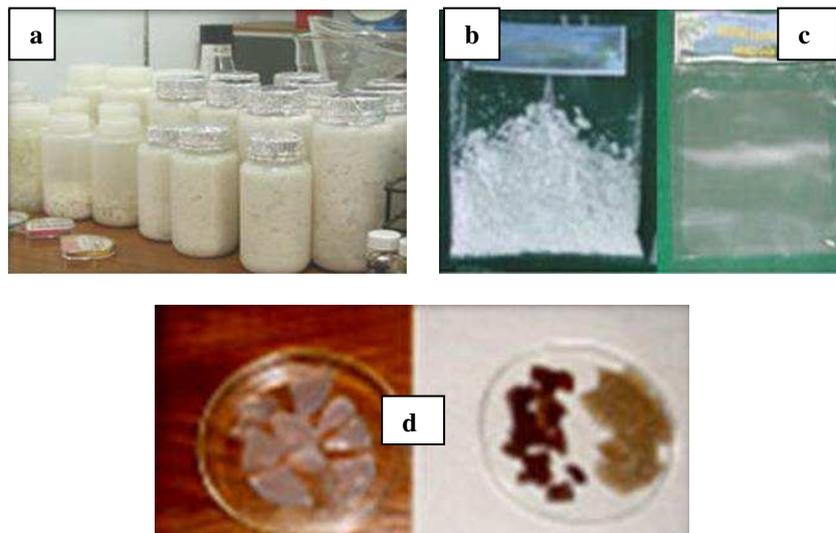
Beberapa hasil penelitian, menunjukkan bahwa kadar galaktomanan pada ampas kelapa lebih tinggi. Hal ini disebabkan kadar karbohidrat telah terkonsentrasi pada ampas kelapa. Hasil analisis ampas kelapa yang dilakukan Rindengan *et al.* (1997) terdiri dari kadar air 4,65%, karbohidrat 79,34%, serat kasar 30,58%, abu 0,66%, protein 4,11% dan lemak 15,89%. Balasubramaniam (1976) melaporkan, bahwa ampas kelapa kering bebas lemak mengandung polisakarida yang terdiri dari galaktomanan 61%, mannan 26% dan selulosa

13%. Oleh karena itu beberapa peneliti telah mengisolasi galaktomanan dari ampas kelapa. Di Filipina galaktomanan diekstraksi dari kelapa kopyor (*makapuno*). Pada Gambar 2, dapat dilihat produksi galaktomanan, kemudian diolah menjadi tepung galaktomanan, *edible film* dan *gulaman* (sumber gelatin untuk vegetarian).

CARA EKSTRAKSI GALAKTOMANAN DARI AMPAS KELAPA

Metode Ekstraksi Galaktomanan Menggunakan Pelarut Metanol (Zultiniar *et al.*, 2009)

Beberapa peneliti telah melakukan pemisahan galaktomanan dari ampas kelapa dengan metode yang berbeda-beda. Zultiniar *et al.* (2009) telah mengekstrak galaktomanan dari ampas kelapa menggunakan pelarut metanol. Prosesnya sebagai berikut: sebanyak 1200 ml metanol dimasukkan ke dalam ekstraktor. Variasi suhu yang dilakukan adalah 30°C, 40°C, 50°C dan 60°C dengan pengadukan dilakukan pada kecepatan 420 rpm, 520 rpm, 660 rpm, 760 rpm, 900 rpm, 1020 rpm dan 1120 rpm dengan ekstraksi selama 2 jam, 3 jam, 4 jam, 5 jam, 6 jam, 7 jam dan 8 jam. Setelah kondisi suhu dicapai, dimasukkan ampas kelapa sebanyak 200 gr.



Keterangan: (a) Produk galaktomanan, (b) Tepung galaktomanan, (c) Edible film dari galaktomanan, (d) Gulaman

Sumber: Anonim, 2014. <http://www.pca.da.gov.ph/coconutrde/index.php/technologies/featured-tecnologies/galactomannan>

Gambar 2. Produk kelapa kopyor

Selanjutnya diaduk pada kecepatan dan lama ekstraksi yang sudah ditentukan, kemudian disaring, masukkan ke dalam labu pisah sampai terbentuk endapan lalu endapan dipisahkan dari larutan. Endapan dimasukkan ke dalam gelas piala yang terlebih dahulu sudah diketahui beratnya dan dibiarkan metanol menguap. Identifikasi dilakukan menggunakan larutan *Luff Scholl* dan jika ada endapan berwarna merah menunjukkan adanya manosa atau galaktosa. Hasil yang diperoleh, menunjukkan bahwa pada suhu 50°C, kecepatan pengadukan 900 rpm dan waktu ekstraksi 5 jam memperoleh galaktomanan sebanyak 900 mg atau rendemen 0,45%.

Metode Ekstraksi Galaktomanan Menggunakan Larutan Rendaman Abu

Purawisastra (2011) telah mengisolasi galaktomanan dari ampas kelapa menggunakan larutan rendaman dari beberapa jenis abu. Abu yang digunakan diperoleh dari tungku rumah tangga, abu dari pasar, serta abu bambu dan abu sekam padi yang diperoleh dengan membakar sendiri. Abu ini masing-masing 10g direndam di dalam air 1 ltr selama satu malam, lalu disaring. Air saringan yang diperoleh, kemudian ditentukan kebiasaannya dengan metoda asidimetri (AOAC, 2000). Ampas kelapa yang digunakan terlebih dahulu dicuci dengan air hangat

untuk menghilangkan sisa santan yang masih terkandung di dalam ampas. Metode isolasi seperti yang dilakukan oleh Purawisastra (2009), yaitu ampas kelapa di dalam erlenmeyer, ditambah air rendaman abu lalu diaduk dengan magnetik stirer. Setelah itu disaring, dan hasil saringan ditambah etanol sehingga terjadi endapan. Endapan yang diperoleh disaring lalu dikeringkan.

Selanjutnya proses isolasi diulang sama seperti di atas, tetapi residu ampas kelapa setelah diisolasi, kemudian diisolasi kembali dengan menggunakan air abu yang baru, dengan asumsi bahwa residu ampas kelapa yang telah mengalami isolasi pertama akan terjadi pembengkakan (*sweeling*) struktur molekul galaktomanan sehingga air abu bisa mudah mengisolasinya. Dengan demikian isolasi bisa menghasilkan hasil yang lebih banyak. Isolat yang diperoleh dianalisis komposisi monosakarida, terutama galaktosa dan manosa serta monosakarida lainnya. Analisis dilakukan dengan menggunakan alat HPLC, dengan fase diam μ -Bondapak-carbohydrate C18 dalam kolom 300 x 4 (id) mm pada suhu 27°C, fase gerak larutan methanol-air (60:40) pada kecepatan 1 ml/menit, dengan detektor Index Refraction 401 RID (Scoot, 1999).

Tabel 3. Komposisi ekstrak galaktomanan ampas kelapa berdasarkan jenis larutan rendaman abu

Komposisi	Galaktomanan a)		Galaktomanan b)		Galaktomanan c)	
	mg/100ml	%	mg/100ml	%	mg/100ml	%
Fruktosa	73,6	14,0	36,3	14,1	31,2	14,1
Glukosa	5,0	1,0	2,4	0,90	2,1	0,9
Galaktosa	81,9	15,6	40,3	15,6	34,7	15,6
Xylosa	89,5	17,1	44,0	17,1	37,9	17,1
Manosa	104,3	19,9	51,4	19,9	44,2	19,9
Rafinosa	124,2	23,7	61,1	23,7	52,6	23,7
Multotriosa	15,8	3,0	7,8	3,0	6,7	3,0
Lain-lain	29,7	5,7	14,6	5,7	12,6	5,7
Jumlah	524,0	100,0	257,9	100	222,0	100,0

Sumber : Purawisastra (2011)

Keterangan : a) menggunakan larutan air rendaman abu tungku rumah tangga (kebiasaan 0,135)

b) menggunakan larutan air rendaman abu pasar (kebiasaan 0,050)

c) menggunakan larutan air rendaman abu bambu (kebiasaan 0,030)

Tabel 4. Komposisi ekstrak galaktomanan pada ampas dan bungkil kelapa

Komposisi	Ampas kelapa		Bungkil kelapa	
	Ekstrak Galaktomanan (%bk)	Berat Galaktomanan (mg)*	Ekstrak Galaktomanan (%bk)	Berat Galaktomanan (mg)*
Galaktosa	47,8	64.240	44,5	83.480
Mannosa	42,6	57.250	38,6	72.410
Glukosa	0,5	670	0,2	370
Fruktosa	0,5	670	0,5	940
Raffinosa	0,3	400	0,1	180
Lain-lain	8,4	11.280	16,1	30.200
	100	134.400	100	187.600

Sumber : Purawisastra dan Sahara (2010)

Keterangan : *) Dihitung penulis berdasarkan berat kering isolat yang diperoleh 134,4 g pada ampas kelapa dan 187,6 g pada bungkil kelapa

Berdasarkan Tabel 3, ternyata bahan baku larutan pengeksrak menghasilkan galaktomanan yang berbeda. Efisiensi tertinggi diperoleh pada isolasi yang dihasilkan dari abu kayu tungku rumah tangga, kemudian abu pasar. Selanjutnya Purawisastra dan Sahara (2010), melakukan optimalisasi proses bahan baku limbah ampas kelapa dan bungkil kelapa mulai dari 100g, 200g, 300g, 400g dan 500g dan konsentrasi larutan pengeksrak 2%, 4% dan 6% (b/v). Kondisi proses kecepatan putaran 40 rpm, suhu 90°C dan waktu 48 jam (Purawisastra, 2003 dan 2009). Hasil yang diperoleh menunjukkan, bahwa penggunaan larutan pengeksrak 4% pada ampas kelapa 400 g diperoleh berat kering ekstrak galaktomanan 134,4 g (rendemen 33,6%), sedangkan larutan pengeksrak 6% pada bungkil kelapa 300 g diperoleh berat kering ekstrak galaktomanan 186,7g (rendemen 62,23%). Masing-masing komposisi ekstrak galaktomanan (berat kering) dapat dilihat pada Tabel 4.

Berdasarkan bahan baku yang digunakan untuk mengeksrak galaktomanan, maka menggunakan ampas kelapa adalah yang lebih praktis karena mudah diperoleh dan merupakan limbah yang belum digunakan dengan baik. Sedangkan kepraktisan metode adalah yang menggunakan larutan air rendaman abu tungku rumah tangga.

MANFAAT GALAKTOMANAN UNTUK PANGAN, KESEHATAN DAN LINGKUNGAN HIDUP

Manfaat Galaktomanan Untuk Pengolahan Pangan

a. Makanan semi padat

Daging buah kelapa dengan kadar air tinggi, menunjukkan sifat fisiknya lunak sehingga sesuai untuk pengembangan produk makanan yang menghendaki sifat lunak, seperti koktil dan tart kelapa. Ciri khas lain yang diperlukan adalah sifat kenyal. Sifat ini ternyata ditunjang oleh kadar galaktomanan tinggi yang terkandung pada daging buah umur 8 bulan dari keenam jenis kelapa hibrida (Tabel 1). Galaktomanan tergolong polisakarida yang hampir seluruhnya larut dalam air membentuk larutan kental dan dapat membentuk gel (Ketaren, 1986). Pada produk makanan, seperti koktil, tart kelapa dan selai, sifat lunak dan kenyal berperan penting terhadap penerimaan konsumen. Oleh karena itu kandungan galaktomanan tinggi, sangat diperlukan agar diperoleh sifat organoleptik yang disenangi konsumen. Sedangkan pengolahan selai membutuhkan bahan yang dapat memberikan tingkat homogenitas tinggi. Kadar galaktomanan yang tinggi, menunjang sifat yang dibutuhkan produk ini.

b. Santan

Balasubramaniam (1976) menyatakan bahwa galaktomanan dapat berfungsi sebagai emulsifier (pemantap emulsi) pada santan. Pada keenam jenis kelapa hibrida dengan umur buah 10 bulan kadar galaktomanan cukup tinggi (Tabel 1). Dengan demikian untuk membuat santan segar, dapat menggunakan keenam jenis kelapa hibrida tersebut pada umur buah 10 bulan sebab santan segar biasanya langsung dikonsumsi.

c. Makanan ringan rendah Indeks Glykemik (IG)

Penggunaan bahan pangan yang mengandung galaktomanan pada pengolahan makanan ringan telah dilakukan oleh Gray (2010). Hasil penelitian menunjukkan, bahwa penambahan masing-masing 15% bahan pangan yang mengandung galaktomanan, seperti fenugreek gum (FG), locust bean gum (LBG) dan guar gum (GG) pada pengolahan makanan ringan dengan campuran kacang hijau dan beras, menghasilkan IG masing-masing 44, 52 dan 54, sedangkan kontrol menghasilkan IG 59. Nilai IG >70 tergolong tinggi, sedangkan IG 55 atau kurang tergolong rendah.

d. Edible film (kemasan yang dapat dimakan)

Edible film merupakan lapisan tipis kontinu yang terbuat dari bahan yang bisa dimakan yang digunakan dengan cara pembungkusan, pencelupan, penyikatan atau penyemprotan untuk memberikan penahanan yang selektif terhadap perpindahan gas, uap air, dan bahan terlarut serta perlindungan terhadap kerusakan mekanis (Rahim *et al.* 2010). Di samping itu, fungsi lain *edible film* adalah membantu mempertahankan integritas struktural dan mencegah hilangnya senyawa-senyawa volatil yang memberikan aroma khas pada bahan pangan tertentu (Nisperos *et al.*, 1990). *Edible film* merupakan jenis kemasan primer dan sekunder yang sangat prospektif dan aman yang memiliki kelebihan antara lain bersifat *edible*, alami, non toksik, dan sangat praktis. Bahan dasar pembuat *edible film* menurut Krochta (1992) dapat digolongkan menjadi tiga kelompok yaitu, (a) kelompok hidrokoloid, (b) kelompok lemak dan

campuran hidrokoloid dengan lemak dan (c) kelompok protein. Polisakarida termasuk pada kelompok hidrokoloid yakni selulosa dan turunannya, pati dan turunannya, pektin, ekstrak ganggang laut (aliginat, karagenan, agar) dan gum (gum arab, gum karaya). Ekstrak galaktomanan dari 2 jenis tanaman, yaitu *Adenanthera pavonina* dan *Caesalpinia pulcherrima*, dengan konsentrasi 0,5%-1,5% (b/v) telah digunakan pada pengolahan edible coating untuk melapisi buah-buahan tropis (Rozana, 2013). *Edible coating* diaplikasikan dengan cara perendaman atau penyemprotan pada buah-buahan tropis, kemudian dikering-anginkan selama 3 jam.

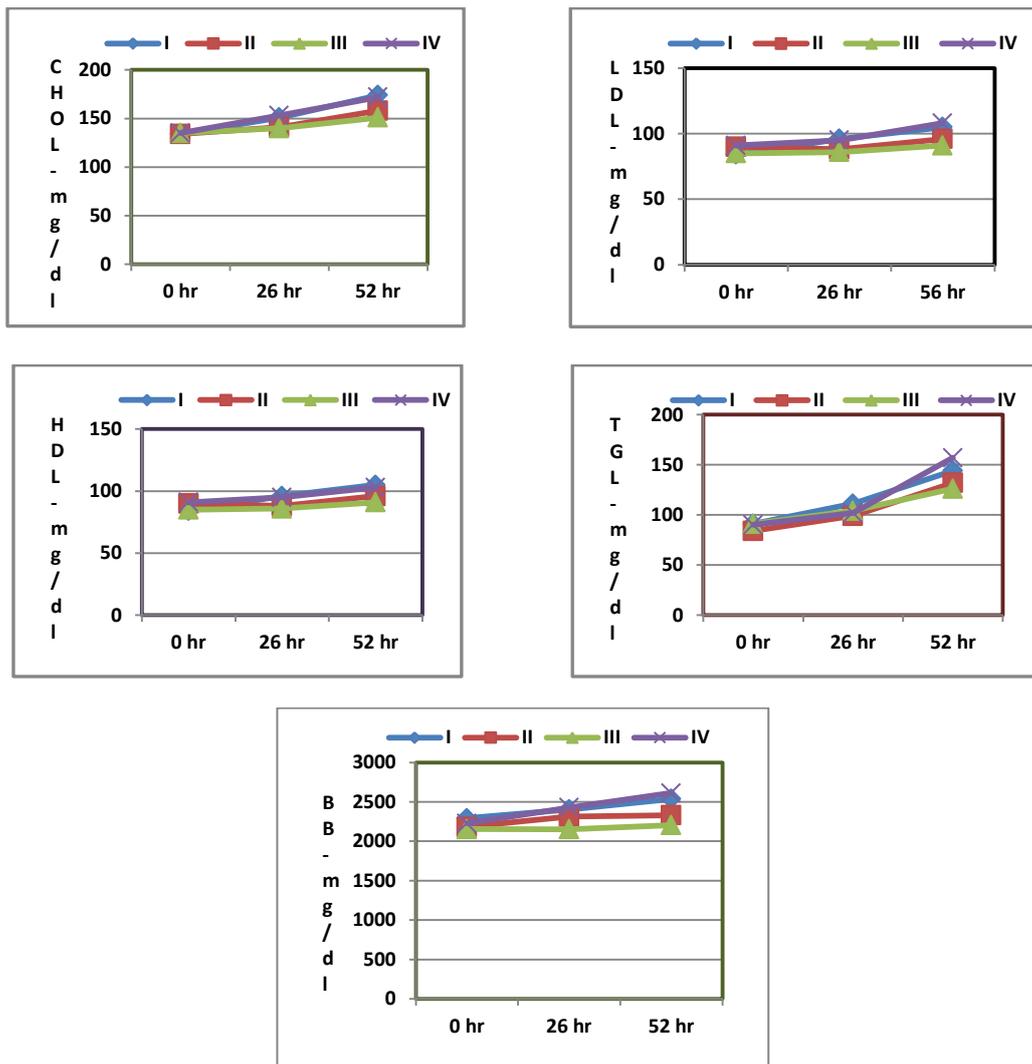
Manfaat Galaktomanan Untuk Kesehatan

Beberapa penelitian telah membuktikan bahwa galaktomanan dapat menghambat penyerapan kolesterol sehingga kadarnya di dalam darah turun. Blake *et al.* (1997), melaporkan bahwa kadar kolesterol darah sekitar 252 mg/dl dapat diturunkan sebesar 10% setelah mengkonsumsi roti yang mengandung senyawa galaktomanan, selama 3 minggu. Demikian juga menurut David *et al.*, (1979) kadar kolesterol awal sekitar 345 ± 15 mg/dl bisa turun setelah mengkonsumsi senyawa galaktomanan secara langsung, yaitu dicampurkan sendiri ke dalam makanan selama 2 minggu. Sumber galaktomanan yang digunakan pada kedua penelitian di atas berasal dari guar gum. Pada Tabel 1, menunjukkan bahwa kadar galaktomanan pada daging buah kelapa muda cukup tinggi. Oleh karena itu mengkonsumsi daging kelapa muda, merupakan salah satu cara yang diharapkan dapat menghambat peningkatan kadar kolesterol.

Purawisastra dan Sahara (2010), telah melakukan uji pemberian serat galaktomanan ampas kelapa pada penghambatan kenaikan kadar kolesterol darah dari kelinci percobaan, berumur 3-4 bulan. Kelinci diberi ransum yang mengandung lemak kambing untuk meningkatkan kadar kolesterol. Lemak kambing dicampurkan secara homogen ke dalam ransum standar, kemudian dibentuk menjadi *pellet* dengan perbandingan 95% ransum standar dan 5% lemak kambing. Perlakuan terdiri dari

ransum standar/kontrol (Kelompok I), obat penurun kolesterol (Kelompok II), ekstrak galaktomanan (Kelompok III) dan tepung ampas kelapa (Kelompok IV). Perubahan kadar kolesterol LDL, HDL, Trigliserida (TG) dan berat badan pada pengamatan 0 hari, 26 hari dan 52 hari dapat dilihat pada Gambar 3. Berdasarkan hasil yang diperoleh Purawisastra dan Sahara (2010), menyatakan bahwa: a) pemberian isolat galaktomanan kelapa selama 52 hari dapat

mencegah kenaikan kadar total kolesterol 24 mg/dl, obat penurun kolesterol hanya 16 mg/dl (52 hari); b) mencegah kenaikan LDL 15 mg/dl sama dengan obat penurun kolesterol; c) meningkatkan HDL 1 mg/dl, sedangkan yang diberi obat meningkatkan HDL 2 mg/dl; d) mencegah kenaikan trigliserida (TG) 18 mg/dl (52 hari), sedangkan yang diberi obat tidak ada perubahan yaitu 5 mg/dl. Kelompok yang diberi tepung ampas kelapa tidak terjadi



Sumber : Purawisastra dan Sahara (2010) data diolah penulis dan ditampilkan dalam bentuk grafik

Keterangan :

- I =Ransum standar+lemak kambing (kontrol)
- II =Ransum standar+lemak kambing+obat penurun kolesterol
- III =Ransum standar+lemak kambing+ekstrak galaktomanan
- IV =Ransum standar +lemak kambing+ampas kelapa

Gambar 3. Perubahan kolesterol total, LDL, HDL, trigliserida dan berat badan dari kelinci selama pemberian ransum.

pengecahan, malah lebih besar dari pada kelompok kontrol; e) kenaikan berat badan (BB) 51g (2,4%), tetapi masih lebih rendah dibandingkan dengan BB kelinci kontrol (I) mencapai 244 g (10,6%). Sedangkan yang diberi obat naik 148g (6,8%), masih rendah dibandingkan dengan kontrol (I) dan yang diberi ampas kelapa (IV) yang mengalami kenaikan BB 384g (17,2%). Berdasarkan Gambar 3, umumnya perubahan kolesterol total, LDL, HDL, trigliserida dan berat badan dari kelinci selama pemberian ransum dengan campuran isolat galaktomanan menunjukkan hasil yang lebih baik dari pemberian ransum lainnya.

Manfaat Galaktomanan Untuk Lingkungan Hidup

Hanafi dan Widiyani (2013), telah melakukan percobaan pemanfaatan ampas kelapa dalam menyerap logam berbahaya, seperti Cr (III) atau kromium. Jenis logam berat ini banyak terdapat pada limbah buangan hasil industri elektropalting dan penyamakan kulit. Ampas kelapa mengandung selulosa dan galaktomanan, sehingga memiliki situs aktif yang dapat mengikat ion logam berat, selain itu ampas kelapa mempunyai pori-pori yang dapat menjebak ion logam berat. Ampas kelapa dibuat arang dengan cara menyangrai kemudian diayak dengan ayakan 50 mesh. Selanjutnya 1 g arang ampas kelapa dimasukkan dalam 25 ml larutan CrCl₃ pada konsentrasi 50, 100, 150, 200 dan 250



Foto: Antara/Arief Priyono

Gambar 4. Proses pengeringan ampas kelapa

ppm. Masing-masing larutan diaduk selama 1 malam (12 jam) kemudian diamkan selama 24 jam. Hasil yang diperoleh, menunjukkan bahwa pada konsentrasi 100 ppm dapat menyerap Cr (III) sebesar 94,05 ppm dengan daya serap 2,35 mg/g. Logam berat ini bersifat karsinogenik, tidak dapat dicerna dan akan terakumulasi dalam tubuh.

NILAI TAMBAH PEMANFAATAN AMPAS KELAPA SEBAGAI SUMBER GALAKTOMANAN

Umumnya buah kelapa matang diolah menjadi santan, *Virgin Coconut Oil* (VCO) dan minyak goreng, ampasnya sebagai hasil samping dapat diolah lebih lanjut menjadi tepung kelapa. Pengolahan ampas kelapa menjadi tepung, seperti yang dilakukan oleh Kailaku *et al.* 2005, adalah sebagai berikut: 1) ampas kelapa dicuci untuk mengeluarkan kotoran-kotoran, seperti partikel sabut dan tempurung kemudian ditiriskan, 2) masukkan ke dalam tempat perendaman berisi air dan bahan pengawet Na₂SO₃ pada suhu 70°C selama 10 menit lalu ditiriskan, 3) keringkan menggunakan oven yang memiliki alat pengipas, seperti *fluidized bed dryer* pada suhu maksimal 100°C sampai kadar air kurang dari 3%, 4) digiling lalu diayak dengan ayakan 80-100 mesh, 5) pisahkan tepung kelapa dengan ukuran yang sesuai. Daya simpan tepung ampas kelapa pada suhu 20°C dapat mencapai 26 bulan, suhu 30°C 14 bulan dan suhu 40°C hanya 9 bulan (Anonim, 2001). Rata-rata 1 butir kelapa Dalam Mapanget (DMT) dengan berat daging buah sekitar 494-510 g, diperoleh ampas kelapa 138-143 g. Jika diolah lanjut menjadi tepung kelapa diperoleh berat 44 g atau rendemen hasil 8,91% (Rindengan, 2011).

Berdasarkan hasil penelitian Purawisastra dan Sahara (2010) pada Tabel 4, dari 400 g ampas kelapa diperoleh berat kering ekstrak galaktomanan 134,4 g yang mengandung galaktosa 47,8% atau 64.240 mg dan manosa 42,6% atau 57.250 mg. Dengan dasar hasil penelitian ini, maka dari 1 butir kelapa DMT (494g) akan diperoleh berat kering ekstrak galaktomanan $134,4 \text{ g}/400 \text{ g} \times 138 \text{ g} = 46,37\text{g}$,

dengan berat galaktosa $47,8\% \times 46,37\text{g} = 22,16\text{ mg}$ dan manosa $42,6\% \times 46,37\text{g} = 19,75\text{ mg}$.

Dengan demikian dalam 1 butir kelapa DMT dapat diperoleh ekstrak galaktomanan 41,91-43,44mg. Jika harga 250 mg ekstrak fenugreek berkadar 85% galaktomannan mencapai US\$26,75 (Anonim, 2008), maka dalam 1 butir kelapa DMT dapat diperoleh nilai galaktomanan sebesar US\$ 4,48 - US\$4,65 atau Rp.53.760,- sampai Rp.55.800,-. Jika dibandingkan dengan nilai jual kelapa segar hanya Rp.1.000,-/butir, kopra hanya Rp.6.000,-/kg (membutuhkan 5 butir kelapa), minyak goreng hanya Rp.25.000,-/kg (membutuhkan 12 butir kelapa). Untuk lebih jelas uraian perhitungannya, dapat dilihat pada Tabel 5.

PENUTUP

Daging buah kelapa memiliki banyak manfaat, karena disamping memiliki komposisi

gizi makro yang baik, juga mengandung senyawa galaktomanan yang memiliki banyak manfaat dalam industri pangan, kesehatan dan lingkungan hidup. Kadar galaktomanan pada daging kelapa muda (8-9 bulan) lebih tinggi dibanding dengan daging kelapa matang (10-12 bulan), tetapi jika dihitung terhadap berat daging buah, semakin matang buah kelapa berat galaktomanan akan semakin tinggi. Isolasi galaktomanan dari ampas kelapa 200 g dengan menggunakan pelarut metanol, kecepatan pengadukan 900 rpm, waktu ekstraksi 5 jam pada suhu 50°C , diperoleh rendemen 0,45%. Sedangkan menggunakan larutan isolat abu tungku 4% pada ampas kelapa diperoleh rendemen 33,6%.

Dalam industri pangan, galaktomanan banyak dimanfaatkan pada pengolahan pangan yang memiliki sifat fisik membentuk emulsi. Selain itu ampas kelapa yang telah diolah menjadi tepung dapat disubstitusi pada pengolahan makanan ringan sehingga produk

Tabel 5. Uraian perhitungan berat dan harga ekstrak galaktomanan pada jenis kelapa Dalam Mapanget (DMT), dibandingkan dengan buah kelapa segar, kopra dan minyak goreng

No.	Uraian	Kadar	Berat	Harga
1.	Hasil Penelitian Purawisastra dan Sahara (2010):			
	-Berat ampas kelapa		400 g	
	-Ekstrak galaktomanan		134,4 g	
	a. galaktosa	47,8%	64.240 mg	
	b. manosa	42,6%	57.250 mg	
2.	Hasil penelitian Rindengan (2011):			
	Berat daging buah jenis Dalam Mapanget (DMT)		494 g	
	Berat ampas kelapa		138 g	
3.	Perhitungan ekstrak galaktomanan dari 1 butir kelapa jenis DMT :			
	134,4g/400g x 138 g		46,37 g	
	a. galaktosa $47,8\% \times 46,37\text{g}$		22,16 mg	
	b. manosa $42,6\% \times 46,37\text{g}$		19,75 mg	
	Berat ekstrak galaktomanan		41,91 mg	
4.	Harga 250 mg ekstrak fenugreek berkadar 85% galaktomanan US\$ 26,75 (Anonim, 2008)			Rp. 321.000,-
	Perkiraan harga ekstrak galaktomanan dalam 1 butir kelapa jenis DMT= $41,91/250 \times \text{US\$ } 27,75 = \text{US\$ } 4,48$			Rp. 53.760,-
	Harga produk kelapa tradisional:			
	a. Kelapa segar/butir			Rp. 1.000,-
	b. Kopra/kg (butuh 5 butir kelapa)			Rp. 6.000,-
	c. Minyak goreng/kg (butuh 12 butir kelapa)			Rp. 25.000,-

memiliki Indeks Glykemik (IG) rendah. Juga sebagai bahan baku pengolahan pada pengolahan *edible coating*. Penggunaan isolat galaktomanan kelapa selama 52 hari dapat mencegah kenaikan kadar total kolesterol 24 mg/dl, obat penurun kolesterol hanya 16 mg/dl, mencegah kenaikan LDL 15 mg/dl sama dengan obat penurun kolesterol, meningkatkan HDL 1 mg/dl, sedangkan yang diberi obat meningkatkan HDL 2 mg/dl dan mencegah kenaikan trigliserida (TG) 18 mg/dl. Ampas juga dapat mengikat ion logam berat.

Satu butir kelapa mengandung isolat galaktomanan 41,91 mg-43,44 mg dengan nilai US\$ 4,48 - US\$ 4,65 atau Rp.53.760 - Rp.55.800, lebih tinggi dibanding nilai jual kelapa segar, kopra dan minyak goreng. Dengan melihat manfaat galaktomanan dalam industri pangan, kesehatan, lingkungan hidup dan nilai ekonomi yang cukup baik, maka potensi ini perlu dikembangkan. Dengan perkiraan total produksi kelapa di Indonesia 17.100 miliar butir/tahun, maka kandungan galaktomanan pada daging buah/ampas kelapa berpotensi mensubstitusi fenugerek untuk industri pangan dan kesehatan dalam negeri.

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. 2000. Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist. 17th ed. Washington D.C. AOAC:13.
- Anonim, 2001. Development of functional food products from coconut flour. Philippine Council for Industry and Energy Research and Development. Manila.
- APCC. 2005. Coconut Statistical Year Book. Asian and Pacific Coconut Community.
- Anonim, 2008. Emas yang tercecer di sampah. <http://www.indonesiaindonesia.com/f/8205-emas-tercecer-sampah/>. [Diakses, 24 Pebruari 2014].
- Anonim, 2014. Production of Galactomannan from Makapuno for Food and Industrial Application. <http://www.pca.da.gov.ph/coconutrde/index.php/technologies/featured-tecnologies/galactomannan>. Albay Research Center, Philippine Coconut Authority, Banao, Guinobatan 4503. [Diakses, 24 Pebruari 2014].
- Balasubramaniam, B. 1976. Polysaccharide of the kernel of maturing and matured coconuts. *J. Food. Sci.* 41(6): 1370-1373).
- Blake, D.E., C.J. Hamblett., P.G. Frost., P.A. Judd dan P.R. Ellis. 1997. Wheat supplemented with depolymerized guar gum reduces the plasma cholesterol concentration in hypercholesterolemic human subject. *American Journal of Clinical Nutrition* 65(1):107-113.
- David, J.A., A.R. Leeds., B., Slavin., J. Mann dan E.M. Jepson. 1979. Dietary fiber and blood lipid: reduction of serum cholesterol in type II hyperlipidemia by guar gum. *American Journal of Clinical Nutrition* 32(1): 16-18.
- Fennema, O.R. (ed.). 1985. Principles of Food Science. Departement of Food Science. University of Wisconsin Madison. Marcell Dekker, New York. 791p.
- Gray, N. 2010. Galactomannan show low GI snack potensial. *Science and Nutrition, Food Chemistry*. <http://foodnavigator.com>. Published online ahead of print, DOI : 10/j.foodchem 2010.08.030. [Diakses, 24 Pebruari 2014].
- Hanafi, R.W. dan N. Widiani (2013). Ampas kelapa dijadikan penyerap logam berat. FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta. <http://www.antarasulteng.com/berita/9809/ampas-kelapa-dijadikan-penyerao-logam-berat>. [Diakses, 25 Pebruari 2014].
- Iriani, N. 1994. Produksi Mananase Beberapa Isolat Kapang Mananolitik Pada Substrat Bungkil Kelapa. Prosiding Seminar Hasil Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi II. Hlm 474-479.
- Jalili, T., R.E.C. Wildman dan D.M. Medeiros. 2001. Dietary Fiber and Coronary Heart Disease. *In: R.E.C. Wildman (Ed). Handbook of Nutraceuticals and Functional Foods USA: CRC Press.*
- Ketaren, S. 1986. Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak-Pangan. UI Press, Jakarta. 315 hlm.
- Krochta, J.M., 1992. Control of Mass Transfer in Food With Edible Coatings and Films. In Singh, R.P. and M.A. Wirakartakusumah (eds). *Advances in Food Engineering*. CRP Press. Boca Raton. p519-538.
- Kailaku, S.I., I. Mulyawanti., K.T. Dewandari dan A.N.N. Syah. 2005. Potensi tepung kelapa dari ampas industri pengolahan kelapa. Prosiding Seminar Nasional Inovatif Pascapanen untuk Pengembangan Industri Berbasis Pertanian. Hlm 669-678.
- Kaur, L. 2010. Galactomannan Seed Gums - Role in Diet and Health. <http://www>.

scitopics.com/Galactomannan_Seed_Gums_Role_in_Diet_and_Health.

- Kurniasih, L. 2014. Manfaat kolong kaling yang belum anda ketahui. <http://www.proviantaudio.com/>. [Diakses, 25 Pebruari 2014].
- Maskromo, I. 2011. Persiapan Pelepasan Kelapa Genjah Kopyor Pati dengan Persentase Kopyor Diatas 50%. Laporan Penelitian. Badan Litbang Pertanian Kerja sama dengan Ristek. 31 Hlm.
- Nisperos-Carriedo M.O., P.E. Shaw and E.A. Baidwin, 1990. Changes in Volatile Component of Pineapple Orange Juices as Influences by The Application of Lipid and Composite Film. *J. Agric. Food Chem.* 38: 1382-1387.
- Purawisastra, S. 2003. Pengembangan Teknologi Produksi (Scale Up) Galaktomanan dari Ampas Kelapa. Laporan Penelitian. Puslitbang Gizi dan Makanan. Bogor.
- Purawisastra S. 2009. Paten ID 0 022 445. Dirjen HKI. Departemen Kehakiman dan HAM. Jakarta, 19 Januari 2009.
- Purawisastra S dan E. Sahara. 2010. Isolasi galaktomanan ampas kelapa rumah tangga dan bungkil industri minyak kelapa. PGM. Puslitbang Gizi dan Masyarakat. Badan Litbang Kesehatan, Kemenkes RI. 33(1):23-29.
- Purawisastra, S. 2011. Penggunaan beberapa jenis abu untuk isolasi senyawa galaktomanan dari ampas kelapa. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri* 1(4):260-266.
- Rozana, 2013. Kesesuaian galaktomanan sebagai edible coating untuk buah tropis. Makalah Review Jurnal. Sekolah Pascasarjana Departemen Teknik Mesin dan Biosistem. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB. Bogor. 15 hlm.
- Rindengan , B., A. Lay., H. Novianto dan Z. Mahmud. 1996. Pengaruh jenis dan umur buah terhadap sifat fisikokimia daging buah kelapa hibrid dan pemanfaatannya. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri* 1(6):263-277.
- Rindengan, B., H. Kembuan dan A. Lay. 1997. Pemanfaatan ampas kelapa untuk bahan makanan rendah kalori. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri* 3(2):56-63.
- Rindengan, B. 2007. Teknologi Pascapanen Kelapa Kopyor. Monograf Kelapa Kopyor. Balai Penelitian Tanaman Kelapa dan Palma Lain. 7 hlm.
- Rindengan, B. 2011. Pembuatan tepung ampas kelapa dari daging buah kelapa Dalam Mapanget (DMT). Belum dipublikasi.
- Rahim, A., Nur Alam., Haryadi dan U. Santoso. 2010. Pengaruh konsentrasi pati aren dan minyak sawit terhadap sifat fisik dan mekanik edible film. *J. Agroland* 17(1): 38-46.
- Rosana, 2013. Kesesuaian Galaktomanan sebagai Edible Coating untuk Buah Tropis. Makalah Review Jurnal. Departemen Teknik mesin dan Biosistem. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor. 17 hlm.
- Scout, F.W. 1999. HPLC Determination of Carbohydrate in Foods. Dalam *Food Analysis by HPLC*. Editor: Nollet M.L. Food Science and Technology Academic Press. New York.
- Tenda, E.T., H. G. Lengkey, dan J. Kumaunang. 1997. Produksi dan kualitas buah tiga kultivar kelapa Genjah dan tiga kultivar kelapa Dalam. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri.* 3(2):64-71.
- Zultinir., D. Gaffar dan S. M. Casoni. 2009. Ekstraksi galaktomanan dari ampas kelapa. Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Riau.

