

Pengaruh Heat Moisture Treatment (HMT) Terhadap Kandungan Pati Tercerna Lambat

Effect Of Heat Moisture Treatment (HMT) on Slowly Digestible Starch

Yana Cahyana, Evelyn Wijaya

Laboratorium Kimia Pangan, Program Studi Teknologi Pangan,
Departemen Teknologi Industri Pangan, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran
Jl. RayaJatinangor KM 21 Jatinangor – Sumedang
Email korespondensi: y.cahyana@unpad.ac.id

ARTICLE INFO

Article history

Received: 21 Juli 2017

Accepted: 22 Agustus 2017

Available online: 12 Februari 2018

Keywords :

Heat-Moisture Treatment
starch, digestibility
Slowly Digestible Starch

Kata kunci :

Heat-Moisture Treatment
pati
dayacerna
Slowly Digestible Starch

ABSTRACT

Starch is an important source for the body. Based on the digestibility, starch can be classified into 3 types, Rapidly Digested Starch (RDS), Slowly Digested Starch (SDS) and Resistant Starch (RS). SDS have been attract the attention of reserachers because its ability to digest slowly, making the glucose release into the blood longer so it has a low glycemic index. Various modification methods have been developed to maintain and even increase SDS in starch. Modification that generally used is physical methods, namely Heat-Moisture Treatment (HMT). Although it was found decreased level of SDS in corn starch, the effect of HMT modification can also change the type of crystalline starch to A-type which is considered to have characteristics that are digested slowly, although for some type of starches with C-type crystalline remain unchanged. Observation under a microscope, HMT modified starch granules changes with the holes on the surface which indicates the level of porosity. Porosity changes with regard to the increasing accessibility of amylase enzyme that effect on digestibility changes. HMT generally proved to be one of the effective methods in modifying the starch content of the SDS through mechanism of changes the crystalline type and surface porosity of starch granules.

ABSTRAK

Patimerupakan sumber energi yang penting bagi tubuh. Berdasarkan daya cernanya, patidapat diklasifikasikan menjadi 3 jenis yaitu pati tercerna cepat (*Rapidly Digested Starch*, RDS), pati tercerna lambat (*Slowly Digested Starch*, SDS) serta pati resisten (*Resistant Starch*, RS). SDS telah menarik perhatian para peneliti karena kemampuannya untuk dicerna secara lambat, menjadikan pelepasan glukosa dalam darah yang lebih lama, sehingga indeks glikemiknya rendah. Berbagai metode modifikasi telah dikembangkan untuk mempertahankan maupun meningkatkan kadar SDS pati. Modifikasi yang umumnya digunakan adalah metode fisik yaitu *Heat-Moisture Treatment* (HMT). Walaupun pada jagung ditemukan penurunan kadar SDS, modifikasi HMT pada beberapa jenis pati umumnya meningkatkan kadar SDS, dengan peningkatan lebih dari 50% pada pati tertentu. Modifikasi HMT juga dapat merubah tipe kristalin pati menjadi tipe A dianggap mempunyai karakteristik yang lambat cerna, walaupun beberapa jenis pati dengan tipe C tidak mengalami perubahan. Pengamatan di bawah mikroskop, granula pati termodifikasi HMT mengalami perubahan dengan munculnya lubang pada permukaan granula yang menunjukkan tingkat porositas. Perubahan porositas berkaitan dengan peningkatan aksesibilitas enzimamilase, sehingga berpengaruh pada perubahan daya cernapati. Modifikasi HMT dengan demikian secara umum terbukti merupakan salah satu metode yang efektif dalam memodifikasi kandungan SDS pati melalui mekanisme perubahan tipe Kristalin dan porositas permukaan granulapati.

Pendahuluan

Pati adalah polimer dari karbohidrat dan merupakan komponen penting yang terdapat dalam berbagai tumbuhan seperti sereal, umbi, kacang, maupun buah-buahan. Berdasarkan daya cernanya menurut Englyst, Kingman, and Cummings (1992), pati dapat diklasifikasikan menjadi 3 yaitu *Rapidly Digestible Starch* (RDS), *Slowly Digestible Starch* (SDS) dan *Resistant Starch* (RS). SDS menghasilkan pelepasan glukosa dalam darah secara lambat, respon glikemik yang rendah serta dicerna sepenuhnya dalam usus kecil pada tingkat yang lebih rendah dibandingkan dengan RDS. RS merupakan fraksi pati yang tidak dapat dicerna di usus kecil, tetapi difermentasi dalam usus besar. (Zhang, Ao, & Hamaker, 2006). SDS dengan demikian aman bagi penderita diabetes. Menurut Englyst *et al.*, (1992), ketika diuji secara in-vitro, RDS merupakan fraksi pati yang dicerna dalam waktu 20 menit, SDS dicerna pada waktu antara 20-120 menit, sedangkan RS merupakan sisa dari fraksi pati yang tidak dapat dicerna setelah waktu maksimal SDS.

Kandungan SDS pada pati alami dapat menurun karena proses pengolahan. Zhang, Venkatachalam, & Hamaker, (2006) menemukan bahwa pada pati sagu yang dimasak selama 20 menit terjadi penurunan kadar SDS lebih dari 50%. Oleh karena itu diperlukan modifikasi untuk mempertahankan maupun meningkatkan kadar SDS pada pati alami. Modifikasi pati dapat dilakukan dengan beberapa metode seperti metode fisik, kimia, dan enzimatis. Dari berbagai macam metode di atas, metode fisik dianggap sebagai metode yang mudah dilakukan, murah serta aman karena tidak meninggalkan residu bahan kimia pada pati. Metode fisik yang sering digunakan untuk memodifikasi pati dan memberikan pengaruh yang signifikan pada daya cerna adalah *Heat-Moisture Treatment* (HMT).

Heat-Moisture Treatment(HMT)

HMT merupakan salah satu modifikasi fisik dimana granula pati dipanaskan pada suhu diatas suhu transisi gelas, namun masih dibawah suhu gelatinisasi, selama

waktu tertentu dengan kadar air yang terbatas (biasanya dibawah 35%) (Jacobs & Delcours, 1998). Suhu modifikasi HMT yang sering digunakan yaitu mulai dari 100°C hingga 120°C, dengan kadar air yang bervariasi antara 20 – 30% serta lama waktu pemanasan 1 hingga 24 jam.

Berbagai penelitian tentang perlakuan HMT pati telah banyak dilakukan. Perlakuan ini terkadang dilakukan secara tunggal, tapi terkadang untuk menghasilkan efek yang lebih signifikan dikombinasikan dengan perlakuan fisik lain atau dengan perlakuan kimia maupun enzimatis. Untuk melihat pengaruh HMT pada kandungan SDS pati, penulis mencoba fokus pada pengaruh HMT sebagai perlakuan tunggal dengan hasil seperti akan dibahas dalam tulisan ini.

Pengaruh HMT Terhadap Kadar SDS

Pati alamimempunyai kadar SDS yang sangat bervariasi (Tabel 1). Kadar SDS pada pati alami yang paling rendah berkisar antara 5,91% -15.6% yang terdapat pada ubi jalar, sedangkan kadar SDS pati alami yang tertinggi terdapat pada pati lentil dengan kandungan hingga 70,1%.

Modifikasi HMT pada berbagai sumber pati umumnya meningkatkan kadar SDS, kecuali pada pati jagung, lentil dan pea. Pada ketiga jenis sumber pati tersebut kadar SDS alami memang sudah relatif tinggi. Modifikasi nampaknya tidak efektif diterapkan pada sumber pati dengan kandungan SDS yang sudah relatif tinggi. Hal ini mungkin terkait dengan peningkatan porositas granula pati setelah HMT, seperti akan dijelaskan pada bagian selanjutnya tentang pengaruh HMT terhadap granula pati.

Modifikasi HMT dengan kadar air (30%) dan suhu (100°C) telah diterapkan pada pati beras cokelat tergerminasi, pati ubi jalar, pati jagung, lentil, dan pati pea. Pada pati beras cokelat tergerminasi dan pati ubi jalar terjadi peningkatan kadar SDS dan kadar SDS paling tinggi dicapai oleh pati ubi jalar dengan peningkatan kadar SDS lebih dari 50%, sedangkan pada pati jagung, kacang lentil dan kacang kapri terjadi penurunan kadar SDS.

Tabel 1. Kondisi HMT dan Kadar SDS pada penelitian dari berbagai jenis pati

Sampel	Kadar Air (%)	Suhu °C	Lama Waktu (jam)	Kadar SDS		Literatur
				Alami	HMT	
Pati beras cokelat tergerminasi	30	100	1	39.1	46.3	(Chung, Cho, Park, Kweon, & Lim, 2012)
Pati beras cokelat	20	110	2	31.9	37.9	(Bian & Chung, 2016)
Pati beras rendah amilosa	25	110	8	45.5	54.6	(Zeng, Ma, Kong, Gao, & Yu, 2015)
Pati Ubi Jalar	20	100	12	15.6	24.7	(Shin, Kim, Ha, Lee, & Moon, 2005)
	30	100	2	5.91	16,39	(Huang, Zhou, Jin, Xu, & Chen, 2016)
Pati Jagung	30	100	2	65.7	24.2	(Chung, Liu, & Hoover, 2009)
		120			17.3	
		100			30.4	
Pati kacang lentil	30	120	2	70.1	23.6	(Chung, Liu, & Hoover, 2010)
		120	24	41.5	49.2	
		100	2	62.9	25.9	
Pati kacangkapri	30	120	2	40.3	13.8	(Chung <i>et al.</i> , 2009)
		120	24		45.3	
Pati kacang merah	30	120	24	32.3	42.5	(Chung <i>et al.</i> , 2010)

Pengaruh lama waktu pemanasan pada kandungan SDS sulit untuk disimpulkan dari hasil modifikasi HMT dengan kadar air 30% dan suhu 120°C yang dilakukan pada pati kacang lentil, kacang kapri, dan kacang merah dengan lama waktu pemanasan yang berbeda (2 dan 24 jam, tabel 1). Lama pemanasan 24 jam memang meningkatkan kadar SDS kacang lentil, kacang kapri, dan kacang merah namun peningkatan ini sulit dibandingkan dengan penurunan SDS pada pati yang diberi perlakuan selama dua jam. Hal ini dikarenakan kandungan SDS awal yang cukup jauh, dimana pati yang dimodifikasi selama 24 jam mempunyai kandungan awal SDS di atas 60% sementara yang dua jam sekitar 40%. Penurunan kadar SDS, menurut Chung *et al.*, (2009), dapat disebabkan karena adanya gangguan pada ikatan heliks ganda yang membentuk kristal pada permukaan granula dan atau terjadinya reorientasi kristal serta interaksi antar rantai pati yang semakin tinggi. Lebih jauh lagi, perbedaan kandungan SDS awal bahkan terjadi pada pati yang sama dengan peneliti yang sama. Hal ini menunjukkan simpangan hasil yang cukup besar ketika mengukur kandungan SDS.

Pengaruh suhu pada daya cerna pati dapat dilihat dari hasil modifikasi HMT dengan kadar air 30% dan

lama waktu pemanasan 2 jam pada pati jagung, kacang lentil, dan kacang kapri yang dilakukan pada suhu yang berbeda (100°C dan 120°C). Hasil ini menunjukkan bahwa semakin besar suhu yang digunakan, penurunan kadar SDS semakin tinggi, seperti terlihat dari kadar SDS yang semakin menurun pada penggunaan suhu 120°C. Hasil ini secara umum menunjukkan bahwa ada kondisi optimum untuk menghasilkan kandungan SDS tertinggi. Metode yang umum digunakan untuk mendapatkan kondisi yang optimum tersebut adalah metode repon permukaan, seperti akan dibahas dalam bagian tulisan selanjutnya.

Pengaruh Modifikasi HMT Terhadap Tipe Kristalin

Kristalin pada pati berdasarkan studi *X-Ray Diffraction* (XRD) dapat diklasifikasikan menjadi tipe A, B, C, dan V. Tipe A merupakan karakteristik umum dari pati pada sereal sedangkan tipe B umumnya ditemukan pada kentang, sedangkan tipe C merupakan kombinasi tipe A dan B, sering ditemukan pada kacang-kacangan. Tipe V hanya dapat ditemukan pada kompleks heliks amilosa setelah pati tergelatinisasi dan membentuk kompleks dengan lipid (Miao, Jiang, Cui, Zhang, & Jin, 2013).

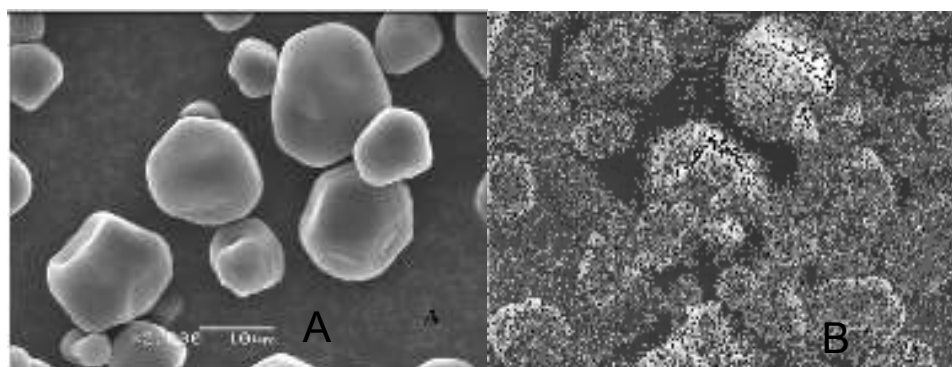
Tabel 2. Kondisi HMT dan Tipe Kristalin pada penelitian dari berbagai jenis pati

Sampel	Kadar Air (%)	Suhu °C	Lama Waktu (jam)	Tipe Kristalin		Literatur
				Alami	HMT	
Pati beras cokelat	20	110	2	A	A	(Bian & Chung, 2016)
Pati beras rendah amilosa	25	110	8	A	A	(Zeng <i>et al.</i> , 2015)
Pati Ubi Jalar	20	100	12	C	A	(Shin <i>et al.</i> , 2005)
	30	100	2	C	A	(Huang <i>et al.</i> , 2016)
Pati Kacang Lentil	30	120	2	C	C	(Chung <i>et al.</i> , 2010)
Pati kacang Kapri						
Pati Kacang Merah						

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa modifikasi HMT dapat berpengaruh pada tipe kristalin pati (Tabel 2). Modifikasi HMT menghasilkan tipe kristalin pati tipe A, walaupun untuk beberapa jenis pati dengan tipe kristalin pati alami C tetap tidak mengalami perubahan. Pati ubi jalar mengalami perubahan tipe kristal yang semula tipe C menjadi A, namun pada pati kacang lentil, kacang kapri, dan kacang merah yang juga memiliki tipe kristal C tidak terjadi perubahan. Pati beras yang memiliki tipe kristalin A juga tidak mengalami perubahan setelah modifikasi HMT. Perubahan tipe kristalin ini juga terkait dengan kenaikan SDS pada pati termodifikasi HMT. Zhang, Ao, *et al.*, (2006) menyatakan bahwa pati dengan tipe kristalin A menunjukkan sifat lambat dicerna sedangkan tipe kristalin B resisten terhadap enzim pencernaan.

Pengaruh Modifikasi HMT Terhadap Granula Pati

Granula pati yang telah mengalami modifikasi HMT mengalami perubahan yang ditandai dengan munculnya lubang pada granula yang membuat granula tersebut menjadi lebih porus dibandingkan dengan granula pati alami (Gambar 1). Granula yang semakin porus setelah modifikasi HMT ditemukan pada pati ubi jalar (Shin, Kim, Ha, Lee, & Moon, 2005; Huang *et al.*, 2016). Menurut (Miao *et al.*, 2013) struktur dari SDS terdiri dari kristal tidak sempurna dan amilopektin dengan densitas cabang yang tinggi yang menyebabkan sifat lambat cerna.



Gambar 1. Granula Pati Sagu (A) Alami, (B) HMT (30%)
(Liu *et al.*, 2016)

Menurut Watcharatewinkul, Uttapap, Puttanlek, & Rungsardthong, 2010) tercernanya granula pati adalah suatu proses yang kompleks, yang melibatkan aksesibilitas (difusi dan adsorpsi) serta aktivitas hidrolitik enzim terhadap substrat. Aksesibilitas α -amilase ditentukan terutama oleh penampilan fisik granula pati (kehalusan permukaan granula, pori-pori dan saluran dalam granula, serta luas permukaan spesifik), sedangkan aktivitas hidrolitik tergantung terutama pada pengaturan supramolekular molekul pati dalam granula.

Optimalisasi Kadar SDS Dengan Metode Respon Permukaan

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa untuk menghasilkan kandungan SDS pati diperlukan kondisi optimum yang terdiri dari suhu proses, lama serta kadar air. Metode respon permukaan (*response surface*) digunakan untuk menentukan kondisi optimal suatu perlakuan.

Lee, Kim, Choi, & Moon, (2012) menemukan bahwa kondisi optimal untuk menghasilkan kadar SDS paling tinggi (41.8%) padapati kentang rendah amilosa dengan modifikasi HMT yaitu dengan kadar air 25.7%, suhu 120°C dan lama pemanasan 5,3 jam. Pati sagu rendah amilosa yang sebelumnya telah mengalami esterifikasi dengan OSA (*octenyl succinic anhydride*) menghasilkan kadar SDS paling tinggi pada kondisi optimal dengan suhu 120°C, lama waktu pemanasan 4 jam, dan kadar air 10%. (He, Liu, & Zhang, 2008). Sementara itu, Ahn *et al.*, (2013) meneliti kondisi optimal untuk mencapai kadar SDS tertinggi pada tepung ubi jalar dan ditemukan kadar air 22%, suhu 103°C, dan lama waktu pemanasan 5,8 jam.

Dari data diatas terlihat bahwa kondisi optimum untuk menghasilkan kandungan SDS tertinggi berbeda-beda untuk setiap bahan baku pati yang digunakan. Hal ini bisa dipahami karena kandungan SDS awal pada pati alami setiap bahan baku pati berbeda-beda. Dengan demikian sangat disarankan untuk mencari kondisi optimum tersendiri apabila bahan baku pati yang digunakan berbeda.

Kesimpulan dan Arah Penelitian Ke Depan

Modifikasi HMT merupakan metode yang mampu meningkatkan kandungan SDS pati, terutama pati dengan kandungan SDS awal yang relatif rendah (di bawah 40%). Perubahan kandungan SDS pati setelah modifikasi HMT terkait dengan perubahan tipe kristalin pati serta perubahan karakteristik permukaan pati menjadi lebih porus setelah mengalami modifikasi.

Kondisi modifikasi HMT yang optimal dapat menyebabkan kenaikan kadar SDS. Metode Respon Permukaan dapat digunakan untuk menghasilkan kondisi optimal, dimana setiap pati mempunyai kondisi optimal yang berbeda-beda.

Arah penelitian ke depan mengenai SDS adalah perlunya diperluas kajian untuk komoditas yang terdapat di Indonesia yang jarang diteliti seperti pisang, hanjeli dan sumber lainnya. Pengujian khasiat SDS secara in vivo terutama terkait dengan manajemen diabetes perlu dikaji untuk membuktikan klaim SDS.

Daftar Pustaka

- Ahn, J. H., Baek, H. R., Kim, K. M., Han, G. J., Choi, J. B., Kim, Y., & Moon, T. W. (2013). Slowly digestible sweetpotato flour: Preparation by heat-moisture treatment and characterization of physicochemical properties. *Food Science and Biotechnology*, 22(2), 383–391. <https://doi.org/10.1007/s10068-013-0091-z>
- Bian, L., & Chung, H.-J. (2016). Molecular structure and physicochemical properties of starch isolated from hydrothermally treated brown rice flour. *Food Hydrocolloids*, 60, 345–352. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2016.04.008>
- Chung, H. J., Cho, D. W., Park, J. D., Kweon, D. K., & Lim, S. T. (2012). In vitro starch digestibility and pasting properties of germinated brown rice after hydrothermal treatments. *Journal of Cereal Science*, 56(2), 451–456. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2012.03.010>
- Chung, H. J., Liu, Q., & Hoover, R. (2009). Impact of annealing and heat-moisture treatment on rapidly digestible, slowly digestible and resistant starch

- levels in native and gelatinized corn, pea and lentil starches. *Carbohydrate Polymers*, 75(3), 436–447. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2008.08.006>
- Chung, H. J., Liu, Q., & Hoover, R. (2010). Effect of single and dual hydrothermal treatments on the crystalline structure, thermal properties, and nutritional fractions of pea, lentil, and navy bean starches. *Food Research International*, 43(2), 501–508. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.07.030>
- Englyst, H. N., Kingman, S. M., & Cummings, J. H. (1992). Classification and measurement of nutritionally important starch fractions. *European Journal Clinical Nutrition* 46, S33-S50.
- He, J., Liu, J., & Zhang, G. (2008). Slowly digestible waxy maize starch prepared by octenyl succinic anhydride esterification and heat-moisture treatment: Glycemic response and mechanism. *Biomacromolecules*, 9(1), 175–184. <https://doi.org/10.1021/bm700951s>
- Huang, T. T., Zhou, D. N., Jin, Z. Y., Xu, X. M., & Chen, H. Q. (2016). Effect of repeated heat-moisture treatments on digestibility, physicochemical and structural properties of sweet potato starch. *Food Hydrocolloids*, 54, 202–210. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.10.002>
- Jacobs, H., & Delcour, J. A. (1998). Hydrothermal Modifications of Granular Starch, with Retention of the Granular Structure: A Review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(8), 2895–2905. <https://doi.org/10.1021/jf980169k>
- Lee, C. J., Kim, Y., Choi, S. J., & Moon, T. W. (2012). Slowly digestible starch from heat-moisture treated waxy potato starch: Preparation, structural characteristics, and glucose response in mice. *Food Chemistry*, 133(4), 1222–1229. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.09.098>
- Liu, H., Lv, M., Wang, L., Li, Y., Fan, H., & Wang, M. (2016). Comparative study: How annealing and heat-moisture treatment affect the digestibility, textural, and physicochemical properties of maize starch. *Starch/Staerke*, 1–11. <https://doi.org/10.1002/star.201500268>
- Miao, M., Jiang, B., Cui, S. W., Zhang, T., & Jin, Z. (2013). Slowly Digestible Starch-A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 8398(August 2014), 37–41. <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.704434>
- Shin, S. I., Kim, H. J., Ha, H. J., Lee, S. H., & Moon, T. W. (2005). Effect of hydrothermal treatment on formation and structural characteristics of slowly digestible non-pasted granular sweet potato starch. *Starch/Staerke*, 57(9), 421–430. <https://doi.org/10.1002/star.200400377>
- Watcharatewinkul, Y., Uttapap, D., Puttanlek, C., & Rungsardthong, V. (2010). Enzyme digestibility and acid/shear stability of heat-moisture treated canna starch. *Starch/Staerke*, 62(3–4), 205–216. <https://doi.org/10.1002/star.200900221>
- Zeng, F., Ma, F., Kong, F., Gao, Q., & Yu, S. (2015). Physicochemical properties and digestibility of hydrothermally treated waxy rice starch. *Food Chemistry*, 172, 92–98. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.09.020>
- Zhang, G., Ao, Z., & Hamaker, B. R. (2006). Slow digestion property of native cereal starches. *Biomacromolecules*, 7(11), 3252–3258. <https://doi.org/10.1021/bm060342i>
- Zhang, G., Venkatachalam, M., & Hamaker, B. R. (2006). Structural Basis for the Slow Digestion Property of Native Cereal Starches. *Biomacromolecules*, 7(11), 3259–3266. <https://doi.org/10.1021/bm060343a>