

# FAKTOR YANG MEMPENGARUHI INDEKS GLIKEMIK RENDAH PADA BERAS DAN POTENSI PENGEMBANGANNYA DI INDONESIA

## *Factors Affecting the Low Glycemic Index on Rice and Its Potential for Development in Indonesia*

Siti Dewi Indrasari

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Yogyakarta  
Jalan Stadion Maguwoharjo No. 22 Wedomartani Ngemplak Sleman, Yogyakarta  
Telp: (0274) 884662; Faks: (0274) 4477052  
Email: dewindrasari@yahoo.com

Diterima: 10 Juni 2019; Direvisi: 12 September 2019; Disetujui: 06 Desember 2019

### ABSTRAK

Penyakit diabetes melitus (DM) merupakan gangguan metabolisme glukosa akibat kekurangan insulin, baik secara absolut maupun relatif yang disebabkan oleh perubahan kebiasaan pola makan yang mengakibatkan obesitas. Di Indonesia, prevalensi DM berdasarkan diagnosis dokter pada penduduk umur lebih dari atau sama dengan 15 tahun rata-rata 2%. Konsumsi beras dengan indeks glikemik rendah merupakan salah satu cara mengatur pola diet bagi para diabetes tipe 2. Di Indonesia, varietas padi yang mempunyai nilai IG rendah telah berhasil diidentifikasi. Tulisan ini bertujuan untuk memberikan informasi dan pemahaman tentang IG beras, faktor-faktor yang mempengaruhi dan strategi untuk mengembangkan beras dengan IG rendah. Beberapa varietas padi yang mempunyai IG rendah antara lain IR36, Logawa, Batang Lembang, Ciherang, Cisokan, Margasari, Martapura, Air Tenggulang, Hipa-7, Inpari-12, Inpari-13, Situ Patenggang, Pandanwangi, Inpari-1, Beras Hitam Subang, Inpara-4. Faktor yang mempengaruhi IG beras antara lain varietas padi dan rasio amilosa-amilopektin, cara pengolahan, protein dan lemak, kadar serat pangan dan daya cerna pati. Sasaran pengembangan beras dengan IG rendah adalah masyarakat dengan prevalensi DM yang tinggi. Strategi pengembangannya adalah mengupayakan agar varietas padi dengan IG rendah yang bermanfaat untuk kesehatan dapat diatur dalam Permentan sebagai bagian dari beras khusus. Varietas padi dengan keunggulan tersebut dapat dikembangkan melalui proses pemutihan atau pelepasan varietas yang dilanjutkan dengan proses sertifikasi Beras Berlabel Jaminan Varietas (BBJV). Proses sertifikasi ini bertujuan agar beras-beras fungsional tersebut memperoleh nilai tambah, berdaya jual tinggi bagi petani dan menjamin hak konsumen yang mengonsumsi.

**Kata kunci:** Beras, indeks glikemik, diabetes melitus

### ABSTRACT

*Diabetes Mellitus (DM) is a disorder of glucose metabolism due to insulin deficiency both in absolute and relative terms caused by changes in dietary habits that result in obesity. Nationally in Indonesia, the prevalence of DM based on a doctor's diagnosis in the population aged over or equal to 15 years is 2%. Consumption*

*of rice with a low glycemic index is one way to regulate dietary patterns for people with type 2 diabetes. In Indonesia, rice varieties that have a low glycemic index (GI) value have been successfully identified. This paper aims to provide information and understanding of GI rice, influencing factors and strategies for developing rice with low GI. Some rice varieties that have low GI are include IR 36, Logawa, Batang Lembang, Ciherang, Cisokan, Margasari, Martapura, Air Tenggulang, Hipa 7, Inpari 12, Inpari 13, Situ Patenggang, Pandanwangi, Inpari 1, Beras Hitam Subang, Inpara 4. Factors affecting rice GI include rice varieties and amylose-amylopectin ratio, processing method, protein and fat, dietary fiber content and starch digestibility. The target of developing rice with a low GI is a community with a high prevalence of DM. While the development strategy is to strive so that rice varieties with a low GI that are beneficial to health can be regulated in the Ministry of Agriculture Regulation as part of special rice. Rice varieties with these advantages can be developed through the process of releasing varieties, followed by the certification process for Labelled Rice Variety Assurances (LRVA). The certification process aims to provide functional rice that has added value, has a high selling power for farmers and producers and guarantees the rights of consumers who consume it.*

**Keywords:** Rice, glycemic index, diabetes melitus

### PENDAHULUAN

Jumlah penderita diabetes melitus (DM) meningkat dengan cepat dan sudah menjadi penyakit epidemi global (Sinaga and Wirawanni 2012). Pada tahun 2030 diperkirakan akan terjadi peningkatan prevalensi DM secara signifikan di Amerika Latin, Afrika, Asia Selatan dan Asia Tenggara (Shaw *et al.* 2010). Salah satu penyebabnya adalah perubahan pola makan (Misra *et al.* 2010) yang mengakibatkan obesitas (Astrup *et al.* 2008; Hossain *et al.* 2007, dan Yoon *et al.* 2006).

Diabetes melitus adalah penyakit metabolisme yang merupakan kumpulan gejala yang timbul pada seseorang karena meningkatnya kadar glukosa darah. Penyakit ini disebabkan oleh gangguan metabolisme glukosa akibat

kekurangan insulin, baik secara absolut maupun relatif. Ada dua tipe DM yaitu diabetes tipe 1 (diabetes *juvenile*) yang umumnya didapat sejak masa kanak-kanak dan diabetes tipe 2 yang didapat setelah dewasa. Rasa haus yang berlebihan (*polidipsi*), sering kencing (*poliuri*) terutama malam hari, sering merasa lapar (*poliphagi*) merupakan ciri gejala umum DM. Seseorang diklaim menderita DM jika pernah didiagnosis mengalami kencing manis atau dalam 1 bulan terakhir mengalami gejala: sering lapar, sering haus, dan sering buang air kecil dengan jumlah banyak dan berat badan turun (Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan 2013).

Di Indonesia, prevalensi DM ditetapkan berdasarkan pemeriksaan darah dengan kriteria dari konsensus Perkumpulan Endokrinologi Indonesia (PERKENI) yang mengadopsi kriteria *American Diabetes Association* (ADA). Menurut kriteria PERKENI dan ADA pada tahun 2015, DM bila kadar glukosa darah puasa (GDP)  $\geq 126$  mg/dL, atau glukosa darah 2 jam pascapembebanan (GDPP)  $\geq 200$  mg/dL, atau glukosa darah sewaktu (GDS)  $\geq 200$  mg/dL dengan gejala sering lapar, sering haus, sering buang air kecil dalam jumlah banyak, dan berat badan turun. Secara umum DM dapat dikendalikan melalui pengaturan makan, olah raga, dan pengobatan herbal (Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan 2018). Sebagai bahan pangan pokok, beras dengan IG rendah berperan penting dalam mengendalikan kadar gula pada penderita DM.

Hasil penelitian kesehatan dasar pada tahun 2018 menunjukkan prevalensi DM berdasarkan diagnosis dokter pada penduduk semua umur di Indonesia rata-rata 1,5%. Bila dirinci berdasarkan provinsi, maka DKI Jakarta adalah tertinggi (2,6%), diikuti oleh DI Yogyakarta (2,4%) serta Kalimantan Timur dan Sulawesi Utara masing-masing 2,3%. Bila prevalensi DM berdasarkan diagnosis dokter pada penduduk berumur lebih dari atau sama dengan 15 tahun, maka rata-rata prevalensi DM di Indonesia adalah 2%. DKI Jakarta mempunyai prevalensi DM tertinggi (3,4%), diikuti oleh DI Yogyakarta dan Kalimantan Timur masing-masing 3,1% dan Sulawesi Utara 3,0% (Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan 2018).

Salah satu pendekatan dalam memilih pangan sumber energi yang baik untuk kesehatan adalah menerapkan konsep indeks glikemik (IG). Indeks glikemik adalah tingkatan pangan menurut efeknya terhadap glukosa darah. Pangan yang menaikkan kadar glukosa darah dengan lambat memiliki IG rendah. Nilai IG pangan didefinisikan sebagai nisbah antara luas area kurva glukosa darah makanan yang diuji yang mengandung karbohidrat total setara 50 g terhadap luas glukosa darah setelah makan 50 g glukosa pada hari yang berbeda oleh orang yang sama. Berdasarkan definisi tersebut maka glukosa (sebagai standar) memiliki nilai IG 100. Nilai IG pangan dikelompokkan menjadi IG rendah ( $<55$ ), sedang (55-70) dan tinggi ( $>70$ ) (Rimbawan and Siagian 2004).

Konsumsi beras dengan IG rendah merupakan salah satu cara mengatur pola diet bagi para diabetes tipe 2. Beras sebagai bahan pangan pokok dengan IG rendah berperan penting dalam pengaturan pola makan untuk mengendalikan kadar gula pada penderita DM.

Beberapa studi melaporkan hubungan konsumsi nasi dengan meningkatnya risiko terjadinya diabetes tipe 2 (Nanri *et al.* 2010; Villegas *et al.* 2007). Studi tersebut dilakukan di Jepang dan Shanghai berturut-turut, dan di kedua tempat tersebut nasi yang dikonsumsi adalah memiliki IG tinggi karena berasal dari beras beramilosa rendah (Fitzgerald *et al.* 2011). Nanri *et al.* (2010) dan Villegas *et al.* (2007) juga melaporkan bahwa ada hubungan antara konsumsi nasi dengan diabetes, hubungan menguat pada orang yang mempunyai aktivitas rendah dengan konsumsi nasi yang tinggi. Widowati *et al.* (2008) menyimpulkan IG merupakan proses fisiologis yang unik dan dipengaruhi oleh komposisi kimia bahan, namun tidak dapat diprediksi dari salah satu karakteristik bahan saja.

Sejak tahun 1940 hingga saat ini Kementerian Pertanian telah melepas sekitar 230 varietas padi dengan berbagai keunggulan (Fama 2018). Varietas-varietas padi yang telah dilepas tersebut mempunyai keunggulan spesifik seperti memiliki sifat fungsional, misalnya menghasilkan beras kaya mineral dan atau kaya gizi. Beras berpigmen seperti beras merah (varietas Aek Sibudong, Arumba, Pamera, Pamelen) dan beras hitam (varietas Jaliteng) merupakan beras fungsional karena mempunyai satu atau lebih komponen antioksidan yang bermanfaat untuk kesehatan. Inpari-5 Merawu merupakan varietas padi kaya besi dan Inpari IR Nutri Zinc adalah padi yang mengandung seng tinggi pada beras pecah kulitnya. Varietas-varietas padi yang mempunyai nilai IG rendah juga telah diidentifikasi. Tulisan ini memberikan informasi dan pemahaman tentang IG beras, faktor yang mempengaruhi dan strategi pengembangan padi dengan IG beras rendah.

## NILAI INDEKS GLIKEMIK PADA BEBERAPA VARIETAS PADI

Nilai IG beras dari berbagai varietas padi di Indonesia telah dilaporkan oleh beberapa peneliti (Tabel 1). Terlihat nilai IG beras sangat bervariasi, berkisar antara antara 34 (varietas Cisokan) hingga 130 (varietas Ciasem). Cisokan adalah varietas padi rawa, sedangkan Ciasem adalah varietas padi ketan putih. Beras-beras yang mempunyai nilai IG rendah secara alami dapat disarankan untuk dikonsumsi oleh penderita DM tipe 2. Hasil eksplorasi terhadap 260 varietas padi menunjukkan IG beras berkisar antara 52-92 (Fitzgerald *et al.* 2011). Di Sri Lanka, nilai IG beberapa varietas padi komersial berkisar antara 67-72 dan mayoritas termasuk sedang (Prasanth 2018).

**Tabel 1. Nilai indeks glikemik beberapa varietas padi.**

Kelompok indeks glikemik	Varietas	Referensi
Rendah (<55)	IR36, Logawa, Batang Lembang, Ciherang, Cisokan, Margasari, Martapura, Air Tenggulang, Hipa-7, Inpari-12, Inpari-13, Situ Patenggang, Pandanwangi, Inpari-1, Beras Hitam Subang, Inpara-4	Purwani <i>et al.</i> (2007); Widowati <i>et al.</i> (2008); Indrasari <i>et al.</i> (2010); Widowati <i>et al.</i> (2009); Indrasari <i>et al.</i> (2017), Indrasari <i>et al.</i> (2010); Wibowo <i>et al.</i> (2010).
Sedang (55-70)	Beras Taj Mahal, IR42, Aek Sibudong, Cigeulis, Hipa-6, Inpara-3, Inpara-5, IR64, Cisadane, Hipa-5 Ceva., Rojolele, Beras Miskin (Raskin), Mentikwangi, Inpari-6 Jete	Purwani <i>et al.</i> (2007); Widowati <i>et al.</i> (2008); Indrasari <i>et al.</i> (2010); Wibowo <i>et al.</i> (2010); (Suprihatno <i>et al.</i> 2011); Indrasari <i>et al.</i> (2013); Indrasari <i>et al.</i> (2017); Wahab <i>et al.</i> (2017)
Tinggi (>70)	Mekongga, Batang Piaman, Celebes, Ciasem, Bengawan Solo, Sintanur, Gilirang, Setail, Ketonggo, Hipa-8	Purwani <i>et al.</i> (2007); Widowati <i>et al.</i> (2008); Indrasari <i>et al.</i> (2010); Wahab <i>et al.</i> (2017); Indrasari <i>et al.</i> (2017)

## FAKTOR YANG MEMPENGARUHI INDEKS GLIKEMIK BERAS

### Varietas Padi dan Rasio Amilosa-Amilopektin

Varietas padi dan rasio amilosa-amilopektin beras merupakan hal yang saling berhubungan erat. Nilai IG nasi dengan kandungan amilosa beras berbagai varietas padi di Indonesia dapat dilihat pada (Tabel 2 dan 3).

Karbohidrat yang diserap secara lambat akan menghasilkan puncak kadar glukosa darah yang rendah dan berpotensi baik dalam mengendalikan daya cerna pati beras yang dipengaruhi oleh komposisi kimia amilosa atau amilopektin (Willett *et al.* 2002). Kandungan pati dan komposisi amilosa/amilopektin berpengaruh terhadap daya cerna pati beras atau nasi. Amilosa dicerna lebih lambat dibandingkan dengan amilopektin, karena amilosa merupakan polimer dari gula sederhana dengan rantai lurus, tidak bercabang. Rantai yang lurus ini menyusun ikatan amilosa yang kompak sehingga tidak mudah tergelatinisasi. Oleh karena itu amilosa lebih sulit dicerna dibandingkan dengan amilopektin yang merupakan polimer gula sederhana, bercabang, dan dengan struktur terbuka. Berdasarkan karakteristik tersebut maka pangan yang mengandung amilosa tinggi memiliki aktivitas hipoglikemik lebih tinggi dibandingkan dengan pangan yang mengandung amilopektin tinggi (Foster-Powell *et al.* 2002; Behall and Hallfrisch 2002). Hal ini sesuai dengan data yang tercantum pada Tabel 2 dan 3.

Menurut Lehninger (1982), berdasarkan mekanisme hidrolisis enzimatis, amilosa dapat dihidrolisis hanya dengan satu enzim yaitu alfa-amilase. Sementara itu, amilopektin pertama kali yang akan dihidrolisis adalah bagian luar oleh alfa-amilase yang dilanjutkan oleh alfa (1->6) glukosidase karena mempunyai rantai cabang. Berat

molekul amilopektin lebih besar dibandingkan dengan amilosa sehingga amilopektin memerlukan waktu yang lebih lama untuk dicerna dibandingkan dengan amilosa.

International Rice Research Institute (IRRI) mengklasifikasikan beras menjadi tiga kategori berdasarkan kandungan amilosanya, yaitu ketan (0-2%), rendah (10-20%), sedang (20-25%), dan tinggi (>25%) (Juliano 1993). Hasil penelitian Indrasari *et al.* (2010) menunjukkan beras berkadar amilosa rendah cenderung mempunyai IG tinggi, beras beramilosa sedang memiliki IG sedang, dan beras beramilosa tinggi mempunyai IG rendah. Hal serupa dilaporkan oleh Hu *et al.* (2004) bahwa varietas padi dengan amilosa tinggi mempunyai IG yang rendah. Kadar amilosa yang tinggi pada beras dapat memperlambat pencernaan pati sehingga menyebabkan IG rendah (Frei *et al.* 2003). Yusof *et al.* (2005) melaporkan bahwa laju pencernaan yang lebih lambat setelah mengonsumsi nasi berkadar amilosa tinggi diduga karena pada saat pengolahan atau pemanasan, amilosa membentuk kompleks dengan lipid sehingga menurunkan kerentanan terhadap hidrolisis enzimatis.

Tabel 4 memperlihatkan beras yang mempunyai nilai IG rendah dengan kandungan amilosa sedang dari berbagai varietas padi di Indonesia. Hal ini kemungkinan terkait dengan kandungan pati resisten pada beras. Pati resisten biasanya terdiri atas <3% beras yaitu bagian dari pati beras yang tidak dapat dicerna oleh usus halus dan kemungkinan difermentasi oleh mikroflora pada usus besar (BeMiller 2007).

Varietas padi dengan kadar amilosa yang berbeda memiliki IG yang bervariasi (48-92%) (Fitzgerald *et al.* 2011). Institut Penelitian Padi India di Hyderabad telah mengidentifikasi tiga varietas padi dengan nilai IG rendah yaitu Lalat, BPT 5204, dan Sampada. Beberapa varietas padi asal Australia, Indonesia, India, dan Bangladesh dilaporkan memiliki IG lebih rendah daripada beras

**Tabel 2. Beras dengan indeks glikemik rendah dan kadar amilosa tinggi dari beberapa varietas padi.**

Varietas	Amilosa (%)	Nilai IG	Klasifikasi IG	Referensi
IR36	27,3	45	Rendah	Purwani <i>et al.</i> (2007)
Logawa	25,5	49	Rendah	Widowati <i>et al.</i> (2008)
Batang Lembang	25,56	54	Rendah	Widowati <i>et al.</i> (2008)
Cisokan	26,68	34	Rendah	Indrasari <i>et al.</i> (2010)
Margasari	25,04	39	Rendah	Indrasari <i>et al.</i> (2010)
Martapura	26,41	50	Rendah	Indrasari <i>et al.</i> (2010)
Air Tenggulang	28,62	50	Rendah	Indrasari <i>et al.</i> (2010)
Inpari-12	26,8	53	Rendah	Wibowo <i>et al.</i> (2010)
Inpara-4	25,73	51	Rendah	Indrasari <i>et al.</i> (2017)

**Tabel 3. Beras dengan indeks glikemik tinggi dan kadar amilosa rendah dari beberapa varietas padi.**

Varietas	Amilosa (%)	Nilai IG	Klasifikasi IG	Referensi
Celebes	19,80	95	Tinggi	Widowati <i>et al.</i> (2008)
Ciasem	7,32	130	Tinggi	Widowati <i>et al.</i> (2008)
Bengawan Solo	17,24	106	Tinggi	Widowati <i>et al.</i> (2008)
Sintanur	15,44	91	Tinggi	Widowati <i>et al.</i> (2008)
Gilirang	16,58	97	Tinggi	Widowati <i>et al.</i> (2008)
Setail	7,74	74	Tinggi	Indrasari <i>et al.</i> (2010)
Ketonggo	7,45	79	Tinggi	Indrasari <i>et al.</i> (2010)
Hipa-8 Pioneer	19,36	74	Tinggi	Indrasari <i>et al.</i> (2017)

**Tabel 4. Beras dengan indeks glikemik rendah dan kadar amilosa sedang dari beberapa varietas padi.**

Varietas	Amilosa (%)	Nilai IG	Klasifikasi IG	Referensi
Ciherang	22,92	54-55	Rendah	Widowati <i>et al.</i> (2009); Indrasari <i>et al.</i> (2017)
Hipa-7	22,7	49	Rendah	Wibowo <i>et al.</i> (2010)
Inpari-1	22,0	50	Rendah	Wahab <i>et al.</i> (2017)
Inpari-13	22,6	45	Rendah	Wibowo <i>et al.</i> (2010)
Situ Patenggang	20,63	54	Rendah	Indrasari <i>et al.</i> (2017)

lainnya. Salah satu beras jenis basmati dan varietas padi Mega Swarna menunjukkan IG rendah, sementara IR65 jenis ketan yang tidak mengandung amilosa mempunyai IG tinggi (Fitzgerald *et al.* 2011). Struktur amilosa memengaruhi IG dan varietas dengan tekstur nasi pera umumnya memiliki IG lebih rendah. Makanan dengan IG rendah mengurangi risiko penyakit jantung koroner, obesitas, dan kelelahan selama olahraga. Beras pecah kulit varietas Lepnok dan Chiang asal Thailand direkomendasikan untuk dikonsumsi oleh penderita DM karena nilai IG-nya termasuk sedang (Chapagai *et al.* 2016).

Nilai IG 4 varietas beras warna asal Sri Lanka (Kaluheenati, Wedaheenati, Rathkaral, dan Madathawalu) dengan kadar amilosa tinggi (26,1-28,5%) berkisar antara 52,5-64,0. Varietas Wedaheenati diklasifikasikan sebagai

beras IG rendah (52,5) (Prasanthi 2018). Di lain pihak Pathiraje *et al.* (2011) melaporkan IG beras warna Wedaheenati yang disosoh sempurna termasuk klasifikasi IG sedang. Perbedaan ini disebabkan oleh kandungan serat yang tinggi pada beras pecah kulit Wedaheenati (tidak disosoh). Sementara (Somaratne *et al.* 2017) menyatakan adanya hubungan negatif antara serat kasar dan nilai IG beras. Studi terdahulu melaporkan nilai IG beras pecah kulit lebih rendah dibanding beras giling pada beras putih (Babu *et al.* 2009 dan Somaratne *et al.* 2017). Menurut Hettiarachchi *et al.* (2001), nilai IG beras merah di Sri Lanka bervariasi antara 56-73. Penelitian sebelumnya melaporkan beras merah yang disosoh sebagian dapat mengontrol kadar gula darah secara efektif dibanding beras putih (Perera and Jansz 2000). Konsumsi beras merah dengan kadar serat tinggi dapat membantu

mengontrol prevalensi DM tipe 2 di Sri Lanka (Prasanth 2018).

## Cara Pengolahan

Indeks glikemik pangan juga dipengaruhi oleh cara proses atau pengolahannya. IG beras yang dimasak dengan waktu mendidih yang lebih lama akan meningkat akibat proses gelatinisasi pati. IG produk brondong beras juga meningkat hingga 15-20% (Montignac 2015). Sebaliknya, pendinginan dan pengeringan nasi mengurangi nilai IG karena reorganisasi amilosa dan amilopektin. Di sisi lain, tepung beras yang mudah dihidrolisis oleh enzim pencernaan memiliki IG lebih tinggi daripada beras utuh. Dalam beberapa kasus, protein dan serat dikaitkan dengan pati sehingga kompleks yang mengakibatkan tingkat pencernaan lebih lambat sehingga nilai IG lebih rendah (Tripathy *et al.* 2016).

Beras pratanak atau *parboiled rice* adalah salah satu produk olahan padi melalui proses perendaman dan pemanasan/pengukusan terlebih dahulu sebelum digiling. Hal ini bertujuan untuk menghindari kehilangan dan kerusakan nilai gizi, rendemen beras, serta menurunkan nilai IG beras. Pengaruh proses pratanak terhadap IG bersifat spesifik. Nampaknya proses pratanak yang sama dapat mengakibatkan perubahan struktur molekul yang berbeda pada setiap jenis beras. Terjadi penurunan IG yang cukup nyata (30%) akibat proses pratanak beras varietas Batang Piaman (tekstur nasi pera), namun keadaan sebaliknya terjadi pada beras IR36. Sifat termal diduga memberikan kontribusi terhadap perubahan nilai IG beras (Tabel 5). Proses pratanak dari beras giling menjadi beras pratanak menurunkan IG beberapa varietas beras yaitu Sintanur, Gilirang, Ciherang, IR64, Mekongga, IR42 dan Batang Lembang dengan kisaran 16-32% (Widowati *et al.* 2009). Hasil studi lainnya tentang IG produk olahan beras seperti beras pratanak dan bihin minimal 10 unit lebih rendah dibanding IG beras giling varietas yang sama (Ranawana *et al.* 2009; Sato *et al.* 2010).

IG beras varietas Batang Piaman yang semula 86 menurun menjadi 59 setelah proses pratanak. Sebaliknya, IG beras varietas IR36 yang sebelumnya 45 meningkat

menjadi 123 setelah menjadi beras pratanak (Purwani *et al.* 2007). Widowati (2007) melaporkan IG dapat diturunkan dengan cara menambahkan ekstrak teh hijau sebanyak 7% pada beras pratanak dan 4% pada beras instan fungsional varietas Memberamo. Nilai IG beras pratanak (56) dan beras fungsional (49) varietas Memberamo lebih rendah dibanding nilai IG beras gilingnya (67). Hal ini disebabkan karena proses pembuatan beras pratanak maupun instanisasi menggunakan ekstrak teh hijau sehingga terbentuk kompleks antara pati dan polifenol. Akibatnya enzim pencernaan menjadi tidak dapat mengenali sisi atau bagian pati yang secara normal dihidrolisis oleh enzim tersebut. Semakin banyak ikatan pati dengan polifenol semakin banyak sisi yang tidak dapat dikenali oleh enzim pencernaan, sehingga kemampuan hidrolisis pati menurun atau daya cerna pati menjadi rendah (Widowati *et al.* 2007; Widowati *et al.* 2008).

Beras Basmati Pakistan dan Basmati India yang dimasak dengan *rice cooker* dan *microwave* menghasilkan IG yang berbeda. Nilai IG kedua beras tersebut masing-masing menurun 12,5% (Pakistan Basmati) dan 20,4% (India Basmati) setelah dimasak dengan *microwave* dibanding dengan *rice cooker* (Gunathilaka and Ekanayake 2015). Sementara Chapagai *et al.* (2016) melaporkan cara memasak nasi dengan *pressure cooker* dan *rice cooker* tidak berpengaruh pada nilai IG beras.

Lopez-Ridaura *et al.* (2004) melaporkan konsumsi tinggi mineral Mg dapat mengurangi risiko terjadinya DM tipe 2. Tingkat konsumsi Mg yang rendah mengurangi sensitivitas insulin dalam melaksanakan tugasnya. Konsumsi Mg sesuai kecukupan dapat membantu insulin melaksanakan tugasnya dalam tubuh dan akan membantu pencegahan terjadinya DM tipe 2. Proses penyosohan beras giling akan menghilangkan sekitar 86% kandungan Mg (Hansen *et al.* 2012).

Studi di Amerika Serikat menunjukkan konsumsi beras giling (BG) cenderung memberikan peluang peningkatan prevalensi DM tipe 2 dibanding mereka yang mengonsumsi beras pecah kulit (BPK) (Sun *et al.* 2010). Selanjutnya Sun *et al.* (2010) menyatakan perbedaan aktivitas fisik dan konsumsi BPK atau BG berpengaruh terhadap terjadinya DM tipe 2.

**Tabel 5. Nilai indeks glikemik nasi dari beberapa varietas padi tanpa atau dengan proses pendahuluan.**

Varietas - cara proses pendahuluan	Nilai IG	Referensi
Batang Piaman	86	Purwani <i>et al.</i> (2007)
Batang Piaman pratanak	59	Purwani <i>et al.</i> (2007)
R36	45	Purwani <i>et al.</i> (2007)
IR36 pratanak	123	Purwani <i>et al.</i> (2007)
Memberamo	67	Widowati <i>et al.</i> (2007); Widowati <i>et al.</i> (2008)
Memberamo pratanak	56	Widowati <i>et al.</i> (2007); Widowati <i>et al.</i> (2008)
Beras fungsional	49	Widowati <i>et al.</i> (2007); Widowati <i>et al.</i> (2008)

## Protein dan Lemak

Sebagai salah satu sumber gizi, protein berperan sebagai sumber asam amino yang mengandung unsur C, H, O, dan N. Protein berfungsi membentuk jaringan baru, mempertahankan jaringan yang telah ada, dan sebagai zat pengatur proses metabolisme tubuh. Selain karbohidrat dan protein, lemak merupakan sumber energi yang lebih efektif bagi tubuh. Satu gram karbohidrat dan protein hanya menghasilkan energi 4 kkal, sedangkan satu gram lemak menghasilkan 9 kkal energi.

Menurut Jenkins *et al.* (1981), kadar protein yang tinggi merangsang sekresi insulin sehingga glukosa dalam darah tidak berlebih dan terkendali. Pangan dengan kadar lemak yang tinggi cenderung memperlambat laju pengosongan lambung, sehingga proses pencernaan makanan pada usus halus juga lambat. Oleh karena itu, pangan dengan kandungan lemak dan protein tinggi cenderung memiliki IG lebih rendah dibandingkan dengan pangan sejenis yang berkadar lemak dan protein rendah (Jenkins *et al.* 1981; Rimbawan and Siagian 2004).

Hubungan nilai kadar protein, lemak, dan IG beberapa produk pangan disajikan pada Tabel 6. Pangan dengan IG rendah dapat menghasilkan banyak energi jika mengandung banyak lemak dan protein (Oku *et al.* 2010). Menurut Nisviaty (2006), total konsumsi lemak tidak boleh melebihi 30% dari total energi dan total konsumsi lemak jenuh tidak melebihi 10% dari total energi.

## Kadar Serat Pangan

Serat berperan penting dalam memelihara kesehatan individu. Jenkins *et al.* (2002) menyatakan konsep IG merupakan pengembangan dari hipotesis serat karena serat akan menurunkan laju masukan zat gizi dari usus. Serat pangan berbentuk karbohidrat kompleks banyak terdapat di dalam dinding sel tumbuhan. Serat pangan tidak dapat dicerna dan diserap oleh saluran pencernaan manusia tetapi berfungsi penting bagi kesehatan dan mencegah berbagai penyakit. Komponen ini meliputi polisakarida yang tidak dapat dicerna seperti selulosa, hemiselulosa, oligosakarida, pektin, gum, dan waxes (Sardesai 2003; Astawan and Wresdiyati 2004). Serat pangan mempengaruhi asimilasi glukosa dan mereduksi kolesterol darah. Berbagai hasil penelitian menunjukkan serat tanaman tertentu menghambat penyerapan karbohidrat dan menghasilkan kadar gula darah yang rendah 2 jam sesudah makan (*post prandial*).

Peningkatan serat pangan di dalam diet berkaitan dengan reduksi resistensi insulin.

Sardesai (2003) menyatakan penambahan serat pangan dari sereal, kacang-kacangan, dan sayuran sangat bermanfaat bagi diabetes. Beberapa penelitian terakhir menunjukkan kurangnya konsumsi serat pangan dapat menyebabkan munculnya berbagai macam penyakit degeneratif seperti jantung koroner (Streppel *et al.* 2008; Kendall *et al.* 2009), diabetes mellitus tipe 2 (Kendall *et al.* 2009; American Dietetic Association (ADA) 2008), dan hiperkolesterolemia (Kendall *et al.* 2009; American Dietetic Association (ADA) 2008). Diet tinggi serat juga mampu menurunkan risiko terjadinya penyakit saluran pencernaan (American Dietetic Association (ADA) 2008).

Konsumsi serat pangan penduduk Indonesia rata-rata 10,5 g per hari. Angka ini masih jauh di bawah nilai konsumsi ideal 30 g per hari (Astawan 2007). Menurut Malik (1990), beras yang merupakan makanan pokok penduduk Indonesia menyumbang 43% dari total konsumsi serat. Menurut Fernandes *et al.* (2005), keberadaan serat pangan dapat memengaruhi kadar glukosa darah. Trinidad *et al.* (2010) melaporkan bahwa secara umum kandungan serat pangan yang tinggi berkontribusi pada nilai IG yang rendah. Dalam bentuk utuh, serat dapat menghambat fisik pada pencernaan, memperlambat laju pencernaan, dan menghambat aktivitas enzim sehingga proses pencernaan khususnya pati menjadi lebih lambat sehingga respons glukosa darah menjadi lebih rendah yang mengakibatkan IG cenderung lebih rendah.

Indrasari *et al.* (2010) melaporkan beras yang mengandung serat pangan tinggi menurunkan respon glikemik sehingga IG cenderung rendah (Tabel 7). Sementara Widowati *et al.* (2009) melaporkan beras giling dengan kadar serat pangan tak larut 3,64% memiliki nilai IG 54-97, lebih tinggi dibanding IG beras pratanak (44-76) yang memiliki kadar serat pangan tak larut 6,64%.

## Daya Cerna Pati

Daya cerna (DC) pati merupakan kemampuan pati untuk dapat dicerna dan diserap dalam tubuh. Daya cerna pati yang rendah berarti hanya sedikit jumlah pati yang terhidrolisis oleh enzim pencernaan pada waktu tertentu. Dengan demikian, kadar glukosa dalam darah tidak meningkat drastis sesaat setelah makanan dicerna (Arif *et al.* 2013). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Argasmita (2008) dan Indrasari *et al.* (2010) yang

**Tabel 6. Kadar protein dan lemak serta indeks glikemik produk beras dari dua varietas.**

Varietas	Protein (%)	Lemak (%)	Nilai IG	Referensi
Air Tenggulang	10,04	0,57	50	Indrasari <i>et al.</i> (2010)
Martapura	9,34	0,46	50	Indrasari <i>et al.</i> (2010)

menunjukkan pangan dengan daya cerna pati tinggi menghasilkan nilai IG yang tinggi pula (Tabel 8). Selanjutnya Chung *et al.* (2006) melaporkan pati bahan pangan yang tergelatinisasi sebagian memiliki daya cerna yang rendah, sehingga pati yang tergelatinisasi sebagian relatif lebih tahan terhadap hidrolisis enzim sehingga nilai IG-nya cenderung lebih rendah.

## SASARAN DAN STRATEGI PENGEMBANGAN BERAS DENGAN INDEKS GLIKEMIK RENDAH SEBAGAI PANGAN FUNGSIONAL

### Sasaran Pengembangan

Perubahan gaya hidup termasuk pola konsumsi pangan dan berkurangnya aktivitas fisik menyebabkan meningkatnya prevalensi penyakit degeneratif dan beberapa penyakit lainnya. Perilaku konsumsi makanan berisiko, antara lain kebiasaan mengonsumsi makanan/minuman manis, asin, berlemak, dibakar/panggang, diawetkan, berkafein, dan berpenyedap adalah perilaku berisiko penyakit degeneratif. Penyakit degeneratif tersebut antara lain diabetes melitus, gagal atau payah jantung, kanker atau tumor ganas, dan stroke (Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan 2013).

Diabetes melitus (DM) adalah penyakit metabolisme yang merupakan kumpulan gejala yang timbul pada seseorang karena meningkatnya kadar glukosa darah di atas nilai normal (Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan 2013). Menurut ADA (*American Diabetes Association*) dan konsensus PERKENI (Perkumpulan Endokrinologi Indonesia), prevalensi DM tertinggi berdasarkan pemeriksaan kadar gula darah penduduk

umur lebih dari atau sama dengan 15 tahun terdapat pada kelompok umur 55-64 tahun dan 65-74 tahun masing-masing 19,6%. Berdasarkan jenis kelamin, prevalensi pada perempuan (12,7%) lebih tinggi dibanding laki-laki (9,0%). Berdasarkan tingkat pendidikan, kelompok tidak sekolah menempati prevalensi tertinggi (17,2%), diikuti oleh kelompok tidak tamat SD (14,4%). Berdasarkan jenis pekerjaan, kelompok PNS, TNI/Polri, pegawai BUMN dan BUMD merupakan prevalensi tertinggi (13,5%), diikuti oleh kelompok tidak bekerja (12,8%) dan petani/buruh tani (12,6%). Penduduk yang bertempat tinggal di pedesaan (11,2%) mempunyai prevalensi yang lebih tinggi dibanding mereka yang tinggal di perkotaan (10,6%) (Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan 2018). Penyuluhan dan pendidikan gizi, khususnya manfaat mengonsumsi beras fungsional seperti beras dengan IG rendah, beras merah dan hitam, perlu ditingkatkan pada seluruh lapisan masyarakat yang rentan terhadap penyakit-penyakit tersebut.

### Strategi Pengembangan

Permentan No 31/Permentan/PP.130/8/2017 mengatur beras khusus, yaitu beras untuk kesehatan, beras organik, beras indikasi geografis dan beras tertentu yang tidak dapat diproduksi di dalam negeri (Kementerian Pertanian 2017). Varietas padi dengan indeks glikemik rendah yang bermanfaat untuk kesehatan sebenarnya dapat diatur dalam Permentan ini karena jenis beras organik yang bukan merupakan produk olahan bisa masuk dalam Permentan tersebut. Oleh karena itu varietas padi dengan IG rendah dapat dikembangkan lebih lanjut agar lebih berdaya saing dan mendapatkan nilai tambah. Hal itu dapat dikembangkan melalui proses pemutihan varietas

**Tabel 7. Kadar serat pangan larut, serat pangan tak larut beras, dan indeks glikemik beberapa varietas padi.**

Varietas	Serat pangan larut (%)	Serat pangan tak larut (%)	Nilai indeks glikemik	Referensi
Air Tenggulang	3,64	5,49	50	Indrasari <i>et al.</i> (2010)
Martapura	3,16	5,96	50	Indrasari <i>et al.</i> (2010)
Batang Lembang	3,56	7,25	34	Indrasari <i>et al.</i> (2010)
Margasari	3,19	4,54	39	Indrasari <i>et al.</i> (2010)
Cisokan	3,00	3,94	34	Indrasari <i>et al.</i> (2010)

**Tabel 8. Daya cerna pati dan indeks glikemik tiga varietas padi.**

Varietas	Daya cerna pati (%)	Nilai indeks glikemik	Referensi
Ciasem	76,82	147	Argasasmita (2008)
Setail	55,61	74	Indrasari <i>et al.</i> (2010)
Ketonggo	56,4	79	Indrasari <i>et al.</i> (2010)

atau pelepasan varietas yang dilanjutkan dengan sertifikasi Beras Berlabel Jaminan Varietas (BBJV).

## KESIMPULAN

Beras dengan IG rendah yang mempunyai sifat fungsional yang baik untuk kesehatan dapat diperoleh secara alami maupun diproses dengan cara pengolahan tertentu. Faktor yang mempengaruhi IG beras antara lain varietas padi dan rasio amilosa amilopektin, protein dan lemak, kadar serat pangan, daya cerna pati, dan cara pengolahan.

Beras tersebut hendaknya didaftarkan pada Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM). Varietas padi yang secara alami mempunyai IG rendah disertifikasi sebagai beras berlabel jaminan varietas (BBJV). Proses pendaftaran dan sertifikasi bertujuan agar beras-beras fungsional tersebut memperoleh nilai tambah, berdaya jual tinggi bagi petani dan produsen serta menjamin hak-hak konsumen yang mengonsumsinya.

Ketersediaan beras IG rendah di pasar diharapkan dapat memperbaiki pola makan penderita DM tipe 2. Namun beras tersebut perlu dikonsumsi dengan bijak, yaitu sesuai dengan porsi/takaran diet yang dibutuhkan tubuh penderita DM tipe 2. Selain itu juga perlu didukung oleh aktivitas fisik, olah raga, dan pikiran yang seimbang.

## DAFTAR PUSTAKA

- American Dietetic Association (ADA) (2008). Position of the American Dietetic Association: Health Implication of dietary fiber. *Journal of the American Dietetic Association*(108):1716–1731.
- Argasmita, T. (2008). *Karakterisasi Sifat Fisikokimia Dan Indeks Glikemik Varietas Beras Beramilosa Rendah Dan Tinggi. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor. 84 Hlm.*
- Arif, B.A., Budiyanto, A. and Hoerudin (2013). Nilai Indeks Glikemik Produk Pangan dan Faktor-Faktor Yang Memengaruhinya. *Jurnal Litbang Pertanian* 32(3):91–99.
- Astawan, M. (2007). Antosianin penghancur radikal bebas yang ampuh. *Gaya Hidup Sehat* No. 396, 16-22 Februari, p. 16-17.
- Astawan, M. and Wresdiyati, T. (2004). Diet sehat dengan makanan berserat. *Solo: Tiga Serangkai Pustaka Mandiri.*
- Babu, P.D., Subhasree, R., Bhakayaraj, R. and Vidhyalakshmi, R. (2009). Brown rice-beyond the color reviving a lost health food-a review. *American-Eurasian Journal of Agronomy* 2:67–72.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan (2013). Riset Kesehatan Dasar 2013. Kementerian Kesehatan. Jakarta. 268 hlm.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan (2018). *Laporan Nasional Riset Kesehatan Dasar 2018. Kementerian Kesehatan. Jakarta. 582 Hlm.*
- Behall, K.M. and Hallfrisch, J. (2002). Plasma glucose and insulin reduction after consumption of bread varying in amylose content. *Eur. J. Clin. Nutr.* 56(9):913–920.
- BeMiller, J.N. (2007). *Carbohydrate Chemistry for Food Scientists. Second Edition. AACC International Press. St. Paul. Minnesota. USA. p. 389 p.*
- Chapagai, M.D., Ishak, W.R.W., Bakar, N.A., Jalil, R.A., Muda, W.A.M.W., Karrila, T. and Pinkaew, S. (2016). Glycaemic index values and physicochemical properties of five brown rice varieties cooked by different domestic cooking methods. *Functional Foods in Helath and Disease* 6(8): 506–518.
- Chung, H.J., Lim, H.S. and Lim, S.T. (2006). Effect of partial gelatinization and retrogradation on the enzymatic digestion of waxy rice starch. *J. Cereal Sci.*(43):353–359.
- Fama, S. (2018). *Ini Peran Teknologi Tanaman Padi Jaga Swasembada Beras Berkelanjutan.http: monitor.co.id/2018/12/09/ini-peran-teknologi-tanaman-padi-jaga-swasembada -beras-berkelanjutan/.*
- Fernandes, Felangi, G.A. and Wolever, T.M.S. (2005). Glycemic index of potatoes commonly consumed in North America. *J. Am. Diet. Assoc.* 105: 557–562.
- Fitzgerald, M.A., Rahman, S., Resurreccion, A.P., Concepcion, J., Daygon, V.D., Dipti, S.S., and Bir, A.R. (2011). Identification of a Major Genetic Determinant of Glycemic Index in Rice. *Rice* 4(4): 66–74.
- Foster-Powell, K.F., Holt, S.H.A. and Miller, J.C.B. (2002). International table of glycemix index and glycemix load values. *Am.J. Clin. Nutr* 76: 5–56.
- Frei, M., Siddhuraju, P. and Becker, K. (2003). Studies on the in vitro starch digestibility and the glycemic index of six different indigenous rice cultivars from the Philippines. *Food Chem* 83: 395–402.
- Gunathilaka, M.D.T.L. and Ekanayake, S. (2015). Effect of different cooking methods on glycaemic index of Indian and Pakistani basmati rice varieties. *Ceylon Medical Journal* 62(2): 57–61.
- Hansen, T.H., Lombib, E., Fitzgerald, M.A., Husted, S., Boualaphanh, C., Resurreccion, A., and Schjoerring, J. (2012). Losses of essential mineral nutrients by polishing of rice differ among genotypes due to contrasting grain hardness and mineral distribution. *Journal of Cereal Science* 56(2): 307–315.
- Hettiarachchi, P., Jiffry, M.T.M., Jansz, E.R., Wickramasinghe, A.R. and Fernando, D.J.S. (2001). Glycemic indices of different cultivars of rice grown in Sri Lanka. *Ceylon Medical Journal* 46(11–14).
- Hossain, P., Kavar, B. and El., N.M. (2007). Obesity and diabetes in the developing world –a growing challenge. *N Engl J Med.* 356: 213–215.
- Hu, P., Zhao, H., Duan, Z., Linlin, Z. and Wu, D. (2004). Starch digestibility and the estimated glycemic score of different types of starch differing of amylose content. *Cereal Sci* 40: 231–237.
- Indrasari, S.D., Ardhianti, S.D. and Djaafar, T.F. (2017). The functional properties of popular rice varieties in Indonesia. Presented on International Conference on Organic Agriculture in the Tropics/: State-of-the-Art, Challenge and Opportunities. Yogyakarta, August 20-24, 2017. Faculty of Agriculture, Universi.
- Indrasari, S.D., Ardhianti, S.D. dan Rakhmi, A.T. (2013). Profil Amilografi dan Nilai Indeks Glikemik Beberapa Merk Beras Pasar. Prosiding Seminar Nasional Akselerasi Pembangunan Pertanian Berkelanjutan Menuju Kemandirian Pangan dan Energi. Purnomo et al. (Eds). *Buku 2. Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta.* pp. 166–173.
- Indrasari, S.D., Purwani, E.Y., Wibowo, P. and Jumali (2010). Glycemic Indices of Some Rice Varieties. *Indonesian Journal of Agricultural* 3(1): 9–16.
- Jenkins, D.J., Wolever, T.M. and Taylor, R.H. (1981). Glycemic index of foods: a physiological basic for carbohydrate exchange. *Am J Clin Nutr* 34:362–366.
- Jenkins, D.J.A., Kendall, C.W.C., Augustin, L.S., Franceshi, S., Hamidi, M., Marchie, A., and Axelsen, M. (2002). Glycemic index: overview of implications in health and disease. *Am J Clin Nutr* 76(1): 266S-273S.

- Juliano (1993). Rice in human nutrition. International Rice Research Institute and Food and Agriculture Organization. Rome. p. 162.
- Kementerian Pertanian (2017). Permenkes No. 31/Permentan/PP.130/8/2017 tentang Kelas Mutu Beras. Kementan RI. Jakarta.
- Kendall, C.W., Esfahani, A. and Jenkins, D.J.A. (2009). The link between dietary fibre and human health. *Food Hydrocolloids* **24**: 42–48.
- Lehninger, A.. (1982). Principles of biochemistry (Dasar-dasar biokimia Jilid 1, diterjemahkan oleh M. Thenawidjaya). Jakarta: Erlangga.
- Lopez-Ridaura, R., Willet, W.C., Rimm, E.B., Liu, S., Stampfer, M.J. and Hu, F.B. (2004). Magnesium intake and risk of type 2 diabetes in men and women. *Diabetes Care*. p. 27.
- Malik, A. (1990). Kandungan serat makanan (dietary fiber) beberapa bahan makanan do Sumatera Barat. *Dalam Karyadi, D. (Ed). Prosiding Simposium Pangan dan Gizi Serta Kongres IV Perhimpunan Gizi Dan Pangan Indonesia, Bogor*.
- Misra, A., Singhal, N. and Khurana, L. (2010). Obesity, the metabolic syndrome, and type 2 diabetes in developing countries: Role of dietary fats and oils. *J Am Coll Nutr* **29**: 289S–301S.
- Montignac (2015). The Factors that Modify Glycemic Indexes, Official web site of the Montignac. *Method*. pp. 1–4.
- Nanri, A., Mizoue, T., Noda, M., Takahashi, Y., Kato, M., Inoue, M. and Tsugane, S. (2010). Rice intake and type 2 diabetes in Japanese men and women: the Japan Public Health Center-based Prospective Study. *American Journal of Clinical Nutrition* **92**:1468–1477.
- Nisviaty, A. (2006). *Pemanfaatan Tepung Ubi Jalar Klon Bb00105.10 Sebagai Bahan Dasar Produk Olahan Kukus Serta Evaluasi Mutu Gizi Dan Indeks Glikemiknya. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor*.
- Oku, T., Mariko, N. and Sadako, N. (2010). Consideration of validity of glycemic index using blood glucose and insulin levels and breath hydrogen. *Int'l J. Diabetes Mellitus*(2):88–94.
- Pathiraje, P., Madhujith, W., Chandrasekara, A. and Nissanka, S. (2011). The effect of rice variety and parboiling on in vivo glycemic response. *Trop Agric Res* **22**:26–33.
- Perera, A.S. and Jansz, E.R. (2000). Preliminary investigations on the red pigment in rice and its effect on glucose release from rice starch. *J Natl Sci Found* **28**:185–192.
- Prasanth, B.D.R. (2018). Glycemic index of four traditional red pigmented rice. *Integr Food Nutr Metab* **5**(5):1–3.
- Purwani, E.Y., Yuliani, S., Indrasari, S.D., Nugraha, S. dan Thahir, R. (2007). *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* **18**(1): 59–66.
- Ranawana, D.V., Henry, C.J.K., Lightowler, H.J. and Wang, D. (2009). Glycaemic index of some commercially available rice and rice products in Great Britain. *Int J Food Sci Nutr* **60**: 99–110.
- Rimbawan dan Siagian, A. (2004). Indeks Glikemik Pangan. *Jakarta: Penebar Swadaya*. p. 124.
- Sardesai, V.M. (2003). Introduction to clinical nutrition. *New York: Marcel Dekker Inc*. pp. 339–354.
- Sato, S., Fukumura, K., Nishiyama, A., Kanamoto, I., Inoue, Y. and Konishi, T. (2010). Glycemic index and glucose utilization of rice vermicelli in healthy subjects. *Biol Pharm Bull* **33**:1385–1393.
- Shaw, J.E., Sicree, R. and Zimmet, P. (2010). Global estimates of the prevalence of diabetes for 2010 and 2030. *Diabetes Res Clin Pract* **87**: 4–14.
- Sinaga, E. dan Wirawanni, Y. (2012). Pengaruh pemberian susu kedelai terhadap kadar gula darah puasa pada wanita prediabetes. *J. Nutr. Coll* **1**(1): 563–579.
- Somaratne, G.M., Prasanth, B.D.R., Dunuwila, G.R., Chandrasekara, A. and Wijesinghe, D.G.N.G. (2017). Effect of polishing on glycemic index and antioxidant properties of red and white basmati rice. *Food Chem* **237**: 716–723.
- Streppel, M.T., Ocke, M.C., Boshuizen, H.C., Kok, F.J. and Kromhout, D. (2008). Dietary fiber intake in the relation to coronary heart disease and all-cause mortality over 40 y: the Zutphen Study. *American Journal Clin. Nutr* **88**: 1119–25.
- Sun, Q., Spiegelman, D., Dam, R.M. van, Holmes, M.D., Malik, V.S., Willett, W.C. and Hu, F.B. (2010). White rice, brown rice, and risk of type 2 diabetes in US men and women. *Arch Intern Med* **170**: 961–969.
- Suprihatno, B., Daradjat, A.A., Satoto, Suwarno, Lubis, E., S.E., B., dan Mejaya, M.J. (2011). Deskripsi Varietas Padi. *Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Subang*. p. 118.
- Trinidad, T., Mallillin, A.C., Sagum, R.S. and Encabo, R.R. (2010). Glycemic index of commonly consumed carbohydrate foods in the Philippines. *J. Functional Foods* **2**: 271–274.
- Tripathy, S.K., Maharana, M., Ithape, D.M., Mohanty, M.R., Dash, A.P., Reshmi, R.K.R., and Panda, S. (2016). An Insight into Glycemic Index of Rice. *Molecular Plant Breeding* **7**(30): 1–6.
- Villegas, R., Liu, S., Gao, Y.T., Yang, G, Li, H., Zheng, W. and Shu, X.O. (2007). Prospective study of dietary carbohydrates, glycemic index, glicemic load, and incidence of type 2 diabetes mellitus in middle-aged Chinese women. *Archives of Internal Medicine* **26**:2310–2316.
- Wahab, I., Satoto, Rahmat, R., Guswara, A. dan Suharna (2017). Deskripsi Varietas Unggul Baru Padi. 2017. *Badan Litbang Pertanian. Jakarta*. p. 87.
- Wibowo, P., Indrasari, S.D., Kusbiantoro, B., Setyono, A. dan Daradjat, A.A. (2010). *Karakterisasi Sifat Fisik, Fisikokimia, Gizi Dan Indeks Glikemik Beras Dari Beberapa Varietas/Galur Harapan Padi*.
- Widowati, S. (2007). *Pemanfaatan Ekstrak Teh Hijau (Camellia Sinensis) Dalam Pengembangan Beras Fungsional Untuk Penderita Diabetes Mellitus. Disertasi. Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor*.
- Widowati, S., Astawan, M. dan Santosa, B.A.S. (2007). *Karakterisasi Mutu Dan Pengaruh Proses Pratanak Terhadap Indeks Glikemik Berbagai V Arietas Beras Indonesia Untuk Meningkatkan Kesehatan Masyarakat Dan Ketahanan Pangan*.
- Widowati, S., Santosa, B.A., Astawan, M. dan Akhyar (2009). Penurunan Indeks Glikemik Berbagai Varietas Beras melalui Proses Pratanak. *Jurnal Pascapanen* **6**(1): 1–9.
- Widowati, S., Santosa, B.A.S. dan Budiyanto, A. (2008). Karakterisasi mutu dan indeks glikemik beras beramilosa rendah dan tinggi. Dalam B. Suprihatno et al. (Eds) *Prosiding Seminar Apresiasi Hasil Penelitian Padi menunjang P2BN. Buku 2. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi*. pp. 759–773.
- Willet, W., Manson, J. and Liu, S. (2002). Glycemic Index, glycemic load and risk of type2 diabetes. *Am.J. Clin. Nutr* **76**(1): 274S–280S.
- Yoon, K.H., Lee, J.H., Kim, J.W., Cho, J.H., Choi, Y.H., Ko, S.H., and Son, H.Y. (2006). Epidemic obesity and type 2 diabetes in Asia. *Lancet* **368**: 1681–1688.
- Yusof, B.N.M., Talib, R.A. and Karim, N.A. (2005). Glycemic index of eight types of commercial rice. *Mal. J. Nutr* **11**(2): 151–163.