

## **Peningkatan Proliferasi Limfosit Limpa pada Tikus yang Diberi Makan Sorgum**

*(THE INCREASE OF SPLEEN LYMPHOCYTES PROLIFERATION  
IN SPRAGUE DAWLEY RATS THAT WERE FED SORGHUM DIETS)*

**Gusti Ayu Kadek Diah Puspawati <sup>1)</sup>, Fransiska Zakaria Rungkat <sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup>Lab Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian,  
Universitas Udayana, Kampus Unud Bukit Jimbaran, Kuta Badung, Bali

<sup>2)</sup>Lab Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian,  
Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor

Email: dipa\_ftp@yahoo.com

### **ABSTRACT**

Sorghum is a cereal crop that could be use as an alternative source in food diversification strategy. It has high carbohydrate content similar to rice. Its protein content is higher than that of rice and this crop has the potential to be produce in increasing quantities in Indonesia. Nowadays, the demand of food industry is not only concern for nutritious food but also for health benefits. Several research reports have showed that sorghum contains bioactive compounds that are beneficial to human health such as in decreasing the risk of degenerative diseases. *In vitro* studies have shown that this cereal crop has the capacity to increase lymphocytes proliferation. The objective of this study is to study the biological potency of sorghum in lymphocytes cell proliferation in rats. Rats were grouped into three: i) control group animals; ii) animals were fed 100% of sorghum diets, and iii) animals were fed 50% of sorghum diets. The results showed that an increase in lymphocytes cells proliferation activity by 63% and 70% were seen in animals that were fed 100% and 50% sorghum diets, respectively.

*Key word : sorghum, proliferasi limfosit, tikus.*

### **ABSTRAK**

Sorgum merupakan serealia yang dapat digunakan sebagai sumber pangan dalam program diversifikasi. Sorgum mengandung jumlah protein yang lebih tinggi dibandingkan beras dan memiliki prospek dalam peningkatan produksinya di Indonesia. Dewasa ini industry pangan tidak hanya konsen terhadap nutrisi pangan tetapi konsen juga untuk kesehatan. Penelitian terdahulu menunjukkan sorgum megnandung komponen bioaktif yang baik untuk kesehatan seperti menekan penyakit degeneratif. Penelitian *in vitro* menunjukkan sorgum dapat meningkatkan proliferasi sel limfosit. Tujuan dari penelitian ini untuk mengkaji potensi fungsional sorgum dalam meningkatkan proliferasi sel limfosit secara *in vivo* dengan menggunakan tikus model. Tikus model diberi perlakuan dalam 3 kelompok tikus yaitu 1) control; 2) 100% sorgum sebagai sumber karbohidrat; dan 3) 50% sorgum sebagai sumber karbohidrat. Hasil penelitian menunjukkan 100% sorgum dan 50% sorgum sebagai sumber karbohidrat dapat meningkatkan proliferasi sel limfosit sebesar berturut-turut 63% dan 70%. Kesimpulannya sorgum merupakan sumber pangan yang baik untuk kesehatan khususnya meningkat system imun.

## PENDAHULUAN

Dewasa ini sumber pangan dari tanaman seperti sayur, buah dan sereal diketahui memiliki keunggulan di bidang kesehatan dibandingkan daging karena memiliki komponen bioaktif. Khusus sereal belum banyak dikaji potensinya sebagai sumber pangan dan kesehatan (Dykes dan Rooney, 2007). Pada beberapa negara sereal dijadikan sumber pangan pokok seperti beras di Indonesia dan gandum di Amerika (Boren dan Waniska, 1992).

Sereal yang banyak dimanfaatkan sebagai sumber pangan di Indonesia masih terbatas yaitu beras dan jagung. Indonesia memiliki jenis sereal lain seperti sorgum. Sorgum yang lebih dikenal dengan nama daerah *Cantel* (Jawa Barat, Jawa Tengah dan Jawa Timur), *Beleleng* (Nusa Tenggara Barat) merupakan sumber karbohidrat potensial yang dapat dijadikan sumber karbohidrat alternatif untuk menunjang program diversifikasi pangan yang sampai sekarang bisa dikatakan belum berhasil. Fenomena ini dapat dilihat dari belum mampunya mengubah pola makan masyarakat untuk mengganti beras sebagai makanan utama setiap harinya. Beberapa sumber mengatakan, belum terasa makan jika belum makan nasi. Sorgum memiliki prospek untuk lebih dikembangkan di Indonesia sebagai sumber pangan karena memiliki sumber karbohidrat yang tinggi seperti beras. Kandungan

karbohidrat sorgum hampir sama dengan beras, besarnya berturut-turut 73% untuk sorgum dan 79% untuk beras. Kandungan protein sorgum jauh lebih tinggi dari beras yaitu mencapai 11% sedangkan beras hanya mencapai 7%, (Beti *et al.*, 1990). Kandungan protein sorgum yang lebih tinggi dari beras memiliki peluang lebih besar selain sebagai sumber karbohidrat yaitu untuk kesehatan. Sorgum memiliki daya adaptasi yang lebih luas terutama di lahan marginal, lebih tahan hama dan penyakit, dibandingkan dengan sereal lainnya.

Sorgum di Indonesia memang belum populer sebagai pangan tetapi di negara-negara, Afrika dan India, sorgum juga dijadikan sumber pakan ternak (*food for livestock*). Beberapa masyarakat Indonesia bahkan belum mengenal apa itu sorgum, karena memang belum banyak dimanfaatkan sebagai pangan. Pemanfaatan sorgum di Indonesia masih banyak sebagai pakan burung. Untuk itu, bentuk tanaman dan biji sorgum dapat dilihat pada Gambar 1.

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya sorgum memiliki potensi ke arah pangan dan kesehatan (Awika dan Rooney, 2004; Niba dan Hoffma, 2003). Penelitian sorgum sebagai sumber pangan dan kesehatan masih banyak dilakukan oleh peneliti-peneliti luar negeri. Sorgum diketahui memiliki keuntungan dalam bidang kesehatan sebagai pencegah penyakit kanker. Sedangkan di Indonesia penelitian ke arah tersebut masih terbatas. Penelitian sorgum yang berkaitan dengan kesehatan di Indonesia



Gambar 1 Tanaman dan Biji sorgum.

baru dilakukan secara *in vitro*. Hasil penelitian sorgum secara *in vitro* diketahui sorgum memiliki potensi untuk meningkatkan aktivitas proliferasi limfosit darah manusia (Yanuar, 2009).

Proliferasi limfosit ini menarik untuk dikaji karena berkaitan dengan kesehatan. Proliferasi limfosit dapat dipakai sebagai indikator respons imun dan pengujiannya mudah dilakukan (Zakaria *et al.*, 2003). Indikator respons imun ini dapat memacu kerja sistem imun dalam tugasnya mempertahankan kesehatan tubuh, yaitu jika ada antigen dalam tubuh maka kemampuan sel limfosit meningkat untuk menghasilkan antibodi terhadap antigen tersebut, akhirnya ketahanan tubuh akan lebih baik. Proliferasi limfosit meningkat akan mengakibatkan semakin banyak jumlah sel limfosit untuk menghasilkan antibodi terhadap antigen yang masuk ke dalam tubuh yang akhirnya mempengaruhi ketahanan atau kesehatan tubuh.

Dalam pengembangan sorgum sebagai sumber pangan dan kesehatan yaitu sebagai pengatur sistem imun (immuno-modulator) diperlukan kajian proliferasi limfosit secara *in vivo*. Pengujian secara *in vivo* yang mudah dilakukan pada skala laboratorium adalah dengan tikus percobaan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan suatu informasi secara *in vivo* tentang sorgum sebagai sumber karbohidrat dan kesehatan melalui aktivitas proliferasi limfosit, di samping itu dapat memberikan informasi ilmiah yang menunjang upaya pemanfaatan sorgum sebagai sumber karbohidrat alternatif dalam upaya menurunkan ketergantungan terhadap beras.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di laboratorium Biokimia Pangan, Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Institut Pertanian Bogor, Laboratorium Kimia dan Laboratorium Hewan Percobaan 'South East Asian Food Association (SEAFAS) Centre dan Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Institut Pertanian Bogor, Laboratorium Terpadu Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor, sejak bulan Juli 2008 sampai Desember 2008.

Bahan yang digunakan adalah sorgum varietas Kawali berasal dari Gunung Kidul (Jawa Tengah), tikus putih jantan *Sprague Dawley*,

umur 2 bulan dari Balai Pengawasan Obat dan Makanan (BPOM) Jakarta. Bahan kimia yang digunakan antara lain: RPMI (*Roswell Park Memorial Institute*) 1640 (Gibco), NaHCO<sub>3</sub> (*Sodium hydrogen carbonate*) (Sigma), NH<sub>4</sub>Cl (*Ammonium chloride*) (Merek), LPS (*Lipopolysaccharide*) *S.thypi* (Sigma), Pincilin-streptomisin (Sigma), PBS (*Posphate buffer saline*) (Aplichem), MTT (3-(4,5-dimethylthiazol-2-yl)-2,5-diphenyl-tetrazolium bromide) (Sigma), Iso-propanol (Sigma), FBS (*Fetal bovine serum*) (Sigma), HCl (*Hydogen chloride*) pekat (Sigma). Alat yang digunakan adalah *Dish mill* (*Satake Graint Testing Mil, laminar hood steril, syringe* 5 ml, tabung sentrifuse 15 ml, mikro pipet, hemasitometer, mikroskop cahaya, mikroskop *inverted*, *ELISA reader* (BioRad), incubator CO<sub>2</sub> (Napco 5400), *water bath* dan alat-alat gelas.

Penelitian dilakukan dalam dua kegiatan yaitu 1) persiapan pakan dan penanganan hewan percobaan, 2) analisis aktivitas proliferasi limfosit.

### Persiapan Pakan dan Penanganan Hewan Percobaan

Biji sorgum disosoh selama 20 detik/200 gram (Yanuar 2009), kemudian dilakukan pengayakan dengan nampan agar didapatkan biji sosoh sorgum yang bersih. Biji sorgum yang bersih dihaluskan dengan alat *Dish mill*, saringan 80 *mesh*, kemudian tepung sorgum dianalisis proksimat. Hasil analisis proksimat digunakan untuk penentuan pakan tikus. Tepung sorgum ini digunakan sebagai sumber karbohidrat pada pakan tikus sesuai perlakuan. Penyusunan pakan mengacu pada AIN (*American Institute of Nutrition*) tahun 1976.

Penanganan tikus dilakukan dengan terlebih dahulu diadaptasikan selama dua minggu, kemudian pemberian pakan isokalori dan air minum secara *ad libitum*. Tikus dikelompokkan menjadi tiga (n=7) yaitu: satu kelompok kontrol (KO), dua kelompok sorgum yaitu 100% (S-100), dan 50% (S-50). Perlakuan ini diberikan selama tujuh minggu. Pada akhir perlakuan tikus dikorbankan nyawanya dengan teknik *dislocasio os cervicalis*

### Pengujian Aktivitas Proliferasi Sel Limfosit Limpa

Kegiatan analisis dilakukan pada organ limpa tikus, yaitu pengujian aktivitas proliferasi

sel limfosit meliputi: persiapan suspensi sel limfosit limpa, perhitungan sel limfosit, dan pengkulturan suspensi sel limfosit.

#### Persiapan Suspensi Sel limfosit

Limpa dicuci dengan PBS, dihancurkan dalam larutan RPMI 1640 (mengandung  $\text{NaHCO}_3$  pinicilin-streptomisin), kemudian disentrifuse 1500 rpm selama 10 menit. Pelet diambil, dicuci lagi dengan RPMI 1640, disentrifuse 1500 rpm selama 10 menit sebanyak dua kali. Pelet diambil kemudian ditambah RPMI 1640 sebagai suspensi sel limfosit. (Prangdimurti 1999).

#### Perhitungan Sel Limfosit

Perhitungan dilakukan pada suspensi sel limfosit, sebanyak 50  $\mu\text{l}$  suspensi sel limfosit ditempatkan dalam sumur *microplate*, ditambah 50  $\mu\text{l}$  biru tripan (1:1). Perhitungan sel limfosit dilakukan dengan hemasitometer di bawah mikroskop pada pembesaran 45 kali, perhitungan dilakukan pada sel yang hidup (sel hidup lebih besar 95%). Sel hidup tampak terang, jernih berbentuk bulat. Berdasarkan hasil perhitungan pada area dua kotak besar (@ 16 kotak kecil, kemudian ditentukan jumlah sel yang hidup setiap milimeter suspensi dengan rumus:

$$N = V/2 \times F \times 10^4 \text{ sel/ml}$$

Keterangan :

N = jumlah sel/ml

V/2 = rata-rata jumlah sel terhitung dari 2 bagian bidang pandang

F = faktor pengenceran (2)

$10^4$  = jumlah sel per luas bidang pandang (1.0 mm x 1.0 mm x 0.1 mm)

#### Pengkulturan Suspensi Sel Limfosit Limpa.

Pengkulturan sel limfosit limpa dilakukan menurut Keller (2005) pada suspensi sel limfosit limpa yang ditempatkan menjadi  $2 \times 10^6$  sel/ml melalui pengenceran dengan RPMI-1640 (mengandung  $\text{NaHCO}_3$  dan pinicilin-streptomisin). Selanjutnya dikultur dalam *microplate* 96 sumur, kedalam tiap sumur dimasukkan 60  $\mu\text{l}$  suspensi sel limfosit limpa, kemudian ditambah 30  $\mu\text{l}$  mitogen LPS *S. typhi* sehingga konsentrasi dalam tiap sumur 12.5  $\mu\text{g/ml}$ . Tiap suspensi sel limfosit limpa tikus dikultur dalam tiga sumur dan dibuat triplo. Sebagai kontrol jumlah mitogen yang

ditambahkan diganti dengan media RPMI-1640 kemudian ke dalam tiap-tiap sumur ditambah 10  $\mu\text{l}$  FBS sehingga volume tiap sumur berisi 100  $\mu\text{l}$ . Kultur sel diinkubasi pada suhu 37°C dengan atmosfer 5%  $\text{CO}_2$ , 95% udara dan RH 96% selama 72 jam. Empat jam sebelum masa inkubasi berakhir ke dalam masing-masing sumur ditambahkan 10  $\mu\text{l}$  larutan MTT 0.5%. Setelah masa inkubasi berakhir 80  $\mu\text{l}$  HCl-isopropanol 0.04 N ditambahkan pada setiap sumur. Kemudian absorbansi masing-masing sumur diukur dengan *microplate reader* (ELISA reader) pada  $\lambda$  570 nm dalam bentuk nilai OD (*optical density*). Hasil pembacaan dengan ELISA reader bersifat proporsional terhadap jumlah sel hidup dengan menentukan *indeks stimulus* (IS) sebagai penentuan aktivitas proliferasi. IS dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\text{IS} = \frac{\text{OD sel perlakuan (dengan mitogen/LPS)}}{\text{OD sel kontrol (tanpa mitogen/LPS)}}$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kondisi Tikus *Sprague Dawley*

Pada masa akhir percobaan semua kelompok tikus mengalami kenaikan bobot badan, sesuai dengan konsumsi pakan tikus (Tabel 1).

Tabel 1 menunjukkan perbedaan kenaikan bobot badan pada setiap kelompok perlakuan tidak signifikan ( $P > 0,05$ ). Konsumsi pakan setiap kelompok perlakuan juga menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan. Dengan demikian, pemberian pakan yang mengandung sorgum baik yang 100% dan 50% memberikan kenaikan bobot badan dan konsumsi yang tidak berbeda dengan tikus kontrol. Tepung sorgum sebagai pengganti karbohidrat tidak menurunkan bobot badan, selera makan dan tidak membuat sakit tikus *Sprague Dawley* selama percobaan.

Bobot badan *Sprague Dawley* yang diberi pakan yang mengandung sorgum baik 100% dan 50% mengalami kenaikan atau pertumbuhan. Adanya kenaikan bobot badan selama percobaan pada semua kelompok tikus dan jumlah konsumsi pakan yang sama menandakan kondisi *Sprague Dawley* dalam keadaan sehat.

Dengan demikian pemberian sorgum 100% dan 50% sebagai sumber karbohidrat tidak mengganggu pertumbuhan, tidak menimbulkan gangguan penyerapan nutrisi atau kekurangan nutrisi dan tidak menyebabkan sakit.

Tabel 1 Rataan kenaikan bobot badan dan konsumsi pakan tikus

Perlakuan	Kenaikan BB (g)	Konsumsi pakan (g)
Kontrol	163,14 ± 13,17 <sup>a</sup>	19.11 ± 1,38 <sup>a</sup>
Sorgum 100%	174,57 ± 11,66 <sup>a</sup>	19.25 ± 0,98 <sup>a</sup>
Sorgum 50%	165,00 ± 11,76 <sup>a</sup>	19.16 ± 1,10 <sup>a</sup>

Notasi huruf yang sama dalam kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan pada P>0.05

Tabel 2 Rata-rata indeks stimulasi (IS) sel limfosit limpa tikus

Perlakuan	Aktivitas proliferasi (IS)
Kontrol	2.03 ± 0.32 <sup>b</sup>
Sorgum 100%	3.32 ± 0.53 <sup>a</sup>
Sorgum 50%	3.46 ± 0.58 <sup>a</sup>

Notasi huruf yang sama dalam kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan pada P>0.05

Hal ini berbeda dengan anggapan beberapa masyarakat bahwa jika mengkonsumsi sorgum dapat mengganggu sistem penyerapan nutrisi karena adanya kandungan antinutrisi seperti tanin. Kondisi tidak terganggunya sistem penyerapan dapat terjadi karena varietas sorgum Kawali yang digunakan adalah termasuk sorgum putih. Sorgum putih ini diketahui memiliki komponen antinutrisi seperti tanin yang relatif rendah.

Menurut Singgih *et al.*, (2008) kandungan tanin sorgum varietas Kawali sebesar 0,7%. Komponen antinutrisi dari sorgum seperti tanin yang rendah (di bawah 1%) belum bersifat toksik dan belum membentuk kompleks dengan makromolekul yang menyebabkan gangguan penyerapan nutrisi sehingga terjadi penurunan bobot badan dan mengganggu pertumbuhan ataupun kesehatan. Leder (2004) juga melaporkan kadar tanin pada sorgum dalam jumlah sampai 10% belum memberikan efek negatif bagi kesehatan.

Kondisi *Sprague Dawley* yang sehat dan pertumbuhan yang normal setelah pemberian pakan yang mengandung sorgum disebabkan sorgum mengandung komponen bioaktif seperti asam ferulat, dan senyawa fenolik lainnya yang

bersifat antioksidan yang dapat mempertahankan keseimbangan sistem antioksidan dalam tubuh sehingga tidak terjadi kelebihan oksidan yang dapat mengganggu kesehatan tubuh.

**Aktivitas Proliferasi Limfosit Limpa**

Hasil penelitian aktivitas proliferasi limfosit limpa dalam bentuk indek stimulasi (IS) disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 menunjukkan bahwa aktivitas proliferasi limfosit limpa pada kelompok yang diberikan pakan yang mengandung sorgum 100% dan 50% mengalami peningkatan yang signifikan (P<0,05) dibandingkan kelompok kontrol, tetapi antara sorgum 100% dengan sorgum 50% tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan (P>0,05). Peningkatan tertinggi terjadi pada kelompok perlakuan sorgum 50% sebesar 70% dari kontrol dengan IS sebesar 3,46 ± 0,58 dan terendah pada kelompok perlakuan kontrol dengan IS sebesar 2,13 ± 0,32.

Terjadinya peningkatan aktivitas proliferasi pada kelompok perlakuan yang diberi pakan yang mengandung sorgum 100% maupun 50% dibandingkan kontrol karena sorgum mengandung komponen bioaktif seperti asam fenolik terutama asam ferulat dan flavonoid yang memiliki sifat antioksidan. (Huang *et al.*, 2005).

Sifat antioksidan dari komponen fenolik tersebut dapat melindungi sel limfosit dari kondisi stres oksidatif. Stres oksidatif adalah kondisi dimana jumlah radikal bebas lebih banyak dibandingkan dengan jumlah antioksidan atau tidak seimbang jumlah antioksidan dalam menekan jumlah kereaktifan radikal bebas. Stres oksidatif ini dapat merusak sel limfosit sehingga aktivitas proliferasi limfosit terhambat.

Sedangkan pada perlakuan kontrol tidak ada tambahan komponen fenolik seperti asam ferulat dan flavonoid yang melindungi sel dari adanya stres oksidatif yang bersifat dapat mengganggu aktivitas proliferasi limfosit.

Dykes dan Rooney (2006) yang melaporkan sorgum memiliki komponen fenolik seperti asam fenolik (asam ferulat), flavonoid, dan kondesat tanin yang bersifat antioksidan. Hal ini didukung pula penelitian yang dilakukan Yanuar (2009) yang melaporkan bahwa total fenol sorgum sebesar 3,38 mg TAE/g biji dan aktivitas antioksidan sebesar 6,68 mg AEAC/g biji. Senyawa fenolik ini bersifat sebagai antioksidan. Erniwati (2007) melaporkan peranan senyawa fenolik dapat bersifat sebagai

antiradikal atau antioksidan secara *in vivo* pada manusia.

Terjadinya peningkatan proliferasi pada pemberian sorgum 100% dan 50% sebagai pengganti karbohidrat seiring dengan pengujian *in vitro* yang telah dilakukan Yanuar (2009) yang melaporkan secara *in vitro* pada darah, sorgum memiliki potensi meningkatkan proliferasi limfosit darah manusia.

Peningkatan aktivitas proliferasi limfosit limpa pada *Sprague Dawley* yang diberi pakan 100% sorgum sebagai pengganti karbohidrat lebih rendah dari pemberian pakan 50% sorgum sebagai pengganti karbohidrat walaupun secara statistika tidak berbeda, dapat disebabkan perlakuan penelitian diberikan pada *Sprague Dawley* dalam kondisi normal, tidak dalam kondisi stres atau tidak dimodelkan menderita suatu penyakit seperti kanker sehingga radikal yang ada dalam tubuh tidak terlalu banyak. Pada jumlah 50% sorgum sebagai pengganti karbohidrat, kandungan anti-oksidan sudah efektif. Komponen fenoliknya seperti asam ferulat sebagai penyeimbang radikal bebas sehingga pada pemberian sorgum 100% dengan komponen fenolik yang bersifat antioksidan lebih banyak aktivitas proliferasi limfosit lebih menurun atau lebih rendah.

Fenomena ini dapat terjadi karena pada sorgum 100% diduga terjadi kelebihan antioksidan dibandingkan radikal bebas tetapi masih taraf yang tidak merugikan karena secara statistika aktivitas proliferasi limfosit limpa sama. Kelebihan antioksidan dapat memberikan efek negatif yaitu dapat sebagai prooksidan atau penyebab terbentuknya radikal bebas sehingga upaya penyeimbangan radikal bebas dan antioksidan kurang efektif dan dapat menyebabkan stres oksidatif.

Kondisi tersebut akhirnya dapat memberikan dampak aktivitas proliferasi limfosit lebih rendah dari sorgum 50%. Namun, ada kemungkinan jika *Sprague Dawley* dalam kondisi stres atau menderita penyakit kanker sorgum 100% sebagai pengganti karbohidrat akan lebih efektif dibandingkan dengan sorgum 50%.

Terjadinya fenomena secara *in vivo* pada aktivitas proliferasi limfosit limpa akibat senyawa fenolik seperti asam ferulat tersebut dalam metabolisme di dalam tubuh dapat diserap dan sampai pada jaringan seperti organ limpa. Adanya penyerapan senyawa fenolik dalam tubuh sesuai dengan penelitian Manach *et al.*, (2005) yang melaporkan kopi yang

mengandung senyawa fenolik seperti asam kafeat setelah dikonsumsi ternyata dalam darah ditemukan asam kafeat. Selain asam kafeat ditemukan juga asam sinamat lainnya seperti asam ferulat, asam isoferulat, asam dihidroferulat, asam vanilat, asam 3-4 dihidroksi fenilpropionat, asam 3-hidroksihifurat dan asam hifurat. Hasil penelitiannya juga menunjukkan, pada konsumsi sereal, yang banyak mengandung asam ferulat setelah dikonsumsi ditemukan asam ferulat paling banyak pada usus halus, hanya sedikit asam ferulat dalam bentuk terikat dengan arabinosilan yang ditemukan di kolon. Dengan demikian sorgum yang mengandung asam ferulat dapat terserap dalam limpa dan dapat sebagai penyeimbang radikal bebas sehingga stres oksidatif dapat ditekan.

Kemampuan komponen fenolik seperti asam ferulat dan flavonoid pada sorgum yang bersifat antioksidan akan melindungi sel limfosit dari stres oksidatif sehingga meningkatkan aktivitas proliferasi limfosit dapat diduga melalui beberapa cara seperti kemampuan senyawa fenolik mendonorkan elektron atau mekanisme menangkap (*scavenger*) radikal bebas atau ROS menjadi produk yang non reaktif dan kemampuan sebagai pengkelat logam (*quencher*) sehingga tidak memacu terbentuknya radikal bebas hidroksil ( $\text{OH}^-$ ) yang bersifat sangat reaktif merusak sel. Mekanisme *scavenger* senyawa antioksidan fenolik ( $\text{ArOH}$ ) melalui pemberian elektron pada radikal peroksil ( $\text{LOO}^-$ ) sehingga radikal peroksil tidak bereaksi dengan asam lemak tidak jenuh (LH) dan terbentuk radikal yang lebih stabil seperti hidroperoksida ( $\text{LOOH}$ ) dan radikal fenoksil ( $\text{ArO}^-$ ), radikal fenoksil bereaksi dengan radikal alkosil ( $\text{LO}^-$ ) membentuk produk non radikal atau non reaktif ( $\text{LOO-ArO}$ ) (Devasagayam, 2004).

Kemampuan lain komponen fenolik sorgum seperti asam ferulat, p-caumarin dan flavonoid dapat berikatan dengan reseptor pada permukaan sel limfosit yang tersusun atas protein. Menurut Deykes dan Rooney (2006; 2007) komponen fenolik sorgum seperti asam ferulat, p-caumarin dan flavonoid sangat mudah berikatan dengan protein. Kemampuan komponen fenolik berikatan dengan protein melalui reseptor sel seperti sel limfosit dikemukakan Albert *et al.*, (1994) dan Tejasari (2007) yang melaporkan komponen fenolik dapat berikatan dengan reseptor sel limfosit karena komponen fenolik dapat berikatan dengan protein. Adanya ikatan ini dapat mengaktivasi

protein G yang kemudian mengaktivasi enzim fosfolipase C. Fosfolipase C memecah fosfatidil inositol bifosfat (PIP<sub>2</sub>) menjadi diasilgliserol (DAG) dan trifosfat inositol (IP<sub>3</sub>) pada membran. Senyawa IP<sub>3</sub> berdifusi dari membran ke sitosol dan berikatan dengan protein reseptor pada permukaan sitoplasmik *calcium-sequestering compartment*. Pengikatan ini menyebabkan peningkatan konsentrasi ion Ca<sup>2+</sup> sitosol. Diasilgliserol dan peningkatan konsentrasi Ca<sup>2+</sup> mengaktivasi enzim protein kinase C. Protein kinase C yang teraktivasi memfosforilasi atau memindahkan gugus fosfat ke residu serin atau treonin spesifik pada protein membran sehingga mengaktivasi pertukaran Na<sup>+</sup>, H<sup>+</sup> yang berakibat pada peningkatan pH. Peningkatan pH ini memberikan tanda pada sel untuk melakukan aktivitas proliferasi. Aktivasi protein kinase C akan menstimulasi produksi interleukin-2 (IL-2) yang mengaktivasi sel B atau sel T untuk berproliferasi.

Adanya kemampuan komponen bioaktif sorgum dapat meningkatkan aktivitas proliferasi limfosit. Menurut Waniska (2005) sorgum mempunyai komponen bioaktif senyawa  $\alpha$ -glukan pada bagian perikarp dan endosperma biji. Senyawa  $\alpha$ -glukan diketahui memiliki sifat immunomodulator (mengatur sistem imun). Dengan demikian komponen bioaktif sorgum yang diduga dapat meningkatkan aktivitas proliferasi limfosit limpa dari senyawa fenolik seperti asam ferulat dan senyawa  $\alpha$ -glukan. (Niba dan Hoffman. 2003)

### SIMPULAN

Pemberian pakan yang mengandung sorgum sebagai pengganti karbohidrat tidak memberikan efek negatif dalam memengaruhi pertumbuhan tikus, pertumbuhan tikus normal dan keadaan sehat. Pemberian pakan yang mengandung sorgum sebagai pengganti karbohidrat juga tidak mempengaruhi penurunan selera makan. Pemberian pakan yang mengandung sorgum sebagai pengganti karbohidrat dapat meningkatkan aktivitas proliferasi limfosit limpa (bersifat immunomodulator). Sorgum baik sebagai sumber pengganti karbohidrat selain beras dan kesehatan khususnya meningkatkan respons imun.

### SARAN

Perlu penelitian lanjutan mengenai 1) identifikasi komponen fenolik apa yang berperan dan kajian mekanismenya dalam meningkatkan respons imun (sifat immunomodulator), 2) pemberian stress untuk meningkatkan radikal bebas .

### UCAPAN TERIMAKASIH

Dengan ini kami mengucapkan terimakasih kepada Kepala Badan Kerjasama dan Kemitraan Penelitian Pertanian dengan Perguruan Tinggi (KP3T) (Deptan-LPM IPB) atas bantuan dana penelitian.

### DAFTAR PUSTAKA

- [AIN] American Institute of Nutrition. 1976. Report AIN Ad Hoc Committee on Standard for Nutrition Studies. *J Nutr* 107 : 1340-1348.
- Alberts B., Bray D, Lewis J, Raff M, Roberts K, JD Watson. 1994. *Molecular Biology of The Cell*. New York: Garland Pub.Co
- Awika JM, Rooney LW. 2004. Sorghum Phytochemical and Their Potential Impact on Human Health. *J Sci Direct: Phytochemistry* 65 : 1199-1221
- Beti YA, Ispandi A, Sudaryono. 1990. Sorghum. Monografi. Malang : Balai Penelitian Tanaman Pangan 5 : 25.
- Boren B., Waniska RD, 1992. Sorghum Seed color as an Indicator of Tannin Content. *J Appl Poultry Res* 1: 117-121
- Brown GD, Gordon S. 2001. A New Receptor for  $\alpha$ -Glucans. *Nature* 413: 36-37.
- Devasagayam PA. 2004. Free Radicals and Antioxidants in Human Health: Current Status and Future Prospects. *JAPI* 52: 794-804
- Dicko MH, Gruppen H, Traore AS, Voragen AGJ, Van Berkel WJH. 2006. Sorghum Grain as Human Food in Africa: Relevance of Content of Starch and Amylase Activities. *J Biotechnology* 5 (5): 384-395.
- Dykes L, Rooney LW. 2006. Sorghum and Millet Phenol and Antioxidant. *J Cereal Sci* 44: 236-251.

- Dykes L, Rooney LW. 2007. Phenolic Compounds in Cereal Grains and Their Healty Benefits. *AACC Cereal Food Word* (52) 3: 105-111.
- Erniwati. 2007. Efek Konsumsi Minuman Bubuk Kako Bebas Lemak terhadap Sifat Antioksidan dan Proliferativ Limfosit Manusia. (Disertasi). Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Huang D, Qu B, Prior LD. 2005. The Chemistry behind Antioxidant Capacity Assay. *J Agric Food Chem* 53: 1841-1856.
- Keller JM. 2005. Mitogen-Induced Lymphocyte Proliferation in Loggerhead Sea Turtles: Comparison of Methods and Effects of Gender, Plasma Testosterone Concentration, and Body Condition on Immunity. *J Vet Immuno & Immunopathol* 103: 269–281.
- Léder I. 2004, Sorghum and Millet in Cultivated Plants, Primarily as Food Sources, [Ed. György Füleky], in Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS), Developed under the Auspices of the UNESCO, Eolss Publishers, Oxford, UK, [http://www.eolss.net]
- Manach C, Wiliamson G, Morad C, Scalbert A, dan Remesy C. 2005. Bioavailability and Bioefficacy of Polyphenols in Human.I Review of 97 Bioavailability Studies. *Am J Clin Nutr* 81:230S-42S.
- Niba LL dan Hoffma J. 2003. Resistant Starch and â-Glucan Levels in Grain Sorghum (*Sorghum bicolor* M.) are Influenced by Soaking and Autoclaving. *J Food Chem* 81: 113–118.
- Prangdimurti E, 1999. Efek Perlindungan Ekstrak Jahe terhadap Respon Imun Mencit yang diberi Perlakuan Stess Oksidatif oleh Pestisida Paraquat [Disertasi] Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- Singgih S, Suherman O, Mas'ud S, Zairin M. 2008. Keberadaan Plasma Nutfah Sorgum dan Pemanfaatannya di Kawasan Lahan Kering Pulau Lombok. [www.google/search/plasma\\_nuftah\\_sorgum.pdf](http://www.google/search/plasma_nuftah_sorgum.pdf): Tanggal 28 Juni 2008.
- Tejasari. 2007. Evaluation of Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) Bioactive Compounds in Increasing the Ratio of T-cell Surface Molecules of CD3+CD4+:CD3+CD8+ *In-Vitro*. *Mal J Nutr* 13(2): 161-170
- Yanuar W. 2009. Studi Aktivitas Antioksidan dan Imunomodulator Serealia Lokal Non Beras [Tesis] Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- Waniska RD. 2000. Structure, Phenolic Compounds, and Antifungal Proteins of Sorghum Caryopses. *Di dalam: Technical and Institutional Options for Sorghum Grain Mold Management. Proceedings of An International Consultation; Patancheru, 18-19 May 2000. India: ICRISAT. hlm 72-106.*
- Zakaria RF, Nurahman, Prangdimurti E, Tejasari. 2003. Antioxidant and Immunoenhacement Activities of Ginger (*Zingiber officinale Roscoe*) Extracts and Compounds *in vitro* and *in vivo* Mouse and Human System. *Nutraceuticals Foods* 8: 96-104.