

Diet Berbasis Sorgum (*Sorghum bicolor* L Moench) Memperbaiki Proliferasi Limfosit Limfa dan Kapasitas Antioksidan Hati Tikus

Fransiska R. Zakaria^a, Endang Prangdimurti^a, G. A. Kadek Diah Puspawati^b,
Ridwan Thahir^c, Suismono^c

^aDepartemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, PO. Box 220, Bogor 16002, Indonesia

^bFakultas Pertanian, Universitas Udayana, Denpasar, Bali

^cBalai Penelitian Pasca Panen, Kementan, Bogor

Naskah diterima : 08 Agustus 2011

Revisi Pertama : 08 September 2011

Revisi Terakhir : 26 Oktober 2010

ABSTRAK

Sorgum merupakan tanaman serealia yang sangat berguna sebagai sumber karbohidrat alternatif dalam program diversifikasi pangan. Sorgum memiliki kandungan protein yang lebih tinggi dibandingkan beras dan berprospek baik untuk dikembangkan di Indonesia. Banyak penelitian telah menunjukkan bahwa sorgum sangat baik untuk kesehatan, antara lain untuk mengurangi resiko penyakit degeneratif. Penelitian secara *in vitro* sebelumnya, menunjukkan bahwa serealia ini mampu meningkatkan proliferasi limfosit manusia, yang menunjukkan perbaikan sistem imun. Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari efek sorgum terhadap sistem imun dan kapasitas antioksidan secara *in vivo* pada tikus. Tiga kelompok tikus diberi pakan kontrol, pakan mengandung 50 persen atau 100 persen sorgum sebagai sumber karbohidrat selama 7 minggu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelompok tikus yang diberi pakan mengandung 50 persen atau 100 persen sorgum mengalami peningkatan aktivitas proliferasi mencapai berturut-turut 70 persen dan 63 persen, aktivitas antioksidan hati (DPPH) mencapai 38 persen dan 29 persen, aktivitas enzim superoksida dismutase (SOD) mencapai 98 persen dan 91 persen, aktivitas enzim katalase (CAT) mencapai 28 persen dan 21 persen, dan aktivitas glutathion peroksida (GPx) mencapai 57 persen dan 33 persen, akan tetapi mengalami penurunan kandungan malondialdehid (MDA) hingga 22 persen dan 16 persen. Penelitian ini menunjukkan bahwa sorgum mempunyai aktifitas imunostimulasi dan aktivitas perbaikan antioksidan sehingga baik bagi kesehatan.

kata kunci : sorgum, limfosit, proliferasi, kapasitas antioksidan, tikus

ABSTRACT

Sorghum is a cereal that would be useful as alternative carbohydrate source in food diversification program. It has higher protein content than rice and good prospect to be developed in Indonesia. Researches have shown that sorghum has functions in health, such as to decrease degenerative disease risk. Previous in vitro study of sorghum showed that this cereal could increase human lymphocyte cell proliferation in vitro, indicating immune system improvement. The objectives of this research were to study the effects of sorghum on the in vivo immune system and liver antioxidant capacity in rats. Three groups of rats were fed control diet, diet containing 50 percent or 100 percent sorghum as sources of carbohydrate. The results showed that the rats fed with 50 percent or 100 percent sorghum displayed increase in, respectively, proliferation activity by 70

percent and 63 percent; liver antioxidant activity (DPPH) by 38 percent and 29 percent, super dioxides dismutase enzyme activity (SOD) by 98 percent and 91, catalyst enzyme activity (CAT) by 28 percent and 21 percent, and glutathione peroxidase enzyme activity (GPx) by 57 percent and 33 percent; but decreased in malondialdehyde (MDA) by 22 percent and 16 percent. This research showed that sorghum has immunostimulation and antioxidant improvement activities and will be very good as source of carbohydrate diet.

keywords : sorghum, lymphocyte, proliferation, antioxidant capacity, rats.

I. PENDAHULUAN

Pangan dari tanaman seperti sayur, buah dan sereal dilaporkan memiliki keunggulan di bidang kesehatan dibandingkan daging karena memiliki komponen bioaktif yang banyak baik jenis maupun jumlahnya (Zakaria-Rungkat F, 2001; Nancy dkk., 2009). Di Indonesia sereal non-beras belum banyak dikaji potensinya, padahal di beberapa negara sumber pangan pokok justru berasal dari sereal non-beras. Jenis sereal di Indonesia cukup banyak dan ada beberapa yang belum dilakukan kajian, khususnya untuk pangan dan kesehatan, misalnya sorgum. Sorgum merupakan sumber karbohidrat potensial yang dapat dijadikan sumber karbohidrat alternatif untuk menunjang program diversifikasi pangan yang sampai sekarang belum berhasil dilaksanakan. Sorgum memiliki prospek bagus untuk dikembangkan di Indonesia sebagai tanaman pangan sumber karbohidrat. Kandungan proteinnya rata-rata lebih tinggi dari beras. Kandungan protein sorgum dan jewawut mencapai 11 persen sedangkan beras hanya mencapai 7 persen (Beti, dkk., 1990).

Dewasa ini disadari bahwa permintaan akan pangan tidak lagi hanya untuk kebutuhan rasa kenyang dan nutrisi, tetapi untuk fungsi kesehatan lain sehingga pengembangan pangan lebih mengarah ke pangan fungsional (Zakaria-Rungkat, 2003). Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya sorgum memiliki potensi ke arah pangan dan kesehatan. Sorgum mengandung komponen bioaktif misalnya komponen fenolik yang memiliki peranan sebagai antioksidan (Awika dan Rooney, 2004). Antioksidan sendiri adalah

penangkal radikal bebas. Radikal bebas dalam jumlah yang berlebihan dalam tubuh dapat memberikan efek negatif pada kesehatan, misalnya menurunkan fungsi sistem imun (Aruoma, dkk., 1997). Penelitian sorgum dan jewawut secara *in vitro* terbukti dapat meningkatkan aktivitas proliferasi limfosit (Yanuar, 2009; Zakaria-Rungkat, 2008). Proliferasi limfosit merupakan indikator peningkatan respon imun atau daya tahan tubuh. Dalam pengembangan sorgum sebagai sumber pangan dan kesehatan diperlukan kajian manfaat terhadap kesehatan, misalnya proliferasi limfosit dan antioksidan secara *in vivo* sehingga diperoleh informasi yang lebih mendukung hasil penelitian terdahulu mengenai kasiat sorgum terhadap kesehatan dan diharapkan dapat mendorong produksi dan konsumsi sorgum. Tulisan ini mengetengahkan hasil kajian komponen bioaktif tersebut.

II. METODE PENELITIAN

2.1. Persiapan Pakan dan Penanganan Hewan Percobaan

Persiapan pakan dilakukan melalui proses penyosohan biji sorgum selama 20 detik/200 g dengan *Satake Grain Testing Mill*, kemudian dilakukan penepungan dengan *Disk mill* lalu diayak dengan saringan tepung 80 mesh (Yanuar, 2009; Zakaria-Rungkat F., 2008). Tepung yang dihasilkan ditambahkan pada komposisi pakan lainnya sebagai pengganti sumber karbohidrat. Penyusunan pakan mengacu pada AIN 1976 (*American Institute of Nutrition*). Penanganan tikus dilakukan dengan cara penerapan masa adaptasi tikus selama 2 minggu, pemberian pakan isokalori

dan air minum secara *ad libitum*. Tikus dikelompokkan menjadi 3 kelompok, masing-masing kelompok terdiri dari 7 ekor tikus, yaitu: kelompok kontrol (KO); kelompok sorgum yang mendapat 100 persen; dan mendapat 50 persen tepung sorgum sebagai pengganti sumber karbohidrat (S-100 dan S-50). Pakan kontrol dan sorgum diberikan selama 7 minggu. Pertumbuhan tikus diamati melalui penimbangan berat badan setiap dua hari dan penimbangan jumlah konsumsi pakan setiap hari. Pada akhir perlakuan, tikus diterminasi. Kegiatan analisis dilakukan pada organ limfa dan hati, organ limfa untuk analisis proliferasi sel limfosit dan organ hati untuk analisis kapasitas antioksidan yang meliputi aktivitas antioksidan (DPPH), kadar *malondialdehid* (MDA) dan enzim antioksidan meliputi enzim superoksida dismutase (SOD), enzim katalase (CAT) dan enzim glutathion peroksidase (GPx).

2.2. Pengujian Proliferasi Sel Limfosit Limfa

Limfa tikus diambil secara aseptis, dicuci dengan PBS, dihancurkan dalam larutan RPMI 1640 yang mengandung NaHCO_3 dan pinicilin-streptomisin, kemudian disentrifuse 1500 rpm selama 10 menit. Pelet diambil, dicuci lagi dengan RPMI 1640, disentrifuse 1500 rpm selama 10 menit sebanyak 2 kali. Pelet diambil kemudian ditambah RPMI 1640 (Prangdimurti, 1999). Sel limfosit dihitung dengan biru trifan dan hemositometer. Kemudian dilakukan pengkulturan sel sebanyak 2×10^6 sel/ml kultur selama 72 jam dengan penambahan lipopolisakarida (LPS) *S. Thyphi* sebanyak $12,5 \cdot \text{g/ml}$ kultur. Empat jam sebelum kultur selesai, suspensi ditambah dengan 10 ml 3-(4,5- *dimethylthiazol-2 yl*)-2,5 *diphenyl-tetrazolium bromide* (MTT) 0,5 persen. Pada akhir masa inkubasi kultur ditambahkan 80 $\cdot \text{l}$ HCL-isopropanol 0,04 N kemudian absorbansi masing-masing sumur diukur dengan *microplate reader* (ELISA reader) pada $\cdot 570$ nm. Nilai OD (*optical dencity*) digunakan untuk menghitung indeks stimulasi (IS) sebagai penentuan aktivitas proliferasi. IS dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\text{IS} = \frac{\text{OD sel perlakuan (LPS)}}{\text{OD sel kontrol (LPS)}}$$

2.3. Persiapan Homogenat Hati

Hati dicacah pada kondisi dingin dalam larutan PBS-KCL, disentrifuse 4000 rpm selama 15 menit sampai mendapatkan supernatan jernih. Supernatan jernih ini digunakan untuk analisis aktivitas antioksidan (DPPH), kadar MDA, aktivitas enzim antioksidan meliputi SOD, CAT dan GPx.

2.4. Pengujian Aktivitas Antioksidan hati (DPPH)

Supernatan hati jernih diambil sebanyak 20 $\cdot \text{L}$ ditambah DPPH dalam etanol, dihomogenkan, disimpan di tempat gelap selama 30 menit. Absorbansi diukur pada $\cdot 517$ nm. Blanko dibuat dari larutan DPPH dalam etanol (Hasani, dkk., 2007).

2.5. Pengujian Kadar Malondialdehid (MDA) Hati

Supernatan hati jernih diambil sebanyak 0,5 ml ditambahkan dalam HCL dingin yang mengandung 15 persen TCA, 0,38 persen TBA dan 0,5 persen BHT. Campuran dipanaskan 80°C selama 1 jam. Absorbansi diukur pada $\cdot 532$ nm. Perhitungan berdasarkan kurva standar tetraetoksipropena (TEP) (Singh, dkk., 2002).

2.6. Pengujian Aktivitas Enzim Superoksida dismutase (SOD) Hati

Supernatan hati jernih ditambah bufer natrium karbonat yang mengandung EDTA pH 10, xantin, *bovine serum albumin* (BSA), *nitrobluetetrazolium* (NBT) dan xantin oksidase. Absorbansi diukur pada $\cdot 560$ nm. (Wijeratne, dkk., 2005; Prangdimurti 2007).

2.7. Pengujian Aktivitas Enzim Katalase (CAT) Hati

Supernatan hati (jernih) sebanyak 0,5 ml ditambah bufer kalium fosfat (pH 7) mengandung H_2O_2 . Perubahan absorbansi diukur pada $\cdot 240$ nm setiap 15 menit selama 30 menit (Iwai, dkk., 2002).

2.8. Pengujian Aktivitas Enzim Glutathion Peroksidase (GPx) Hati

Supernatan hati jernih sebanyak 200 $\cdot \text{l}$ ditambahkan buffer fosfat pH 7,0 mengandung EDTA, glutathion (GSH) dan enzim

glutation reduktase. Kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 30 menit, ditambahkan NADPH, diinkubasi lagi pada suhu 37°C selama 3 menit, ditambahkan H₂O₂. Absorbansi diukur diantara waktu 1-2 menit pada λ 340 nm. (Flohe & Gunzler, 1984).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pertumbuhan Tikus Percobaan

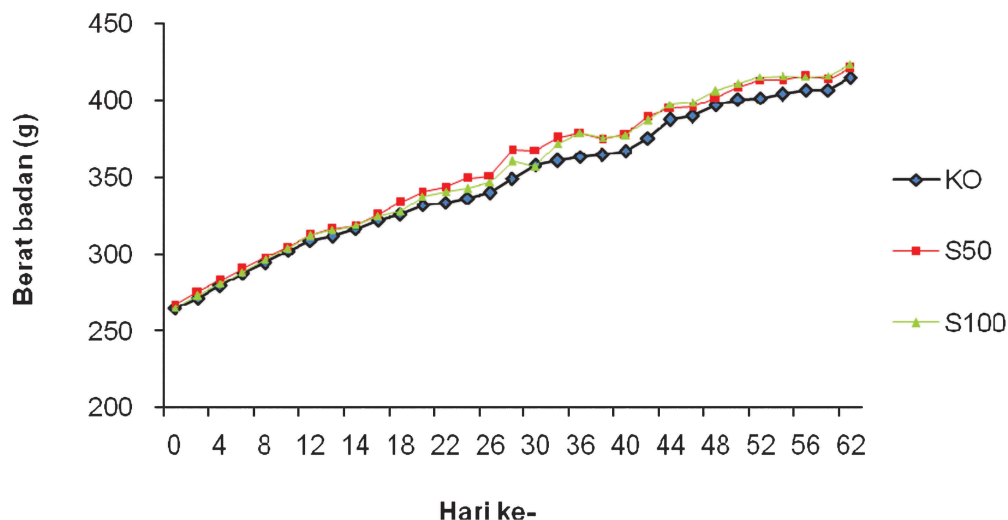
Sebagaimana telah disebutkan sebelumnya bahwa penilaian terhadap pertumbuhan tikus *Sprague Dawley* dilakukan dengan penimbangan berat badan setiap dua hari dan penimbangan jumlah konsumsi pakan setiap hari. Tepung sorgum yang digunakan disosoh selama 20 detik/200 g. Penyosohan dan penepungan ini memberikan hasil berupa produk yang paling baik penerimaannya oleh konsumen serta mempunyai aktivitas antioksidan dan imunomodulator yang tertinggi (Yanuar, 2009; Runkat-Zakaria, 2008). Pada masa akhir percobaan semua kelompok tikus mengalami kenaikan berat badan lihat pada Gambar 1.

Gambar 1 menunjukkan adanya kenaikan berat badan atau pertumbuhan yang meningkat sehingga dapat diperkirakan kondisi hewan percobaan dalam keadaan sehat selama

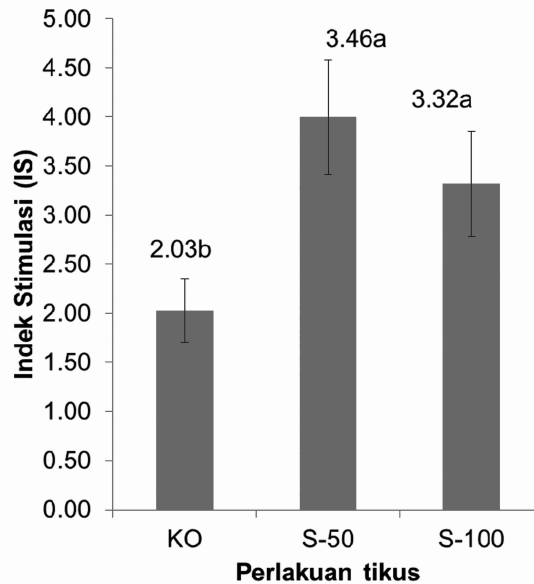
percobaan. Kenaikan berat badan dan jumlah konsumsi pakan tidak berbeda antar tikus dalam masing-masing kelompok ($p < 0,05$). Kondisi ini diduga disebabkan oleh komponen antinutrisi dari sorgum dan jewawut seperti tanin yang tidak terlalu banyak sehingga belum bersifat toksik atau membentuk kompleks dengan makromolekul yang dapat menyebabkan gangguan penyerapan. Hal ini didukung beberapa penelitian yang menyatakan kandungan tanin sorgum Kawali jumlahnya 0,7 persen dan jewawut lebih rendah (Singgih, dkk., 2008). Menurut Leder (2004) kadar tanin pada sorgum dalam jumlah 10 persen belum memberikan efek negatif sebagai pengikat nutrisi termasuk mineral dan protein.

3.2. Aktivitas Proliferasi Limfosit Limfa (Splenosit)

Aktivitas proliferasi limfosit merupakan salah satu indikator sistem imun (Zakaria, dkk., 2003). Penentuan aktivitas proliferasi dinyatakan dalam bentuk indeks stimulasi (IS). Dalam penentuan IS secara *in vitro* ini digunakan mitogen LPS untuk memicu terjadinya proliferasi. Hasil penelitian aktivitas proliferasi limfosit limfa atau splenosit dalam bentuk indeks stimulasi (IS) disajikan pada Gambar 2.



Gambar 1. Grafik Pertumbuhan Tikus *Sprague Dawley* pada Setiap Kelompok Tikus Selama 7 Minggu Percobaan



Gambar 2. Rerata Indek Stimulasi Splenosit Tikus Percobaan yang Dikultur dengan Penambahan Mitogen LPS. Splenosit Berasal dari Masing-masing Tikus pada Kelima Kelompok Percobaan yang Mendapat Diet dengan Sumber Karbohidrat yang Berasal dari Sorgum atau Jewawut

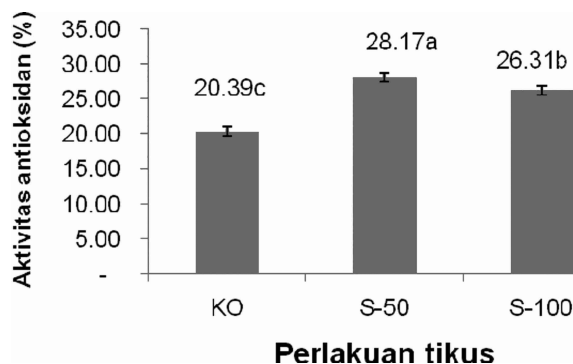
KO : Kontrol, S50 : Sorgum 50 persen, S100 : Sorgum 100 persen

Gambar 2 menunjukkan bahwa aktivitas proliferasi splenosit pada kelompok yang diberikan pakan sorgum dan jewawut mengalami peningkatan yang signifikan ($P < 0,05$) dibandingkan kelompok kontrol. Peningkatan tertinggi terjadi pada kelompok perlakuan sorgum 50 persen sebesar 70 persen dengan IS sebesar $3,46 \pm 0,58$. Terjadinya peningkatan aktivitas proliferasi pada kelompok perlakuan yang diberi pakan yang mengandung sorgum disebabkan adanya komponen fenolik seperti asam ferulat, flavonoid dan tanin yang dapat terserap. Komponen fenolik tersebut dapat bersifat antioksidan sehingga dapat melindungi kerusakan sel akibat radikal bebas (Dykes dan Rooney, 2007). Kemungkinan yang lain adalah adanya komponen fenolik dari sorgum yang berikatan dengan reseptor protein pada permukaan sel limfosit yang dapat menginduksi sel T untuk menghasilkan sitokin dan IL-2 yang memacu terjadinya proliferasi sel limfosit

(Zakaria, dkk., 2003). Hasil penelitian ini mengindikasikan kemampuan sorgum dalam meningkatkan fungsi sel limfosit yang juga berarti peningkatan respon imun. Hasil ini sesuai dengan hasil yang terlihat pada penelitian in vitro yang menggunakan sel limfosit dari darah manusia (Yanuar, 2009; Zakaria-Rungkat, 2008)

3.3. Aktivitas Antioksidan Hati dengan DPPH

Aktivitas antioksidan dengan metode DPPH didasari oleh reaksi transfer elektron dengan metode kolorimetri. Hasil penelitian menunjukkan aktivitas antioksidan hati tikus mengalami peningkatan yang signifikan ($P < 0,05$) pada kelompok perlakuan yang diberi pakan yang mengandung sorgum dibandingkan dengan kelompok kontrol. Aktivitas antioksidan tertinggi pada kelompok perlakuan sorgum sebesar 28,17 persen dan terendah pada kelompok perlakuan kontrol sebesar 20,39 persen terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Rata-Rata Aktivitas Antioksidan Hati pada Tikus yang Mendapat Diet Mengandung Sorgum

KO : Kontrol, S50: Sorgum 50 persen, S100: Sorgum 100 persen

Notasi huruf yang sama dalam kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan pada $P > 0.05$ dengan Uji Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

Kelompok perlakuan sorgum 50 persen menunjukkan peningkatan aktivitas tertinggi, dengan peningkatan 38 persen dibandingkan kelompok kontrol. Aktivitas yang berbeda nyata pada pemberian pakan yang mengandung sorgum dengan kontrol disebabkan oleh adanya kandungan komponen fenolik sorgum yang memiliki sifat antioksidan yang dapat terserap pada jaringan tubuh seperti hati. Hal ini didukung dengan hasil-hasil penelitian tentang kandungan fenolik dan aktivitas antioksidan yang dilakukan Awika dan Rooney (2004) yang menyebutkan sorgum dan jewawut memiliki komponen fenolik seperti asam fenolik, flavonoid dan kondensat tanin yang memiliki fungsi sebagai antioksidan dan dapat menurunkan risiko penyakit degeneratif. Yanuar (2009) menyatakan sorgum Kawali yang disosoh selama 20 detik/200 g dan jewawut *pearl millet* yang disosoh selama 100 detik/200 g memiliki aktivitas antioksidan berturut-turut 6,68 mg AEAC/g biji, 4,73 mg AEAC/g biji. Komponen fenolik pada sereal seperti sorgum yang dapat terserap ke jaringan ini memiliki sifat antioksidan didukung oleh penelitian yang dilakukan Fernandes dan Donovan (2005) yang menyebutkan dalam proses terapi dengan jus rumput gandum (*wheat grass juice*) pada penderita hemolitik

anemia, senyawa fenolik dapat terserap, dengan ditemukan dalam darah dan memiliki sifat antioksidan karena dapat memperpanjang umur hidup sel darah merah. Dengan ditemukan dalam sirkulasi darah maka senyawa fenolik yang memiliki aktivitas antioksidan akan disalurkan ke jaringan-jaringan tubuh seperti hati. Kelompok sorgum 50 persen menunjukkan peningkatan yang nyata ($P < 0,05$) dibandingkan dengan sorgum 100 persen. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh komponen fenolik pada sorgum 50 persen sudah cukup bagi tikus sehat yang menjadi hewan percobaan. Vaya & Aviram (2002) menyebutkan aktivitas polifenol secara *in vivo* sangat ditentukan oleh bioavailabilitasnya, penyerapan fenol salah satunya sangat ditentukan oleh tingkat konjugasi dengan senyawa polifenol lainnya. Kemungkinan pada kelompok perlakuan sorgum 50 persen bioavailabilitasnya dan tingkat konjugasi tidak berlebihan sehingga aktivitasnya juga efektif.

3.4. Kadar Malondialdehid (MDA) Hati

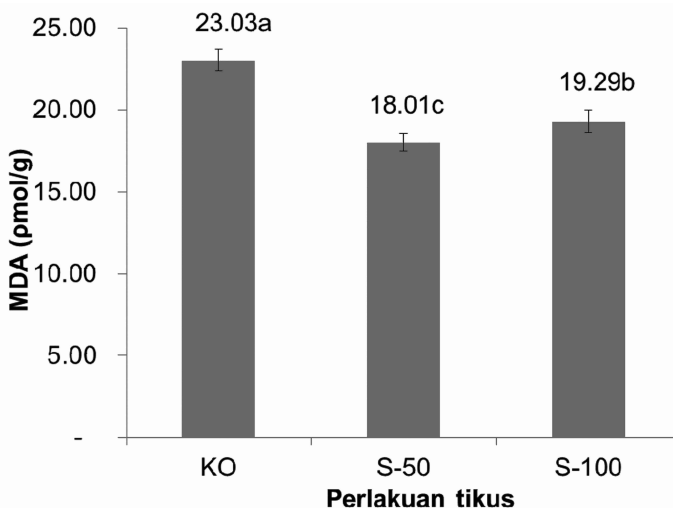
Malondialdehida (MDA) merupakan salah satu produk dari peroksidasi lipida yang dapat dipakai sebagai penanda tingkat terjadinya reaksi peroksidasi lipid tubuh. Kadar MDA pada setiap kelompok perlakuan menunjukkan perbedaan yang signifikan antara kelompok

yang diberi pakan sorgum dengan kontrol. Kadar MDA pada setiap kelompok perlakuan dapat dilihat pada gambar 4. Penurunan kadar malondialdehid pada tikus yang tertinggi pada kelompok perlakuan sorgum 50 persen sebesar 22 persen dengan kadar MDA sebesar $18,01 \pm 0,53$ pmol/g dan penurunan terendah pada kelompok perlakuan jewawut 50 persen sebesar 13 persen dengan kadar MDA $20,08 \pm 1,59$ pmol/g. Terjadinya perbedaan yang nyata ($p < 0,05$) antara kelompok perlakuan sorgum 100 persen, sorgum 50 persen, jewawut 100 persen dan jewawut 50 persen dengan kelompok kontrol dapat berkaitan dengan aktivitas antioksidan yang mengalami peningkatan. Karpinska dan Jakoniuk (2001) menyebutkan keuntungan adanya antioksidan seperti polifenol adalah dapat menurunkan kerusakan oksidatif dengan indikasi berkurangnya kadar MDA. Tokyol dkk. (2006) juga menyebutkan kadar MDA yang tinggi pada penderita kerusakan hati (*ischemia reperfusion*) mengalami penurunan setelah

mengonsumsi komponen fenolik seperti quercetin (flavonoid). Hal ini terjadi karena kapasitas antioksidan hati meningkat. Penurunan kadar MDA yang nyata ($P < 0,05$) pada perlakuan sorgum 50 persen kemungkinan disebabkan adanya aktivitas antioksidan komponen fenolik yang bekerja lebih efektif, sehingga reaksi peroksidasi lipida yang menghasilkan MDA dapat ditekan.

3.5. Aktivitas Enzim Superoksida Dismutase (SOD) Hati

Enzim superoksida dismutase merupakan enzim antioksidan yang ada dalam tubuh dan berperan dalam mendismutasi radikal superoksida (O_2^*) atau radikal hidroperoksi (HO_2^*) membentuk molekul radikal H_2O_2 yang masih bersifat kurang toksik yang terurai lebih lanjut menjadi air. Pemberian pakan yang mengandung sorgum menunjukkan peningkatan aktivitas enzim antioksidan SOD yang lebih tinggi dibandingkan dengan peningkatan pada kelompok kontrol. Aktivitas



Gambar 4. Rata-Rata Kadar Malondialdehid (MDA) Hati pada Tikus Percobaan dengan Pemberian Pakan Mengandung Sorgum atau Jewawut

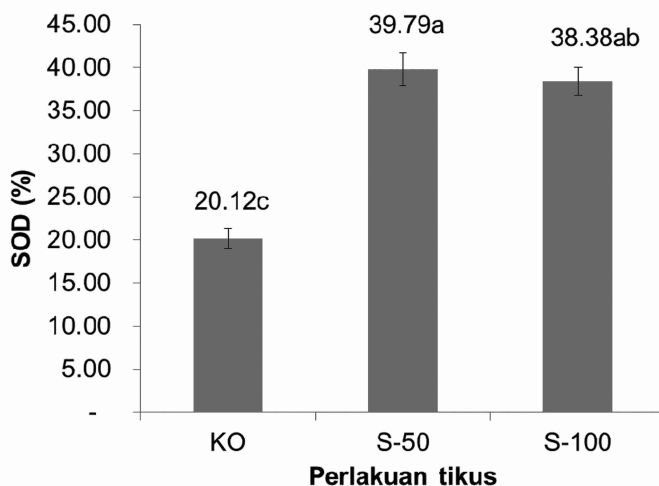
KO : Kontrol, S50: Sorgum 50 persen, S100: Sorgum 100 persen

Notasi huruf yang sama dalam kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan pada $P < 0,05$ dengan Uji Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

enzim SOD pada setiap kelompok perlakuan dapat dilihat pada Gambar 5.

Peningkatan aktivitas enzim SOD pada kelompok perlakuan yang diberikan pakan yang mengandung sorgum menunjukkan peningkatan yang signifikan dibandingkan peningkatan pada kelompok kontrol. Peningkatan tertinggi terdapat pada kelompok perlakuan sorgum 50 persen sebesar 98 persen dengan aktivitas enzim SOD sebesar $40,96 \pm 1,90$ persen sesuai dengan aktivitas antioksidan (DPPH) paling tinggi dan kadar MDA pada hati paling rendah. Hussain (2001) melaporkan terjadinya peningkatan aktivitas SOD pada hati tikus karena adanya penurunan MDA yang diberi senyawa toksik insektisida *Chlorfenvinphos* dalam waktu 24-48 jam. Menurut Dicko, dkk., (2006) dan Dykes dan Rooney (2007) komponen asam fenolik terbanyak pada sorgum dan jewawut adalah asam ferulat dan *p*-coumarin. Karamac, dkk., (2005) dan Lin, dkk., (2005) menyebutkan asam ferulat dapat menangkal radikal

superoksida. Dengan demikian dapat bekerja sinergis atau membantu enzim SOD dalam menangkal radikal superoksida. Hall dan Cuppett (1997) melaporkan komponen fenolik seperti asam ferulat, cafeat, γ -coumarin, sinapat dan flavonoid tersebut memiliki reaktivitas yang tinggi. Komponen fenolik yang memiliki reaktivitas yang tinggi dapat mengekspresikan gen enzim antioksidan seperti Mn-SOD (mitokondria) atau Cu/Zn-SOD (sitoplasma) sehingga aktivitas enzim-enzim ini meningkat (Aruoma, dkk., 1997). Aktivitas SOD pada kelompok tikus yang mendapat sorgum 50 persen nyata lebih tinggi ($P < 0,05$) dari tikus kelompok sorgum 100 persen. Hal ini dapat disebabkan oleh kuantitas dan aktivitas komponen fenolik pada pakan dengan kandungan sorgum 50 persen dapat bekerja lebih optimum. Hasil dari penelitian ini, pada konsumsi sorgum sebagai sumber karbohidrat sampai 100 persen aktifitas antioksidan dan enzim SOD masih lebih tinggi dari yang terlihat pada tikus kontrol. Hasil menunjukkan bahwa



Gambar 5. Rata-Rata Aktivitas Enzim Sod Hati Tikus Percobaan yang Mendapat Pemberian Pakan Mengandung Sorgum atau Jewawut

KO: Kontrol, S50: Sorgum 50 persen, S100: Sorgum 100 persen

Notasi huruf yang sama dalam kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan pada $P < 0,05$ dengan Uji Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

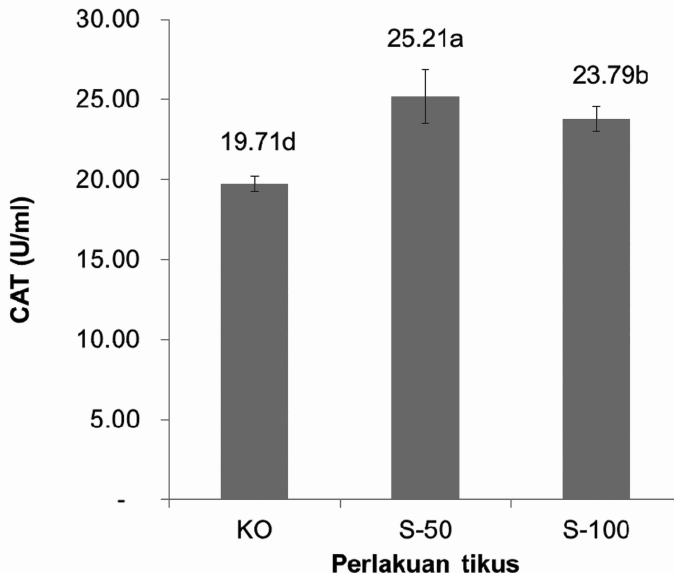
konsumsi sorgum sebagai sumber karbohidrat 50 persen cukup untuk memperbaiki aktifitas antioksidan enzim ini pada tikus sehat.

3.6. Aktivitas Enzim Katalase (CAT)

Enzim katalase juga merupakan enzim antioksidan endogenous. Aktivitasnya memecah radikal hidrogen peroksida (H_2O_2) yang toksik menjadi H_2O dan O_2 . Aktivitas enzim katalase pada pemberian pakan yang mengandung sorgum menunjukkan peningkatan dibandingkan dengan kontrol. Kelompok perlakuan yang diberikan pakan yang mengandung sorgum menunjukkan peningkatan yang signifikan dengan kelompok kontrol. Aktivitas tertinggi pada kelompok perlakuan Sorgum 50 persen sebesar 25,21 U/ml yang terlihat pada gambar 6.

Terjadinya peningkatan aktivitas katalase dibandingkan kontrol disebabkan adanya komponen fenolik sorgum yang bersifat

antioksidan yang dapat terserap pada jaringan hati. Kondisi ini menyebabkan tidak terjadi kerusakan sel atau kerusakan protein yang diperlukan dalam sintesa enzim katalase sehingga dapat melindungi atau memperpanjang aktivitas CAT. Aruoma, dkk. (1997) yang menyebutkan komponen fenolik yang memiliki reaktifitas yang tinggi dapat mengekspresikan gen enzim antioksidan. Aktivitas CAT pada kelompok perlakuan sorgum 50 persen yang menunjukkan peningkatan yang berbeda nyata ($P<0,05$) dibandingkan dengan kelompok sorgum 100 persen, mungkin disebabkan pada kondisi hewan percobaan yang sehat, konsumsi sorgum sebagai sumber karbohidrat sebanyak 50 persen sudah cukup untuk mengatasi kondisi tekanan oksidatif yang ada. Oleh karena itu, kelebihan antioksidan tidak lagi menaikkan aktifitas enzim ini, karena tidak diperlukan. Pada kondisi kurang sehat yang memerlukan antioksidan lebih, aktifitas enzim



Gambar 6. Rata-Rata Aktivitas Enzim Katalase (CAT) Hati pada Tikus

KO : Kontrol, S50: Sorgum 50 persen, S100: Sorgum 100 persen

Notasi huruf yang sama dalam kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan pada $P<0.05$ dengan Uji Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

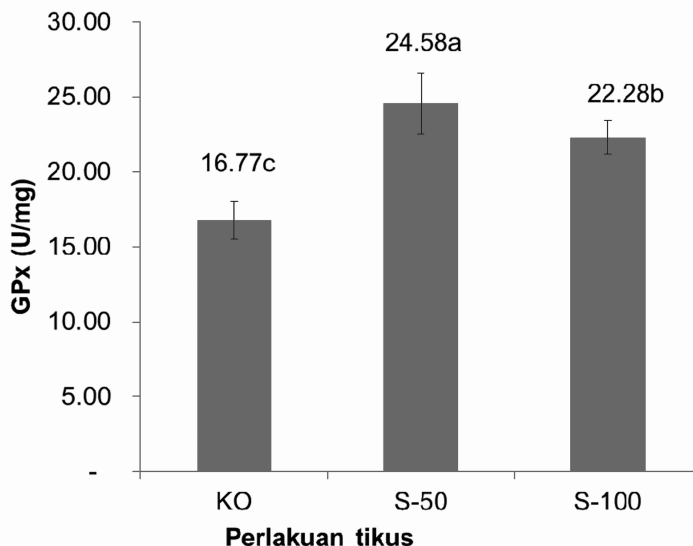
perlu pembuktian dalam bentuk penelitian lanjut. Perlu diperhatikan bahwa, seperti halnya aktifitas enzim antioksidan SOD, konsumsi sorgum 100 persen sebagai sumber karbohidrat masih lebih baik dari kontrol.

3.7. Aktivitas Enzim Glutation Peroksidase (GPx)

Enzim antioksidan glutathion peroksidase merupakan enzim antioksidan endogenus yang berperan memecah radikal H_2O_2 menjadi H_2O dengan adanya substrat glutathion (GSH). Aktivitas enzim glutathion peroksidase pada setiap kelompok perlakuan dapat dilihat pada Gambar 7.

Gambar 7 menunjukkan aktivitas enzim glutathion peroksidase pada kelompok perlakuan yang diberi pakan yang mengandung sorgum mengalami peningkatan yang signifikan dengan kelompok perlakuan kontrol. Peningkatan tertinggi tampak pada kelompok perlakuan sorgum 50 persen sebesar 57 persen dengan aktivitas GPx sebesar $24,58 \pm 2,02$ U/g. Peningkatan aktivitas GPx yang

berbeda nyata antara semua kelompok perlakuan dibandingkan dengan kelompok kontrol disebabkan komponen fenolik sorgum yang memiliki sifat antioksidan yang dapat diserap pada jaringan hati dan dapat mencegah terjadinya stress oksidasi. Menurut Moskaug, dkk., (2005) komponen fenolik seperti *flavonoid* dapat menginduksi gen untuk meningkatkan GSH yang selanjutnya akan meningkatkan aktivitas GPx karena substrat GPx adalah GSH. Seperti terlihat pada aktifitas enzim SOD dan CAT diatas, GPx juga mengalami penurunan pada konsumsi sorgum 100 persen sebagai sumber karbohidrat. Pada kondisi tikus yang sehat, mungkin tidak memerlukan antioksidan lebih sehingga aktifitas enzim ini tidak perlu ditingkatkan. Pada kondisi tidak sehat aktifitas enzim ini mungkin akan berbeda. Hipotesis ini masih perlu pembuktian dalam bentuk penelitian lanjut. Seperti halnya aktifitas enzim antioksidan SOD dan CAT, konsumsi sorgum 100 persen sebagai sumber karbohidrat masih lebih baik dari kontrol.



Gambar 7. Rata-Rata Aktivitas Enzim Glutation Peroksidase (GPx) Hati Pada Tikus

KO: Kontrol, S50: Sorgum 50 persen, S100: Sorgum 100 persen

Notasi huruf yang sama dalam kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan pada $P < 0,05$ dengan Uji Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

IV. PENUTUP

Pemberian pakan yang mengandung sorgum tidak mempengaruhi pertumbuhan tikus, pertumbuhan tikus normal dengan keadaan sehat dan tidak mempengaruhi selera makan. Penggunaan sorgum 100 persen atau 50 persen dari sumber karbohidrat dapat meningkatkan aktivitas proliferasi limfosit limfa yang menunjukkan adanya aktivitas imunomodulator, menyebabkan peningkatan kapasitas antioksidan pada hati melalui peningkatan aktivitas antioksidan (DPPH), penurunan malondialdehid (MDA) dan peningkatan aktivitas enzim antioksidan yang meliputi aktivitas SOD, CAT dan GPx. Pemberian pakan yang mengandung 50 persen sorgum sebagai pengganti sumber karbohidrat memberikan hasil yang terbaik atau optimum pada hewan percobaan yang sehat. Hasil penelitian ini menunjukkan sorgum baik sebagai pangan dan untuk kesehatan atau pangan fungsional. Untuk mendapatkan informasi ilmiah yang lebih rinci sangat menarik untuk diteliti lebih lanjut mengenai komponen fenolik yang berperan lebih spesifik dan kajian mekanismenya, serta penelitian terhadap hewan percobaan yang kurang sehat melalui pemberian stress yang meningkatkan radikal bebas atau stres oksidatif.

DAFTAR PUSTAKA

- American Institute of Nutrition. 1976. Report AIN Ad Hoc Committee on Standard for Nutrition Studies. *J Nutr* 107 : 1340-1348.
- Aruoma, O.I., Halliwell B., Williamson G. 1997. *In Vitro Methods for Characterizing Potential Prooxidant and Antioxidant Action of Nonnutritive Substances in Plant Food: Antioxidant Methodology* (Aruoma OI, Cuppett SL (editor). USA: AOCS Press.
- Awika, J.M., Rooney L.W. 2004. Sorghum Phytochemical and Their Potential Impact on Human Health. *J Science Direct: Phytochemistry* 65 : 1199-1221.
- Beti, Y.A., Ispandi A., Sudaryono. 1990. *Sorghum*. Monografi. Malang : Balai Penelitian Tanaman Pangan 5 : 25.
- Dicko, M.H., Gruppen H., Traore A.S., Voragen A.G.J., Van Berkel W.J.H. 2006. Phenolic Compound and Related Enzyme as Determinants of Sorghum for Food Use. *Biotechno Molecular Biology Rev* 1: 21-38.
- Dykes, L., Rooney L.W. 2007. Phenol Compounds in Cereal Grains and Their Healthy Benefits. *AACC Cereal Food Word* 52: 105-111.
- Fernandes, C.J., Donovan D.J.O. 2005. Natural Antioxidant Therapy for Patients with Hemolytic Anemia. *J Indian Pediatric* 27:618-820.
- Flohe dan Gunzler. 1984. Measurement of Antioxidant Enzyme dalam Rice-Evan CA, Diplock AT, Symons MCR. *Technique in Free Radical Research*. Tokyo: Elsevier Amsterdam
- Hall, C.A. Cuppett SL. 1997. *Structure Activities of Natural Antioxidant : Antioxidant Methodology in Vivo and In Vitro Concept*. Auroma OI, Cuppett SL (editor).USA: AOAC press.
- Hasani, P., Yasa N., Ghanbari S.V., Dehghan G. 2007. *In Vivo* Antioxidant of *Taeucrium polium*, as Compared to • - Tocopherol [Short Communication]. *Acta Pharm* 27: 123-129.
- Hussain, A. L. 2001. Organophosphate Insecticide Chlorfenvinphos Affects Superoxide Dismutase, Catalase and Malondialdehyde in Rat Liver. *Polish Journal of Environmental Studies* 10: 279-282.
- Iwai, K., Nakaya N., Kawasaki Y., Matsue H. 2002. Antioxidative Function of Natto, A Kind of Fermented Soybeans: Effect on LDL Oxidation and Lipid Metabolism in Cholesterol Fed Rat. *J Agri Food Chem* 50: 3597-3601.
- Karamac, M., Bucinski A., Pegg B.R., Amarowicz R. 2005. Antioxidant and Antiradical Activity of Ferulates. Czech, *J Food Sci* 23: 64-68.
- Karpinska, E.K., Jakoniuk J.M. 2001. Lead and Zinc Influence on Antioxidant Enzyme Activity and Malondialdehyde Concentrations. *Polish J Environ Studies* (10) 161-165
- 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>]

- Lin, J.Y. dkk., 2005. Ferulic Acid Stabilizes a Topical Solution Containing Vitamins C+E and Doubles its Photo protection for Skin. *J Invest Dermatol* 125:826 –832.
- Moskaug, J., Carlsen H., Myhrstad M.C.W., Blomhoff R. 2005. Polyphenol and Glutathione Synthesis regulation: *J of Clin Nut* 81:277S-283S.
- Nancy, Dewi Yuliana, Alfi Khatib, Anne Maria Regina Link-Struensee, Adriaan P. Ijzerman, Fransiska Rungkat-Zakaria, Young Hae Choi, Robert Verpoorte. 2009. Adenosine A1 Receptor Binding Activity of Methoxy Flavonoids from *Orthosiphon stamineus*. *Planta Med* 2009; 75: 132–136
- Puspaningrum, 2003. *Pengaruh Ekstrak Kayu Secang terhadap Proliferasi Sel Limfosit Limpa Tikus dan Sel Kanker K-562 (Chronic Myelogenous Leukemia) secara in vitro* Skripsi. Bogor: Fakultas Teknologi Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor.
- Prangdimurti, E. 1999. *Efek Perlindungan Ekstrak Jahe terhadap Respon Imun Mencit yang diberi Perlakuan Stess Oksidatif oleh Pestisida Paraquat*. Disertasi Bogor: Program Pascasarjana, IPB.
- Prangdimurti, E. 2007. *Kapasitas Antioksidan dan Daya Hipokolesterolemik Ekstrak Daun Suji (Pleomele angustifolia N.E. Brown)* Disertasi. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Singh, R.P., Murthy K.N.C., Jayaprakasha G.K. 2002. Studies on Antioxidant Activity of Pomegranate (*Punica granatum*) Peel and Seed Extract Using *in Vitro* Model. *J Agri Food Chem* 50 : 81-86.
- 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_nutfah_sorgum.pdf. [diakses 28 Juni 2008]
- Tokyo C., Yilmaz S., Kahraman A., Cakar H., Polat C. 2006. The Effects of Desferrioxamine and Quercetin on Liver Injury Induced by Hepatic Ischaemia Reperfusion in Rats. *Acta Chir Belg* 106: 68-72.
- Vaya, J., Aviram M. 2002. *Nutritional Antioxidants: Mechanisms of Action, Analyses of Activities and Medical Applications*. www.google/search/natural_antioxidant.htm [diakses 22 April 2009]
- Wijeratne, S.K., Cuppett S.L, Schlegel V. 2005. Hydrogen Peroxide Induce Oxidative Stress Damage and Antioxidant Enzyme Response in Caco-2 Colon Cells. *J. Agri Chem* 53: 8768-8774.
- Yanuar, W. 2009. *Studi Aktivitas Antioksidan dan Imunomodulator Serealia Lokal Non Beras* [Tesis] Bogor, Sekolah Pascasarjana-IPB.
- Zakaria-Rungkat F, 2001. Pangan dan Pencegahan Kanker. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. Vol 12. No 2.
- Zakaria-Rungkat F., Nurahman, Prangdimurti E, Tejasari. 2003. Antioxidant and immunoenhancement Activities of Ginger (*Zingiber officinale Roscoe*) Extracts and Compounds In Vitro and In Vivo Mouse and Human System. *Nutraceuticals Foods* 8: 96-104.
- Zakaria-Rungkat F. 2008. Evaluasi aktivitas imunomodulator dan index glisemik serealia lokal on beras. *Laporan Penelitian* Kerjasama LPPM IPB dan Balai Besar Penelitian Pasca Panen Kementan

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih banyak disampaikan kepada Kementerian Pertanian yang memberikan dana penelitian melalui Program KP3T tahun 2008-2009

BIODATA PENULIS :

Fransiska Rungkat Zakaria dilahirkan di Manado pada tanggal 14 Juni 1949. Beliau menyelesaikan pendidikan S1 tahun 1974 pada bidang Teknologi Hasil Pertanian di Institut Pertanian Bogor (IPB), S2 tahun 1977 bidang Food Science and Human Nutrition, di Michigan State University, dan S3 tahun 1991 bidang Faculte de Sceance, Universite Henri POINCARE, Nancy, Perancis. Saat ini bekerja sebagai Dosen di Institut Pertanian Bogor (IPB).

RidwanThahir, dilahirkan di Banda Aceh pada tanggal 8 November 1947. Beliau menyelesaikan pendidikan S1 tahun 1975 bidang Teknologi Hasil Pertanian, Institut Pertanian Bogor (IPB), S2 tahun 1985 bidang Mekanisasi Pertanian, Institut Pertanian Bogor (IPB) dan S3 tahun1990 bidang Mekanisasi-

Pertanian di universitas yang sama. Profesi beliau saat ini adalah sebagai Staf BBPPP Departemen Pertanian, Bogor.

Suismono, dilahirkan di Madiun pada tanggal 19 Juli 1957. Beliau menyelesaikan S1 tahun 1985 bidang Teknologi Hasil Pertanian, dan S2 tahun 1990 bidang Mekanisasi Pertanian, di Institut Pertanian Bogor (IPB). Saat ini beliau bekerja sebagai Staf BBPPP Departemen Pertanian, Bogor.

Endang Prangdimurti, dilahirkan di Bogor pada tanggal 23 Juli 1968. Beliau menyelesaikan S1 tahun 1991 Bidang Teknologi Pangan dan Gizi, S2 tahun 1999 Bidang Ilmu Pangan dan S3 tahun 2007 Bidang Ilmu Pangan di Institut Pertanian Bogor (IPB). Saat ini beliau bekerja sebagai Dosen di Institut Pertanian Bogor (IPB).

Gusti Ayu Kadek Diah Puspawati, dilahirkan di Mendoyo pada tanggal 5 Desember 1973. Beliau menyelesaikan S1 tahun 1997 Bidang Teknologi Hasil Pertanian di Universitas Udayana, Denpasar dan S2 tahun 2009 Bidang Ilmu Pangan di Institut Pertanian Bogor (IPB). Saat ini beliau bekerja sebagai staf Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Denpasar,Bali.