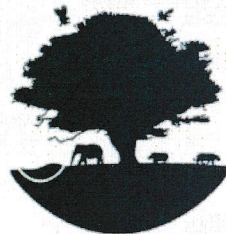




CERTIFICATE

PUTRA SANTOSO

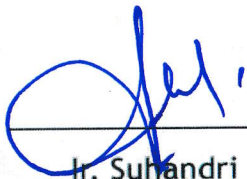
As Presenter of




SEMNAS
BIOETI 5
IWS 5
2019


*Synchronizing the Conservation of Tropical Resources
to Accelerate with Revolution 4.0*

Director of Sumatra & Wildlife
WWF-Indonesia


H. Suhandri

Head of Biology Department
Andalas University


Dr. Mairawita

Chief of Commission

Dr. rer. nat. Indra Junaidi Zakaria

PROSIDING

Seminar Nasional
Biodiversitas Ekologi Tropika
Indonesia Kelima

The Fifth
International Wildlife
Symposium



SEMNAS
BIOETI 5
IWS 5
2019

Prodising Bioeti5 & IWS5 2019 Universitas Andalas



**“Menyelaraskan Pelestarian
Sumberdaya Tropika
dalam Menyongsong
Revolusi 4.0”**

ISBN 978-623-7736-84-4



9 786237 736844

Convention Hall Universitas Andalas
Padang, 20-21 September 2019

Diterbitkan Oleh :
LPPM Universitas Andalas



PROSIDING
SEMINAR NASIONAL
BIOLOGI DAN EKOLOGI TROPIKA INDONESIA KE-5
(SEMNAS BIOETI-5)
JURUSAN BIOLOGI UNIVERSITAS ANDALAS

Tema:

Menyelaraskan Pelestarian Sumberdaya Tropika
dalam Menyongsong Revolusi 4.0

Padang, 20-12 September 2019
Kampus Universitas Andalas, Kota Padang, Sumatera Barat

Diterbitkan oleh:

LPPM Universitas Andalas

Prosiding Seminar Nasional Biologi Dan Ekologi Tropika Indonesia Ke-5 (SEMNAS BIOETI-5)

Tema:

Menyelaraskan Pelestarian Sumberdaya Tropika dalam Menyongsong Revolusi 4.0

SUSUNAN PANITIA SEMINAR NASIONAL BIOETI-5 JURUSAN BIOLOGI FMIPA UNAND

Penanggung Jawab : Dr. Mairawita (Ketua Jurusan Biologi FMIPA UNAND)
Wakil Penanggung Jawab : Suwirnen, MS. (Sekretaris Jurusan Biologi FMIPA UNAND)

Panitia Pengarah (Steering Committee) : Prof. Dr. Mansyurdin
Prof. Dr. Syamsuardi
Prof. Dr. Dahelmi
Prof. Dr. Erizal Mukhtar

Panitia Pelaksana

Ketua : Dr. Indra Junaidi Zakaria
Wakil Ketua : Dr. Aadrean
Sekretaris : M. Nazri Janra, M.Si., MA.
Bendahara : Silmi Yusri Rahmadani, M.Si.
Seksi Acara : Dr. Tesri Maideliza (Koordinator)
Dr. Fuji Astuti Febria (Anggota)
Dr. Henny Herwina (Anggota)
Humas & Sekretariat : Dr. Nurainas (Koordinator)
Dr. Dewi Imelda Roesma (Anggota)
Robby Jannatan, M.Si. (Anggota)
Roni Kurniawan (Anggota)
Seksi Dana : Dr. Jabang Nurdin (Koordinator)
Dr. Zozy Aneloi Noli (Anggota)
Dr. Wilson Novarino (Anggota)
Dr. Resti Rahayu (Anggota)
Seksi Makalah dan Prosiding : Ahmad Taufiq, M.Si. (Koordinator)
Dr. Efrizal (Anggota)
Dr. Putra Santoso (Anggota)
Dr. Nofrita (Anggota)
Seksi Konsumsi : Solfiyeni, MP. (Koordinator)
Dr. Nurmiati (Anggota)
Izmiarti, MS. (Anggota)
Seksi Perlengkapan & Dokumentasi : Dr. Djong Hon Tjong (Koordinator)
Dr. Rizaldi (Anggota)
Kurniadi Ilham, M.Si. (Anggota)
Doddy Putra, A.Md. (Anggota)
Seksi Tamu, Transportasi & Field Trip : Dr. Feskaharny Alamsjah (Koordinator)
Dr. Periadnadi (Anggota)
Dr. Chairul (Anggota)
Lismaryanti, A.Md. (Anggota)

REVIEWER:

Dr. Widhi Dyah Sawitri (Universitas Gajah Mada)
Dr. Rijal Satria (Universitas Negeri Padang)
Dr. Wilson Novarino (Universitas Andalas)
Prof. Dr. Syamsuardi (Universitas Andalas)

EDITOR:

Ahmad Taufiq, M.Si. (Universitas Andalas)
Robby Jannatan, M.Si. (Universitas Andalas)
Dr. Putra Santoso (Universitas Andalas)

ISBN : 978 -623 -7736 – 84 - 4

Diterbitkan oleh :
Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM)
Universitas Andalas

Hak Cipta dilindungi Undang Undang.

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk apapun dan dengan cara apapun tanpa
ijin tertulis dari penerbit

KEYNOTE SPEAKER



Prof. Dr. Irwan Prayitno, S.Psi, M.Sc
(Gubernur Sumatra Barat, Indonesia)



Prof. Tati Suryati Syamsudin
(Institut Teknologi Bandung, Indonesia)



Prof. Syamsuardi
(Universitas Andalas, Indonesia)



Prof. Junichi Kojima
(Ibaraki University, Japan)



Prof. Marcela Kelly
(Virginia Tech., USA)



Dr. Erin E. Poor
(University of Maryland, USA)

**SUSUNAN ACARA
SEMINAR NASIONAL BIOETI-5
JURUSAN BIOLOGI FMIPA UNAND**

[Jumat, 20 September 2019]		
No	Waktu	Kegiatan
1	07:00 - 09:00	Re-registrasi
		Pembukaan
		Menyanyikan Lagu Kebangsaan : INDONESIA RAYA
2	09:00 - 09:30	Pembacaan Al-Qur'an
		Tari Pasambahan
		Oleh Sanggar Pamato Alam (HIMABIO FMIPA UA)
		Kata Sambutan
		Dr. rer.nat. Indra Junaidi Zakaria Ketua Panitia BIOETI-5
		Ir. Suhandri Direktur Sumatra and Wildlife WWF-Indonesia
3	09:00 - 10:35	Dr. Mairawita Ketua Jurusan Biologi Universitas Andalas
		Prof. Tafdil Husni, SE, MBA Rektor Universitas Andalas
		Prof. Dr. Irwan Prayitno, S.Psi, MSc Gubernur Sumatra Barat
		Indonesian Folk Song Medley Oleh Suaro Hayati Choir (HIMABIO FMIPA UA)
4	10:35 - 10:45	COFFEE BREAK
		Keynote Speech 1
5	10:45 - 11:45	Prof. Irwan Prayitno (Governor of West Sumatra) Prof. Junichi Kojima (Ibaraki University)
6	11:45 - 14:00	Ishoma
7	14:00 - 15:00	Seminar Paralel 1
8	15:00 - 16:00	Seminar paralel 2

**SUSUNAN ACARA
SEMINAR NASIONAL BIOETI-5
JURUSAN BIOLOGI FMIPA UNAND**

[Sabtu, 21 September 2019]		
No	Waktu	Kegiatan
1	07:00 - 08:30	Re-registrasi
		Keynote Speech 2
		Prof. Tati Suryati Syamsudin (Institut Teknologi Bandung)
		Prof. Syamsuardi (Andalas University)
2	08:30 - 10:45	Pembacaan Puisi <i>Tarjo si Pelukis</i> Oleh Zakiah Nurhalimah
		Prof. Marcella Kelly (Virginia Tech University)
		Dr. Erin Poor (University of Maryland)
3	10:45 - 11:00	COFFEE BREAK
4	11:00 - 12:00	Seminar Paralel 3
5	12:00 - 13:00	Ishoma
6	13:00 - 14:00	Seminar Paralel 4
		PENUTUPAN
		Tari Panen
7	14:00 - 15:00	Oleh SANGGAR PAMATO ALAM (HIMABIO FMIPA UA)
		Pemberiaan penghargaan
		Penutupan

PENGANTAR DARI KETUA PELAKSANA SEMNAS BIOETI-5

Acara Seminar Nasional Biodiversitas dan Ekologi Tropika Indonesia (SEMNAS BioETI Ke-5) dilaksanakan bersamaan dengan International Wildlife Symposium (IWS Ke-5) di Kampus Universitas Andalas, Kota Padang, Sumatera Barat dari tanggal 20-22 September 2019. Seminar ini membawa para peneliti taksonomi, ekologi, hortikultura, kesehatan, serta para praktisi konservasi dan manajemen sumberdaya alam dari berbagai daerah di Indonesia untuk mendiskusikan hasil penelitian, kegiatan konservasi, dan berbagai macam permasalahan yang mereka temukan ketika memadukan semua hal tersebut dengan kebutuhan masyarakat saat ini, terutama yang dapat saling kait dengan gerakan Revolusi Industri 4.0, hal ini sejalan dengan tema seminar kita kali ini "*Menyelaraskan Pelestarian Sumberdaya Tropika dalam Menyongsong Revolusi 4.0*". Untuk itu, saya berharap dengan berkumpulnya para pakar, peneliti, dan praktisi pada acara seminar kali ini, dapat membuat kita lebih mudah memahami kebutuhan masing-masing dan mengetahui cara yang lebih efektif dan efisien dalam melindungi biodiversitas namun juga selaras dengan bergeraknya revolusi industri seri ke 4 ini.

Khusus untuk seminar kali ini bergerak bersama dengan WWF Indonesia yang menggelar seri kelima dari International Wildlife Symposium yang merupakan ajang interaksi dan kerjasama antar peneliti baik di laboratorium dan di alam bebas, maka kegiatan ini lebih khusus ditujukan untuk peningkatan kapasitas peneliti di Indonesia dan Sumatera. Terakhir saya mengucapkan terimakasih kepada Ketua Jurusan Biologi, Dekan Fakultas MIPA dan Rektor Universitas Andalas atas dukungan mereka terhadap acara seminar kali ini. Para panitia yang telah bekerja keras sehingga acara ini dapat terselenggara dan prosidingnya terbit, dan juga tentu para delegasi peserta atas partisipasinya dalam memberikan presentasi ataupun poster dari penelitian yang telah dilakukan sehingga membuat seminar ini menjadi fantastik dan bermanfaat demi kemajuan ilmu pengetahuan dan pengembangan yang lebih baik lagi ke depan.

Ketua Pelaksana SEMNAS BIOETI 5

Dr. rer. nat. Indra Junaidi Zakaria

PENGANTAR DARI WWF INDONESIA

Pertama-tama kami ucapkan selamat atas penyelenggaraan kegiatan Seminar Nasional Biodiversitas dan Ekologi Tropika Indonesia (SEMNAS BioETI) yang ke-5 dan International Wildlife Symposium (IWS) yang ke-5. Terimakasih dan penghargaan yang besar kami sampaikan kepada tim panitia atas semua kerja keras dan pengorbanannya, serta bagi segenap pendukung kegiatan ini.

Penyelenggaraan IWS merupakan salah satu bentuk upaya WWF bersama mitra kunci, khususnya Universitas di Sumatera, dalam membangun sumberdaya manusia yang handal untuk meneruskan dan mengembangkan program-program konservasi satwaliar. Sumberdaya manusia yang tangguh merupakan pilar utama yang perlu diperkokoh dalam upaya kita melestarikan dan memulihkan kondisi populasi satwaliar khususnya di Indonesia.

Indonesia merupakan negara yang sangat kaya keragaman dan keunikan satwa, alam dan budaya. Ketiganya merupakan satu kesatuan yang tidak dapat dipisahkan dan perlu terus diperkuat. Kondisi dari ketiganya yang kokoh, di satu sisi merupakan bagian dari target pembangunan bangsa. Di sisi lain, tercapainya masyarakat adil dan sejahtera seperti yang diamanahkan UUD 45 juga baru akan tercapai secara keberlanjutan jika kelestarian satwa, alam dan budaya dapat kita jaga.

Dalam beberapa dekade ini, tekanan terhadap kelestarian satwa dan alam Indonesia semakin kuat terasa. Hal itu terjadi seiring dengan pertumbuhan penduduk dunia dan juga peningkatan kebutuhan baik secara total maupun per kapita. Di sisi lain, budaya kedekatan dan kepedulian masyarakat terhadap alam, khususnya di Indonesia terasa kian memudar. Akibatnya, sebagian satwa dan alam Indonesia kini berada dalam kondisi yang sangat terancam. Sebagai contoh, empat taksa satwa besar kebanggaan dunia yang ada di Indonesia dan kesemuanya ada di Sumatera yakni harimau, badak, gajah dan orangutan, semuanya kini tergolong Kritis berdasarkan kriteria IUCN.

Tantangan pelestarian satwa kita saat ini dan ke depan, khususnya di era Revolusi Industri 4.0, akan semakin besar. Namun, era baru yang antara lain diwarnai, atau mungkin akan didominasi oleh konektivitas, kecerdasan buatan, dan teknologi informasi serta gaya hidup yang berbeda dari era sebelumnya, di sisi lain juga membuka banyak peluang yang perlu dimanfaatkan secara maksimal untuk memperkuat upaya penyelamatan satwa dan alam kita.

Semoga kegiatan dan prosiding ini dapat menjadi sarana yang efektif untuk pengembangan sumberdaya manusia Indonesia, khususnya di Sumatera untuk memastikan

kokohnya sendi-sendi pendukung kehidupan, dengan konservasi satwaliar sebagai salah satu pilar pentingnya.

Direktur Sumatra dan Wildlife WWF Indonesia

Ir. Suhandri

PENGANTAR DARI EDITOR

Puji dan syukur senantiasa kami panjatkan kehadirat Tuhan yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga Buku Prosiding Seminar Nasional Biologi dan Ekologi Tropika Indonesia Ke-5 (BioETI-5) yang diselenggarakan berbarengan dengan International Wildlife Symposium 5 (IWS-5) tahun 2019. Kegiatan ini mengangkat tema “*Menyelaraskan Pelestarian Sumberdaya Tropika dalam Menyongsong Revolusi 4.0*”. Prosiding ini merupakan kumpulan dari makalah terpilih yang dipresentasikan secara oral maupun poster pada kegiatan kali ini. Topik yang masuk ke dalam lingkup prosiding kali ini adalah biodiversitas, ekologi dan bioproses. Makalah ini sudah dipresentasikan oleh pemakalah dan ditelaah oleh reviewer sesuai dengan bidangnya masing-masing.

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu terselenggaranya Seminar Nasional BioETI-5 & IWS-5 hingga terbitnya prosiding ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada tim reviewer yang telah menelaah makalah sehingga layak untuk diterbitkan. Semoga Prosiding ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan menjadi acuan ilmiah bagi masyarakat luas.

Padang, Januari 2020

Editor

DAFTAR ISI

KEYNOTE SPEAKER	v
SUSUNAN ACARA	vi
PENGANTAR DARI KETUA PELAKSANA SEMNAS BIOETI-5.....	viii
PENGANTAR DARI WWF INDONESIA.....	ix
PENGANTAR DARI EDITOR.....	xi
DAFTAR ISI	xii
BIODIVERSITAS	1
KEANEKARAGAMAN JENIS CENDAWAN ENDOFIT DARI TANAMAN CABAI YANG BERFUNGSI SEBAGAI ENTOMOPATOGEN	2
CUPLIKAN KERAGAMAN ODONATA DI LINGKUNGAN PERAIRAN SEKITAR KAMPUNG AKAD, NAGARI KAMBANG, KABUPATEN PESISIR SELATAN	10
IDENTIFIKASI DINI JENIS-JENIS PHYLLANTHUS SECARA IN SILICO.....	18
KEANEKARAGAMAN UDANG AIR TAWAR PADA SUNGAI DI LAHAN PERKEBUNAN PROVINSI JAMBI	27
EFEKTIVITAS IDENTIFIKASI JENIS MELALUI DNA BARCODING: STUDI KASUS PADA MARGA DENDROBIUM	35
EKOLOGI.....	46
IDENTIFIKASI DINAMIKA TUTUPAN LAHAN DAN ZONASI RAWAN KONFLIK HARIMAU SUMATERA PANTHERA TIGRIS SUMATRAE DI KAWASAN REGIONAL PESISIR SELATAN ..	47
JENIS DAN POLA PENYEBARAN KEPITING BIOLA (UCA) YANG TERDAPAT DI KAWASAN HUTAN MANGROVE DI DESA KAHYAPU PULAU ENGGANO DAN DI TELUK MUARO LABU NAWI KOTA BENGKULU	60
PEMETAAN PERKEMBANGBIAKAN NYAMUK DAN POTENSI PERLUASAN HABITAT NYAMUK TERHADAP TEMPERATE ZONE DI KOTA PADANG	70
KEANEKARAGAMAN DAN POLA DISTRIBUSI COLLEMBOLA PERMUKAAN TANAH DI ZONA PENYANGGA CAGAR ALAM TELUK KLOWE PULAU ENGGANO	78
PEMANFAATAN CITRA SATELIT OBSERVASI BUMI UNTUK IDENTIFIKASI STRUKTUR LANDSKAP DI KABUPATEN SIJUNJUNG.....	89
INVENTARISASI EKOSISTEM PESISIR DI PULAU SIPORA MENTAWAI	96
BIOPROSES DAN KESEHATAN.....	103
AKTIVITAS ANTIMIKROBA SEKRESI KULIT KATAK AMNIRANA NICOBARIENSIS TERHADAP MIKROBA UJI	104
PENGARUH DOSIS GULA DAN PENGGGOYANGAN TERHADAP PERKEMBANGAN MIKROFLORA KOMBUCHA.....	111
PERBANDINGAN EFEKTIVITAS SERAT BENGKUANG (PACHYRHIZUS EROSUS) DALAM MENAGKAL PERKEMBANGAN OBESITAS DAN DIABETES MELLITUS PADA MENCIT PUTIH YANG DIINDUKSI DENGAN DUA JENIS PAKAN BERKALORI TINGGI.....	121
PENCARIAN BAKTERI ANTIBIOSIS TALENAN IKAN LAUT TERHADAP MDR-SALMONELLA SP. DAN SHIGELLA DYSENTRIAE	133

PERBANDINGAN EFEKTIVITAS SERAT BENGKUANG (*Pachyrhizus erosus*) DALAM MENAGKAL PERKEMBANGAN OBESITAS DAN DIABETES MELLITUS PADA MENCIT PUTIH YANG DIINDUKSI DENGAN DUA JENIS PAKAN BERKALORI TINGGI

Putra Santoso^{1*}, Rita Maliza²

¹Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas Padang

²Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Terapan Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta

*Email: putrasantoso@sci.unand.ac.id

ABSTRACT

Jicama (*Pachyrhizus erosus*, Fabaceae) is a potential source of dietary fiber eliciting various medicinal benefits. Our previous report revealed that isolated fiber of jicama tuber effectively prevents the development of obesity and diabetes mellitus in high-sucrose diet (HSD) fed mice. In this current study, we aimed to compare the effectivity of jicama fiber against the detrimental effect of HSD vs. high-fat diet (HFD). The jicama fiber was isolated by using the graded aqueous isolation method from the fresh tubers. Furthermore, as many as 25% (w/w) of fiber was supplemented in HSD (containing 30% sucrose; w/w) and HFD (containing 45% fat; w/w) and subsequently fed as diets for adult male albino mice *ad libitum* for 8 weeks (n = 12 for each diet type). At the end of treatment, we determined the body weight, epididymal white adipose weight, random blood glucose and glucose tolerance. The results demonstrated that, under the HSD treatment, jicama fiber was more effective in counteracting the blood glucose increase (25.03% of suppression), and glucose intolerance (GTT-39: 25.40%), but less effective in suppressing the body weight increase (5.60%) and white adipose tissue increase (46.57%). Otherwise, under HFD treatment, jicama fiber was more effective in counteracting the body weight increase (19.82%) and adipose tissue increase (62.84%) but less effective in suppressing the random blood glucose increase (8.67%) and glucose intolerance (GTT-30: 13.22%). In conclusion, under the HFD, jicama fiber is more effective in preventing the development of obesity than diabetes mellitus, while under HSD, it is more effective in precluding the development of diabetes mellitus than obesity. This difference in effectivity should be considered in the further formulation and use of jicama fiber as diet supplement against metabolic diseases.

Keywords: dietary fiber, white adipose, glucose intolerance, high-fat diet, high-sucrose diet, metabolic diseases

ABSTRAK

Bengkuang (*Pachyrhizus erosus*, Fabaceae) adalah tanaman potensial sebagai sumber serat pangan berkhasiat obat. Penelitian kami sebelumnya menemukan bahwa isolat serat dari umbi bengkuang dapat menghambat perkembangan obesitas dan diabetes mellitus pada mencit putih yang diperlakukan dengan pakan bergula tinggi. Pada penelitian ini, kami bermaksud untuk mengetahui apakah daya tangkal serat bengkuang akan berbeda terhadap pengaruh asupan pakan bergula tinggi jika dibandingkan dengan daya tangkalnya terhadap pengaruh pakan berlemak tinggi. Serat bengkuang diisolasi dari umbi segar dengan metode

isolasi air bertingkat (graded aqueous isolation method). Selanjutnya, serat ditambahkan sebanyak 25% kedalam dua macam pakan yaitu pakan bersukrosa tinggi (mengandung 30% sukrosa padat) dan pakan berlemak tinggi (mengandung 45% lemak) lalu diberikan secara *ad libitum* kepada mencit jantan selama delapan minggu (n = 12 untuk masing-masing kelompok). Pada akhir penelitian, dilakukan pengukuran berat badan, berat jaringan adiposa putih, gula darah sewaktu dan toleransi glukosa 30 menit (GTT-30). Hasil penelitian menunjukkan bahwa, efektivitas serat bengkuang lebih tinggi dalam menekan peningkatan gula darah (25.03%) dan intoleransi glukosa (GTT-30: 25.4%), tetapi kurang efektif dalam menekan peningkatan berat badan (5.60%) dan berat jaringan adiposa putih (46.57%) pada kondisi asupan bergula tinggi. Sebaliknya, serat bengkuang lebih efektif dalam menekan peningkatan berat badan (19.82%) dan berat jaringan adiposa putih (62.84%), tetapi kurang efektif dalam menekan peningkatan gula darah (8.67%) dan intoleransi glukosa (GTT-30: 13.22%) pada kondisi asupan lemak tinggi. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa serat bengkuang lebih efektif dalam menekan perkembangan obesitas dibandingkan dengan perkembangan diabetes mellitus pada kondisi asupan lemak tinggi. Sebaliknya, serat bengkuang lebih efektif dalam menekan perkembangan diabetes mellitus dibandingkan dengan perkembangan obesitas pada kondisi asupan gula tinggi. Perbedaan efektivitas ini dapat dijadikan bahan pertimbangan untuk pengembangan serat bengkuang sebagai suplemen anti penyakit metabolik dimasa depan.

Kata kunci: serat pangan, adiposa putih, intoleransi glukosa, pakan berlemak tinggi, pakan bergula tinggi

PENDAHULUAN

Obesitas dan diabetes mellitus merupakan masalah kesehatan global yang membutuhkan upaya penanganan serius dan berbiaya mahal (Idris, Hasyim and Utama, 2017; Aizawa and Helble, 2017). Karenanya, upaya preventif terhadap perkembangan penyakit metabolik tersebut adalah pilihan terbaik untuk menjamin kualitas hidup manusia. Perkembangan obesitas dan diabetes melitus dapat disebabkan oleh konsumsi makanan berlemak dan bergula tinggi (Torres-Villalobos *et al.*, 2015; Gao, Ma and Liu, 2015). Telah diketahui bahwa asupan lemak dan gula tinggi dapat memicu inflamasi pada pusat-pusat pengendali makan dan metabolisme tubuh di hipotalamus terutama di *arcuate nucleus* (ARC) dan *paraventricular nucleus* (PVN) yang berdampak terhadap disregulasi homeostasis energi (Buckman *et al.*, 2013), resistensi insulin, dislipidemia (Yang *et al.*, 2018) dan hiperglikemia (Vogt *et al.*, 2014).

Penelitian tentang khasiat berbagai bahan alami yang berpotensi untuk mencegah dan mengobati penyakit obesitas dan diabetes melitus telah banyak dilakukan. Salah satu sumber bahan alami yang berpotensi untuk mengatasi penyakit metabolik adalah umbi bengkuang (*Pachyrhizus erosus*; Fabaceae). Penelitian-penelitian sebelumnya membuktikan bahwa

ekstrak umbi bengkuang dapat menjaga status normoglikemik pada mencit (Park and Han, 2015), meningkatkan respon reseptor insulin pada sel-sel target seperti miyosit dan hepatosit (Park, Lee and Han, 2016), dan mencegah agregasi trombosit yang dapat memicu gangguan kardiovaskular (Thapthimthong *et al.*, 2016). Beragamnya khasiat ekstrak bengkuang tersebut tidak terlepas dari kandungan senyawa aktif di dalamnya seperti inulin, asam askorbat, flavonoid, thiamin dan riboflavin (Noman *et al.*, 2017; Nursandi, 2017).

Kendati telah banyak dilakukan kajian efektivitasnya dalam menangkal berbagai penyakit, tetapi telaa khusus tentang komponen serat dari umbi bengkuang masih sangat terbatas terutama dalam hal mencegah perkembangan obesitas dan diabetes mellitus. Potensi material serat tumbuhan sebagai obat gangguan metabolik telah dilaporkan pada tanaman tebu (Wang *et al.*, 2012) dan rebung (Li *et al.*, 2016). Penelitian yang dilakukan oleh Kulamasari *et al.* (2014) menemukan bahwa serat bengkuang dapat memodulasi sistem imun. Temuan ini mengindikasikan bahwa serat bengkuang berkemungkinan dapat mencegah inflamasi yang merupakan salah satu mekanisme utama munculnya diabetes mellitus tipe 2 yang berasosiasi dengan obesitas. Penelitian kami sebelumnya juga telah menemukan bahwa serat bengkuang dapat menghambat perkembangan obesitas dan diabetes mellitus pada mencit putih yang diperlakukan dengan pakan bergula tinggi (Santoso *et al.*, 2019). Akan tetapi, perbandingan terhadap efektivitasnya dalam menangkal perkembangan penyakit tersebut pada kondisi asupan pakan berlemak tinggi belum diketahui. Oleh karena itu, pada penelitian ini, kami bermaksud untuk menganalisis apakah efektivitas serat bengkuang akan berbeda dalam menangkal pengaruh asupan pakan bergula tinggi jika dibandingkan dengan pengaruh pakan berlemak tinggi.

BAHAN DAN METODE

Pengadan Hewan Uji dan Pemeliharaannya

Hewan uji berupa mencit putih jantan galur BALB/c (25-30 gram, usia 2 bulan) diaklimatisasikan dalam ruang pemeliharaan selama satu minggu sebelum diberi perlakuan. Mencit dipelihara satu individu per kandang dan diberi makanan pakan ternak standar (pakan ternak komersil BP2) dan air keran secara *ad libitum*.

Isolasi Serat Bengkuang

Umbi bengkuang segar dengan usia panen 3-4 bulan diperoleh dari petani di daerah Kuranji Kota Padang Sumatra Barat. Sampel umbi dibawa ke lab dan dicuci lalu dikupas. Selanjutnya dilakukan proses isolasi serat dengan metode isolasi air bertingkat (*graded aqueous isolation method*) seperti yang telah dideskripsikan dalam penelitian sebelumnya (Santoso *et al.*, 2019).

Penyediaan Pakan Berkalori Tinggi

Pakan berkalori tinggi terdiri atas dua macam yaitu pakan bergula tinggi (PGT) berupa pakan ternak standar dicampur dengan bubuk sukrosa 30% (Santoso *et al.*, 2019), dan pakan berlemak tinggi (PLT) yang terdiri atas lemak 65% yang diracik dengan mengacu kepada penelitian sebelumnya (Torres-Villalobos *et al.*, 2015). Masing-masing pakan tersebut selanjutnya dicampur dengan serat bengkuang (SB) sebanyak 25% dari berat pakan. Campuran pakan dihomogenkan dengan pengayakan intensif selama 30 menit lalu disimpan dalam wadah steril sebelum digunakan. Sebagai pembanding, PLT dan PGT yang tidak dicampur dengan serat bengkuang juga dipersiapkan.

Perlakuan Terhadap Hewan Uji

Hewan percobaan dibagi menjadi empat kelompok yaitu:

Kelompok 1: diberi pakan gula tinggi (PGT)

Kelompok 2: diberi pakan gula tinggi + serat bengkuang 25% (PGT + SB 25%)

Kelompok 3: diberi pakan lemak tinggi (PLT)

Kelompok 4: diberi pakan lemak tinggi + serat bengkuang 25% (PLT + SB 25%)

Masing-masing kelompok terdiri atas 12 individu. Pakan sebagai perlakuan diberikan secara *ad libitum* dan diganti setiap hari untuk mempertahankan kualitasnya. Pemberian pakan dilakukan selama 8 minggu secara kontinyu.

Pengukuran Gula Darah Random

Gula darah random diukur pada awal dan akhir penelitian (pagi bari, 09:00) dengan alat ukur gula darah otomatis AGM-4000 (Allmedicus, Anyang, Gyeonggi-do, South Korea). Mencit dalam keadaan *ad libitum* saat pengukuran.

Uji Toleransi Glukosa

Uji toleransi glukosa (glucose tolerance test, GTT) dilakukan pada akhir perlakuan. Sebelum uji, mencit dipuaskan selama 4 jam dengan mengangkat makanan tetapi minuman tetap disediakan di dalam kandangnya. Selanjutnya, mencit diinjeksi dengan glukosa (2 g/kg BW) secara intraperitoneal dan diukur gula darahnya pada menit ke-0 dan ke-30 pasca injeksi (GTT-30).

Pengukuran Berat Badan dan jaringan Adiposa Putih

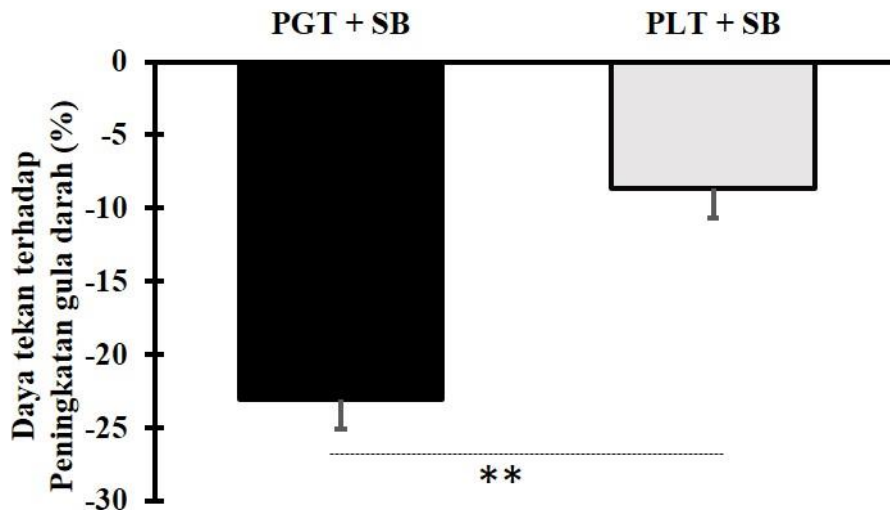
Berat badan mencit ditimbang pada awal dan akhir perlakuan, sedangkan berat jaringan adiposa putih diukur pada akhir perlakuan dengan neraca digital. Jaringan adiposa putih diisolasi di sekitar epididymis pada mencit yang telah dimatikan secara dislokasi vertebrecervicalis.

Analisis Data

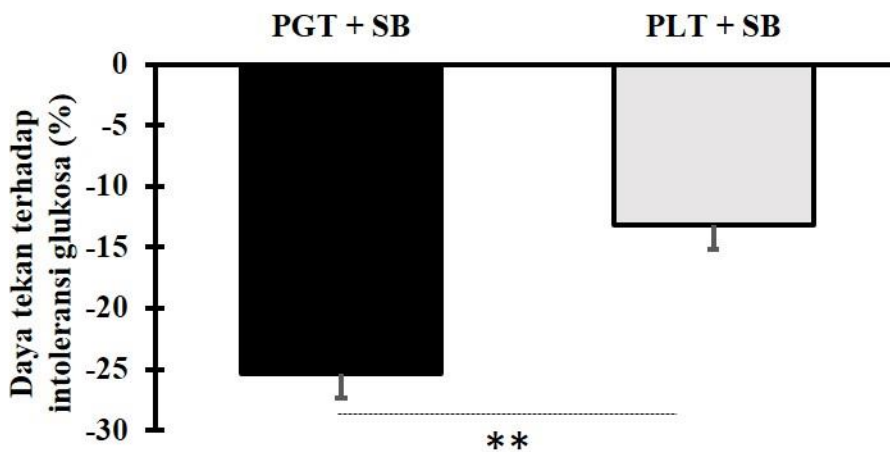
Daya tekan perlakuan suplementasi serat bengkuang terhadap peningkatan gula darah, intoleransi insulin, berat badan dan massa jaringan adipose putih yang diakibatkan oleh konsumsi diet tinggi kalori (PGT dan PLT) dihitung berdasarkan selisih nilai per parameter antara perlakuan dengan diet tinggi kalori saja dengan perlakuan diet tinggi kalori ditambah serat bengkuang 25%. Nilai tersebut disajikan dalam bentuk persentase. Selanjutnya, data diuji secara statistik dengan uji student's t-test ($P < 0.05$).

HASIL DAN DISKUSI

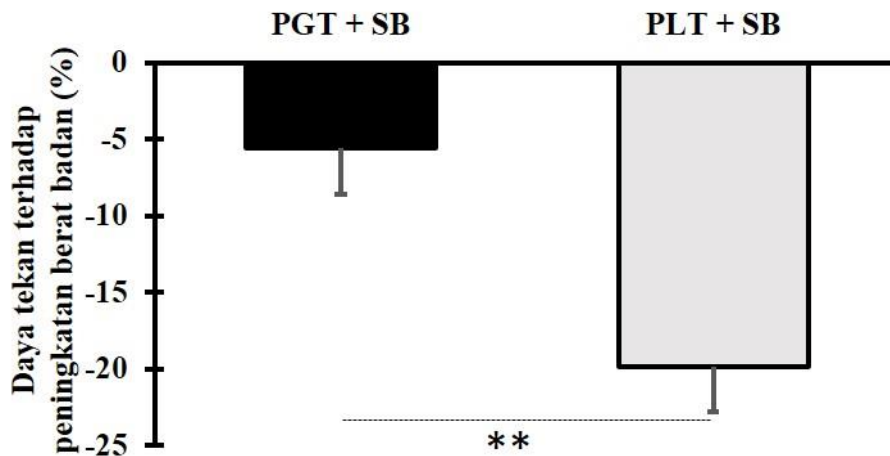
Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa efektivitas serat bengkuang lebih tinggi dalam menekan peningkatan gula darah (25.03%; Gb. 1) dan intoleransi glukosa (GTT-30: 25.4%; Gb. 2), tetapi kurang efektif dalam menekan peningkatan berat badan (5.60%; Gb. 3) dan berat jaringan adiposa putih (46.57%; Gb. 4) pada kondisi asupan bergula tinggi (PGT). Sebaliknya, serat bengkuang lebih efektif dalam menekan peningkatan berat badan (19.82%; Gb. 1) dan berat jaringan adiposa putih (62.84%; Gb. 2), tetapi kurang efektif dalam menekan peningkatan gula darah (8.67%; Gb. 3) dan intoleransi glukosa (GTT-30: 13.22%; Gb. 4) pada kondisi asupan pakan lemak tinggi (PLT).



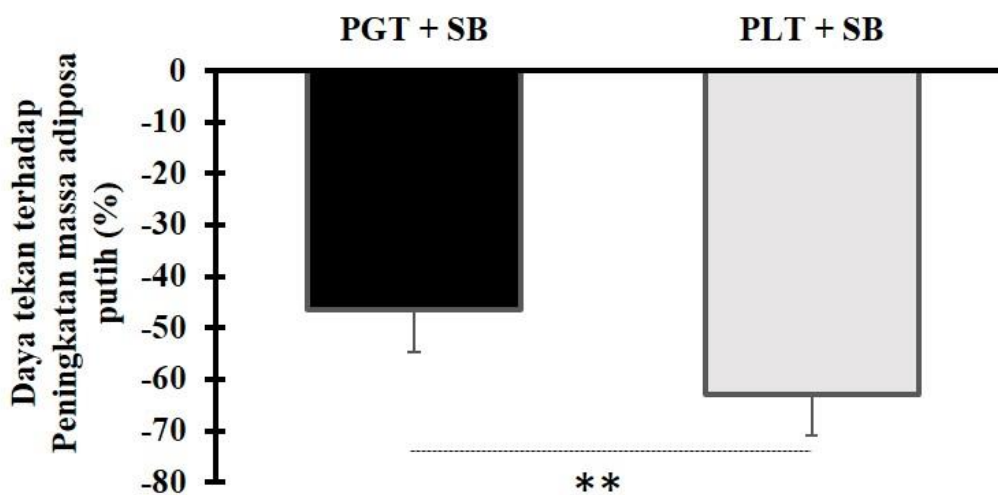
Gambar 1. Daya tekan serat benguang terhadap peningkatan gula darah mencit yang diperlakukan dengan dua tipe diet tinggi kalori. Keterangan: PGT + SB (pakan bergula tinggi + serat benguang), PLT + SB (pakan berlemak tinggi + serat benguang). n = 10. **) P < 0.01 berdasarkan uji student's t-test.



Gambar 2. Daya tekan serat benguang terhadap intoleransi glukosa mencit yang diperlakukan dengan dua tipe diet tinggi kalori. Keterangan: PGT + SB (pakan bergula tinggi + serat benguang), PLT + SB (pakan berlemak tinggi + serat benguang). n = 10. **) P < 0.01 berdasarkan uji student's t-test.



Gambar 3. Daya tekan serat benguang terhadap peningkatan berat badan pada mencit yang diperlakukan dengan dua tipe diet tinggi kalori. Keterangan: PGT + SB (pakan bergula tinggi + serat benguang), PLT + SB (pakan berlemak tinggi + serat benguang). n = 10. **) P < 0.01 berdasarkan uji student's t-test.



Gambar 4. Daya tekan serat benguang terhadap peningkatan bobot jaringan adiposa putih mencit pada perlakuan dengan dua tipe diet tinggi kalori. Keterangan: PGT + SB (pakan bergula tinggi + serat benguang), PLT + SB (pakan berlemak tinggi + serat benguang). n = 10. **) P < 0.01 berdasarkan uji student's t-test.

Asupan energi berlebih dari bahan makanan berkalori tinggi seperti gula dan lemak tanpa diikuti dengan peningkatan aktivitas fisik merupakan salah satu pemicu utama munculnya penyakit obesitas dan diabetes mellitus (Ng *et al.*, 2014; Saklayen, 2018; Haczeyni, Bell-Anderson and Farrell, 2018). Kendati gula dan lemak sama-sama berdampak terhadap gangguan homeostasis metabolisme energi, tetapi masing-masingnya memiliki mekanisme yang berbeda dalam memicu perkembangan obesitas dan diabetes mellitus (Ronkainen *et al.*, 2015; Torres-Villalobos *et al.*, 2015). Dalam penelitian ini, kami

menemukan bahwa serat bengkang lebih efektif dalam menekan peningkatan kadar gula darah dan intoleransi glukosa pada kondisi perlakuan dengan gula tinggi jika dibandingkan dengan pakan berlemak tinggi. Gula sederhana, seperti disakarida sukrosa yang digunakan dalam penelitian ini, ketika memasuki sistem sirkulasi akan berdampak langsung terhadap peningkatan glukosa darah. Kondisi gula darah yang tinggi dalam tempo lama akan memicu kerusakan pada pankreas terutama sel-sel beta sehubungan dengan peningkatan kebutuhan insulin terus-menerus dan glukotoksisitas (Ohashi *et al.*, 2018). Jika tidak seimbang dengan daya regenerasi seluler pankreas maka akan menyebabkan kerusakan permanen pada organ tersebut. Stabilitasnya gula darah dan toleransi glukosa pada mencit yang diperlakukan dengan serat bengkang mengindikasikan bahwasanya perubahan-perubahan destruktif yang dipicu oleh asupan PGT tersebut dapat dihambat secara efektif oleh asupan serat bengkang.

Terdapat beberapa kemungkinan mekanisme kerja serat bengkang dalam menghambat peningkatan gula darah dan intoleransi glukosa akibat asupan PGT. Pertama, serat pada umumnya memiliki *bulk effect* yang dapat menunda laju pengosongan lambung (gastric emptying rate) (van der Beek *et al.*, 2018; Sekgala *et al.*, 2018). Turunnya laju pengosongan lambung akan berimplikasi kepada rendahnya konsumsi mencit terhadap PGT sehingga mencegah absorpsi gula berlebihan di intestinum yang akhirnya berdampak kepada lebih rendahnya gula darah kendati diberi asupan PGT. Di intestinum, keberadaan serat juga akan dapat menurunkan aktivitas enzim alfa glukosidase yang merupakan enzim pencernaan untuk oligosakarida dan disakarida (Pouyamanesh *et al.*, 2016). Terhalangnya aktivitas enzim tersebut juga akan berdampak terhadap penurunan absorpsi glukosa di intestinum sehingga kadar glukosa post prandial tetap normal. Serat bengkang dengan kandungan inulinnya juga berkemungkinan memiliki efek protektif terhadap pankreas dan hati yang berperan penting dalam menjaga homeostasis gula darah.

Rendahnya efektivitas serat bengkang dalam menekan peningkatan berat badan dan bobot jaringan adiposa putih dalam kondisi asupan PGT dibandingkan dengan PLT kemungkinan terkait dengan kecenderungan efek asupan PGT itu sendiri yang lebih dominan memicu disregulasi glukosa darah daripada perkembangan obesitas. Sebaliknya, asupan lemak berlebih dari pakan PGT cenderung memicu perkembangan obesitas terlebih dahulu yang kemudian baru akan berdampak kepada perkembangan diabetes mellitus tipe 2 (Rezaee and Dashty, 2013). Lemak yang diabsorpsi dari saluran cerna akan memicu peningkatan deposisi lemak dalam jaringan adiposa dalam bentuk trigliserida sebagai depot energi (Gao *et al.*, 2015). Hal ini akan berdampak kepada peningkatan signifikan dari massa jaringan lemak yang merupakan manifestasi dari peningkatan ukuran sel adiposit (hipertropi) dan

jumlah sel adiposit (hiperplasia). Selanjutnya, peningkatan massa adiposa akan bermanifestasi kepada peningkatan berat badan yang menjadi indikator obesitas (Torres-Villalobos *et al.*, 2015). Deposisi lemak yang berlebih juga memicu inflamasi akibat tingginya peroksidasi lipid yang menyebabkan tingginya radikal bebas dalam tubuh (Rezaee and Dashty, 2013). Terjadinya inflamasi pada sel-sel target insulin (misalnya miosit, hepatosit, adiposit, neuron) akan memicu resistensi insulin yang mendasari perkembangan diabetes mellitus tipe 2. Dengan demikian, pada kondisi asupan lemak tinggi (PGT), individu cenderung akan mengalami peningkatan deposisi lemak dan berat badan sebelum terjadinya hiperglikemia yang mengarah kepada diabetes mellitus. Dari hasil penelitian kami, terlihat jelas bahwa asupan serat bengkung dapat menekan peningkatan massa adiposa dan berat badan secara efektif yang mengindikasikan bahwa serat dapat mencegah perkembangan obesitas dalam kondisi asupan makanan berlemak tinggi. Hal tersebut juga menunjukkan bahwa serat bengkung dapat mencegah efek akut dari asupan lemak berlebih dari makanan.

Beberapa mekanisme telah dikemukakan tentang bagaimana serat dapat mencegah efek asupan makanan berlemak tinggi bagi perkembangan obesitas. Pertama, serat akan menurunkan laju pemecahan lemak melalui mekanisme enzimatik di dalam saluran cerna (Dhingra *et al.*, 2012; Han *et al.*, 2019). Hal ini terkait dengan kemampuan serat dalam meningkatkan viskositas campuran makanan dan sekret kelenjar-kelenjar pencernaan karena serat menyerap air. Viskositas yang tinggi akan sangat berdampak kepada penurunan secara drastis dari aktivitas pencernaan dan penyerapan lemak dalam intestinum. Konsekuensinya, kendati jumlah lemak yang masuk ke dalam saluran cerna sangat banyak, tapi penyerapannya lebih rendah sehingga tidak akan berdampak kepada tubuh. Mekanisme lain adalah bahwa serat akan difermentasi oleh mikrobiota dalam usus besar menjadi asam lemak rantai pendek (short chain fatty acid) yang terdiri atas asetat, propionat dan butirat (Krawczyk *et al.*, 2018; Zhai *et al.*, 2018a). Asam-asam lemak produk fermentasi tersebut akan berpengaruh terhadap laju lipogenesis, lipolisis, sekresi insulin dan homeostasis energi tubuh secara keseluruhan (Zhai *et al.*, 2018b; Zhang *et al.*, 2018). Oleh karenanya, serat dapat menekan perkembangan obesitas dan diabetes mellitus akibat asupan makanan berkalori tinggi. Diantara semua mekanisme yang mungkin untuk menjelaskan tentang efek fisiologis serat bengkung dalam menangkalkan perkembangan obesitas dan diabetes mellitus, aktivitas produk fermentasinya berupa asam lemak rantai pendek merupakan salah satu yang paling menarik untuk ditelusuri lebih mendalam. Karenanya, studi kearah ini akan menjadi prioritas pada penelitian-penelitian kami mendatang.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa serat bengkuang lebih efektif dalam menekan perkembangan obesitas dibandingkan dengan perkembangan diabetes mellitus pada kondisi perlakuan asupan pakan berlemak tinggi. Sebaliknya, serat bengkuang lebih efektif dalam menekan perkembangan diabetes mellitus dibandingkan dengan perkembangan obesitas pada kondisi perlakuan asupan pakan bergula tinggi. Perbedaan efektivitas ini dapat dijadikan bahan pertimbangan untuk formulasi serat bengkuang sebagai suplemen anti penyakit metabolik.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini dibiayai oleh Hibah penelitian Dasar RISTEKDIKTI tahun 2019 (Kontrak No.051/SP2H/LT/DRPM/2019). Kami berterimakasih kepada Qonita Fadhilah, S.Si, Siti Jamalul Insani, S.Si dan Astri Amelia, S.Si. atas bantuannya dalam pemeliharaan hewan uji.

DAFTAR PUSTAKA

- Aizawa. T., Helble, M. 2017. [Socioeconomic inequality in excessive body weight in Indonesia](#). *Econ Hum Biol.* 27(Pt B):315-327.
- Buckman, E.S., Oduro, I., Plahar, W.A., Tortoe, C., 2017. Determination of the chemical and functional properties of yam bean (*Pachyrhizus erosus* (L.) Urban) flour for food systems. *Food Sci Nutr.* 6, 457–463.
- Dhingra, D., Michael, M., Rajput, H., Patil, R. T., 2012. Dietary fibre in foods: a review. *J Food Sci Technol.* 49(3), 255–266. doi:10.1007/s13197-011-0365-5
- Gao, M., Ma, Y., Liu, D., 2015. High-Fat Diet-Induced Adiposity, Adipose Inflammation, Hepatic Steatosis and Hyperinsulinemia in Outbred CD-1 Mice. *PLoS ONE* 10(3), e0119784. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0119784>
- Haczeyni, F., Bell-Anderson, K. S., Farrell, G.C., 2018. Causes and mechanisms of adipocyte enlargement and adipose expansion. *Obesity reviews: Etiology and Pathophy.* 19(3), 406-420. <https://doi.org/10.1111/obr.12646>
- Han, S., Zhang, W., Zhang, R., Jiao, J., Fu, C., Tong, X., Zhang, W., Qin, L., 2019. Cereal fiber improves blood cholesterol profiles and modulates intestinal cholesterol metabolism in C57BL/6 mice fed a high-fat, high-cholesterol diet. *Food Nutr Res.* 63. doi: 10.29219/fnr.v63.1591.
- Idris, H., Hasyim, H., Utama, F. 2017. Analysis of Diabetes Mellitus Determinants in Indonesia: A Study from the Indonesian Basic Health Research 2013. *Acta Med Indones J Intern Med*(49) 4: 291-298.
- Krawczyk, M., Maciejewska, D., Ryterska, K., Czerwin 'ka-Rogowska, M., Jamioł-Milc, D., Skonieczna- Zydecka, K., Milkiewicz, P., Raszeja-Wyszomirska, J., Stachowska, E., 2018. Gut permeability might be improved by dietary fiber in individuals with nonalcoholic fatty liver disease (NAFLD) undergoing weight reduction. *Nutrients* 10, 1793. doi:10.3390/nu10111793.
- Kumalasari, I.D., Nishi, K., Harmayani, E., Raharjo, S., Sugahara, T., 2014. Immunomodulatory activity of Bengkoang (*Pachyrhizus erosus*) fiber extract in vitro and in vivo. *Cytotechnology* 66, 75–85.

- Li, X., Guo, J., Ji, K., Zhang, P., 2016. Bamboo shoot fiber prevents obesity in mice by modulating the gut microbiota. *Scientific Reports* 6, 32953. doi: 10.1038/srep32953.
- Ng, M., Fleming, T., Robinson, M., Thomson, B., Graetz, N. 2014. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980-2013: a systematic analysis for the global burden of disease study 2013. *Lancet* 384(9945):766-81.
- Noman, A.S.M., Hoque, M.A., Haque, M.M., Pervin, F., Karim, M.R. 2007. Nutritional and anti-nutritional components in *Pachyrhizus erosus* L. tuber. *Food Chem* 102:1112–1118.
- Nursandi, F., Machmudi, M., Santoso, U., Indratmi, D. 2017. Properties of different aged jicama (*Pachyrhizus Erosus*) plants. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 77 012003.
- Ohashi, T., Kato, M., Yamasaki, A., Kuwano, A., Suzuki, H., Kojima, M., Ogawa, Y., 2018. Effect of high fructose intake on liver injury progression in high fat diet induced fatty liver disease in ovariectomized female mice. *Food chem toxicol.* 118, 190-197.
- Park, C.J., Han, J.S., 2015. Hypoglycemic Effect of Jicama (*Pachyrhizus erosus*) Extract on Streptozotocin-Induced Diabetic Mice. *Preventive nutrition and food science*, 20(2), 88–93. doi:10.3746/pnf.2015.20.2.88.
- Park, C.J., Lee, H.A., Han, J.S., 2016. Jicama (*Pachyrhizus erosus*) extract increases insulin sensitivity and regulates hepatic glucose in C57BL/Ksj-db/db mice. *J Clin Biochem Nutrition*, 58(1), 56–63. doi:10.3164/jcbtn.15-59.
- Pouyamanesh, Z., Amoli, M.M., Yaghmaei, P., Ebrahim-Habibi, A., 2016. Effect of inulin supplementation in male mice fed with high fat diet on biochemical profile and α -amylase gene expression. *Trop J of Phar Res.* 15 (6), 1197-1203.
- Rezaee, F., Dashty, M., 2013. Role of adipose tissue in metabolic system disorders: adipose tissue is the initiator of metabolic diseases. *J Diabetes Metab* S13, 008. doi:10.4172/2155-6156.S13-008.
- Ronkainen, J., Huusko, T.J., Soininen, R., Mondini, E., Cinti, F., Makela, K.A., Kovalainen, M., Herzig, K.H., Järvelin, M.R., Sebert, S., Savolainen, M.J., Salonen, T. 2015. Fat mass- and obesity-associated gene *Fto* affects the dietary response in mouse white adipose tissue. *Scie. Report.* 5:9233.
- Saklayen, M.G., 2018. The global epidemic of the metabolic syndrome. *Curr Hypertens Rep.* 20(2), 12. doi: 10.1007/s11906-018-0812-z
- Santoso, P., Amelia, A., Rahayu, R., 2019. Jicama (*Pachyrhizus erosus*) fiber prevents excessive blood glucose and body weight increase without affecting food intake in mice fed with high-sugar diet. *J Adv Vet Anim Res.* 6(2), 222–230.
- Sekgala, M.D., Mchiza, Z.J., Parker, W.A., Monyeki, K.D., 2018. Dietary fiber intake and metabolic syndrome risk factors among young south african adults. *Nutrients.* 10(4), pii: E504. doi: 10.3390/nu10040504.
- Thapthimthong, T., Kasemsuk, T., Sibmooh, N., Unchern, S. 2016. Platelet inhibitory effects of juices from *Pachyrhizus erosus* L. root and *Psidium guajava* L. fruit: a randomized controlled trial in healthy volunteers. *BMC Complementary and Alternative Medicine.* 16:269.
- Torres-Villalobos, G., Hamdan-Perez, N., Tovar, A. R., Ordaz-Nava, G. 2015. Combined high-fat diet and sustained high sucrose consumption promotes NAFLD in a murine model. *Annals of hepatology* (14)3: 540-546.
- Van der Beek, C.M., Canfora, E.E., Kip, A.M., Gorissen, S.H.M., Damink, S.W.M.O., van Eijk, H.M., Holst, J.J., Blaak, E.E., Dejong, C.H.C., Lenaerts, K., 2018. The prebiotic inulin improves substrate metabolism and promotes short chain fatty acid production in overweight to obese men. *Metab Clin Exp.* 87, 25–35.

- Vogt, M.C., *et al.* 2014. Neonatal insulin action impairs hypothalamic neurocircuit formation in response to maternal high-fat feeding. *Cell*. 156(3):495–509.
- Wang, Z.Q., Yu, Y., Zhang, X.H., Floyd, E.Z., Bourdreau, A., Lian, K., Cefalu, W.T., 2012. Comparing the effects of nano-sized sugarcane fiber with cellulose and psyllium on hepatic cellular signaling in mice. *Inter.J. of Nanomedicine*7, 2999–3012.
- Yang, X., Qiu, Y., Wang, L., Gao, K., Jiang, Z., 2018. A high-fat diet increases body fat mass and up-regulates expression of genes related to adipogenesis and inflammation in a genetically lean pig. *J Zhejiang Univ Sci B*. 19(11), 884–894. doi: 10.1631/jzus.B1700507.
- Zhai, X., Lin, D., Zhao, Y., Li, W., Yang, X., 2018a. Effects of dietary fiber supplementation on fatty acid metabolism and intestinal microbiota diversity in C57BL/6J mice fed with a high-fat diet. *J Agric Food Chem*. 66(48),12706-12718. doi: 10.1021/acs.jafc.8b05036.
- Zhai, X., Lin, D., Zhao, Y., Li, W., Yang, X., 2018b. Enhanced anti-obesity effects of bacterial cellulose combined with konjac glucomannan in high-fat diet-fed C57BL/6J mice. *Food Funct*. 9(10), 5260-5272. doi: 10.1039/c8fo01211c.
- Zhang, Q., Yu, H., Xiao, X., Hu, L., Xin, F., Yu, X., 2018. Inulin-type fructan improves diabetic phenotype and gut microbiota profiles in rats. *PeerJ*. 6, e44446. doi: 10.7717/peerj.4446.