

IJHN; Vol.9 No.1, Juli 2022

**E-ISSN 2355-3987
P-ISSN 2442-6636**



Indonesian Journal of Human Nutrition

Diterbitkan oleh:



Universitas Brawijaya

Bekerjasama dengan



Persatuan Ahli Gizi Indonesia
(PERSAGI)



Kandungan Gizi dan Uji Organoleptik Beras Analog Kedelai Edamame dan Rumput Laut

Eunike Cecilia Setiawan¹, Diyah Ayu Puspitasari¹, Shinta Kirana¹, Muhammad Naufal Rizqi Alfani², Arvin Wahyu Nor Imam³, Rahma Micho Widyanto^{1*})

¹Departemen Gizi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Brawijaya

²Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Brawijaya

³Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya

* Alamat korespondensi: micho@ub.ac.id

Diterima: September 2021

Direview: Desember 2021

Dimuat: Juli 2022

ABSTRACT

Type 2 diabetes mellitus (T2DM) is a disease characterized by hyperglycemia caused by insulin resistance, impaired insulin secretion, or both. T2DM can be improved through non-pharmacological management, medical nutrition therapy is one of them. Analog rice is an alternative solution for healthier carbohydrate sources as a substitute for white rice for people with T2DM. This study aimed to make product analog rice with a combination of edamame soybean flour and seaweed to determine the organoleptic result and nutritional contents. An organoleptic test was conducted on 25 trained panelists to decide the level of preference based on taste, aroma, color, and texture. To determine nutritional content, a proximate test and anthrone test were carried out. This research is an experimental study with 5 treatments and 3 replications. Data from the analysis were tested statistically using the ANOVA test and continued with the Post Hoc Tukey test. The highest percentage of preference level overall was found in analog F3 rice (50%TE+50%TRL) which contained 83.71 g carbohydrates, 2.76 g protein, 0.23 g fat, 12.89 ml water, 0.41 g ash, 0.18 g sugar, 3.89 g soluble fiber, 3.44 g insoluble fiber, 7.29 g total fiber and 346.92 kcal energy in 100 g. The results of statistical tests showed there was a significant difference between the nutritional content of analog rice and white rice ($p < 0.05$).

Keywords: Analog rice, diabetes mellitus, edamame, and seaweed.

ABSTRAK

Diabetes Melitus Tipe 2 (DMT2) merupakan penyakit dengan karakteristik hiperglikemia yang disebabkan oleh resistensi insulin, gangguan sekresi insulin, maupun keduanya. DMT2 dapat diperbaiki melalui penatalaksanaan secara non farmakologi salah satunya melalui terapi nutrisi medis. Beras analog menjadi solusi alternatif bahan pangan sumber karbohidrat yang lebih sehat sebagai pengganti beras putih bagi pasien DMT2. Penelitian ini bertujuan untuk membuat produk beras analog kombinasi tepung kedelai edamame dan rumput laut untuk mengetahui hasil

organoleptik dan kandungan gizinya. Uji organoleptik dilakukan kepada 25 panelis terlatih untuk mengetahui tingkat kesukaan berdasarkan rasa, aroma, warna, dan tekstur. Untuk mengetahui kandungan gizi, dilakukan uji proksimat dan uji anthrone. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan 5 perlakuan dan 3 ulangan. Data hasil analisis diuji secara statistik menggunakan uji ANOVA dan dilanjutkan dengan uji Post Hoc Tukey. Persentase tingkat kesukaan tertinggi secara keseluruhan berada pada beras analog F3 (50%TE+50%TRL) yang mengandung karbohidrat sebesar 83,71 g, protein 2,76 g, lemak 0,23 g, kadar air 12,89 ml, abu 0,41 g, gula 0,18 g, serat larut 3,89 g, serat tidak larut 3,44 g total serat 7,29 g dan energi sebesar 346,92 kkal dalam 100 g. Uji statistika menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan antara kandungan gizi beras analog dengan beras putih ($p < 0,05$).

Kata kunci: beras analog, diabetes melitus, edamame dan rumput laut.

PENDAHULUAN

Diabetes Melitus (DM) merupakan penyakit kronis yang disebabkan oleh kegagalan tubuh dalam memproduksi cukup insulin atau ketika tubuh tidak dapat menggunakan insulin yang dihasilkan secara efektif. DM Tipe 2 (DMT2) merupakan kategori DM yang paling umum diderita oleh masyarakat seiring dengan terjadinya perubahan kondisi sosial, budaya, serta meningkatnya tren makanan dengan kandungan lemak dan gula yang tinggi [1]. Berdasarkan diagnosa dokter pada penduduk umur ≥ 15 tahun, prevalensi DM di Indonesia terus mengalami peningkatan setiap tahunnya, bahkan pada tahun 2030 diperkirakan akan mencapai 21,3 juta jiwa [2].

Asupan makanan tinggi lemak, gula serta rendah serat, berhubungan dengan progresifitas penyakit serta keparahan gejala pada penderita DMT2 [3]. DMT2 dapat diperbaiki melalui penatalaksanaan secara farmakologi melalui obat oral hipoglikemik atau terapi insulin dan non farmakologi salah satunya melalui pengaturan asupan makan [4]. Pengaturan asupan makanan diperlukan sebagai upaya preventif dan kuratif terhadap peningkatan kadar glukosa darah, lemak, dan tekanan darah pada penderita DM, salah satunya melalui konsumsi makanan dengan kadar gula yang rendah [5]. Makanan dengan kadar

gula rendah terbukti menjadi solusi yang efektif dalam mereduksi HbA1c, glukosa puasa, IMT, kolesterol total, dan LDL [6]. Saat ini masyarakat Indonesia memiliki ketergantungan dalam mengkonsumsi beras putih, bahkan Badan Pusat Statistik (BPS) pada 2018 menyatakan rata-rata konsumsi beras putih masyarakat Indonesia meningkat sebesar 67% dalam delapan tahun terakhir, padahal beras putih pulen dengan kandungan amilosa yang sangat rendah memiliki dampak yang kurang baik apabila dikonsumsi berlebih oleh penderita DM karena memiliki indeks glikemik yang cukup tinggi [7]. Oleh karena itu pemanfaatan bahan pangan lokal dengan kandungan serat dan protein yang tinggi, serta kandungan gula total yang rendah penting untuk dikembangkan secara maksimal sebagai upaya diversifikasi pangan, salah satunya melalui inovasi pembuatan beras analog [8].

Salah satu bahan pangan lokal yang bisa dimanfaatkan adalah kedelai edamame, yang merupakan tanaman dengan ketersediaan yang melimpah di Indonesia. Produksi edamame di Indonesia rata-rata sebesar 3,5 ton ha⁻¹ lebih tinggi dari pada produksi tanaman kedelai biasa yang memiliki rata-rata produksi 1,7 \pm 3,2 ton ha⁻¹ [9]. Kedelai edamame juga mengandung komponen fitokimia yaitu isoflavon (0,1-3%), sterol (0,23- 0,46%), saponin (0,12-6,16%)

serta memiliki kadar gula total yang lebih rendah dibandingkan dengan beras putih sehingga dapat menurunkan resiko penyakit degeneratif termasuk diabetes [10][11]. Disisi lain, Indonesia dikenal sebagai negara maritim dengan produksi rumput laut yang melimpah. Salah satunya adalah *Eucheuma cottonii* yang mengandung alkaloid, tannin, saponin, serta flavonoid di dalamnya [12]. Studi pendahuluan menunjukkan bahwa ekstrak etanol rumput laut dosis 100 mg/kg BB terbukti efektif dalam menurunkan kadar glukosa darah dengan nilai rata-rata 122,25 mg/dL dan efektif meregenerasi jaringan ginjal tikus putih jantan dengan nilai rata-rata kerusakan 1,9 [13].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil uji organoleptik beras analog kombinasi tepung kedelai edamame dan rumput laut berdasarkan 5 formulasi yang telah ditetapkan, mengetahui tiga formulasi terbaik beras analog kombinasi tepung kedelai edamame dan rumput laut berdasarkan analisis hasil organoleptik, mengetahui komposisi proksimat beras analog kombinasi tepung kedelai edamame dan rumput laut serta mengetahui kadar gula total beras analog kombinasi tepung kedelai edamame dan rumput laut.

METODE PENELITIAN

Rancangan/Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian quasi experiment. Perlakuan penelitian adalah perbandingan komposisi antara Tepung Edamame (TE) dan Tepung Rumput Laut (TRL) sebagai bahan dasar pembuatan beras analog yang terdiri atas 5 formulasi yang terdiri atas komposisi sebagai berikut:

NO	Edamame (%)	Rumput Laut (%)
F1	30	70
F2	40	60
F3	50	50
F4	60	40
F5	70	30

Penelitian ini dilakukan secara bertahap yaitu 1) Uji pendahuluan untuk menentukan standart formulasi 2) Pembuatan beras analog dengan 5 formulasi 3) Uji organoleptik 5 formulasi 4) Penentuan 3 formulasi terbaik 5) Uji proksimat dan uji anthrone 6) Analisis Statistik.

Sumber Data Penelitian

Seluruh data merupakan data primer yang diambil melalui beberapa metode. Data kesukaan untuk kelima formulasi dilakukan melalui uji organoleptik. Untuk data kadar karbohidrat, protein, lemak, serat, abu dan kadar air dilakukan melalui uji proksimat sedangkan data kadar gula total dilakukan menggunakan metode anthrone.

Pembuatan Tepung Edamame dan Rumput Laut

Penelitian diawali dengan pembuatan tepung edamame dan rumput laut. Kedelai edamame yang digunakan adalah jenis Ryokkoh yang didapatkan dari produsen kedelai edamame di Kabupaten Jember. Sedangkan rumput laut menggunakan jenis *Eucheuma Cottoni* yang didapatkan dari produsen rumput laut yang berasal dari Maluku. Pembuatan tepung kedelai edamame dan rumput laut dilakukan di UPT Laboratorium Herbal Materia Medica, Kota Batu. Pembuatan tepung kedelai edamame dan rumput diawali dengan cara pengupasan dan pencucian kemudian kedelai dicincang kasar. Hasil cincang kasar kedelai edamame selanjutnya dikeringkan menggunakan oven. Edamame yang sudah dikeringkan selanjutnya dihaluskan dan diayak menggunakan ayakan 100 mesh.

Proses Pembuatan Beras Analog

Pembuatan beras analog diawali dengan menyiapkan seluruh bahan dan alat yang dibutuhkan. Bahan yang diperlukan antara lain tepung edamame,

tepung rumput laut, tepung tapioca (5%), tepung maizena (5%), CMC (0.5%), pewarna makanan, dan daun pandan. Setelah itu semua bahan yang telah siap dilakukan pencampuran sehingga adonan menjadi homogen dan dilanjutkan dengan proses ekstrusi dan penyempurnaan bentuk adonan hingga menyerupai beras.

Uji Organoleptik Beras Analog

Uji Organoleptik formulasi beras analog dilakukan menggunakan penilaian hedonik. Penilaian hedonik dilakukan terhadap 4 parameter antar lain warna, rasa, aroma, dan tekstur. Skala yang digunakan adalah 1-5 dengan skala 1 sampai 5 terdiri dari 1 (sangat tidak suka), 2 (tidak suka), 3 (biasa), 4 (suka), dan 5 (sangat suka). Uji organoleptik dilakukan oleh 25 panelis terlatih. Panelis yang dilibatkan pada penelitian ini merupakan mahasiswa Program Studi S1 Ilmu Gizi, Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Brawijaya Angkatan 2019 dan 2018 yang telah mendapatkan teori pada praktikum uji organoleptik pada mata kuliah Pengolahan dan Pengawetan Makanan. Uji mutu organoleptik dalam penelitian ini telah mendapatkan Sertifikat Laik Etik Penelitian dari Komisi Etik Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya Malang dengan Nomor Sertifikat Laik Etik Penelitian yaitu 189/EC/KEPK-S1/07/2021.

Perhitungan Indeks Efektivitas

Hasil perlakuan terbaik pada penelitian ini ditentukan berdasarkan hasil uji indeks efektivitas menggunakan rumus sebagai berikut:

$$NE = \frac{\text{Nilai Pengukuran} - \text{Nilai Terburuk}}{\text{Nilai Terbaik} - \text{Nilai Terburuk}}$$

Uji Proksimat dan Anthrone Beras Analog

Kandungan gizi beras analog yang dianalisis dalam penelitian ini

antara lain kadar karbohidrat, protein, lemak, air, abu, serat larut, serat tidak larut, dan total serat. Pengujian kandungan gizi dilakukan di Laboratorium Gizi Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Airlangga. Kadar karbohidrat dianalisis menggunakan metode *Luff Schoorl* (g/100g), Kadar protein dianalisis dengan metode *Semi-Mikro Kjeldhal* (g/100g). Kadar lemak dianalisis dengan metode *Soxhlet* (g/100g). Kadar air dianalisis dengan metode oven kering (ml/100g). Kadar abu dilakukan dengan metode pengabuan (g/100g). Kadar serat dihitung berdasarkan SNI 01-2891-1992 dan gula dianalisis menggunakan metode *anthrone*.

Perhitungan Besaran Kalori

Data hasil uji proksimat berupa karbohidrat, protein dan serat selanjutnya dilakukan perhitungan besaran kalori dengan menggunakan persamaan dibawah ini:

$$\text{Total kalori} = (4 \times \text{KP}) + (4 \times \text{KK}) + (9 \times \text{KL})$$

Keterangan:

KP = kadar protein (g)

KK = kadar karbohidrat (g)

KL = kadar lemak (g)

Sasaran Penelitian

Kedelai edamame (varietas Ryokkoh) yang digunakan berasal dari PT. Mitratani 27, Kota Jember yang memenuhi kriteria sebagai berikut:

1. Kedelai edamame yang digunakan adalah kedelai yang berwarna hijau muda segar dan merata
2. Dalam satu buah terdapat 2-3 polong biji
3. Polong berbentuk bulat/oval sempurna (normal)
4. Tidak terkena serangan hama/ penyakit serta kecacatan mekanik

Sedangkan kriteria inklusi rumput laut (*Eucheuma cottoni*) yang digunakan dalam penelitian meliputi:

1. Berwarna kuning kemerahan
2. Tidak berjamur atau mempunyai kecacatan fisik

Pengujian mutu organoleptik dinilai oleh 25 panelis terlatih yang berasal dari mahasiswa Program Studi Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya angkatan 2018 dan 2019 yang berkeinginan berpartisipasi dalam uji organoleptik; Berbadan sehat dan tidak dalam kondisi sakit; bebas dari penyakit THT, tidak buta warna maupun ada gangguan psikologis; tidak alergi atau pantang terhadap kedelai edamame maupun rumput laut.

Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi serta perhitungan dari setiap jenis uji. Pengumpulan data organoleptik dilakukan melalui pengisian *google form* yang berisi empat pertanyaan mengenai warna, aroma, rasa, dan tekstur untuk setiap formulasi. Selanjutnya, panelis akan memberikan nilai kesukaan dengan rentang 1-5 yang meliputi: sangat tidak suka (1), tidak suka (2), netral (3), suka (4), sangat suka (5). Pengumpulan data proksimat dan antrone dari 3 formulasi terbaik dilakukan dengan cara observasi serta perhitungan dari setiap jenis uji.

Teknik Analisis Data

Data hasil uji proksimat apabila terdistribusi normal dan homogen dilakukan menggunakan *Analysis of Variances* (ANOVA), apabila terdapat perbedaan yang signifikan ($p > 0.05$) akan dilanjutkan dengan uji *Post Hoc Tukey* pada taraf kepercayaan 95% yang bertujuan untuk mengetahui kelompok mana yang lebih signifikan dengan $p > 0.05$. Namun apabila data tidak terdistribusi normal, maka menggunakan uji non parametrik yaitu uji *Kruskal*

Wallis, apabila terdapat perbedaan yang signifikan ($p > 0.05$) akan dilanjutkan dengan uji *Mann Whitney*. Sedangkan data hasil uji organoleptik berupa tingkat kesukaan panelis terhadap aspek warna, aroma, rasa dan tekstur dianalisis dengan uji *Kruskal-Wallis* dan dilanjutkan dengan uji *Mann Whitney*.

HASIL PENELITIAN

Tepung Edamame dan Rumput Laut

Tepung kedelai edamame dan tepung rumput laut yang dihasilkan memiliki ukuran partikel 100 mesh. Tepung kedelai edamame memiliki aroma khas edamame, berwarna hijau muda, dan tidak memiliki rasa. Sedangkan tepung rumput laut memiliki aroma khas rumput laut, berwarna kecoklatan, dan tidak memiliki rasa. Gambar tepung kedelai edamame dan rumput laut disajikan pada (Gambar 1).

Karakteristik Beras Analog

Beras analog dengan ukuran menyerupai beras putih pada umumnya, warna kehijauan dan tidak berbau, serta tekstur yang menyerupai beras putih pada setelah dilakukan pemasakan (Gambar 2).

Organoleptik

Uji organoleptik dilakukan dengan menggunakan skala 1-5 yang disajikan pada **Tabel 1**. Skala 1 yang menunjukkan hasil sangat tidak suka, sedangkan skala 5 yang menunjukkan hasil sangat suka terhadap parameter warna, rasa, aroma, dan tekstur. Hasil penilaian hedonik pada tiap-tiap formulasi beras analog rumput laut dan kedelai edamame dapat disajikan pada **Tabel 2**. Hasil uji *Kruskal Wallis* pada tingkat kepercayaan 95% ($p < 0.05$) menunjukkan bahwa perbedaan formulasi (F1, F2, F3, F4, F5) pada beras analog menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap parameter warna ($p = 0.014$), rasa ($p = 0.00$), aroma ($p = 0.005$), dan tekstur ($p = 0.047$)



Gambar 1. Tepung Kedelai Edamame dan Rumput Laut (a) Tepung Rumput Laut, (b) Tepung Kedelai Edamame



Gambar 2. Beras Analog Kedelai Edamame dan Rumput Laut

Tabel 1. Skala Penilaian Uji Organoleptik

Skala Hedonik				Skala Numerik
Warna	Rasa	Aroma	Tekstur	
Sangat tidak suka	Sangat tidak suk	Sangat tidak suka	Sangat tidak suka	1
Tidak suka	Tidak suka	Tidak suka	Tidak suka	2
Netral	Netral	Netral	Netral	3
Tidak Suka	Tidak Suka	Tidak Suka	Tidak Suka	4
Sangat suka	Sangat suka	Sangat suka	Sangat suka	5

Tabel 2. Hasil mean nilai uji hedonik

Parameter	Nilai mean uji hedonic sampel				
	F1	F2	F3	F4	F5
Warna	2.64±1.254 ^a	2.76±1.589 ^a	3.72±0.936 ^{bc}	3.12±1.364 ^{ab}	2.76±1.665 ^{ac}
Rasa	2.40±1.041 ^a	2.40±1.414 ^a	3.56±1.044 ^b	2.88±1.536 ^a	3.76±1.480 ^{bc}
Aroma	3.32±1.145 ^a	2.16±1,344 ^b	3.28±1.173 ^a	2.84±1.344 ^{ab}	3.28±1.720 ^a
Tekstur	2.16±1.179 ^a	2.88±1.509 ^{ab}	3.36±1.287 ^b	3.00±1.384 ^b	3.60±1.384 ^b

Keterangan: Notasi yang berbeda pada perlakuan menunjukkan tingkat perbedaan hasil uji lanjut Mann Whitney ($p < 0,05$)

Tabel 3. Hasil Proksimat, Anthrone, dan Perhitungan Energi

Parameter	Kontrol	F1	F3	F5
Karbohidrat (g/100g)	81,51±0,03 ^a	84,37±0,04 ^b	83,71±0,05 ^c	83,09±0,04 ^d
Protein (g/100g)	2,75±0,02 ^a	2,32±0,02 ^b	2,76±0,02 ^a	3,23±0,02 ^c
Lemak (g/100g)	0,35±0,02 ^a	0,22±0,01 ^b	0,23±0,02 ^b	0,18±0,02 ^c
Air (ml/100g)	14,78±0,03 ^a	12,72±0,03 ^b	12,89±0,02 ^c	12,97±0,02 ^d
Abu (g/100g)	0,60±0,02 ^a	0,36±0,02 ^b	0,41±0,01 ^c	0,53±0,02 ^d
Gula (g/100g)	0,27±0,01 ^a	0,23±0,01 ^b	0,18±0,01 ^{bc}	0,21±0,02 ^{bc}
Serat Larut (g/100g)	1,38±0,02 ^a	4,13±0,03 ^b	3,89±0,09 ^c	3,49±0,03 ^d
Serat tidak larut (g/100g)	1,07±0,02 ^a	3,91±0,02 ^b	3,44±0,01 ^c	3,08±0,04 ^d
Total serat (g/100g)	2,46±0,01 ^a	8,04±0,04 ^b	7,29±0,03 ^c	6,56±0,01 ^d
Energi (kkal/100g)	348.74±0.10 ^a	347.93±0.01 ^b	346.92±0.05 ^c	340.21±0.07 ^d

Hasil Nilai Efektivitas

Berdasarkan perhitungan nilai efektivitas didapatkan 3 formulasi terbaik yang disajikan dalam **Tabel 3**. Hasil perhitungan nilai indeks efektivitas tertinggi dimulai dari F3, F5, dan F1

Kandungan Zat Gizi Formula Terpilih

Kandungan zat gizi yang meliputi karbohidrat, protein, lemak, air, kadar abu, kadar gula total, dan serat pangan yang dianalisis adalah formulasi terpilih yakni F1, F3, F5, dan F0 (Beras Putih) sebagai kontrol. Hasil kandungan zat gizi pada seluruh formulasi terpilih yang dibandingkan dengan beras putih sebagai kontrol disajikan pada **Tabel 3**.

Kandungan Kalori

Kandungan energi yang dianalisa adalah formulasi terpilih yakni F1, F3, F5, dan F0 (beras putih) sebagai kontrol. Hasil dari kadar zat gizi pada organoleptik digunakan sebagai data dalam perhitungan kadar kalori/energi menggunakan

PEMBAHASAN

Penilaian Organoleptik Warna

Fungsi warna pada suatu produk atau makanan sangat penting, karena warna dapat memengaruhi selera konsumen dan dapat membangkitkan selera makan [14].

Komponen warna dapat memengaruhi pilihan dan kesukaan seseorang. Formula beras analog yang dihasilkan dalam penelitian ini berwarna kehijauan. Penilaian hedonik pada kelima formulasi didapatkan bahwa F3 memiliki nilai kesukaan tertinggi.

Penilaian hedonik pada parameter warna dari ketiga formulasi terpilih, didapatkan bahwa nilai mutu warna semakin berwarna kehijauan dari formula F5 sampai F1. Warna pada suatu produk pangan dapat dipengaruhi oleh warna dari bahan baku yang digunakan. Warna hijau pada formulasi beras analog disebabkan oleh adanya kandungan klorofil pada kedelai edamame [15] serta warna kecoklatan pada beras analog dengan rumput laut terbanyak dipengaruhi oleh karotenoid yang terdapat dalam rumput laut [16].

Perbandingan komposisi bahan yakni tepung kedelai edamame dan rumput laut pada F3 adalah sebanyak 50% tepung kedelai edamame dan 50% tepung rumput laut. Semakin banyak komposisi tepung kedelai edamame pada tiap formulasi beras analog menghasilkan nilai warna yang semakin kehijauan. Konsistensi warna hijau pada formula F3 yang tidak terlalu hijau dan tidak terlalu pucat menyebabkan formula F3 menjadi lebih disukai. Tidak hanya itu, adanya

perbedaan warna dapat dihasilkan tergantung pada kondisi tepung kedelai edamame, tepung rumput laut, serta cara pengolahan beras analog.

Rasa

Komponen rasa pada suatu produk pangan atau makanan sangat penting, karena rasa dapat memengaruhi selera konsumen dan menjadi salah satu faktor yang menentukan penerimaan konsumen tersebut pada suatu produk [17]. Apabila suatu produk memiliki aroma atau warna yang bagus dan menarik namun jika tidak memiliki rasa yang disukai maka akan menyebabkan produk tersebut sulit untuk diterima [18].

Penilaian hedonik pada kelima formulasi didapatkan bahwa Formula F5 dengan perbandingan komposisi 70% tepung kedelai edamame dan 30% tepung rumput laut memiliki nilai kesukaan tertinggi.

Aroma

Aroma merupakan suatu sensasi bau yang kompleks dan saling terkait pada produk makanan, bau sendiri adalah suatu respon ketika senyawa volatil dari suatu bahan pangan atau makanan masuk ke dalam rongga hidung dan dirasakan oleh sistem olfaktori. Senyawa volatil dapat masuk kedalam hidung ketika manusi bernapas atau menghirupnya [19]. Penilaian hedonik pada kelima formulasi didapatkan bahwa Formula F1 dengan perbandingan komposisi 30% tepung kedelai edamame dan 70% tepung rumput laut memiliki nilai kesukaan tertinggi.

Tekstur

Tekstur sangat mempengaruhi makanan yang bisa dirasakan dengan tekanan dan gerakan reseptor di mulut [20]. Penilaian hedonik pada kelima formulasi didapatkan bahwa Formula F5 dengan perbandingan komposisi 70%

tepung kedelai edamame dan 30% tepung rumput laut memiliki nilai kesukaan tertinggi.

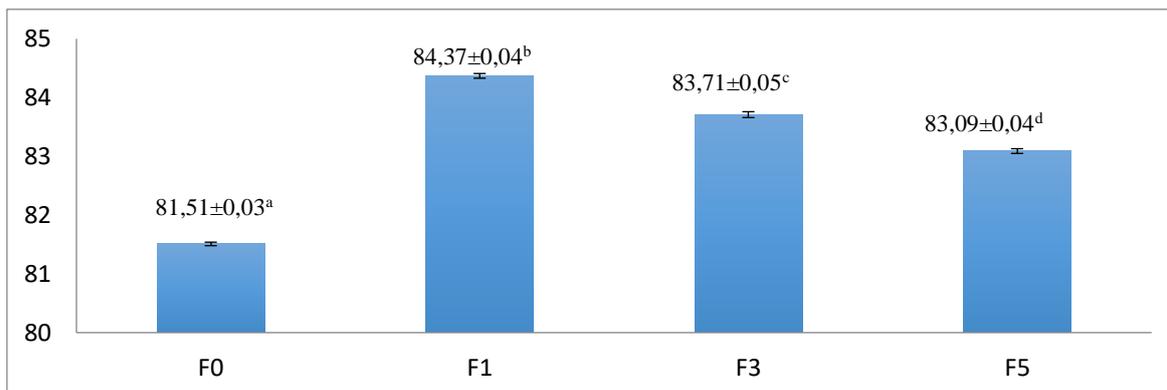
Formula Terpilih

Penentuan formula terbaik didapatkan dengan mempertimbangkan hasil kesukaan tertinggi pada skala hedonik. Dari rata-rata nilai kesukaan tertinggi di tiap parameter didapatkan bahwa F3, F5, dan F1 merupakan formulasi yang terbaik dan paling disukai secara berurutan.

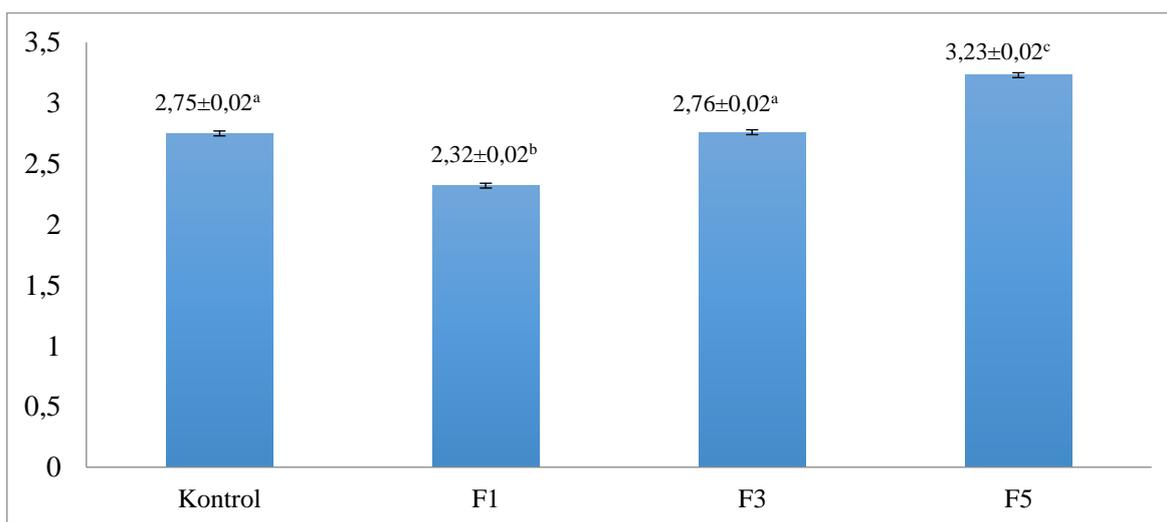
Panelis umumnya menyukai Formula F3 karena proporsi tepung kedelai edamame dan rumput laut yang seimbang atau sama banyak, yakni dengan perbandingan 50% tepung kedelai edamame dan 50% tepung rumput laut. Oleh karena itu, Formula F3 dapat menjadi formula terpilih dibandingkan dengan formula lainnya.

Kandungan Gizi Formula Terpilih Kadar Karbohidrat

Kadar karbohidrat dari ketiga formulasi beras analog terpilih yakni F1, F3, F5, dan F0 (beras putih) sebagai kelompok kontrol. Menghasilkan kadar karbohidrat tertinggi pada formula F1 jika dibandingkan dengan F3, F5, dan F0. Formula F1 memiliki perbandingan komposisi 30% tepung kedelai edamame dan 70% tepung rumput laut. Kandungan karbohidrat pada formula F1 mencapai 84,37g/100 gr (Gambar 1). Pada ketiga formulasi terpilih, semakin banyak komposisi tepung rumput laut pada formula beras analog, semakin tinggi sumbangan karbohidrat yang dihasilkan. Rumput laut memiliki kandungan zat gizi meliputi air 76,15%; abu 5,62%; protein 2,32%; lemak 0,11%; dan kandungan karbohidrat sebesar 15,8% [21].



Gambar 1. Grafik Kandungan Karbohidrat



Gambar 2. Grafik Kandungan Protein

Kadar Protein

Kadar protein dari ketiga formula beras analog terbaik didapatkan bahwa Formula F5 memiliki kandungan protein tertinggi dengan jumlah protein sebesar 3,23g/100 gr jika dibandingkan dengan F1, F3, dan F0. (Gambar 2)

Jenis pangan sumber protein yang memengaruhi kadar protein produk, jumlah banyaknya bahan pangan sumber protein yang digunakan juga akan memengaruhi. Semakin besar jumlah pangan sumber protein akan meningkatkan kadar protein produk [22]. Formula F5 sebagai formulasi dengan protein tertinggi memiliki komposisi tepung kedelai edamame 70% dan tepung

rumpun laut 30%. Kandungan protein yang tinggi pada beras analog dipengaruhi oleh sumbangan protein yang dihasilkan dari tepung kedelai edamame.

Kadar Lemak

Kadar lemak pada formulasi beras analog terpilih yakni F3, F5, F1 serta F0 (beras putih) sebagai kelompok kontrol, menunjukkan bahwa kadar lemak tertinggi dimiliki oleh beras putih atau F0 yakni sebanyak 0,35 g/100 gr jika dibandingkan dengan formula F3, F5, dan F1 (Gambar 3). Kandungan lemak formula F5 dinilai paling rendah dibandingkan dengan formula yang lain,

yakni dengan nilai sebesar 0,18 g/100g. Hal ini dapat dipengaruhi oleh adanya penambahan tepung kedelai edamame sebanyak 70% yang lebih mendominasi dibanding tepung rumput laut pada komposisi beras analog.

Di sisi lain, beras analog pada ketiga formulasi tetap dapat di klaim sebagai bahan makanan bebas lemak, mengacu pada peraturan BPOM no. 13 tahun 2006 suatu bahan makanan dapat dikatakan atau di klaim bebas lemak jika apabila kandungan lemak hanya 0,5 gr/100 gr dalam bentuk padat, sedangkan pada ketiga formulasi beras analog kombinasi tepung kedelai rumput laut dan pandan memiliki kandungan lemak <0,5 gr.

Kadar Serat

Kadar serat pada formulasi beras analog terpilih yakni F3, F5, F1 serta F0 (beras putih) sebagai kelompok kontrol, menunjukkan bahwa kadar serat tertinggi dimiliki oleh formula F1 yakni sebanyak 8,04 g/100 gr jika dibandingkan dengan formula F3, F5, dan F0 (Gambar 4). Kandungan serat pada F0 dinilai paling rendah jika dibandingkan dengan formula yang lain, yakni dengan nilai sebesar 2,46g/100g. Hal ini dapat dipengaruhi oleh adanya penambahan tepung rumput laut sebanyak 70% yang lebih mendominasi dibanding tepung kedelai edamame pada komposisi beras analog.

Mengacu pada peraturan kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) No. 13 tahun 2016 yakni tentang pengawasan klaim pada label dan iklan pangan olahan, beras analog kombinasi tepung kedelai edamame dan rumput laut termasuk ke dalam bahan pangan tinggi/kaya serat karena kandungan serat > 6 g/100gr yakni mencapai 6-8 gr. Asupan serat yang tinggi bagi pasien DMT2 dapat memperlambat penyerapan glukosa darah sehingga berpengaruh pada penurunan glukosa darah [23].

Kadar Abu

Kadar abu dari ketiga formula beras analog terpilih dan beras putih sebagai kontrol menunjukkan bahwa F0 (beras putih) memiliki kandungan kadar abu tertinggi yakni sebesar 0,60 g/100g (Gambar 5) jika dibandingkan dengan ketiga formula beras analog yakni F1, F3, dan F5. Beras putih sebagai kelompok kontrol memiliki kandungan kadar abu yang jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan ketiga formulasi yakni dengan nilai sebesar 0,60 g/100 g. Kandungan kadar abu formula F1 dinilai paling rendah dibandingkan dengan formula yang lain, yakni dengan nilai sebesar 0,36 g/100 g. Hal ini dapat dipengaruhi oleh adanya penambahan tepung rumput laut sebanyak 70% yang lebih mendominasi dibanding tepung kedelai edamame pada komposisi beras analog.

Kadar Air

Kadar air dari ketiga formula beras analog terpilih dan beras putih sebagai kontrol menunjukkan bahwa beras putih sebagai kelompok kontrol memiliki kandungan kadar air tertinggi dibandingkan dengan ketiga formula beras analog yakni F1, F3, dan F5. Beras putih sebagai kelompok kontrol memiliki kandungan kadar air yang jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan ketiga formulasi yakni sebesar 14,78 ml/100 g (Gambar 6).

Kandungan kadar air formula F1 dinilai paling rendah dibandingkan dengan formula yang lain, yakni dengan nilai sebesar 12,27 ml/100g. Hal ini dapat dipengaruhi oleh adanya penambahan tepung rumput laut sebanyak 70% yang lebih mendominasi dibanding tepung kedelai edamame pada komposisi beras analog. Tepung rumput laut bersifat mengikat air, dan kandungan air pada beras analog dapat berpengaruh pada rendahnya kadar air sehingga dapat

mencegah perkembangan mikroorganisme dan enzim yang dapat menyebabkan kebusukan dapat terhambat atau bahkan berhenti sama sekali [24].

Besaran Energi

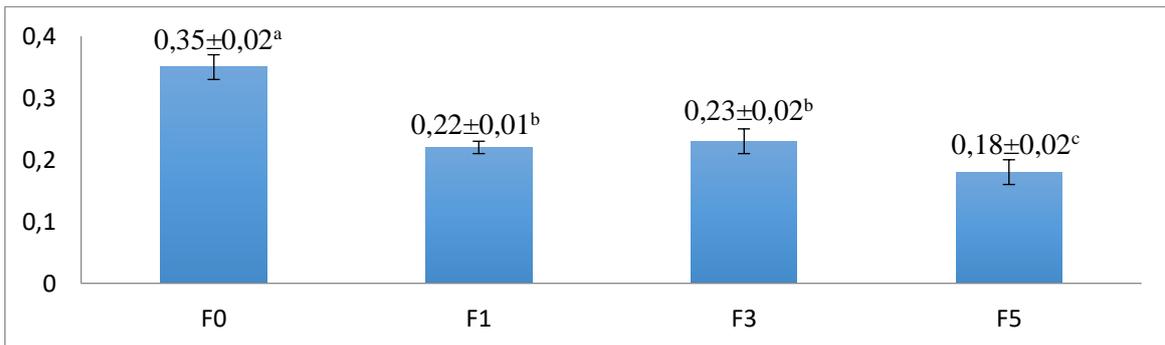
Kandungan energi ketiga formula beras analog terpilih dan beras putih sebagai kontrol menunjukkan bahwa beras putih memiliki kandungan energi jauh lebih tinggi dibandingkan dengan formula beras analog yakni F1, F3, dan F5. Beras putih sebagai kelompok kontrol memiliki kandungan energi lebih tinggi jika dibandingkan dengan ketiga formulasi beras analog yakni dengan nilai sebesar 348,74 kkal/100g (Gambar 7). Hal ini dikarenakan tingginya kadar lemak pada beras putih sebagai kontrol sehingga sumbangan energi dari lemaknya pun lebih tinggi dibandingkan beras analog.

Formula F5 memiliki kandungan energi paling rendah yaitu sebesar 340,21 kkal/100g. Perbedaan ini disebabkan oleh

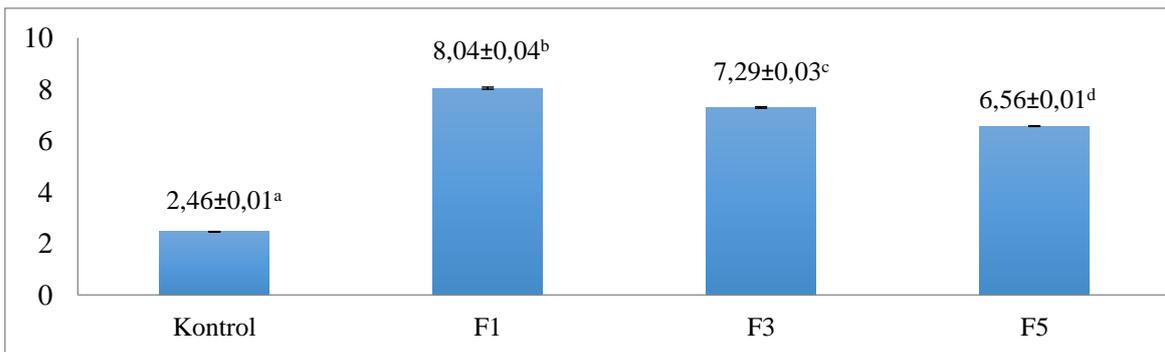
rendahnya kadar lemak pada beras analog F5 sehingga kontribusi energi dari lemak jauh lebih rendah dibandingkan dengan beras putih sebagai kontrol dan beras analog formula F1 serta F3. Berdasarkan AKG kebutuhan energi 2000 kkal, crackers terpilih F5 memberikan kontribusi energi sebesar 23,3%

Kadar Gula Total

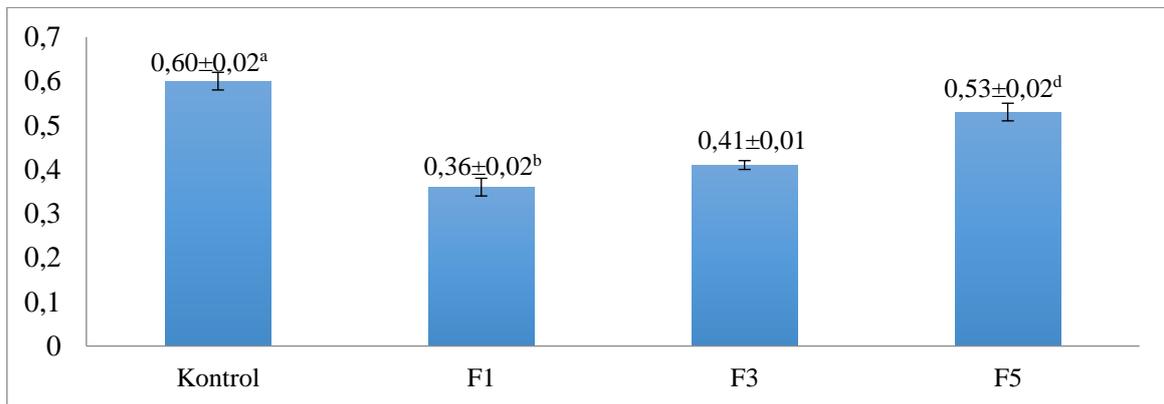
Kadar gula total beras analog pada ketiga formulasi yakni F1, F3, F5 menunjukkan kadar gula yang lebih rendah dibandingkan dengan F0 atau beras putih. Sementara itu, diantara ketiga formula terpilih, beras analog formula F3 memiliki kadar gula total paling rendah, yaitu 0,18 g/100g (Gambar 8). Penelitian lain menyatakan bahwa kandungan gula yang berlebihan pada suatu bahan pangan atau makanan akan berkaitan dengan peningkatan atau kenaikan dari respons glukosa [25].



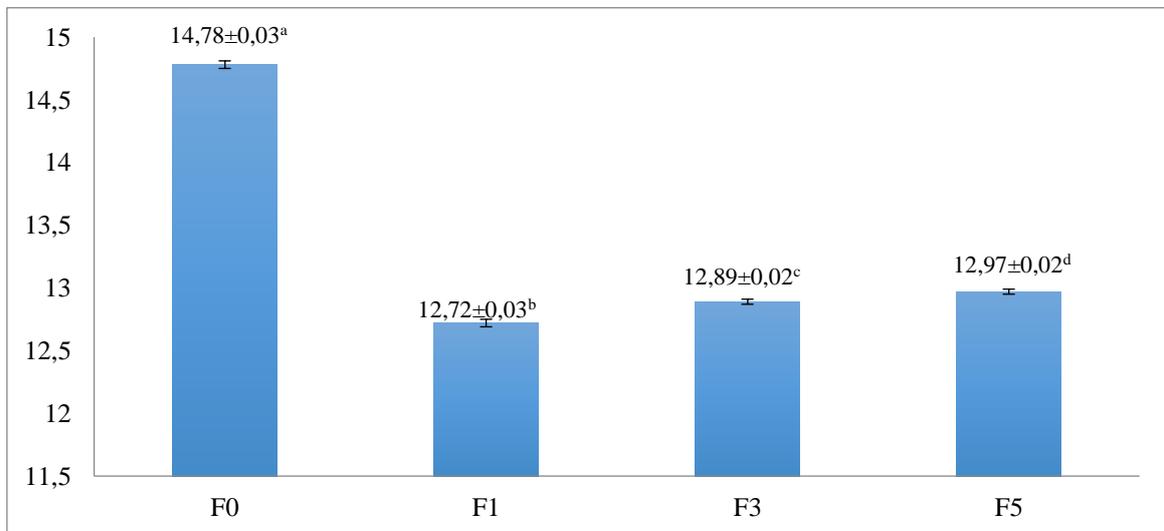
Gambar 3. Grafik Kandungan Lemak



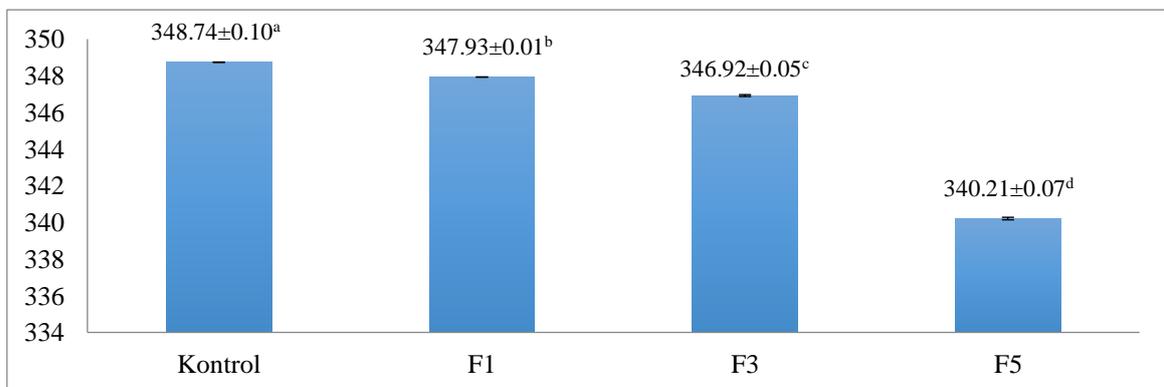
Gambar 4. Grafik Kandungan Total Serat



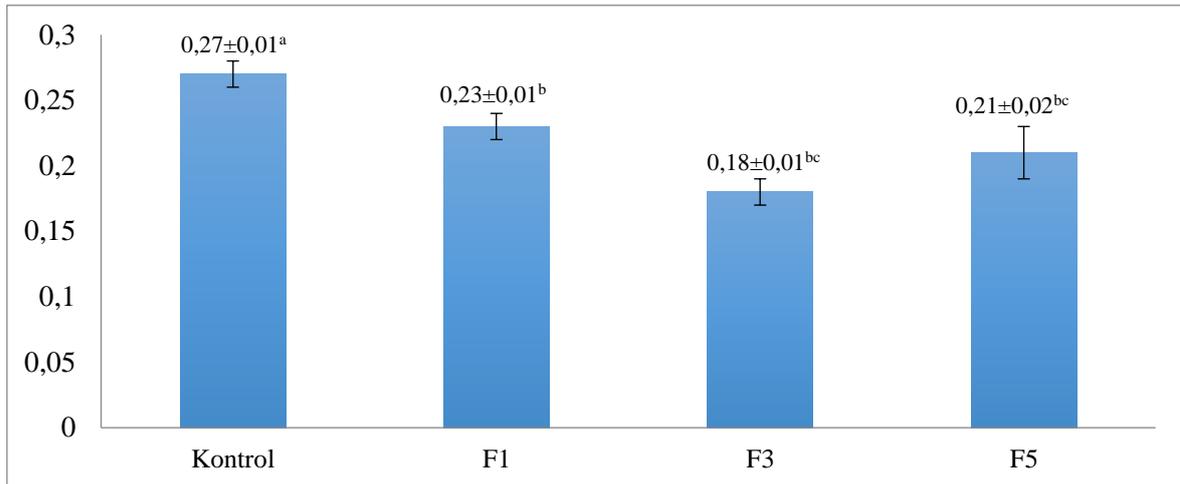
Gambar 5. Grafik Kandungan Abu



Gambar 6. Grafik Kandungan Kadar Air



Gambar 7. Grafik Besaran Perhitungan Energi



Gambar 8. Grafik Gula Total

SIMPULAN

Berdasarkan hasil uji organoleptik, formula yang terpilih dengan tingkat kesukaan tertinggi secara keseluruhan adalah beras analog F3 (50% tepung edamame dan 50% tepung rumput laut) yang mengandung karbohidrat sebesar 83.71 g, protein 2.76 g, lemak 0.23 g, kadar air 12.89 ml, abu 0.41 g, gula 0.18 g, serat larut 3.89 g, serat tidak larut 3.44 g total serat 7.29 g dan energi sebesar 346.92 kkal dalam 100 g. Beras analog kombinasi tepung kedelai edamame dan rumput laut dapat diklaim sebagai bahan pangan tinggi serat karena memiliki kandungan serat >6 g/100 g dan telah sesuai dengan klaim BPOM No. 13 tahun 2016 tentang pengawasan klaim pada label dan iklan pangan olahan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada pihak-pihak yang sudah turut serta dalam memberikan dukungan baik secara ilmu, materiil, semangat, dan dukungan lainnya. Pertama kepada Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (KEMDIKBUD) sebagai instansi yang telah mendanai penelitian riset eksakta ini, kepada Universitas Brawijaya dan pihak Fakultas Kedokteran atas

dukungan, ilmu, dan fasilitas yang diberikan dalam pelaksanaan penelitian, tidak lupa untuk dosen pembimbing kami bapak Rahma Micho Widyanto S.Si, M.P. atas ilmu, saran, masukan, serta bimbingan penuh dalam riset ini, serta untuk teman-teman sejawat serta tim PKM yang sudah mendukung, memberi semangat, dan selalu berusaha hingga saat ini.

DAFTAR RUJUKAN

1. Nam Han Cho (chair) dkk. Eighth edition 2017. IDF Diabetes Atlas, 8th edition. 2017. 1–150 p.
2. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. HASIL UTAMA RISKESDAS 2018 Kesehatan [Main Result of Basic Health Research]. Riskesdas [Internet]. 2018;52. Available from: http://www.depkes.go.id/resources/download/info-terkini/materi_rakorpop_2018/Hasil_Riskesdas_2018.pdf
3. Rahati S, Shahraki M, Arjomand G, Shahraki T. Food Pattern, Lifestyle and Diabetes Mellitus. *Int J High Risk Behav Addict.* 2014;3(1):1–5.
4. Anjani PP, Damayanthi E, Rimbawan R, Handharyani E. Antidiabetic potential of purple okra

- (*Abelmoschus esculentus* L.) extract in streptozotocin-induced diabetic rats. IOP Conf Ser Earth Environ Sci. 2018;196(1).
5. Agustina AW, Anjani G. Cookies tepung beras hitam dan kedelai hitam sebagai alternatif makanan selingan indeks glikemik rendah. J Nutr Coll. 2017;6(2):128.
 6. Zafar MI, Mills KE, Zheng J, Regmi A, Hu SQ, Gou L, et al. Low-glycemic index diets as an intervention for diabetes: A systematic review and meta-analysis. Am J Clin Nutr. 2019;110(4):891–902.
 7. Badan Pusat Statistik. Pengeluaran Untuk Konsumsi Indonesia 2019. Badan Pus Stat. 2018;1(1):47.
 8. Noviasari S, Kusnandar F, Setiyono A, Budijanto S. Beras Analog Sebagai Pangan Fungsional Dengan Indeks Glikemik Rendah. J Gizi dan Pangan. 2016;10(3):225–32.
 9. Tjahyani RWT, Herlina N, Suminarti NE. Respon Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Kedelai Edamame (*Glycine max* (L.) Merr.) Pada Berbagai Macam Dan Waktu Aplikasi Pestisida. J Produksi Tanam. 2015;3(6):511–7.
 10. Rosiana NM, Amareta DI. Karakteristik Yogurt Edamame Hasil Fermentasi Kultur Campuran Bakteri Asam Laktat Komersial Sebagai Pangan Fungsional Berbasis Biji-Bijian. J Ilm Inov. 2016;16(2):33–7.
 11. Anam N, Unay FBF, Hasbiyati. Kewirausahaan Selai Kedelai Edamame Kaya Manfaat Dan Nutrisi. J Bioshell. 2021;8(01).
 12. Aminah, N. Uji Efek Ekstrak Etanol Rumput Laut (*Euclima cottonii* J. Agardh) Terhadap Kadar Kolesterol Total Darah Tikus Putih Jantan (*Rattus norvegicus*) Hiperkolesterolemia-Diabetes. 2020.
 13. Tandi J, Dewi NP, Wirawan RC, Surat MR. Potensi Rumput Laut (*Euclima cottonii* J. Agardh) Terhadap Nefropati Diabetik Tikus Putih Jantan (*Rattus norvegicus*). J Farm Galen (Galenika J Pharmacy). 2020;6(2):286–94.
 14. Hasniar H, Rais M, Fadilah R. Analisis kandungan gizi dan uji organoleptik pada bakso tempe dengan penambahan daun kelor (*Moringa oleifera*). Jurnal pendidikan teknologi pertanian. 2020 Oct 27;5:189-200.
 15. Nur R, Lioe HN, Palupi NS, Nurtama B. Optimasi Formula Sari Edamame dengan Proses Pasteurisasi Berdasarkan Karakteristik Kimia dan Sensori. Jurnal Mutu Pangan: Indonesian Journal of Food Quality. 2018 Oct 31;5(2):88-99.
 16. Kasran K, CP HT, Patahiruddin P. Kajian Kandungan Klorofil Rumput Laut *Euclima cottonii* Dengan Bobot Bibit Berbeda Terhadap Laju Pertumbuhan Menggunakan Jaring Trawl di Kabupaten Luwu. Fisheries Of Wallacea Journal. 2021 Feb 28;2(1):45-51.
 17. Hardinsyah, Briawan D, Rimbawan, Sulaeman A, Aries M. Uji Preferensi, Nilai Antioksidan, dan Indeks Glikemik Serta Pengaruh Stamina dari Konsumsi Sari dan Buah Kurma. Bogor: Departemen Gizi Masyarakat, Fakultas Ekologi Manusia, IPB; 2009.
 18. Suharyono AS. Efek Sinar Ultraviolet Terhadap Kandungan Total Mikroba dan Vitamin C Sari Buah Jeruk Nipis. Agritech. 2007;30 (1): 25-31.
 19. Agustiana A, Aisyah S. Pengaruh Penambahan Tepung Ikan Sepat Siam (*Trichogaster pectoralis*) terhadap Kualitas Kue Akar Pinang. InProsiding Seminar Nasional Kelautan dan Perikanan UNPATTI 2019 (Vol. 1, No. 1, pp. 204-209).

20. Safia W. Kandungan Nutrisi dan Bioaktif Rumput Laut (*Euchema cottonii*) dengan Metode Rakit Gantung pada Kedalaman Berbeda. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 2020 Aug 27;23(2):261-71.
21. Oliveira TC, Lima SL, Bressan J. Influence Different Thermal Processing in Milk. *Nutr Hosp*. 2013; 28 (3): 896-902
22. Rahadiyanti A, Mulyati T. EFEK TEMPE KEDELAI TERHADAP PENURUNAN KADAR GLUKOSA DARAH PADA PREDIABETES (The effect of soy tempeh on decreasing blood glucose level in prediabetes) PENDAHULUAN Diabetes melitus (DM) menjadi masalah paling umum di dunia . Banyak negara maju dan berk. *Darussalam Nutr J*. 2017;1(2):19–30.
23. Adicandra RM, Estiasih T. Beras analog dari ubi kelapa putih (*Discorea alata* L.): Kajian pustaka. *J Pangan Agroind*. 2016;4:383-90.
24. Henry CJ, Kaur B, Quek RY. Chrononutrition in the management of diabetes. *Nutrition & diabetes*. 2020 Feb 19;10(1):1-1.
25. Irmayanti I, Syam H, Jamaluddin J. Perubahan tekstur kerupuk berpati akibat suhu dan lama penyangraian. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*. 2017;3:165-74.



Perilaku *Food Loss and Waste* pada Ekonomi-Gizi Rumah Tangga Saat Pandemi Covid 19

Prita Dhyani Swamilaksita^{1*}, Jennifer Vanka¹, Nadiyah¹, Harna¹

¹Program Studi Ilmu Gizi, Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan, Universitas Esa Unggul.

Alamat korespondensi: prita.dhyani@esaunggul.ac.id

Diterima: September 2021

Direview: Oktober 2021

Dimuat: Juli 2022

ABSTRACT

Background: households are one of the biggest contributors to food waste in DKI Jakarta. This is caused by household food loss and waste (FLW) behavior and the impact of this behavior is economic loss and nutritional loss in vain. Objective: To analyze the correlation between FLW behavior and household economic and nutrition loss during the Covid-19 pandemic in West Jakarta. Methods: This study is a quantitative study with a cross-sectional design involving 100 households in the Kebon Jeruk area, West Jakarta. The analysis in this study uses the Spearman Rank correlation. Data were collected by interview technique using FLW behavior questionnaire and food waste questionnaire form filled out by respondents for 4x24 hours. The value of this economic loss will be analyzed using the market price listed on Hargapangan.id and the value of nutrition loss will be analyzed using nutrisurvey2007. The results: there is a relationship between FLW behavior on economic loss ($p = 0.02$; $p < 0.05$) but there is no relationship between FLW behavior on nutrition loss, namely energy loss ($p = 0.15$; $p > 0.05$), protein loss ($p = 0.20$; $p > 0.05$), fat loss ($p = 0.33$; $p > 0.05$) and carbohydrate loss ($p = 0.12$; $p > 0.05$). Households are expected to change their FLW behavior in order to minimize economic losses and optimally utilize nutrition.

Keywords: food loss and waste, economic loss, nutrition loss, household

ABSTRAK

Latar belakang: rumah tangga merupakan salah satu penyumbang sampah makanan terbesar di DKI Jakarta. Hal ini diakibatkan oleh perilaku *food loss and waste* (FLW) rumah tangga dan dampak dari perilaku ini adalah kerugian ekonomi dan kerugian nutrisi secara sia-sia. Tujuan: Menganalisis hubungan perilaku FLW dengan *economic* dan *nutrition loss* rumah tangga saat pandemi Covid-19 di Jakarta Barat. Metode: penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan desain *cross-sectional* yang melibatkan 100 rumah tangga di wilayah Kebon Jeruk, Jakarta Barat. Analisis pada penelitian ini menggunakan korelasi *Spearman Rank*. Data dikumpulkan dengan teknik wawancara menggunakan kuisisioner perilaku FLW dan angket formulir sisa makanan yang diisi oleh responden

selama 4x24 jam. Nilai *economic loss* ini akan dianalisis menggunakan harga pasar yang tertera di hargapangan.id dan nilai *nutrition loss* dianalisis menggunakan *nutrisurvey2007*. Hasil penelitian: ada hubungan perilaku FLW terhadap *economic loss* ($p=0,02$; $p<0,05$) tetapi tidak ada hubungan perilaku FLW terhadap *nutrition loss* yaitu *energy loss* ($p=0,15$; $p>0,05$), *protein loss* ($p=0,20$; $p>0,05$), *fat loss* ($p=0,33$; $p>0,05$) dan *carbohydrate loss* ($p=0,12$; $p>0,05$). Rumah tangga diharapkan dapat mengubah perilaku FLW mereka agar dapat lebih meminimalisir kerugian ekonomi dan pemanfaatan gizi secara optimal.

Kata kunci: *food loss and waste, economic loss, nutrition loss, rumah tangga*

PENDAHULUAN

World Health Organization (WHO) menetapkan *Corona Virus Disease-2019* (COVID-19) yang merupakan penyakit infeksi baru sebagai sebuah pandemi global. Pemerintah Indonesia melakukan penanganan COVID-19 dengan mengeluarkan sebuah kebijakan yaitu Pembatasan Sosial Berskala Besar (PSBB). Hal ini berdampak pada perubahan perilaku masyarakat salah satunya perubahan ekonomi yang berdampak pada perilaku konsumsi pangan [1,2].

Indonesia merupakan negara yang menduduki peringkat ke 4 untuk penduduk terbanyak di dunia. Jumlah masyarakat yang tinggal di kota juga meningkat, menurut Badan Pusat Statistik Nasional 2014, persentase penduduk perkotaan tahun 2015-2030 adalah 66,6%. Hal ini bersamaan dengan permintaan kebutuhan pangan yang meningkat tetapi tidak diikuti oleh sikap yang baik sehingga mempengaruhi pertumbuhan *Food Loss and Waste (FLW)*.

Food loss and waste atau Sampah makanan adalah makanan atau minuman yang masih dapat dikonsumsi tetapi dibuang [3]. Dalam beberapa tahun terakhir, terjadi peningkatan kesadaran mengenai sampah makanan di dunia. Sampah makanan terbagi menjadi sampah makanan yang dapat dihindari (*edible food waste*) dan yang tidak dapat dihindari

(*inedible food waste*). Berdasarkan data dari *Food and Agriculture Organization of United Nation* (FAO) 2011 sekitar 1,3 miliar ton makanan yang dapat dimakan (*edible food*) dibuang setiap tahunnya dan itu merupakan 32% dari jumlah produksi makanan di dunia.

Sistem *Food Supply Chain* terbagi menjadi masa produksi, penyimpanan, pengolahan, distribusi dan konsumsi [4]. Di negara maju sebanyak 40% FLW terjadi pada fase distribusi dan konsumsi sedangkan di negara berkembang 40% terjadi pada proses produksi sampai pengolahan. Di Eropa jumlah FLW mencapai 89 juta ton pertahun atau sekitar 180kg perkapita pertahun, di Asia Tenggara total FLW perkapita adalah 120kg pertahun. Sedangkan jumlah FLW di Indonesia adalah 13 juta ton atau 300kg perorang pertahunnya (Kementerian Pertanian). Menurut Mark Smulders Angka ini dapat memberi makan 11% penduduk atau setara dengan 28 juta penduduk miskin di Indonesia [5].

Menurut World Bank 2014, di negara berkembang energi yang hilang akibat FLW adalah sebanyak 400-500 kalori sedangkan di negara maju sebanyak 1.520 kalori. Hal itu berbanding lurus dengan hasil penelitian di Lebanon yang merupakan negara berkembang bahwa jumlah energi pada makanan yang terbuang karena FLW adalah sebanyak 451,2 kalori [5].

FLW dipengaruhi oleh jumlah anggota keluarga. Jika anggota keluarga berisi 6-7 orang, maka jumlah FLW akan lebih banyak 600 gram daripada keluarga yang beranggota 3-5 orang. Keluarga yang berusia 25-44 tahun yang mempunyai anak dibawah 16 tahun merupakan *high food waster* [6].

Kebiasaan membeli makanan saat diskon juga mendorong seseorang untuk membeli secara berlebihan. Seseorang yang membeli makanan diskon, menghasilkan FLW yang lebih sedikit daripada yang tidak. Kebiasaan belanja menggunakan *shopping list* juga menurunkan angka FLW sekitar 20% perkapita [7]. Keluarga yang memikirkan harga sebelum membeli dan yang sering berbelanja menghasilkan FLW yang lebih sedikit [8]. Di Indonesia, diskon yang ditawarkan lewat media massa merupakan pendorong membeli secara berlebihan dan mereka cenderung menyimpan tanpa menghiraukan tanggal kadaluwarsa [9].

Seseorang yang memiliki pendapatan tinggi akan menghabiskan uangnya untuk makanan lebih sedikit karena mereka melihat makanan sebagai “barang murah” sedangkan orang yang memiliki pendapatan rendah mengeluarkan lebih banyak uang. Menurut Thyberg & Tonjes pada tahun 2012 warga Pakistan menghabiskan sekitar 47,7% dari pendapatannya untuk makanan sedangkan warga Amerika Serikat hanya menghabiskan 6,1%. Di Jerman uang yang terbuang akibat FLW sekitar 5 juta rupiah perkapita [7]. Keluarga di Amerika Serikat menghabiskan sekitar 21 juta rupiah hanya untuk makanan yang tidak pernah dikonsumsi. Maka dari itu pengurangan angka FLW merupakan hal penting karena dapat mengurangi angka kerugian ekonomi [11].

Berdasarkan penelitian sebelumnya, dampak dari perilaku FLW

di berbagai negara adalah kerugian ekonomi dan nutrisi. Di Indonesia sendiri, belum ada yang meneliti dampak dari perilaku FLW ini. Maka dari itu penelitian ini bertujuan untuk melihat hubungan antara perilaku *food loss and waste* dengan *economic* dan *nutrition loss* rumah tangga saat pandemi Covid-19 di Jakarta Barat.

METODE PENELITIAN

Rancangan/Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan desain *cross-sectional* untuk menganalisis aspek sosial ekonomi dan perilaku *food loss and waste* terhadap *economic* dan *nutrition loss* rumah tangga. Seluruh rangkaian kegiatan mulai dari survey lokasi sampai dengan pengambilan data dilakukan dari bulan April – Juni 2021.

Penelitian ini dilakukan di kecamatan Kebon Jeruk Jakarta barat yang terdiri dari 7 kelurahan yaitu kelurahan Kebon Jeruk, Kelapa Dua, Sukabumi Utara, Sukabumi Selatan, Duri Kepa, Kedoya Utara dan Kedoya Selatan.

Sumber Data

Data pada penelitian ini merupakan data primer yang diambil menggunakan kuisioner dengan metode wawancara serta metode angket untuk formulir sisa makanan yang dicatat selama 4x24 jam.

Sasaran Penelitian

Populasi dari penelitian ini adalah seluruh rumah tangga yang berada di wilayah Jakarta Barat. Sedangkan untuk sampelnya adalah sebanyak 100 rumah tangga. Pengambilan sampel menggunakan teknik *Simple Random Sampling* (SRS) yang memiliki kriteria eksklusi responden keluar atau berhenti saat penelitian dan kriteria inklusi yaitu bersedia mengikuti penelitian sampai

selesai, dalam keadaan sehat, berbelanja minimal satu kali seminggu, memasak makanan minimal 4 kali dalam seminggu.

Pengembangan Instrumen dan Teknik Pengumpulan Data

Sebelum dilakukan turun lapang, pertanyaan yang sudah disiapkan dilakukan uji validitas dan realibilitas terlebih dahulu. Uji ini dilakukan dengan menyebarkan kuisioner ke 40 responden yang memiliki kriteria sama dengan responden penelitian ini. Setelahnya dari 40 kuisioner yang disiapkan, hanya 25 soal yang berhasil lolos dari uji validitas dan realibilitas ini.

Observasi pada penelitian ini menggunakan kuisioner dengan teknik wawancara untuk karakteristik rumah tangga seperti usia dan jumlah anggota keluarga, kondisi sosial ekonomi seperti pendapatan dan pengeluaran rumah tangga serta kuisioner perilaku FLW. Sedangkan untuk formulir sisa makanan digunakan teknik angket atau responden menulis sendiri FLWnya selama 4x24 jam.

Pengumpulan data dimulai dengan memberikan penjelasan dan responden menandatangani *informed consent* yang telah diberikan. Setelahnya dilakukan wawancara mengenai usia dan jumlah anggota keluarga, pendapatan dan pengeluaran rumah tangga selama satu bulan serta tanya jawab mengenai perilaku FLW. Di akhir sesi, responden diberikan formulir sisa makanan yang akan ditinggalkan selama 4x24 jam. Responden akan menulis jumlah FLW yang mereka hasilkan dengan kategori *edible food* atau makanan yang masih dapat dimakan baik makanan mentah, makanan jadi ataupun makanan yang dibeli dari luar tetapi dimakan dirumah. Jumlah FLW yang ditulis hanya yang terjadi di dalam rumah.

Teknik Analisis Data

Data yang didapat dari formulir sisa makanan akan diterjemahkan ke nilai *economic* dan *nutrition loss*. Nilai *economic* akan dianalisis secara manual dengan daftar harga yang tertera di web hargapangan.id sedangkan untuk nilai *nutrition loss* akan dianalisis menggunakan *nutrisurvey* 2007. Selanjutnya seluruh data akan dianalisis menggunakan SPSS Versi 16 untuk melihat hubungan perilaku FLW dengan *economic* dan *nutrition loss*. Uji yang digunakan adalah uji korelasi Spearman Rank karena data penelitian ini berdistribusi tidak normal. penelitian ini juga sudah mendapatkan persetujuan dari Komisi Etik Penelitian Universitas Esa Unggul dengan nomor kaji etik 0155-21.155/DPKE-KEP/FINAL-EA/UEU/VI/2021

HASIL PENELITIAN

Hasil Univariat

Pada tabel 1 dari 100 rumah tangga didapatkan sebanyak 70% rumah tangga memiliki jarak usia dalam keluarga yaitu 24-44 tahun. Lebih dari setengah rumah tangga memiliki 2-5 anggota keluarga (79%). Sebanyak 57% rumah tangga memiliki total pendapatan di atas UMR Rp4.416.186,00 dan lebih dari setengah memiliki rata-rata pengeluaran di atas rata-rata pengeluaran perkapita DKI Jakarta atau Rp 2.332.246,00. Sebanyak 57% rumah tangga memiliki perilaku FLW baik atau $\geq 60\%$. Sebanyak 50% rumah tangga mengalami kerugian ekonomi $< \text{Rp. } 1.823$, 53% responden mengalami kerugian energi $< 70,9$ kalori, 51% mengalami kerugian protein $< 3,2$ g, 52% responden mengalami kerugian lemak $< 2,2$ g dan 54% mengalami kerugian karbohidrat $< 3,8$ g.

Tabel 1. Distribusi Frekuensi Karakteristik, Sosial Ekonomi, Perilaku FLW, *Economic dan Nutrition Loss* Rumah Tangga

Karakteristik	n	%
Jarak Usia (Tahun)		
<18 tahun	1	1
18 – 25 tahun	5	5
26 – 44 tahun	70	70
45 – 55 tahun	20	20
>55 tahun	4	4
Jumlah Anggota Keluarga		
2 – 5 orang	79	79
6 – 10 orang	21	21
Pendapatan		
< UMR	43	43
≥ UMR	57	57
Pengeluaran		
< Pengeluaran rata-rata/bulan/kapita DKI Jakarta	16	16
≥ Pengeluaran rata-rata/bulan/kapita DKI Jakarta	84	84
Perilaku FLW		
Buruk < 60%	43	43
Baik ≥ 60%	57	57
<i>Economic loss</i>		
Rendah < Rp1.283,00	50	50
Tinggi ≥ Rp1.283,00	50	50
<i>Energy Loss</i>		
Rendah > 70,9 kalori	53	53
Tinggi ≥ 70,9 kalori	47	47
<i>Protein Loss</i>		
Rendah < 3,2 g	51	51
Tinggi ≥ 3,2 g	49	49
<i>Fat Loss</i>		
Rendah < 2,2 g	52	52
Tinggi ≥ 2,2 g	48	48
<i>Carbohydrate Loss</i>		
Rendah < 3,8 g	54	54
Tinggi ≥ 3,8 g	46	46

Tabel 2 di bawah ini, dapat diketahui bahwa setiap rumah tangga mengalami *economic loss* akibat perilaku FLW sebesar Rp. 14.000/bulan dan

nutrition loss yaitu energi sebesar 531,75 kalori, protein 24 gram, lemak 16,5 gram, dan karbohidrat 28,5 gram/bulan.

Tabel 2. Total Kerugian Rumah Tangga selama Satu Bulan

Jenis Kerugian	Nilai Kerugian
Ekonomi	Rp. 14.000
Energi	531,75 kalori
Protein	24 gram
Lemak	16,5 gram
karbohidrat	28,5 gram

Jenis makanan yang paling banyak terbuang yaitu nasi, sayur, buah, produk nabati atau kacang-kacangan dan juga daging. Alasan rumah tangga melakukan FLW ini adalah karena nasi yang tidak habis sehingga menjadi basi, sayur dan buah yang cepat busuk, produk nabati

yang tidak habis dan langsung dibuang seperti tahu, tempe dan kacang hijau serta daging yang tidak habis dan tidak dipanaskan kembali sehingga menjadi basi. Pada tabel 3 dapat dilihat rata-rata berat makanan yang terbuang serta contoh besaran porsi makanannya.

Tabel 3. Jenis Makanan yang Terbuang

Jenis Makanan	Rata-rata	Contoh Makanan
Nasi	370 gram	4 centong nasi
Sayur	107,5 gram	1 ikat bayam
Buah	106 gram	½ buah apel
Produk Nabati	68 gram	1,5 potong tahu
Daging	35 gram	1 potong sedang daging sapi

Hasil Bivariat

Pada tabel 3 didapatkan hasil olah data ditemukan bahwa terdapat hubungan perilaku FLW dengan *economic loss* ($p=0,02; p<0,05$) dengan nilai $r = -0,22$. Hal ini berarti kedua variabel tersebut memiliki hubungan rendah berarah negatif. Di sisi lain, tidak ditemukan hubungan antara perilaku FLW dengan *nutrition loss* ($p>0,05$) yaitu *energy loss* ($p=0,15; r = -0,14$), *protein loss* ($p=0,20; r = -0,12$), *fat loss* ($p=0,33; r = -0,09$) dan

carbohydrate loss ($p=0,12; r = -0,15$). Hal ini dapat diartikan bahwa perilaku FLW memiliki hubungan yang sangat rendah dengan *nutrition loss* dan berarah negatif.

Hubungan Perilaku FLW Terhadap *Economic* dan *Nutrition Loss*

Variabel	Perilaku FLW	
	<i>p-Value</i> *	<i>r</i>
<i>Economic Loss</i>	0,02	-0,22
<i>Energy Loss</i>	0,15	-0,14
<i>Protein Loss</i>	0,20	-0,12
<i>Fat Loss</i>	0,33	-0,09
<i>Carbohydrate Loss</i>	0,12	-0,15

* $P < 0,05$ memiliki hubungan antar variabel.

PEMBAHASAN

Hubungan Perilaku FLW dengan *Economic* dan *Nutrition Loss*

Berdasarkan tabel di atas, tingginya nilai perilaku FLW rumah tangga diartikan bahwa rumah tangga tersebut melakukan hal-hal yang dapat mengurangi jumlah FLW seperti membuat menu makanan, melakukan pengecekan bahan makanan sebelum berbelanja, membuat daftar belanjaan, menyimpan daging dan keju dengan cara dibungkus dengan baik, menyimpan buah dan sayur di *chiller*, menggunakan *freezer* untuk menambahkan umur makanan, melakukan pemorsian dengan baik, mengkonsumsi kembali makanan sisa dan terakhir memperhatikan label tanggal pada makanan [12]. Sedangkan rendahnya perilaku FLW dapat dikarenakan oleh kebiasaan tertarik dengan diskon sehingga membeli lebih banyak, membuang bagian makanan yang masih bisa dikonsumsi dan langsung membuang makanan yang tidak habis. Selain itu, nilai FLW juga dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jenis kelamin manajer rumah tangga, pendidikan, pekerjaan serta pendapatan rumah tangga [13].

Pada penelitian ini, perilaku FLW responden dapat dikatakan baik dan didapatkan rata-rata jumlah FLW rumah tangga adalah sebesar 686,5 gram/bulan. Jenis makanan yang paling sering terbuang adalah nasi, sayur, buah, produk

nabati dan daging. Hasil ini lebih banyak jika dibandingkan dengan penelitian estimasi *food waste* beras oleh Nafiroh di Desa Banjarkemantren, Sidoarjo yaitu sebanyak 108,47 g/rumahtangga/bulan [14]. Jenis makanan yang berbeda yaitu pada penelitian ini memasukkan semua jenis bahan makanan dari bahan mentah hingga makanan matang yang tidak dikonsumsi, sedangkan penelitian sebelumnya hanya meneliti bahan makanan beras saja merupakan salah satu faktor perbedaan hasil penelitian ini.

Hasil analisis mengenai perilaku FLW dan *economic loss* pada penelitian ini menggunakan uji korelasi *spearman rank*, didapatkan nilai *p-value* 0,024 ($p < 0,05$) yang berarti terdapat hubungan signifikan antara perilaku FLW dengan *economic loss* rumah tangga dan nilai $r = -0,225$ yang artinya variabel perilaku FLW dan *economic loss* memiliki kekuatan yang rendah dengan arah negatif. Hal ini menunjukkan semakin tinggi nilai skor perilaku FLW, maka semakin rendah nilai *economic loss*nya atau semakin sering seseorang melakukan perilaku FLW seperti membuang sisa makanan maka semakin besar *economic loss* yang dihasilkan.

Berbeda dengan nilai kerugian ekonomi, analisis bivariat variabel perilaku FLW dengan *nutrition loss* menghasilkan nilai yang tidak signifikan ($p > 0,05$). nilai *P-value* dari masing-masing nilai gizi adalah energi 0,158

dengan nilai r -0,142, protein 0,205 dan nilai r -0,128, lemak 0,339 dengan nilai r -0,097, dan karbohidrat 0,122 dengan nilai r -0,156. karena hasil dari analisis seluruh variabel *nutrition loss* tidak signifikan dan cenderung kearah negatif maka dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai skor perilaku FLW atau semakin sering seseorang melakukan perilaku FLW seperti yang disebutkan sebelumnya, maka semakin kecil nilai nutrisi yang terbuang.

Hasil penelitian ini memiliki hasil yang sama dengan penelitian Jörissen *et al.*, Koivupuro *et al.*, Williams *et al.*, yang mengatakan perilaku FLW seperti berbelanja dipasar lokal, membuat daftar belanja, frekuensi belanja yang sering dan tertarik dengan diskon beli satu gratis satu dapat mengurangi jumlah FLW. Maka dari itu dapat diartikan jika perilaku FLW suatu rumah tangga baik maka jumlah FLW nya berkurang sehingga nilai *economic* dan *nutrition loss*nya juga akan berkurang [7,8,14].

SIMPULAN

Rata-rata jumlah FLW setiap rumah tangga pada penelitian ini adalah 686,5 gram tiap bulannya. Jenis makanan yang paling banyak terbuang adalah nasi, sayur, buah, produk nabati dan daging. Perilaku FLW memiliki hubungan terhadap variabel *economic loss* secara signifikan dengan kekuatan yang rendah ($p < 0.05$, $r = -0.225$) dan tidak memiliki hubungan yang signifikan terhadap *nutrition loss* ($p > 0.05$) dengan kekuatan yang sangat rendah. Kerugian ekonomi akibat perilaku FLW adalah sebesar Rp. 14.000/bulan dan kerugian nutrisinya yaitu energi sebesar 531,75 kalori, protein 24 gram, lemak 16,5 gram, dan karbohidrat 28,5 gram/bulan.

Kekurangan dari penelitian ini adalah penelitian ini hanya dilakukan di satu wilayah tiap daerahnya sehingga tidak dapat melihat lebih jauh gambaran

perilaku FLW serta *economic* dan *nutrition loss*nya. Saran dari penelitian ini adalah diharapkan setiap rumah tangga lebih memperhatikan perilaku FLW mereka sehingga terjadi pengurangan angka FLW secara maksimal dan nilai kerugian ekonomi serta nutrisinya juga tidak akan terbuang sia-sia. Saran lain untuk penelitian selanjutnya adalah dilakukannya penelitian pada masa setelah Pandemi Covid-19 sehingga dapat mengetahui perilaku FLW serta dampaknya pada saat keadaan normal.

DAFTAR RUJUKAN

1. Saragih B, Saragih FM. Gambaran Kebiasaan Makan Masyarakat Pada Masa Pandemi Covid-19. *Res Gate*. 2020;19(April):1–12.
2. Larasati RA. Pola Konsumsi Mahasiswa Pulang Kampung Dan Masyarakat Pada Pandemi Covid-19 Di Kota Bandung. *Jambura Econ Educ J*. 2020;2(2):90–9.
3. Stancu V, Haugaard P, Lähteenmäki L. Determinants of consumer food waste behaviour: Two routes to food waste. *Appetite* [Internet]. 2016;96:7–17. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.appet.2015.08.025>
4. Lipinski B, Hanson C, Lomax J, Kitinoja L, Waite R, Searchinger T. Toward a sustainable food system Reducing food loss and waste. *World Resour Inst* [Internet]. 2016;(June):1–40. Available from: <http://unep.org/wed/docs/WRI-UNEP-Reducing-Food-Loss-and-Waste.pdf%5Cnhttp://ebrary.ifpri.org/cdm/ref/collection/p15738coll2/id/130211>
5. Idris M. 13 Juta Ton Makanan Terbuang Percuma di RI Setiap

- Tahun [Internet]. 2016. Available from: <https://finance.detik.com/wawancara-khusus/d-3317570/13-juta-ton-makanan-terbuang-percuma-di-ri-setiap-tahun>
6. Chalak A, Abiad MG, Diab M, Nasreddine L. The determinants of household food waste generation and its associated caloric and nutrient losses: The case of Lebanon. *PLoS One*. 2019;14(12):1–18.
 7. Abdelradi F. Food waste behaviour at the household level: A conceptual framework. *Waste Manag* [Internet]. 2018;71:485–93. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.10.001>
 8. Jörissen J, Priefer C, Bräutigam KR. Food waste generation at household level: Results of a survey among employees of two European research centers in Italy and Germany. *Sustain*. 2015;7(3):2695–715.
 9. Williams H, Wikström F, Otterbring T, Löfgren M, Gustafsson A. Reasons for household food waste with special attention to packaging. *J Clean Prod* [Internet]. 2012;24:141–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.11.044>
 10. Kariyasa K, Suryana A. Strengthening food security by reducing wasteful food consumption. *Memperkuat ketahanan pangan melalui pengurangan pemborosan pangan* [Internet]. 2012;10(3):269–88. Available from: <http://pse.litbang.deptan.go.id/ind/pdf/ART10-3e.pdf>
 11. Thyberg KL, Tonjes DJ. Resources , Conservation and Recycling Drivers of food waste and their implications for sustainable policy development. "Resources, Conserv Recycl [Internet]. 2016;106:110–23. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.resconrec.2015.11.016>
 12. Ishangulyyev R, Kim S, Lee SH. Understanding food loss and waste- why are we losing and wasting food? *Foods*. 2019;8(8).
 13. Quested TE, Parry AD, Eastal S, Swannell R. Food and drink waste from households in the UK. *Nutr Bull*. 2011;36(4):460–7.
 14. Secondi L, Principato L, Laureti T. Household food waste behaviour in EU-27 countries: A multilevel analysis. *Food Policy* [Internet]. 2015;56:25–40. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodpol.2015.07.007>
 15. Nafiroh F, Fuad IL. ESTIMASI FOOD WASTE BERAS RUMAH TANGGA DI PEMUKIMAN INDUSTRI (Studi Kasus di Desa Banjarkemantren Kecamatan Buduran Kabupaten Sidoarjo). *Agromix* [Internet]. 2019;10(1):30–43. Available from: <https://www.mendeley.com/catalogue/11f518ca-c28c-38d4-970c-1152c8baf013>
 16. Koivupuro HK, Hartikainen H, Silvennoinen K, Katajajuuri JM, Heikintalo N, Reinikainen A, et al. Influence of socio-demographical, behavioural and attitudinal factors on the amount of avoidable food waste generated in Finnish households. *Int J Consum Stud*. 2012;36(2):183–91.



Pengaruh Pemberian Minyak Ikan Lemuru Terhadap Kadar Glukosa Darah Puasa Pada Tikus *Wistar* Hiperglikemia

Dea Amanda Caressa^{1*}, Annis Catur Adi¹, Sri Adiningsih¹, Septyaningrum Putri Purwoto², dan Adi Pranoto³

¹Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Airlangga, Surabaya ²Program Studi Pendidikan Olahraga, STKIP PGRI Bangkalan, Bangkalan

³Program Studi Ilmu Kedokteran, Fakultas Kedokteran, Universitas Airlangga, Surabaya

Diterima: Oktober 2021

Direview: November 2021

Dimuat: Juli 2022

ABSTRACT

This study aimed to analyze the effect of giving lemuru fish oil on reducing fasting blood glucose levels in rats with hyperglycemia. This research is an experimental laboratory with The Randomized Post Test Only Control Group Design. The sample of this study was 25 male Rattus Norvegicus Strain Wistar rats, aged 2-3 months which were divided into five groups. The data analysis technique used one-way ANOVA and Tukey HSD tests. In the one-way ANOVA test, the P value (0.001) < 0.05. The results of Tukey HSD showed that the average GDP level was between K0 and K1 (P < 0.005), P1 and K1 (P < 0.005), P2 and K1 (P < 0.005), P3 and K1 (P < 0.005), while K0 and P1, K0 with P2, K0 with P3, P1 with P2, P1 with P3, and P2 with P3 showed no significant difference (P > 0.05). Based on the results of the study, it was concluded that there was a significant difference in the effect of giving lemuru fish oil (sardinella lemuru) on fasting blood glucose levels. There was a significant difference between K0 and K1, P1 and K1, P2 and K1, P3 and K1, while K0 and P1, K0 and P2, K0 and P3, P1 and P2, P1 and P3, and P2 and P3 did not show significant differences.

Keywords: Lemuru fish oil, omega-3, hyperglycemia, fasting blood glucose levels

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menganalisis efek pemberian minyak ikan lemuru terhadap penurunan kadar glukosa darah puasa pada tikus dengan hiperglikemia. Penelitian ini merupakan *experimental laboratories* dengan rancangan *The Randomized Post Test Only Control Group Design*. Sampel penelitian ini adalah 25 ekor tikus jenis *Rattus Norvegicus Strain Wistar* jantan, usia 2-3 bulan yang dibagi menjadi lima kelompok. Teknik analisis data menggunakan uji *one-way ANOVA* dan *Tukey HSD*. Pada uji *one-way ANOVA* didapatkan nilai P (0,001) < 0,05. Hasil *Tukey HSD* didapatkan rata-rata kadar GDP antara K₀ dengan K₁ (P < 0,005), P₁ dengan K₁ (P < 0,005), P₂ dengan K₁ (P < 0,005), P₃ dengan K₁ (P < 0,005), sedangkan K₀ dengan P₁, K₀ dengan P₂, K₀ dengan P₃, P₁ dengan P₂, P₁ dengan P₃, dan P₂ dengan P₃ tidak menunjukkan perbedaan signifikan (P > 0,05). Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa terdapat perbedaan pengaruh yang

signifikan pemberian minyak ikan lemuru (*sardinella lemuru*) terhadap kadar glukosa darah puasa. Terdapat perbedaan yang signifikan antara K₀ dengan K₁, P₁ dengan K₁, P₂ dengan K₁, P₃ dengan K₁, sedangkan K₀ dengan P₁, K₀ dengan P₂, K₀ dengan P₃, P₁ dengan P₂, P₁ dengan P₃, dan P₂ dengan P₃ tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan.

Kata Kunci: Minyak ikan lemuru, omega-3, hiperglikemia, kadar glukosa darah puasa

PENDAHULUAN

Diabetes Mellitus (DM) merupakan salah satu kasus yang menjadi masalah kesehatan dunia yang dinyatakan oleh *World Health Organization* (WHO) sebagai masalah epidemi secara global, sehingga memerlukan penanganan yang cepat dan tepat (WHO, 2019). DM termasuk golongan penyakit metabolik yang ditandai dengan kondisi hiperglikemia, sehingga dapat berdampak terhadap gangguan sekresi insulin, aktivitas insulin, gangguan metabolisme karbohidrat, lemak, dan protein (*American Diabetes Association* (ADA), 2018). Organisasi *International Diabetes Federation* (IDF) memperkirakan tingkat prevalensi DM di dunia usia 20-79 tahun mencapai 463 juta orang atau setara dengan 9,3% dari total penduduk pada usia 20-79 tahun. Tingkat prevalensi DM diperkirakan meningkat seiring penambahan usia menjadi 111,2 juta orang pada usia 65-79 tahun atau setara dengan 19,9% (IDF, 2017). Indonesia merupakan salah satu negara dengan penderita DM terbanyak keempat di dunia setelah India, China, dan Amerika Serikat, dengan tingkat prevalensi penderita DM mencapai 21,3 juta orang pada tahun 2030 (WHO, 2015). Hal ini merupakan proyeksi di masa mendatang. Sehingga diperlukan perhatian yang khusus akan prevalensi penderita DM tidak semakin meningkat.

Berbagai faktor yang mempengaruhi peningkatan jumlah penderita DM disebabkan oleh perubahan gaya hidup akibat transisi gizi terdiri dari 2 hal yaitu perubahan pola makan dan pola aktifitas

(Akrom et al., 2014). Perubahan gaya hidup seperti konsumsi makanan tinggi karbohidrat, lemak, dan gula, serta kurangnya aktivitas fisik dapat memicu terjadinya penyakit DM (Yao et al., 2016). Selain itu, perkembangan teknologi pangan juga dapat berkontribusi dalam perubahan pola konsumsi masyarakat dari makanan rebusan menjadi makanan gorengan. Sebagian besar makanan gorengan ditemukan di rumah tangga dengan menggunakan minyak jelantah (minyak goreng yang digunakan berulang kali) (Thadeus, 2015). Minyak jelantah diperkirakan sudah mengalami kerusakan akibat pemutusan rantai C karbon, karena suhu panas dengan peningkatan angka peroksida minyak goreng tersebut (Ghidurus et al., 2015).

Margarin adalah salah satu sumber lemak nabati yang mengandung 36-64% dari total asupan lemak trans. Ghafoorunisa (2018) dalam penelitiannya melaporkan bahwa individu dengan DM tipe 2 yang mengkonsumsi tinggi asam lemak trans (TFA) secara signifikan meningkatkan kadar glukosa darah postprandial (Ghafoorunissa, 2018). Pemberian margarin selama 3 minggu pada tikus putih wistar dengan kadar 2% atau sekitar 180,60±3,050 mg/dL secara signifikan meningkatkan kadar glukosa darah, hal ini disebabkan tingginya konsentrasi TFA dan kemungkinan pengaruh dari isomer TFA (Larasati et al., 2016). Peningkatan asupan TFA juga dapat mempengaruhi peningkatan konsentrasi *diacylglycerol*, yang dapat mengakibatkan aktifitas protein kinase θ

semakin tinggi yang akan berdampak pada fosforilasi *Insulin Receptor Substrate* (IRS) pada asam amino serina dan tidak memerlukan *phosphatidylinositol-3-kinase* (PI3K)/Akt. Hal ini akan menghalangi translokasi *Glucose Transporter Type 4* (GLUT4) yang mengakibatkan glukosa tetap berada di ekstrasel (Bernal, 2006).

Penderita DM yang mengkonsumsi obat anti DM yang memiliki berbagai efek samping. Efek samping yang ditimbulkan, seperti mual (*definite*) pada pemakaian *metformin* sebesar 18,53% dan *glimpiride* 13,33% (Sutama et al., 2017). Pemakaian *metformin* menyebabkan adanya abnormalitas pada sistem saraf dan menyebabkan tremor (Drugs.com, 2015; Ting et al., 2006). Selain *metformin* dan *glimpiride* juga ada *glibenklamid*. *Glibenklamid* memiliki potensi menimbulkan efek samping hipoglikemia sebesar 15,79%, hal ini disebabkan karena *glibenklamid* dapat menstimulasi sel beta pankreas untuk meningkatkan produksi insulin, sehingga menyebabkan penurunan glukosa darah (Ogbru et al., 2015; Sutama et al., 2017). Hingga saat ini pengobatan DM masih ditujukan dengan prinsip farmakologi, sedangkan obat anti diabetes oral memiliki berbagai efek samping yang tidak diinginkan, maka beberapa ahli memiliki ide untuk mengubah sistem pengobatan tradisional untuk DM yang relatif lebih aman dibandingkan dengan sistem farmakologi (Lodhe, 2011).

Obat untuk penderita DM juga ada yang berupa obat-obatan tradisional meliputi sumber hayati dan hewani. Indonesia merupakan negara maritim yang mempunyai kekayaan akan hasil laut salah satunya adalah berbagai jenis ikan.

Pemanfaatan minyak ikan digunakan luas sebagai suplemen makanan. Di Indonesia terdapat beberapa jenis ikan

yang mengandung kadar asam lemak omega 3 tinggi, seperti ikan lemuru (*Sardinella lemuru*). Namun, sebagian besar dimasyarakat minyak ikan lemuru masih digunakan sebagai bahan pakan ternak. Padahal beberapa kandungan yang terdapat dalam minyak ikan, seperti vitamin E, omega 3, vitamin A, omega 6, vitamin D, squalen, dan vitamin K (Ulven et al., 2011). Kandungan kadar omega-3 pada minyak ikan lemuru dari hasil pengalengan sebesar 29,68%. Selain itu, minyak ikan dengan asam lemak omega-3 memiliki sifat antioksidan (Engström et al., 2019). Secara normal, asam lemak ini diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan (Raghu & Venkatesan, 2018). Minyak ikan lemuru memiliki kandungan *polyunsaturated fatty acids* (PUFA) sebesar 75% dari total asam lemak (Winarno, 2004). Omega-3 PUFA, *eicosapentaenoic acid* (EPA) dan *docosahexaenoic acid* (DHA) memiliki fungsi penting terhadap penyakit kardiovaskular, kardiometabolik, dan peningkatan sistem imun dalam tubuh (Mahmood Freije & Nedham Awadh, 2011). Penelitian ini juga didukung oleh Webel et al. (2012) bahwa diet minyak ikan yang mengandung omega-3, mempunyai efek menguntungkan terhadap penyakit degeneratif kronik, antara lain penyakit kardiovaskuler (Webel & Higgins, 2012), rheumatoid arthritis (Calder, 2012), diabetes dan penyakit autoimun (Chapkin et al., 2011), serta kanker (Cockbain et al., 2012; Vaughan et al., 2012). Kandungan omega-3 yang terdapat di dalam minyak ikan dapat mengendalikan kandungan glukosa darah dan meningkatkan produksi insulin pada sel beta langerhans (Minarul, 2014).

Atas dasar hal tersebut maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis efek pemberian minyak ikan lemuru (*sardinella lemuru*) terhadap

penurunan kadar glukosa darah puasa pada tikus dengan hiperglikemia.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan *experimental laboratories*. Teknik pengambilan sampel dan pengelompokan sampel pada penelitian ini dilakukan dengan cara teknik acak sederhana (*simple random sampling*). Teknik acak Sampel pada penelitian ini menggunakan *Rattus Norvegicus Strain Wistar* yang didapatkan dari tempat pembiakan melalui UPT Hewan Coba Departemen Biokimia Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga Surabaya. Besar sampel penelitian yang digunakan ditentukan dengan menggunakan rumus Federer 1995 didapatkan setiap kelompok berjumlah 6 sampel, sehingga total sample berjumlah 30 ekor. Kriteria inklusi dalam penelitian ini, yaitu tikus jantan galur (*Rattus Norvegicus Strain Wistar*), usia 2 – 3 bulan dengan berat 150-200 gram, tikus tidak memiliki kelainan anatomis yang dapat dilihat dari ciri-ciri, seperti bermata jernih, bulu mengkilap, aktif, memiliki feces baik dan tidak lembek, belum digunakan sebagai sampel penelitian. Kriteria eksklusi, yaitu tikus terlihat sakit atau mati selama masa adaptasi dan penelitian.

Penelitian ini dilakukan di Lab. Biokimia Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga selama 6 minggu dengan rincian 1 minggu adaptasi, 2 minggu induksi dan 3 minggu intervensi. Sampel secara random dibagi menjadi lima kelompok, yaitu kelompok kontrol negatif (K_0) diberikan diet normal, kelompok kontrol positif (K_1) diberikan induksi margarin (2,3g/hari/ekor) selama 2 minggu kemudian diberikan diet normal selama 2 minggu, kelompok perlakuan 1 (P_1) diberikan induksi margarin selama 2 minggu (2,3g/hari/ekor) kemudian diberikan intervensi minyak ikan lemuru selama 3 minggu dengan dosis 0,34 ml/kgBB, kelompok perlakuan 2 (P_2) diberikan induksi margarin (2,3g/hari/ekor) selama 2 minggu kemudian diberikan intervensi minyak ikan lemuru selama 3 minggu dengan dosis 0,67 ml/kgBB dan kelompok perlakuan 3 (P_3) diberikan induksi margarin (2,3g/hari/ekor) selama 2 minggu kemudian diberikan intervensi minyak ikan lemuru selama 3 minggu dengan dosis 1,34 ml/kgBB. Penentuan dosis ekstrak minyak ikan lemuru pada penelitian didasarkan pada perhitungan tabel konversi dosis dan penelitian-penelitian sebelumnya sebagai berikut

Tabel 1 Konversi Perhitungan Dosis Pada Tikus

	Mencit 20 g	Tikus 200 g	Marmot 400 g	Kelinci 1,5 Kg	Kucing 2 Kg	Kera 4 Kg	Anjing 12 Kg	Manusia 70 Kg
Mencit 20 g	1,0	7,0	12,25	27,8	29,7	64,2	124,2	387,9
Tikus 200 g	0,14	1,0	1,74	3,9	4,2	9,2	17,8	56,0
Marmot 400 g	0,08	0,57	1,0	2,25	2,4	5,2	10,2	31,5
Kelinci 1,5 Kg	0,04	0,25	0,44	1,0	1,08	2,4	4,5	14,2
Kucing 2 Kg	0,03	0,23	0,41	0,92	1,0	2,2	4,1	13,0
Kera 4 Kg	0,016	0,11	0,19	0,42	0,45	1,0	1,9	6,1
Anjing 12 Kg	0,008	0,06	0,1	0,22	0,24	0,52	1,0	3,1
Manusia 70 Kg	0,0026	0,018	0,031	0,07	0,076	0,16	0,32	1,0

Hewan coba ditempatkan pada suhu ruangan $26\pm 2^{\circ}\text{C}$ dengan kelembapan 50-60% dan pencahayaan diatur dengan siklus gelap terang dengan regulasi 12 jam terang dan 12 jam gelap. Kandang tikus berukuran 30 x 45 x 20 cm, terbuat dari plastik tertutup kawat kasa yang dilengkapi tempat makan dan botol minum, setiap kandang di isi 3 ekor tikus. Pemberian minyak ikan lemuru dilakukan pada pukul 07.00 WIB dengan cara disonde, sedangkan pemberian makan dilakukan pada pukul 10.00 WIB dengan takaran 40 gram/tikus/24 jam. Penelitian ini mengikuti prinsip-prinsip kesejahteraan hewan coba dalam ilmu eksperimental yang diterbitkan dalam Konvensi Eropa untuk Perlindungan Hewan Vertebrata. Seluruh prosedur penelitian ini telah mendapatkan *Ethical Approval* dari Komisi Etik Penelitian FKG Universitas Airlangga nomor 410/HRECC.FODM/VII/2021.

Pemberian pakan menggunakan merk BRAVO 512, dengan komposisi air maks 12%, protein kasar 20,67%, lemak kasar 7,6%, serat kasar maks 5%, abu maks 7%, kalsium 0,9-1,1%, dan fosfor 0,6-0,9%. Kandungan bahan induksi TFA pada bahan makanan terlebih dahulu di uji dengan metode *Gas Chromatography*, sehingga diperoleh hasil dari hasil margarin yang dicairkan dengan suhu $>250^{\circ}\text{C}$ dengan 6 kali pengulangan yang memiliki kandungan TFA 3,8% per 100 gram bahan makanan. Pada penelitian ini juga menganalisis kandungan minyak ikan lemuru yang dilakukan sebelum dan setelah pemurnian yaitu hasil analisis menunjukkan bahwa total asam lemak sebelum pemurnian atau kasar sebesar 83,29%. Jadi minyak lemuru juga dianalisis sebelum dan setelah pemurnian. Hasil uji profil asam lemak minyak ikan lemuru kasar SFA (35,05%) yang didominasi oleh asam palmitat

(16,89%), MUFA (14,15%), yang didominasi oleh asam Palmitoleat (7,89%), PUFA (34,10%) yang didominasi oleh EPA sebesar 19,10% dan DHA sebesar 10,50%. Sedangkan pada minyak ikan lemuru setelah dilakukan pemurnian menunjukkan penurunan nilai asam lemak bebas yaitu terdiri dari SFA (32,71%) yang didominasi oleh asam palmitat (16,89%), MUFA (13,15%), yang didominasi oleh asam Palmitoleat (7,27%), PUFA (31,16%) yang didominasi oleh EPA sebesar 18,05% dan DHA sebesar 9,37%. Dan untuk analisis nilai peroksida yaitu 4,15 mEq/kg. Penelitian ini melakukan pemurnian dengan menggunakan metode mekanik dengan bahan bentonit dan arang aktif.

Pengambilan sampel darah dilakukan pada ventrikel kiri jantung tikus sebanyak 1-2 mL. Pengambilan darah dilakukan 24 jam pasca pemberian minyak ikan lemuru hari terakhir. Darah dicentrifuge selama 10 menit dengan kecepatan 3000 rpm. Pengukuran glukosa darah puasa dilakukan setelah intervensi menggunakan metode spektrofotometri dengan alat spektrofotometer satuan konsentrasi mg/dL.

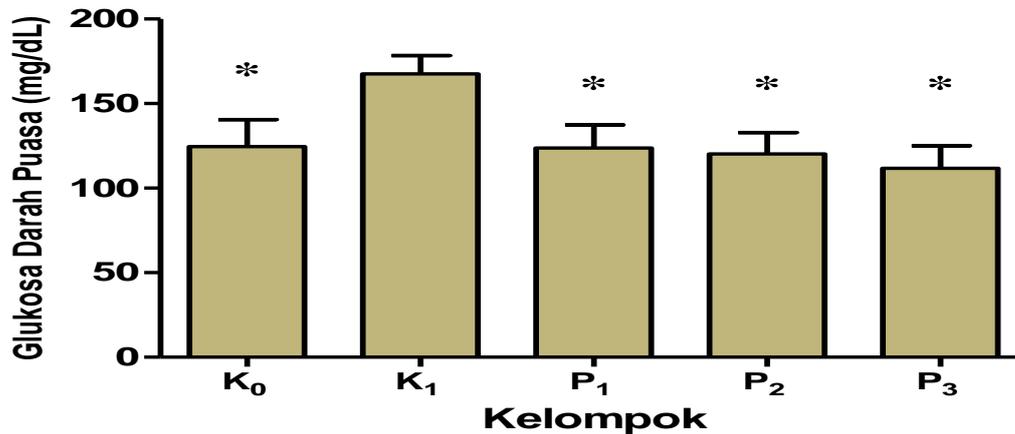
Analisis statistika menggunakan software SPSS versi 21. Uji normalitas menggunakan uji *Shapiro-Wilk*, sedangkan uji homogenitas menggunakan uji *Levene test*. Uji beda menggunakan *one-way ANOVA* dan dilanjutkan uji *Tukey HSD post-hoc test*. Seluruh data ditampilkan dengan $\text{mean}\pm\text{SD}$. Semua analisis statistika menggunakan taraf signifikan ($P < 0.05$).

HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rerata kadar glukosa darah puasa setelah intervensi minyak ikan lemuru pada K_0 ($124,60 \pm 15,92$ mg/dL), K_1 ($167,60 \pm 10,81$ mg/dL), P_1 ($123,80 \pm 13,65$

mg/dL), P₂ (120,20 ± 12,76 mg/dL), P₃ (111,80 ± 13,31 mg/dL). Untuk lebih

jelas lihat Gambar 1 berikut.



Keterangan: K₀ (Kelompok kontrol negatif (diet normal tanpa induksi ALT)); K₁ (Kelompok kontrol positif (diet normal+induksi ALT dan tanpa Perlakuan MIL)); P₁ (Induksi ALT dan Perlakuan MIL 0,34 ml/kgBB); P₂ (Induksi ALT dan Perlakuan MIL 0,67 ml/kgBB); P₃ (Induksi ALT dan Perlakuan MIL 1,34 ml/kgBB). Data ditampilkan dengan *mean ± Standard Deviation (SD)*. *p*-Value diperoleh menggunakan uji beda *one-way ANOVA* dan dilanjutkan uji *Tukey Honestly Significant Difference (HSD) post-hoc test*. (*) Signifikan vs. K₁ (*P* < 0,05).

Gambar 1. Rata-rata Kadar Glukosa Darah Puasa Hewan Coba

Berdasarkan Gambar 1 terlihat bahwa kadar GDP pada P₃ lebih rendah dibandingkan dengan K₀, K₁, P₁, dan P₂. Selanjutnya dilakukan Uji normalitas, menunjukkan distribusi kadar glukosa darah puasa (GDP) setelah induksi adalah normal (*p*>0,05), maka analisis selanjutnya dengan uji homogenitas dengan menggunakan uji *Levene Test*, menunjukkan distribusi data kadar glukosa darah puasa (GDP) adalah homogen (*p*>0,5). Setelah memenuhi prasyarat tersebut maka dilakukan analisis uji Anova.

Hasil analisis *one-way ANOVA* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan rerata kadar GDP (*P* < 0,001). Hasil analisis *Tukey HSD post-hoc test* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara K₀ dengan K₁ (*P* < 0,001), P₁ dengan K₁ (*P* < 0,001), P₂ dengan K₁ (*P* < 0,001), P₃ dengan K₁ (*P* < 0,001), sedangkan K₀ dengan P₁, K₀ dengan P₂, K₀ dengan P₃, P₁ dengan P₂, P₁ dengan P₃, dan P₂ dengan P₃ tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan (*P* > 0,05). Yang diperjelas pada tabel dibawah ini.

Tabel 2 Tukey HSD post-hoc test

Kelompok	Keterangan
K ₀ dengan K ₁	Berbeda signifikan
P ₁ dengan K ₁	Berbeda Signifikan
P ₃ dengan K ₁	Berbeda Signifikan
P ₃ dengan K ₁	Berbeda Signifikan
K ₀ dengan P ₁	Tidak berbeda signifikan
K ₀ dengan P ₂	Tidak berbeda signifikan
K ₀ dengan P ₃	Tidak berbeda signifikan
P ₁ dengan P ₂	Tidak berbeda signifikan
P ₁ dengan P ₃	Tidak berbeda signifikan
P ₂ dengan P ₃	Tidak berbeda signifikan

PEMBAHASAN

Trans Fatty Acid (TFA) yang diperoleh dari bahan makanan dapat mengakibatkan terjadinya akumulasi dalam bentuk Triacylglycerol dan Phospholipid di dalam liver dan otot yang dapat menciptakan metabolit, yaitu *Diacylglycerol* (DAG), ceramide, sehingga menyebabkan aktivasi protein kinase (PKC θ). Aktivasi PKC θ menyebabkan peningkatan serin/treonine kinase serta serine phosphorylation pada insulin receptor substrat (IRS)-1, dan mengakibatkan penurunan aktivitas *phosphoinositol 3 kinase* (PI3K). Penurunan aktivasi PI3K oleh IRS menyebabkan penurunan translokasi GLUT4 pada permukaan membran, sehingga mengakibatkan transport gula dari darah ke jaringan terhambat (Weickert, 2012). Reaksi dari mekanisme tersebut cukup cepat dan dapat menginduksi resistensi insulin dalam beberapa hari bahkan jam dalam merespon terhadap influx lemak dalam jumlah yang besar (Kumar & Satish, 2014). Kadar glukosa darah yang terjadi peningkatan juga dapat mengakibatkan penambahan terbentuknya ROS, melalui reaksi oksidasi yang mendorong lebih banyak elektron NADH dan FADH₂

masuk ke dalam rantai transport elektron (Suarsana et al., 2011).

TFA yang meningkat dalam darah akan berpengaruh pada sensitivitas insulin dan berdampak pada kemampuan sel-sel beta pankreas dalam mensekresi insulin untuk melepaskan insulin yang berdampak terhadap terjadinya hiperinsulinemia sehingga menyebabkan resistensi insulin (American Diabetes Association, 2017; Karpe et al., 2011). Latar belakang dari peningkatan kadar gula darah puasa yaitu keluaran glukosa hati yang mengalami penambahan namun juga mengakibatkan lipolisis jaringan adiposa berkurang yang menyebabkan terjadinya hiperglikemia dan mengarah pada terjadinya DMT2 (Ley et al., 2014). Menurut Wulandari (2010), tikus dalam kondisi hiperglikemia saat puasa mempunyai jumlah kadar gula darah puasa >135 mg/dL.

Beberapa studi dalam suatu populasi in vivo telah menyarankan bahwa konsumsi minyak ikan secara teratur bisa mengurangi risiko penyakit kardiovaskular (Kris-Etherton et al., 2002). Kandungan omega 3 pada minyak ikan lebih tinggi dibandingkan dengan minyak nabati (Rubio-Rodríguez et al., 2010). Ikan lemuru merupakan salah satu

jenis ikan tropis yang memiliki kandungan asam lemak omega-3 yang tinggi. Hal tersebut disebabkan habitat ikan lemuru banyak memakan plankton maupun alga-alga kecil yang banyak menghasilkan elemen asam lemak omega-3. Ikan terbagi kedalam tiga golongan berdasarkan kandungan lemak, yaitu ikan dengan kandungan lemak rendah ($\leq 2\%$), kandungan lemak sedang (2-3%), dan kandungan lemak tinggi ($\geq 4\%$) (Winarno, 2004). Asam lemak pada minyak ikan memiliki perbedaan kandungan tergantung dari wilayah penangkapan, waktu penangkapan,

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa kadar glukosa darah puasa pada tikus galur wistar jantan yang diberi minyak ikan lemuru dengan dosis 1,34 ml/KgBB selama 3 minggu menunjukkan penurunan kadar glukosa darah puasa lebih tinggi dibandingkan kelompok lainnya. Hasil uji *one-way ANOVA* menunjukkan bahwa terdapat perbedaan secara signifikan rerata kadar glukosa darah puasa antar kelompok kontrol vs. kelompok perlakuan. Hasil uji *Tukey HSD post-hoc test* menunjukkan bahwa semua kelompok perlakuan (P1, P2, P3) menunjukkan perbedaan signifikan dengan kelompok kontrol positif (K_1) ($P < 0,05$), hal tersebut menunjukkan bahwa semua dosis mempunyai efek yang sama pada penurunan kadar glukosa darah puasa. Hal ini kemungkinan disebabkan kondisi biologis yang berbeda pada setiap tikus dalam menerima perlakuan yang diberikan. Kemungkinan lain karena adanya kandungan omega 3 terutama EPA dan DHA yang terdapat pada minyak ikan lemuru. Minyak ikan lemuru memiliki kandungan omega 3 yang tinggi yaitu EPA dan DHA. Kandungan EPA minyak ikan lemuru setelah pemurnian menggunakan metode mekanik sebesar 18,05% w/w dan DHA sebesar 9,37% w/w.

ukuran ikan, jenis, makanan, tempat hidup, dan lain-lain (Ibrahim et al., 2015). Minyak ikan yang berkualitas dapat dinilai berdasarkan parameter oksidasi yang meliputi nilai peroksida (PV) ≤ 5 meq/kg, nilai anisidin ≤ 20 meq/kg, total oksidasi (totox) $\leq 26,00$ meq/kg dan bilangan asam lemak bebas $\leq 1,50\%$ (IFOS, 2014). Pada penelitian ini dilakukan uji peroksida minyak ikan lemuru dengan nilai 4,15 meq/kg yang berarti tidak melebihi ambang nilai batas peroksida sehingga minyak tersebut aman untuk dikonsumsi.

Asam lemak omega 3 memiliki efek sebagai kontrol glikemik dan profil lipid. Padahal kontrol glikemik, asam lemak omega 3 dapat menyebabkan terjadinya penurunan glukosa darah serta peningkatan sensitivitas insulin melalui stimulasi sekresi GLP-1, penurunan stres retikulum endoplasma, dan perbaikan fungsi dari mitokondria (Iwase et al., 2015). Penelitian yang dilakukan Wang et al. (2018) membuktikan bahwa diet LCHP yang dikombinasikan dengan suplementasi omega-3 PUFA secara efektif menurunkan kadar glukosa darah puasa dan meminimalkan fluktuasi glukosa darah postprandial, dimana omega-3 PUFA dapat menurunkan glukoneogenesis asam amino dengan menghambat aktivitas enzim ALT hati (Wang et al., 2017). Penelitian di Italia didapatkan bahwa dengan memberikan suplemen Omega-3 selama 12 minggu dapat menurunkan kadar glukosa puasa 12% (De Caterina et al., 2007). Girón et al. (1999) dalam penelitiannya melaporkan bahwa konsumsi Omega-3 dapat menurunkan kadar gula darah dengan meningkatkan transporter GLUT-4 yang akan menginduksi transport glukosa ke otot. Penelitian lain juga melaporkan hasil yang sama bahwa terdapat penurunan kadar glukosa puasa setelah pemberian Omega-3 pada tikus dengan kondisi DM (Hussein et al.,

2011). Studi selanjutnya juga melaporkan bahwa suplementasi omega-3 dengan dosis 4g/hari selama sepuluh minggu menyebabkan terjadinya peningkatan sensitivitas insulin pada sampel manusia (Farsi et al., 2014).

Asam lemak omega-3 pada minyak ikan yang lebih dominan adalah EPA dan DHA (Manduapessy, 2017). Ikan lemuru mengandung 13,7% EPA, 8,9 DHA, dan 26,8 % total omega-3 dari total minyak (Estiasih & Ahmadi, 2012; Sarker, 2020). Berbagai penelitian menyebutkan bahwa omega-3 dapat menekan kadar trigliserida, meningkatkan HDL, menghambat agregasi platelet, menekan stres oksidatif dan inflamasi (Raghu & Venkatesan, 2018). Penelitian ini juga didukung oleh Weibel & Higgins (2012) bahwa diet minyak ikan yang memiliki kandungan omega-3, mempunyai efek menguntungkan terhadap penyakit, rheumatoid arthritis (Calder, 2012), diabetes dan penyakit autoimun (Chapkin et al., 2011), serta kanker (Cockbain et al., 2012; Vaughan et al., 2012). DHA juga telah dibuktikan memiliki sifat antioksidan pada berbagai sel (Sharma et al., 2012). DHA dapat menekan aktivasi faktor transkripsi sensitif oksidan (Martorell et al., 2014). Pemberian omega-3 dapat memperbaiki fungsi endotel pada sindroma metabolik (Fuentes et al., 2018). Pemberian omega-3 dosis 2 gr/hari selama 12 minggu pada penderita sindrom metabolik menunjukkan hasil penurunan IL-6, kadar trigliserida, total kolesterol, glukosa darah puasa dan disfungsi endotel yang diukur menggunakan *Flow Mediated Dilatation* (FMD) (Jiang et al., 2012).

Suplementasi dengan n-3 LC-PUFAs dapat meningkatkan beberapa fitur sindrom metabolik terkait obesitas seperti resistensi insulin, hiperglikemik, hipertensi, dan dislipidemia dengan menurunkan trigliserida plasma (Kromhout et al., 2011; Lorente et al.,

2013). Penelitian tersebut didukung oleh beberapa penelitian lain bahwa Omega-3 PUFA, DHA dan EPA pada minyak ikan efektif dalam mengurangi trigliserida pada DMT2, menghambat terjadinya inflamasi, meningkatkan sensitivitas insulin sistemik, menurunkan kadar sCD163 dan memperbaiki homeostatis sel beta pankreas yang kemungkinan dikarenakan adanya penurunan konsentrasi NEFA (Farsi, 2016; Flachs et al., 2014; Gao et al., 2017; Itsiopoulos et al., 2018; Keapai et al., 2016; Oh et al., 2010; Pingali et al., 2020; Rossi et al., 2015; Toupchian et al., 2016; Xin et al., 2012). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Da Oh Young et al (2011) memperlihatkan bahwa G protein-coupled reseptor 120 (GPR120) berfungsi sebagai reseptor/sensor u-3 FA, stimulasi GPR120 dengan u-3 FAs atau agonis kimia yang berdampak pada antiinflamasi yang luas pada sel RAW 264,7 monositik dan makrofag intraperitoneal primer dan peradangan pada jaringan yang diatasi oleh makrofag kronis yang merupakan proses dari resistensi insulin yang mengarah pada terjadinya gangguan pada sel beta pankreas pada pasien obesitas (Oh et al., 2010).

Pada penelitian yang dilakukan Blesky et al (2007) bahwa dosis minyak ikan lemuru sebesar 0,55ml/100gr pada tikus yang dikonversikan dengan dosis menggunakan berat 200gr menjadi $0,55\text{ml} \times 2 = 1,1\text{ml}/200\text{gr}$ dalam 21 hari efektif dalam menurunkan jumlah kadar glukosa darah dan TNF Alfa pada tikus yang diinduksi diabetes mellitus. Dan menurut Patterson et al (2012), bahwa dosis efektif omega 3 yang diberikan kepada manusia yaitu diantara 3 hingga 5 gram/hari.

Peneliti memiliki keterbatasan pada uji toksisitas dikarenakan tidak bisa mengontrol secara langsung terkait analisis arthemia salina. Akurasi hasil tidak memenuhi target yang diinginkan

dikarenakan keterbatasan pada laboran. Analisis toksisitas menggunakan metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT) yang harus tersedia bahan yang cukup seperti salinitas air yang sudah disesuaikan dengan kondisi organisme yang menjadi parameter saat dilakukan analisis. Penelitian ini tidak memakai variasi lama waktu pemberian minyak ikan lemuru (*Sardinella lemuru*), hanya menggunakan variasi dosis sehingga belum dapat membandingkan efek pada lamanya pemberian minyak ikan lemuru (*Sardinella lemuru*) pada waktu yang berbeda.

SIMPULAN

Pemanfaatan minyak ikan lemuru bisa mulai diaplikasikan di Indonesia mengingat potensinya yang cukup besar untuk penyakit prediabetes. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menambah jumlah variabel yang diteliti yaitu perbedaan minyak ikan lemuru dengan jenis minyak ikan lainnya yang dikaitkan dengan penurunan kadar glukosa darah dan resistensi insulin. Sebelum minyak ikan lemuru dikomersialkan maka perlu dilakukan penelitian lanjutan terkait pemberian minyak ikan lemuru terhadap sampel manusia yaitu disesuaikan dengan kelompok usia dan kondisi fisiologis yang berbeda-beda, sasaran diutamakan pada orang sehat terlebih dahulu serta mencermati dosis terkecil. Hal tersebut dilakukan agar minyak sesuai standar SNI dan layak untuk dikonsumsi manusia. Konsumsi minyak ikan lemuru pada orang dewasa yang digunakan untuk menurunkan kadar glukosa darah dan resistensi insulin direkomendasikan dengan menggunakan dosis 19 mL atau setara dengan 1-2 sendok makan per hari yaitu dapat dilihat dari efek dan daya terima.

Terdapat perbedaan pengaruh yang signifikan pemberian minyak ikan lemuru (*Sardinella lemuru*) terhadap kadar

glukosa darah puasa (GDP) pada tikus galur wistar jantan yang diinduksi asam lemak trans (margarin) atau diet tinggi lemak. Rerata kadar glukosa darah puasa terendah terjadi pada kelompok perlakuan 3 (P₃) sebesar 111,8±11,91, yaitu kelompok dengan pemberian dosis minyak ikan lemuru sebesar 1,34 ml/KgBB, hal tersebut disebabkan karena tingginya kandungan Omega 3 terutama EPA dan DHA pada minyak ikan lemuru yang telah dimurnikan yaitu sebesar 18,05% dan 9,37%.

Terbatasnya bukti penelitian yang menjelaskan terkait pengaruh pemberian minyak ikan lemuru (*Sardinella lemuru*) terhadap penurunan kadar glukosa darah puasa, sehingga diperlukan penelitian lanjutan yang dapat menegakkan teori lanjutan terkait pengaruh pemberian minyak ikan lemuru dengan kadar glukosa darah puasa.

DAFTAR RUJUKAN

1. Akrom, Harjanti, & Armansyah. (2014). Efek Hipoglikemik Ekstrak Etanol Umbi Ketela Rambat (*Ipomoea batatas* P) (EEUKR) pada Mencit Swiss yang Diinduksi Aloksan. *Pharmaciana*, 4(1), 65–76.
2. American Diabetes Association. (2017). *Standards of Medical Care in Diabetes*. *Diabetes Care*. 38(1), S1–S93.
3. American Diabetes Association (ADA). (2018). *Standards of medical care in diabetes*. *Diabetes Care*. 37(suppl 1): S1.
4. Calder, P. C. (2012). Long-chain fatty acids and inflammation. *Proceedings of the Nutrition Society*, 71(2), 284–289. <https://doi.org/10.1017/S0029665112000067>
5. Chapkin, R. S., McMurray, D. N., Davidson, L. A., Patil, B. S., Fan, Y.-Y., & Lupton, J. R. (2011). Bioactive dietary long-chain fatty

- acids: Emerging mechanisms of action. *British Journal of Nutrition*, 100(6), 1152–1157. <https://doi.org/10.1017/S0007114508992576>
6. Cockbain, A. J., Toogood, G. J., & Hull, M. A. (2012). Omega-3 polyunsaturated fatty acids for the treatment and prevention of colorectal cancer. *Gut*, 61(1), 135–149. <https://doi.org/10.1136/gut.2010.233718>
 7. De Caterina, R., Madonna, R., Bertolotto, A., & Schmidt, E. B. (2007). n-3 Fatty Acids in the Treatment of Diabetic Patients: Biological rationale and clinical data. *Diabetes Care*, 30(4), 1012–1026. <https://doi.org/10.2337/dc06-1332>
 8. Drugs.com. (2015). *Glimepiride Side Effects*. 2015. ([Http://www.drugs.com/sfx/glimepirideside—Effects.html](http://www.drugs.com/sfx/glimepirideside—Effects.html). Diakses 5 februari 2021).
 9. Engström, K., Saldeen, A.-S., Yang, B., Mehta, J. L., & Saldeen, T. (2019). Effect of fish oils containing different amounts of EPA, DHA, and antioxidants on plasma and brain fatty acids and brain nitric oxide synthase activity in rats. *Upsala Journal of Medical Sciences*, 114(4), 206–213. <https://doi.org/10.3109/03009730903268958>
 10. Estiasih, & Ahmadi. (2012). 2012. Pembuatan trigliserida kaya asam lemak ω -3 dari minyak hasil samping pengalengan ikan lemuru (*Sardinella longiceps*). *Jurnal Teknologi Pertanian*, 5(3), 116–128.
 11. Farsi, D. (2016). *Prevalence of obesity in elementary school children and its association with dental caries*. *Saudi Med J*, 12, 37.
 12. Farsi, P. F., Djazayery, A., Eshraghian, M. R., Koohdani, F., Saboor-Yaraghi, A. A., Derakhshanian, H., Zarei, M., Javanbakht, M. H., & Djalali, M. (2014). Effects of supplementation with omega-3 on insulin sensitivity and non-esterified free fatty acid (NEFA) in type 2 diabetic patients. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia*, 58(4), 335–340. <https://doi.org/10.1590/0004-2730000002861>
 13. Flachs, P., Rossmeisl, M., & Kopecky, J. (2014). The Effect of n-3 Fatty Acids on Glucose Homeostasis and Insulin Sensitivity. *Physiological Research*, S93–S118. <https://doi.org/10.33549/physiolres.932715>
 14. Fuentes, N. R., Kim, E., Fan, Y.-Y., & Chapkin, R. S. (2018). Omega-3 fatty acids, membrane remodeling and cancer prevention. *Molecular Aspects of Medicine*, 64, 79–91. <https://doi.org/10.1016/j.mam.2018.04.001>
 15. Gao, H., Geng, T., Huang, T., & Zhao, Q. (2017). Fish oil supplementation and insulin sensitivity: A systematic review and meta-analysis. *Lipids in Health and Disease*, 16(1), 131. <https://doi.org/10.1186/s12944-017-0528-0>
 16. Ghafoorunissa. (2018). Role of trans fatty acids in health and challenges to their reduction in Indian foods. *Asia Pac J Clin Nutr*, 17(1), 212–215.
 17. Ghidurus, Turtoi, Boskou, & Niculita. (2015). Nutritional and

- Health Aspects Related to Frying (I). *Romanian Biotechnological Letters*, 15(5), 121–123.
18. Girón, M. D., Salto, R., Hortelano, P., Periago, J. L., Vargas, A. M., & Suárez, M. D. (1999). Increased diaphragm expression of GLUT4 in control and streptozotocin-diabetic rats by fish oil-supplemented diets. *Lipids*, 34(8), 801–807. <https://doi.org/10.1007/s11745-999-0426-0>
19. Hussein, J., Mostafa, E., El-Waseef, M., El-Khayat, Z., Badawy, E., & Medhat, D. (2011). Effect of Omega-3 Fatty Acids on Erythrocyte Membrane in Diabetic Rats. *Macedonian Journal of Medical Sciences*, 4(3), 234–239. <https://doi.org/10.3889/MJMS.1857-5773.2011.0180>
20. Ibrahim, Suptijah, & Yogaswara. (2015). Karakterisasi Minyak Ikan Dari Hasil Samping Industri Penepungan Ikan Lemuru (*Sardinella Lemuru*) Dengan Metode Pemurnian Alkali. *Dinamika Maritim*, 1, 1–7.
21. IDF. (2017). *International Diabetes Federation Diabetes Atlas 8th ed2017*.
22. Itsiopoulos, C., Marx, W., Mayr, H. L., Tatuco-Babet, O. A., Dash, S. R., George, E. S., Trakman, G. L., Kelly, J. T., Thomas, C. J., & Brazionis, L. (2018). The role of omega-3 polyunsaturated fatty acid supplementation in the management of type 2 diabetes mellitus: A narrative review. *Journal of Nutrition & Intermediary Metabolism*, 14, 42–51. <https://doi.org/10.1016/j.jnim.2018.02.002>
23. Iwase, Y., Kamei, N., & Takeda-Morishita, M. (2015). Antidiabetic Effects of Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids: From Mechanism to Therapeutic Possibilities. *Pharmacology & Pharmacy*, 06(03), 190–200. <https://doi.org/10.4236/pp.2015.63020>
24. Jiang, Zhu, & Mcginley. (2012). Identification of a molecular signature underlying inhibition of mammary carcinoma growth by dietary n-3 fatty acids. *Cancer Res*, 72, fatty acids. *Cancer Res*. 2012, 72, 3795–3806.
25. Karpe, F., Dickmann, J. R., & Frayn, K. N. (2011). Fatty Acids, Obesity, and Insulin Resistance: Time for a Reevaluation. *Diabetes*, 60(10), 2441–2449. <https://doi.org/10.2337/db11-0425>
26. Keapai, W., Apichai, S., Amornlerdpison, D., & Lailerd, N. (2016). Evaluation of fish oil-rich in MUFAs for anti-diabetic and anti-inflammation potential in experimental type 2 diabetic rats. *The Korean Journal of Physiology & Pharmacology*, 20(6), 581. <https://doi.org/10.4196/kjpp.2016.20.6.581>
27. Kris-Etherton, P. M., Harris, W. S., & Appel, L. J. (2002). Fish Consumption, Fish Oil, Omega-3 Fatty Acids, and Cardiovascular Disease. *Circulation*, 106(21), 2747–2757. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.000038493.65177.94>
28. Kromhout, D., Geleijnse, J. M., de Goede, J., Oude Griep, L. M., Mulder, B. J. M., de Boer, M.-J., Deckers, J. W., Boersma, E., Zock, P. L., & Giltay, E. J. (2011). N-3 Fatty Acids, Ventricular Arrhythmia-Related Events, and Fatal Myocardial Infarction in Postmyocardial

- Infarction Patients With Diabetes. *Diabetes Care*, 34(12), 2515–2520.
<https://doi.org/10.2337/dc11-0896>
29. Kumar, S., & Satish, C. (2014). Insulin Resistance. *Asian Pacific Journal of Health Sciences*, 1(4s), 71–78.
30. Larasati, R., Wirjatmadi, B., & Merryana, A. (2016). Pengaruh Pemberian Trans Fatty Acid (Tfa) Dari Margarin Dan Minyak Kelapa Sawit Yang Dipanaskan Berulang Terhadap Kadar Glukosa Darah Puasa Pada Tikus Wistar. *The Indonesian Journal of Public Health*, II(1), 69–77.
31. Ley, S. H., Hamdy, O., Mohan, V., & Hu, F. B. (2014). Prevention and management of type 2 diabetes: Dietary components and nutritional strategies. *The Lancet*, 383(9933), 1999–2007.
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)60613-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)60613-9)
32. Lorente, C., Costa, A., Carretero, S., Zabala, M., & Martinez, A. (2013). Role of omega-3 fatty acids in obesity, metabolic syndrome, and cardiovascular diseases: A review of the evidence. *Journal of Physiology and Biochemistry volume*, 69, 633–651.
33. Mahmood Freije, A., & Nedham Awadh, M. (2011). Fatty acid compositions of *Turbo coronatus* Gmelin 1791. *British Food Journal*, 112(10), 1049–1062.
<https://doi.org/10.1108/00070701011080195>
34. Manduapessy. (2017). *Profil Asam Lemak Ikan Layang Segar (Decapterus macrosama)*. *Majalah Biam Vol 13 (1): 42-46* Winarno, F.G. (2002). *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
35. Martorell, M., Capó, X., Sureda, A., Batle, J. M., Llompарт, I., Argelich, E., Tur, J. A., & Pons, A. (2014). Effect of DHA on plasma fatty acid availability and oxidative stress during training season and football exercise. *Food & Function*, 5(8), 1920.
<https://doi.org/10.1039/C4FO00229F>
36. Minarul, I. (2014). Effects of Conjugated Linoleic Acid and Hilsha Fish Oil (Tenulosa Ilisha) on Alloxan Induced Diabetes Mellitus in Sprague Dawley Rats. *Journal of Diabetes & Metabolism*, 05(08).
<https://doi.org/10.4172/2155-6156.1000412>
37. Ogburu, Williams, & Marks. (2015). *Insulin: Drug Facts, Side Effects and Dosing*. ([Http://www.medicinenet.com/insulin/article.htm](http://www.medicinenet.com/insulin/article.htm). Diakses 5 februari 2021).
38. Oh, D. Y., Talukdar, S., Bae, E. J., Imamura, T., Morinaga, H., Fan, W., Li, P., Lu, W. J., Watkins, S. M., & Olefsky, J. M. (2010). GPR120 Is an Omega-3 Fatty Acid Receptor Mediating Potent Anti-inflammatory and Insulin-Sensitizing Effects. *Cell*, 142(5), 687–698.
<https://doi.org/10.1016/j.cell.2010.07.041>
39. Pingali, U., Nutalapati, C., & Illendulla, V. S. (2020). Evaluation of the Effect of Fish Oil Alone and in Combination with a Proprietary Chromium Complex on Endothelial Dysfunction, Systemic Inflammation and Lipid Profile in Type 2 Diabetes Mellitus – A Randomized, Double-Blind,

- Placebo-Controlled Clinical Study. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy, Volume 13*, 31–42. <https://doi.org/10.2147/DMSO.S220046>
40. Raghu, B., & Venkatesan, P. (2018). Effect of n-3 fatty acid supplementation on blood glucose, lipid profile and cytokines in humans: A pilot study. *Indian Journal of Clinical Biochemistry*, 23(1), 85–88. <https://doi.org/10.1007/s12291-008-0020-8>
41. Rossi, A. S., Lombardo, Y. B., Lacorte, J.-M., Chicco, A. G., Rouault, C., Slama, G., & Rizkalla, S. W. (2015). Dietary fish oil positively regulates plasma leptin and adiponectin levels in sucrose-fed, insulin-resistant rats. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 289(2), R486–R494. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00846.2004>
42. Rubio-Rodríguez, N., Beltrán, S., Jaime, I., de Diego, S. M., Sanz, M. T., & Carballido, J. R. (2010). Production of omega-3 polyunsaturated fatty acid concentrates: A review. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 11(1), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2009.10.006>
43. Sarker, S. (2020). By-products of fish-oil refinery as potential substrates for biogas production in Norway: A preliminary study. *Results in Engineering*, 6, 100137. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2020.100137>
44. Sharma, Katyal, Grewal, Behera, & Budhiraja. (2012). Effect of Antioxidants Such as β Carotene, Vitamin C and Vitamin E on Oxidative Stress, Thermal Hyperalgesia and Cold Allodynia in Streptozotocin Induced Diabetic Rats. *The International Journal of Pharmacology*, 1531–2976.
45. Suarsana, I. N., Utama, I. H., Agung, I. G., & Suartini, A. (2011). Pengaruh Hiperglikemia dan Vitamin E pada Kadar Malonaldehida dan Enzim Antioksidan Intrasel Jaringan Pankreas Tikus. *Majalah Kedokteran Bandung*, 43(2), 72–76. <https://doi.org/10.15395/mkb.v43n2.46>
46. Sutama, Achmad, & Rachma. (2017). Kejadian Efek Samping Potensial Terapi Obat Anti Diabetes Pasien Diabetes Melitus Berdasarkan Algoritma Naranjo. *Pharmaceutical Journal Of Indonesia*, 2(2), 45–50.
47. Thadeus, M. (2015). *Dampak Konsumsi Minyak Jelantah Terhadap Kerusakan Oksidatif DNA (Kajian Aspek: Biologi Molekuler dan Imunologi)*, Yogyakarta.
48. Ting, Szeto, Chan, Ma, & Chow. (2006). Risk factors of vitamin B(12) deficiency in patients receiving metformin. *Arch Intern Med*, 166(18), 1975–1979.
49. Toupchian, O., Sotoudeh, G., Mansoori, A., Nasli-Esfahani, E., Djalali, M., Keshavarz, S. A., & Koohdani, F. (2016). Effects of DHA-enriched fish oil on monocyte/macrophage activation marker sCD163, asymmetric dimethyl arginine, and insulin resistance in type 2 diabetic patients. *Journal of Clinical Lipidology*, 10(4), 798–807.

- <https://doi.org/10.1016/j.jacl.2016.02.013>
50. Ulven, S. M., Kirkhus, B., Lamglait, A., Basu, S., Elind, E., Haider, T., Berge, K., Vik, H., & Pedersen, J. I. (2011). Metabolic Effects of Krill Oil are Essentially Similar to Those of Fish Oil but at Lower Dose of EPA and DHA, in Healthy Volunteers. *Lipids*, 46(1), 37–46.
<https://doi.org/10.1007/s11745-010-3490-4>
51. Vaughan, R. A., Garcia-Smith, R., Bisoffi, M., Conn, C. A., & Trujillo, K. A. (2012). Conjugated linoleic acid or omega 3 fatty acids increase mitochondrial biosynthesis and metabolism in skeletal muscle cells. *Lipids in Health and Disease*, 11(1), 142.
<https://doi.org/10.1186/1476-511X-11-142>
52. Wang, L. Z., Cheung, C. Y., Tapp, R. J., Hamzah, H., Tan, G., Ting, D., Lamoureux, E., & Wong, T. Y. (2017). Availability and variability in guidelines on diabetic retinopathy screening in Asian countries. *British Journal of Ophthalmology*, 101(10), 1352–1360.
<https://doi.org/10.1136/bjophthal-mol-2016-310002>
53. Webel, A. R., & Higgins, P. A. (2012). The Relationship Between Social Roles and Self-Management Behavior in Women Living with HIV/AIDS. *Women's Health Issues*, 22(1), e27–e33.
<https://doi.org/10.1016/j.whi.2011.05.010>
54. WHO. (2015). *Diabetes Programme about World Diabetes Day 2015*.
55. WHO. (2019). *Classification of Diabetes Mellitus 2019*.
56. Winarno. (2004). *Kimia Pangan dan Gizi. Jakarta (ID): Gramedia Pustaka Utama*.
57. Xin, W., Wei, W., & Li, X. (2012). Effect of Fish Oil Supplementation on Fasting Vascular Endothelial Function in Humans: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *PLoS ONE*, 7(9), e46028.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0046028>.
58. Yao, F., Zhang, M., & Chen, L. (2016). 5'-Monophosphate-activated protein kinase (AMPK) improves autophagic activity in diabetes and diabetic complications. *Acta Pharmaceutica Sinica B*, 6(1), 20–25.
<https://doi.org/10.1016/j.apsb.2015.07.009>.



Perubahan Berat Badan Tikus Sprague Dawley Setelah Pemberian Ekstrak Kurma Ajwa

Marzelina Karim^{1,2*}, Nurpudji Astuti Daud³, Agussalim Bukhari³, Firdaus Hamid⁴, Irfan Idris⁵, Himawan Sanusi⁶

¹ Konsentrasi Aging and Regenerative Medicine, Sekolah Pascasarjana Ilmu Biomedik, Universitas Hasanuddin, Makassar, Sulawesi Selatan, Tlp: +62 812-4552-5546

² Departemen Mikrobiologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Sulawesi Selatan

³ Departemen Gizi Klinik, Fakultas Kedokteran, Universitas Hasanuddin, Makassar, Sulawesi Selatan

⁴ Departemen Mikrobiologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Hasanuddin, Makassar, Sulawesi Selatan

⁵ Departemen Fisiologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Hasanuddin, Makassar, Sulawesi Selatan

⁶ Departemen Ilmu Penyakit Dalam, Fakultas Kedokteran, Universitas Hasanuddin, Makassar, Sulawesi Selatan

*Alamat korespondensi: marzelinakarim@yahoo.com.

Diterima: Oktober 2021

Direview: November 2021

Dimuat: Juli 2022

ABSTRACT

*Excess fat that causes obesity can affect the aging process and reduce life expectancy. This is due to an increase in Reactive Oxygen Species (ROS) which triggers oxidative stress and inflammatory process from the organism that affects telomeres, which act as markers of biological age. The high content of dietary fiber and antioxidants in Ajwa dates turn it into a treatment option for various diseases such as diabetes, obesity, cancer, and heart disease. This study aims to determine the changes in body weight of Sprague Dawley rats after giving Ajwa date extract (*Phoenix dactylifera* L.). The research design is a pre-post test with a control group design. 15 male Sprague Dawley rats were divided into 3 groups of 5 rats which are the control group, the treatment group 1 induced by a high-fat diet (HFD), and the treatment group 2 intervened by Ajwa date extract. HFD induction was given for 30 days and Ajwa date extract was given for 7 days. The results showed that the group of rats that received HFD experienced a significant change in body weight, with a p-value <0.011. In conclusion, there was a decrease in body weight in Sprague Dawley rats that received Ajwa date extract.*

Keywords: Body Weight, High Fat-Diet, Sprague Dawley Rats, Ajwa Date Extract

ABSTRAK

Kelebihan lemak yang menyebabkan terjadinya obesitas dapat berpengaruh dalam proses penuaan dan menurunkan angka harapan hidup. Hal ini disebabkan oleh karena adanya peningkatan *Reactive Oxygen Species (ROS)* yang memicu terjadinya stres oksidatif dan proses inflamasi dari organisme yang memengaruhi telomer, yang berperan sebagai penanda usia biologis. Kandungan serat makanan

dan antioksidan yang tinggi pada kurma Ajwa menjadikannya pilihan untuk pengobatan berbagai penyakit seperti diabetes, obesitas, kanker, dan penyakit jantung. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan berat badan tikus Sprague dawley setelah pemberian ekstrak kurma Ajwa (*Phoenix dactylifera L.*). Rancangan penelitian yaitu *pre-post test with control group design*. 15 ekor tikus jantan *Sprague dawley* dibagi dalam 5 tikus kelompok kontrol, 5 tikus kelompok perlakuan I yang diinduksi diet tinggi lemak dan 5 tikus kelompok perlakuan II yang diintervensi ekstrak kurma Ajwa. Induksi PTL diberikan selama 30 hari dan pemberian ekstrak kurma Ajwa selama 7 hari. Hasil penelitian menunjukkan kelompok tikus yang diberi PTL mengalami perubahan berat badan yang signifikan, diperoleh nilai $p < 0,011$. Kesimpulannya, terjadi penurunan berat badan pada tikus *Sprague dawley* yang diberikan ekstrak kurma Ajwa.

Kata kunci: Berat Badan, Diet Pakan Tinggi Lemak, Tikus *Sprague Dawley*, Ekstrak Kurma Ajwa

PENDAHULUAN

Saat ini obesitas sudah menjadi masalah kesehatan global, dan angka kejadiannya meningkat tiga kali lipat sejak tahun 1975. Telah dilaporkan obesitas menyumbang hampir 2,8 juta kematian setiap tahunnya, dan menjadi faktor risiko kondisi-kondisi terkait obesitas, seperti hipertensi, dislipidemia, resistensi insulin yang akan menyebabkan penyakit jantung koroner, stroke iskemik, diabetes melitus tipe 2, serta perkembangan penyakit kanker.(1) Prevalensi obesitas di Indonesia sendiri telah meningkat sejak tahun 2013 dari 14,8% menjadi 21,8% pada tahun 2018.(2)

Obesitas disebabkan oleh ketidakseimbangan antara asupan energi yang diterima dan energi yang dikeluarkan, serta dihubungkan dengan gaya hidup yang tidak sehat. Salah satunya adalah mengonsumsi makanan tinggi lemak.(3)(4) Obesitas dihubungkan dengan proses penuaan yang disebabkan karena adanya produksi ROS (*Reactive Oxygen Species*) yang berlebihan akan memicu terjadinya stres oksidatif dan proses inflamasi dari organisme yang memengaruhi telomer. Telomer adalah struktur DNA yang merujuk pada ujung kromosom dan berperan sebagai penanda usia biologis. Proses penuaan pada obesitas diamati dengan terjadinya pemendekan telomer serta kematian sel prematur.(5)

Buah kurma merupakan sumber energi yang baik dan kaya akan gizi yang merupakan bagian penting dari pola

makan seimbang untuk memenuhi kebutuhan tubuh.(6) Buah kurma tersebar luas di daerah Afrika, Timur Tengah, Pakistan, India, Amerika Selatan dan Eropa Selatan.(7) *Phoenix dactylifera L.* mengandung 44-88% karbohidrat, 6,4-11,5% serat makanan, 2,3-5,6% protein, 0,2-0,5% lemak, 15 gram mineral dan vitamin yang berbeda.(6)

Buah kurma juga telah direkomendasikan dalam pengobatan tradisional untuk pengobatan berbagai penyakit seperti diabetes, obesitas, kanker, dan penyakit jantung.(8) Kurma dan kandungannya menunjukkan manfaat dalam pencegahan penyakit melalui aktivitas antioksidan, anti-inflamasi, anti-tumor dan anti bakteri. (9)

Salah satu penelitian yang dilakukan oleh Vembu, et al., meneliti tentang ‘Pengaruh *Phoenix dactylifera* pada Diet Tinggi Lemak yang menyebabkan Obesitas’, didapatkan penurunan berat badan pada tikus obesitas yang diinduksi diet tinggi lemak.(10)

Sudah mulai banyak penelitian menggunakan buah kurma, namun masih sedikit yang menggunakan varietas kurma Ajwa untuk melihat manfaat terapeutik terhadap pemberian diet tinggi lemak.

Adapun diketahui kandungan fenolik total pada berbagai jenis kurma cukup tinggi berkisar antara 10,47 sampai 22,11 mg/100 g. Secara rinci, varian kurma Ajwa Al Madinah memiliki kadar fenolik dan flavonoid tertinggi yaitu sebesar 22,11mg /100 g.(11)

METODE PENELITIAN

Rancangan/Desain Penelitian

Penelitian ini telah mendapat Surat Persetujuan Etik No: 275/UN4.6.4.5.31/PP36/2021 dari Komite Etik Penelitian Kesehatan Universitas Hasanuddin Fakultas Kedokteran. Penelitian dilaksanakan sesuai dengan kode etik penelitian.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental terhadap hewan coba tikus putih jantan *Rattus norvegicus* galur *Sprague dawley* dengan desain *pre-post test with control group design* yaitu dengan membandingkan hasil observasi pada kelompok eksperimental dan kontrol.

Sumber Data

Pemeliharaan dan pemberian intervensi hewan dilakukan di Laboratorium Biofarmasi Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin Makassar. Pembuatan Ekstrak Kurma Ajwa di Laboratorium Fitokimia Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin Makassar. Analisa Pakan Tinggi Lemak di Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin Makassar.

Pakan tinggi lemak yang digunakan terdiri dari 65 ml susu sapi dan 35 gr margarin. Pakan ini mengandung karbohidrat 11,28%, protein kasar 3,88% dan lemak kasar 66,51%. Pakan tinggi lemak dibuat dengan cara memanaskan margarin yang masih berupa padatan pada nyala api dengan suhu 45° Celcius sehingga diperoleh bentuk cair kemudian dicampurkan dengan susu sapi dan

diperoleh formula pakan tinggi lemak sebanyak 100 ml.(12)

Sasaran Penelitian

Sampel penelitian yang digunakan adalah tikus putih (*Rattus norvegicus*) jantan strain *Sprague* berumur 6-12 bulan dengan berat antara 150-200 gram dalam kondisi sehat yang diperoleh dari Laboratorium Hewan Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin. Jumlah sampel yang digunakan sebanyak 15 ekor tikus. Penentuan besaran sampel sesuai dengan desain *grup comparison one-way ANOVA*.

Dilakukan adaptasi kandang (aklimatisasi) selama 7 hari. Selama masa adaptasi seluruh kelompok tikus diberikan pakan standar sebanyak kurang lebih 30 gr/hari dan diberikan minum secukupnya. Kandang dibersihkan setiap hari. Untuk menjaga suasana lingkungan yang stabil, tikus ditempatkan dalam ruangan dengan sirkulasi udara yang cukup dan dipertahankan sesuai suhu ruangan pada suhu standar ($\pm 20-28^{\circ}\text{C}$) dengan kelembaban $\pm 50-10\%$ dan lampu ruangan diatur dalam siklus gelap 12 jam dan terang 12 jam. Berat badan seluruh kelompok tikus ditimbang tiap minggu.

Sebanyak 15 ekor dibagi dalam tiga kelompok, dengan jumlah sampel tiap kelompok sebanyak lima ekor yang terdiri dari kelompok kontrol (KK) yang hanya diberikan pakan standar, kelompok perlakuan I (KP I) yang diberikan pakan standar dan diinduksi PTL, dan kelompok perlakuan II (KP II) yang diberikan pakan standar, intervensi diet tinggi lemak dan ekstrak kurma Ajwa. Setelah masa adaptasi, kelompok kontrol tetap diberi pakan standar saja, sedangkan kelompok perlakuan I dan II diberi pakan standar dan pakan tinggi lemak selama 28 hari hingga hari ke-35 sebanyak 2 ml/200 gr BB tikus per hari per sonde lambung setiap pagi sebelum pemberian pakan standar untuk menghindari penolakan pada tikus akibat kekenyangan.

Pakan standar menggunakan pakan ternak *Van der Voer* dengan premix, *soluble dried grain*, dan tepung gandum.

Pakan tinggi lemak yang digunakan terdiri dari 65 ml susu sapi dan 35 gr margarin. Pakan ini mengandung karbohidrat 11,28%, protein kasar 3,88% dan lemak kasar 66,51%. Pakan tinggi lemak dibuat dengan cara memanaskan margarin yang masih berupa padatan pada nyala api dengan suhu 45° Celcius sehingga diperoleh bentuk cair kemudian dicampurkan dengan susu sapi dan diperoleh formula pakan tinggi lemak sebanyak 100 ml.(12)

Setelah itu dilakukan intervensi ekstrak kurma Ajwa pada kelompok ***Pengembangan Instrumen dan Teknik Pengumpulan Data***

komposisi kedelai, kacang, tepung kelapa sawit, jagung, minyak kelapa sawit, perlakuan II (KP II) sebanyak 1,62 ml/200 g BB tikus per hari per sonde lambung selama 7 hari berturut-turut dari hari ke-36 hingga hari ke-42. Dosis perlakuan ekstrak kurma adalah hasil konversi dari dosis ekstrak kurma untuk orang dewasa dengan dosis 90 ml ke tikus.(13) Nilai konversi dosis untuk orang dewasa dengan berat badan 70 kg setara dengan tikus dengan berat badan 200 g adalah 0,018.(14) Dengan demikian dosis perlakuan kurma pada tikus adalah 90 ml x 0,018 = 1,62 ml/200 g BB tikus. Kemudian ditimbang dan disetarakan menjadi 1,4 gram/200 g BB.

Pengukuran berat badan dilakukan setiap minggu dan dilakukan penimbangan dengan timbangan hewan.



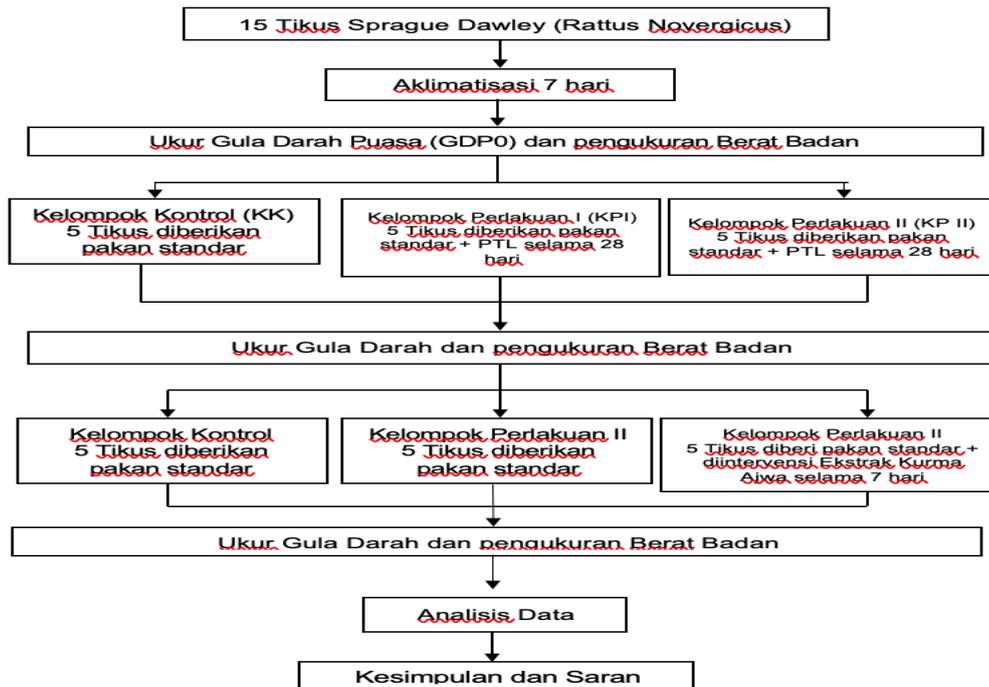
Gambar 1. Penimbangan berat badan hewan coba

Teknik Analisis Data

Teknik pengolahan data menggunakan program aplikasi SPSS dengan signifikansi $\leq 0,05$. Hasil pengukuran disajikan dalam bentuk narasi dan tabel. Data penelitian kemudian dianalisis secara statistik menggunakan metode uji *One Way ANOVA (Analysis Of normal*

Variance) kemudian dilanjutkan dengan *uji post hoc Bonferonni* untuk melihat perbedaan antar kelompok. Sebelum dan setelah perlakuan menggunakan metode uji *Paired Sample t-Test* untuk data terdistribusi normal dan uji *Wilcoxon* untuk data tidak terdistribusi

Alur Penelitian



HASIL PENELITIAN

Hasil Uji Statistik Berat Badan Hewan Coba

Pada tabel 1 memperlihatkan data statistik berat badan hewan uji tikus penelitian yang diperoleh dari tiga waktu hasil pengukuran yang berbeda, yakni: hari ke-0 sebelum perlakuan (*pre-test*) dan hari ke-35 setelah pemberian induksi pakan tinggi lemak (*post-test I*), hari ke-42 setelah pemberian ekstrak kurma Ajwa (*post-test II*). Setelah pemberian pakan tinggi lemak, rerata peningkatan berat badan yang cukup signifikan terdapat pada kelompok perlakuan I sebesar 17,4%, kelompok perlakuan II sebesar 17% sedangkan kelompok kontrol terjadi penurunan 0,9%.

Berdasarkan Tabel 1 hasil uji statistik menunjukkan pada kelompok

kontrol hari ke-0 dan ke-35 perubahan berat badan hewan uji kelompok kontrol yang diberi pakan standar saja tidak berbeda secara signifikan, sedangkan pada kelompok perlakuan I dan II hari ke-0 dan ke-35 menunjukkan perubahan berat badan hewan uji kelompok perlakuan yang diberi pakan tinggi lemak mengalami perubahan yang signifikan. (Tabel 1).

Berdasarkan hasil uji statistik menunjukkan bahwa perbedaan berat badan kelompok kontrol dan kelompok perlakuan I pada hari ke-35 dan ke-42 tidak mengalami perubahan yang signifikan, namun pada kelompok perlakuan II pada hari ke-35 dan ke-42 mengalami perubahan yang signifikan setelah 7 hari diintervensi ekstrak kurma Ajwa. (Tabel 1)

Tabel 1. Hasil Uji Statistik Berat Badan Tikus Masing-masing Kelompok pada Hari ke-0, Hari ke-35 dan Hari ke-42

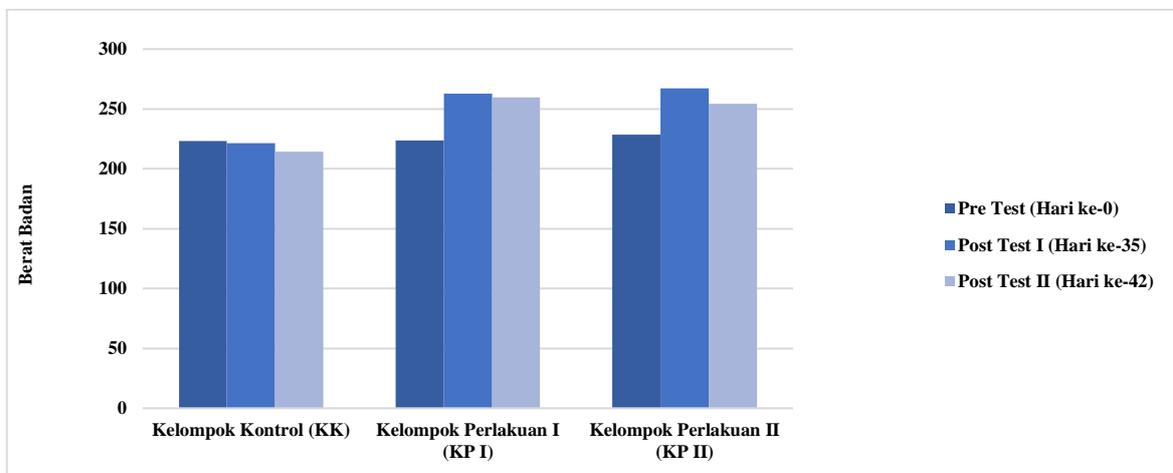
Kelompok	Rerata konsumsi pakan/hari (gr)	Mean BB (gr) \pm SD			Δ Rerata BB %		Nilai p*	
		Hari ke-0	Hari ke-35	Hari ke-42	Hari ke-0 & ke-35	Hari ke-35 & 42	Hari ke-0 & ke-35	Hari ke-35 & 42
Kontrol	28.2	223.4 \pm 11.6	221.4 \pm 15.3	214.2 \pm 19.7	\downarrow 0.9%	\downarrow 3.3%	0.835	0,214
Perlakuan I	28.6	223.8 \pm 12.1	262.8 \pm 12.2	259.8 \pm 13.8	\uparrow 17.4%	\downarrow 1.1%	0,002	0,169
Perlakuan II	28.3	228.6 \pm 9.3	267.4 \pm 14.8	254.4 \pm 20.8	\uparrow 17%	\downarrow 4.9%	0,009	0,035
Nilai p**		0,681	0,01	0,08				

Ket : p<0,05 berbeda secara signifikan

*Metode *Paired T-Test*

**Metode *One Way ANOVA*

Sumber : Data primer, 2021



Sumber : Data primer, 2021

Gambar 2. Grafik Perubahan Rata-Rata Berat Badan Tikus Masing-Masing Kelompok Pada Hari ke-0, ke-35 dan ke-42

PEMBAHASAN

Pengaruh intervensi Pakan Tinggi Lemak terhadap Berat Badan Tikus

Perubahan berat badan tikus setelah dilakukan intervensi diet pakan tinggi lemak selama 28 hari dapat dilihat pada hasil penelitian, dimana berat badan tikus mengalami kenaikan yang signifikan. Pakan tinggi lemak diberikan

sebanyak 2ml/200 gr BB tikus. Pada kelompok perlakuan I mengalami kenaikan berat badan sebesar 39 gram setelah intervensi pakan tinggi lemak, dan kelompok perlakuan II mengalami kenaikan berat badan 38,8 gram setelah intervensi pakan tinggi lemak.

Peningkatan berat badan pada tikus kelompok perlakuan I dan kelompok

perlakuan II ini disebabkan oleh kandungan pakan tinggi lemak yang terdiri atas susu sapi yang mengandung 3,17% lemak total dan margarin yang mengandung 30,5% lemak total. Hal ini sejalan dengan studi epidemiologi yang mengatakan terdapat hubungan antara diet pakan tinggi lemak dan obesitas.(15) Adapun sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Kim Kyung Ah. et al., dengan membandingkan antara tikus yang diintervensi diet tinggi lemak dan tikus diet rendah lemak, dan didapatkan peningkatan berat badan serta berat bantalan lemak epididimis pada tikus yang diintervensi diet tinggi lemak.(16)

Pengaruh Intervensi Ekstrak Kurma Ajwa terhadap Berat Badan Tikus

Perubahan berat badan tikus setelah dilakukan intervensi ekstrak kurma Ajwa selama 7 hari, dapat dilihat pada hasil penelitian, dimana berat badan tikus mengalami penurunan yang signifikan. Ekstrak kurma Ajwa diberikan sebanyak 1,62 ml/200 gr BB tikus. Pada kelompok perlakuan II yang diberikan intervensi ekstrak kurma Ajwa mengalami penurunan berat badan sebesar 13 gram, sedangkan kelompok perlakuan I mengalami penurunan berat badan sebesar 3 gram tanpa intervensi ekstra kurma Ajwa. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Vembu, et al., didapatkan penurunan berat badan pada tikus obesitas yang diberikan buah Kurma.(10)

Penurunan berat badan pada tikus kelompok perlakuan II juga disebabkan oleh tingginya kandungan fenolik, flavonoid, dan antioksidan secara tidak langsung memperbaiki peningkatan ROS yang disebabkan oleh obesitas. Kandungan antioksidan pada kurma Ajwa dengan campuran 50% Ethanol didapatkan sebesar 22,75%, fenolik sebesar 432,55 mg/100 g, serta flavonoid sebesar 52,49 mg/100g.(17)

Adapun kandungan ekstrak kurma Ajwa kaya akan serat. Salah satunya yaitu

sterol (fitosterol), yang secara struktural mirip dengan kolesterol yang diketahui memiliki efek penurun kolesterol, sifat antioksidan, anti-inflamasi, serta memberikan manfaat bagi sistem kekebalan tubuh. Menurunnya kadar kolesterol yang memasuki sirkulasi darah akan memperkecil kemungkinan terjadinya penumpukan lemak di organ tubuh dan menurunkan berat badan.(18)(19)

Penurunan berat badan oleh makanan tinggi serat disebabkan karena kandungan energi yang lebih rendah dan dapat mempengaruhi rasa dan kelezatan makanan, yang pada akhirnya dapat menyebabkan asupan energi menjadi lebih rendah.(20) Mekanisme lain pada efek pengurangan nafsu makan dari serat makanan adalah stimulasi pensinyalan Glucose-dependant Insulinotropic Peptide (GIP) oleh hormon peptide GI seperti CCK (Cholecystokinin), Glukagon-Like Peptide (GLP-1) dan Peptide YY (PYY) atau serat makanan yang dihasilkan dari fermentasinya di usus besar oleh mikrobiota usus.(21)

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa Diet Pakan Tinggi Lemak dapat meningkatkan berat badan dan Ekstrak Kurma Ajwa dengan dosis optimal 1,62 ml/200 gr BB mampu menurunkan berat badan pada tikus Sprague Dawley yang diinduksi Diet Pakan Tinggi Lemak.

DAFTAR RUJUKAN

1. World Health Organization. Obesity and overweight [Dokumen di Internet]. 2021 [Diakses 28 Juni 2021]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
2. Jura M, Kozak LP. Obesity and related consequences to ageing. Am Aging Assoc. 2016;38(1):23.

3. P2PTM Kemenkes RI. Pola Makan yang Tidak Sehat Menjadi Penyebab Obesitas - Direktorat P2PTM [Dokumen di Internet]. 2020 [Diakses 30 Juni 2021]. Available from: <http://p2ptm.kemkes.go.id/infographic-p2ptm/obesitas/pola-makan-yang-tidak-sehat-menjadi-penyebab-obesitas>
4. Bo TB Wen J, Zhao YC, Tian SJ Zhang XY, Wang DH. Bifidobacterium pseudolongum reduces triglycerides by modulating gut microbiota in mice fed high-fat food. *J Steroid Biochem Mol Biol.* 2020; 198:105602.
5. Tzanetakou IP, Katsilambros NL, Benetos A, Mikhailidis DP, Perrea DN. "Is obesity linked to aging?". Adipose tissue and the role of telomeres. *Ageing Res Rev.* 2012; 11(2): 220–9.
6. Khan F, Ahmed F, Pushparaj PN, Abuzenadah A, Kumosani T, Barbour E, et al. Ajwa Date (*Phoenix dactylifera* L.) extract inhibits human breast adenocarcinoma (MCF7) cells in vitro by inducing apoptosis and cell cycle arrest. *PLoS One.* 2016;11(7):1–17.
7. Sani IH, Bakar NHA, Rohin MAK, Suleiman I, Umar MI, Mohamad N. *Phoenix dactylifera* Linn as a potential novel anti-oxidant in treating major opioid toxicity. *J Appl Pharm Sci.* 2015;5(8):167–72.
8. Fawzi, M; Sharif Hossain, ABM; Awadelkareem, AM; Ibrahim N. Nutritional Assessment Of Different Date Fruits (*Phoenix Dactylifera* L.) Varieties Cultivated In Hail Province, Saudi Arabia. *Biosci Biotechnol Res Commun.* 2018;11(2):263–9.
9. Rahmani AH, Aly SM, Ali H, Babiker AY, Srikar S, Amjad A. Therapeutic effects of date fruits (*Phoenix dactylifera*) in the prevention of diseases via modulation of anti-tumour activity. *Int J Clin Exp Med.* 2014; 7(3):483–91.
10. Vembu S, Sivanasan D, Prasanna G. Effect of *Phoenix dactylifera* on high fat diet induced obesity. *J Chem Pharm Res.* 2012; (1):348–52.
11. Assirey EAR. Nutritional composition of fruit of 10 date palm (*Phoenix dactylifera* L.) cultivars grown in Saudi Arabia. *J Taibah Univ Sci.* 2015; 9(1):75–9.
12. Getz GS, Reardon CA. Animal Models of Atherosclerosis. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 2012; 32(5):1104–15.
13. Zen ATH, Pertiwi D, Chodijah. Pengaruh Pemberian Sari Kurma (*Phoenix dactylifera*) terhadap Kadar Hemoglobin. *Sains Med.* 2013;5 (1):17–9.
14. Ngatidjan. Metode Laboratorium dalam Toksikologi. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada; 2006. 86–135 p.
15. Hariri N, Thibault L. High-fat diet-induced obesity in animal models. *Nutr Res Rev.* 2010;23(2):270–99.
16. Kim K-A, Gu W, Lee I-A, Joh E-H, Kim D-H. High Fat Diet-Induced Gut Microbiota Exacerbates Inflammation and Obesity in Mice via the TLR4 Signaling Pathway. *PLoS ONE.* 2012; 7(10);1-11.
17. Alqarni MMM, Osman MA, Al-Tamimi DS, Gassem MA, Al-Khalifa AS, Al-Juhaimi F, et al. Antioxidant and antihyperlipidemic effects of Ajwa date (*Phoenix dactylifera* L.) extracts in rats fed a cholesterol-rich diet. *J Food Biochem.* 2019;43(8):1–12.
18. Vayalil PK. Date fruits (*Phoenix dactylifera* Linn): An emerging

- medicinal food. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2012;52(3):249–71.
19. Vezza T, Canet F, de Marañón AM, Bañuls C, Rocha M, Víctor VM. Phytosterols: Nutritional health players in the management of obesity and its related disorders. *Antioxidants.* 2020. 9;1–20.
 20. Benton D, Young HA. Reducing Calorie Intake May Not Help You Lose Body Weight. *Perspect Psychol Sci.* 2017;12(5):703–14.
 21. Lim JJ, Poppitt SD. How satiating are the ‘satiety’ peptides: A problem of pharmacology versus physiology in the development of novel foods for regulation of food intake. *Nutrients.* 2019;11(7).



Ekstrak Etanol Ubi Jalar Ungu (*Ipomea batatas L.*) Menurunkan Kadar MDA Plasma Tikus Model *Menopause*

I Wayan Sugiritama^{1*}, Ida Ayu Ika Wahyuniari¹, I Gusti Ayu Dewi Ratnayanti¹, Ni Made Linawati¹, I Gusti Nyoman Sri Wiryawan¹, I Gusti Kamasan Nyoman Arijana¹

¹ Departemen Histologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Udayana

* Alamat Korespondensi: sugiritamafk@unud.ac.id

Diterima: November 2021

Direview: Desember 2021

Dimuat: Juli 2022

ABSTRACT

Antioxidant administration is one of the strategies for menopause management, considering oxidative stress's contribution to the pathogenesis of the menopause-related disease. The purple sweet potato is well known to have antioxidant activity due to its flavonoid content, particularly anthocyanin. The present study aims to evaluate the antioxidant activity of the Balinese cultivar of purple sweet potato in menopausal animal models, preceded by measurement of its total flavonoid and anthocyanin content, as well as its antioxidant capacity. This study used 28 bilateral ovariectomized female Wistar rats with a post-test-only control group design. The animals were divided randomly into the control group (P0) and treatment groups (P1, P2, and P3). Group P1, P2, and P3 received ethanol extract of purple sweet potato (20mg/ml) orally 7 days after ovariectomy at a dose of 1 ml, 2 ml, and 4 ml/day respectively, P0 was given saline 0,9% 1 ml/day for 30 days. MDA plasma was measured from blood samples using the thiobarbituric acid reaction method. The present study found that the total flavonoid content of purple sweet potato extract was 676.9 mg/100g, anthocyanin 56.78 mg/100g, and antioxidant capacity was 2516.82 mg/L GAEAC. Data analysis showed that there was a decrease in the MDA plasma level of P1 (2.431 ± 0.087 mol/L), P2 (2.174 ± 0.096 mol/L), and P3 (1.886 ± 0.109 mol/L) compared to P0 (2.795 ± 0.063 mol/L) ($p = 0.000$). In conclusion, the ethanol extract of purple sweet potato could reduce MDA plasma levels in the menopause rat model.

Keywords: anthocyanin, malondialdehyde, menopause, oxidative stress, purple sweet potato

ABSTRAK

Pemberian antioksidan merupakan salah satu strategi dalam manajemen menopause, karena diketahui bahwa stres oksidatif berkontribusi pada patogenesis penyakit yang terkait dengan menopause. Ubi jalar ungu diketahui memiliki aktivitas antioksidan karena kandungan flavonoidnya terutama antosianin. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi aktivitas antioksidan ubi jalar ungu kultivar Bali pada hewan model menopause, yang didahului dengan

pengukuran kandungan flavonoid dan antosianin total, serta kapasitas antioksidan. Penelitian dengan rancangan *post-test only control group design* ini, menggunakan 28 ekor tikus Wistar betina yang diovariectomi bilateral. Hewan coba dibagi secara acak menjadi kelompok kontrol (P0), dan kelompok perlakuan (P1, P2, dan P3). Kelompok P1, P2, dan P3 diberi ekstrak etanol ubi jalar ungu (20mg/ml) per oral 7 hari setelah ovariectomi dengan dosis 1 ml, 2 ml, dan 4 ml/hari, sedangkan P0 diberikan saline 0,9% 1 ml/hari selama 30 hari. Sampel darah diambil untuk pengukuran MDA plasma dengan menggunakan metode reaksi asam tiobarbiturat. Penelitian ini menemukan kadar total flavonoid ekstrak ubi jalar ungu sebesar 676.9 mg/100g, kadar antosianin 56.78 mg/100g, dan kapasitas antioksidan 2516.82 mg/L GAEAC. Hasil analisis data menemukan terjadi penurunan kadar MDA plasma pada P1 ($2,431 \pm 0,087$ mol/L), P2 ($2,174 \pm 0,096$ mol/L), dan P3 ($1,886 \pm 0,109$ mol/L) dibandingkan dengan P0 ($2,795 \pm 0,063$ mol/L) ($p = 0,000$). Kesimpulannya, ekstrak etanol ubi jalar ungu dapat menurunkan kadar MDA plasma tikus model menopause.

Kata kunci: antosianin, malondialdehid, menopause, stres oksidatif, ubi jalar ungu

PENDAHULUAN

Menopause adalah ciri penuaan pada wanita yang menyebabkan berbagai masalah kesehatan baik fisik maupun mental mulai dari derajat ringan hingga berat. Pada masa menopause terjadi defisiensi estrogen yang disebabkan oleh penurunan produksi pada ovarium [1, 2]. Estrogen selain berperan sebagai hormon juga merupakan antioksidan yang sangat kuat, sehingga penurunan kadar estrogen pada masa menopause memberikan efek stres oksidatif [3]. Pada wanita pascamenopause, kadar biomarker stres oksidatif malondialdehid (MDA), *4-hydroxynonenal*, dan *glutathione* ditemukan lebih tinggi dibandingkan dengan wanita premenopause [3]. Oleh karena itu, pada wanita pascamenopause dapat dikatakan terjadi kondisi stres oksidatif [2]. Stres oksidatif pascamenopause berkorelasi dengan berbagai masalah kesehatan seperti osteoporosis [4], kehilangan massa otot, dan peningkatan risiko penyakit kardiovaskular [5]. Stres oksidatif juga meningkatkan kerentanan wanita menopause untuk mengalami penyakit pada organ hati, seperti *non alcoholic fatty liver disease*, karsinoma hepatoseluler, dan fibrosis hati [1, 6].

Antioksidan merupakan salah satu strategi penting untuk penanganan gejala menopause. Studi pada populasi wanita menopause menemukan adanya korelasi negatif antara kapasitas total antiosidan makanan yang dikonsumsi dengan gejala-gejala menopause [7]. Golongan flavonoid merupakan antioksidan yang sangat kuat, oleh karena itu merupakan salah satu bahan yang sangat potensial untuk mengatasi masalah kesehatan pascamenopause yang disebabkan oleh kondisi stres oksidatif [8]. Beberapa hasil penelitian telah membuktikan efektivitas golongan flavonoid dalam mengurangi gejala menopause, yaitu : flavonoid resveratrol dan equol mampu meningkatkan kualitas hidup wanita menopause [9], isoflavon mampu memperbaiki penanda risiko penyakit kardiovaskular pada menopause [10], dan flavonoid naringenin mampu mengurangi penanda sindrom metabolik dan mencegah penimbunan massa lemak pada organ hati wanita menopause [11].

Subkelompok flavonoid lainnya yaitu antosianin juga merupakan antioksidan yang sangat kuat dan memiliki potensi besar untuk penanganan gejala menopause [12]. Beberapa hasil penelitian telah membuktikan efektivitas

bahan yang kaya antosianin dalam memperbaiki gejala menopause. Pemberian antosianin dari *Blackberry* pada hewan model menopause mampu mencegah kerusakan pembuluh darah [13], memperbaiki profil lipid dan mengurangi timbunan jaringan adiposa pada organ liver [14], serta memperbaiki memori [15]. Penelitian *clinical trial* pada populasi wanita menopause juga menemukan bahwa antosianin mampu memperbaiki penanda kerusakan organ hati dan memperbaiki gejala klinis *non alcoholic fatty liver disease* [16].

Ubi jalar ungu merupakan bahan pangan yang penting, karena selain mengandung nutrisi seperti ubi jalar pada umumnya juga sangat kaya dengan flavonoid terutama golongan antosianin [17]. Ubi jalar ungu kulvitar Bali memiliki kandungan antosianin yang cukup tinggi yaitu sebesar 209.8 per 100 g [18]. Hasil penelitian sebelumnya pada hewan coba telah membuktikan bahwa ekstrak ubi jalar ungu mampu meningkatkan kapasitas antioksidan [19], memperbaiki profil lipid [20], menurunkan tekanan darah [21], dan memperbaiki kerja saraf [18]. Efek menguntungkan ubi jalar ungu pada hewan model menopause juga telah berhasil dibuktikan [6, 22].

Pada penelitian ini akan dipelajari efek ekstrak etanol ubi jalar ungu yang kaya dengan antosianin dalam mencegah stres oksidatif pada hewan model menopause, dengan mengukur kadar MDA plasma. Pada penelitian ini dipakai tikus Wistar betina yang dilakukan ovariectomi bilateral sebagai hewan model menopause [23], karena penelitian sebelumnya menunjukkan stres oksidatif terjadi pada tikus yang diovariectomi [24, 25]. Pada penelitian ini juga dilakukan pengukuran kadar antosianin, total flavonoid dan kapasitas antioksidan pada ekstrak ubi jalar ungu yang diberikan pada hewan coba.

METODE PENELITIAN

Rancangan/Desain Penelitian

Rancangan penelitian ini adalah *randomized post-test only control group design* dengan 4 kelompok hewan coba yang terdiri dari kelompok kontrol (P0), dan kelompok perlakuan yaitu terdiri dari P1, P2 dan P3. Kelompok perlakuan diberi ekstrak etanol ubi jalar ungu (20mg/ml) secara oral dengan dosis masing-masing 1 ml/hari, 2 ml/hari dan 4 ml/hari, sedangkan kelompok kontrol diberikan saline 0,9 %. Perlakuan pada semua kelompok dilakukan selama 30 hari. Protokol penelitian ini telah disetujui oleh Komite Etik Fakultas Kedokteran Universitas Udayana nomor 2124/UN14.2.2.VII.14/LP/2018

Sumber Data

Hewan coba pada penelitian ini didapatkan dari Departemen Farmakologi, Fakultas Kedokteran Universitas Udayana. Pemeliharaan dan perlakuan hewan coba dilakukan di Laboratorium Histologi Fakultas Kedokteran Universitas Udayana. Pengujian kandungan ekstrak etanol umbi ubi jalar ungu dilakukan di Laboratorium Teknologi Pertanian Universitas Udayana.

Ubi jalar ungu (*Ipomea batatas L.*) kultivar Bali didapatkan dari petani lokal di kabupaten Tabanan, provinsi Bali. Umbi ubi jalar ungu dipilih yang berwarna ungu pekat pada kulit dan daging umbinya, dengan berat berkisar antara 200-250 gr. Ekstrak etanol ubi jalar ungu diekstraksi dari 3 kg umbi ubi jalar ungu. Tahapan pertama adalah membersihkan umbi dari kotoran dengan air bersih dan dikupas. Daging umbi ubi jalar ungu kemudian dipotong tipis-tipis, dicampur dengan etanol 95% dan dihaluskan. Kemudian dilakukan maserasi dalam wadah tertutup selama 24 jam. Campuran ini kemudian disaring dengan kertas saring Whatman, filtrat

yang didapat diuapkan dengan *rotary evaporator* hingga diperoleh ekstrak kental [26]. Dari 3 kg umbi ubi jalar ungu didapatkan sebanyak 40,5 gram ekstrak kental. Sebanyak 30 gram ekstrak kental umbi ubi jalar ungu kemudian dilarutkan dalam aquades sebanyak 1500 ml sehingga didapatkan konsentrasi ekstrak umbi ubi jalar ungu sebesar 20 mg/ml.

Hewan model menopause dibuat dengan cara melakukan ovariektomi bilateral pada tikus Wistar Betina. Hewan coba yang dipakai memiliki umur 12 minggu dan berat rata-rata 200 gram. Prosedur ovariektomi sesuai dengan metode Ingle dan Griffith [27]. Setelah ovariektomi hewan coba diberikan gentamisin sebanyak 60-80 mg/kgbb/hari selama 3 hari, dan diberikan waktu pemulihan selama 7 hari sebelum mulai diberikan perlakuan.

Sampel Penelitian

Penelitian ini memakai tikus putih (*Rattus norvegicus*) strain Wistar betina sebanyak 28 ekor. Besar sampel dihitung dengan rumus Federer dan ditambahkan 20 persen untuk mengantisipasi *dropout*. Sebelum operasi ovariektomi hewan coba diberi waktu untuk menyesuaikan diri dengan lingkungan laboratorium selama 1 minggu. Setelah masa pemulihan dari prosedur ovariektomi, hewan coba dibagi secara acak menjadi 4 kelompok (P0, P1, P2, dan P3). Selama perlakuan semua hewan coba dipelihara dalam kandang komunal, dengan suhu ruangan berkisar 24° celcius dan siklus gelap terang selama 12 jam. Makanan yang diberikan adalah pakan standar hewan pengerat dan diperbolehkan mengakses air minum *ad libitum*. Ekstrak etanol umbi ubi jalar ungu diberikan 7 hari setelah ovariektomi.

Pengembangan Instrumen dan Teknik Pengumpulan Data

Sampel untuk pengukuran kadar MDA plasma diambil dari darah yang

diambil pleksus retro orbital hewan coba. Sebelum pengambilan darah, tikus dianestesi dengan suntikan ketamin intraperitoneal dengan dosis 75 mg/kgbb. Sampel darah kemudian disentrifugasi pada kecepatan 3000 rpm selama 3 menit untuk memisahkan plasma. Pengukuran kadar MDA plasma memakai metode Reaksi asam tiobarbiturat (TBAR) yang mengacu pada prosedur yang dilakukan oleh Ohkawa, Ohishi [28]. Langkah pengukuran MDA seperti dijabarkan berikut ini. Pertama, 0,1 mL sampel plasma dicampur dengan 0,2 mL 8,1% *sodium dodecyl sulfate*, 1,5 mL asam asetat 20% dan 1,5 mL asam 2-thiobarbituric (TBA) 0,8%. Air suling kemudian ditambahkan ke dalam campuran hingga mencapai volume akhir 4,0 mL. Selanjutnya dilakukan vortexing untuk mencampur larutan. Sampel kemudian diinkubasi pada suhu 95°C selama 1 jam. Kemudian, setelah didinginkan dengan air keran, 1,0 mL air suling dan 5,0 mL campuran butanol-piridin 15:1 (v/v) ditambahkan ke dalam sampel. Setelah dikocok selama 10 menit, sampel disentrifugasi dengan kecepatan 4000 rpm selama 10 menit. Selanjutnya dilakukan pengukuran lapisan butanol-piridin pada 532 nm dengan Spektrofotometri. Standar untuk pengukuran ini adalah 1,1, 3,3-tetramethoxypropane (TMP). Hasil pengukuran dinyatakan dalam satuan mol/L.

Pengukuran kadar flavonoid total dengan metode kolorimetri. Langkah pertama adalah pembuatan larutan standar kuersetin sesuai prosedur yang dijelaskan oleh Ahmad *et al* [29]. Langkah berikutnya adalah pengukuran kadar flavonoid total pada ekstrak ethanol ubi jalar ungu. Sebanyak 100 mg ekstrak dilarutkan dalam 10 mL metanol, kemudian diambil sebanyak 1 mL kemudian ditambahkan 3 mL metanol, 0,2 mL AlCl₃ 10%, 0,2 mL kalium asetat, dan aquadestilata sampai

mencapai volume 10 mL. Campuran ditempatkan dalam ruangan gelap dan suhu kamar selama 30 menit. Kemudian dilakukan pengukuran absorbansi dengan alat spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 431 nm. Larutan sampel dibuat dalam tiga kali replikasi, sehingga kadar flavonoid yang diperoleh merupakan ekuivalen kuersetin

Pengukuran kadar antosianin pada ekstrak etanol ubi jalar ungu dilakukan dengan perbedaan struktur antosianin pada pH 1 dan pH 4.5. Prosedur analisis kadar antosianin mengacu pada metode Jie dkk. (2013). [30].

Pengukuran kapasitas antioksidan dilakukan memakai metode penangkapan DPPH dengan memakai standar asam galat. Langkah pertama adalah pembuatan larutan standar asam galat 100 mg/L, dan asam askorbat 100 mg/L, serta larutan DPPH 0,1 mM. Kemudian dilakukan pembuatan kurva standar asam galat dan asam askorbat. Tahapan selanjutnya mengambil 0,1 gr sampel ekstrak etanol ubi jalar ungu kemudian dilakukan pengenceran sampai mencapai volume 5 ml dengan metanol 99.9%. Setelah divortek, selanjutnya disentrifuge (3000 rpm) selama 15 menit. Supernatan dan standar dipipet masing-masing 0.5 ml ke dalam tabung reaksi, dicampur dengan 3.5 ml DPPH 0.1 mM dan kemudian divorteks. Setelah itu diinkubasi selama 30 menit pada suhu 25°C, kemudian absorbansinya diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 517 nm. Kapasitas antioksidan dihitung dengan menggunakan rumus persamaan regresi linier $y = ax + b$ dan dinyatakan dalam satuan mg/L GAEAC [31]

Teknik Analisis Data

Hasil pengukuran total flavonoid, total antosianin dan kapasitas antioksidan pada ekstrak etanol ubi jalar ungu ditampilkan secara deskriptif. Data kadar MDA plasma ditampilkan dengan tabel

dan grafik, untuk mengetahui adanya perbedaan antar kelompok dilakukan uji ANOVA satu arah menggunakan SPSS 17.0. Uji Shapiro-Wilk akan digunakan terlebih dahulu untuk mengetahui apakah data terdistribusi normal atau tidak. Setelah uji ANOVA kemudian dilanjutkan dengan analisis *post-hoc LSD*. Untuk uji ANOVA dan LSD dinyatakan bermakna jika $P < 0.05$.

HASIL PENELITIAN

Pengukuran Kadar Flavonoid Total, Antosianin dan Kapasitas Antioksidan

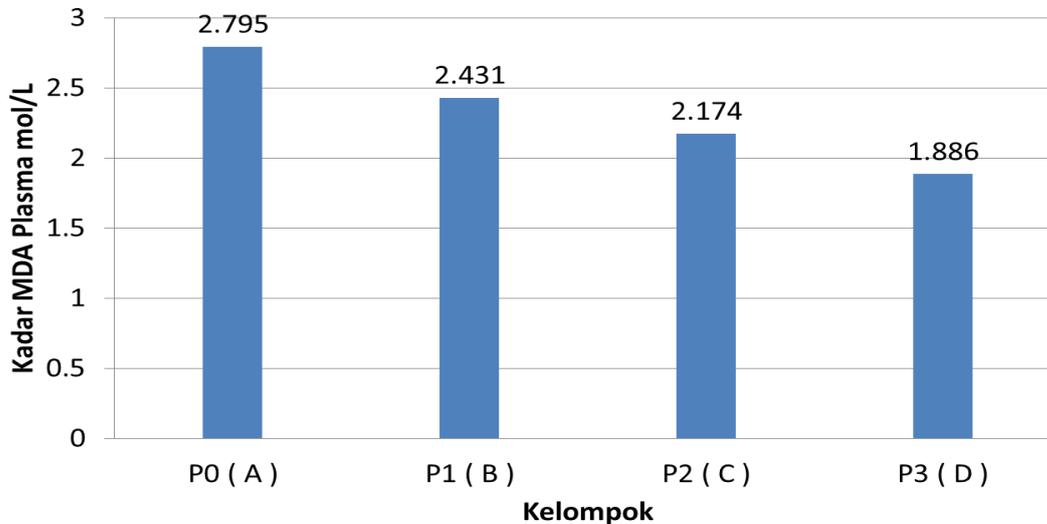
Hasil pengukuran kadar flavonoid total, kadar antosianin dan kapasitas antioksidan dari ekstrak etanol ubi jalar ungu adalah sebagai berikut : (1) kadar total flavonoid sebesar 676.9 mg/100g, (2) kadar antosianin sebesar 56.78 mg/100g, dan (3) kapasitas antiosidan sebesar 2516.82 mg/L GAEAC.

Pengukuran kadar MDA Plasma

Hasil pengukuran kadar MDA plasma adalah sebagai berikut : P0 (2,795± 0,063 mol/L), P1 (2,431±0,087 mol/L), P2 (2,174±0,096 mol/L), dan P3 (1,886±0,109 mol/L). Rerata kadar MDA plasma, lebih rendah pada kelompok yang diberikan perlakuan ekstrak etanol umbi ubi jalar ungu (P1, P2, dan P3) dibandingkan dengan kelompok kontrol (P0).

Dari hasil analisis Shapiro-Wilk diketahui bahwa data homogen dan berdistribusi normal, sehingga dapat dilanjutkan dengan uji ANOVA satu arah untuk mengetahui adanya perbedaan rerata kadar MDA plasma antar kelompok. Analisis ANOVA menunjukkan adanya perbedaan kadar MDA plasma antar kelompok yang signifikan ($p = 0,000$). Uji *post-hoc LSD* dilakukan untuk mengetahui kelompok mana yang memiliki perbedaan rerata MDA plasma. Uji post hoc menunjukkan adanya perbedaan kadar MDA plasma

yang bermakna antara P0 dengan P1, P2, P3, P1 dengan P2, P3, dan P2 dengan P3(Gambar 1).



Notasi yang berbeda (A, B, C, D) menunjukkan ada perbedaan bermakna kadar MDA plasma antar kelompok berdasarkan analisis *Post-Hoc LSD* dengan $P < 0.005$

Keterangan : P0: kelompok kontrol, P1: ekstrak 1 ml/hari, P2 ekstrak 2 ml/hari, dan P3: ekstrak 4 ml/hari

Gambar 1. Rerata Kadar MDA Plasma Pada Kelompok Kontrol Dan Kelompok Perlakuan

PEMBAHASAN

Kandungan Flavonoid Total, Antosianin dan Kapasitas Antioksidan

Hasil pengukuran kandungan flavonoid total dan antosianin pada ekstrak etanol ubi jalar ungu kulvitar Bali cukup tinggi masing-masing 676.9 mg/100g dan 56.78 mg/100g. Jika dibandingkan dengan beberapa tumbuhan tanaman obat yang populer, kandungan flavonoid total ekstrak etanol ubi jalar ungu yang dipakai pada penelitian ini relatif lebih tinggi. Kandungan flavonoid pada daun Katuk (*Sauropus androgynus (L) Merr*) sebesar 143 mg/100g, daun Kenikir (*Cosmos caudatus*) sebesar 51.3 mg/100 g dan daun Pegagan (*Centella asiatica*) sebesar 12.3 mg/100[32]. Kandungan antosianinnya juga cukup tinggi, penelitian sebelumnya menemukan

kadar antosianin ubi jalar ungu berada pada rentang 3.51 mg/100g sampai 61,85 mg/100 g, yang tergantung dari tingkat kematangan dan kepekatan warna pada umbi[33].

Flavonoid adalah kelompok bahan alam penting yang merupakan metabolit sekunder yang memiliki struktur polifenol [33]. Flavonoid banyak ditemukan dalam buah-buahan, dan sayuran, dan memiliki banyak aktivitas biologis salah satu yang penting adalah sebagai antioksidan [34]. Antosianin adalah salah satu subkelas dari flavonoid, dengan anggota subkelas lainnya adalah *flavones, flavonols, flavanones, flavanonols, flavanols* dan *chalcones* [34]. Antosianin adalah pigmen yang bertanggung jawab atas warna pada tanaman, bunga, dan buah-buahan. Antosianin adalah golongan

flavonoid yang memiliki stabilitas yang tinggi dan memiliki banyak manfaat untuk kesehatan, salah satunya sebagai antioksidan yang kuat [34]

Pengukuran kapasitas antioksidan menemukan hasil yang sangat baik yaitu sebesar 2516,82 mg/L GAEAC. Hasil penelitian sebelumnya juga menemukan aktivitas antioksidan yang sangat baik pada produk olahan susu kefir yang difortifikasi dengan ekstrak umbi ubi jalar ungu yaitu sebesar 113800 mg/L GAEAC [31]. Kapasitas antioksidan ekstrak etanol umbi ubi jalar ungu pada penelitian ini jauh lebih besar jika dibandingkan dengan ekstrak kunyit (70,9 mg/L GAEAC) [35], tepung beras hitam (208,35 mg/L GAEAC) [36] minyak buah merah (372,15 mg/L GAEAC) [37], dan kopi arabika (697,33 mg / L GAEAC [38].

Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Ubi Jalar Ungu Pada Hewan Model Menopause

Malondialdehyde (MDA) adalah produk dari peroksidasi lipid yang terbentuk karena oksidasi terhadap asam lemak tak jenuh ganda oleh radikal bebas. Peristiwa ini bisa terjadi jika jumlah radikal bebas melebihi kapasitas antioksidan dalam tubuh. Oleh karena itu MDA dipakai menjadi salah satu biomarker dari stres oksidatif [39]. Pada penelitian ini dilakukan pengukuran kadar MDA plasma untuk mengevaluasi kondisi stres oksidatif pada hewan coba.

Estrogen selain berperan sebagai hormon seks juga merupakan antioksidan kuat untuk mencegah stres oksidatif. Karena hal tersebut maka penurunan kadar hormon estrogen pada wanita menopause mengakibatkan penurunan kapasitas antioksidan dan akhirnya memicu kondisi stres oksidatif. Studi pada hewan coba

menemukan bahwa tindakan ovariectomi bilateral, yang mengakibatkan penurunan kadar estrogen pada akhirnya akan memicu stres oksidatif. Ovariectomi bilateral pada tikus putih menyebabkan peningkatan kadar MDA serta penurunan kadar *super oxide dismutase (SOD)* dan *glutathione peroxidase (GPx)* pada jaringan tulang [40], selain itu juga ditemukan peningkatan kadar MDA pada plasma [41, 42]. Studi populasi pada wanita menopause juga menemukan peningkatan penanda stres oksidatif MDA [43], serta penurunan aktivitas SOD [44].

Hasil penelitian ini mengungkapkan bahwa perlakuan ovariectomi bilateral akan memicu terjadinya stres oksidatif yang ditandai oleh tingginya kadar produk peroksidasi lipid (MDA) pada kelompok kontrol (P0). Pemberian ekstrak etanol umbi ubi jalar ungu secara efektif mampu mencegah atau mengurangi stres oksidatif yang ditandai oleh penurunan kadar MDA plasma pada kelompok perlakuan (P1, P2 dan P3). Pemberian dosis ekstrak etanol umbi ubi jalar ungu pada penelitian ini didasarkan pada penelitian sebelumnya yang membuktikan bahwa pemberian ekstrak etanol umbi ubi jalar ungu sebanyak 1ml, 2 ml dan 4 ml per hari terbukti efektif menurunkan stres oksidatif pada tikus yang diberi diet tinggi glukosa [19]. Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya yang membuktikan efektivitas antioksidan dan bahan yang kaya dengan antioksidan dalam mencegah stres oksidatif yang dipicu oleh ovariectomi bilateral. Pemberian *Labisia pumila var. Alata* mampu menurunkan tingkat stres oksidatif pada jaringan tulang yang ditandai oleh penurunan kadar MDA dan peningkatan SOD dan GPx [40], pemberian teh hijau mampu

menurunkan penanda stres oksidatif dan merusak akibat jaringan akibat stres oksidatif [45], dan pemberian vitamin C secara signifikan menurunkan kadar MDA pada jaringan tulang dan plasma [41]

Efektivitas ubi jalar ungu sebagai antioksidan sudah dibuktikan oleh beberapa penelitian sebelumnya [19, 46, 47]. Kemampuan ubi jalar ungu dalam mengurangi stres oksidatif disebabkan karena kandungan subkelas flavonoid antosianin yang cukup tinggi [18]. Pada penelitian ini dibuktikan bahwa kandungan total flavonoid, dan antosianin pada ekstrak etanol ubi jalar ungu cukup tinggi. Mekanisme antosianin sebagai antioksidan adalah dengan menangkap radikal bebas dan pengaturan pada aktivitas antioksidan endogen [12]. Pada penelitian *in vitro* diketahui bahwa antosianin yang diekstrak dari *blueberry* memiliki kemampuan menangkap radikal hidroksil [48], dan antosianin yang berasal dari ubi jalar ungu juga menunjukkan aktivitas antioksidan dengan cara menangkap radikal bebas [49]. Antosianin cyanidin, delphinidin, dan malvidin mampu menginduksi enzim antioksidan dan meningkatkan SOD, serta antioksidan heme oksigenase-1 (HO-1) [50].

Stres oksidatif berperan dalam patogenesis penyakit yang berhubungan dengan menopause [44, 51]. Sehubungan dengan fakta tersebut maka antioksidan merupakan salah satu strategi penting untuk mencegah dan penanganan masalah kesehatan pada wanita menopause. Beberapa hasil penelitian pada hewan coba membuktikan efektivitas antosianin dalam memperbaiki kondisi kesehatan pascamenopause. Pemberian antosianin *Blackcurrent* mampu meningkatkan ekspresi mRNA eNOS yang merupakan

penanda kesehatan pembuluh darah [52], mengurangi dislipidemia dan mencegah steatohepatitis nonalkohol [14], dan memperbaiki kesehatan kulit yang ditandai oleh peningkatan ekspresi protein *extra cellular matrix* seperti kolagen tipe I dan III, serta elastin [53].

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa ekstrak etanol ubi jalar ungu kulvitar Bali dapat menurunkan kadar MDA plasma pada tikus model menopause. Studi lebih lanjut perlu dilakukan untuk mengevaluasi manfaat ubi jalar ungu dalam mengatasi masalah kesehatan pascamenopause.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Departemen Histologi FK Unud yang menyediakan alat dan fasilitas untuk pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

1. Brady CW. Liver disease in menopause. *World journal of gastroenterology*. 2015;21(25):7613-7620.
2. Sanchez-Rodriguez MA, Castrejon-Delgado L, Zacarias-Flores M, Arronte-Rosales A, Mendoza-Nunez VM. Quality of life among postmenopausal women due to oxidative stress boosted by dysthymia and anxiety. *BMC women's health*. 2017;17(1):1-9.
3. Doshi SB, Agarwal A. The role of oxidative stress in menopause. *Journal of mid-life health*. 2013;4(3):140-146.
4. Bonaccorsi G, Piva I, Greco P, Cervellati C. Oxidative stress as a possible pathogenic cofactor of post-menopausal osteoporosis:

- Existing evidence in support of the axis oestrogen deficiency-redox imbalance-bone loss. *The Indian journal of medical research*. 2018;147(4):341-351.
5. Tripathy SK, Acharya, V., Nayak, S. R. & Mishra. Oxidative stress in post menopausal women with cardiovascular risk factors. *International Journal of Clinical Biochemistry and Research*. 2016;3(1):67-71.
 6. Paramita NPC, Sugiritama IW, Linawati NM, Ratnayanti IGAD, Wahyuniari IAI, Arijana IGKN, et al. Ekstrak Etanol Ubi Jalar Ungu (*Ipomea Batatas L.*) Menurunkan Degenerasi Lemak Jaringan Hati Tikus yang diovariectomi E-Jurnal Medika Udayana. 2019;8(1):33-39.
 7. Abshirini M, Siassi F, Koohdani F, Qorbani M, Khosravi S, Hedayati M, et al. Dietary total antioxidant capacity is inversely related to menopausal symptoms: a cross-sectional study among Iranian postmenopausal women. *Nutrition*. 2018;55-56:161-167.
 8. Myasoedova VA, Kirichenko TV, Melnichenko AA, Orekhova VA, Ravani A, Poggio P, et al. Anti-Atherosclerotic Effects of a Phytoestrogen-Rich Herbal Preparation in Postmenopausal Women. *International journal of molecular sciences*. 2016;17(8):1-14.
 9. Davinelli S, Scapagnini G, Marzatico F, Nobile V, Ferrara N, Corbi G. Influence of equol and resveratrol supplementation on health-related quality of life in menopausal women: A randomized, placebo-controlled study. *Maturitas*. 2017;96:77-83.
 10. Sathyapalan T, Aye M, Rigby AS, Thatcher NJ, Dargham SR, Kilpatrick ES, et al. Soy isoflavones improve cardiovascular disease risk markers in women during the early menopause. *Nutrition, metabolism, and cardiovascular diseases : NMCD*. 2018;28(7):691-697.
 11. Ke JY, Kliewer KL, Hamad EM, Cole RM, Powell KA, Andridge RR, et al. The flavonoid, naringenin, decreases adipose tissue mass and attenuates ovariectomy-associated metabolic disturbances in mice. *Nutrition & metabolism*. 2015;12(1):1-10.
 12. Sugiritama IW, Adiputra IN. Potensi Antosianin Dalam Manajemen Menopause. *Jurnal Kesehatan Andalas*. 2019;8(1):159-166.
 13. Horie K, Nanashima N, Maeda H, Tomisawa T, Oey I. Blackcurrant (*Ribes nigrum L.*) Extract Exerts Potential Vasculoprotective Effects in Ovariectomized Rats, Including Prevention of Elastin Degradation and Pathological Vascular Remodeling. *Nutrients*. 2021;13(2):1-13.
 14. Nanashima N, Horie K, Yamanouchi K, Tomisawa T, Kitajima M, Oey I, et al. Blackcurrant (*Ribes nigrum*) Extract Prevents Dyslipidemia and Hepatic Steatosis in Ovariectomized Rats. *Nutrients*. 2020;12(5):1-10.
 15. Varadinova MG, Docheva-Drenska DI, Boyadjieva NI. Effects of anthocyanins on learning and memory of ovariectomized rats. *Menopause*. 2009;16(2):345-349.
 16. Zhang PW, Chen FX, Li D, Ling WH, Guo HH. A CONSORT-compliant, randomized, double-blind, placebo-controlled pilot trial of purified anthocyanin in patients with nonalcoholic fatty liver disease. *Medicine*. 2015;94(20):758-768.
 17. Sugiritama IW, Wahyuniari IAI, Ratnayanti IGAD, Linawati NM,

- Wiryawan IGNS, Komalasari NLGY, et al. The effect of purple sweet potato (*Ipomea batatas* L) ethanol extract on Estrogen Receptor Alpha (ER α) and SOD mRNA expression in the menopause-liver animal model. *Bali Medical Journal*. 2020;9(3):538-541.
18. Adnyana IMO, Sudewi R, Samatra P, Suprpta S. Balinese Cultivar of Purple Sweet Potato Improved Neurological Score and BDNF and Reduced Caspase-Independent Apoptosis among Wistar Rats with Ischemic Stroke. *Open access Macedonian journal of medical sciences*. 2019;7(1):38-44.
 19. Sutirtayasa IWP, Jawi IM. Ethanol Extract of Purple Sweet Potato Tubers (*Ipomoea batatas* L) Decreases Blood Glucose and Increase Total Antioxidant Level in Rats with High Glucose Intake. *Journal of US-China Medical Science*. 2013;10(1):52–56.
 20. Jawi I, Budiasa K. Ekstrak air umbi ubijalar ungu menurunkan total kolesterol serta meningkatkan total antioksidan darah kelinci. *Jurnal Veteriner*. 2011;12(2) : 120-125.
 21. Jawi IMaS, I.W.P. Ekstrak Air Ubi Jalar Ungu Menurunkan Tekanan Darah Tikus Putih Hipertensi Yang Diinduksi NaCl. *Medicina*. 2012;43:72-76.
 22. Yuwono J, Sugiritama IW, Mayun GN, Juli Sumadi W. Efek pemberian ekstrak ethanol ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L) terhadap ketebalan dan diferensiasi sel epitel vagina tikus betina yang mengalami ovariectomi *E-Jurnal Medika Udayana*. 2018;7(5):203-210.
 23. Diaz Brinton R. Minireview: translational animal models of human menopause: challenges and emerging opportunities. *Endocrinology*. 2012;153(8):3571 - 3578.
 24. Rodrigues MF, Stotzer US, Domingos MM, Deminice R, Shiguemoto GE, Tomaz LM, et al. Effects of ovariectomy and resistance training on oxidative stress markers in the rat liver. *Clinics*. 2013;68(9):1247-1254.
 25. Hao F, Gu Y, Tan X, Deng Y, Wu ZT, Xu MJ, et al. Estrogen Replacement Reduces Oxidative Stress in the Rostral Ventrolateral Medulla of Ovariectomized Rats. *Oxidative medicine and cellular longevity*. 2016;2016: 1-9
 26. Rahmawati IM, Soetjipto, Adi AC, Aulanni'am. Malonaldehyde Level of Administration Ethanol Extract of Purple Sweet Potato Var. Ayamurasaki in Doca-Salt Hypertensive Rats. 2018. 2018;5(1):6-9.
 27. Ingle DJ, and Griffith, J. Q. Surgery of the Rat. In: E. J. Farris and J. Q. Griffith (eds.), *The Rat in Laboratory Investigation*, . 2 ed. New York: Hafner Pub. Co., Inc; 1962. 18 p.
 28. Ohkawa H, Ohishi N, Yagi K. Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. *Anal Biochem*. 1979;95(2):351-358.
 29. Ahmad AR, Juwita., Ratulangi SAD, Malik.A. Penetapan Kadar Fenolik dan Flavonoid Total Ekstrak Metanol Buah dan Daun Patikala (*Etlingera elatior* (Jack) R.M.SM. *Pharmaceutical Sciences and Research*. 2015;2(1):1-10.
 30. Jie L, Xiao-ding L, Yun Z, Zhengdong Z, Zhi-ya Q, Meng L, et al. Identification and thermal stability of purple-fleshed sweet potato anthocyanins in aqueous solutions with various pH values and fruit

- juices. Food Chemistry. 2013;36(3):1429-1434.
31. Rumapea DK, Miwada INS, Lindawati SA. Dampak Fortifikasi Ubi Ungu Pada Proses Fermentasi Terhadap Sifat-Sifat Antioksidan Selama Penyimpanan. *Peternakan Tropika*. 2016;4(1):7-12.
 32. Andarwulan N, Batari R, Sandrasari DA, Bolling B, Wijaya H. Flavonoid content and antioxidant activity of vegetables from Indonesia. *Food Chem*. 2010;121(4):1231-1235.
 33. Husna NE, Novita M, Rohaya S. Anthocyanins Content and Antioxidant Activity of Fresh Purple Fleshed Sweet Potato and Selected Products. *Agritech*. 2013;33(3):296-302.
 34. Panche AN, Diwan AD, Chandra SR. Flavonoids: an overview. *Journal of nutritional science*. 2016;1-15
 35. Permatananda PANK, Aryastuti AASA, Cahyawati PN, Udiyani DPC, Wijaya D, Pandit IGS, *et al*. Phytochemical and Antioxidant Capacity Test on Turmeric Extract (*Curcuma Longa*) Traditionally Processed in Bali. *Jurnal Bali Membangun Bali*. 2020;1(2):135-142.
 36. Adiari NWL, Yogeswara IBA, Putral MWA. Pengembangan pangan fungsional berbasis tepung okara dan tepung beras hitam (*Oryza sativa L. indica*) sebagai makanan selingan bagi remaja obesitas. *Jurnal Gizi Indonesia*. 2017;6(1):51-7.
 37. Dumaria CH, Wiraguna AAGP, Pangkahila W. Krim Ekstrak Buah Merah (*Pandanus Conoideus*) 10 % Sama Efektifnya Dengan Krim Hidrokuinon 4% Dalam Mencegah Peningkatan Jumlah Melanin Kulit Marmut (*Cavia Porcellus*) Yang Dipapar Sinar Ultraviolet B *Jurnal Biomedik : JBM*. 2018;10(2):85-91.
 38. Puspaningrum DHP, Sari NKY. Pengaruh Pengerinan Dan Rasio Penyeduhan Terhadap Sifat Fisik Dan Kimia Teh Cascara Kopi Arabika (*Coffe arabika L.*) *Pro Food (Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan)* 2020;6(2):710-718.
 39. Cui X, Gong J, Han H, He L, Teng Y, Tetley T, *et al*. Relationship between free and total malondialdehyde, a well-established marker of oxidative stress, in various types of human biospecimens. *Journal of thoracic disease*. 2018;10(5):3088-3097.
 40. Effendy NM, Shuid AN. Time and dose-dependent effects of *Labisia pumila* on bone oxidative status of postmenopausal osteoporosis rat model. *Nutrients*. 2014;6(8):3288-3302.
 41. Arslan A, Orkun S, Aydin G, Keles I, Tosun A, Arslan M, *et al*. Effects of ovariectomy and ascorbic acid supplement on oxidative stress parameters and bone mineral density in rats. *The Libyan journal of medicine*. 2011;6(1): 1-9
 42. Tang Z, Wang Y, Zhu X, Ni X, Lu J. Exercise Increases Cystathionine-gamma-lyase Expression and Decreases the Status of Oxidative Stress in Myocardium of Ovariectomized Rats. *International heart journal*. 2016;57(1):96-103.
 43. Ziomkiewicz A, Sancilio A, Galbarczyk A, Klimek M, Jasienska G, Bribiescas RG. Evidence for the Cost of Reproduction in Humans: High Lifetime Reproductive Effort Is Associated with Greater Oxidative Stress in Post-Menopausal Women. *PLoS One*. 2016;11(1): 1-14
 44. Taleb-Belkadi O, Chaib H, Zemour L, Fatah A, Chafi B, Mekki K. Lipid

- profile, inflammation, and oxidative status in peri- and postmenopausal women. *Gynecological endocrinology : the official journal of the International Society of Gynecological Endocrinology*. 2016;32(12):982-985.
45. Juan YS, Chuang SM, Lee YL, Long CY, Wu TH, Chang WC, et al. Green tea catechins decrease oxidative stress in surgical menopause-induced overactive bladder in a rat model. *BJU international*. 2012;110(6):236-244.
46. Hu Y, Deng L, Chen J, Zhou S, Liu S, Fu Y, et al. An analytical pipeline to compare and characterise the anthocyanin antioxidant activities of purple sweet potato cultivars. *Food Chem*. 2016;194:46-54.
47. Sun J, Zhou B, Tang C, Gou Y, Chen H, Wang Y, et al. Characterization, antioxidant activity and hepatoprotective effect of purple sweetpotato polysaccharides. *International journal of biological macromolecules*. 2018;115:69-76.
48. Li X, Liu H, Lv L, Yan H, Yuan Y. Antioxidant activity of blueberry anthocyanin extracts and their protective effects against acrylamide-induced toxicity in HepG2 cells. *International Journal of Food Science & Technology*. 2017;53:147-55.
49. Han KH, Sekikawa M, Shimada K, Hashimoto M, Hashimoto N, Noda T, et al. Anthocyanin-rich purple potato flake extract has antioxidant capacity and improves antioxidant potential in rats. *The British journal of nutrition*. 2006;96(6):1125-1133
50. Lee YM, Yoon Y, Yoon H, Park HM, Song S, Yeum KJ. Dietary Anthocyanins against Obesity and Inflammation. *Nutrients*. 2017;9(10): 1-15
51. Shimizu S, Matsushita H, Morii Y, Ohyama Y, Morita N, Tachibana R, et al. Effect of anthocyanin-rich bilberry extract on bone metabolism in ovariectomized rats. *Biomedical reports*. 2018;8(2):198-204.
52. Horie K, Nanashima N, Maeda H. Phytoestrogenic Effects of Blackcurrant Anthocyanins Increased Endothelial Nitric Oxide Synthase (eNOS) Expression in Human Endothelial Cells and Ovariectomized Rats. *Molecules*. 2019;24(7): 1-11
53. Nanashima N, Horie K, Maeda H, Tomisawa T, Kitajima M, Nakamura T. Blackcurrant Anthocyanins Increase the Levels of Collagen, Elastin, and Hyaluronic Acid in Human Skin Fibroblasts and Ovariectomized Rats. *Nutrients*. 2018;10(4): 1-15

***Nutritional Status of Pregnant Women Aged Less Than 20 Years is a Risk Factor For The Incidence of Babies With Low Birth Weight (LBW)***

**Asti Melani Astari ^{1*}, Ayut Merdikawati ¹, Muladefi Choiriyah ¹,
Helmi Nindra Agustin ²**

^{1*} Jurusan Keperawatan, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Brawijaya

² Program Studi Sarjana Keperawatan, Jurusan Keperawatan, Fakultas Ilmu Kesehatan,
Universitas Brawijaya

*Alamat korespondensi: astiastari.fk@ub.ac.id

Diterima: Januari 2022

Direview: Februari 2022

Dimuat: Juli 2022

ABSTRACT

Low birth weight (LBW) is influenced by various factors, such as maternal education, gestational age, maternal nutritional status, and economic level. The high pregnancy rate in adolescent mothers is in line with pregnancy complications experienced, one of which is giving birth to LBW babies. The aim of this study was to analyze the risk factors most associated with the incidence of LBW babies in mothers aged less than 20 years old in Wagir District, Malang Regency. The data collection method was used cross-sectional. The inclusion criteria in this study were mothers who were less than 20 years old, had given birth to a baby with LBW, and were domiciled in Wagir District. The data was analysed by logistic regression test. A total of 106 respondents participated in this study. The results showed that the factors that were significantly related were nutritional status (p-value 0.012), economic level (p-value 0.030), and gestational age (p-value 0.046). The dominant factor was nutritional status (p-value 0,012; OR 0,666). Nutritional status is the most influential thing for the health of both mother and baby, so the role of health workers in educating women during the preconception period regarding nutrition and the risk of pregnancy is essential.

Keywords: *Low Birth Weight (LBW), nutritional status, adolescent's pregnancy*

ABSTRAK

Berat badan lahir rendah (BBLR) banyak dipengaruhi oleh berbagai macam faktor, seperti pendidikan ibu, usia kehamilan, status gizi ibu, dan tingkat ekonomi. Tingginya kehamilan pada ibu dengan usia remaja sejalan dengan komplikasi kehamilan yang dialami salah satunya adalah melahirkan bayi BBLR. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis faktor resiko yang paling berhubungan dengan kejadian bayi berat badan lahir rendah (BBLR) pada ibu usia kurang dari 20 tahun di Kecamatan Wagir Kabupaten Malang. Metode pengambilan data yang digunakan adalah

cross sectional. Kriteria inklusi dalam penelitian ini adalah ibu yang berusia kurang dari 20 tahun, telah melahirkan bayi dengan BBLR, dan domisili di Kecamatan Wagir. Analisa data menggunakan uji regresi logistik. Sejumlah 106 responden ikut serta dalam penelitian ini. Hasil penelitian menunjukkan faktor yang berhubungan signifikan adalah status gizi (p-value 0.012), tingkat ekonomi (p-value 0.030), dan usia kehamilan (p-value 0.046). Faktor yang paling dominan adalah status gizi (p-value 0,012; OR 0,666). Status gizi merupakan hal paling berpengaruh bagi kesehatan ibu dan janin, sehingga peran tenaga kesehatan dalam mengedukasi calon ibu dimasa prakonsepsi terkait gizi dan risiko kehamilan sangat diperlukan.

Kata kunci: BBLR, status gizi, kehamilan remaja

PENDAHULUAN

Angka kehamilan pada ibu remaja di dunia berdasarkan data yang disebutkan *World Health Statistic (WHO)* adalah 49 per 1000 perempuan (1). Menurut survei tahun 2017, sebanyak 7% wanita umur 15 – 19 tahun sudah menjadi ibu, sebanyak 5% sudah pernah melahirkan, sedangkan 2% lainnya sedang hamil anak pertama. Paling banyak yaitu remaja wanita yang tinggal di pedesaan sebanyak 10 % dan remaja wanita yang di perkotaan lebih sedikit yaitu sebanyak 5 % (2).

Kehamilan usia remaja terjadi karena berbagai macam alasan seperti hamil di luar nikah, ingin memiliki anak, dan keinginan untuk meniru saudara yang hamil di usia remaja (3). Hasil penelitian yang dilaksanakan di Kabupaten Probolinggo menjelaskan pemicu kehamilan di usia remaja adalah tingkat pendidikan yang rendah, kondisi ekonomi, kondisi budaya, dan kondisi sosial lingkungan tempat tinggal (4). Selain itu, riwayat kehamilan remaja pada keluarga, usia menikah muda, perilaku seksual pranikah yang beresiko, pengetahuan yang kurang tentang kesehatan reproduksi dan seksualitas, sikap remaja terhadap seksualitas yang permisif, akses media informasi tentang pornografi, sikap orang tua, dan perilaku teman dekat merupakan faktor yang mempengaruhi kehamilan di usia remaja (5).

Kehamilan usia remaja dapat menyebabkan beberapa permasalahan, salah satunya yaitu berat badan lahir bayi.

Remaja yang melahirkan di usia muda mempunyai risiko 1,8 kali melahirkan Bayi Berat Badan Lahir rendah (BBLR) (6). Berat badan lahir merupakan indikator penting kesehatan bayi, faktor determinan kelangsungan

hidup dan faktor untuk pertumbuhan fisik dan mental bayi di masa yang akan datang (4). Menurut *United Nations Emergency Children's Fund (UNICEF)* dan *World Health Organization (WHO)*, penurunan kejadian BBLR merupakan salah satu kontribusi penting dalam *Sustainable Development Goals (SDGs)* untuk menurunkan kematian anak. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan Kusumawati & Yunadi (2020) yang menyebutkan bahwa bayi dengan BBLR memiliki risiko lebih besar 0,26 kali lebih besar mengalami kematian neonatal dini dibandingkan bayi dengan berat badan lahir normal (7).

Berat badan lahir rendah (BBLR) banyak dipengaruhi oleh berbagai macam faktor. Faktor tersebut yaitu pendidikan, usia kehamilan, status ekonomi, pekerjaan ibu, keadaan medis ibu sebelum hamil, jarak kehamilan, status gizi ibu, jumlah kehamilan dan tipe keluarga (8).

Menurut studi pendahuluan yang didapatkan dari data Dinas Kesehatan Kabupaten Malang tahun 2019, di Kabupaten Malang angka BBLR pada tahun 2018 sebanyak 1.261 bayi. Data angka BBLR pada bulan Januari sampai dengan Agustus 2019 sebanyak 325 bayi.

Data BBLR di Puskesmas Wagir selama bulan Januari sampai Agustus 2019 sebanyak 106 bayi dan ibu usia remaja sebanyak 174. Pemegang program Kesehatan Ibu dan Anak (KIA) di Puskesmas Wagir menyebutkan jika kejadian BBLR selalu ada setiap bulannya, tetapi belum ada penelitian yang meneliti kejadian BBLR di wilayah kerja Puskesmas Wagir.

Berdasarkan data yang ada tentang kejadian BBLR yang mencapai 106 dari 325 kejadian di Kecamatan Wagir dan pernyataan dari pemegang program KIA, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian faktor-faktor yang mempengaruhi kejadian bayi berat badan lahir rendah (BBLR) pada ibu usia kurang dari 20 tahun di Kecamatan Wagir yang menjadi wilayah kerja Puskesmas Wagir.

METODE PENELITIAN

Rancangan/Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain observasional analitik dengan pendekatan *cross sectional* yaitu penelitian yang mencari hubungan antara variabel independen yaitu faktor resiko yang mempengaruhi kejadian berat badan lahir rendah (status gizi ibu, pendidikan ibu, usia kehamilan, dan tingkat ekonomi) dengan variabel dependen yaitu kejadian bayi berat badan lahir rendah dalam satu waktu tertentu.

Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi data karakteristik subjek untuk mengidentifikasi faktor resiko (pendidikan ibu, usia kehamilan, status gizi, dan tingkat ekonomi) yang berhubungan dengan kejadian berat badan lahir rendah di Kecamatan Wagir Kabupaten Malang. Penelitian dilaksanakan selama bulan Desember 2019. Pengumpulan data ini dilakukan dengan teknik wawancara langsung menggunakan kuesioner dengan

melakukan kunjungan rumah (*home visit*) berdasarkan data yang didapatkan di Puskesmas Wagir.

Sasaran Penelitian

Sampel dalam penelitian ini adalah ibu kurang dari 20 tahun yang melahirkan bayi dengan berat badan lahir rendah yang berada di Kecamatan Wagir. Pengambilan responden *total sampling*. Berdasarkan studi pendahuluan, dari bulan Januari sampai dengan bulan Agustus tahun 2019 kejadian berat badan lahir rendah di Kecamatan Wagir sebanyak 106 orang.

Pengembangan Instrumen dan Teknik Pengumpulan Data

Instrumen yang digunakan pada penelitian ini berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Nursaputri tahun 2015 dan telah dimodifikasi oleh peneliti berupa identitas responden, sosiodemografi, data kehamilan, dan data persalinan (9). Data sosiodemografi terdiri dari status pernikahan, pendidikan ibu, pekerjaan ibu dan suami dan tingkat ekonomi. Data kehamilan dan persalinan terdiri dari status gizi, usia kehamilan dan derajat berat badan lahir rendah.

Status gizi ibu dihitung dengan menggunakan selisih atau peningkatan berat badan sebelum hamil dan saat hamil dengan nilai IMT sebelum kehamilan normal (19,8-26). Status gizi kurang jika peningkatan berat badan ibu <11,5 kg, status gizi cukup jika peningkatan berat badan ibu 11,5 – 16 kg dan status gizi lebih jika peningkatan berat badan ibu >16 kg (10). Usia kehamilan dihitung dari hari pertama haid terakhir sampai dengan melahirkan. Usia kehamilan prematur jika bayi lahir di usia <37 minggu dan aterm jika bayi lahir di usia kehamilan \geq 37 minggu (11). Derajat berat badan lahir rendah didapatkan dari bayi dengan berat badan lahir kurang dari 2500 gram ketika ditimbang sesaat setelah lahir pada ibu dengan usia ketika melahirkan kurang dari 20 tahun dengan klasifikasi BBLSR (berat

badan lahir antara <1000 – 1500 gram) dan BBLR (berat badan lahir antara >1500 – <2500 gram (12).

bivariat dan multivariat. Analisa univariat bertujuan untuk menjelaskan atau mendeskripsikan karakteristik variabel penelitian untuk mengidentifikasi faktor resiko (pendidikan ibu, usia kehamilan, status gizi, dan tingkat ekonomi) yang berhubungan dengan kejadian berat badan lahir rendah di Kecamatan Wagir Kabupaten Malang. Analisa bivariat digunakan untuk menjelaskan dan menganalisis hubungan antara variabel independen dengan variable dependen. Dalam penelitian ini analisis bivariat yang dilakukan adalah menganalisis faktor resiko (pendidikan ibu, usia kehamilan, status gizi, dan tingkat ekonomi) 43 dengan kejadian berat badan lahir rendah di Kecamatan Wagir Kabupaten Malang dengan menggunakan jenis analisis koefisien kontigensi lambda.

Teknik Analisis Data

Data dalam penelitian ini dianalisis menggunakan uji univariat,

Analisis multivariat digunakan untuk mengetahui faktor resiko yang paling berhubungan dengan kejadian berat badan lahir rendah diantara pendidikan ibu, usia kehamilan, status gizi, dan tingkat ekonomi. Analisis multivariat dihitung dengan menggunakan aplikasi komputer menggunakan SPSS untuk menghitung dan menganalisis metode statistik sesuai data yang didapatkan dengan menggunakan penghitungan analisis regresi logistik. Penelitian ini telah mendapatkan persetujuan penelitian dari Komisi Etik Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya dengan Nomor: 329/EC/KEPK-S1-PSIK/12/2019.

HASIL PENELITIAN **Karakteristik Responden**

Tabel 5.1 Karakteristik responden berdasarkan sosiodemografi

Karakteristik	Frekuensi	%
Status Pernikahan		
Menikah	106	100%
Tidak Menikah	0	0%
Pendidikan Ibu		
Rendah	59	55,7%
Menengah	47	44,3%
Tinggi	0	0%
Pekerjaan Ibu		
Tidak Bekerja	81	76,4%
Bekerja	25	23,6%
Pekerjaan Suami		
Buruh	36	34%
Karyawan Swasta	49	46,2%
Wiraswasta	10	9,4%
Petani	11	10,4%
PNS	0	0%
Tingkat Ekonomi		
Kurang	74	69,8%
Cukup	32	30,2%

Berdasarkan tabel 1, semua responden ibu berstatus menikah, pendidikan ibu sebagian besar menempuh pendidikan rendah yaitu (Tidak Sekolah dan Sekolah Dasar) sebanyak 59 responden (55,7%), pekerjaan ibu sebagian besar adalah tidak bekerja

sebanyak 81 ibu (76,4%), untuk pekerjaan suami terbanyak bekerja sebagai karyawan swasta dengan jumlah 49 orang (46,2%), dan untuk pendapatan keluarga 47 dalam satu bulan memiliki kategori kurang yaitu sebanyak 74 responden (69,8%).

Karakteristik Responden Berdasarkan Data Kehamilan dan Persalinan

Tabel 5.2 Karakteristik Responden Berdasarkan Data Kehamilan dan Persalinan

Karakteristik	Frekuensi	%
Status Gizi (Peningkatan BB selama Hamil)		
Kurang	74	69,8%
Cukup	32	30,2%
Lebih	0	0
Usia Kehamilan		
Prematur	36	34%
Aterm	70	66%
Derajat Berat Badan Lahir		
Rendah	104	98,1%
BBLR	2	1,9%
BBLSR		

Berdasarkan tabel 2, usia ibu saat hamil seluruhnya adalah usia kurang dari 20 tahun dan untuk status gizi berdasarkan peningkatan berat badan selama hamil sebagian besar ibu memiliki status gizi kurang sebanyak 74 ibu (69,8%). Data yang didapatkan pada usia kehamilan ibu

sebagian besar adalah aterm atau lebih dari 9 bulan sebanyak 70 ibu (66%) dan untuk seluruh bayi yang dilahirkan merupakan bayi dengan berat badan lahir rendah dengan kategori terbanyak berat badan lahir rendah sebanyak 104 orang (98,1%).

Hubungan Faktor Resiko dengan Kejadian BBLR

Tabel 5.3 Analisis Bivariat Faktor resiko Kejadian BBLR

Variabel	Berat Badan Lahir Rendah		p*
	BBLSR	BBLR	
Pendidikan			0,871
Rendah	1(50%)	58(55,7%)	
Menengah	1(50%)	46(44,3%)	
Tinggi	0	0	
Status Gizi			0,012
Kurang	0	80(76,9%)	
Cukup	2(100%)	24(23,1)	
Lebih	0	0	
Usia Kehamilan			0,046
Prematur			
Aterm	2(100%)	34(32,7%)	

	0	70(67,3%)	
Tingkat Ekonomi			0,030
Kurang			
Cukup	0	74(71,1%)	
	2(100%)	30(28,9%)	

* Analisis Koefisien Kontigensi Lambda

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan didapatkan data bahwa pendidikan ibu tidak berhubungan dengan kejadian BBLR dengan p-value 0,871. Hasil pengujian usia kehamilan memiliki hubungan dengan kejadian BBLR dengan

p-value 0,046. Status gizi juga dapat memiliki hubungan dengan kejadian BBLR dengan p-value 0,012 serta tingkat ekonomi memiliki hubungan dengan kejadian BBLR dengan p-value 0,030.

Analisis Faktor yang Paling Berpengaruh dengan Kejadian BBLR
Tabel 5.4 Faktor yang Paling Berpengaruh dengan Kejadian BBLR*

Variabel	p-value	OR	CI (95%)
Status Gizi	0,012	0,666	
Usia Kehamilan	0,046	0,658	
Tingkat Ekonomi	0,030	0,657	

* Analisis Regresi Logistik

Berdasarkan tabel 5.4 di atas dapat diketahui bahwa ibu dengan status gizi kurang cenderung mengalami kejadian BBLR (p-value 0,012; OR 0,666).

PEMBAHASAN

Faktor Resiko Kejadian BBLR pada Ibu Usia Kurang dari 20 Tahun

Pada penelitian ini didapatkan bahwa kejadian BBLR pada ibu usia kurang dari 20 tahun berhubungan signifikan dengan usia kehamilan, status gizi, dan tingkat ekonomi, hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya baik yang dilakukan di dalam maupun di luar negeri (13)(14)(15)(16). Analisa lebih lanjut, faktor status gizi memiliki hubungan yang paling signifikan dalam kejadian BBLR pada ibu usia kurang dari 20 tahun. Gizi berupa makro dan mikronutrien sangat dibutuhkan dalam perkembangan janin yang sehat. Tercukupinya kebutuhan gizi tersebut terukur melalui status gizi yang adekuat atau tidak. Status gizi yang adekuat menyediakan kebutuhan ibu dan janin sehingga menurunkan kejadian BBLR maupun Kecil Masa Kehamilan (KMK)(17).

Usia kurang dari 20 tahun merupakan usia dalam tahap masa remaja yang memiliki kecenderungan yaitu kurang memperhatikan kondisi makanan dan gizi yang dikonsumsi. Berdasarkan hasil penelitian ini, sebagian besar ibu usia kurang dari 20 tahun memiliki status gizi yang kurang. Hal ini dapat disebabkan oleh berbagai macam faktor yaitu lingkungan keluarga yang kurang mendukung untuk pemenuhan status gizi yang baik, tingkat ekonomi yang kurang, dan dari faktor diri sendiri yang kurang memperhatikan nilai gizi dari makanan yang dikonsumsi.

Kebutuhan gizi saat kehamilan sangat penting bahkan perbaikan gizi dapat dimulai saat sebelum kehamilan terjadi (masa prakonsepsi). Ibu yang mengalami kekurangan gizi akan berimbas pada kondisi BBLR. Bayi dengan BBLR sangat berisiko terjadi gagal pertumbuhan/stunting, yang dapat mengancam kualitas masa depan anak bangsa (18). Oleh karena itu, pemerintah

berupaya memberikan program-program untuk perbaikan gizi dimulai sejak masa prakonsepsi dengan memberikan tablet

kehamilan (19)(20). Hal ini dilakukan sebagai upaya untuk mengurangi anemia pada ibu hamil dan resiko kejadian BBLR dan resiko kematian ibu dan bayi. Ibu hamil dengan anemia erat kaitannya dengan melahirkan bayi BBLR, dan prevalensi ibu hamil dengan anemia di Indonesia sangat tinggi (21)(22).

Selain penambahan tablet besi, kebutuhan mengonsumsi protein dan asupan energi dalam jumlah yang adekuat diperlukan ibu hamil. Selama kehamilan terjadi peningkatan kebutuhan protein yang signifikan. Sebanyak 68% peran protein dalam kehamilan dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangan janin untuk pembentukan plasenta dan cairan amnion, pertumbuhan jaringan maternal seperti mammae ibu, dan jaringan uterus serta penambahan volume darah. Ibu hamil usia remaja dengan penambahan berat badan yang kurang selama kehamilan, asupan energi, protein, asam folat dan zat besi yang rendah berisiko melahirkan BBLR (23)(24)(25).

Responden dari penelitian ini memiliki usia kehamilan yang sebagian besar adalah aterm atau cukup bulan. Meskipun usia kehamilan dalam penelitian ini merupakan aterm, tetapi masih bisa terjadi kejadian BBLR dikarenakan terdapat berbagai macam faktor lain yang mendukung. Kondisi ini disebut dengan KMK dimana berat lahir bayi tidak sesuai dengan usia kehamilan. KMK erat hubungannya dengan status nutrisi ibu selama hamil yang tidak adekuat (23).

Selain itu status gizi juga dapat dipengaruhi oleh tingkat ekonomi dari keluarga. Pada penelitian ini didapatkan data bahwa tingkat ekonomi pada keluarga mayoritas adalah kurang. Hal tersebut memungkinkan adanya pemenuhan

tambah darah pada remaja perempuan, dilanjutkan dengan pemberian zat besi dan asam folat sebanyak 90 tablet selama

kebutuhan status gizi bagi keluarga khususnya ibu hamil menjadi berkurang dan menjadi kurang diperhatikan. Berdasarkan data yang diperoleh dari penelitian sebagian besar ibu bekerja di rumah dan suami bekerja sebagai karyawan swasta. Tingkat ekonomi yang rendah juga menjadikan risiko tinggi ibu melahirkan bayi dengan BBLR (26).

SIMPULAN

Status gizi merupakan faktor yang paling berpengaruh terhadap kejadian BBLR pada ibu dengan usia kurang dari 20 tahun. Status gizi sebaiknya tidak hanya diperbaiki selama masa kehamilan tetapi sejak sebelum hamil. Sehingga peran tenaga kesehatan dalam mengedukasi calon ibu dimasa prakonsepsi terkait gizi dan risiko kehamilan sangat diperlukan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Guidelines on optimal feeding of low birth-weight infants in low- and middle-income countries [Internet]. [cited 2022 Jan 21]. Available from: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/85670>
2. National Population and Family Planning Board, Statistics Indonesia, Ministry of Health. Indonesia Demographic and Health Survey 2017 [Internet]. Available from: https://rhknowledge.ui.ac.id/uploads/resource_file/file/8/SDKI_2017.pdf
3. Susanti R, Hasanah O, Utami GT. Perbandingan Kenaikan Berat Badan Bblr Yang Diberi Asi Dan Susu Formula Pada Dua Minggu Pertama Perawatan. :8.

4. Rosita M. Analisis Faktor-Faktor Penyebab Pernikahan Usia Muda Di Kabupaten Probolinggo Berbasis Cluster. Swara Bhumi [Internet]. 2016 Dec 23 [cited 2022 Jan 21];4(02). Available from: <https://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/swara-bhumi/article/view/17775>
5. Setyaningsih MM, Sutiarysih E. Faktor-Faktor Determinan yang melatar belakangi Kehamilan Remaja di Desa Pandansari Kecamatan Poncokusumo Kabupaten Malang. J Ners Dan Kebidanan J Ners Midwifery. 2020 Aug 5;7(2):247–55.
6. Nuzula RF, Dasuki D, Kurniawati HF. Hubungan Kehamilan Pada Usia Remaja Dengan Kejadian Berat Bayi Lahir Rendah (BBLR) Di Rsud Panembahan Senopati. J Kesehat “Samodra Ilmu. 11(2):122–30.
7. The Relationship Of Low Birth Weight And Early Neonatal Mortality. J Kesehat Madani Med [Internet]. 2020 Jun 30 [cited 2022 Jan 22];11(1). Available from: <http://jurnalmadanimedika.ac.id/index.php/JMM/article/view/108>
8. Putri AW, Pratitis A, Luthfiya L, Wahyuni S, Tarmali A. Faktor Ibu terhadap Kejadian Bayi Berat Lahir Rendah. 2019;3(1):8 (55-62).
9. Nursaputri S. Analisis Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kejadian Berat Badan Bayi Lahir Rendah (BBLR) pada Wanita Hipertiroid Kehamilan di Kabupaten Magelang Tahun 2014. Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Semarang. 2015;136.
10. Arisman Mb. Buku Ajar Ilmu Gizi Dalam Daur Kehidupan. Jakarta: EGC; 2010.
11. Berghella V. Obstetric Evidence Based Guidelines, Third Edition. :381.
12. WHO. WHO recommendations on interventions to improve preterm birth. WHO Press WHO Libr Cat-Publ Data Genewa Switz. 2015;
13. Sholiha H, Sumarmi S. Analisis Risiko Kejadian Berat Bayi Lahir Rendah (BBLR) Pada Primigravida. Media Gizi Indones. 2015;10(1):57–63.
14. Mahecha-Reyes E, Grillo-Ardila CF. Maternal Factors Associated with Low Birth Weight in Term Neonates: A Case-controlled Study. Rev Bras Ginecol E Obstet Rev Fed Bras Soc Ginecol E Obstet. 2018 Aug;40(8):444–9.
15. Kaur S, Ng CM, Badon SE, Jalil RA, Maykanathan D, Yim HS, et al. Risk factors for low birth weight among rural and urban Malaysian women. BMC Public Health. 2019 Jun 13;19(Suppl 4):539.
16. Desta SA, Damte A, Hailu T. Maternal factors associated with low birth weight in public hospitals of Mekelle city, Ethiopia: a case-control study. Ital J Pediatr. 2020 Sep 7;46(1):124.
17. Reyes-López MA, González-Leyva CP, Rodríguez-Cano AM, Rodríguez-Hernández C, Colin-Ramírez E, Estrada-Gutierrez G, et al. Diet Quality Is Associated with a High Newborn Size and Reduction in the Risk of Low Birth Weight and Small for Gestational Age in a Group of Mexican Pregnant Women: An

- Observational Study. *Nutrients*. 2021 May 28;13(6):1853.
18. Sari IP, Ardillah Y, Rahmiwati A. Berat bayi lahir dan kejadian stunting pada anak usia 6-59 bulan di Kecamatan Seberang Ulu I Palembang. *J Gizi Indones Indones J Nutr*. 2020 Jun 2;8(2):110–8.
 19. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Pedoman Pemberian Tablet Tambah Darah (TTD) Bagi Remaja Putri pada Masa Pandemi Covid-19 bagi Tenaga Kesehatan [Internet]. Direktorat Promosi Kesehatan Kementerian Kesehatan RI. [cited 2022 Jan 21]. Available from: <https://promkes.kemkes.go.id/pedoman-pemberian-tablet-tambah-darah-ttd-bagi-remaja-putri-pada-masa-pandemi-covid-19-bagi-tenaga-kesehatan>
 20. webmaster. Pedoman Pemberian Tablet Tambah Darah (TTD) Bagi Ibu Hamil pada Masa Pandemi Covid-19 bagi Tenaga Kesehatan [Internet]. Direktorat Promosi Kesehatan Kementerian Kesehatan RI. [cited 2022 Jan 21]. Available from: <https://promkes.kemkes.go.id/pedoman-pemberian-tablet-tambah-darah-ttd-bagi-ibu-hamil-pada-masa-pandemi-covid-19-bagi-tenaga-kesehatan>
 21. Novianti S, Aisyah IS. Hubungan Anemia Pada Ibu Hamil Dan BBLR. *J Siliwangi Seri Sains Dan Teknol* [Internet]. 2018 May 31 [cited 2022 Jan 21];4(1). Available from: http://jurnal.unsil.ac.id/index.php/jssa_instek/article/view/440
 22. Syifaurrehman M, Yusrawati Y, Edward Z. Hubungan Anemia dengan Kejadian Bayi Berat Lahir Rendah pada Kehamilan Aterm di RSUD Achmad Darwis Suliki. *J Kesehat Andalas* [Internet]. 2016 Aug 11 [cited 2022 Jan 21];5(2). Available from: <http://jurnal.fk.unand.ac.id/index.php/jka/article/view/542>
 23. Retni R, Margawati A, Widjanarko B. Pengaruh status gizi & asupan gizi ibu terhadap berat bayi lahir rendah pada kehamilan usia remaja. *J Gizi Indones Indones J Nutr*. 2016 Dec 30;5(1):14–9.
 24. Azizah A, Adriani M. Tingkat Kecukupan Energi Protein Pada Ibu Hamil Trimester Pertama Dan Kejadian Kekurangan Energi Kronis. *Media Gizi Indones*. 2017;12(1):21–6.
 25. Syari M, Serudji J, Mariati U. Peran Asupan Zat Gizi Makronutrien Ibu Hamil terhadap Berat Badan Lahir Bayi di Kota Padang. *J Kesehat Andalas* [Internet]. 2015 Sep 1 [cited 2022 Jan 21];4(3). Available from: <http://jurnal.fk.unand.ac.id/index.php/jka/article/view/355>
 26. Mishra PS, Sinha D, Kumar P, Srivastava S, Bawankule R. Newborn low birth weight: do socio-economic inequality still persist in India? *BMC Pediatr*. 2021 Nov 19;21(1):518.



Penurunan hs-CRP Tikus *Sprague dawley* Jantan Setelah Pemberian Madu Hutan *Apis Dorsata*

Inna Mutmainnah Musa^{1,2*)}, Agussalim Bukhari³, Irfan Idris⁴, Ika Yustisia⁵,
Rosdiana Natzir⁵, Aminuddin Aminuddin³, Marhaen Hardjo⁵

¹ Konsentrasi Aging and Regenerative Medicine, Sekolah Pascasarjana Ilmu Biomedik, Universitas Hasanuddin, Makassar, Sulawesi Selatan Tlp: +62 853-4288-4047

² Departemen Ilmu Gizi, Fakultas Kedokteran, Universitas Muslim Indonesia, Makassar, Sulawesi Selatan

³ Departemen Gizi Klinik, Fakultas Kedokteran, Universitas Hasanuddin, Makassar, Sulawesi Selatan

⁴ Departemen Fisiologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Hasanuddin, Makassar, Sulawesi Selatan

⁵ Departemen Biokimia, Fakultas Kedokteran, Universitas Hasanuddin, Makassar, Sulawesi Selatan

*Alamat korespondensi: innamusa@yahoo.co.id.

Diterima: Juli 2022

Direview: November 2022

Dimuat: Juli 2022

ABSTRACT

Excessive consumption of fatty foods causes various metabolic disorders and systemic inflammation triggers increased inflammatory markers, namely high sensitivity C-Reactive Protein (hs-CRP). Apis dorsata forest honey contains high antioxidants. There has not been much research on the antioxidant activity of this forest changes in hs-CRP levels. This aimed to determine the effect of Forest honey Apis dorsata on serum hs-CRP levels in old rats induced high-fat diet (HFD). The research design with pre-post test with control group design. 15 male Sprague Dawley rats were divided into a group of negative control rats, a group of positive control rats induced by HFD, and an intervention group of rats induced by HFD and Forest honey Apis dorsata at a dose of 0.5ml/200 g BW. HFD induction was given for 30 days while honey was given for 7 days. Serum hs-CRP was taken after being induced by HFD and after intervention with honey which was then measured using the ELISA method. The results showed that the intervention group of rats induced High Fat Diet and Forest intervention experienced a significant decrease in hs-CRP levels ($p=0.009$). In conclusion, Forest honey Apis dorsata at a dose of 0.5ml/200 g BW was able to reduce serum levels of hs-CRP in Sprague Dawley male rats induced by a High Fat Diet.

Keywords: Forest Honey Apis dorsata, hs-CRP, Sprague Dawley male Rat, High Fat Diet

ABSTRAK

Pola konsumsi makanan berlemak berlebih menimbulkan berbagai gangguan metabolik dan inflamasi sistemik sehingga memicu peningkatan penanda inflamasi, yaitu *high sensitivity C-Reactive Protein* (hs-CRP). Madu hutan *Apis dorsata* mengandung antioksidan tinggi, namun belum banyak penelitian mengenai aktifitas antioksidan madu hutan ini terhadap perubahan kadar hs-CRP

di dalam darah. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian madu hutan *Apis dorsata* terhadap kadar serum hs-CRP tikus *Sprague dawley* jantan diinduksi pakan tinggi lemak (PTL). Rancangan penelitian yaitu *pre-post test with control group design*. 15 ekor tikus jantan *Sprague dawley* dibagi dalam tikus kelompok kontrol negatif (K-), kontrol positif (K+) diinduksi PTL, dan perlakuan (P) diinduksi PTL + madu hutan *Apis dorsata* dosis 0,5 ml/200 g BB. Induksi PTL diberikan selama 30 hari dan madu selama 7 hari. Serum hs-CRP diambil dua kali, yaitu setelah pemberian PTL dan setelah pemberian madu, kemudian diukur menggunakan metode ELISA. Hasilnya menunjukkan kelompok tikus yang diberi PTL+intervensi madu hutan mengalami penurunan kadar hs-CRP yang signifikan ($p=0,009$). Hal ini menandakan efek antioksidan dan antiinflamasi pada madu hutan *Apis dorsata* dapat menurunkan kadar hs-CRP. Kesimpulannya, Madu hutan *Apis dorsata* dosis 0,5 ml/200 g BB mampu menurunkan kadar serum hs-CRP tikus *Sprague dawley* jantan yang diinduksi pakan tinggi lemak.

Kata kunci: Madu hutan *Apis dorsata*, hs-CRP, Tikus *Sprague dawley* jantan, Pakan Tinggi Lemak

PENDAHULUAN

Penyakit kardiovaskular merupakan penyakit yang cukup serius dan sering diderita oleh kaum lansia, salah satunya adalah Penyakit Jantung Koroner. PJK menjadi salah satu penyebab kematian pasien di atas usia 65 tahun [1,2]. Menurut data *World Health Organization* tahun 2018, diperkirakan sebanyak 17,9 juta penduduk dunia meninggal akibat penyakit kardiovaskular pada 2019 dan menyumbang sekitar 32% angka kematian di seluruh dunia [3]. Data dari Riskesdas 2018 memperlihatkan adanya kecenderungan prevalensi penyakit jantung yang meningkat seiring dengan bertambahnya umur dimana kelompok usia 65-74 tahun mendapat persentase tertinggi sebesar 4,6% [4]. Pola konsumsi makanan berlemak yang berlebih termasuk dalam faktor risiko munculnya penyakit kardiovaskular yang akan menimbulkan inflamasi sistemik di dalam tubuh [5,6]. Begitu pula dengan penuaan, seiring pertambahan usia terjadi peningkatan produksi radikal bebas secara terus-menerus akibat kegagalan kompensasi sel tubuh [7]. Studi epidemiologi memperlihatkan adanya peningkatan petanda inflamasi pada lansia, salah satunya adalah *C-Reactive Protein* (CRP)

[8].

Peningkatan kadar CRP pada rentang tertentu menunjukkan terjadinya peningkatan risiko penyakit kardiovaskular, Oleh karena itu CRP dapat dijadikan sebagai prediktor kuat terjadinya penyakit kardiovaskular. Untuk lebih meningkatkan sensitivitasnya, pemeriksaan dapat dilakukan dengan mengukur kadar *high sensitivity C-Reactive Protein* (hs-CRP). hs-CRP memiliki tingkat sensitivitas analitik yang lebih tinggi dibanding CRP. hs-CRP dapat mengukur kadar CRP yang sangat rendah sehingga dapat digunakan sebagai penanda inflamasi derajat rendah (*low grade inflammation*) yang merupakan salah satu risiko penyakit kardiovaskular [9,10].

Penggunaan obat-obatan farmakologis antiinflamasi yang mengandung berbagai bahan kimia memang efektif menurunkan kadar inflamasi di dalam tubuh, namun juga memiliki efek samping yang cukup membahayakan jika digunakan secara terus menerus. Oleh karenanya, eksplorasi bahan alam perlu dilakukan guna mencari sumber-sumber antioksidan dan antiinflamasi yang bersifat ekonomis, mudah ditemukan dengan efek samping yang minimal. Salah satu bahan alami yang

mengandung antioksidan dan banyak terdapat di alam Indonesia adalah madu. Menurut Penelitian Yaghoobi, (2008) pada 55 orang pasien dengan obesitas menunjukkan bahwa terjadi penurunan kadar hs-CRP setelah pemberian madu alami [11].

Saat ini, belum banyak peneliti yang melakukan riset mengenai aktivitas antioksidan pada produk lebah utamanya madu hutan *Apis dorsata* terhadap perubahan kadar hs-CRP di dalam darah. Kebanyakan peneliti menggunakan buah dan sayuran. Padahal, madu hutan *Apis dorsata* memiliki kadar antioksidan yang cukup tinggi. Hasil penelitian dari Moniruzzaman, *et al.* (2013) menunjukkan pemeriksaan kadar antioksidan madu hutan *Apis dorsata* memakai DPPH sebesar 59,89 ppm dan kadar flavonoidnya sekitar 65,65 mg [12]. Selain itu, madu jenis ini banyak terdapat di hutan Indonesia dan proses pengolahannya pun cukup mudah. Di daerah Sulawesi Selatan sendiri, jenis madu hutan *Apis dorsata* dapat ditemukan di Kecamatan Mallawa, Kabupaten Maros yang juga merupakan salah satu produk unggulan daerah setempat.

METODE PENELITIAN

Rancangan/Desain Penelitian

Penelitian ini telah mendapat Surat Persetujuan Etik No: 210/UN.4.6.4.5.31/PP36/2021 dari Komite Etik Penelitian Kesehatan Universitas Hasanuddin Fakultas Kedokteran. Penelitian dilaksanakan sesuai dengan kode etik penelitian.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental terhadap hewan coba tikus putih jantan *Rattus norvegicus* strain *Sprague dawley* dengan desain *pre-post test with control group design* yaitu dengan membandingkan hasil observasi pada kelompok eksperimental dan kontrol.

Sumber Data

Pemeliharaan dan pemberian intervensi hewan dilakukan di Laboratorium Biofarmasi dan Biofarmaka Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin. Pengamatan dan pemeriksaan kadar hs-CRP dengan menggunakan metode *Enzyme-Linked Immunosorbent Assay* (ELISA) di unit penelitian Laboratorium HUMRC Rumah Sakit Pendidikan Universitas Hasanuddin Makassar.

Madu hutan *Apis dorsata* berasal dari Kecamatan Mallawa, Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan yang didapat dari penduduk lokal yang berprofesi sebagai pencari madu di hutan. Pemberian Madu diberikan peroral dengan sonde lambung dosis optimal yaitu 0,50 ml/200g BB tikus. Pakan standar yang digunakan adalah pakan AD2 dengan kandungan protein kasar min. 20,5%, lemak kasar min.7%, serat kasar maks. 5%, abu maks 7%, kalsium 0,9-1,2% dan fosfor 0,7-0,9%. Pakan tinggi lemak (PTL) yang digunakan terdiri dari 65 ml susu sapi dan 35 g margarin. Pakan ini mengandung karbohidrat 11,28%, protein kasar 3,88% dan lemak kasar 66,51% . Pakan tinggi lemak dibuat dengan cara mencairkan margarin yang masih berupa padatan pada nyala api dengan suhu 45° celcius kemudian dicampur dengan susu sapi dan diperoleh formula pakan tinggi lemak sebanyak 100 ml dalam bentuk cair [13].

Sasaran Penelitian

Sampel penelitian yang digunakan adalah tikus putih (*Rattus norvegicus*) jantan strain *Sprague* berumur 3-6 bulan dengan berat antara 150-350 g dalam kondisi sehat diperoleh dari Laboratorium Hewan Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin. Jumlah sampel yang digunakan sebanyak 15 ekor tikus. Penentuan besaran sampel sesuai dengan rumus *grup comparison one-way ANOVA*. [14].

Dilakukan adaptasi (aklimatisasi) selama 14 hari. Selama masa adaptasi seluruh kelompok tikus diberikan pakan standar sebanyak 30 g/hari dan diberikan minum secukupnya. Kandang dibersihkan setiap hari. Untuk menjaga suasana lingkungan yang stabil, tikus ditempatkan dalam ruangan dengan sirkulasi udara yang cukup dan dipertahankan sesuai suhu ruangan pada suhu standar ($\pm 20-28^{\circ}\text{C}$) dengan kelembaban $\pm 50-10\%$ dan lampu ruangan diatur dalam siklus gelap 12 jam dan terang 12 jam. Berat badan seluruh kelompok tikus ditimbang tiap minggu.

Sebanyak 15 ekor dibagi dalam tiga kelompok, dengan jumlah sampel tiap kelompok sebanyak lima ekor yang terdiri dari kelompok kontrol negatif (K-), kontrol positif (K+) yang diinduksi PTL, dan perlakuan (P) yang diinduksi PTL + madu hutan *Apis dorsata* dosis 0,5 ml/200 g BB. Setelah masa adaptasi, kelompok (K-) tetap diberi pakan standar saja, sedangkan kelompok (K+) dan kelompok (P) diberi pakan standar dan pakan tinggi lemak selama 30 hari sebanyak 2 ml/200 g BB tikus per hari per sonde lambung setiap pagi sebelum pemberian pakan standar untuk menghindari penolakan pada tikus akibat kekenyangan. Setelah pemberian pakan tinggi lemak, dilanjutkan pemberian intervensi madu hutan *Apis dorsata* dengan dosis optimal 0,5 ml/200 g BB pada kelompok tikus perlakuan (P) selama tujuh hari. Madu yang disondekan adalah madu yang telah diencerkan dengan aquadest dengan perhitungan sebagai berikut: Nilai konversi $x 15 \text{ ml madu} = 0,018 x 15 \text{ ml madu} = 0,25 \text{ ml madu}$, Pengenceran madu = 2,5 ml madu + aquadest = 10 ml larutan madu, jadi dalam 1 ml larutan mengandung 0,25 ml madu. $2 x 1 \text{ ml larutan madu} = 2 \text{ ml Madu}$. Sehingga madu yang akan disondekan pada tikus dengan berat badan 200 g adalah 2 ml [15].

Pengembangan Instrumen dan Teknik Pengumpulan Data

Parameter yang diukur pada penelitian ini adalah kadar serum hs-SRP dengan metode *Enzyme-Linked Immunosorbent Assay* (ELISA) yang menggunakan kit merek BT-LAB. Pemeriksaan serum hs-CRP dilakukan sebanyak dua kali, yakni setelah pemberian pakan tinggi lemak sebelum pemberian madu hutan (*pre test*) dan setelah pemberian madu hutan *Apis dorsata* (*post test*). Sampel darah diambil sebanyak 2 ml yaitu pada daerah sinus orbita menggunakan mikrohematokrit. Darah kemudian ditampung pada tabung vacutainer dan dijaga agar tidak terjadi lisis. Setelah pengambilan sampel darah lalu dilakukan proses sentrifus dan dilakukan pengukuran kadar hs-CRP dengan metode ELISA menggunakan kit ELISA dan hasilnya dinyatakan dalam satuan ng/ml.

Teknik Analisis Data

Teknik pengolahan data menggunakan program aplikasi SPSS dengan signifikansi $\leq 0,05$. Hasil pengukuran disajikan dalam bentuk narasi dan tabel. Data penelitian kemudian dianalisis secara statistik menggunakan metode uji *One Way ANOVA (Analysis Of Variance)* kemudian dilanjutkan dengan uji *post hoc Tukey* untuk melihat perbedaan antar kelompok. Untuk membandingkan sebelum dan setelah perlakuan menggunakan metode uji *Paired Sample T Test* untuk data terdistribusi normal dan uji *Wilcoxon* untuk data tidak terdistribusi normal.

HASIL PENELITIAN

Karakteristik Berat Badan Hewan Uji

Tabel 1 memperlihatkan data karakteristik berat badan hewan uji tikus penelitian yang diperoleh dari tiga waktu hasil pengukuran yang berbeda, yakni hari 0 sebelum perlakuan, hari ke-31 setelah pemberian induksi pakan tinggi lemak dan hari ke-38 setelah pemberian madu hutan

Apis dorsata. Setelah pemberian pakan tinggi lemak, rerata peningkatan berat badan yang cukup signifikan terdapat pada kelompok kontrol positif sebesar 24,8% dan kelompok perlakuan sebesar 17,5%. Kemudian setelah pemberian intervensi madu hutan *Apis dorsata*, kelompok perlakuan mengalami penurunan paling besar, yakni 5,4% .

Hasil uji statistik menunjukkan rerata berat badan kelompok kontrol negatif ($p=0,221$) dan kontrol positif ($p=0,153$) tidak berbeda secara signifikan, sedangkan pada kelompok perlakuan ($p=0,029$) mengalami perubahan yang signifikan (Tabel 1).

Karakteristik hs-CRP Hewan Uji

Tabel 2 memperlihatkan data karakteristik kadar serum hs-SRP hewan uji tikus penelitian yang diperoleh dari dua waktu hasil pengukuran, yakni setelah pemberian pakan tinggi lemak sebelum pemberian intervensi madu hutan (*pre test*)

dan setelah pemberian intervensi madu hutan *Apis dorsata* (*post test*). Setelah pemberian pakan tinggi lemak, kelompok perlakuan memiliki kadar serum hs-CRP yang tertinggi sedangkan kadar serum hs-CRP yang terendah pada kelompok kontrol negatif. Setelah pemberian madu hutan *Apis dorsata*, kelompok perlakuan mengalami penurunan kadar serum hs-CRP paling besar, yakni 19,25%.

Hasil uji statistik menunjukkan terdapat perbedaan kadar serum hs-CRP yang signifikan sebelum dan setelah pemberian intervensi madu hutan *Apis dorsata* pada kelompok perlakuan ($p=0,009$), sedangkan pada kelompok kontrol negatif ($p=0,107$) dan kontrol positif ($p=0,660$) tidak didapatkan perbedaan kadar serum hs-CRP yang signifikan sebelum dan setelah pemberian intervensi madu hutan *Apis dorsata* (Tabel 2).

Tabel 1. Data Karakteristik Berat Badan Hewan Uji

Kelompok	Rerata konsumsi pakan /hari (g)	Mean BB (g) \pm SD			Δ Rerata BB %		Nilai p^{\dagger}
		Hari ke-0	Hari ke-31	Hari ke-38	Hari ke-0 & ke-31	Hari ke-31 & ke-38	
Kontrol (-)	24,8	172,60 \pm 22,0 ^a	163,56 \pm 15,7 ^a	170,06 \pm 15,5 ^a	\downarrow 5,2%	\uparrow 3,9	0,221
Kontrol (+)	26,7	181,44 \pm 18,7 ^b	226,56 \pm 38,9 ^b	233,76 \pm 44,5 ^b	\uparrow 24,8%	\uparrow 3,17%	0,153
Perlakuan	27,8	187,02 \pm 16,8 ^a	219,76 \pm 13,4 ^b	207,76 \pm 12,3 ^b	\uparrow 17,5%	\downarrow 5,4%	0,029

Ket : $p < 0,05$ berbeda secara signifikan

^{a,b,c} Notasi yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang bermakna pada uji *post hoc pair wise comparison*

*Metode Uji Repeated Anova

Sumber : Data primer, 2021

Tabel 2. Data Karakteristik Kadar Serum hs-CRP Hewan Uji

Kelompok	Mean Kadar serum hs-CRP (ng/ml) \pm SD		Δ Rerata hs-CRP %	Nilai p^*
	Sebelum Pemberian Madu hutan <i>Apis dorsata</i> (H-31)	Setelah Pemberian Madu hutan <i>Apis dorsata</i> (H-38)		
Kontrol (-)	0,423 \pm 0,119 ^a	0,417 \pm 0,168 ^a	↓1,4%	0,107
Kontrol (+)	0,578 \pm 0,012 ^b	0,564 \pm 0,042 ^b	↓2,4%	0,660
Perlakuan	0,566 \pm 0,051 ^b	0,457 \pm 0,014 ^a	↓19,25%	0,009
Nilai p^{**}	0,001	0,000	-	-

Ket : $p < 0,05$ berbeda secara signifikan

^{a,b} Notasi yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang bermakna pada uji *post hoc Tukey*

*Metode Uji *Paired T Test*

**Metode Uji *One Way Anova*

Sumber : Data primer, 2021

PEMBAHASAN

Pengaruh Pemberian Pakan Tinggi Lemak terhadap Berat Badan Tikus

Pemberian pakan tinggi lemak dapat memengaruhi berat badan tikus. Kenaikan berat badan yang signifikan pada seluruh kelompok kontrol positif dan perlakuan disebabkan oleh kandungan pakan tinggi lemak yaitu susu sapi mengandung 3,17% lemak total dan margarin mengandung 30,5% lemak total yang mengakibatkan terjadinya hiperplasia dan hipertrofi jaringan lemak sehingga menyebabkan peningkatan berat badan [16].

Pengaruh Pemberian Pakan Tinggi Lemak terhadap Kadar Serum hs-CRP Tikus

Pemberian pakan tinggi lemak dapat memengaruhi kadar serum hs-CRP tikus. Hal ini dapat dibuktikan dengan hasil penelitian dimana kadar serum hs-CRP tikus pada kelompok kontrol positif dan perlakuan mengalami peningkatan yang lebih besar setelah pemberian pakan tinggi lemak selama 30 hari dibandingkan dengan kelompok kontrol negatif yang tidak diberi pakan tinggi lemak. Hasil serupa juga didapatkan pada penelitian oleh Puspitadewi (2018) yaitu pemberian pakan tinggi lemak selama 36 hari dapat meningkatkan kadar serum *hs-CRP* tikus

kelompok kontrol positif dan kelompok perlakuan [17].

Makanan tinggi lemak mengakibatkan hiperplasia dan hipertrofi pada jaringan adiposa serta memicu produksi asam lemak bebas yang tinggi. Kandungan lemak sebesar 66,51% pada formula PTL yang cukup tinggi memicu peningkatan produksi asam lemak bebas yang mengakibatkan adanya aktivasi jalur NF- κ B yang mentranskripsi gen *cyclooxygenase-2* (COX-2) dan protein *inducible nitric oxide* (iNOS). Transkripsi COX-2 dan iNOS mengakibatkan munculnya sitokin pro-inflamasi seperti sitokin (TNF- α , IL-6 dan IL-1 β), lalu karena sintesis IL-6 yang tinggi akan merangsang produksi CRP di hepar [13].

Pengaruh Pemberian Madu Hutan *Apis dorsata* Dosis Optimal 0,5 ml/200grBB terhadap Berat Badan Tikus

Pemberian madu hutan *Apis dorsata* dosis optimal 0,5 ml/200 g BB dapat menurunkan berat badan tikus kelompok perlakuan. Penelitian yang dilakukan oleh Nemoseck, *et al* (2011) juga menunjukkan penurunan berat badan sebesar 14,7% pada tikus yang diberi madu [18].

Madu disebut sebagai salah satu terapi yang paling baik dalam menurunkan berat badan. Senyawa

bioaktif tannin dan fenolik pada madu dapat mengganggu enzim pencernaan dan mengurangi absorpsi karbohidrat, lemak dan protein di usus yang menyebabkan penurunan berat badan [19].

Pengaruh Pemberian Madu Hutan Apis dorsata Dosis Optimal 0,5 ml/200grBB terhadap Kadar Serum hs-CRP Tikus

Pemberian madu hutan *Apis dorsata* dengan dosis optimal 0,5ml/ 200 g BB dapat mengurangi kadar serum hs-CRP pada kelompok perlakuan. Hasil penelitian yang sama ditunjukkan oleh Yaghoobi dimana terjadi penurunan kadar serum CRP sebesar 3,3% pada subjek yang telah diberi madu alami [11].

Madu mengandung berbagai macam senyawa bioaktif, diantaranya polifenol dan flavonoid. Kandungan polifenol pada madu hutan *Apis dorsata* adalah sebesar 384,71 ppm dan flavonoid sebesar 34,66 ppm [20]. Kandungan senyawa ini dinilai cukup tinggi. Senyawa ini menghambat ekspresi gen spesifik yang terlibat dalam banyak proses inflamasi. Gen-gen tersebut ditranskripsi oleh *nuclear factor-kB* (NF-kB) yang berperan dalam mentranskripsi beberapa sitokin pro-inflamasi seperti TNF- α , IL-1 β , Il-6 sehingga akan menekan produksi *hs-CRP* di hepar [21].

SIMPULAN

Madu hutan *Apis dorsata* dosis 0,5 ml/200 g BB mampu menurunkan kadar serum hs-CRP tikus *Sprague dawley* jantan yang diinduksi pakan tinggi lemak.

DAFTAR RUJUKAN

1. Dalal D, Robbins JA. Management of Hyperlipidemia in The Elderly Population: An Evidence-based Approach. *South Med J*. 2002; 95 (11): 1255-1262.
2. Bae JM, Yang YJ, Li ZM, Ahn YO. Low Cholesterol is Associated with Mortality from Cardiovascular Diseases: A Dynamic Cohort Study in Korean Adults. *J Korean Med Sci*. 2012; 27 (1): 58-63. doi:10.3346/jkms.2012.27.1.58.
3. World Health Organization. Cardiovascular Diseases (CVDs). Published 2018. Accessed June 30, 2021. [https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds)). WHO. Geneva: 2018.
4. Kemenkes RI. Hasil Riset Kesehatan Dasar Tahun 2018. Vol 53. Kemenkes. Jakarta; 2018.
5. Coelho DF, Pereira-Lancha LO, Chaves DS, D. Diwan, R. Ferraz, P.L. Campos-Ferraz, et al. Effect of High-Fat Diets on Body Composition, Lipid Metabolism and Insulin Sensitivity, and The Role of Exercise on These Parameters. *Brazilian J Med Biol Res*. 2011;44(10):966-972. doi:10.1590/S0100879X2011007500107
6. Peter W.F. Wilson. Obesity and Heart Disease. In: George A. Bray, ed. *Handbook of Obesity Epidemiology, Etiology and Physiopathology*. Vol 1. Third edition. CRC Press; 2014:515-522.
7. Thomas J. Oxidative stress and Oxidant Defense. In: A. Catharine Ross, ed. *Modern Nutrition in Helath and Disease*. Williams & Wilkins; 1999:751-760.
8. Singh T, Newman AB. Inflammatory markers in population studies of aging. *Ageing Res Rev*. 2011;10(3):319-329. doi:10.1016/j.arr.2010.11.002
9. Dewi YP. C-reactive protein (CRP) Vs high-sensitivity CRP (hs-CRP). *ResearchGate*.2018;(September):5-7.
10. Kamath DY, Xavier D, Sigamani A, Pais P. High sensitivity C-reactive protein (hsCRP) & cardiovascular disease: An Indian perspective. *Indian J Med Res*. 2015;142(September):261-268. doi:10.4103/0971-5916.166582
11. Yaghoobi N, Al-Waili N, Ghayour-

- Mobarhan M, S.M.R. Parizadeh, Z. Abasalti, Z. Yaghoobi, et al. Natural honey and cardiovascular risk factors; effects on blood glucose, cholesterol, triacylglycerole, CRP, and body weight compared with sucrose. *Sci World J.* 2008;8:463-469.
doi:10.1100/tsw.2008.64
12. Moniruzzaman M, Khalil MI, Sulaiman SA, Gan SH. Physicochemical and antioxidant properties of Malaysian honeys produced by *Apis cerana*, *Apis dorsata* and *Apis mellifera*. *BMC Complement Altern Med.* 2013;13(1):1. doi:10.1186/1472-6882-13-43
13. Getz GS, Reardon CA. Animal models of Atherosclerosis. *Arterioscler Thromb Vasc Biol.* 2012;32(5):1104-1115.
14. A WN, Z WM. Sample Size Calculation in Animal Studies Using Resource Equation Approach. 2017;24 (5):101-105.
doi:10.1161/ATVBAHA.111.237693
15. Rista Y. Efektivitas Madu terhadap Peningkatan Hb pada Tikus Putih. *Jesbio.* 2014;III(5):7-13.
16. Antonioli L, Pellegrini C, Fornai M, et al. Colonic motor dysfunctions in a mouse model of high-fat diet-induced obesity: an involvement of A2B adenosine receptors. *Purinergic Signal.* 2017;13(4):497-510.
doi:10.1007/s11302-017-9577-0
17. Puspitadewi IN, Margawati A, Wijayanti HS. Pengaruh Pemberian Sari Ubi Ungu (*Ipomea batatas L.*) terhadap Kadar High Sensitivity C-Reactive Protein (hs-CRP) pada Tikus Sprague Dawley dengan Pakan Tinggi Lemak. *J Nutr Coll.* 2018;7(4):155-161.
doi:10.1038/184156a0
18. Nemoseck TM, Carmody EG, Furchner-Evanson A, et al. Honey promotes lower weight gain, adiposity, and triglycerides than sucrose in rats. *Nutr Res.* 2011;31(1):55-60.
doi:10.1016/j.nutres.2010.11.002
19. Pai S, Shivappa C, Surendra A. Anti-obesity and Anti-hyperlipidemic activity of Processed Honey - A Randomised, Open labeled, Controlled Clinical Study. *J Res Tradit Med.* 2018;4(2):40. doi:10.5455/jrtm.2018/816
20. Laboratorium Kimia Makanan Ternak Jurusan Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan. Uji Analisis Kandungan Antioksidan & Vitamin Madu Hutan *Apis dorsata*. *Universitas Hasanuddin*, Makassar: 2021.
21. Meo SA, Al-Asiri SA, Mahesar AL, Ansari MJ. Role of honey in modern medicine. *Saudi J Biol Sci.* 2017;24(5):975-978.
doi:10.1016/j.sjbs.2016.12.010



Perbedaan Asupan Zat Besi Ibu Hamil Anemia dan non-Anemia di Jakarta Timur

Adhila Fayasari^{1*}), Isti Istianah¹, Sri Fauziana¹

^{1*)} Program Studi Gizi, Fakultas Ilmu Kesehatan dan Teknologi, Universitas Binawan
Tlp.: +6285281799937

*Alamat korespondensi: fayasari@gmail.com,

Diterima: Juli 2021

Direview: Februari 2022

Dimuat: Juli 2022

ABSTRACT

Anemia in pregnancy can lead to an increased risk of maternal mortality, and poor pregnancy outcomes. Heme/non-heme iron intake proportions are crucial for iron deficiency anemia prevention. This study aimed to analyse the difference in dietary intake and bioavailability of iron among anemia and non-anemia pregnant women. A cross-sectional study was conducted on 185 pregnant women from May to September 2019 in Makasar Health Centre, Jakarta. Food intake was assessed using 24-hour food recall and semi-quantitative food frequency. Mid-upper arm circumference was measured by metline to assess the nutritional status of pregnant women. Hemoglobin levels were estimated by the cyanmethemoglobin method. Data were analyzed by univariate and bivariate analysis which a p-value less than 0.05 considered statistically significant. The prevalence of anemia was 23.8%. Pregnant women who had a previous abortion and had malnutrition were likely to be anemia ($p < 0,05$). Adherence to iron supplementation showed no significant association with anemia status. In general, the total energy and protein intake of pregnant women was less than 70% EAR. There was no difference in heme and non-heme iron in anemia and non-anemia, but the anemia group was likely to have higher non-heme iron intake. Bioavailability iron intake both in anemia and anemia was low.

Keywords: pregnant women, anemia, iron intake, iron bioavailability

ABSTRAK

Dalam kehamilan anemia merupakan faktor penting yang terkait dengan peningkatan risiko kematian ibu anak. Asupan zat besi dan bioavailabilitas zat besi penting untuk pencegahan anemia defisiensi besi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbedaan asupan makanan dan bioavailabilitas zat besi ibu hamil anemia dan non-anemia di Puskesmas Makasar. Studi *cross sectional* dilakukan pada 185 wanita hamil dari Mei -September 2019 di Puskesmas Kecamatan Makasar, Jakarta. Asupan makan diukur dengan menggunakan *24 hours food recall* dan *Semi Quantitative Food Frequency*. Lingkar lengan atas diukur dengan *metline*. Kadar hemoglobin diukur dengan metode cyanmethemoglobin. Data dianalisis dengan uji beda dengan nilai $p < 0,05$ dianggap signifikan secara statistik. Hasil penelitian menunjukkan prevalensi anemia sebesar 23,8%. Wanita hamil yang anemia

cenderung mempunyai riwayat keguguran dan malnutrisi ($p < 0,05$). Kepatuhan terhadap suplementasi zat besi tidak menunjukkan hubungan yang signifikan dengan status anemia ($p > 0,05$). Secara umum total energi dan asupan protein ibu hamil kurang dari 70% EAR. Asupan makanan pada kelompok anemia lebih tinggi daripada kelompok non-anemia. Tidak ada perbedaan dalam zat besi heme dan non-heme pada anemia dan non-anemia, tetapi kelompok anemia cenderung memiliki asupan zat besi non-heme yang lebih tinggi. Dalam penelitian ini tidak adak perbedaan asupan zat besi pada ibu hamil anemia dan non-anemia.

Kata kunci: ibu hamil, anemia, asupan zat besi, bioavailabilitas zat besi

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara berkembang masih menghadapi berbagai macam masalah gizi, salah satunya stunting. *Stunting* pada balita ditandai dengan panjang badan yang pendek (≤ -2 SD *z-score* WHO) juga adanya penurunan kognitif. Hal ini dapat memengaruhi kualitas sumber daya manusia [1] Status kesehatan bayi dan balita dipengaruhi oleh riwayat kesehatan ibu dari masa janin hingga kelahiran bayi selama 1000 hari kehidupan, dimana masa di janin sekitar 37-40 minggu [2].

Salah satu permasalahan kesehatan pada ibu hamil adalah anemia defisiensi zat besi. Angka masalah anemia di dunia menurut WHO yaitu sebesar 40,1% [3]. Anemia pada ibu hamil di Asia berkaitan dengan kematian saat persalinan, kontribusi terhadap kematian ibu adalah 50% [4]. Menurut hasil Riskesdas tahun 2018, angka anemia pada wanita hamil di Indonesia adalah 48,9%, angka ini meningkat dari 37,1% pada 2013 dan 24,5% pada 2007 [1,5,6]. Zat besi merupakan bahan pembentuk mioglobin (protein yang membawa oksigen ke otot), kolagen (protein yang ditemukan di tulang, tulang rawan, dan jaringan ikat), dan enzim-enzim [7]. Zat besi dibutuhkan oleh ibu hamil untuk mencegah anemia dan mempertahankan pertumbuhan janin yang optimal [7].

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia merekomendasikan agar wanita hamil mengonsumsi setidaknya 90 tablet

zat besi selama kehamilan [8]. Berdasarkan hasil Riskesdas tahun 2013, prevalensi konsumsi zat besi dan variasi jumlah asupan zat besi ibu hamil selama kehamilan di Indonesia adalah 89,1%, dan hanya 33,3% mengonsumsi minimal 90 hari selama kehamilan [6]. Anemia yang terjadi pada wanita hamil dikaitkan dengan risiko perdarahan, hambatan persalinan, prematuritas dan berat lahir rendah (BBLR) dan bahkan kematian [9]

Penyebab anemia defisiensi gizi adalah kombinasi kompleks dari peningkatan kebutuhan zat besi, kurangnya asupan zat besi, dan kondisi perdarahan. Faktor-faktor yang menyebabkan anemia pada masa kehamilan meliputi status gizi, status sosial ekonomi, budaya, usia ibu, tingkat pendidikan ibu, paritas, jarak kehamilan, dan kepatuhan konsumsi zat besi [10,11]

Adapun tingginya angka anemia dapat disebabkan oleh asupan ibu hamil. Banyaknya anemia pada ibu hamil di daerah perkotaan akibat kurangnya asupan energi dan protein secara berurutan sebesar 52,9% dan 55,7%, yang mungkin saja diikuti defisiensi zat gizi mikro [12]. Berdasarkan data *Indonesia Family Life Survey* (IFLS), faktor-faktor yang berhubungan signifikan dengan ibu hamil anemia adalah pendidikan ibu, tempat tinggal ibu, dan riwayat perdarahan pada persalinan sebelumnya, sementara konsumsi pil yang ditambahkan zat besi selama kehamilan tidak berkorelasi signifikan [13] Kurangnya asupan

didukung oleh rendahnya kepatuhan konsumsi tablet Fe. Persentase konsumsi di Fe trimester 3 di Provinsi DKI Jakarta (34,69%) masih di bawah target program 80%. Angka terendah ada di Jakarta Timur [14]. Berdasarkan data Pusat Kesehatan Kabupaten Makasar pada tahun 2017, jumlah wanita hamil anemia dan wanita hamil (KEK) secara berturut-turut adalah 290.000 dan 186.000 jiwa. [15]. Berdasarkan permasalahan di atas maka peneliti ingin menganalisis perbedaan asupan makanan dan bioavailabilitas zat besi ibu hamil anemia dan non-anemia di Puskesmas Makasar, Jakarta Timur.

METODE PENELITIAN

Rancangan/Desain Penelitian

Penelitian ini dilakukan di wilayah Puskesmas Kecamatan Makasar dengan desain *cross sectional*. Penelitian ini telah disetujui oleh Komite Etik Poltekes Jakarta II dengan nomor LB.02.01/I/KE/277/2019 pada tanggal 22 April 2019.

Sumber Data

Data yang dikumpulkan berupa data karakteristik (umur, pekerjaan ibu, pendidikan ibu, pendapatan keluarga, usia kehamilan, riwayat kehamilan, riwayat keguguran, malnutrisi, kepatuhan suplementasi tablet besi, dan pengetahuan ibu mengenai anemia), asupan makan, dan data hemoglobin.

Sasaran Penelitian

Subjek merupakan seluruh wanita hamil di Puskesmas Makasar yang diambil dengan teknik *stratified random sampling* di 4 kelurahan wilayah Kecamatan Makasar (Kebon Pala, Cipinang Melayu, Makasar, dan Pinang Ranti) dari Mei-September 2019. Kriteria inklusi meliputi ibu hamil, kehamilan tunggal, tidak dengan penyakit komplikasi, dan bersedia mengikuti penelitian. Kriteria eksklusi pada penelitian ini adalah ibu hamil yang tidak lengkap datanya.

Pengembangan Instrumen dan Teknik Pengumpulan Data

Data karakteristik diukur dengan menggunakan kuesioner. Status gizi ibu hamil didapatkan dari pengukuran lingkaran lengan atas (LLA) dengan menggunakan metline dengan ketelitian 0,1 cm, kemudian dikategorikan menjadi malnutrisi (<23,5 cm) dan normal ($\geq 23,5$ cm). Pengetahuan diukur menggunakan kuesioner yang terdiri dari 22 pernyataan benar dan salah, dengan realibilitas *cronbach-alpha* 0,705. Variabel kepatuhan terhadap tablet besi diukur dengan menanyakan sisa tablet Fe yang dikonsumsi dalam 1 bulan terakhir dan 1 minggu terakhir, jika ada salah satu hari yang tidak konsumsi zat besi, dikategorikan tidak patuh.

Asupan makan dikumpulkan dengan menggunakan *2x24 hour food recall* mewakili weekday dan weekend, serta *semi quantitative food frequency* untuk melihat gambaran frekuensi konsumsi makanan sumber zat besi, sumber inhibitor dan sumber enhancer, yang kemudian dikonversi menjadi URT/ gram dan diolah menjadi nilai zat gizi dengan menggunakan program *nutrisurvey*. Hasil asupan dibandingkan dengan EAR (*Estimated Adequate Recommendation*). EAR merupakan 77% kebutuhan gizi dari AKG (Angka Kecukupan Gizi) tahun 2019 [16].

Data bioavailabilitas asupan zat besi (Fe) dihitung menggunakan rumus Monsen *et al.* yang berprinsip anemia faktor dan konsumsi vitamin C [17]. Rumus Monsen menyebutkan bahwa bioavailabilitas besi heme adalah 23%, dan besi nonheme, 3-8%, bervariasi menurut unit faktor enhancer (enhancer factor (EF)), yang dihitung sebagai miligram asam askorbat ditambah gram sumber protein hewani. Ketika tidak ada EF dalam asupan, hanya 3% dari besi nonheme akan tersedia dari sumber protein nabati; bioavailabilitas besi

nonheme bisa mencapai setinggi 8% ketika EF lebih besar dari atau sama dengan 75 U. rumus sebagai berikut:

- When $EF < 75$, nonheme iron bioavailability (%) = $3 + 8,93 \ln [(EF+100)/100]$
- When $EF \geq 75$, nonheme iron bioavailability (%) = 8.

Status anemia diukur dengan menggunakan penentuan hemoglobin melalui metode *cyanmethemoglobin* yang dengan prinsip konversi hemoglobin menjadi cyanmethemoglobin dengan penambahan kalium sianida dan ferisianida dengan absorbansi yang diukur pada 540 nm dalam spektrofotometer. Metode ini memberikan rentang yang lebih akurat dibanding metode lain, namun kekurangannya cenderung mahal jika digunakan dalam *setting* masyarakat [18]. Pemeriksaan hemoglobin dilakukan oleh tenaga analis laboratorium di Puskesmas Kecamatan Makasar, Kelurahan Cipinang Melayu dan Kelurahan Kebon Pala. Data hemoglobin dikategorikan menjadi 2 kelompok yaitu (<11 mg/dL) dan normal (≥ 11 mg/dL).

Teknik Analisis Data

Data dianalisis menggunakan program statistik SPSS versi 15. Data univariat disajikan dalam bentuk frekuensi dan persentase dihitung untuk

menggambarkan karakteristik dan untuk memperkirakan prevalensi sampel penelitian. Uji *chi-square* digunakan untuk menganalisis hubungan antara karakteristik dan status anemia. Perbedaan asupan makanan pada kedua kelompok dianalisis dengan *uji-t* atau *uji mann-whitney* dengan tingkat kesalahan 5%.

HASIL PENELITIAN

Tabel 1 menunjukkan bahwa rata-rata usia responden ibu hamil adalah $29,56 \pm 5,8$ tahun. Sebagian besar responden tidak mempunyai mata pencaharian atau berperan sebagai ibu rumah tangga dan rata-rata memiliki pendidikan sedang (SMA) maupun pendidikan tinggi (D3/S1). Prevalensi anemia dalam penelitian ini sebesar 23,8%, sebagian mengalami anemia ringan mengalami anemia sedang. Status anemia berhubungan secara signifikan dengan riwayat keguguran ($p=0,035$) dan status malnutrisi ($p=0,017$), tetapi tidak berhubungan dengan usia, pekerjaan, pendidikan, pendapatan keluarga, riwayat kehamilan, kepatuhan suplementasi zat besi, dan pengetahuan ibu.

Tabel 1. Hubungan Karakteristik Responden dan Status Anemia

Variabel	Total	Anemia		non-Anemia		Total	p
	n (%)	n	%	n	%		
Status anemia	-	44	23,8	141	76,2	185	-
Usia ibu hamil							
Berisiko	39 (21,2)	8	20,5	31	79,5	39	
Tidak berisiko	145 (78,8)	36	24,6	109	75,2	145	
Pendidikan ibu							
Rendah	51 (27,6)	13	25,5	38	74,5	51	
Sedang	103 (55,7)	27	26,5	75	73,5	103	
Tinggi	31 (16,7)	4	12,9	27	87,1	31	
Pekerjaan ibu							
Tidak bekerja	132 (71,4)	32	24,2	100	75,8	132	
Bekerja	53 (28,6)	12	22,6	41	77,4	53	
Pendapatan							

Variabel	Total		Anemia		non-Anemia		Total	p
	n (%)	n	%	n	%			
Rendah	91 (49,2)	24	26,4	67	73,6	91	0,243	
Sedang	84 (45,4)	16	19,0	68	81,0	84		
Tinggi	10 (5,4)	4	40,0	6	60,0	10		
Trimester								
Trimester 1	30 (16,3)	5	16,7	25	83,3	30	0,397	
Trimester 2	58 (31,5)	17	29,3	41	70,7	58		
Trimester 3	96 (52,2)	74	77,1	22	22,9	96		
Kehamilan ke								
< 2	70 (38,0)	28	24,6	86	75,4	70	0,792	
>=2	114 (62,0)	16	22,9	54	77,1	114		
Riwayat keguguran								
Ya	32 (17,3)	3	9,4	29	90,6	32	0,035*	
Tidak	153 (82,7)	41	26,8	112	73,2	153		
Malnutritisi								
Ya	14 (7,6)	7	50,0	5	50,0	14	0,017*	
Tidak	171 (92,4)	37	21,6	134	78,4	171		
Kepatuhan tablet Fe								
Ya	104 (56,2)	21	25,9	60	74,1	81	0,546	
Tidak	81 (43,8)	23	22,1	81	77,9	104		
Pengetahuan ibu								
Kurang	31 (16,8)	10	32,3	21	67,7	31	0,225	
Baik	154 (83,2)	34	22,1	120	77,9	154		

Tabel 2 menunjukkan persentase asupan dengan EAR dan rata-rata perbedaan asupan ibu hamil anemia dan non-anemia. Rata-rata asupan subjek ibu hamil dalam penelitian ini di bawah 80%

EAR. Rata-rata asupan energi, protein dan kalsium berbeda secara signifikan antara ibu hamil anemia dan non-anemia, dengan asupan energi, protein dan kalsium pada ibu hamil anemia cenderung lebih besar.

Tabel 2. Perbedaan Asupan Antara Kelompok Ibu Hamil Anemia dan non-Anemia

Variabel	Mean (%EAR)	Anemia	non-Anemia	p
Energi (kkal)	1311,51 (77,4) ^a	1685,83 ± 1339,94	1191,29 ± 793,32	0,012*
Protein (g)	43,98 (85,2) ^a	55,83 ± 36,59	40,18 ± 22,82	0,005*
Fe (mg)	5,24 (24,1) ^a	6,76 ± 11,04	4,75 ± 4,94	0,066
Vitamin C (mg)	36,77 (51,9) ^a	33,51 ± 51,61	37,83 ± 59,48	0,353
Kalsium (mg)	297,14 (37,5) ^a	398,50 ± 426,54	264,59 ± 304,71	0,023*
Asam folat (mcg)	111,69 (21,5) ^a	119,04 ± 98,55	109,33 ± 97,0	0,647
Serat (g)	6,55 (26,2) ^a	6,92 ± 5,93	6,43 ± 5,58	0,683

^aEAR merupakan estimasi dari 77% AKG [16]

Tabel 3 menunjukkan perbedaan asupan zat besi dan total penyerapan zat besi antara ibu hamil anemia dan non-anemia. Total penyerapan zat besi heme dan non-heme lebih besar pada ibu hamil

anemia daripada non-heme, namun tidak signifikan, begitu juga dengan total penyerapannya. Total penyerapan zat besi rata-rata keseluruhan subjek hanya mencapai 61,94% EAR.

Tabel 3. Perbedaan Asupan Zat Besi dan Total Penyerapan Zat Besi antara Kelompok Ibu Hamil Anemia dan non-Anemia

Asupan Zat Besi	Total	% EAR	Anemia	non-Anemia	P
Zat besi heme (mg)	2,09±2,78	-	2,70±4,41	1,90±1,97	0,066
Zat besi non-heme (mg)	3,14±4,17	-	4,06±6,62	2,85±2,96	0,066
Total penyerapan zat besi (mg)	0,62±0,86	61,94 ^c	0,80±1,35	0,56±0,62	0,078

^c 77% dari 1,4 mg besi penyerapan [19]

Tabel 4 menunjukkan frekuensi konsumsi bahan makanan sumber zat besi dan yang berperan dalam penyerapan zat besi. Tidak ada perbedaan signifikan frekuensi konsumsi sumber zat besi heme,

non-heme, sumber inhibitor dan sumber enhancer, kecuali pada konsumsi teh. Kelompok ibu hamil anemia cenderung sering mengonsumsi teh dibanding kelompok non anemia.

Tabel 4. Frekuensi Konsumsi Kelompok Makanan antara Ibu Hamil Anemia dan non-anemia

Kelompok Makanan	Anemia	non-Anemia	p
Sumber zat besi heme			
Daging ayam	4,49±5,87	3,66±5,17	0,319
Ati ayam	2,24±2,18	2,46±3,22	0,856
Rempela ati	1,97±2,15	2,27±3,02	0,701
Daging sapi	1,49±1,86	2,00±4,00	0,932
Ikan	5,36±6,53	4,52±5,66	0,581
Telur	5,36±6,53	5,18±4,98	0,701
Udang	1,18±0,63	1,44±1,83	0,313
Cumi	0,90±0,66	0,84±1,20	0,399
Sumber zat besi non-heme			
Kacang hijau	2,50±2,29	2,61±3,06	0,529
Kacang kedelai	1,44±2,08	4,49±7,86	0,133
Oncom	3,13±7,88	2,31±3,96	1,000
Tempe	5,30±3,13	5,75±6,19	0,350
Tahu	4,71±3,30	6,06±6,92	0,930
Sumber inhibitor			
Teh	8,87±10,18	4,48±4,83	0,05*
Kopi	3,50±3,24	3,88±4,09	0,984
Susu	9,97±7,60	7,32±4,81	0,109
Sumber enhancer			
Vitamin C tablet	4,67±2,68	5,16±3,06	0,350
Jeruk	4,42±6,00	4,83±5,84	0,267
Tomat	6,85±7,04	4,75±4,78	0,227

*Kruskall-Wallis

PEMBAHASAN

Berdasarkan klasifikasi WHO, prevalensi ibu hamil dalam penelitian ini termasuk dalam masalah kesehatan

masyarakat tingkat sedang. Adapun dibandingkan dengan angka secara nasional tahun 2018, angka dalam penelitian ini lebih rendah, namun masih menjadi masalah yang perlu menjadi perhatian [3]. Dalam penelitian ini tidak ada hubungan signifikan antara status sosiodemografi dengan status anemia ibu hamil ($p > 0,05$). Hasil penelitian menunjukkan bahwa status sosial ekonomi keluarga ibu hamil sebagian besar didominasi dalam kategori menengah dan tinggi, hal ini terkait wilayah Kecamatan Makasar yang terletak diantara perbatasan wilayah pergerakan ekonomi di Jakarta dan Bekasi, sehingga bentuk strata ekonominya termasuk homogen.

Ada hubungan riwayat keguguran pada kehamilan sebelumnya dengan kejadian anemia ibu hamil. Hal ini sesuai dengan penelitian di Afrika bahwa ada hubungan signifikan antara riwayat abortus (keguguran) dengan risiko kejadian anemia. Keguguran yang dimaksud adalah keguguran tidak disengaja [20]. Adapun ibu yang anemia berisiko untuk bayi lahir mati, kelahiran bayi dengan berat badan lahir rendah, dan perdarahan [9].

Malnutrisi energi kronik ibu hamil (LLA $< 23,5$ cm) berhubungan signifikan dengan risiko kejadian anemia, dengan *odds* sebesar 4 kali [21]. Ketika ibu hamil mengalami kekurangan gizi makro (energi dan protein), biasanya disertai dengan kekurangan asupan zat gizi mikro seperti vitamin dan mineral, terutama zat besi, asam folat, dan zat gizi lain yang meningkatkan penyerapan kedua zat tersebut. Hal ini didukung oleh data asupan ibu hamil yang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan pada asupan energi, protein, dan kalsium antara kelompok anemia dan non-anemia.

Asupan ibu hamil secara keseluruhan masih kurang ($< 70\%$ EAR), bahkan ada yang mencapai kurang dari 25-30% EAR. Nilai EAR didapatkan dari konversi 77% RDA, atau AKG 2019 [16]. Pemenuhan asupan ibu sangat penting karena penyerapan zat gizi mikro akan lebih maksimal jika pemenuhan zat gizi

makronya tercukupi. Hasil ini sesuai dengan penelitian ibu hamil di Bogor bahwa defisiensi asupan zat gizi makro ditemukan pada 44% ibu hamil dan 85% defisiensi pada zat gizi Fe, walaupun variasi makan sayur buah dan susu tinggi [22].

Ibu hamil secara metabolisme mengalami peningkatan kebutuhan energi dan zat gizi makro maupun mikro, oleh sebab itu harus terpenuhi agar tidak terjadi defisiensi. Ketika jumlah asupan tidak mencukupi, tubuh akan mengalami kekurangan energi untuk menjaga stabilisasi metabolisme tubuh. Dalam penelitian di Madura pada ibu hamil, pemenuhan ragam pangan tidak sejalan dengan pemenuhan jumlah konsumsi energi dan zat gizi [23]. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa asupan ibu hamil anemia lebih besar daripada kelompok ibu hamil non-anemia, kecuali asupan vitamin C yang lebih tinggi pada kelompok non-anemia.

Tidak ada hubungan signifikan antara kepatuhan konsumsi tablet Fe terhadap status anemia ($p > 0,05$) (Tabel 1). Hasil ini berbeda dengan hasil penelitian bahwa suplementasi secara signifikan dapat menurunkan prevalensi defisiensi besi dengan meningkatkan kadar ferritin dan hemoglobin [24].

Dalam pemberian suplementasi perlu diperhatikan adanya peningkatan stres oksidatif dan penyerapan kompetitif dengan logam lainnya selama kehamilan [25,26]. Faktor yang memengaruhi penyerapan zat besi terdiri dari faktor endogen dan faktor eksogen. Faktor endogen berasal dari dalam tubuh yaitu kebutuhan akan zat besidan kemampuan sekresi saluran cerna. Penyerapan zat besi dipengaruhi oleh kadar hemoglobin awal. Semakin kecil kadar hemoglobin semakin tinggi penyerapan zat besi. Konsumsi suplemen zat besi pada wanita dewasa yang tidak hamil meningkatkan hepsidin secara cepat dan sebagai konsekuensinya menurunkan absorpsi zat besi di dalam tubuh. Hal ini sesuai dengan penelitian terdahulu bahwa selisih peningkatan hemoglobin selama

suplementasi dipengaruhi oleh hemoglobin sebelum suplementasi [27,28]

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa proporsi ibu hamil anemia pada trimester 3 lebih besar daripada trimester 1 dan 2 (77%). Penurunan kadar Hb meningkat seiring dengan meningkatnya usia gestasional. Ibu hamil yang awalnya tidak anemia, mengalami penurunan kadar Hb pada trimester akhir. Minimal *cut off* ibu hamil yang tidak berisiko anemia pada awal trimester adalah 13,2 mg/dL. Pemberian suplementasi tablet besi tidak berbeda signifikan terhadap peningkatan kadar Hb pada kelompok anemia dan kontrol, namun intervensi tablet besi tersebut berhubungan signifikan terhadap peningkatan berat bayi yang lahir [29].

Berdasarkan pernyataan tersebut, suplementasi besi tidak selalu berpengaruh langsung terhadap kadar hemoglobin. Suplementasi besi lebih berpengaruh terhadap kadar ferritin yang menunjukkan angka peningkatan penyimpanan zat besi, namun ferritin juga dapat meningkat dikarenakan inflamasi, dimana inflamasi merupakan kondisi yang normal pada ibu hamil. Pemberian suplementasi mikronutrien tidak secara langsung dapat meningkatkan kadar zat gizi mikro dalam tubuh, melainkan juga dipengaruhi oleh asupan [30].

Faktor luar penyerapan zat besi meliputi kandungan zat besi bahan pangan, bentuk zat besi dalam bahan pangan, faktor pendorong dan faktor penghambat absorpsi besi yang berasal dari bahan makanan [31]. Asupan zat besi ibu hamil dari makanan saja tidak cukup. Asupan ibu hamil meningkat dikarenakan untuk memenuhi kebutuhan besi akan pertumbuhan janin. Absorpsi besi adalah jumlah zat besi dari makanan yang ditransfer dari lumen usus ke dalam darah. Proses penyerapan zat besi di usus kecil [2].

Penyerapan zat besi sangat tergantung pada jumlah dalam makanan yang menghambat dan meningkatkan penyerapan, sehingga penyerapan zat besi dari makanan yang dikonsumsi setiap hari bervariasi antara 5-10% [7]. Zat besi banyak terkandung di bahan makanan lauk

hewani, nabati, dan sayuran hijau. Kandungan zat besi yang tinggi semakin meningkatkan kemungkinan penyerapan yang optimal pula. Hal ini juga dipengaruhi oleh zat inhibitor dan zat *enhancer*. Makanan yang berfungsi sebagai zat *enhancer* adalah vitamin C, makanan fermentasi dan makanan hewani itu sendiri, sedangkan makanan yang berfungsi sebagai zat *inhibitor* zat besi antara lain makanan mengandung tanin, fitat, dan kalsium [17].

Total absorpsi zat besi terdiri dari penyerapan asupan zat besi heme (23% asupan zat besi) dan penyerapan asupan zat besi non-heme. Monsen *et al.* menyebutkan bahwa estimasi absorpsi zat besi non-heme dibagi menjadi 3 kategori, yaitu jika vitamin C yang dikonsumsi <25 mg maka absorpsi zat besi non-heme sebesar 3%, jika vitamin C yang dikonsumsi adalah 25-75 mg, absorpsi sebesar 5% dan jika vitamin C yang dikonsumsi lebih dari 75 mg, absorpsi sebesar 8% [17].

Secara umum total penyerapan zat besi pada kedua kelompok tergolong rendah, hanya mencapai 61,94% EAR dari minimal besi yang terserap dalam tubuh. Berdasarkan hasil uji statistik, tidak ada perbedaan yang signifikan dalam asupan anemia, non-anemia, dan penyerapan zat besi antara 2 kelompok, tetapi pada kelompok anemia asupan zat besi non-heme cenderung lebih tinggi daripada kelompok non-anemia.

Menurut pedoman WHO zat besi yang harus terserap minimal adalah 1,14 mg [19,32]. Total penyerapan besi responden dalam penelitian ini hanya mencapai 70,63% dari EAR, sehingga angka ini masih kurang. Kebutuhan ibu hamil akan besi menurut AKG 2013 adalah 39 mg (dengan penambahan kebutuhan pada ibu hamil trimester 3). Selain jenis makanan, penyerapan juga tergantung pada cadangan besi tubuh, zat besi heme diserap sebanyak 15-35% dari yang diasup, sedangkan makanan yang mengandung besi non-heme diabsorpsi lebih rendah (2 - 20%) [17].

Absorpsi zat besi dipengaruhi oleh komponen zat gizi *enhancer* dan *inhibitor*. Komponen *enhancer* dapat berupa makanan

yang mengandung vitamin C, sedangkan zat gizi inhibitor terdapat dalam makanan yang mengandung fitat atau tannin seperti sayuran, the, dan kopi. Konsumsi vitamin C pun masih rendah, yaitu kurang dari setengah EAR.

Berdasarkan Tabel 4, frekuensi konsumsi makanan sumber heme dan non-heme pada kelompok ibu hamil anemia cenderung lebih besar daripada kelompok non-anemia, walaupun tidak ada perbedaan signifikan. Begitu pula pada konsumsi asupan sumber bahan makanan *enhancer* dan *inhibitor*. Namun terdapat perbedaan frekuensi konsumsi teh yang lebih tinggi pada kelompok ibu hamil anemia daripada kelompok ibu hamil non-anemia ($8,87 \pm 10,18$ kali dalam seminggu pada kelompok anemia; $4,48 \pm 4,83$ kali pada dalam seminggu kelompok non-anemia. Konsumsi teh lebih dari 3 kali per hari sebelum waktu kehamilan dalam meningkatkan risiko anemia [33]. Konsumsi teh selama kehamilan berhubungan dengan anemia sedang dan tinggi, walaupun perbedaan nilai Hb hanya berbeda sedikit [34].

Jenis pangan yang dikonsumsi responden dalam penelitian ini didominasi oleh pangan nabati, yang dapat dilihat dari jumlah besi yang dihasilkan dari non-anemia lebih besar daripada jumlah besi anemia. Hal yang sama didapatkan dalam penelitian di Bogor bahwa sebanyak 70% subjek ibu hamil mengonsumsi pangan hewani kurang dari 3 porsi per hari [35]. Zat besi dari sumber nabati atau kacang-kacangan seperti tempe, tahu atau oncom mempunyai daya serap besi lebih rendah daripada daya serap besi pangan hewani (bioavailabilitas). Rendahnya bioavailabilitas besi dari diet diduga menjadi penyebab masih tingginya angka anemia defisiensi besi [36].

Asupan vitamin C dalam penelitian ini masih rendah, konsumsi zat besi yang kurang disertai kepatuhan konsumsi suplemen zat besi yang hanya mencapai 56,2% merupakan faktor yang memengaruhi status anemia, walaupun tidak signifikan. Adapun efek vitamin C

(asam askorbat) dalam memperkuat penyerapan zat besi hanya terjadi apabila dikonsumsi bersama-sama dalam bahan pangan sebesar 3-6 kali [37]

SIMPULAN

Secara umum total energi dan asupan protein ibu hamil kurang dari 70% EAR. Asupan makanan pada kelompok anemia lebih tinggi daripada kelompok non-anemia, terutama pada protein dan kalsium. Tidak ada perbedaan dalam zat besi heme dan non-heme pada anemia dan non-anemia, tetapi kelompok anemia cenderung memiliki asupan zat besi non-heme yang lebih tinggi. Bioavailabilitas asupan zat besi baik kelompok anemia dan non-anemia cenderung rendah serta tinggi asupan zat inhibitor.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada pihak Puskesmas Kecamatan Makasar, tenaga kesehatan, kader, dan responden ibu hamil yang telah membantu dan berpartisipasi dalam penelitian ini. Peneliti juga berterima kasih kepada Kementerian Riset dan Pendidikan Tinggi yang telah memberikan hibah sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR RUJUKAN

1. World Bank. Prevalence of among Pregnant Women (%) [Internet]. Washington DC, Amerika Serikat; 2019 (Diunduh 27 Juni 2022). Available from: <https://data.worldbank.org/indicator/SH.PRG.ANEM?end=2019&start=2000&view=chart>.
2. Smith C, Teng F, Branch E, Chu S, Joseph KS. Maternal and Perinatal Morbidity and Mortality Associated with Anemia in Pregnancy. *Obstetrics & Gynecology*. 2019; 134 (6): 1234–44.
3. Kementerian Kesehatan RI. Riset Kesehatan Dasar Tahun 2018 [Internet]. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kemenkes RI; 2018 (Diunduh 27

- Nov 2020). Available from: http://labdata.litbang.kemkes.go.id/images/download/laporan/RKD/2018/Laporan_Nasional_RKD2018_FIN_AL.pdf.
4. Kementerian Kesehatan RI. Riset Kesehatan Dasar Tahun 2013 [Internet]. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kemenkes RI; 2013 (Diunduh 27 Juni 2022). Available from: https://pusdatin.kemkes.go.id/resources/download/general/Hasil%20Ris_kesdas%202013.pdf.
 5. Aditianti A, Djaiman SPH. Pengaruh Anemia Ibu Hamil terhadap Berat Bayi Lahir Rendah: Studi Meta Analisis Beberapa Negara Tahun 2015 hingga 2019. *Jurnal Kesehatan Reproduksi*. 2020; 11 (2): 163-177.
 6. Gafter-Gvili A, Schechter A, Rozenzvi B. Iron Deficiency Anemia in Chronic Kidney Disease. *Acta Haematol*. 2019; 142 (1): 44–50.
 7. Pavord S, Myers B, Robinson S, Allard S, Strong J, Oppenheimer C. UK Guidelines on The Management of Iron Deficiency in Pregnancy on Behalf of the British Committee for Standards in Haematology. 2020; (Diunduh 20 Juli 2022). Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/bjh.16221>.
 8. Setiawati Sumini, Rilyani, Wandinii R, Wardiyah A, Aryanti L. Faktor-faktor yang Memengaruhi Kejadian pada Ibu Hamil di Wilayah Kerja Puskesmas Sekampung Kabupaten Lampung Timur Tahun 2013. *Jurnal Kesehatan Holistik*. 2014; 8 (2): 53-58.
 9. Tanziha I, Damanik MRM, Utama LJ, Rosmiati R. Faktor Risiko Ibu Hamil di Indonesia. *J. Gizi dan Pangan*. 2016; 11 (2): 143-152.
 10. Kementerian Kesehatan RI. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 88 Tahun 2014 Tentang Standar Tablet Tambah Darah bagi Wanita Usia Subur dan Ibu Hamil [Internet]. Jakarta; 2014 (Diunduh 27 Juni 2022). Available from: <https://peraturanpedia.id/peraturan-menteri-kesehatan-nomor-88-tahun-2014>.
 11. Iswardani O, Hakimi M, Kurnia AR. Association of Iron Pills Consumption during Pregnancy with Incidence of Maternal Anemia in Indonesia (IFLS 5 Advanced Analysis Study). *Journal of Health Education*. 2019; 4 (1): 29–36.
 12. Azizah A, Adriani M. Tingkat Kecukupan Energi Protein pada Ibu Hamil Trimester Pertama dan Kejadian Kekurangan Energi Kronis. *Media Gizi Indonesia*. 2017; 12 (1): 21–6.
 13. Fitri L. Hubungan Pola Makan dengan Anemia pada Pekerja Wanita di PT Indah Kiat Pulp and Paper (IKPP) Tbk. Perawang. *Journal Endurance*. 2016; 1 (3): 152-157.
 14. Puspitasari DS, Julianti ED, Safitri A, Permanasari Y. Buku Survei Konsumsi Makanan Individu dalam Studi Diet Total Provinsi DKI Jakarta 2014. Jakarta; 2014.
 15. Rahmah N, Kardidjaja I. Hubungan Anemia pada Ibu Hamil terhadap Kejadian Berat Badan Lahir (BBLR) di Puskesmas Kecamatan Pasar Rebo Jakarta Timur. *Tarumanegara Medical Journal*. 2020; 3 (1): 174–9.
 16. Fauziana S, Fayasari A. Hubungan Pengetahuan, Keragaman Pangan dan Asupan Gizi Makro terhadap KEK pada Ibu Hamil. *Binawan Student Journal*. 2020; 2 (1): 191–9.
 17. Kementerian Kesehatan RI. Angka Kecukupan Gizi yang dianjurkan Tahun 2019. Jakarta; 2019.
 18. Monsen ER, Hallberg L, Layrisse M, Hegsted DM, Cook JD, Mertz W, et al. Estimation of Available Dietary Iron. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 1978; 31 (1): 134–41.
 19. Whitehead RD, Mei Z, Mapango C, Jefferds MED. *Methods and*

- Analyzers for Hemoglobin Measurement in Clinical Laboratories and Field Settings. *Ann N Y Acad Sci.* 2019; 1450 (1): 147–71.
20. Institute of Medicine (US) Committee on Nutritional Status during Pregnancy and Lactation. *Nutrition During Pregnancy.* Washington D.C.: National Academies Press; 1990.
 21. Mremi A, Rwenyagila D, Mlay J. Prevalence of Post-partum Anemia and Associated Factors among Women Attending Public Primary Health Care Facilities: An Institutional Based Cross-Sectional Study. 2022; Available from: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0263501>.
 22. Lubis Z, Jumirah J, Fitria M. Chronic Energy Malnutrition and Anemia in Pregnant Women in Medan. In: *Proceedings of the 1st Public Health International Conference (PHICo 2016).* Paris: Atlantis Press; 2017.
 23. Madanijah S, Briawan D, Rimbawan R, Zulaikhah Z, Andarwulan N, Nuraida L, et al. Nutritional Status of Pre-pregnant and Pregnant Women Residing in Bogor District, Indonesia: A Cross-Sectional Dietary and Nutrient Intake Study. *British Journal of Nutrition.* 2016; 116 (S1): S57–66.
 24. Diana R, Khomsan A, Anwar F, Christiani DF, Kusuma R, Rachmayanti RD. Dietary Quantity and Diversity among Anemic Pregnant Women in Madura Island, Indonesia. *Journal of Nutrition and Metabolism.* 2019; 2019: 1–7.
 25. Isfaizah, Cahyaningrum. Efektifitas Suplementasi Ferro Sulfat (Fe) dalam Meningkatkan Kadar Ferritin pada Ibu Hamil. *Jurnal Medika Respati.* 2018; 13 (3): 55-62.
 26. Friedrisch JR, Friedrisch BK. Prophylactic Iron Supplementation in Pregnancy: A Controversial Issue. *Biochemistry Insights.* 2017 Jan 1;10:117862641773773.
 27. Hwang JY, Lee JY, Kim KN, Kim H, Ha EH, Park H, et al. Maternal Iron Intake at Mid-Pregnancy Is Associated with Reduced Fetal Growth: Results from Mothers and Children's Environmental Health (MOCEH) Study. *Nutrition Journal.* 2013; 12 (1): 38.
 28. Oliveira F, Rocha S, Fernandes R. Iron Metabolism: From Health to Disease. *Journal of Clinical Laboratory Analysis.* 2014; 28 (3): 210–8.
 29. Guo S, Frazer DM, Anderson GJ. Iron homeostasis. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care.* 2016; 19 (4): 276–81.
 30. Sutanti Y, Briawan D, Martianto D. Suplementasi Besi Mingguan Meningkatkan Hemoglobin Sama Efektif dengan Kombinasi Mingguan dan Harian pada Remaja Putri. *J. Gizi dan Pangan.* 2016; 11 (1): 27-34.
 31. Briawan D, Hardinsyah, Muhilal, Setiawan B, Marliyati SA. Efikasi Suplemen Besi-Multivitamin untuk Perbaikan Status Besi Remaja Wanita. *Gizi Indon.* 2007; 30 (1): 36-46.
 32. Alizadeh L, Salehi L. Is Routine Iron Supplementation Necessary in Pregnant Women with High Hemoglobin? *Iranian Red Crescent Medical Journal.* 2016; 18 (1): e22761.
 33. Wibowo N, Irwinda R. The Effect of Multi-Micronutrient and Protein Supplementation on Iron and Micronutrients Status In Pregnant Women. *Medical Journal of Indonesia.* 2015; 24 (3): 168–75.
 34. Beck KL, Conlon CA, Kruger R, Coad J. Dietary Determinants of and Possible Solutions to Iron Deficiency for Young Women Living in Industrialized Countries: A Review. *Nutrients.* 2014; 6: 3747–76.

35. Darawati M. Gizi Ibu Hamil. Dalam: Hardinsyah H, Supariasa IMN, editors. Ilmu Gizi Teori & Aplikasi. Jakarta: EGC; 2017. 175–7.
36. Dasa F, Abera T. Factors Affecting Iron Absorption and Mitigation Mechanisms: A review. *International Journal of Agricultural Science and Food Technology*. 2018; 24: 24–30.
37. Machmud PB, Hatma RD, Syafiq A. Tea Consumption and Iron-Deficiency Anemia among Pregnant Woman in Bogor District, Indonesia. *Media Gizi Mikro Indonesia*. 2019; 10 (2): 91–100.
38. Lisisina N, Rachmiyani I. Hubungan antara Frekuensi Minum Teh dengan Anemia pada Wanita Hamil. *Jurnal Biomedika dan Kesehatan*. 2021; 4 (2): 65-69.
39. Fitri YP, Briawan D, Tanziha I. Kepatuhan Konsumsi Suplemen Besi dan Pengaruhnya terhadap Kejadian Anemia pada Ibu Hamil di Kota Tangerang. *J. Gizi dan Pangan*. 2015; 10 (3): 171-178.
40. Du S, Zhai F, Wang Y, Popkin BM. Current Methods for Estimating Dietary Iron Bioavailability Do Not Work in China. *The Journal of Nutrition*. 2000; 130 (2): 193–8.
41. Marina M, Indriasari R, Jafar N. Konsumsi Tanin dan Fitat sebagai Determinan Penyebab Anemia Remaja Putri di SMA Negeri 10 Makasar. *JURNAL MKMI*. 2015; 11 (1): 50-58.



Pengembangan Produk Mi Suweg–Bekatul Rendah Indeks Glikemik bagi Penderita Diabetes Melitus

Ika Dyah Kumalasari^{1*}, Isnainul Kusuma¹, Sri Rezeki Togumarito Sinaga¹, Siti Mutmainah²

^{1*)} Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Ahmad Dahlan

² Program Studi Gizi, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Ahmad Dahlan

*Alamat korespondensi: ika.kumalasari@tp.uad.ac.id

Diterima: September 2021

Direview: November 2021

Dimuat: Juli 2022

ABSTRACT

*Diabetes can be prevented or reduced in prevalence by consuming foods with a low glycemic index (GI). One of the ingredients which have the potential to be developed as a low GI raw material is suweg (*Amorphophallus paeoniifolius*) and rice bran. The aim of this study is to determine the organoleptic test, nutrient content, and GI value of instant noodles and rice bran. This study used a completely randomized design (CRD) with five formulations of treatment. Organoleptic testing method using hedonic test and nutritional content test using proximate content analysis. Organoleptic quality data and nutritional content were analyzed by using the One-Way ANOVA test (software SPSS 22). The result shows that the most acceptable formulation of instant noodles and rice bran on the organoleptic quality (color, texture, taste, aroma, aftertaste, and overall) and nutritional content is the noodle formulation P1 (60% suweg tuber flour + 10% rice bran flour + 30% tapioca flour). The results show that the GI of instant noodles and rice bran P1 is low that is 48.04. The conclusion is that instant noodles and rice bran P1 have low glycemic index values which can reduce blood glucose response, besides, they are suitable to be consumed by people with diabetes mellitus.*

Keywords: instant noodles, suweg, rice bran, glycemic index, diabetes mellitus

ABSTRAK

Diabetes dapat dicegah atau diturunkan prevalensinya dengan mengonsumsi makanan berindeks glikemik (IG) rendah. Bahan pangan yang potensial dikembangkan sebagai bahan baku rendah IG yaitu suweg (*Amorphophallus paeoniifolius*) dan bekatul. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui mutu organoleptik, kandungan gizi, dan nilai IG mi instan suweg dan bekatul. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan 5 formulasi. Metode pengujian organoleptik menggunakan uji hedonik dan uji kandungan gizi menggunakan analisis kadar proksimat. Data mutu organoleptik dan kandungan gizi dianalisis menggunakan uji *One Way ANOVA* pada tingkat kepercayaan $\alpha=0,05$ menggunakan program *software SPSS* versi 22. Hasil

penelitian menunjukkan bahwa formulasi mi instan suweg dan bekatul terbaik pada mutu organoleptik (warna, tekstur, rasa, aroma, *aftertaste*, dan keseluruhan) dan kandungan gizi adalah mi formulasi P1 (60% tepung umbi suweg + 10% tepung bekatul + 30% tepung tapioka). Hasil penelitian menunjukkan IG mi instan suweg dan bekatul P1 termasuk rendah yaitu 48,04. Kesimpulannya adalah mi instan suweg dan bekatul P1 memiliki nilai indeks glikemik rendah sehingga dapat menurunkan respon glukosa darah dan cocok dikonsumsi penderita diabetes melitus.

Kata kunci: mi instan, suweg, bekatul, indeks glikemik, diabetes melitus

PENDAHULUAN

Diabetes melitus merupakan penyakit degeneratif yang terjadi ketika organ pankreas tidak dapat menghasilkan insulin yang telah diproduksi secara efektif. Berdasarkan data *Internasional Diabetes Federation* pada tahun 2020, Indonesia menempati urutan 7 dari 10 negara yang memiliki jumlah penderita diabetes terbanyak di seluruh dunia, yaitu sekitar 163 juta orang dengan prevalensi sebesar 11,3% dan diprediksi akan meningkat menjadi 212 juta orang pada tahun 2045 [1]. Tingginya angka penderita diabetes ini dapat dicegah atau dikurangi dengan mengonsumsi makanan yang memiliki indeks glikemik (IG) rendah [2]. Konsumsi pangan ber-IG tinggi dapat meningkatkan kadar glukosa dalam darah lebih cepat dibandingkan dengan pangan ber-IG rendah [3]. Berdasarkan nilai indeks glikemik yang dimiliki, pangan dikelompokkan menjadi tiga, yaitu pangan yang memiliki IG rendah (nilai IG < 55), pangan ber-IG sedang (nilai 55-70), dan pangan dengan IG tinggi (nilai IG > 70) [4].

Bahan pangan yang potensial dikembangkan sebagai bahan baku rendah indeks glikemik ialah suweg (*Amorphophallus sp.*). Suweg merupakan salah satu jenis umbi-umbian lokal Indonesia yang pemanfaatannya masih terbatas. Suweg memiliki indeks glikemik rendah yaitu <55 dengan kandungan serat sebesar 13,71% [5]. Adapun komposisi kimia setiap 100 g suweg adalah

karbohidrat 15,7 gram, protein 1,0 gram, dan lemak 0,1 gram [6]. Konsumsi makanan tinggi serat dapat memberikan dampak positif terhadap kadar glukosa darah pada diabetes melitus. Bahan pangan yang mengandung serat tinggi dapat menurunkan nilai IG. Bekatul mengandung serat pangan yang tinggi yaitu sebesar 22,67 gram [7]. Bekatul memiliki kandungan gizi yaitu 51,1-55% karbohidrat, 11,8-17,2% protein, 10-23% lemak, 6,2-31,5% serat, vitamin B kompleks sebagai komponen pembangun tubuh, dan vitamin E sebagai antioksidan kuat serta mencegah terjadinya penyakit diabetes melitus, jantung koroner, dan memperlambat penuaan [8]. Nilai IG rendah yang terkandung pada suweg dan kandungan serat tinggi merupakan dasar penggabungan kedua bahan ini menjadi sebuah olahan pangan mi instan berindeks glikemik rendah yang cocok bagi penderita diabetes melitus.

Penelitian ini memilih untuk mengolah suweg dan bekatul sebagai mi. Mi yang akan dibuat merupakan jenis mi instan. Mi instan merupakan mi yang pengolahannya dengan cara dikeringkan dalam oven pada suhu $\pm 50^{\circ}\text{C}$ [9]. Bahan baku mi pada dasarnya adalah tepung terigu yang harus diimpor, tetapi penggunaannya justru semakin luas. Salah satu upaya untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan memaksimalkan pemanfaatan bahan pangan lokal yaitu suweg dan bekatul sebagai tepung. Pembuatan mi sebagai salah satu upaya

diversifikasi dalam mengonsumsi umbi suweg dan bekatul sebagai pangan fungsional dan diharapkan mampu menghasilkan mi instan berindeks glikemik rendah yang bermanfaat bagi penderita diabetes melitus. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui mutu organoleptik, kandungan gizi (karbohidrat, protein, lemak, air, abu, serat kasar), dan indeks glikemik hasil olahan suweg dan bekatul menjadi mi sebagai diversifikasi makanan penderita diabetes melitus.

METODE PENELITIAN

Rancangan/ Desain Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan yaitu studi eksperimental. Rancangan/desain penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) meliputi proses pembuatan tepung bekatul dan tepung suweg, formulasi pembuatan mi instan suweg dan bekatul, analisis mutu organoleptik, analisis mutu kandungan gizi, dan analisis indeks glikemik. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Pangan dan Laboratorium Biologi Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta pada bulan Juni–Agustus 2021. Penelitian ini telah memiliki persetujuan etik dari Komite Etik Penelitian Universitas Ahmad Dahlan No. 012106040.

Sumber Data

Seluruh data dalam penelitian ini merupakan data primer. Data primer yang digunakan berupa data uji organoleptik pada mi, data kadar proksimat (karbohidrat, protein, lemak, air, abu) yang merujuk pada SNI 3551:2012, kadar serat kasar metode gravimetri, dan nilai indeks glikemik sesuai dengan ISO 26642:2010.

Sasaran Penelitian

Subjek yang terlibat dalam uji organoleptik mi instan suweg dan bekatul sebanyak 30 orang panelis tidak terlatih. Subjek yang terlibat dalam pengukuran indeks glikemik dalam penelitian ini memenuhi kriteria inklusi berupa laki-laki maupun perempuan berusia 18-30 tahun dengan indeks massa tubuh (IMT) normal (18,5-22,9 kg/m²), kadar glukosa darah puasa normal (60-120 mg/dL), tidak memiliki riwayat diabetes mellitus, tidak alergi terhadap makanan uji, tidak mengonsumsi obat-obatan maupun alkohol, dan bersedia mengikuti penelitian hingga selesai. Jumlah subjek penelitian uji indeks glikemik sebanyak 6 orang [5].

Determinasi Umbi Suweg

Sampel umbi suweg sebelum digunakan dalam penelitian perlu dideterminasi untuk memastikan bahwa sampel dalam penelitian ini adalah umbi suweg (*Amorphophallus paeoniifolius*). Determinasi dilakukan dengan metode kunci dikotomi.

Pembuatan Tepung Suweg

Umbi suweg dikupas kulitnya dan diparut tipis. Kemudian dilakukan perendaman dalam larutan HCl 0,25% dan larutan sodium bikarbonat 1% selama 5 menit. Suweg yang telah bersih dimasukkan ke dalam oven selama 15 jam pada suhu 60°C. Suweg kering digiling menggunakan *blender* hingga halus dan diayak menggunakan ayakan 100 mesh [10].

Pembuatan Tepung Bekatul

Bekatul beras hasil dari penggilingan padi diperoleh dari Desa Balongmulyo, Kecamatan Kragan, Kabupaten Rembang, Jawa Tengah disortasi dengan pengayakan ukuran 100 mesh. Selanjutnya dioven pada suhu 100°C selama 1 jam [11].

Formulasi Pembuatan Mi Instan Suweg dan Bekatul

Pembuatan mi instan digunakan 5 formulasi dengan faktor percobaan proporsi tepung suweg, tepung bekatul, dan tepung tapioka dengan formulasi seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Formulasi Pembuatan Mi

Formulasi	Tepung Suweg	Tepung Bekatul	Tepung Tapioka
P1	60%	10%	30%
P2	55%	15%	30%
P3	50%	20%	30%
P4	45%	25%	30%
P5	40%	30%	30%

Pembuatan mi dilakukan menggunakan metode dari Widiatmoko (2015) dengan modifikasi. Bahan yang diperlukan dalam pembuatan mi dipersiapkan dan dilakukan penimbangan pada tepung suweg dan tepung bekatul beras sesuai perlakuan, tepung tapioka 30%, telur 1%, garam 1,5%, dan air. Kemudian bahan dicampurkan dan hingga adonan homogen. Adonan dipipihkan dan dicetak dengan *pasta maker*. Untaian mi yang dihasilkan dikukus selama 10 menit pada suhu 100°C. Mi hasil pengukusan dikeringkan dengan oven pada suhu 60°C selama 18 jam [12].

Prosedur Analisis Uji Organoleptik

Pengujian mutu organoleptik menggunakan uji hedonik dengan melibatkan 30 orang panelis tidak terlatih untuk menilai produk yang dihasilkan. Parameter yang dinilai panelis meliputi warna, aroma, tekstur, rasa, *aftertaste*, dan kesukaan secara keseluruhan. Skala hedonik yang digunakan adalah (1) tidak suka, (2) sedikit tidak suka, (3) sedikit suka, (4) suka, dan (5) sangat suka [13].

Prosedur Analisis Kandungan Gizi

Analisis kandungan gizi yang dilakukan pada mi instan suweg dan

bekatul beras meliputi analisis karbohidrat metode *nelson-somogyi*, analisis protein metode mikrokjedahl, analisis lemak metode soxhletasi, analisis air metode pengovenan, analisis abu metode pengabuan basah, dan analisis serat menggunakan metode gravimetri [14].

Prosedur Uji Indeks Glikemik

Sebelum dilakukan pengukuran indeks glikemik pada mi, dilakukan pemilihan subjek penelitian dengan syarat yang telah ditetapkan. Pengukuran indeks glikemik (IG) dilakukan dengan mengharuskan subjek untuk berpuasa sehari sebelum pengujian selama 10 jam (kecuali air putih). Setelah berpuasa 10 jam, diambil darah subjek melalui ujung jari untuk diukur kadar glukosa darah puasa dengan metode *finger-prick capillary blood samples* menggunakan alat *Easy Touch GCU*. Prosedur penentuan indeks glikemik pangan yaitu dengan memberikan pangan yang setara 25 g karbohidrat kepada subjek yang telah menjalani puasa. Subjek diberi pangan acuan yaitu roti tawar yang mengandung 25 gram karbohidrat. Selama dua jam setelah konsumsi pangan, sampel darah dari subjek diambil sebanyak 50 µL dan diuji kadar glukosanya secara berturut-turut pada menit ke 0 (sebelum pemberian), 30, 60, 90, 120 menggunakan glukometer. Setelah tiga hari, dilakukan pengujian dengan pangan uji (mi instan suweg bekatul beras) yang setara 25 karbohidrat dengan prosedur yang sama seperti pengukuran pada pangan uji. Data kadar glukosa darah dalam setiap waktu pengujian dirata-rata dan diplotkan pada grafik sumbu x (waktu) dan sumbu y (glukosa darah) [3].

Teknik Analisis Data

Data hasil penelitian dianalisis menggunakan program *software* SPSS *version 22 for Windows*. Analisis data mutu organoleptik mi instan (warna, dan

tekstur, rasa, aroma, *aftertaste*, keseluruhan) dan analisis data mutu kandungan gizi (karbohidrat, protein, lemak, air, abu, dan serat kasar) menggunakan metode *One Way ANOVA* pada tingkat kepercayaan $\alpha=0,05$. Uji statistik lanjut dengan menggunakan *DMRT (Duncan Multiple Range Test)* untuk perlakuan berbeda nyata. Untuk menentukan perlakuan terbaik menggunakan metode indeks efektivitas. Data nilai indeks glikemik dianalisis menggunakan grafik.

HASIL PENELITIAN

Uji Organoleptik

Hasil analisis uji organoleptik pada penelitian ini menggunakan parameter yang dinilai meliputi kesukaan panelis terhadap warna, tekstur, rasa, aroma, *aftertaste*, dan kesukaan secara keseluruhan dalam pengujian sampel mi instan. Hasil analisis organoleptik sampel mi instan ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Uji Organoleptik Mi Instan Suweg dan Bekatul

Formulasi	Parameter					
	Warna	Tekstur	Rasa	Aroma	<i>Aftertaste</i>	Keseluruhan
P1	2,87±1,17	3,10±0,92	2,70±1,12	2,50±0,97	2,77±0,97	2,97±0,97
P2	2,73±0,94	2,77±0,97	2,50±1,04	2,40±0,86	2,60±0,86	2,77±0,94
P3	2,57±1,04	2,67±1,09	2,83±0,83	2,50±1,14	2,67±1,09	2,67±0,99
P4	2,37±1,13	2,57±1,07	2,17±1,09	2,33±0,99	2,40±1,13	2,60±1,07
P5	2,50±1,20	2,33±1,15	2,47±1,14	2,43±1,19	2,47±1,11	2,60±1,22

Formulasi:

P1 = 60% tepung umbi suweg + 10% tepung bekatul + 30% tepung tapioka

P2 = 55% tepung umbi suweg + 15% tepung bekatul + 30% tepung tapioka

P3 = 50% tepung umbi suweg + 20% tepung bekatul + 30% tepung tapioka

P4 = 45% tepung umbi suweg + 25% tepung bekatul + 30% tepung tapioka

P5 = 40% tepung umbi suweg + 30% tepung bekatul + 30% tepung tapioka

Hasil pada Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai kesukaan panelis terhadap mi instan berkisar antara 2,37-2,87 pada parameter warna. Hasil analisis statistik *One Way ANOVA* pada tingkat kepercayaan 95% menunjukkan bahwa mi instan berbahan dasar suweg dan bekatul tidak memiliki perbedaan yang signifikan ($p=0,433$).

Nilai kesukaan panelis untuk parameter tekstur berkisar antara 2,33-3,10. Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai kesukaan panelis terhadap parameter

tekstur tidak memiliki perbedaan yang signifikan ($p=0,075$).

Nilai kesukaan panelis untuk parameter rasa berkisar 2,17-2,70. Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai kesukaan panelis terhadap parameter rasa tidak memiliki perbedaan yang signifikan ($p=0,141$).

Nilai kesukaan panelis untuk parameter aroma berkisar 2,33-2,50. Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai kesukaan panelis terhadap parameter aroma tidak

memiliki perbedaan yang signifikan ($p=0,967$).

Nilai kesukaan panelis untuk parameter *aftertaste* berkisar 2,40-2,77. Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai kesukaan panelis terhadap parameter *aftertaste* tidak memiliki perbedaan yang signifikan ($p=0,653$).

Nilai kesukaan panelis untuk parameter kesukaan secara keseluruhan

berkisar 2,60-2,97. Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai kesukaan panelis terhadap parameter kesukaan keseluruhan sampel mi instan tidak memiliki perbedaan yang signifikan ($p=0,625$).

Uji Kandungan Gizi

Tabel 3. Hasil Analisis Kandungan Gizi Mi Instan Suweg dan Bekatul

Formulasi	Karbohidrat (gula total)	Protein	Lemak	Air	Abu	Serat Kasar
P1	59,46±0,28 ^b	4,44±0,08 ^a	0,42±0,07 ^a	11,23±0,68 ^a	2,63±0,02 ^a	2,29±0,35 ^a
P2	58,33±0,78 ^a	5,12±0,08 ^b	0,63±0,01 ^b	10,79±1,04 ^a	2,95±0,04 ^b	2,51±0,29 ^a
P3	57,55±0,67 ^b	5,69±0,01 ^c	0,70±0,08 ^b	11,02±0,65 ^a	3,24±0,04 ^c	2,81±0,34 ^a
P4	54,42±0,53 ^a	5,85±0,01 ^d	0,95±0,02 ^c	10,94±0,95 ^a	3,48±0,03 ^d	2,60±0,17 ^a
P5	52,01±0,98 ^b	6,00±0,07 ^c	1,34±0,11 ^d	10,67±0,25 ^a	3,65±0,03 ^e	2,32±0,27 ^a

Keterangan: angka yang diikuti notasi yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi α 5%

Formulasi:

P1 = 60% tepung umbi suweg + 10% tepung bekatul + 30% tepung tapioka

P2 = 55% tepung umbi suweg + 15% tepung bekatul + 30% tepung tapioka

P3 = 50% tepung umbi suweg + 20% tepung bekatul + 30% tepung tapioka

P4 = 45% tepung umbi suweg + 25% tepung bekatul + 30% tepung tapioka

P5 = 40% tepung umbi suweg + 30% tepung bekatul + 30% tepung tapioka

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar karbohidrat (gula total) berkisar antara 52,01-59,46% sebagaimana disajikan pada Tabel 2. Hasil analisis statistik *One Way ANOVA* pada tingkat kepercayaan 95% menunjukkan bahwa mi instan berbahan dasar tepung suweg dan tepung bekatul memiliki perbedaan kadar karbohidrat (gula total) yang signifikan ($p=0,001$). Analisis lanjut DMRT menunjukkan bahwa taraf perlakuan P4 dan P2 berbeda signifikan dengan taraf perlakuan pada P1, P3 dan P5.

Kadar protein mi instan berbahan dasar tepung suweg dan tepung bekatul berkisar 4,44-6,00%. Tabel 3 menunjukkan bahwa kadar protein memiliki pengaruh yang signifikan

($p<0,001$). Analisis lebih lanjut DMRT menunjukkan bahwa kadar protein mi instan berbahan dasar tepung suweg dan tepung bekatul pada masing-masing taraf perlakuan berbeda signifikan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar lemak mi instan berbahan dasar tepung suweg dan tepung bekatul berkisar 0,42-1,34%. Tabel 3 menunjukkan bahwa kadar lemak memiliki pengaruh yang signifikan ($p<0,001$). Analisis lanjut DMRT menunjukkan bahwa kadar lemak pada masing-masing taraf perlakuan berbeda signifikan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar air berkisar antara 10,67-11,23% sebagaimana disajikan pada Tabel 3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa

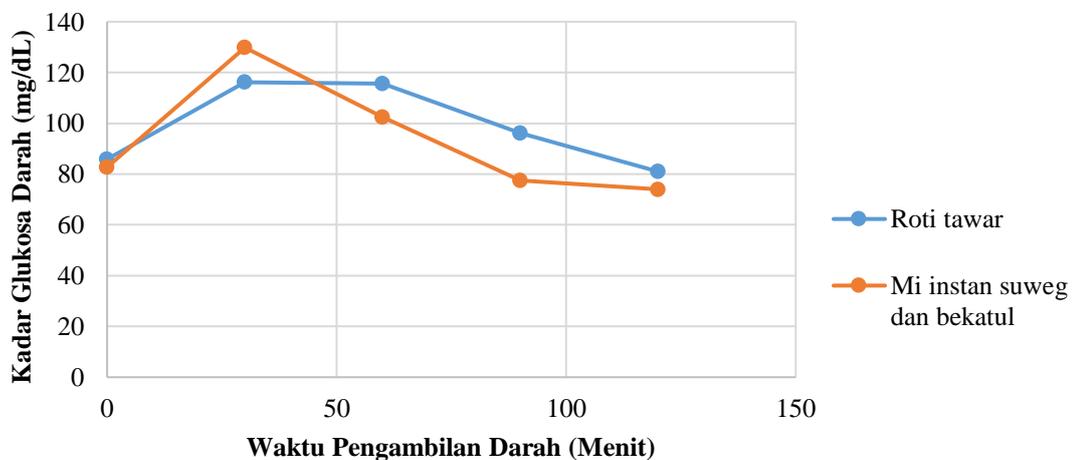
mi instan berbahan dasar tepung suweg dan tepung bekatul tidak memiliki perbedaan yang signifikan ($p=0,954$).

Kadar abu mi instan berbahan dasar tepung suweg dan tepung bekatul berkisar antara 2,63-3,65% sebagaimana disajikan pada Tabel 3. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa semua formulasi memiliki pengaruh yang signifikan ($p<0,001$) terhadap kadar abu mi instan tepung suweg dan tepung bekatul.

Kadar serat kasar mi instan berbahan dasar tepung suweg dan tepung bekatul berkisar 2,29-2,81%. Tabel 3 menunjukkan bahwa perbedaan taraf perlakuan tepung suweg dan tepung bekatul tidak memiliki perbedaan yang signifikan ($p=0,713$).

Indeks Glikemik

Nilai indeks glikemik mi instan suweg dan bekatul formulasi P1 diperoleh dari hasil nilai rata-rata 6 orang responden. Nilai IG dihitung dengan membandingkan luas area di bawah kurva respon glukosa darah pangan uji dibandingkan dengan luas area di bawah kurva glukosa darah pangan acuan yang dapat dilihat pada Gambar 1. Indeks glikemik mi instan suweg dan bekatul dengan roti tawar sebagai acuan adalah 48,04. Nilai tersebut berada pada rentang indeks glikemik rendah yaitu kurang dari 55 [4].



Gambar 1. Grafik Kurva Respon Glukosa Darah

PEMBAHASAN

Sifat Organoleptik Mi Instan

Parameter warna merupakan karakteristik sensori yang penting dalam penyajian suatu makanan untuk menentukan tingkat penerimaan suatu produk oleh konsumen. Warna mi instan yang dihasilkan pada penelitian ini menunjukkan bahwa penilaian panelis berkisar antara sedikit tidak suka sampai sedikit suka. Berdasarkan parameter warna, mi instan P1 (60% tepung

suweg:10% tepung bekatul:30% tepung tapioka) dapat diterima panelis dengan nilai 2,87 (sedikit suka). Mi instan P4 dengan nilai 2,37 (sedikit tidak suka) menunjukkan bahwa panelis kurang menyukai mi instan tersebut. Nilai kesukaan panelis terhadap mi instan semakin menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi tepung bekatul. Penambahan tinggi tepung bekatul menunjukkan bahwa warnanya cenderung semakin gelap. Selain itu, warna coklat

pada mi dipengaruhi warna umbi suweg itu sendiri. Warna mi dipengaruhi oleh warna bahan baku yang digunakan dalam pengolahan mi. Umumnya, mi yang disukai panelis adalah berwarna kuning [15]. Namun, warna yang dihasilkan mi instan ini tidak jauh berbeda dengan tepung suweg yaitu coklat kehitaman [16].

Tekstur memiliki peran dalam menentukan suatu produk makanan yang dilihat ukuran, bentuk, jumlah dan dapat dirasakan oleh indera perasa dan peraba (unsur-unsur pembentukan bahan) [17]. Hasil penelitian menunjukkan nilai kesukaan tekstur mi instan yaitu sedikit tidak suka sampai sedikit suka. Berdasarkan parameter tekstur, mi instan P1 (60% tepung suweg:10% tepung bekatul:30% tepung tapioka) dapat diterima panelis dengan nilai 3,10 (sedikit suka). Mi instan P5 dengan nilai 2,33 (sedikit tidak suka) menunjukkan bahwa panelis kurang menyukai mi instan tersebut. Tekstur mi dipengaruhi oleh kandungan gluten. Gluten berperan mengikat granula, namun dalam penelitian ini tidak menggunakan tepung terigu yang banyak mengandung gluten, sehingga diduga tidak mengandung gluten pada adonan yang menyebabkan kesukaan panelis cenderung menurun. Telur sebagai bahan tambahan dalam pembuatan mi instan ini mampu mengikat adonan untuk menghasilkan mi yang tidak mudah putus [18].

Rasa suatu produk merupakan hasil interaksi beberapa indera yaitu indra penglihat, pencium, pendengar dan peraba. Hasil penelitian menunjukkan rasa mi instan bahwa penilaian panelis berkisar antara sedikit tidak suka sampai sedikit suka. Berdasarkan parameter rasa, mi instan P3 (50% tepung suweg: 20% tepung bekatul: 30% tepung tapioka) dapat diterima panelis dengan nilai 2,83 (sedikit suka). Mi instan P4 dengan nilai 2,17 (sedikit tidak suka) menunjukkan bahwa panelis kurang menyukai mi instan

tersebut. Tingkat penerimaan panelis terhadap rasa mi instan bervariasi, hal ini disebabkan oleh tepung bekatul dan tepung suweg memberikan rasa yang agak getir dan khas di lidah.

Aroma merupakan salah satu karakteristik mutu yang nilainya terkandung dalam produk yang dapat langsung dinikmati konsumen [19]. Hasil penelitian menunjukkan tingkat kesukaan Aroma mi instan berkisar antara sedikit tidak suka sampai sedikit suka. Berdasarkan parameter aroma, mi instan P1 (60% tepung suweg:10% tepung bekatul:30% tepung tapioka) dapat diterima panelis dengan nilai 2,50 (sedikit suka). Mi instan P4 dengan nilai 2,33 (sedikit tidak suka) menunjukkan bahwa panelis kurang menyukai mi instan tersebut. Tingkat penerimaan panelis terhadap aroma mi instan cenderung bervariasi. Hal ini disebabkan oleh aroma mi instan cenderung sama pada beberapa taraf perlakuan dengan penambahan tepung suweg dan tepung bekatul sehingga panelis tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Tepung suweg memiliki aroma khas umbi suweg sehingga mempengaruhi aroma mi yang dihasilkan cukup tajam [15].

Aftertaste merupakan salah satu aspek yang didefinisikan sebagai suatu kesan (rasa dan aroma) yang tertinggal setelah suatu produk ditelan. Berdasarkan parameter *aftertaste*, mi instan P1 (60% tepung suweg:10% tepung bekatul:30% tepung tapioka) dapat diterima panelis dengan nilai 2,77 (sedikit suka). Mi instan P4 dengan nilai 2,40 (sedikit tidak suka) menunjukkan bahwa panelis kurang menyukai. Tingkat penerimaan panelis terhadap *aftertaste* mi instan semakin menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi tepung bekatul. Hal tersebut disebabkan oleh *aftertaste* tepung bekatul dan tepung suweg adalah pahit.

Kesukaan secara keseluruhan merupakan salah satu aspek dalam uji

kesukaan panelis dari seluruh aspek organoleptik mi instan [15]. Aspek organoleptik berupa warna, tekstur, rasa, dan aroma pada suatu produk. Tingkat penilaian panelis terhadap keseluruhan mi instan yang dihasilkan berkisar antara sedikit suka sampai suka. Nilai keseluruhan mi instan panelis yang paling tinggi adalah mi instan P1 2,97 (sedikit suka), sedangkan mi instan P5 dengan nilai terendah yaitu 2,60 (sedikit tidak suka). Rendahnya daya terima mi instan disebabkan oleh warna yang kurang menarik dan aroma suweg yang berbau menyengat.

Nilai Kandungan Gizi Mi Instan Kadar Karbohidrat (Gula total)

Hasil penelitian pada Tabel 3 menunjukkan kadar karbohidrat (gula total) mi instan berbahan dasar tepung suweg dan tepung bekatul tertinggi pada perlakuan P1 yaitu 59,46% dengan perbandingan tepung suweg, tepung bekatul dan tepung tapioka (60:10:30). SNI tidak mensyaratkan nilai kadar karbohidrat mi instan pada batas tertentu. Semakin rendah konsentrasi tepung suweg semakin rendah pula kadar karbohidratnya. Hal tersebut disebabkan oleh kadar karbohidrat pada tepung suweg yang lebih tinggi dibandingkan kadar karbohidrat pada tepung terigu yaitu 84,17% [20] sedangkan tepung terigu sebesar 72,28% [21]. Mi instan hasil penelitian ini lebih rendah dibandingkan mi kering tepung suweg substitusi tepung terigu hasil penelitian Soleh (2011) yang kadar karbohidratnya sebesar 77,82% [15]. Nilai kadar karbohidrat pada produk dipengaruhi oleh jenis tepung yang digunakan yaitu tepung suweg dan tepung bekatul.

Kadar Protein

Tingginya konsentrasi tepung bekatul pada penelitian ini menyebabkan semakin tingginya kadar protein pada mi

instan suweg dan bekatul. Hal ini dikarenakan tepung bekatul memiliki kandungan protein tinggi yaitu 12-15% [22]. Hasil penelitian pada Tabel 3. menunjukkan kadar protein tertinggi pada perlakuan formulasi P5 yaitu 6,00% dengan perbandingan tepung suweg, tepung bekatul dan tepung tapioka (40:30:30). Berdasarkan SNI 3551:2012, kadar protein mi instan minimal 8% [23]. Dengan demikian kadar protein mi instan hasil penelitian belum memenuhi standar. Mi instan pada penelitian ini memiliki kadar protein lebih rendah dibandingkan dengan mi instan formulasi bekatul hasil penelitian Liandani dkk. (2015) yang kadar proteinnya sebesar 7,04% [16]. Penambahan varian bahan lain yang tinggi protein seperti brokoli, wortel, dan kacang-kacangan dapat meningkatkan kadar protein dalam mi. Konsumsi makanan dengan protein tinggi dapat menunda atau mengurangi rasa lapar sehingga penderita diabetes melitus dapat menghindari kebiasaan makan berlebihan yang mengakibatkan timbulnya kegemukan [24].

Kadar Lemak

Hasil penelitian pada Tabel 3 menunjukkan bahwa kadar lemak mi berbahan dasar tepung suweg dan tepung bekatul yang tertinggi pada penelitian ini yaitu pada perlakuan P5 yaitu 1,34% dengan perbandingan tepung suweg, tepung bekatul dan tepung tapioka (40:30:30). SNI tidak mensyaratkan kadar lemak mi instan pada batas tertentu. Semakin tinggi konsentrasi tepung bekatul semakin tinggi pula kadar lemaknya, hal ini dipengaruhi oleh kandungan lemak dari tepung bekatul sebesar 14,8% [25]. Berdasarkan hasil penelitian Liandani dkk. (2015), mi instan formulasi bekatul kadar lemaknya berbeda dengan mi instan pada penelitian ini yaitu 28,58% [16]. Bahan-bahan yang digunakan dalam

pembuatan mi memengaruhi kadar lemak pada produk mi.

Kadar Air

Kadar air mi instan pada penelitian ini berbahan dasar tepung suweg dan tepung bekatul tertinggi yaitu pada perlakuan P1 yaitu 11,23% dengan perbandingan tepung suweg, tepung bekatul dan tepung tapioka (60:10:30). Berdasarkan SNI 3551:2012, kadar air mi instan adalah maksimal 10% [23]. Kadar air mi instan hasil penelitian masih belum memenuhi standar, tetapi masih cukup layak dikonsumsi dikarenakan tidak memiliki nilai perbedaan yang jauh. Hasil penelitian Soleh (2011) pada mi kering tepung suweg substitusi tepung terigu kadar air nya lebih rendah dibandingkan dengan mi hasil penelitian ini yaitu sebesar 9,95% [15]. Selain itu kadar air mi hasil penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan mi instan formulasi bekatul penelitian Liandani dkk. (2015) yaitu sebesar 9,69% [16].

Kadar Abu

Kadar abu mi instan berbahan dasar tepung suweg dan tepung bekatul pada Tabel 3 menunjukkan hasil tertinggi yaitu pada perlakuan P5 yaitu 3,65% dengan perbandingan tepung suweg, tepung bekatul dan tepung tapioka (40:30:30). Nilai kadar abu terendah yaitu pada perlakuan P1 dengan perbandingan tepung suweg, tepung bekatul dan tepung tapioka (60:10:30). Nilai kadar abu mi instan semakin tinggi seiring dengan semakin tingginya konsentrasi tepung bekatul. Hal ini disebabkan oleh tepung suweg dan tepung bekatul yang digunakan memiliki kadar abu sebesar 2,98% [20] dan 8,87% [25], lebih besar apabila dibandingkan dengan tepung terigu yaitu sebesar 0,54% [21].

Mi instan pada penelitian ini lebih tinggi dibanding hasil penelitian Soleh (2011) pada produk mi kering tepung suweg substitusi tepung terigu yang

memiliki kadar abu sebesar 2,52% [15]. Menurut SNI 3551:2012 tentang syarat mutu mi instan, menyatakan bahwa kadar abu mi instan maksimal adalah 3% [23]. Kadar abu mi instan P1 dan P2 masih memenuhi karakteristik atau syarat mutu mi kering berdasarkan SNI 3551:2012 yaitu 2,63% dan 2,95%.

Serat Kasar

Kadar serat mi instan berbahan dasar tepung suweg dan tepung bekatul pada Tabel 3 menunjukkan nilai tertinggi yaitu pada perlakuan P3 yaitu 2,81% dengan perbandingan tepung suweg, tepung bekatul dan tepung tapioka (50:20:30). SNI tidak mensyaratkan kadar serat mi instan pada batas tertentu. Tingginya kadar abu mi instan hasil penelitian disebabkan oleh tingginya kadar serat kasar tepung suweg (13,58%) [20] dan tepung bekatul (10,70%) [25] yang lebih tinggi dari kandungan serat kasar tepung terigu sebesar 5,12% [21].

Semakin tinggi kandungan serat pada makanan maka akan semakin baik pula untuk pencernaan. Makanan berserat tinggi relatif dapat membantu mengurangi terjadinya beberapa penyakit seperti diabetes, penyakit jantung, dan obesitas [25]. Penelitian Soleh (2011) menunjukkan bahwa mi kering tepung suweg substitusi tepung terigu memiliki kadar serat kasar lebih tinggi dibandingkan dengan mi instan suweg dan bekatul beras hasil penelitian ini yaitu sebesar 4,08% (15). Selain itu mi instan suweg dan bekatul beras hasil penelitian ini kadar abunya lebih rendah dibandingkan mi instan formulasi bekatul penelitian Liandani dkk. (2015) yaitu sebesar 2,26-5,04% [16].

Indeks Glikemik

Respon glikemik ditunjukkan oleh kurva respon glukosa darah. Area di bawah kurva merupakan area yang digunakan sebagai acuan saat menghitung nilai indeks glikemik (IG) suatu produk

pangan. [15]. Nilai kadar glukosa darah normal berkisar 55-140 mg/dL. Biasanya glukosa darah akan meningkat setelah makan. Namun, dalam keadaan berpuasa dapat menurunkan kadar glukosa darah hingga dibawah 60 mg/dL tetapi ini bukan mengindikasikan suatu penyakit.

Hasil penelitian Witono dkk. (2012) pada mi instan berbahan dasar tepung terigu diketahui memiliki indeks glikemik yang sangat tinggi yaitu 85 [25]. Hasil penelitian ini, mi instan suweg dan bekatul formulasi P1 (60% tepung umbi suweg + 10% tepung bekatul + 30% tepung tapioka) menunjukkan nilai IG sebesar 48,04 yang tergolong dalam makanan berindeks glikemik rendah (<55). Respon glukosa darah setelah dua jam (menit ke-120) dari pangan uji mi instan suweg dan bekatul yaitu 74 mg/dL. Hasil tersebut lebih rendah daripada kadar glukosa darah puasa (menit ke-0) yaitu 82,67 mg/dL. Hal ini membuktikan kurva respon glikemik setelah dua jam mengonsumsi pangan uji dapat mengembalikan kadar glukosa darah normal. Perubahan respon glukosa darah mencapai puncak pada menit ke-30 dan mulai menurun pada menit ke-60 setelah mengonsumsi makanan yang diuji. Kadar glukosa darah pada orang normal biasanya konstan, karena memiliki pengaturan metabolisme yang baik. Parkin dan Brooks (2002) menyatakan bahwa pada orang sehat dibutuhkan waktu 2-3 jam untuk mengembalikan kadar glukosa darah ke keadaan awal [26].

Faktor-faktor yang dapat memengaruhi IG makanan yaitu kadar serat, protein, lemak serta metode pengolahan. Rendahnya nilai IG mi instan suweg dan bekatul formulasi P1 dapat disebabkan oleh tingginya kandungan serat yang ada. Serat berperan sebagai penghalang fisik pada proses pencernaan dengan memperlambat laju asupan makanan pada saluran pencernaan dan menghambat aktivitas enzim sehingga

proses pencernaan terutama pati melambat dan respon glukosa darah berkurang. Selain itu, proses pengolahan juga dapat memengaruhi nilai IG [27].

Indeks glikemik (IG) memiliki pengaruh pada kesehatan. Penderita diabetes melitus yang melakukan diet rendah IG memiliki kontrol glukosa darah jangka panjang yang lebih baik dibandingkan mereka yang tidak. Konsumsi makanan IG rendah juga dapat menyebabkan insulin darah meningkat lebih cepat dari pada makanan IG tinggi. Hal ini karena makanan IG rendah dapat membantu dalam menurunkan kadar glukosa darah tubuh. Makanan ber-IG rendah dapat menurunkan respon glukosa darah, sehingga dapat menurunkan lonjakan glukosa darah [28]. Makanan ber-IG rendah dapat membantu mengurangi risiko diabetes melitus dengan mengendalikan kenaikan respon glukosa darah [27].

SIMPULAN

Mi instan suweg dan bekatul yang memiliki formulasi terbaik berdasarkan hasil uji organoleptik, nilai gizi, dan memiliki IG rendah adalah formulasi P1 (60% tepung suweg: 10% tepung bekatul: 30% tepung tapioka. Mi instan suweg dan bekatul formulasi P1 memiliki indeks glikemik rendah yaitu 48,04 dan dapat menurunkan respon glukosa darah sehingga berpotensi sebagai makanan sehat yang cocok dikonsumsi penderita diabetes melitus. Kekurangan dari penelitian ini adalah durasi penelitian yang kurang panjang dan data dari responden cukup beragam. Saran untuk penelitian selanjutnya, dapat memperpanjang durasi penelitian dan melakukan penggunaan variasi bahan lain sehingga dapat memberikan sifat organoleptik lebih baik dan meningkatkan kadar protein.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi yang telah membiayai penelitian ini lewat Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) Tahun 2021. Kami mengucapkan terima kasih kepada Universitas Ahmad Dahlan yang telah memberi tempat untuk melaksanakan penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

1. International Diabetes Federation. IDF Diabetes Facts and Figures [Internet]. <https://idf.org/aboutdiabetes/what-isdiabetes/facts-figures.html>. 2020. Available from: <https://idf.org/aboutdiabetes/what-isdiabetes/facts-figures.html>.
2. Murtiningsih MK, Pandelaki K, Sedli BP. Gaya Hidup sebagai Faktor Risiko Diabetes Melitus Tipe 2. *e-CliniC*. 2021; 9 (2): 328.
3. Hasan V, Sussi A, Susilawati. Indeks Glikemik Oyek Tiwul dari Umbi Garut (*Marantha arundinaceae* L.), Suweg (*Amorphophalus companulatus* BI) dan Singkong (*Manihot utilissima*). *J Teknol Ind dan Has Penelit*. 2011; 16 (1): 34–5.
4. Rimbawan, Siagian A. Indeks Glikemik Pangan. Jakarta: Penebar Swadaya; 2004. 1-124.
5. Nurdyansyah F, Endang IR, Iffah M RM. Nilai Indeks Glikemik dan Beban Glikemik Produk Olahan Suweg (*Amorphophalus companulatus* BI). *J Teknol Pangan*. 2019; 13 (1): 76–8.
6. Bargumono W. 9 Umbi Utama Sebagai Pangan Alternatif Nasional. Yogyakarta: UPN Veteran Yogyakarta; 2014.
7. Faria B. Nutritional Composition Rice Bran Submitted to Different Stabilization Procedure. *Brazilian J Pharm Sci*. 2012; 48 (4): 651–7.
8. Kurniawan, Mastur, Sudiarto. Penerapan Teknologi Pengolahan Makanan Kesehatan Berbasis Bekatul (Rice Bran) Organik Kelompok Tani Sidadadi di Kelurahan Mewek, Kecamatan Kalimanah, Kabupaten Purbalingga. *J Surya Masy*. 2018; 1 (1): 46.
9. Widyaningtyas M, Susanto WH. Effect of Type and Concentration of Hydrocolloids (carboxy methyl cellulose, xanthan gum, and carrageenan) on Carracteristic Dried Noodle Based Sweet Potato Variety Yellow Ase Paste. *J Pangan dan Agroindustri*. 2015; 3 (2): 417–23.
10. Septiani D, Hendrawan Y, Yulianigsih R. Uji Karakteristik Fisik, Kimia dan Organoleptik Pembuatan Tepung Umbi Suweg (*Amorphophalluscampa-nulatus* B) sebagai Bahan Pangan. *J Bioproses Komod Trop*. 2015; 3 (1): 1–8.
11. Astawan M, Tutik W, Sri W, Indira S. Aplikasi Tepung Bekatul Fungsional pada Pembuatan Cookies dan Donat yang Bernilai Indeks Glikemik Rendah. *J Pangan*. 2013; 22 (4): 385–94.
12. Widiatmoko BR, Estiasih T. Karakteristik Fisikokimia dan Organoleptik Mie Kering Berbasis Tepung Ubi Jalar Ungu pada Berbagai Tingkat Penambahan Gluten. *J Pangan dan Agroindustri*. 2015; 3 (4): 1386–92.
13. Suryono C, Ningrum L, Dewi TR. Uji Kesukaan dan Organoleptik Terhadap 5 Kemasan Dan Produk Kepulauan Seribu Secara Deskriptif. *J Pariwisata*. 2018; 5 (2): 95–106.
14. AOAC. Official Methods of Analysis. 21st ed. USA: AOAC

- International; 2019.
15. Soleh B. Pemanfaatan Tepung Suweg (*Amorphophallus campanulatus*) sebagai Substitusi Tepung Terigu pada Pembuatan Mie Kering. Universitas Sebelas Maret; 2011.
 16. Liandani W, Zubaidah E. Formulasi Pembuatan Mie Instan Bekatul (Kajian Penambahan Tepung Bekatul Terhadap Karakteristik Mie Instan). *J Pangan dan Agroindustri*. 2015; 3 (1): 174–85.
 17. Nur Midayanto D, Setyo Yuwono S. Penentuan Atribut Mutu Tekstur Tahu untuk Direkomendasikan sebagai Syarat Tambahan dalam Standar Nasional Indonesia Determination of Quality Attribute of Tofu Texture to be Recommended as an Additional Requirement in Indonesian National Standard. *J Pangan dan Agroindustr*. 2014; 2 (4): 259–67.
 18. Indriani IT, Ansarullah, Fardilla RF. Karakteristik Tepung Suweg (*Amorphophallus paeoniifolius*) Termodifikasi Heat Moisture Treatment (HMT) pada Produk Mie Kaya Serat. *J Sains dan Teknol Pangan*. 2019; 4 (2): 2272–84.
 19. Hayati R, Marliah A, Rosita F. Sifat Kimia dan Evaluasi Sensori Bubuk Kopi Arabika. *J Floratek*. 2012; 7 (1): 66–75.
 20. Waisnawi PAG, Ni Luh AY PT. Pengaruh Perbandingan Tepung Suweg (*Amorphophallus campanulatus*) dan Tepung Kacang Hijau (*Vigna radiate*) terhadap Karakteristik Cookies. *J Ilmu dan Teknol Pangan*. 2019; 8 (1): 48–56.
 21. Utama IDGDA, Wisaniyasa NW, Widarta IWR. Pengaruh Perbandingan Terigu dengan Tepung Kecambah Jagung (*Zea mays L.*) terhadap Karakteristik Flakes. *J Ilmu dan Teknol Pangan*. 2019; 8 (2): 140.
 22. Saputra T, Moh N, Fitri R. Pengaruh Penggunaan Tepung Bekatul dan Tepung Jagung (*Zea mays L.*) pada Produk Cookies Makanan Selingan Penderita Diabetes terhadap Penilaian Organoleptik dan Nilai Gizi. *J Sains dan Teknol Pangan*. 2018; 3 (6): 1768–82.
 23. Standar Nasional Indonesia. Mi Instan. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional; 2012. Diakses pada https://www.academia.edu/10029540/sni_mie_instan.
 24. Teguh S. Diabetes Deteksi, Pencegahan, Pengobatan. Yogyakarta: Buku Pintar; 2013. 1-140.
 25. Kumalapotri A, Lukmana W. Optimasi Rasio Tepung Tergi, Tepung Pisang dan Tepung Ubi Jalar serta Konsentrasi Zat Aditif pada Pembuatan Mie. *Agritepa*. 2018; 4 (2): 144–58.
 26. Parkin G, Brooks N. Is Postprandial Glucose Control Important? Is it Practical in Primary Care Settings? *Clin Diabetes*. 2002; 20 (2): 71–6.
 27. Arif AB, Budiyanto A H. Glicemic Index of Foods and Its Affecting Factors. *J Litbang Pet*. 2013; 32 (3): 91–9.
 28. Bell KJ, Smart CE, Steil GM, BrandMiller JC, King B WH. Impact of Fat, Protein, and Glycemic Index on Postprandial Glucose Control in Type 1 Diabetes: Implications for Intensive Diabetes Management in the Continuous Glucose Monitoring Era. *Diabetes Care*. 2015; 38 (6): 1008–1015.



Pengaruh Pemberian Madu Trigona Terhadap Perbaikan Tes Fungsi Hati Tikus yang Mengalami *Drug-induced Liver Injury*

Sigit Dwi Pramono^{1*}, Rosdiana Natzir², Syahrijuita Kadir³, Gita Vita Soraya⁴,
Muhammad Husni Cangara⁵, Burhanuddin Bahar⁶

^{1*}Konsentrasi Studi Biokimia dan Biologi Molekuler, Program Studi Magister Ilmu Biomedik, Universitas Hasanuddin Makassar, Email: sigitdwipramono09@gmail.com, Tlp: +6281241485691

²Departemen Biokimia, Fakultas Kedokteran, Universitas Hasanuddin Makassar, Email: rosdianarnatzir@yahoo.com

³Departemen Biokimia, Fakultas Kedokteran, Universitas Hasanuddin Makassar, Email: syahrikdr@yahoo.com

⁴Departemen Biokimia, Fakultas Kedokteran, Universitas Hasanuddin Makassar, Email: gsorayawahab@gmail.com

⁵Departemen Patologi Anatomi, Fakultas Kedokteran, Universitas Hasanuddin Makassar, Email: drhusni1977@gmail.com

⁶Departemen IKM-IKK, Fakultas Kedokteran, Universitas Hasanuddin Makassar
* Alamat korespondensi: sigitdwipramono09@gmail.com

Diterima: Februari 2022

Direview: Maret 2022

Dimuat: Juli 2022

ABSTRACT

Drug-induced Liver Injury (DILI) can be caused by the use of drugs such as acetaminophen which are metabolized in the liver. Liver damage is detected through an increase in the transaminase enzyme. Trigona honey contains high flavonoids and has a protective role against inflammation and oxidative stress. This study aims to determine the effect of trigona honey as a heat protector on the levels of the enzyme transaminase in Sprague-Dawley (SD) rats induced by acetaminophen. This study used a post-test design with a control group design where 12 Rattus norvegicus SD strains were divided into four groups: negative control, positive control, treatment 1, and treatment 2. treatment groups 1 and 2 with a dose of 9.3 g/kg BW and 18.6 g/kg BW for 7 days, respectively. Measurement of ALT and AST on days 1, 8, and 15 using spectrophotometry. Statistical test using One Way Anova. The results showed a significant difference in ALT (p-value=0.000) and AST (p-value=0.000) levels on day 15 between the group that was given trigona honey and not after the induced acetaminophen. In conclusion, trigona honey has a hepatoprotective effect in reducing ALT and AST levels.

Keywords: Acetaminophen, Drug-induced liver injury (DILI), Trigona Honey, Alanine Aminotransferase (ALT), Aspartate Aminotransferase (AST)

ABSTRAK

Drug-induced Liver Injury (DILI) dapat disebabkan oleh penggunaan obat seperti acetaminophen yang mengalami metabolisme di hati. Kerusakan hati dideteksi melalui peningkatan enzim transaminase. Madu trigona mengandung flavonoid yang tinggi dan memiliki peran protektif terhadap inflamasi dan stres oksidatif. Penelitian ini bertujuan mengetahui efek pemberian madu trigona sebagai hepatoprotektor terhadap kadar enzim transaminase tikus Sprague-Dawley (SD) yang diinduksi acetaminophen. Penelitian ini menggunakan desain post-test with control group design dimana 12 ekor *Rattus norvegicus* galur SD dibagi dalam empat kelompok: kontrol negatif, kontrol positif, perlakuan 1 dan perlakuan 2. Semua kelompok kecuali kontrol negatif diinduksi acetaminophen selama 7 hari dilanjutkan pemberian madu kelulut pada kelompok perlakuan 1 dan 2 dengan dosis masing-masing 9,3 g/kgBB dan 18,6 g/kgBB selama 7 hari. Pengukuran ALT dan AST pada hari ke-1, ke-8 dan ke-15 menggunakan spektrofotometri. Uji statistik menggunakan *One Way Anova*. Hasil penelitian didapatkan perbedaan signifikan kadar ALT (nilai $p=0,000$) dan AST (nilai $p=0,000$) pada hari ke-15 antara kelompok yang diberikan madu trigona dengan tidak diberikan setelah diinduksi acetaminophen. Sebagai kesimpulan, madu trigona memiliki efek hepatoprotektor menurunkan kadar ALT dan AST.

Kata kunci: Acetaminophen, *Drug-induced Liver Injury* (DILI), Madu Trigona, Alanine Aminotransferase (ALT), Aspartate Aminotransferase (AST)

PENDAHULUAN

Drug-induced Liver Injury (DILI) atau kerusakan hati karena imbas obat merupakan masalah yang sering timbul akibat penggunaan obat-obatan. Sebagian besar kasus DILI bersifat ringan dan membaik setelah penghentian obat. Namun, beberapa kasus dapat menjadi berat dan menyebabkan gagal hepar akut atau *Acute Liver Failure* (ALF) (1).

Alasan utama yang menjelaskan kerentanan hati terhadap reaksi obat yang merugikan kemungkinan berhubungan dengan peran sentralnya dalam biotransformasi (metabolisme) senyawa xenobiotik yang masuk ke dalam saluran pencernaan (2). Di Amerika Serikat dan Inggris Raya penggunaan obat acetaminophen yang berlebihan merupakan penyebab paling sering dari gagal hati akut. Evaluasi mekanisme kerusakan hati karena imbas obat (DILI) menunjukkan bahwa mitokondria adalah target penting untuk toksisitas obat, baik secara langsung maupun tidak langsung melalui pembentukan metabolit reaktif (3).

Selama lima belas tahun terakhir terjadi peningkatan publikasi mengenai kerusakan hati karena imbas obat (DILI). Hal ini menunjukkan bahwa DILI adalah topik hangat dikalangan akademisi, klinisi, perusahaan farmasi, dan pengatur regulasi. Di Amerika Serikat sekitar 1600 hingga 2000 orang per tahun mengalami gagal hepar akut. Acetaminophen (paracetamol) adalah obat yang menjadi penyebab pada 40%-50% kasus tersebut, hampir sama dengan frekuensi gagal hepar akut karena hepatitis virus akut (4).

Acetaminophen atau yang lebih dikenal dengan nama paracetamol adalah senyawa kimia yang berasal dari nama kimianya N-acetyl-para-aminophenol. Senyawa kimia ini sering digunakan sebagai obat analgesik dan antipiretik. Setelah mengkonsumsi acetaminophen sekitar 90% senyawa mengalami metabolisme di hati dalam konjugasi dengan asam glukoronat (50-60%), asam sulfat (25-35%), dan sistin (sekitar 3%) untuk membentuk metabolit tidak aktif secara farmakologis, yang dikeluarkan melalui urin (5-7).

Sekitar 5% acetaminophen mengalami N-hidroksilasi dalam hati

dengan keterlibatan enzim sitokrom P450 terutama CYP2E1 untuk membentuk metabolit toksik N-asetil-benzoquinon imin (NAPQI) yang sangat cepat dinonaktifkan oleh kelompok glutathione sulfhidril dan diekskresikan melalui urin sebagai asam merkapturat. Overdosis acetaminophen atau paracetamol akan menjadi obat yang berbahaya dan mengancam jiwa karena metabolit NAPQI yang sangat reaktif secara kovalen berikatan dengan makromolekul hepatosit (sel hati) yang menyebabkan penurunan sistem enzimatik dan kerusakan struktural dan metabolik pada hati (8,9).

Petugas kesehatan profesional yang menghadapi pasien dengan kerusakan hati karena imbas obat (DILI) dihadapkan dengan berbagai penyakit hati lain yang tidak berhubungan dengan obat yang memiliki insiden dan tingkat prevalensi yang tinggi, hal ini dapat mengacaukan diagnosis DILI. Selama beberapa dekade, analisis serial tes fungsi hati seperti ALT (Alanine Aminotransferase), AST (Aspartate Aminotransferase), ALP (Alkaline Phosphatase), dan Bilirubin Total secara sederhana telah digunakan untuk mendeteksi DILI (10).

ALT (Alanine Aminotransferase) atau yang lebih sering dikenal sebagai SGPT (Serum Glutamat Piruvat Transaminase) merupakan enzim transaminase yang dimana alanin mengkatalisis reaksi pemindahan gugus NH_2 dari asam amino alanin ke asam alfa ketoglutarat. SGPT akan mengkatalisis pemindahan gugus amino dari alanin kepada ketoglutarat untuk membentuk piruvat dan glutamat. Enzim ini banyak terdapat di dalam sel-sel jaringan tubuh dan terutama di sel-sel hati. Kenaikan kadar SGPT dalam darah berhubungan dengan kerusakan sel hati. Pada kerusakan membran sel hati, kenaikan kadar SGPT lebih menonjol (11,12).

AST (Aspartate Aminotransferase) atau yang lebih sering

dikenal sebagai SGOT (Serum Glutamat Oksaloasetat Transaminase) merupakan enzim transaminase yang mengkatalisis reaksi pemindahan gugus NH_2 ke asam oksoglutarat sehingga terbentuk asam glutamat. Sumber gugus amino bagi reaksi transaminase yang dikatalisis SGOT ialah suatu asam amino lain, yaitu asam aspartat. Akibatnya, sesudah reaksi transaminase asam amino ini berubah menjadi suatu asam alfa-keto yang lain yaitu asam oksaloasetat. SGOT sebagian besar terikat dalam organel dan merupakan enzim yang dominan di dalam sel hati. Pada kerusakan hati akan terjadi kenaikan kadar SGOT (12,13).

Oleh karena itu, pemberian madu trigona sebagai anti-inflamasi dan anti oksidan dengan efek samping yang lebih sedikit atau tanpa efek samping untuk mengatasi kerusakan hati karena imbas obat (DILI). Beberapa bukti kuat dari studi epidemiologi telah menunjukkan bahwa konsumsi makanan yang kaya polifenol dapat menghambat proses inflamasi sistemik. Dalam hal ini, madu trigona atau *stinglees bee honey* (madu lebah yang tidak menyengat) kaya akan polifenol jika dibandingkan dengan jenis madu lainnya (14).

Berbagai polifenol yang beberapa di antaranya juga terdapat dalam madu trigona telah terbukti menghambat perkembangan banyak penyakit. Hal tersebut bertindak efektif sebagai anti-inflamasi atau anti peradangan yang menggambarkan sifat potensial terhadap spesies oksigen reaktif (ROS) (15).

Flavonoid dan asam fenolik adalah kelompok polifenol yang paling umum ditemukan di dalam madu sebelumnya. Masing-masing senyawa polifenol umum yang ada di dalam madu memiliki efek terapi potensial yang berbeda (16). Madu trigona telah terbukti menunjukkan aktivitas antioksidan yang spesifik dan menunjukkan kemampuan luar biasa dalam mengurangi peradangan dan infeksi (17).

Madu trigona berasal dari lebah genus trigona yang merupakan genus terbesar dari spesies lebah yang tidak menyengat (*stingless bee*) yang berasal dari Neotropik dan kawasan Indo-Australia (18). Mengonsumsi madu trigona selama dua minggu secara terus menerus dengan dosis 1,2 g/kg pada orang yang sehat telah menunjukkan peningkatan status antioksidan (19). Selain itu, uji klinis telah membuktikan bahwa mengonsumsi makanan yang ditambah dengan 1,5 g/kg madu trigona meningkatkan tingkat antioksidan (20).

Berdasarkan uraian di atas, maka diperlukan studi lebih lanjut terkait bagaimana pengaruh pemberian madu trigona sebagai antioksidan terhadap tes fungsi hati pada tikus yang telah mengalami kerusakan hati karena imbas obat (DILI) dengan mengukur kadar ALT dan AST yang telah diinduksi menggunakan acetaminophen atau paracetamol.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian madu trigona sebagai antioksidan terhadap tes fungsi hati pada tikus yang telah mengalami kerusakan hati karena imbas obat (DILI) dengan mengukur kadar ALT dan AST yang telah diinduksi menggunakan acetaminophen. Adapun manfaat dari penelitian ini diharapkan mampu membuktikan bahwa madu trigona dapat memperbaiki kerusakan hati karena imbas obat (DILI) pada tikus dengan mengukur kadar ALT dan AST sebagai tes fungsi hati yang paling sering digunakan akibat telah diinduksi menggunakan acetaminophen.

METODE PENELITIAN

Rancangan/Desain Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian eksperimental menggunakan hewan uji tikus putih (*Rattus norvegicus*) dengan desain *post-test with control group design*. Tikus dibagi menjadi 4 kelompok secara random dengan jumlah sampel minimal

masing-masing kelompok adalah 3 ekor tikus ($n=3$) dengan menggunakan rumus jumlah sampel minimal $n = DF/k+2$ (21). Kelompok A adalah tikus tanpa perlakuan khusus, kelompok B adalah tikus yang diberikan acetaminophen selama 7 hari, kelompok C adalah tikus yang diberikan acetaminophen hari ke 1-7 kemudian dilanjutkan dengan pemberian madu trigona 9,3 g/kgbb/hari ke 8-14, dan kelompok D adalah tikus yang diberikan acetaminophen hari ke 1-7 kemudian dilanjutkan dengan pemberian madu trigona 18,6 g/kgbb/hari ke 8-14. Penelitian ini dilakukan selama 8 minggu.

Dosis pemberian acetaminophen yang digunakan pada hewan coba untuk menginduksi kerusakan hati adalah 2 g/kgbb (22). Acetaminophen diberikan per oral setiap hari melalui NGT. Dosis pemberian madu trigona yang disarankan untuk dikonsumsi adalah 1,5 g/kgbb diubah secara matematis menjadi dosis setara hewan uji tikus (*Animal Equivalent Dose*) adalah 9,3 g/kgbb untuk kelompok C dan dosis 2 kali lipat 18,6 g/kgbb untuk kelompok D (23,24). Madu trigona diberikan per oral setiap hari melalui NGT (*Nasogastric Tube*).

Hewan uji yang digunakan adalah tikus putih (*Rattus norvegicus*) jantan galur *Sprague dawley* berumur 8-12 minggu dengan berat 200-250 gram sebanyak 12 ekor yang terlebih dahulu diadaptasi selama 2 minggu dan diberikan pakan dan minum secara *ad libitum*.

Pengambilan darah pada tikus melalui vena pada pleksus retroorbital dan dilakukan sentrifugasi untuk mendapatkan serum yang akan diperiksa. Pemeriksaan kadar ALT dan AST serum menggunakan teknik spektrofotometri pada hari ke-1, ke-8 dan ke-15 pada semua kelompok.

Sumber Data

Penelitian ini dilakukan di Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin Makassar. Proses pemeliharaan hewan uji dan pemeriksaan

sampel darah dilakukan di Laboratorium Biokimia Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin. Uji UV enzimatis untuk penentuan kuantitatif ALT/SGPT dan AST/SGOT dalam serum menggunakan reagen @HUMAN dengan teknik spektrofotometri.

Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan September-Oktober 2020.

Sasaran Penelitian

Sampel penelitian ini adalah tikus putih (*Rattus norvegicus*) berjenis kelamin jantan dengan galur *Sprague dawley* yang diperoleh dari *gold mice farm* Makassar, Sulawesi Selatan. Besar sampel minimal dalam penelitian ini diperoleh berdasarkan rumus $n = DF/k + 1$, dan didapatkan hasil jumlah minimal sampel untuk masing-masing kelompok adalah 3 (21). Sampel dibagi kedalam 4 kelompok secara *simple random sampling* dengan rincian seperti pada tabel 1.

Tabel 1. Pembagian Kelompok Sampel Penelitian

Kelompok	Kategori	Jumlah (n)
A	Tanpa perlakuan khusus	3
B	Acetaminophen	3
C	Acetaminophen + Madu Trigona 9,3 g/kgbb	3
D	Acetaminophen + Madu Trigona 18,6 g/kgbb	3

Kriteria inklusi untuk sampel penelitian ini adalah tikus putih jantan *Sprague dawley*, umur 8-12 minggu, berat badan 200-250 gram, selama adaptasi 14 hari tidak sakit, aktivitas, dan tingkah laku normal.

Kriteria *drop out* sampel penelitian adalah jika selama adaptasi 14 hari tikus tampak sakit (gerakan tidak aktif) atau tikus mati selama eksperimen berlangsung.

Pengembangan Instrumen dan Teknik Pengumpulan Data

Setelah diadaptasi selama 2 minggu dan diberi pakan dan minum secara *ad libitum*, semua kelompok tikus diambil darahnya sebanyak 1 ml melalui vena pada pleksus retroorbital pada hari ke-1 sebelum intervensi, kemudian hari ke-8, dan hari ke-15. Darah yang telah diambil dan dimasukkan ke dalam tabung EDTA akan dilakukan sentrifugasi untuk mendapatkan serum yang akan diperiksa kadar ALT dan AST menggunakan teknik spektrofotometri dengan satuan U/l.

Teknik Analisis Data

Hasil pengukuran akan dianalisis menggunakan program SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*). Data kadar ALT dan AST yang diperoleh terlebih dahulu dilakukan uji normalitas *Shapiro wilk* dan uji Homogenitas. Didapatkan kadar ALT dan AST berdistribusi normal dan varian antar kelompok homogen kemudian dilakukan uji *One Way Anova* untuk menguji perbedaan rata-rata antar kelompok dan uji lanjut menggunakan uji *post hoc* menggunakan uji *tukey*.

Penelitian dilaksanakan setelah mendapatkan Surat Rekomendasi Persetujuan Etik Nomor: 559/UN4.6.4.5.31/PP36/2020 dari Komite Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin.

HASIL PENELITIAN

Kadar ALT dan AST pada Tikus sebelum intervensi hari ke-1

Rerata kadar ALT dan AST serum pada hewan uji sebelum intervensi hari ke-1 dapat dilihat tabel 2 yang menunjukkan rerata kadar ALT tertinggi adalah kelompok B yaitu 27,17 U/l dan rerata

kadar ALT terendah adalah kelompok A yaitu 20,59 U/. Sedangkan rerata kadar AST tertinggi adalah kelompok B yaitu 26,44 U/l dan rerata kadar AST terendah adalah kelompok A yaitu 20,49 U/l.

Berdasarkan uji *One Way Anova* didapatkan nilai p untuk kadar ALT adalah 0,290 dan nilai p untuk kadar AST adalah 0,359. Kedua hal ini menunjukkan bahwa rata-rata kadar ALT dan AST serum hewan uji pada keempat kelompok tersebut tidak ada perbedaan secara signifikan sebelum dilakukan intervensi pada hari ke-1.

Kadar ALT dan AST pada Tikus setelah pemberian Acetaminophen hari ke-8

Rerata kadar ALT dan AST serum pada hewan uji setelah pemberian acetaminophen hari ke-8 dapat dilihat tabel 3 yang menunjukkan rerata kadar ALT tertinggi adalah kelompok B yaitu 60,08 U/l dan rerata kadar ALT terendah adalah kelompok A yaitu 22,32 U/l yang tidak diberikan intervensi. Sedangkan rerata kadar AST tertinggi adalah kelompok B yaitu 49,61 U/l dan rerata kadar AST terendah adalah kelompok A yaitu 20,95 U/l yang tidak diberikan intervensi.

Berdasarkan uji *One Way Anova* didapatkan nilai p untuk kadar ALT adalah 0,002 dan nilai p untuk kadar AST adalah 0,003. Kedua hal ini menunjukkan bahwa rata-rata kadar ALT dan AST serum hewan uji pada keempat kelompok tersebut terdapat perbedaan secara signifikan setelah dilakukan intervensi pemberian acetaminophen selama 7 hari.

Perubahan kadar ALT dan AST serum hewan uji dapat dilihat pada gambar 1 yang menunjukkan terjadi peningkatan kadar ALT dan AST pada hari ke-8 jika dibandingkan hari ke-1. Pada kelompok A yang tidak mendapatkan intervensi tidak terjadi peningkatan kadar ALT dan AST yang signifikan, sedangkan pada kelompok B,

C, dan D yang diberikan acetaminophen terjadi peningkatan kadar ALT dan AST yang signifikan.

Kadar ALT dan AST pada Tikus setelah pemberian Madu Trigona hari ke-15

Rerata kadar ALT dan AST serum pada hewan uji setelah intervensi pemberian madu trigona hari ke-15 dapat dilihat tabel 4 yang menunjukkan rerata kadar ALT tertinggi adalah kelompok B yaitu 69,50 U/l yang tidak diberikan madu trigona dan rerata kadar ALT terendah adalah kelompok D yaitu 22,38 U/l yang diberikan madu trigona 18,6 g/kgBB. Sedangkan rerata kadar AST tertinggi adalah kelompok B yaitu 66,72 U/l yang tidak diberikan madu trigona dan rerata kadar AST terendah adalah kelompok A yaitu 21,66 U/l yang tidak dilakukan intervensi apapun.

Berdasarkan uji *One Way Anova* didapatkan nilai p untuk kadar ALT adalah 0,000 dan nilai p untuk kadar AST adalah 0,000. Kedua hal ini menunjukkan bahwa rata-rata kadar ALT dan AST serum hewan uji pada keempat kelompok tersebut terdapat perbedaan secara signifikan setelah intervensi pemberian madu trigona selama 7 hari.

Perubahan kadar ALT dan AST serum hewan uji dapat dilihat pada gambar 2 yang menunjukkan terjadi penurunan kadar ALT dan AST pada hari ke-15 jika dibandingkan hari ke-8. Pada kelompok A yang tidak mendapatkan intervensi apapun tidak terjadi penurunan kadar ALT dan AST, sedangkan pada kelompok C dan D yang diberikan madu trigona terjadi penurunan kadar ALT dan AST. Untuk kelompok B yang telah diberikan acetaminophen dan tidak diberikan madu trigona tetap mengalami peningkatan kadar ALT dan AST.

Tabel 2. Perbandingan Tes Fungsi Hati (ALT dan AST) Pada Tikus Sebelum Intervensi Hari Ke-1

Variabel	Kelompok								P*
	A		B		C		D		
	Rerata	SD	Rerata	SD	Rerata	SD	Rerata	SD	
ALT (U/l)	20,59	± 3,05	27,17	± 5,81	22,29	± 1,11	25,03	± 4,89	0,290
AST (U/l)	20,49	± 2,97	26,44	± 5,44	21,65	± 1,52	24,20	± 5,28	0,359

*Uji One Way Anova

Tabel 3. Perbandingan Tes Fungsi Hati (ALT dan AST) Pada Tikus Setelah Pemberian Acetaminophen Hari Ke-8

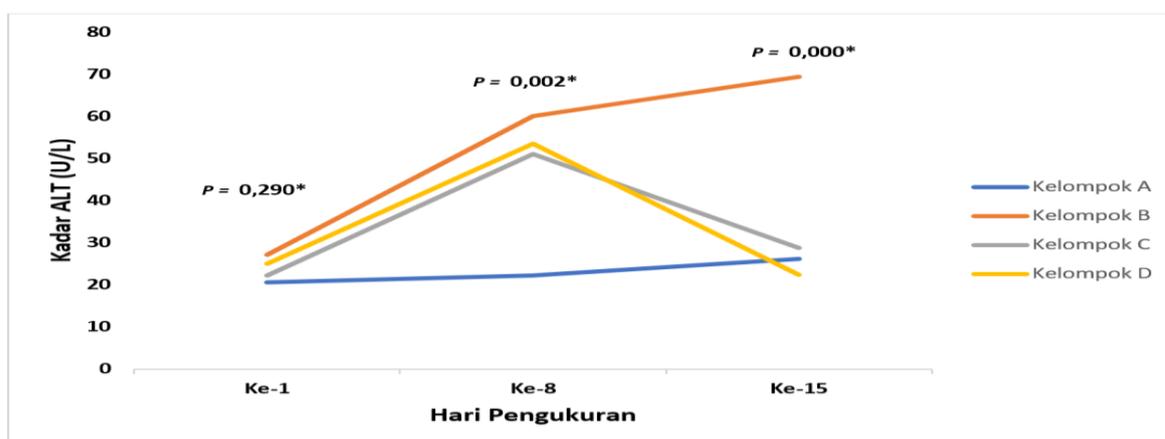
Variabel	Kelompok								P*
	A		B		C		D		
	Rerata	SD	Rerata	SD	Rerata	SD	Rerata	SD	
ALT (U/l)	22,32	± 4,90	60,08	± 12,03	51,05	± 4,97	53,60	± 8,02	0,002
AST (U/l)	20,95	± 2,64	49,61	± 11,27	45,28	± 4,28	52,99	± 8,46	0,003

*Uji One Way Anova

Tabel 4. Perbandingan Tes Fungsi Hati (ALT dan AST) Pada Tikus Setelah Pemberian Madu Trigona Hari Ke-15

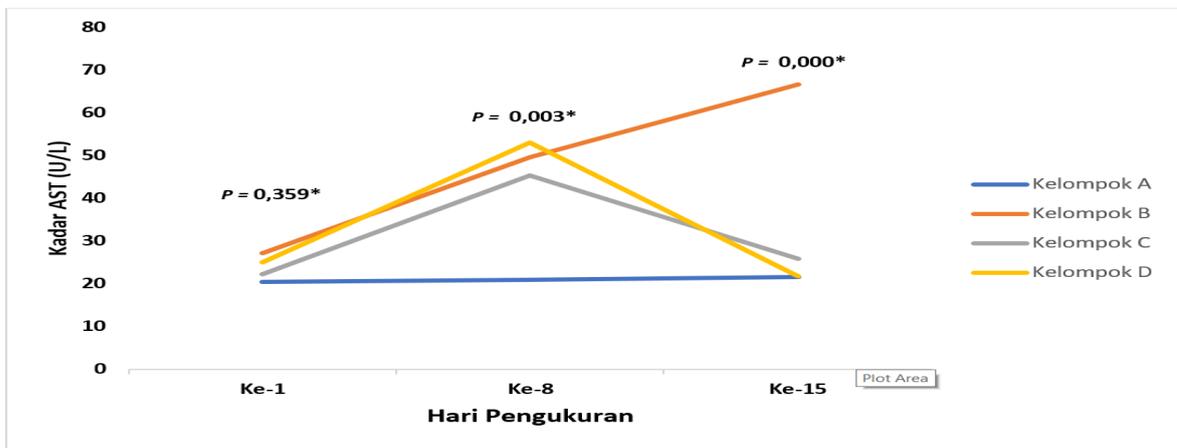
Variabel	Kelompok								P*
	A		B		C		D		
	Rerata	SD	Rerata	SD	Rerata	SD	Rerata	SD	
ALT (U/l)	26,25	± 5,92	69,50	± 6,02	28,23	± 1,51	22,38	± 6,43	0,000
AST (U/l)	21,66	± 2,59	66,72	± 5,39	25,81	± 0,65	21,72	± 5,16	0,000

*Uji One Way Anova



*Uji One Way Anova

Gambar 1. Grafik Perubahan Rata-Rata Kadar ALT (U/L) Hewan Uji Pada Setiap Kelompok



*Uji One Way Anova

Gambar 2. Grafik Perubahan Rata-Rata Kadar AST (U/L) Hewan Uji Pada Setiap Kelompok

PEMBAHASAN

Drug-induced Liver Injury karena pemberian acetaminophen

Pada penelitian ini hewan uji diinduksi menggunakan acetaminophen dengan dosis toksik 2 g/kgbb yang diberikan secara oral selama 7 hari untuk mengalami *Drug-induced Liver Injury* (DILI) atau kerusakan hati karena imbas obat (22). Hasil penelitian pada tabel 3 menunjukkan perbedaan yang signifikan nilai rata-rata kadar serum ALT (Alanine Aminotransferase) dan AST (Aspartate Aminotransferase) pada hari ke-8 setelah pemberian acetaminophen. Hal ini berdasarkan hasil uji statistik yang menunjukkan nilai p lebih kecil dari 0,05. Pada gambar 1 dan 2 menunjukkan hasil bahwa kelompok B, C, dan D yang diberikan acetaminophen mengalami peningkatan kadar ALT dan AST yang signifikan pada hari ke-8 dibandingkan dengan kelompok A yang tidak diberikan acetaminophen. Ini disebabkan karena pemberian acetaminophen atau paracetamol yang melebihi dosis normal menyebabkan penurunan sistem enzimatis dan kerusakan struktural dan metabolik pada hati. Hal ini disebabkan oleh senyawa metabolit NAPQI yang merupakan hasil metabolisme acetaminophen sangat reaktif secara kovalen berikatan dengan makromolekul hepatosit (sel hati) (8,9).

Drug-induced Liver Injury karena pemberian acetaminophen dapat menginduksi respon inflamasi dengan pembentukan spesies oksigen reaktif oleh sel Kupffer dan neutrofil. Jika tidak didetoksifikasi dengan benar, oksidan yang dihasilkan secara ekstraseluler ini dapat berdifusi ke dalam hepatosit dan memicu disfungsi mitokondria dan stres oksidan, yang kemudian menginduksi MPT (*Membrane Permeability Transition*) dan kematian sel nekrotik (3). Sebagian besar dosis dikongugasikan oleh UDP-glucuronosyltransferases (UGT) dan sulfotransferase (SULT) menjadi metabolit yang diekskresikan dalam urin. Acetaminophen yang tersisa dimetabolisme terutama oleh CYP2E1 dan pada tingkat yang lebih kecil oleh CYP1A2 dan 3A4 menjadi metabolit toksik yang sangat reaktif yaitu N-acetyl-para-quinone imine (NAPQI). Metabolit ini berikatan secara khusus dengan protein mitokondria, terutama dalam kondisi depleksi Glutathione, merusak ATP-sintase mitokondria, dan mengurangi produksi ATP yang akan memicu nekrosis sel (10).

Dalam praktis klinis, diagnosis DILI dapat dicurigai pada pasien dengan peningkatan kadar serum ALT dan AST (10). Alanine aminotransferase (ALT) dan aspartate aminotransferase (AST) adalah biomarker yang umum digunakan untuk kerusakan hati. Selain di jaringan hati,

AST juga terdapat di jantung dan otot rangka serta di dalam eritrosit, menjadikan ALT sebagai penanda yang paling spesifik untuk kerusakan hati (25). AST dan ALT telah digunakan sebagai penanda cedera hepatoseluler, AST berada di sitoplasma dan AST di mitokondria (26).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Galal R dkk (2012), menunjukkan pemberian parasetamol (2 g/kgbb, po) pada tikus yang puasa menghasilkan peningkatan besar-besaran pada kadar ALT dan AST serum. Beberapa peneliti telah melaporkan peningkatan serum transaminase setelah pemberian dosis toksik parasetamol pada tikus (22).

Selain itu penelitian yang dilakukan oleh Mahaldar K dkk (2020), Overdosis parasetamol menyebabkan kerusakan sel-sel hati yang menyebabkan peningkatan serum aminotransferase pada hewan uji tikus *Sprague dawley*. Stres oksidatif memainkan peran kunci dalam patogenesis hepatotoksitas yang diinduksi parasetamol pada hewan uji tersebut (27).

Pemberian madu trigona memperbaiki tes fungsi hati akibat Drug-induced liver injury menggunakan acetaminophen

Pada penelitian ini menunjukkan hasil bahwa terdapat pengaruh pemberian madu trigona sebagai antioksidan terhadap tes fungsi hati pada tikus yang telah mengalami kerusakan hati karena imbas obat (DILI) dengan mengukur kadar ALT dan AST yang telah diinduksi menggunakan acetaminophen. Pada Tabel 4 perbandingan tes fungsi hati (ALT dan AST) pada tikus setelah pemberian madu trigona hari ke-15 menunjukkan hasil nilai p lebih kecil dari 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kelompok yang diberikan madu trigona dengan yang tidak diberikan madu trigona.

Selain itu, pada gambar 1 dan 2 pada tikus setelah pemberian acetaminophen hari ke-8 dan setelah

pemberian madu trigona hari ke-15 (U/I) menunjukkan hasil bahwa terjadi penurunan kadar ALT dan AST pada kelompok C yang diberikan madu trigona 9,3 g/kgBB dan kelompok D yang diberikan madu trigona 18,6 g/kgBB. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi perbaikan tes fungsi hati setelah pemberian madu trigona pada tikus yang telah mengalami kerusakan hati karena imbas obat (DILI) karena acetaminophen. Hal ini berhubungan dengan berbagai senyawa polifenol yang terdapat di dalam madu trigona yang bertindak efektif sebagai anti-inflamasi atau anti peradangan yang menggambarkan sifat potensial terhadap spesies oksigen reaktif (ROS), terutama senyawa flavonoid dan asam fenolik (15–17).

Pada penelitian lain yang dilakukan oleh Galal R dkk (2012), menunjukkan hasil bahwa madu dapat digunakan sebagai agen hepatoprotektif yang efektif terhadap kerusakan hati akibat parasetamol. Hal ini berhubungan dengan kemampuan madu untuk mengurangi peroksidasi lipid dan meningkatkan pertahanan antioksidan terhadap radikal bebas seperti ROS (22).

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Ranneh Y dkk (2019) bahwa suplementasi SBH (*Stingless Bee Honey*) atau madu trigona memberikan perlindungan terhadap CSSI (*Chronic Subclinical Systemic Inflammation*) melalui pelemahan stres oksidatif dan peradangan. Khasiat anti-inflamasi dan antioksidan dari SBH dimediasi melalui up-regulasi Nrf2 dan penekanan pensinyalan NF- κ B dan p38 MAPK (14).

Selain itu pada penelitian yang dilakukan oleh A. Rafie dkk (2018) menunjukkan hasil tingkat enzim hati (ALT, AST, dan ALP) juga secara signifikan lebih rendah pada kelompok yang diberikan dengan SBH atau madu trigona. Ini menunjukkan kemampuan

hepatoprotektif madu trigona untuk menurunkan risiko penyakit hati (28).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang didapatkan, kesimpulan pada penelitian ini adalah pengaruh pemberian madu trigona dapat memperbaiki tes fungsi hati pada tikus yang telah mengalami kerusakan hati karena imbas obat (DILI) yang diinduksi menggunakan acetaminophen.

Terpadat penurunan yang signifikan kadar serum ALT dan AST pada kelompok tikus yang diberikan madu trigona dibandingkan dengan yang tidak diberikan madu trigona setelah mengalami kerusakan hati karena imbas obat (DILI) yang diinduksi menggunakan acetaminophen.

DAFTAR RUJUKAN

1. Leise MD, Poterucha JJ, Talwalkar JA. Drug-induced liver injury. *Mayo Clin Proc* [Internet]. 2014;89(1):95–106. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24388027>
2. Andrade RJ, Chalasani N, Björnsson ES, Suzuki A, Kullak-Ublick GA, Watkins PB, et al. Drug-induced liver injury. *Nature Reviews Disease Primers*. 2019;5(1).
3. Jaeschke H, McGill MR, Ramachandran A. Oxidant stress, mitochondria, and cell death mechanisms in drug-induced liver injury: Lessons learned from acetaminophen hepatotoxicity. *Drug Metabolism Reviews*. 2012;44(1):88–106.
4. Alempijevic T, Zec S, Milosavljevic T. Drug-induced liver injury: Do we know everything? *World Journal of Hepatology*. 2017;9(10):491–502.
5. Singh RK, Kumar A, Mishra AK. Chemistry and Pharmacology of Acetanilide Derivatives: A Mini Review. *Letters in Organic Chemistry*. 2019;16(1):6–15.
6. Leung L. From ladder to platform: a new concept for pain management. *J Prim Health Care*. 2012;4(3):254–8.
7. Smith HS. Potential analgesic mechanisms of acetaminophen. *Pain Physician*. 2009;12(1):269–80.
8. Bertolini A, Ferrari A, Ottani A, Guerzoni S, Tacchi R, Leone S. Paracetamol: new vistas of an old drug. *CNS Drug Rev*. 2006;12(3-4):250–75.
9. Mour G, Feinfeld DA, Caraccio T, McGuigan M. Acute renal dysfunction in acetaminophen poisoning. *Ren Fail*. 2005;27(4):381–3.
10. Teschke R, Schulze J, Eickhoff A, Danan G. Drug induced liver injury: Can biomarkers assist RUCAM in causality assessment? *International Journal of Molecular Sciences*. 2017;18(4).
11. Moh S. *Biokimia Enzim*. Jakarta: Widya Medika; 2002.
12. Szmidi M, Niemiec T, Sawosz-Chwalibog E, Mitura K. The influence of nanodiamond particles on rat health status. *Annals of Warsaw University of Life Sciences-SGGW Animal Science*. 2013;52.
13. Bayupurnama P. Hepatotoksisitas Imbas Obat. In: *Buku Ajar Penyakit Dalam Jilid I*. 4th ed. Jakarta: Pusat Penerbitan Departemen IPD FKUI; 2006. p. 47376.
14. Ranneh Y, Akim AM, Hamid HA, Khazaai H, Fadel A, Mahmoud AM. Stingless bee honey protects against lipopolysaccharide induced-chronic subclinical systemic inflammation and oxidative stress by modulating Nrf2, NF-κB and p38 MAPK. *Nutrition and Metabolism*. 2019;16(1):1–17.
15. Meo SA, Al-Asiri SA, Mahesar AL, Ansari MJ. Role of honey in modern medicine. *Saudi Journal of*

- Biological Sciences. 2017;24(5):975–8.
16. Hossen MS, Ali MY, Jahurul MHA, Abdel-Daim MM, Gan SH, Khalil MI. Beneficial roles of honey polyphenols against some human degenerative diseases: a review. *Pharmacological Reports*. 2017;69(6):1194–205.
 17. Escudero E, Mora L, Fraser PD, Aristoy MC, Toldrá F. Identification of novel antioxidant peptides generated in Spanish dry-cured ham. *Food Chemistry*. 2013;138(2–3):1282–8.
 18. Michener CD. *Bees of the World Vol.1*. USA: John Hopkins University Press; 2000.
 19. Al-Waili NS. Effects of daily consumption of honey solution on hematological indices and blood levels of minerals and enzymes in normal individuals. *J Med Food*. 2003;6(2):135–40.
 20. Schramm DD, Karim M, Schrader HR, Holt RR, Cardetti M, Keen CL. Honey with high levels of antioxidants can provide protection to healthy human subjects. *J Agric Food Chem*. 2003;51(6):1732–5.
 21. Arifin WN, Zahiruddin WM. Sample size calculation in animal studies using resource equation approach. *The Malaysian journal of medical sciences: MJMS*. 2017;24(5):101.
 22. Galal RM, Zaki HF, El-Nasr MMS, Agha AM. Potential protective effect of honey against paracetamol-induced hepatotoxicity. *Archives of Iranian Medicine*. 2012;15(11):674–80.
 23. Wojcikowski K, Gobe G. Animal studies on medicinal herbs: predictability, dose conversion and potential value. *Phytotherapy Research*. 2014;28(1):22–7.
 24. Nair AB, Jacob S. A simple practice guide for dose conversion between animals and human. *J Basic Clin Pharm*. 2016;7(2):27.
 25. Goorden SMI, Buffart TE, Bakker A, Buijs MM. [Liver disorders in adults: ALT and AST]. *Ned Tijdschr Geneeskd* [Internet]. 2013;157(43):A6443. Available from: <http://europepmc.org/abstract/MED/24152362>
 26. Mohammed-Ali Z, Brinc D, Kulasingam V, Selvaratnam R. Defining appropriate utilization of AST testing. *Clinical Biochemistry* [Internet]. 2020;79(May):75–7. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2020.02.006>
 27. Mahaldar K, Hossain A, Islam F, Islam S, Islam MA, Shahriar M, et al. Antioxidant and hepatoprotective activity of Piper retrofractum against Paracetamol-induced hepatotoxicity in Sprague-Dawley rat. *Natural Product Research* [Internet]. 2020;34(22):3219–25. Available from: <https://doi.org/10.1080/14786419.2018.1550768>
 28. Rafie AZM, Syahir A, Ahmad WANW, Mustafa MZ, Mariatulqabtah AR. Supplementation of Stingless Bee Honey from *Heterotrigona itama* Improves Antiobesity Parameters in High-Fat Diet Induced Obese Rat Model. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*. 2018;2018.