



Animal Model of Protein Malnutrition for the Evaluation of Anti-Stunting Product

Hariyanto IH^{1*}, Inarah Fajriaty¹, Fajar Nugraha¹, Hadi Kurniawan¹, Siti N. Nurbaeti¹, Verdi Ardianto¹

¹Prodi Farmasi, Jurusan Farmasi, Fakultas Kedokteran Universitas Tanjungpura, Pontianak, Indonesia

Submitted 25 May 2023; Revised 28 February 2024; Accepted 01 March 2024; Published 11 November 2024

*Corresponding author: hariyanto.ih@pharm.untan.ac.id

Abstract

Anti-stunting products are an innovation to overcome the malnutrition in Indonesia, therefore the animal models for its evaluation are needed. This study aims to design the animal model of malnutrition through low-protein feeding in male white rats of the wistar strain. Two low-protein diets composed of cornstarch and tapioca were each given to 2 groups of rodents for 15 days then compared to normal group that was feed of CP551 high-protein diet. Serum hemoglobin, albumin, and total protein as malnutrition parameters of day 15 were measured and statistically compared to day 0, including their body weight profiles. As a results, body weight measurements showed that malnutrition conditions in both test groups were significantly established compared to the normal group ($p < 0.05$), but there was no significant difference in body weight change between the two test groups ($p > 0.05$). However, the largest percentage decrease levels of serum hemoglobin, albumin and total protein was shown by the cornstarch group, mentioned 5.68%, 12.70% and 7.64%, respectively, compared to tapioca group with a decrease of 0.53%, 2.30% and 4.74%, respectively. Low-protein feed formulations from cornstarch and tapioca may develop malnutrition conditions in rats with the best given by cornstarch formulation. **Keywords:** Albumin, Anti-stunting, Body weight, Cornstarch, Hemoglobin, Tapioca flour, Total protein

Perancangan Hewan Model Malnutrisi Energi Protein untuk Pengujian Produk Anti-Stunting

Abstrak

Produk *anti-stunting* menjadi inovasi dalam mengatasi malnutrisi di Indonesia. Namun, keterbatasan pemodelan hewan uji menjadi salah satu hambatan dalam pengembangannya. Penelitian ini bertujuan menciptakan hewan model malnutrisi melalui formulasi pakan rendah protein. Formulasi pakan rendah protein dari tepung maizena dan tapioka diberikan kepada hewan uji yang dibagi ke dalam tiga kelompok: normal, maizena, tapioka. Selama 15 hari, kelompok normal diberikan pakan CP551, sedangkan dua kelompok lainnya diberikan pakan formulasi. Perubahan bobot badan tikus dianalisis selama 15 hari perlakuan. Parameter malnutrisi, yaitu kadar hemoglobin, albumin, dan protein total pada darah hari ke-0 (sebelum perlakuan) dan hari ke-15 (setelah perlakuan) diukur dan dibandingkan. Hasil pengamatan bobot badan menunjukkan kedua pakan formulasi rendah protein dapat menciptakan kondisi malnutrisi setelah dibandingkan terhadap kelompok normal ($p < 0,05$). Persentase penurunan kadar hemoglobin, albumin dan protein total terbesar ditunjukkan oleh kelompok maizena dengan nilai penurunan masing-masing sebesar 5,68%; 12,70% dan 7,64% dibandingkan kelompok tapioka dengan penurunan masing-masing sebesar 0,53%; 2,30% dan 4,74%. Namun, tidak terdapat perbedaan signifikan pada persen perubahan bobot badan antara dua kelompok uji ($p > 0,05$). Formulasi pakan rendah protein dari tepung maizena dan tapioka dapat menciptakan kondisi malnutrisi pada hewan uji dengan formulasi terbaik diberikan oleh pakan maizena.

Kata Kunci: Albumin, Bobot badan, Tepung maizena, Hemoglobin, Anti-stunting, Tepung tapioka, Protein Total

1. Pendahuluan

Kasus malnutrisi secara global meningkat setiap tahun. Menurut data WHO pada tahun 2021, setidaknya sekitar 45% kematian anak di bawah usia 5 tahun disebabkan oleh kondisi kekurangan gizi.¹ Sementara menurut data Profil Kesehatan Indonesia tahun 2013, kejadian anak gizi buruk mencapai 4,9% pada tahun 2010 dan meningkat sebanyak 5,7% pada tahun 2013. Peningkatan kejadian gizi buruk di Indonesia terus berkembang pesat sampai tahun 2018 dengan prevalensi 17,7%.²

Protein merupakan komponen makro molekul utama yang dibutuhkan makhluk hidup dan dapat diperoleh dari makanan. Fungsi protein lebih diutamakan untuk sintesis protein-protein baru sesuai kebutuhan tubuh, sementara karbohidrat dan lipid hanya digunakan untuk menjamin ketersediaan energi untuk tubuh.³ Cadangan protein sangat penting untuk berbagai fungsi fisiologis dasar dalam tubuh, sehingga berkurangnya cadangan protein berakibat pada berkurangnya fungsi tubuh yang esensial.⁴ Salah satu kondisi akibat berkurangnya asupan protein adalah malnutrisi.

Malnutrisi adalah kondisi nutrisi dalam tubuh yang tidak seimbang akibat tidak memperoleh gizi yang cukup. Secara umum malnutrisi disebabkan oleh faktor langsung, yaitu asupan nutrisi yang tidak mencukupi dan defisiensi mikronutrien.¹⁸ Hal ini dapat menjadi masalah serius, terutama pada masa pertumbuhan.⁵

Tepung tapioka dan maizena yang merupakan salah satu bahan makanan tinggi karbohidrat dan rendah protein dapat menjadi alternatif untuk menciptakan hewan coba dengan kondisi malnutrisi. Kandungan gizi dalam tepung tapioka per 100 gram adalah protein 0.59%, lemak 3.39%, air 12.9%, karbohidrat 6.99%, dan total energi sebesar 362 Kal.⁶ Sedangkan kandungan gizi setiap 100 gram tepung maizena, yaitu karbohidrat 85%, protein sebanyak 0,3%, serat sebesar 7%, dan air 14% dengan total energi yaitu 341 Kal.⁷

Meningkatnya kasus malnutrisi setiap tahunnya dan tingginya angka kematian anak-

anak akibat gizi buruk tentunya mendorong para peneliti untuk menciptakan solusi atas permasalahan tersebut. Produk-produk anti malnutrisi tentunya menjadi salah satu inovasi penelitian yang paling sering dilakukan, namun keterbatasan pemodelan tikus malnutrisi menjadi salah satu hambatan dalam uji coba produk anti stunting. Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk melakukan kajian lebih mendalam mengenai pemodelan tikus malnutrisi dengan induksi pakan yang berbahan dasar tepung tapioka dan maizena.

2. Metode

2.1. Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah ayakan 60 mesh, alat fotometer Mindray BA-88A, baskom plastik, blender merk (Philips), botol air minum tikus, eppendorf, kapas, mesin cetak pakan manual (Maksindo), *mini centrifuge* (*Mini-13K Super Mini Centrifuge*), neraca analitik (*Labtronics*), spuit, dan oven.

2.2. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan adalah aquades, *ethylenediaminetetraacetic acid* (EDTA), etanol, kit albumin (Reiged diagnostik), kit hemoglobin (drabkins), kit protein total (*Reiged diagnostic*), minyak sayur, serbuk tebu serbuk yang sudah dikeringkan, sekam padi, tepung tapioka (Rosebrand®), tepung maizena (Maizenaku®), dan pakan standar CP551.¹⁷

2.3. Prosedur

2.3.1. Pembuatan serbuk ampas tebu

Ampas tebu yang telah dikumpulkan dicuci dengan air bersih. Selanjutnya, bagian kulit ampas yang keras dipisahkan dan ambil bagian dalamnya yang menyerupai serat kasar. Ampas yang diperoleh dikeringkan selama 24 jam menggunakan oven. Ampas yang telah kering dihaluskan dengan blender hingga menjadi serbuk dan selanjutnya diayak dengan ayakan mesh 60.

2.3.2. Formulasi pakan

Pakan rendah protein dibuat secara terpisah dengan cara menimbang tepung

maizena dan tapioka, serbuk ampas tebu dan minyak goreng. Pertama-tama serbuk ampas tebu dimasukkan ke dalam dua wadah yang berbeda, kemudian tepung maizena dan tepung tapioka dimasukkan ke dalam masing-masing wadah tersebut dan diaduk hingga masing-masing bahan tercampur secara merata. Selanjutnya, minyak goreng ditambahkan sedikit demi sedikit hingga terbentuk adonan. Aduk hingga adonan kelihatan basah dan dapat menempel. Air ditambahkan sedikit demi sedikit sampai terbentuk adonan yang mudah dibentuk dan tidak mudah pecah. Kemudian adonan dibentuk dengan menggunakan alat penggiling dan hasil penggilingan dikeringkan pada suhu 50°C dengan menggunakan oven selama 24 jam. Formulasi pakan yang digunakan dapat dilihat pada tabel 1.

2.3.3. Induksi pakan formulasi

Induksi malnutrisi pada tikus dilakukan selama 15 hari dengan pakan khusus yang telah dibuat sebelumnya untuk kelompok maizena dan tapioka, serta pakan tikus normal untuk kelompok normal dengan 3 kali pengulangan untuk masing-masing kelompok. Tikus diberi pakan khusus diet secara *ad libitum* sebanyak 20 gram per tikus dalam satu hari. Induksi dilakukan selama 15 hari berturut-turut. Sebelumnya, darah tikus diambil pada hari ke-0 untuk mendapatkan gambaran profil darah sebelum induksi. Setelah 15 hari induksi, sampel darah diambil kembali untuk melihat apakah terdapat perubahan profil darah pada tikus uji. Induksi selama 15 hari dilakukan berdasarkan uji pendahuluan yang dilakukan oleh peneliti dengan melihat bobot badan rata-rata hewan uji yang turun hingga mencapai <190 gram setelah 15 hari induksi.

2.3.4. Pengamatan Kondisi Malnutrisi

Seluruh hewan uji pada ketiga kelompok yang digunakan diukur bobot badannya setiap 1 kali sehari. Ketiga parameter biokimia darah diambil sampelnya sesaat sebelum induksi (H0) dan setelah 15 hari induksi pakan rendah protein (H15). Sampel darah disentrifugasi selama 10 menit dengan kecepatan 3000 rpm tanpa penambahan antikoagulan hingga diperoleh serum untuk pemeriksaan albumin dan protein total, sedangkan sebagian sampel darah ditambahkan antikoagulan untuk pemeriksaan hemoglobin. Ketiga sampel biokimia darah diukur menggunakan kit reagen khusus. Hasil pengukuran dianalisis menggunakan SPSS 25 dengan uji parametrik. Tingkat keparahan malnutrisi merujuk pada tabel 2.

3. Hasil

3.1. Tekstur pakan formulasi

Hasil pembuatan pakan formulasi rendah protein menunjukkan bahwa pakan formulasi berbahan dasar tapioka cenderung memiliki tekstur yang lebih padat dan keras dengan warna pakan putih susu, sedangkan pakan formulasi maizena memiliki tekstur yang lebih rapuh dan mudah patah dengan warna pakan yang cenderung berwarna kekuningan. Kedua pakan tersebut masih belum dapat menyaingi tekstur pakan normal CP551 yang cenderung lebih padat dan tidak mudah hancur.

3.2. Pengamatan Bobot Badan

Hasil pengamatan bobot badan tikus pada ketiga kelompok selama 15 hari perlakuan menunjukkan adanya penurunan berat badan pada kelompok yang diberi pakan formulasi rendah protein dan kenaikan berat badan pada kelompok yang diberi pakan normal (Gambar 1).

Tidak ditemukan perbedaan signifikan

Tabel 1. Komposisi Pakan Rendah Protein Hasil Optimalisasi

Bahan	Pakan Maizena	Pakan Tapioka
Ampas tebu	10 gram	10 gram
Tepung tapioka	-	75 gram
Tepung maizena	120 gram	-
Minyak sayur	90 mL	60 mL
Air	qs	qs

Tabel 2. Penilaian derajat kekurangan gizi berdasarkan nilai serum albumin dan bobot badan¹⁶

Parameter	Status nutrisi			
	Normal	Sedikit terganggu	Sedang	Parah
Serum albumin (g/dL)	4.3-2.3	2.3-1.9	1.89-1.5	<1.5
Nilai	0	2	4	6
Bobot badan (g)	310-240	240-220	219-190	<190
Nilai	0	1	2	3
Total nilai	0	1-3	4-6	8-9
Tingkat keparahan kurang gizi	Normal	Sedikit	Sedang	Berat

pada bobot badan antara kedua kelompok uji dan kelompok normal pada hari ke-0 ($p>0,05$), yang menunjukkan bahwa keseluruhan tikus berada pada kondisi yang sama sebelum perlakuan. Namun pada hari ke-15 setelah induksi selesai diberikan, terdapat perbedaan bobot badan rata-rata yang signifikan pada kedua kelompok uji dibandingkan terhadap kelompok normal ($p<0,05$). Terjadi penurunan bobot badan sebesar $25,93\% \pm 9,01$ pada kelompok yang diberikan pakan tapioka dan penurunan sebesar $23,92\% \pm 0,86$ pada kelompok yang diberikan pakan maizena (Gambar 2). Lebih lanjut tidak ada perbedaan bermakna antara dua kelompok uji yang menunjukkan kedua pakan memiliki efektivitas yang sama dalam menurunkan berat badan tikus ($p>0,05$) (Gambar 2).

3.3. Profil Biokimia Darah Tikus Pada Hari ke-0 dan Hari ke-15

Profil biokimia darah tikus yang dianalisis adalah nilai hemoglobin, albumin, dan protein total rata-rata pada hari ke-0, hari ke-15, dan persentase perubahannya. Berdasarkan tiga parameter tersebut, diketahui bahwa kedua kelompok uji, yaitu kelompok tapioka dan maizena secara

keseluruhan mengalami penurunan nilai dibandingkan terhadap kelompok normal. Persentase penurunan terbesar dapat dilihat pada kelompok maizena untuk tiga profil biokimia darah tersebut (Tabel 3).

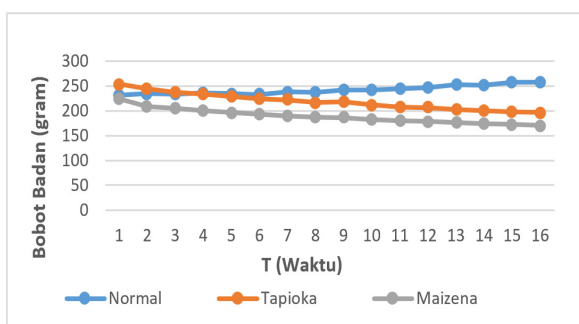
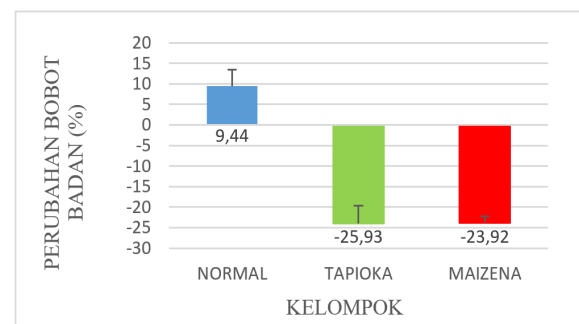
a. Pengamatan Kadar Hemoglobin

Hasil pengukuran kadar hemoglobin menunjukkan bahwa kedua kelompok perlakuan, yaitu kelompok yang diinduksi pakan formulasi tapioka dan maizena sama-sama mengalami penurunan kadar hemoglobin dibandingkan terhadap kelompok yang diberi pakan normal yang nilai hemoglobinnya cenderung stabil (Gambar 3A).

Penurunan terbesar ditemukan pada kelompok yang diberi pakan formulasi maizena, dengan nilai persentase penurunan sebesar 5,68%, diikuti oleh kelompok yang diberi pakan formulasi tapioka dengan penurunan sebesar 0,53%, sedangkan pada kelompok normal mengalami kenaikan sebesar 1,22% (Tabel 4).

b. Pengamatan Kadar Albumin

Hasil pengukuran kadar albumin pada kedua kelompok perlakuan menunjukkan penurunan kadar albumin yang lebih besar apabila dibandingkan dengan kelompok

**Gambar 1.** Profil Bobot Badan Tikus Selama 15 Hari Induksi**Gambar 2.** Persentase Perubahan Bobot Badan Tikus Selama 15 Hari Induksi

Tabel 3. Profil kadar biokimia darah tikus pada H0 dan H15

Kelompok	Hemoglobin			Albumin			Protein Total		
	H0	H15	$\Delta\%$	H0	H15	$\Delta\%$	H0	H15	$\Delta\%$
Normal	15,57 $\pm$ 1,19	15,76 $\pm$ 0,86	1,22	3,99 $\pm$ 0,16	3,95 $\pm$ 0,17	-1,08	7,11 $\pm$ 0,43	7,11 $\pm$ 0,07	-0,09
Tapioka	16,75 $\pm$ 1,89	16,66 $\pm$ 0,53*	-0,53	3,47 $\pm$ 0,11	3,39 $\pm$ 0,04*	-2,30	6,53 $\pm$ 0,13	6,22 $\pm$ 0,17*	-4,74
Maizena	15,48 $\pm$ 0,88	14,60 $\pm$ 0,29*	-5,68	3,7 $\pm$ 0,301	3,23 $\pm$ 0,03*	-12,70	7,19 $\pm$ 0,38	6,64 $\pm$ 0,13*	-7,64

Ket : *berbeda signifikan ($p < 0,05$) terhadap kelompok normal

normal (Gambar 3B). Penurunan terbesar terjadi pada kelompok yang diberi pakan formulasi maizena, dengan nilai persentase penurunan sebesar 12,70%, diikuti oleh kelompok yang diberi pakan formulasi tapioka sebesar 2,30%. Pada kelompok normal juga mengalami penurunan, namun hanya sebesar 1,08% (Tabel 3).

c. Pengamatan Kadar Protein Total

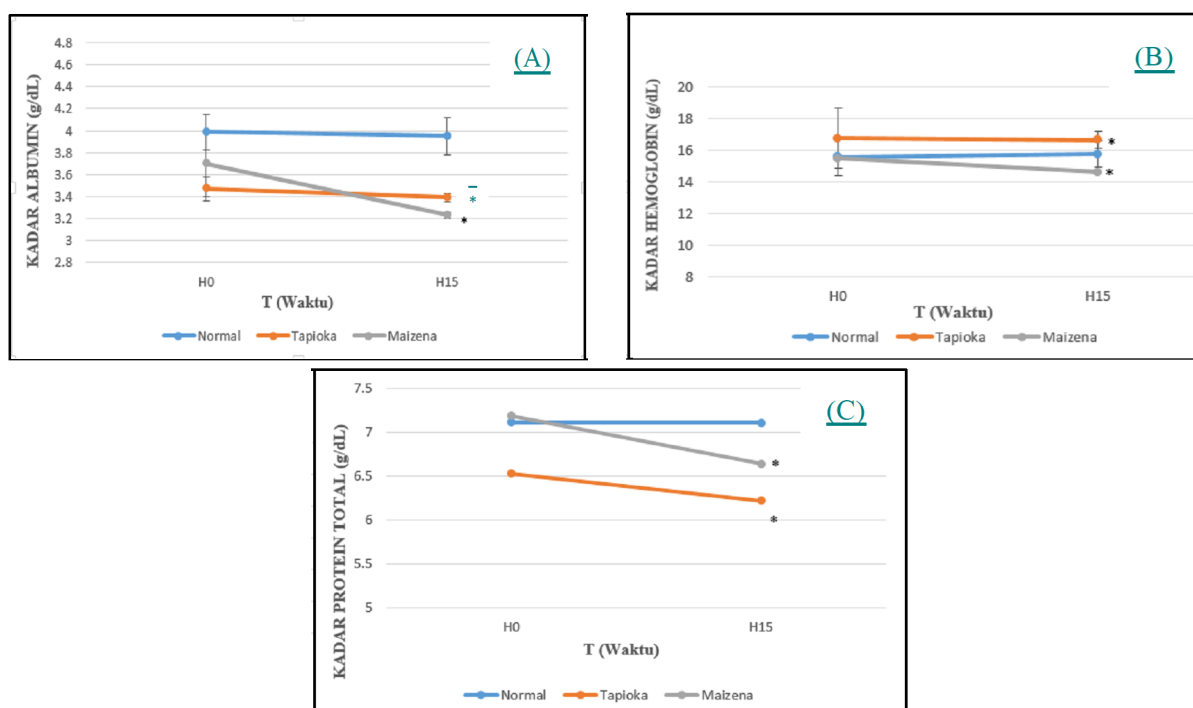
Hasil pengukuran kadar protein total menunjukkan kedua kelompok perlakuan mengalami penurunan kadar rata-rata protein total yang lebih besar apabila dibandingkan dengan kelompok pakan normal (Gambar 3C).

Penurunan terbesar terjadi pada

kelompok yang diberi pakan formulasi maizena, dengan nilai persentase penurunan sebesar 7,64%, diikuti kelompok yang diberi pakan formulasi tapioka dengan penurunan sebesar 4,74%. Sedangkan pada kelompok normal mengalami penurunan sebesar 0,09% (Tabel 3).

4. Pembahasan

Penelitian ini bertujuan menghasilkan hewan model malnutrisi melalui modifikasi pakan. Formulasi pakan yang diberikan merupakan hasil optimasi dari beberapa uji pendahuluan yang dilakukan oleh peneliti dengan menggunakan beberapa tepung. Adanya penambahan serat kasar yang berasal dari ampas tebu untuk meningkatkan



Gambar 3. Profil kadar albumin (A); hemoglobin (B); dan protein total (C) pada tikus setelah diberikan pakan rendah protein selama 15 hari.

Ket : *Berbeda signifikan ($p < 0,05$) terhadap kelompok normal

intensitas makan tikus, dikarenakan serat kasar dapat merangsang gerak peristaltik saluran pencernaan, sehingga menyebabkan proses pencernaan berlangsung lebih cepat dibandingkan makanan yang tidak mengandung serat.²³

Bobot badan merupakan ukuran yang sering digunakan untuk menilai keadaan gizi makhluk hidup.¹⁹ Bobot badan dapat menjadi ukuran keadaan gizi dikarenakan kemudahan melihat perubahan dalam waktu singkat, dapat menggambarkan keadaan gizi secara periodik, ketelitian tidak dipengaruhi oleh keterampilan pengukur dan kemudahan memperoleh alat ukur.⁸ Keadaan malnutrisi dapat menyebabkan penurunan bobot badan dikarenakan berkurangnya asupan gizi oleh tubuh. Berdasarkan data perubahan bobot badan yang telah diperoleh, dapat diketahui bahwa rata-rata berat badan tikus putih (*Rattus norvegicus*) mengalami penurunan pada tikus kelompok tapioka dan maizena serta mengalami kenaikan pada tikus kelompok normal. Penurunan berat badan pada dua kelompok tikus membuktikan bahwa induksi pakan malnutrisi yang terbuat dari tepung maizena dan tapioka berhasil menurunkan bobot tikus dalam 15 hari induksi.

Penurunan berat badan merupakan salah satu perwujudan dari kondisi malnutrisi.²⁰ Kelompok kontrol normal menunjukkan kestabilan bobot badan hingga hari ke-15 perlakuan dengan rentang bobot badan sebesar 240-270 gram, sedangkan kelompok formulasi maizena dan tapioka memiliki rata-rata rentang bobot badan 170-200 gram. Hasil ini menunjukkan adanya tanda-tanda malnutrisi pada tingkat parah merujuk pada kondisi malnutrisi pada parameter berat badan (Tabel 3).

Adanya pengeluaran energi yang melebihi asupan nutrisi yang masuk ke dalam tubuh mengakibatkan proporsi lemak dalam tubuh berkurang akibat kompensasi pengeluaran energi yang berlebih.²¹ Ketimpangan antara nutrisi yang masuk dengan energi yang dikeluarkan akan menyebabkan tubuh menyesuaikan asupan makanan sebagai respon terhadap perubahan kebutuhan energi, atau lebih dikenal sebagai

proses homeostasis energi.⁹

Terdapat penurunan bobot badan yang signifikan pada kedua kelompok perlakuan dibandingkan kelompok normal ($p=0,01$, $p<0,05$). Namun, tidak ada perbedaan signifikan diantara dua kelompok perlakuan yang menandakan bahwa kedua pakan memiliki efektivitas yang sama dalam menurunkan bobot badan tikus.

Hemoglobin adalah komponen utama sel darah merah dan merupakan suatu protein yang banyak mengandung Fe yang berperan penting dalam mengangkut oksigen dari paru-paru ke seluruh jaringan tubuh. Sintesis Hb selain dipengaruhi oleh ketersediaan Fe juga dipengaruhi oleh kecukupan protein. Adanya defisiensi Fe maupun protein dalam asupan makanan sehari-hari dapat menyebabkan terjadinya gangguan sintesis Hb.¹⁰ Berdasarkan nilai rerata dan persentase kadar hemoglobin diketahui bahwa kedua kelompok perlakuan yakni kelompok yang diinduksi pakan formulasi tapioka dan maizena sama-sama mengalami penurunan kadar hemoglobin apabila dibandingkan dengan kelompok yang diberi pakan normal.

Terjadinya penurunan kadar hemoglobin diduga karena kurangnya asupan protein dari pakan yang masuk ke dalam tubuh. Analisis statistik menunjukkan bahwa kadar rata-rata hemoglobin semua tikus berada pada kondisi yang sama sebelum induksi diberikan (hari ke-0), dimana tidak ditemukan perbedaan antar kelompok ($p>0,05$). Sedangkan uji statistik pada hari ke-15 menunjukkan adanya perbedaan signifikan ($p<0,05$) dengan nilai $p=0,018$.

Hipoalbuminemia merupakan suatu kondisi dimana kadar albumin dalam tubuh berada dibawah batas normal.²² Kondisi ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti kehilangan protein, nefropati, perdarahan berat, kondisi malnutrisi dan malabsorpsi, penyakit ginjal, ketidakseimbangan hormon, dan lain-lain.²³ Kadar albumin dalam tubuh sendiri tidak dipengaruhi oleh umur, jenis kelamin, berat badan, dan ras.¹¹ Albumin menjadi indikator terjadinya malnutrisi dikarenakan albumin merupakan protein utama yang menyusun tubuh, sehingga pada

kondisi malnutrisi maka secara langsung akan mempengaruhi kadar albumin dalam tubuh. Berdasarkan nilai rerata dan persentase kadar albumin, diketahui bahwa kedua kelompok perlakuan yakni kelompok yang diinduksi pakan formulasi tapioka dan maizena mengalami penurunan kadar albumin yang lebih besar apabila dibandingkan dengan kelompok yang diberi pakan normal. Terganggunya metabolisme protein tentunya akan mempengaruhi nilai albumin serum pada tikus, meskipun gangguan metabolisme protein ini tidak terjadi secara berkepanjangan.¹²

Ketiga kelompok tidak menunjukkan perbedaan secara signifikan nilai rata-rata albumin di hari ke-0 ($p=0,062$, $p>0,05$) mengindikasikan semua tikus berada pada kondisi yang sama sebelum induksi diberikan. Namun, analisis statistik pada hari ke-15 menunjukkan adanya penurunan nilai rata-rata albumin pada kelompok perlakuan yang cukup signifikan jika dibandingkan terhadap kelompok kontrol normal ($p=0,000$, $p<0,05$).

Protein total adalah keseluruhan jenis protein yang terdapat didalam serum atau plasma yang terdiri dari albumin dan globulin.²⁴ Protein total merupakan salah satu biomarker yang digunakan untuk diagnosa malnutrisi, selain serum albumin.²⁵ Protein total sangat dipengaruhi oleh sistem fisiologis tubuh, status nutrisi individu, dan efektivitas proses metabolisme.¹³ Selain itu juga dipengaruhi oleh status peradangan pada tubuh yang merupakan salah satu faktor etiologi malnutrisi atau nutrisi yang tidak mencukupi.¹⁴

Asupan protein tidak hanya dipengaruhi oleh jumlah yang masuk, namun juga mutu dari protein itu sendiri. Sumber protein yang berasal dari hewani merupakan jenis protein lengkap atau protein dengan nilai biologi tinggi yang mengandung semua jenis asam amino. Berbeda dengan protein nabati yang hanya mengandung beberapa jenis asam amino esensial.¹⁵ Pada penelitian ini, digunakan pakan yang berasal dari protein nabati.

Berdasarkan nilai rerata dan persentase kadar protein total, diketahui bahwa kedua

kelompok perlakuan mengalami penurunan kadar rata-rata protein total dengan nilai rerata di hari ke-15 yang berbeda signifikan apabila dibandingkan dengan kelompok yang diberi pakan normal ($p=0,001$, $p<0,05$). Kedua pakan memberikan efektivitas yang baik dalam menurunkan nilai protein total yang merupakan salah satu parameter terjadinya malnutrisi. Penurunan terbesar terjadi pada kelompok yang diberi pakan formulasi maizena. Namun demikian, hasil pada kedua perlakuan memberikan efektivitas dalam menurunkan kadar protein total yang merupakan salah satu parameter terjadinya malnutrisi.

Meskipun ditemukan penurunan pada tiga profil biokimia yang diuji, namun nilai tersebut masih berada pada rentang normal.¹⁴ Sebagai saran kedepannya, modifikasi formulasi dan peningkatan lama induksi dapat dilakukan untuk menurunkan nilai hemoglobin, albumin dan protein total hingga ke rentang di bawah normal. Selain itu, tidak dilakukannya pengamatan marker uji lain yang terlibat dalam kondisi malnutrisi, seperti sel imun bawaan dan sitokin menjadi keterbatasan dalam penelitian ini.

5. Kesimpulan

Pakan formulasi rendah protein berbahan tapioka dan maizena berhasil menurunkan bobot badan, level hemoglobin, albumin, dan protein total pada hewan uji dengan efek terbaik diberikan oleh Formulasi pakan maizena. Formulasi ini diharapkan dapat menjadi pakan induksi untuk pengembangan hewan model malnutrisi dalam uji produk *anti-stunting*.

Referensi

1. World Health Organization. Malnutrition [Internet]. 2021. Diakses di Fact sheets - Malnutrition (who.int)
2. Aryani L.D, Riyandry M.A. Vitamin D Sebagai Terapi Potensial Anak Gizi Buruk. Jurnal Penelitian Perawat Profesional. 2019 ; 1(1) : 62-63.
3. Susanti R, Hidayat E. Profil Protein Susu dan Produk Olahannya. Jurnal MIPA. 2016; 39(2): 98-106.

4. Angraini DI. The Different of Protein Intake Between Chronic Renal Failure Patients with Malnutrition and Not Malnutrition in Hemodialysis Unit at dr. Abdul Moeloek Hospital Bandar Lampung. *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan*. 2015; 2(2): 163-168.
5. Suheri, Sophia F, Kuswardinah A. Meal Pattern of Malnutrition Children Under 5 Years and Related Factors. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 2017; 12(2) : 96-97.
6. Kementerian Pertanian Republik Indonesia. Pusat Perpustakaan dan Penyebaran Teknologi Pertanian : Mengenal Tepung Tapioka [Internet]. 2019. Diakses di <https://pustaka.setjen.pertanian.go.id/>
7. Panganku.org. Data Komposisi Pangan Indonesia [Internet]. 2018. Diakses di <https://www.panganku.org/id-ID/view>
8. Santika IGPNA, Subekti M. Hubungan Tinggi Badan dan Berat Badan Terhadap Kelincihan Tubuh Atlit Kabaddi. *Jurnal Pendidikan Rekreasi*. 2020; 6(1): 19-20.
9. Ma k, et al. Weight Loss And Malnutrition In Patients With Parkinsons Disease : Current Knowledge And Future Prospects. *FRONTIERS*. 2018; 10(1): 1-5.
10. Ariani D, dkk. Pemberian makanan enteral berformulasi bahan pangan lokal terhadap kadar zat besi dan hemoglobin pada tikus putih (*Rattus norvegicus*). *Jurnal Gizi Klinik Indonesia*. 2013; 10(1): 49-50.
11. Merthayasa JD, dkk. Pengaruh Pemberian Serum Albumin Manusia terhadap Kadar Albumin dalam Darah pada Anjing dengan status Hipoalbuminemia. *Jurnal Sains Veteriner*. 2019; 37(1): 34-35.
12. Hubner M, et al. Postoperative Albumin Drop Is a Marker for Surgical Stress and a Predictor for Clinical Outcome: A Pilot Study. *Gastroenterology Research and Practice*. 2015; 2016(8): 1-4.
13. Senja NO, Widyastuti SK, Erawan IGMK. Kadar Protein Total Serum Sapi Bali Betina di Sentra Pembibitan Sapi Bali Desa Sobangan, Badung. *Indonesia medicus Veterinus*. 2020; 9(4): 502-505.
14. Rodriguez DS,et al. Prevalence of malnutrition and sarcopenia in a post-acute care geriatric unit: Applying the new ESPEN definition and EWGSOP Criteria. *ELSEVIER*. 2016; 30: 1-6.
15. Emawati F, Prihatini M, Yuriestia A. Gambaran Konsumsi Protein Nabati dan Hewani Pada Anak Balita Stunting dan Gizi Kurang di Indonesia. *Penelitian Gizi dan Makanan*. 2016; 39(2): 95-96.
16. Sanjuan MM, et al. Original Animal model of undernutrition for the evaluation of drug pharmacokinetics. *Nutricion Hospitalaria*. 2011; 26(6): 1296-129.
17. Jaya K, Mahardika, Suasta IM. Pengaruh Penggantian Ransum Komersial engan Ampas Tahu Terhadap Penampilan Babi Ras. *Journal Of Tropical Animal Science*. 2015; 3(3): 4982-491.
18. Ananda, A., Messakh, S., & , D. Gambaran Status Gizi dan Perkembangan Motorik Anak Usia 3-5 Tahun Di Kelurahan Pulutan, Salatiga. *Jurnal Sains dan Kesehatan*. 2020; <https://doi.org/10.25026/JSK.V2I4.251>.
19. Cederholm, T., Bosaeus, I., Barazzoni, R., Bauer, J., Gossu, A., Kłęk, S., Muscaritoli, M., Nyulasi, I., Ockenga, J., Schneider, S., Schueren, M., & Singer, P. Diagnostic criteria for malnutrition - An ESPEN Consensus Statement.. *Clinical nutrition*. 2015; 34 (3):335-40.
20. Sawant, D., Viswanathan, D., Jadhav, D., Jadhav, D., Krishna, D., & Sawardekar, D. Assessment of Clinical Outcome in Children with Severe Thinness on Medical Nutrition Therapy at 8 Weeks and 6 Months. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*. 2021.
21. Vernarelli JA, Mitchell DC, Rolls BJ, Hartman TJ. Dietary energy density and obesity: how consumption patterns differ by body weight status. *Eur J Nutr*. 2018;57(1):351-361.
22. Ferry Erdani, Rita Novika, & Ika Fitri Ramadhana. Perbandingan Efektivitas Terapi Ekstrak Ikan Gabus Dengan Putih Telur Dan Human Albumin 20% Terhadap Peningkatan Kadar Albumin Pasien Hipoalbuminemia Di RSUD

- dr. Zainoel Abidin. *Journal of Medical Science*. 2022; 2(2):123–129.
23. Sutrisna R. Penggunaan Beberapa Tingkat Serat Kasar dalam Ransum Itik Jantan Sedang Bertumbuh. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 2011; 11(3): 112-11.
24. Irfan IZ, Esfandiari A, Choliq C. Profil protein total, albumin, globulin dan rasio albumin dan globulin sapi pejantan bibit. 2014 ; 19(2): 123-129.
25. Koyama A, Hashimoto M, Tanaka H, Fujise N, Matsushita M, Miyagawa Y, Hatada Y, Fukuhara R, Hasegawa N, Todani S, Matsukuma K, Kawano M, Ikeda M. Malnutrition in Alzheimer's Disease, Dementia with Lewy Bodies, and Frontotemporal Lobar Degeneration: Comparison Using Serum Albumin, Total Protein, and Hemoglobin Level. *PLoS One*. 2016;23;11(6).