

PENGARUH PEMBERIAN SUSU BERAS DAN VITAMIN D TERHADAP PERTUMBUHAN MENCIT MODEL STUNTING

Nabilla Naddah¹, Dalfian², Akhmad Kheru³, Dessy Hermawan⁴

^{1,3}Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Malahayati

²Program Studi Ilmu Kedokteran S3, Fakultas Kedokteran Universitas Sebelas Maret

⁴Program Studi Ilmu Keperawatan, Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Malahayati

*)Email Korespondensi: dalfian_s3@student.uns.ac.id

Abstract: : The Influence of Rice Milk and Vitamin D on Growth in a Stunting Mouse Model. Stunting is a persistent nutritional issue that affects both physical and cognitive development in children and remains a major public health concern in Indonesia. Nutritional alternatives such as rice milk and vitamin D are believed to offer growth-promoting benefits. This research aimed to examine the effects of rice milk and vitamin D on the growth of stunted mice (*Mus musculus*). The study used an in vivo experimental approach with a Randomized Controlled Trial (RCT) design, involving pre- and post-tests with a control group, and included 25 male C57BL/6 mice. Stunting was induced by administering a low-protein diet for 21 days along with indomethacin for 7 days. The mice were categorized into five groups: normal control (KN), negative control (K-), rice milk treatment (KP1), vitamin D treatment (KP2), and a combination of rice milk and vitamin D (KP3). Growth indicators measured included body weight and tail length before and after the treatment period. ANOVA analysis revealed that changes in body weight were not statistically significant in groups KP1 ($p = 0.095$), KP2 ($p = 0.159$), and KP3 ($p = 0.423$). However, only the KP3 group showed a significant increase in tail length ($p = 0.012$), while the effects in KP1 and KP2 were not significant ($p = 0.184$ and $p = 0.423$, respectively). These findings suggest that the combination of rice milk and vitamin D may support linear growth in stunted mice, although it does not appear to influence body weight.
Keywords: Mice, Stunting, Rice Milk, Vitamin D

Abstrak : Pengaruh Pemberian Susu Beras Dan Vitamin D Terhadap Pertumbuhan Mencit Model Stunting. Stunting ialah gangguan gizi jangka panjang yang memengaruhi perkembangan fisik dan kognitif anak, serta menjadi tantangan kesehatan di Indonesia. Intervensi nutrisi alternatif seperti susu beras dan vitamin D dinilai potensial untuk mendukung pertumbuhan. Studi ini dilaksanakan guna mengetahui pengaruh pemberian susu beras dan vitamin D terhadap pertumbuhan mencit (*Mus musculus*) model stunting. Studi kini berjenis eksperimental in vivo dengan desain Randomized Controlled Trial (RCT), pre and post test with control group design, menggunakan 25 ekor mencit jantan strain C57BL/6. Induksi stunting dilakukan melalui pemberian diet rendah protein selama 21 hari dan indometasin selama 7 hari. Subjek dikelompokkan dalam lima kelompok: kontrol normal (KN), kontrol negatif (K-), perlakuan susu beras (KP1), vitamin D (KP2), dan kombinasi susu beras dengan vitamin D (KP3). Parameter yang diukur ialah berat badan dan panjang ekor sebelum dan sesudah perlakuan. Hasil uji ANOVA memperlihatkan tidak terdapat pengaruh signifikan pada peningkatan berat badan untuk KP1 ($p = 0,095$), KP2 ($p = 0,159$), dan KP3 ($p = 0,423$). Namun, hanya kelompok KP3 yang menunjukkan pengaruh signifikan terhadap peningkatan panjang ekor ($p = 0,012$), sedangkan KP1 dan KP2 tidak signifikan ($p = 0,184$ dan $p = 0,423$). Dengan demikian kombinasi susu beras dan vitamin D memiliki potensi dalam mendukung pertumbuhan linier mencit model stunting, meskipun tidak berpengaruh terhadap berat badan.

Kata Kunci : Mencit, Stunting, Susu Beras, Vitamin D

PENDAHULUAN

Stunting ialah malnutrisi kronis yang memperlambat pertumbuhan fisik dan kognitif anak, khususnya balita. Menurut WHO, hal ini terjadi akibat defisiensi gizi yang berlangsung lama, infeksi yang berulang, serta kurangnya stimulasi yang dibutuhkan guna tumbuh kembang optimal (Fitriani, 2022). Secara umum, pertumbuhan merujuk pada peningkatan ukuran fisik yang dapat dinilai melalui pengukuran tinggi badan, berat badan, serta lingkaran kepala. Sementara itu, perkembangan berkaitan dengan kematangan fungsi organ tubuh (Febriani *et al.*, 2024). Stunting terjadi saat anak gagal tumbuh akibat kurangnya asupan gizi jangka panjang, sehingga tinggi badan menjadi lebih pendek daripada anak seusianya (Rahayu *et al.*, 2018).

Permasalahan ini menjadi isu gizi global, terutama di negara berkembang dan berpendapatan rendah (Hang, S., 2015). Data 2018 memperlihatkan jika sekitar 55% kasus stunting global terjadi di Asia, sementara lebih dari sepertiga kasus lainnya berada di Afrika (Firrahmawati, 2023). Di kawasan Asia Tenggara, Indonesia menduduki peringkat kedua dengan posisi ke-108 dari 132 negara secara global (Kemenpppa, 2020; Maryati *et al.*, 2023). Meskipun prevalensinya berkurang, di Indonesia kasusnya masih berkategori tinggi, dari 37,2% pada 2013 menjadi 24,4% pada 2021 (Kemenkes RI, 2023). Khusus di Provinsi Lampung, prevalensi stunting mencapai 26,26% pada 2020 dan 24,40% pada 2021, melebihi ambang batas 20% yang ditetapkan WHO. Dengan tiga daerah prioritas yaitu Tulang Bawang, Way Kanan, dan Kota Bandar Lampung (Ratnasari & Nurhandayani, 2024; Eka Sari *et al.*, 2022).

Berbagai studi mengemukakan jika keterlambatan pertumbuhan anak berkorelasi dengan gizi buruk yang meningkatkan risiko kematian dan kesakitan serta mengganggu fungsi fisik dan kognitif anak (Asra Laily *et al.*, 2023). Faktor-faktor penentu status kesehatan dan kecerdasan anak mencakup asupan gizi, layanan

kesehatan, kondisi lingkungan, perilaku, serta kesehatan dan perkembangan secara umum (Permenkes RI, 2014). Sementara penyebab utama stunting antara lain pola asuh yang tidak sesuai, rendahnya pendidikan ibu, kurangnya pengetahuan gizi, layanan kesehatan sebelum dan sesudah melahirkan yang buruk, keterbatasan akses terhadap pangan bergizi, air bersih, dan sanitasi layak (Epidemiologi Stunting, 2024; Delmi Sulastri, 2012; Febri Kurniatin *et al.*, 2023).

Penanggulangan stunting dapat dilakukan melalui berbagai intervensi seperti inisiasi menyusui dini (IMD), ASI eksklusif selama enam bulan, dan disertai MPASI sampai usia dua tahun, serta pemberian imunisasi dan pemantauan pertumbuhan secara rutin di Posyandu (Komang Tri Apriastini *et al.*, 2024). Salah satu strategi alternatif yang sedang dikembangkan adalah pemanfaatan bahan pangan yang terjangkau dan mudah diperoleh, seperti susu beras, yang merupakan alternatif nabati pengganti susu hewani. Susu ini kaya akan protein, kalsium, vitamin A, D, B12, dan zat besi yang berperan penting dalam proses pertumbuhan (Frey, 2022). Studi terdahulu mengungkapkan bahwa pemberian susu beras dengan konsentrasi 25% mampu meningkatkan berat badan mencit jantan, yang menunjukkan potensi mendukung pertumbuhan linier (Setiani *et al.*, 2023).

Selain itu, vitamin D sebagai mikronutrien juga memiliki peranan penting dalam perkembangan tulang. Defisiensi vitamin D bisa mengakibatkan terganggunya pertumbuhan dan meningkatkan risiko stunting (Ilmani & Fikawati, 2023; Bahagia Febriani *et al.*, 2020). Vitamin ini mendukung metabolisme kalsium, proses mineralisasi tulang, serta fungsi imun (Marsellinda *et al.*, 2023; Riyadi *et al.*, 2023). Sumber utama vitamin D berasal dari paparan sinar matahari, namun juga dapat diperoleh melalui makanan atau suplemen (Adelia *et al.*, 2017; Noer, 2022).

Karena keterbatasan untuk melakukan eksperimen langsung pada

anak balita yang mengalami stunting, maka studi ini menggunakan mencit sebagai model hewan uji. Mencit diinduksi dengan pola makan rendah protein serta paparan indometasin untuk menciptakan kondisi serupa malnutrisi kronis dan enteropati (Salameh *et al.*, 2019). Penggunaan mencit dipilih karena memiliki kesamaan struktur fisiologis dan biokimia dengan manusia serta siklus hidup yang pendek, yakni sekitar 24 bulan (Dina Khairani, 2024; Dutta & Sengupta, 2016).

Studi ini memiliki urgensi karena sampai sekarang belum ada panduan resmi yang tersedia terkait penggunaan susu beras dan vitamin D dalam penanganan stunting pada anak. Padahal, kombinasi kedua intervensi tersebut bersifat ekonomis, praktis, dan berpotensi menjadi alternatif suplemen tambahan yang efektif dalam upaya pencegahan dan penanggulangan stunting (Bridges, M.2018).

METODE

Studi ini merupakan eksperimental *in vivo* dengan pendekatan kuantitatif dan memakai desain *Randomized Controlled Trial (RCT)* dengan skema *pre and post test with control group design*. Studi diselenggarakan di Laboratorium Terpadu Universitas Lampung, selama bulan April hingga Juni 2025. Subjek pada studi ini meliputi mencit jantan (*Mus musculus*) strain C57BL/6 berusia tiga minggu pascasapih dengan berat badan berkisar 20 hingga 30 gram yang berjumlah 25 ekor mencit dan dikelompokkan dalam lima kelompok perlakuan secara acak, yaitu kelompok kontrol normal (KN), kontrol negatif (K-), kelompok perlakuan 1 (KP1) yang diberi susu beras, kelompok perlakuan 2 (KP2) yang diberi vitamin D, dan kelompok perlakuan 3 (KP3) yang diberi kombinasi susu beras dan vitamin D.

Penentuan jumlah sampel mengacu pada rumus Federer dan diperoleh jumlah minimal mencit per kelompok sebanyak lima ekor. Kriteria inklusi meliputi mencit jantan strain C57BL/6, berusia tiga minggu pascasapih, berat badan 20–30 gram, serta sehat tanpa cacat fisik. Adapun kriteria eksklusi yaitu mencit yang agresif dan menyerang mencit lain, mencit yang mengalami cedera berat, serta mencit yang mengalami efek samping berat yang bukan disebabkan oleh zat perlakuan. Proses induksi model stunting dilakukan dengan pemberian diet rendah protein (7%) selama 21 hari, diikuti indometasin selama 7 hari terakhir masa induksi, dengan dosis sebesar 2,5 mg/kg berat badan mencit per hari. Setelah proses induksi selesai, masing-masing kelompok menerima perlakuan, yaitu kelompok KP1 menerima susu beras 25%, KP2 menerima vitamin D dengan dosis 0,2 gram per 25 gram berat badan mencit, dan KP3 menerima kombinasi keduanya dalam dosis sama.

Variabel independen meliputi pemberian susu beras dan vitamin D, sedangkan variabel dependen yaitu pertumbuhan mencit, yang diukur melalui berat badan (gram) menggunakan timbangan analitik dan panjang ekor (cm) menggunakan penggaris dari pangkal hingga ujung ekor mencit, yang dihitung diawal (pre-test) dan akhir (post-test) masa perlakuan. Analisis dilaksanakan memakai SPSS. Setelah data diuji normalitas dengan uji Shapiro-Wilk dan Kolmogorov-Smirnov, didapati data berdistribusi normal, maka uji statistik yang dipakai ialah ANOVA satu arah. Studi ini telah mendapat persetujuan etik dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan Universitas Malahayati dengan nomor 4668/EC/KEP-UNMAL/III/2025.

HASIL

Tabel 1. Perubahan Rerata BB Kelompok Mencit Tahap Induksi

Kelompok Mencit	Berat Badan (Gram)				Perubahan (Gr)
	H1	H7	H14	H21	
KN	26,67	27,00	26,00	26,67	0
KI	28,00	27,17	22,83	18,67	-10,67

Tabel 1, menunjukkan jika rata-rata berat badan mencit pada kelompok induksi (KI) mengalami penurunan bertahap dari hari ke-1 (H1) hingga hari ke-21 (H21), dengan total penurunan sebesar 10,67 gram. Sebaliknya, kelompok kontrol normal (KN) menunjukkan peningkatan berat badan. Hal ini mengindikasikan bahwa proses

induksi model stunting berhasil dilakukan melalui pemberian diet rendah protein dan indometasin sesuai dengan prosedur penelitian. Penurunan berat badan ini mencerminkan adanya gangguan pertumbuhan akibat kombinasi malnutrisi dan proses inflamasi.

Tabel 2. Perubahan Rerata PE Kelompok Mencit Tahap Induksi

Kelompok Mencit	Panjang Ekor (Cm)				Perubahan (Cm)
	H1	H7	H14	H21	
KN	8,77	8,73	8,63	8,63	-0,14
KI	9,68	9,60	9,40	8,78	-1,10

Tabel 2, menunjukkan jika rata-rata panjang ekor mencit pada kelompok induksi (KI) mengalami penurunan bertahap dari hari ke-1 (H1) hingga hari ke-21 (H21), dengan total penurunan sebesar 1,10 cm. Sementara itu, kelompok kontrol normal mengalami penurunan panjang ekor yang relatif

lebih ringan. Temuan ini menunjukkan keberhasilan induksi model stunting melalui pemberian diet rendah protein dan indometasin sesuai prosedur yang telah ditetapkan. Penurunan panjang ekor mencerminkan adanya hambatan pertumbuhan akibat kombinasi malnutrisi dan peradangan.

Tabel 3. Perubahan Rerata BB Kelompok Mencit Tahap Perlakuan

Kelompok Mencit	Berat Badan (Gram)				Perubahan (Gr)
	H1	H7	H14	H21	
KN	20,00	20,00	20,00	20,00	0
KP1	22,00	22,00	23,00	24,00	+2,00
KP2	21,50	22,00	23,00	24,00	+2,50
KP3	18,00	20,00	-	-	+2,00

Tabel 3, memperlihatkan efektivitas intervensi pada mencit yang telah mengalami induksi stunting. Kelompok Kontrol Normal (KN) mempertahankan berat badan stabil di angka 20,00 gram. Kelompok perlakuan KP1 dan KP2 menunjukkan pemulihan pertumbuhan yang positif, dengan peningkatan berat badan dari 22,00

gram dan 21,50 gram menjadi 24,00 gram pada hari ke-21, atau meningkat masing-masing sebesar +2,00 gram dan +2,50 gram. Sebaliknya, kelompok KP3 hanya menunjukkan peningkatan ringan di minggu pertama. Namun, data lengkap untuk kelompok Kontrol Negatif (K-) tidak tersedia karena seluruh hewan di kelompok KP3 mengalami kematian

pada tahap ini. Oleh karena itu, kelompok K- digunakan sebagai representasi baseline kontrol negatif, sesuai dengan desain penelitian yang

fleksibel terhadap kondisi kehilangan subjek, selama validitas kontrol dan perlakuan tetap terjaga.

Tabel 4. Perubahan Rerata PE Kelompok Mencit Tahap Perlakuan

Kelompok Mencit	Panjang Ekor (Cm)				Perubahan (Cm)
	H1	H7	H14	H21	
KN	8,50	8,50	8,50	8,50	0
KP1	9,00	9,50	10,00	10,00	+1,00
KP2	8,50	9,25	9,50	9,50	+1,00
KP3	9,30	9,50	-	-	+0,20

Tabel 4, menyajikan rata-rata perubahan panjang ekor pada seluruh kelompok uji selama masa intervensi selama 21 hari. Kelompok Kontrol Normal (KN) menunjukkan panjang ekor yang tetap stabil di angka 8,50 cm. Sementara itu, kelompok perlakuan KP1 dan KP2 mengalami pemulihan pertumbuhan yang signifikan, masing-masing dengan peningkatan panjang ekor dari 9,00 cm menjadi 10,00 cm dan

dari 8,50 cm menjadi 9,50 cm, atau naik sebesar +1,00 cm. Kelompok KP3 sempat menunjukkan peningkatan awal sebesar +0,20 cm, namun seluruh hewan uji pada kelompok ini meninggal setelah hari ke-7. Dengan demikian, temuan ini mengindikasikan bahwa intervensi pada KP1 dan KP2 efektif dalam mendorong pemulihan pertumbuhan mencit yang mengalami stunting.

Tabel 5. Perbedaan Rerata Berat Badan Kelompok Mencit KP1 Dan KP 2 Pada Tahap Perlakuan

Kelompok Mencit	BB Hari ke		<i>p-value</i>
	1	21	
KN	20,00	20,00	0,095
KP1	22,00	24,00	
KN	20,00	20,00	0,159
KP2	21,50	24,00	

Tabel 5, menunjukkan jika selama tahap intervensi selama 21 hari, berat badan pada kelompok perlakuan mengalami variasi perubahan. Pada kelompok KP1 (perlakuan susu beras), berat badan meningkat dari 22,00 gram di hari pertama menjadi 24,00 gram di hari ke-21. Meskipun dalam statistik hal ini tidak bermakna ($p = 0,095$ atau $>0,05$), secara klinis terdapat indikasi perbaikan status gizi mencit stunting. Hal serupa juga terjadi pada kelompok

KP2 (perlakuan vitamin D), dengan peningkatan berat badan dari 21,50 gram menjadi 24,00 gram dan nilai $p = 0,159$ ($>0,05$), yang juga tidak signifikan secara statistik. Namun demikian, hasil ini menunjukkan bahwa pemberian vitamin D tunggal memberikan efek positif yang sebanding dengan KP1 dalam mendukung pemulihan berat badan pada mencit dengan kondisi stunting.

Tabel 6. Perbedaan Rerata Berat Badan Kelompok Mencit KP3 Pada Tahap Perlakuan

Kelompok Mencit	BB Hari ke		<i>p-value</i>
	1	7	
KN	20,00	20,00	0,423
KP3	18,00	20,00	

Tabel 6, memperlihatkan bahwa pada kelompok KP3 (kombinasi susu beras dan vitamin D), berat badan mencit meningkat dari 18,00 gram menjadi 20,00 gram, namun pengamatan hanya berlangsung hingga hari ke-7 karena seluruh hewan uji

meninggal sebelum mencapai hari ke-21. Nilai $p = 0,423 (>0,05)$ menunjukkan bahwa perubahan berat badan tersebut tidak signifikan secara statistik. Temuan ini mengindikasikan bahwa kombinasi intervensi dengan dosis yang digunakan.

Tabel 7. Perbedaan Rerata Panjang Ekor Kelompok Mencit KP1 Dan KP 2 Pada Tahap Perlakuan

Kelompok Mencit	PE Hari ke		<i>p-value</i>
	1	21	
KN	8,50	8,50	0,184
KP1	9,00	10,00	
KN	8,50	8,50	0,423
KP2	8,50	9,50	

Tabel 7, menunjukkan bahwa selama tahap intervensi, kelompok KP1 mengalami peningkatan panjang ekor dari 9,00 cm menjadi 10,00 cm setelah 21 hari, dengan nilai $p = 0,184 (>0,05)$. Meskipun tidak signifikan secara statistik, peningkatan sebesar 1 cm ini mengindikasikan adanya dampak positif pemberian susu beras terhadap pertumbuhan linier mencit. Kelompok

KP2 juga menunjukkan peningkatan panjang ekor dari 8,50 cm menjadi 9,50 cm, dengan nilai $p = 0,423 (>0,05)$, yang meskipun tidak signifikan, tetap mencerminkan adanya perbaikan pertumbuhan. Sementara itu, kelompok KP3 menunjukkan peningkatan dari 9,30 cm menjadi 9,50 cm hingga hari ke-7, dan perubahan ini signifikan dengan nilai $p = 0,012 (>0,05)$.

Tabel 8. Perbedaan Rerata Panjang Ekor Kelompok Mencit KP3 Pada Tahap Perlakuan

Kelompok Mencit	PE Hari ke		<i>p-value</i>
	1	7	
KN	8,50	8,50	0,012
KP3	9,30	9,50	

Berdasarkan pada tabel 8, interpretasi hasil pada kelompok KP3 perlu dilakukan dengan kehati-hatian karena pengamatan hanya berlangsung hingga hari ke-7, mengingat seluruh hewan uji tidak bertahan hingga akhir masa intervensi. Kondisi ini menunjukkan bahwa meskipun

kombinasi susu beras dan vitamin D memberikan respons awal yang positif terhadap pertumbuhan linier, efek jangka panjangnya belum dapat dipastikan dan berpotensi menimbulkan risiko tinggi terhadap kelangsungan hidup mencit.

PEMBAHASAN

Temuan pada studi ini, merepresentasikan keberhasilan perlakuan mencit model induksi stunting dengan pendekatan diet rendah protein (7%), pemberian indometasin, maupun kombinasi keduanya, efektif menciptakan kondisi kegagalan pertumbuhan (*growth faltering*). Hal ini dibuktikan dengan penurunan rerata berat badan mencit pada kelompok induksi (KI) dari 28,00 gram menjadi 18,67 gram dalam 21 hari, yang mengindikasikan keberhasilan model ini dalam memicu status malnutrisi kronis. Sebaliknya, kelompok kontrol normal (KN) yang mengonsumsi pakan standar justru mengalami peningkatan berat badan, menunjukkan bahwa faktor diet dan stresor inflamasi berkontribusi besar terhadap perlambatan pertumbuhan.

Diet rendah protein menyebabkan kekurangan makronutrien, sedangkan indometasin menimbulkan enteropati yang mengganggu penyerapan nutrisi dan berpotensi menyebabkan infeksi berulang (Kemenkes RI, 2022; Salameh *et al.*, 2020). Kekurangan protein ditandai dengan penurunan kadar albumin, hemoglobin, dan protein total dalam serum (Ummah, 2019). Indometasin sendiri bekerja dengan menghambat aktivitas enzim cyclooxygenase (COX), yang berperan dalam sintesis prostaglandin untuk menjaga lapisan mukus, sirkulasi darah pada mukosa, serta mengurangi inflamasi. Kombinasi dari faktor-faktor inilah yang secara efektif mengakibatkan keberhasilan metode induksi stunting (Zhang *et al.*, 2022; Wallace, 2013).

Pada studi ini juga ditemukan pada tahap perlakuan, baik kelompok KP1 (susu beras) maupun KP2 (vitamin D) menunjukkan hasil pemulihan yang sangat positif berupa peningkatan berat badan dan panjang ekor dibandingkan kelompok kontrol normal yang memiliki berat badan dan panjang ekor 20,00 gram dan 8,50 cm sebagai acuan sehat tanpa intervensi. Pada KP1 (susu beras) dengan rerata peningkatan berat badan dari 22,00 gram menjadi 24,00 gram serta rerata pertambahan panjang ekor

dari 9,00 cm menjadi 10,00 cm mencerminkan efek positif susu beras terhadap pemulihan pertumbuhan. Meskipun hasil uji diperoleh p-value 0,095 (BB) dan 0,184 (PE), yang berarti tidak signifikan secara statistik, tren peningkatan ini menunjukkan potensi susu beras sebagai intervensi gizi (Setiani *et al.*, 2023).

Secara teoretis, susu beras merupakan sumber protein yang inferior, baik dari segi kuantitas maupun kualitas (Kalman, 2014). Dalam satu porsi susu beras berukuran 8 ons atau sekitar 244 gram, terkandung sekitar 115 kalori, 0,7 gram protein, 22,4 gram karbohidrat, dan 2,4 gram lemak (Frey, 2022). Hasil ini konsisten dengan Hermawati (2019), yang menunjukkan bahwa tikus yang diberi makanan tinggi protein berupa susu dengan kandungan whey protein sebanyak 10 gram mengalami peningkatan nafsu makan, yang berakibat pada peningkatan berat badan (Hermawati *et al.*, 2019). Temuan serupa juga didukung oleh Setiani *et al.* (2023), yang mengungkapkan bahwa susu beras dapat menjadi alternatif sumber nutrisi yang mendukung kebutuhan gizi, khususnya pada tahap awal pertumbuhan.

Di sisi lain, kelompok KP2 yang menerima perlakuan berupa vitamin D menunjukkan adanya peningkatan pada berat badan dan panjang ekor mencit. Namun, hasil analisis statistik tidak menunjukkan adanya hubungan yang signifikan, baik pada berat badan ($p=0,159$) maupun panjang ekor ($p=0,423$). Secara biologis, vitamin D ialah mikronutrien krusial yang berpengaruh pada pertumbuhan tulang (Kemenkes, 2023).

Zat ini diketahui memiliki peran vital dalam proses metabolisme kalsium, pembentukan jaringan tulang, serta sebagai agen imunomodulator (Ardesia *et al.*, 2015). Kekurangan vitamin D kerap ditemukan pada anak-anak dengan kondisi stunting, yang dapat menyebabkan gangguan pertumbuhan linier (Anton, 2022). Asupan vitamin D yang memadai mendukung metabolisme tulang secara optimal, menjaga kadar kalsium dalam darah tetap stabil, serta

membantu penyerapan kalsium dan fosfat di usus halus (Valentina *et al.*, 2014). Oleh karena itu, meskipun hasil studi ini tidak menunjukkan efek signifikan secara statistik, pemberian vitamin D tetap dianggap penting dalam upaya penanggulangan stunting.

Sementara pada kelompok KP3, yang menerima kombinasi susu beras dan vitamin D, mengalami tingkat mortalitas yang tinggi sehingga tidak memungkinkan dilakukan analisis lanjutan secara menyeluruh. Akibatnya, data yang diperoleh sangat terbatas dan hanya mencakup analisis terhadap variabel berat badan ($p = 0,423$) dan panjang ekor ($p = 0,012$). Tingginya angka kematian ini diduga disebabkan oleh respons metabolik yang berlebihan, yang dipicu oleh tingginya beban glukosa dari susu beras serta efek anabolik vitamin D yang mempercepat penyerapan kalsium.

Dimana kombinasi ini menciptakan overwhelming metabolic load yang menyerupai refeeding syndrome, suatu kondisi metabolik serius yang sering terjadi pada individu dengan riwayat malnutrisi kronis (Livesey *et al.*, 2008; Christakos *et al.*, 2015; Araujo Castro & Vázquez Martínez, 2018). Sehingga meskipun analisis statistik menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada panjang ekor ($p = 0,012$), temuan ini tidak dapat dianggap sebagai keberhasilan intervensi mengingat tingginya angka kematian pada kelompok tersebut.

Temuan ini menegaskan pentingnya pendekatan yang hati-hati dalam merancang kombinasi intervensi nutrisi, terutama pada kasus malnutrisi kronis. Intervensi yang terlalu agresif tanpa mempertimbangkan kapasitas adaptasi metabolik dapat menyebabkan komplikasi serius, termasuk kematian, dan justru menghambat proses pemulihan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil studi ditemukan jika pemberian susu beras (KP1), vitamin D (KP2), dan kombinasi susu beras dengan vitamin D (KP3) terhadap mencit model stunting tidak

menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan berat badan, dengan p-value masing-masing yaitu 0,095 (KP1), 0,159 (KP2), dan 0,423 (KP3). Meskipun terjadi peningkatan berat badan secara deskriptif pada ketiga kelompok perlakuan, peningkatan tersebut tidak signifikan secara statistik. Sebaliknya, pada pengukuran panjang ekor sebagai indikator pertumbuhan linier, hanya kelompok kombinasi (KP3) yang menunjukkan hasil signifikan dengan p-value sebesar 0,012, sementara KP1 dan KP2 masing-masing menunjukkan p-value 0,184 dan 0,423. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pemberian kombinasi susu beras dan vitamin D memiliki pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan linier mencit model stunting, namun tidak berpengaruh terhadap peningkatan berat badan. Hasil ini menunjukkan bahwa kombinasi tersebut berpotensi sebagai intervensi nutrisi alternatif dalam mendukung pemulihan pertumbuhan linier pada kondisi stunting.

DAFTAR PUSTAKA

- Adelia, A., Paramitha, L., Sampurna, A. T., Budianti, W. K., & Zubier, F. (2017). The role of oral vitamin D in several skin diseases. *Journal of General-Procedural Dermatology & Venereology Indonesia*, 2(1), 18–23.
<https://doi.org/10.19100/jdvi.v2i1.37>
- Anton, S. S. (2022). Efek pemberian makanan tambahan berbasis udang rebon terhadap kadar serum albumin, serum zink, IGF-1, dan status gizi anak malnutrisi usia 24–60 bulan. *Jurnal Gizi dan Kesehatan Anak Indonesia*, 10(2), 101–112.
<http://repository.unhas.ac.id/id/eprint/21822/>
- Araujo Castro, M., & Vázquez Martínez, C. (2018). The refeeding syndrome. Importance of phosphorus. *Medicina Clinica*, 150(12), 472–478.
<https://doi.org/10.1016/j.medcli.2017.12.008>

- Ardesia, M., Ferlazzo, G., Fries, W., & Šebeková, K. (2015). Vitamin D and inflammatory bowel disease. *BioMed Research International*, 2015. <https://doi.org/10.1155/2015/470805>
- Asra Laily, L., Indarjo, S., Ilmu Kesehatan Masyarakat, J., Ilmu Keolahragaan, F., & Negeri Semarang, U. (2023). 354 *Higeia 7 (3) (2023) Higeia Journal Of Public Health Research And Development Literature Review:Dampak Stunting terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Anak*. <https://doi.org/10.15294/higeia/v7i3/63544>
- Bahagia Febriani, A. D., Daud, D., Rauf, S., Nawing, H. D., Ganda, I. J., Salekede, S. B., Angriani, H., Maddeppungeng, M., Juliaty, A., Alasiry, E., Artaty, R. D., Lawang, S. A., Ridha, N. R., Laompo, A., Rahimi, R., Aras, J., & Sarmila, B. (2020). Risk factors and nutritional profiles associated with stunting in children. *Pediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition*, 23(5). <https://doi.org/10.5223/PGHN.2020.23.5.457>
- Christakos, S., Dhawan, P., Verstuyf, A., Verlinden, L., & Carmeliet, G. (2015). Vitamin D: Metabolism, molecular mechanism of action, and pleiotropic effects. *Physiological Reviews*, 96(1), 365–408. <https://doi.org/10.1152/physrev.00014.2015>
- Dina Khairani, S. I. (2024). Buku Prinsip dan Praktik Hewan Percobaan Mencit *Mus musculus*. In USU Press (Ed.), *Prinsip Dan Praktik Hewan Percobaan Mencit (Mus musculus)*. USU Press. https://www.Researchgate.net/publication/378012780_Prinsip_dan_Praktik_Hewan_Percobaan_Mencit_Mus_musculus_01302024
- Dutta, S., & Sengupta, P. (2016). Men and mice: Relating their ages. In *Life Sciences*(Vol. 152, pp. 244–248). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2015.10.025>
- Eka Sari, F., Easter Yanti, D., Angelina, C. F., Salwa Zasya, R., Mariam, S., & Kesehatan Masyarakat Universitas Malahayati Bandar Lampung, F. (2022). Penyuluhan Kesehatan Stunting Di Posyandu Flamboyan I Kecamatan Way Halim Kota Bandar Lampung Provinsi Lampung. *Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM)* (Vol. 4, Issue 2). Cetak. EPIDEMIOLOGI STUNTING (2024). <https://www.lppmfatimaparepare.org/index.php/FATIMA>
- Febri Kurniatin, L.,Fitriyani Bahriyah, Isra Wati, Sitti Marya Ulva, Umbu Putal Abselian, Uliyatul Laili, N., Mayurni Firdayana Malik, Happy Novriyanti Purwadi, & M. Yuli Ernawati (2023). *Penerbit Cv.Eureka Media Aksara*.
- Febriani, A., Diansyah², A., Dan, F., & Kesehatan, I. (2024). Analisis Pertumbuhan Dan Perkembangan Anak Usia 4-5 Tahun Di Kota Pekanbaru. In *Jurnal Kesehatan Ilmiah Indonesia (Indonesian Health Scientific Journal)* (Vol. 100, Issue 1).
- Fitriani. (2022). Hubungan Pengetahuan Dan Sikap Ibu Dengan Kejadian Stunting Pada Balita Di Desa Arongan Kecamatan Kuala Pesisir Kabupaten Nagan Raya. *Journal Biologi Education*, 10(1), 23–33.
- Frey, M. A. (2022). *Rice Milk Nutrition Facts and Health Benefits*. <https://www.verywellfit.com/rice-milk-nutrition-facts-and-health-benefits-5079660> Ilmani, D. A., & Fikawati, S. (2023). Nutrition Intake as a Risk Factor of Stunting in Children Aged 25–30 Months in Central Jakarta, Indonesia. *Jurnal Gizi Dan Pangan*, 18(2), 117–126. <https://doi.org/10.25182/jgp.2023.18.2.117-126>
- Hermawati, H., Salam, A., & Manti Battung, S. (2019). Efek Protein

- Sempurna Dan Tidak Sempurna Terhadap Berat Badan Dan Albumin Tikus. *Jurnal Gizi Masyarakat Indonesia: The Journal of Indonesian Community Nutrition*, 8(1). <https://doi.org/10.30597/jgmi.v8i1.7373>
- Kalman, D. S. (2014). Amino acid composition of an organic brown rice protein concentrate and isolate compared to soy and whey concentrates and isolates. *Foods*, 3(3), 394–402. <https://doi.org/10.3390/foods3030394>
- Livesey, G., Taylor, R., Hulshof, T., & Howlett, J. (2008). Glycemic response and health - A systematic review and meta-analysis: Relations between dietary glycemic properties and health outcomes. *American Journal of Clinical Nutrition*, 87(1), 258–268. <https://doi.org/10.1093/ajcn/87.1.258s>
- KEMENKES RI (2022). *Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia* (2022).
- Komang Tri Apriastini, N., Putu Tia Adnyani, N., Onik Selvyani, P., & Hendra Setiawan, (2024). Stunting: Faktor Risiko, Diagnosis, Tatalaksana, Dan Prognosis. In *Ganesha Medicina Journal* (Vol. 4).
- M., Hang, S., (2015). Permasalahan Anak Pendek (Stunting) Dan Intervensi Untuk Mencegah Terjadinya Stunting. In *Jurnal Kesehatan Komunitas* (Vol. 2, Issue 6).
- Marsellinda, E., & Ferilda, S. (2023). Hubungan asupan kalsium dan vitamin D pada anak stunting dan tidak stunting usia 12–59 bulan di Kabupaten Sijunjung. *MEDFARM: Jurnal Farmasi dan Kesehatan*, 12(2), 202–208. <https://doi.org/10.48191/medfarm.v12i2.240>
- Maryati, I., Annisa, N., & Amira, I. (2023). Faktor Dominan terhadap Kejadian Stunting Balita. *Jurnal Obsesi : Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 7(3), 2695–2707. <https://doi.org/10.31004/obsesi.v7i3.4419>
- Noer, R. I., & Yenny, S. W. (2022). Penggunaan Vitamin D di Bidang Dermatologi. *HEME : Health and Medical Journal*, IV, 2685–2772.
- Bridges, M. (2018). *Moo-ove over, cow's milk: The rise of plant-based dairy alternatives*. *Practical Gastroenterology*, 21, 20–27. PERMENKES RI, 2014.
- Rahayu, A., Yulidasari, F., Putri, A. O., & Anggraini, L. (2018). *Study guide – stunting dan upaya pencegahannya: bagi mahasiswa Program Studi Kesehatan Masyarakat* (CV Mine). 88 hlm
- Ratnasari, Y., & Nurhandayani, T. (2024). *Upaya Pencegahan Stunting Ditinjau dari Intervensi Gizi Spesifik Pada Masa 1000 Hari Pertama Kehidupan di Wilayah Kerja Puskesmas Pasar Simpang Kabupaten Tanggamus*. 05(02). <https://doi.org/10.30656/jdkp.v5i2.8607>
- Riyadi, A., Ningsih, L., Jumiyati, J., & Rahmadi, A. (2023). The influence of calcium and iron supplementation in pregnant women to affect newborn body length in Bengkulu. *Jurnal Media Gizi Indonesia*, 18(1SP), 38–45. <https://doi.org/10.20473/mgi.v18i1SP.38-45>
- Salameh, E., Jarbeau, M., Morel, F. B., Zeilani, M., Aziz, M., Déchelotte, P., & Marion-Letellier, R. (2020). Modeling undernutrition with enteropathy in mice. *Scientific Reports*, 10(1), 1–16. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-72705-0>
- Setiani, L. A., Moerfiah, M., & Dewi, P. K. (2023). Effectiveness Of Tajin Water (Rice-Water) As A Coupling Food To Improve Weight Board (Mus Musculus). *Journal of Science Innovare*, 6(1), 10–14. <https://doi.org/10.33751/jsi.v6i1.7747>
- Ummah, M. S. (2019). Peraturan Badan Pengawas Obat Dan Makanan Nomor 20 Tahun 2023 Tentang

- Pedoman Uji Farmakodinamik
Praklinik Obat Tradisional.
Sustainability
(Switzerland),11(1),1-14.
http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regs-ciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_Sistem_Pembetulan_Terpusat_Strategi_Melestari
- Valentina, Victoria, Palupi, S., Nurheni, & Andarwulan, N. (2014). Asupan Kalsium Dan Vitamin D Pada Anak Indonesia Usia 2 - 12 Tahun. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*,25(1), 83-89. <https://doi.org/10.6066/jtip.2014.25.1.83>
- Wallace, J. L. (2013). Mechanisms, prevention and clinical implications of nonsteroidal anti-inflammatory drug-enteropathy. *World Journal of Gastroenterology*, 19(12), 1861-1876. <https://doi.org/10.3748/wjg.v19.i12.1861>
- Zhang, M., Xia, F., Xia, S., Zhou, W., Zhang, Y., Han, X., Zhao, K., Feng, L., Dong, R., Tian, D., Yu, Y., & Liao, J. (2022). NSAID-Associated Small Intestinal Injury: An Overview From Animal Model Development to Pathogenesis, Treatment, and Prevention. *Frontiers in Pharmacology*, 13(February), 1-15. <https://doi.org/10.3389/fphar.2022.818877>