

Efek intervensi permen probiotik *Lactobacillus plantarum* Dad-13 terhadap kualitas feses dan komposisi mikrobial usus balita gizi kurang

The effect of probiotic Lactobacillus plantarum Dad-13 intervention on fecal quality and gut microbiota composition of undernourished infants

SAGO: Gizi dan Kesehatan
2023, Vol. 5(1) 189-198
© The Author(s) 2023



DOI: <http://dx.doi.org/10.30867/gikes.v5i1.1336>
<https://ejournal.poltekkesaceh.ac.id/index.php/gikes>



Poltekkes Kemenkes Aceh

Rafli Zulfa Kamil^{1*}, Agens Murdiati², Mohammad Juffrie³, Endang Sutriswati Rahayu⁴

Abstract

Background: Undernutrition, a high nutritional problem in Indonesia, can be caused by the imbalance of the gut microbiota composition and gut healthiness. Probiotic intervention is one of the ways that can maintain those aspects. Preventive steps to address malnutrition can improve human resources in the future.

Objectives: This research aimed to evaluate the efficacy of probiotic *L. plantarum* Dad-13 intervention on fecal quality and gut microbiota modulation of undernourished infants.

Methods: This research was conducted in Tirtoadi Village, Sleman, Yogyakarta, from January to March 2020, using a randomized, double-blind clinical control trial design with two groups: placebo (n:15) and probiotic (n:15), over a 50-day intervention period. The probiotic group was given *L. plantarum* Dad-13 candy, while the placebo group was given candy with the same composition but without adding *L. plantarum* Dad-13. Anthropometric measurements and feces sampling were carried out before and after the intervention. Fecal samples were then analyzed for fecal quality and intestinal microbial composition. The data obtained were analyzed using the Wilcoxon paired test for within-group differences (before and after the intervention). In contrast, the Wilcoxon rank-sum test was used for between-group analysis (placebo and probiotic).

Results: The result showed that the intervention of *L. plantarum* Dad-13 candy improved defecation frequency ($p < 0,024$) and fecal consistency towards the normal category. Besides that, although there is no change in the F/B ratio, *L. plantarum* Dad-13 intervention also enhanced the number of genus-related Firmicutes phylum, which have the benefit of maintaining gut health and inhibiting the growth of pathogenic bacteria.

Conclusion: Therefore, probiotic *L. plantarum* Dad-13 can prevent the progression of stunting in undernourished children.

Keywords

Gut microbiota, *L. plantarum* Dad-13, probiotic, undernutrition, fecal quality

Abstrak

Latar Belakang: Gizi kurang merupakan permasalahan gizi yang prevalensinya cukup tinggi di Indonesia, dan dapat disebabkan oleh ketidakseimbangan komposisi mikrobial usus dan kesehatan saluran cerna. Intervensi probiotik merupakan salah satu cara untuk menjaga keseimbangan komposisi mikrobial usus dan kesehatan saluran cerna. Langkah preventif penanganan gizi kurang dapat memperbaiki sumber daya manusia dimasa depan.

Tujuan: Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efikasi intervensi probiotik *L. plantarum* Dad-13 terhadap kualitas feses dan modulasi *gut microbiota* pada balita gizi kurang.

¹ Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Jl. Prof. Soedarto, Tembalang, Semarang 50275, Indonesia. E-mail: rafizulfakamil@lecturer.undip.ac.id

² Departemen Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Jl. Flora No 1 Bulaksumur, Yogyakarta 55281, Indonesia. E-mail: amurdiati@ugm.ac.id, endangsrahaya@ugm.ac.id

³ Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat dan Keperawatan, Universitas Gadjah Mada, Jl. Farmako, Senolowo, Skip Utara, Yogyakarta 55281, Indonesia. E-mail: mjuffrie@ugm.ac.id

⁴ Pusat Studi Pangan dan Gizi, Universitas Gadjah Mada, Jl. Teknik Utara Barek, Yogyakarta 55281, Indonesia. E-mail: endangsrahaya@ugm.ac.id

Penulis Koresponding:

Rafli Zulfa Kamil: Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Jl. Prof. Soedarto, Tembalang, Semarang 50275, Indonesia. E-mail: rafizulfakamil@lecturer.undip.ac.id

Metode: Penelitian ini dilakukan di Desa Tirtoadi, Sleman, Yogyakarta pada bulan Januari-Maret 2020 dengan rancangan penelitian *randomized doubled-blind clinical control trial* dengan dua kelompok yaitu placebo (n:15) dan probiotik (n:15) selama 50 hari intervensi. Kelompok probiotik diberikan permen *L. plantarum* Dad-13, sedangkan kelompok placebo diberikan permen dengan komposisi sama namun tanpa penambahan *L. plantarum* Dad-13. Pengukuran antropometri dan pengambilan sampel feses dilakukan sebelum dan sesudah intervensi. Sampel feses kemudian dianalisis kualitas feses dan komposisi mikrobial usus. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan *Wilcoxon paired test* untuk perbedaan dalam kelompok (sebelum dan sesudah intervensi), sedangkan *Wilcoxon rank-sum test* untuk analisis perbedaan antar kelompok (placebo dan probiotik).

Hasil: Hasil penelitian diperoleh jika intervensi permen *L. plantarum* Dad-13 dapat meningkatkan frekuensi defekasi ($p < 0,024$) dan konsistensi feses menjadi kategori normal. Selain itu meskipun tidak terdapat perubahan rasio F/B, intervensi *L. plantarum* Dad-13 juga mampu meningkatkan genus mikrobial dari phylum Firmicutes yang mampu menghasilkan asam butirat yang bermanfaat menjaga kesehatan saluran cerna dan menekan pertumbuhan bakteri patogen pada usus.

Kesimpulan: Probiotik *L. plantarum* Dad-13 mampu digunakan untuk langkah preventif perkembangan kejadian stunting pada anak gizi kurang.

Kata Kunci

Mikrobial usus, *L. plantarum* Dad-13, probiotik, mikrobial usus, kualitas feses

Pendahuluan

Malnutrisi merupakan permasalahan gizi global yang bersifat dua arah akibat ketidakseimbangan asupan zat gizi pada tubuh, hal tersebut termasuk gizi kurang (*undernutrition*) dan gizi berlebih (*overnutrition*). Sebagai negara berkembang, permasalahan gizi terbesar yang dihadapi oleh Indonesia adalah pada kasus gizi kurang. Indonesia menduduki urutan ke-3 setelah Timor Leste dan India dengan jumlah balita pendek se-Asia Tenggara. Berdasarkan keparahannya, gizi kurang dapat dikategorikan menjadi *moderate* (z-score antara -3 sampai -2 SD) dan *severe undernutrition* (z-score dibawah -3SD) (Kamil et al., 2021a)

Pada balita, kejadian kekurangan gizi dapat berpengaruh terhadap keterlambatan pertumbuhan, penurunan kecerdasan dan kemampuan motorik, serta kematian apabila sudah termasuk dalam kategori *severe malnutrition*. Pada Kawasan Asia, balita yang mengalami *stunting* sebesar 50-54% (UNICEF, WHO, World Bank, 2020).

Berdasarkan data Kementerian Kesehatan Badan Penelitian dan Kesehatan, (2018), jumlah balita yang mengalami gizi kurang dan gizi buruk di Yogyakarta tidak mengalami perubahan signifikan sejak tahun 2013. Selain itu, diketahui jumlah bayi yang lahir dengan kondisi berat badan rendah dan kekurangan protein paling tinggi diketahui berada di daerah Kulon Progo, sedangkan balita *stunting* (pendek) prevalensinya lebih banyak di daerah Sleman (Dinas Kesehatan DIY, 2019).

Penelitian terbaru, kejadian gizi kurang tidak hanya dikaitkan dengan kurangnya asupan

makanan, sanitasi, ataupun kondisi ekonomi, melainkan terdapat hubungan antara komposisi mikrobial usus (*gut microbiota*) dengan status gizi inangnya (Alou et al., 2017; Robertson, 2020). Pada anak gizi kurang diketahui memiliki keragaman komposisi mikrobial usus yang rendah serta didominasi oleh phylum Proteobacteria yang memiliki tendensi sebagai bakteri yang kurang menguntungkan (Velly et al., 2017).

Selain itu, kualitas feses juga merupakan suatu indikator kesehatan saluran cerna. Kejadian konstipasi pada anak yang mengalami kekurangan gizi dilaporkan (Soylu, 2013). Namun hasil yang berbeda diperoleh pada penelitian oleh Salwan et al, (2010), dijelaskan bahwa tidak terdapat hubungan antara pola defekasi bayi usia 7-12 bulan yang menderita gizi buruk dan penurunan berat badan. Pemberian medikasi pada anak gizi kurang yang mengalami konstipasi dapat meningkatkan berat badan setelah 24 minggu (Chao et al., 2008). Hal tersebut mengindikasikan jika terdapat kaitan antara kejadian gizi kurang dan konstipasi, yaitu akibat timbulnya efek ketidaknyamanan pada saluran pencernaan seperti flatulensi dan mual sehingga menyebabkan turunnya nafsu makan (Chao et al., 2008). Feses pada anak yang menderita gizi kurang teridentifikasi berwarna coklat, konsistensi lunak, tidak terdapat lender dan darah (Haniyah et al., 2022).

Berdasarkan hal tersebut, perubahan komposisi mikrobial usus kini menjadi target dalam langkah mencegah ataupun penanganan kasus gizi kurang, selain itu perbedaan referensi terkait kualitas feses balita gizi kurang perlu dikaji lebih lanjut. Salah satunya adalah dengan intervensi

probiotik. *L. plantarum* Dad-13 adalah isolat probiotik lokal dari fermentasi spontan susu kerbau dan telah teruji karakteristiknya sebagai probiotik, seperti tahan saluran cerna, dan memiliki aktivitas antibakteri terhadap patogen (Rahayu et al., 2015). Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi perubahan kualitas feses dan komposisi mikrobial usus pada balita gizi kurang melalui intervensi probiotik *L. plantarum* Dad-13 dengan permen sebagai pembawa sel probiotik.

Metode

Penelitian ini telah mendapatkan persetujuan etik dari Komisi Etik Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat dan Keperawatan, Universitas Gadjah mada (*reference number*: KE/FK/1303/EC/2019) dan telah terregistrasi pada <https://www.thaiclinicaltrials.org/> (TCTR20220209009) dan <https://ina-registry.org/> (INA-DC4CNNS).

Perhitungan Jumlah Sampel

Jumlah sampel pada penelitian ini ditentukan berdasarkan rumus *hypothesis test for two population means (two-sided test)* (persamaan 1) berdasarkan Lwanga & Lemeshow, (1991).

$$n = \frac{2\delta^2 \left(Z_{1-\frac{\alpha}{2}} + Z_{1-\beta} \right)^2}{(\mu_1 - \mu_2)^2}$$

- n : Jumlah sampel
δ : Standar deviasi dari populasi (asumsi: 0,95)
β : *Statistical power* (asumsi 10%)
μ₁ : Rata-rata peningkatan berat badan kelompok intervensi (1,28 ± 0,94 kg; Surono et al. (2011))
μ₂ : Rata-rata peningkatan berat badan kelompok control (0,99 ± 0,99 kg, Surono et al. (2011))

Jumlah minimal sampel yang diperoleh kemudian dikalikan dengan faktor konversi (*lost to follow*, asumsi 20%). Sehingga diperoleh jumlah minimal sampel tiap kelompok adalah 13 anak.

Subjek penelitian

Penelitian ini dilakukan di Desa Tirtoadi, Sleman, Yogyakarta. Daftar anak yang mengalami gizi kurang diperoleh dari Puskesmas Mlati II dan kunjungan secara langsung. Kriteria inklusi adalah berusia 2-5 tahun (dapat mengkonsumsi makanan padat),

memiliki Z score antara -2 sampai -3 standar deviasi, dan tidak mengkonsumsi probiotik, prebiotik, dan atau antibiotik sebulan sebelum penelitian.

Desain penelitian

Penelitian didahului dengan 10 hari observasi untuk pengkondisian subjek, dimana subjek tidak diperbolehkan konsumsi probiotik, prebiotik, dan obat laksative. Desain penelitian yang digunakan adalah *randomized double blind clinical control trial*. Produk yang digunakan pada penelitian ini adalah permen probiotik *L. plantarum* Dad-13 yang diproduksi berdasarkan Kamil et al. (2021).

Setelah 10 hari observasi, subjek (placebo: 15 & probiotik: 15) diminta untuk mengkonsumsi permen probiotik *L. plantarum* Dad-13 ($8,96 \times 10^8 - 1,16 \times 10^9$ CFU/3g) untuk kelompok probiotik, dan permen dengan komposisi yang sama namun tanpa penambahan sel probiotik untuk kelompok placebo. Konsumsi dilakukan selama 50 hari disertai dengan pencatatan kualitas feses yang meliputi frekuensi defekasi, konsistensi feses (Bristol stool scale), dan warna feses.

Sampling feses dilakukan pada hari ke-0 dan ke-50 (±1 hari) konsumsi untuk dilakukan analisis kualitas feses dan komposisi mikrobial usus. Feses yang diperoleh langsung disimpan beku (-40°C) hingga akan dilakukan analisis.

Analisis komposisi mikrobial usus

Analisis mikrobial usus dilakukan secara molekuler oleh Novogene (Singapore). Sebelum sampel feses dianalisis secara molekuler, terlebih dahulu dilakukan ekstraksi DNA dengan metode yang mengacu pada Kamil et al., (2021a). Data yang diperoleh direpresentasikan sebagai % relatif terhadap keseluruhan komposisi mikrobial usus.

Analisis data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan IBM SPSS statistic 26. *Wilcoxon paired test* digunakan untuk analisis perbedaan dalam kelompok (sebelum dan sesudah intervensi), sedangkan *Wilcoxon rank-sum test* untuk analisis perbedaan antar kelompok (placebo dan probiotik).

Hasil

Tabel 1 menunjukkan data demografi, dan Tabel 2 menunjukkan karakteristik subjek. Berdasarkan data demografi diketahui jika kedua kelompok

termasuk dalam keluarga dengan pendapatan menengah kebawah (\leq Rp. 1.100.000-2.000.000). Selain itu berdasarkan parameter status gizi, kelompok placebo dan probiotik termasuk dalam kategori *wasting*/gizi kurang (BB/U) dan *stunting*/pendek (PB/U) dengan tingkat keparahan *moderate malnutrition* ($-3SD < Z\text{-score} < -2SD$). Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini merupakan salah satu langkah pencegahan perkembangan kasus gizi kurang menjadi *severe malnutrition* ($z\text{-score}$ dibawah $-3SD$).

Tabel 1. Data demografi subjek

	Placebo (n= 15)		Probiotik (n= 15)	
	n	%	n	%
Pekerjaan Ayah				
Pekerja swasta	6	40	4	26,7
Buruh	8	53,3	7	46,7
Wiraswasta	1	6,67	2	13,3
Petani			1	6,67
PNS			1	6,67
Tidak bekerja				
Pendidikan Ayah				
SD	1	6,67	5	33,3
SMP	1	6,67	3	20
SMA/K	13	86,7	5	33,3
Diploma/Sarjana			2	13,3
Pendapatan/bulan (Rp)				
<500,000			1	6,67
600,000- 1,000,000	9	60	6	40
1,100,000- 2,000,000	5	33,3	3	20
>2,000,000	1	6,67	5	33,3
Kelahiran				

Normal	14	93,3	13	86,7
Caesar	1	6,67	2	13,3
Umur kelahiran				
40 minggu	15	100	13	86,7
<40 minggu			2	13,3
Pemberian ASI eksklusif				
Ya	15	100	14	93,3
Tidak			1	6,67

Tabel 2. Karakteristik subjek

	Placebo (n= 15)	Probiotik (n= 15)
Laki-laki	10 (66,67%)	9 (60,00%)
Perempuan	5 (33,33%)	6 (40,00%)
Umur (bulan)	37,80±11,78	37,93±12,98
BB (kg)	11,20±1,96	10,84±1,43
TB (cm)	88,88±8,00	87,06±6,84
WHZ (BB/TB)	-1,40±0,61	-1,19±0,87
WAZ (BB/U)	-2,22±0,74	-2,28±0,94
HAZ (TB/U)	-2,21±0,79	-2,55±1,03

Data ditampilkan dalam mean \pm standar deviasi (SD). BB: Berat badan, TB: Tinggi badan. Data tidak beda signifikan, dan diadopsi dari (Kamil et al., 2022)

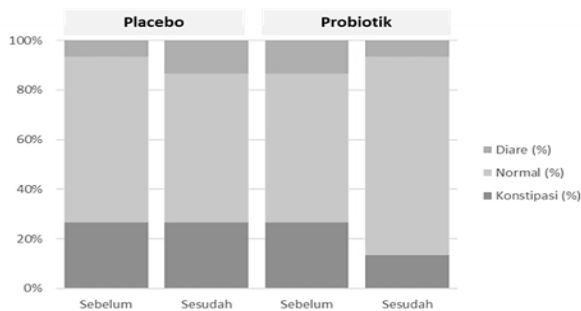
Perubahan kualitas feses

Data perubahan kualitas feses (frekuensi defekasi, konsistensi, dan warna) pada kedua kelompok dapat dilihat pada Tabel 3. Berdasarkan Tabel 3, diketahui jika terdapat perubahan signifikan pada kelompok probiotik, yaitu pada peningkatan frekuensi defekasi dan warna feses. Disisi lain, pada kelompok placebo tidak terjadi perubahan kualitas feses pada semua parameter yang diamati.

Tabel 3. Perubahan kualitas feses setelah 50 hari intervensi

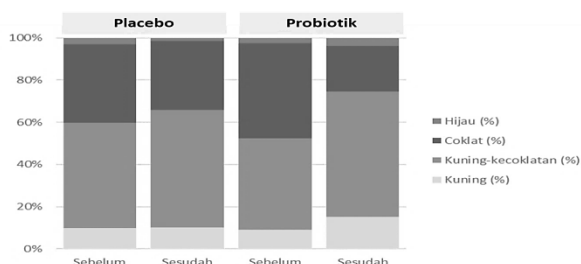
	Grup	Sebelum	Sesudah	Selisih	p
Frekuensi BAB*	Placebo	9,53±4,29	9,20±3,51	-0,33±0,78	0,654
	Probiotik	8,60±3,36	10,60±4,48	-2,00±1,12	0,024
Konsistesni	Placebo	3,27±1,24	3,31±1,31	-0,04±0,07	0,737
	Probiotik	3,92±1,21	3,95±1,09	-0,03±0,12	0,146
Warna	Placebo	2,33±0,70	2,25±0,65	0,08±0,05	0,163
	Probiotik	2,41±0,70	2,14±0,71	0,27±0,01	0,005

*Frekuensi BAB/10 hari. Data ditampilkan dalam mean \pm standar deviasi (SD). Wilcoxon paired test ($p < 0,05$). Konsistensi: (1-2) Konstipasi; (3-4) Normal; (5-7) Diare. Warna: (1) Kuning; (2) Kuning-kecoklatan; (3) Coklat; (4) Hijau



Gambar 1. Prevalensi perubahan konsistensi feses setelah intervensi 50 hari

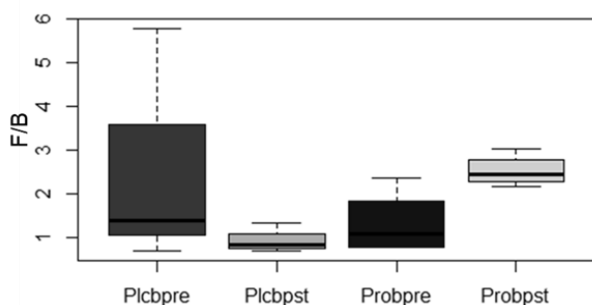
Pada konsistensi feses, meskipun tidak terjadi perubahan signifikan setelah konsumsi permen *L. plantarum* Dad-13, namun terjadi perubahan pada prevalensi tipe Bristol yang menuju ke arah normal (Bristol tipe 3-4) (Gambar 1). Perubahan signifikan rata-rata warna feses pada kelompok probiotik tidak disertai dengan perubahan prevalensinya (Gambar 2).



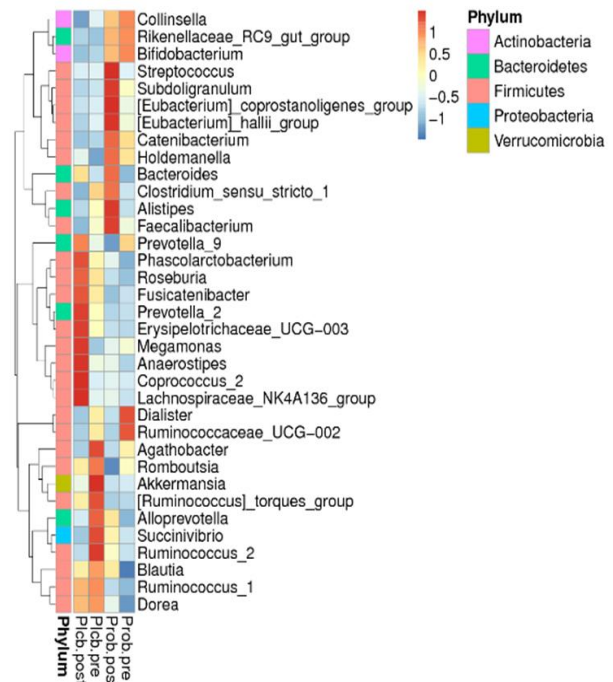
Gambar 2. Prevalensi perubahan warna feses setelah intervensi 50 hari

Perubahan rasio phylum Firmicutes dan Bacteroidetes

Perubahan komposisi mikrobiota usus setelah intervensi selama 50 hari dilihat dari perubahan rasio phylum Firmicutes dan Bacteroidetes (F/B). Pada penelitian ini diperoleh hasil, tidak terdapat perubahan rasio F/B yang signifikan pada kedua kelompok setelah 50 hari fase intervensi, meskipun terdapat tendensi peningkatan rasio F/B pada kelompok probiotik (Gambar 3).



Gambar 3. Perubahan rasio F/B setelah intervensi 50 hari.



Gambar 4. Heatmap keberlimpahan relatif 35 genus dominan pada kelompok placebo dan probiotik

Perubahan komposisi mikrobiota usus tingkat genus

Gambar 4 merupakan *heatmap* mikrobiota usus pada kedua kelompok setelah fase intervensi selama 50 hari. Berdasarkan hal tersebut, terlihat jika konsumsi permen probiotik *L. plantarum* Dad-13 dapat meningkatkan beberapa genus yang termasuk dalam phylum Firmicutes.

Hal tersebut sejalan dengan hasil F/B. Genus yang mengalami peningkatan setelah konsumsi permen probiotik *L. plantarum* Dad-13 antara lain *Streptococcus*, *Subdoligranulum*, *Eubacterium* group, *Catenibacterium*, *Holdemanella*, *Clostridium_sensu_stricto_1*, dan *Faecalibacterium*. Selain itu, juga terjadi penurunan jumlah dari *Dialister*. Pada kelompok placebo meskipun juga terjadi peningkatan jumlah genus dalam kelompok Firmicutes, perubahan juga terjadi pada penurunan jumlah *Akkermansia*. Pada kelompok placebo juga terjadi peningkatan genus *Prevotella_2* dan *Prevotella_9*.

Pembahasan

Kualitas feses dapat dijadikan indikator untuk mengetahui kesehatan saluran pencernaan. Konstipasi dapat didefinisikan sebagai kondisi feses yang keras, sakit saat defekasi, dan frekuensi

defekasi yang kurang dari 3 kali dalam seminggu (Salwan et al., 2010). Selain itu jika dilihat dari tipe Bristol, konstipasi ditunjukkan dengan skala konsistensi Bristol 1-2 (Chumpitazi et al., 2016). Konsumsi permen *L. plantarum* Dad-13 memberikan efek positif pada perubahan prevalensi tipe Bristol, yaitu menuju ke arah normal (Bristol 3-4), meskipun tidak terjadi perubahan signifikan secara statistic.

Hal tersebut sesuai dengan beberapa penelitian terdahulu oleh (Aninditya, 2020; Mahfuzah, 2020). Konsumsi probiotik dapat meningkatkan frekuensi defekasi akibat metabolit berupa asam lemak rantai pendek yang dihasilkan selama proses fermentasi yang ada dikolon oleh bakteri probiotik. Asam lemak rantai pendek tersebut dapat menurunkan pH saluran cerna dan merangsang gerak peristaltik usus lebih optimal (Sadeghzadeh et al., 2014). Nilai pH feses dipengaruhi oleh jumlah asam organik hasil fermentasi pada kolon seperti butirrat oleh mikrobia usus (Li, Yichen et al., 2020; Osuka et al., 2012; Shabab et al., 2019).

Warna feses didominasi warna kuning-kecoklatan yang merupakan warna normal feses. Tidak ditemukan referensi terkait intervensi probiotik terhadap warna feses, namun faktor utama yang mempengaruhi warna feses adalah jenis makanan yang dikonsumsi (Kasirga, 2019). Warna feses juga dapat digunakan sebagai deteksi awal terjadinya penyakit Biliary Atresia pada anak dengan ciri feses yang pucat dan bau yang menyengat (Lee et al., 2016).

Firmicutes dan Bacteroidetes phylum dominan yang dapat ditemui pada komposisi mikrobia saluran cerna (Rinninella et al., 2019), selain itu rasio kedua phylum tersebut juga diketahui dapat memberi gambaran terhadap status kesehatan suatu individu. Diketahui jika pada anak yang mengalami gizi kurang di daerah Yogyakarta memiliki rasio F/B sekitar 3.32 ± 2.03 dan lebih tinggi jika dibandingkan dengan kelompok normal (Kamil et al., 2021a).

Penelitian oleh Méndez-Salazar et al. (2018) juga memiliki hasil yang serupa, yaitu pada kelompok anak gizi kurang berusia 9-11 tahun di Meksiko memiliki rasio F/B yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan kelompok normal dan obesitas. Hal tersebut dimungkinkan akibat konsumsi gula sederhana yang lebih dominan jika dibandingkan konsumsi serat. Pendapat tersebut sejalan dengan hasil penelitian oleh Kamil et al.

(2021a), yang diketahui jika balita gizi kurang di Desa Tirtoadi, Sleman, Yogyakarta memiliki asupan serat yang lebih rendah jika dibandingkan dengan kelompok normal.

Hasil dari penelitian ini, tidak terdapat perubahan rasio F/B pada kedua kelompok secara signifikan. Namun konsumsi permen *L. plantarum* Dad-13 menyebabkan adanya tendensi peningkatan rasio F/B. Meskipun rasio F/B menunjukkan status kesehatan inang, namun tidak ditemukan referensi terkait perubahan rasio F/B pada balita yang mengalami gizi kurang setelah intervensi probiotik. Pada penelitian ini, peningkatan rasio F/B dimungkinkan karena peningkatan jumlah Firmicutes. Pada penelitian Kamil et al. (2022), konsumsi probiotik dapat meningkatkan jumlah phylum Firmicutes.

Semakin bertambahnya usia, terdapat kecenderungan terjadi peningkatan rasio F/B berdasarkan penelitian oleh Vaiserman et al. (2020), yang dilakukan pada kategori individu sehat dan tidak memiliki masalah status gizi. Berdasarkan hal tersebut dimungkinkan usia berperan penting dalam rasio F/B. Lebih lanjut, komposisi mikrobia usus pada balita bersifat sangat dinamis dan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti metode kelahiran, pola makan, konsumsi ASI eksklusif, waktu penyapihan, dan kondisi lingkungan (Rodríguez et al., 2015).

Intervensi permen *L. plantarum* Dad-13 menyebabkan penurunan *Dialister*. *Dialister* merupakan genus yang diasosiasikan dengan gangguan pola makan seperti nafsu makan yang rendah (Hanachi et al., 2019), dan juga terdeteksi menjadi salah satu genus dominan pada anak gizi kurang di Sleman, Yogyakarta (Kamil et al., 2021a).

Akkermansia merupakan genus yang dijadikan sebagai biomarker status kesehatan saluran pencernaan (Belzer & de Vos, 2012). *Prevotella* merupakan genus yang menjadi ciri pola makan tinggi sumber karbohidrat atau disebut sebagai *Prevotella enterotype*. Penelitian sebelumnya, menunjukkan jika Indonesia yang diwakili oleh subjek dari Yogyakarta dan Bali memiliki *Prevotella enterotype* (Nakayama et al., 2015; Rahayu et al., 2019). Disisi lain, dominasi *Prevotella stercorea* dan *Prevotella copri* memiliki hubungan dengan kejadian *stunting* di India (Dinh et al., 2016).

Peningkatan genus yang tergolong dalam phylum Firmicutes pada kelompok probiotik merupakan hal yang cukup positif. Hal tersebut

disebabkan genus-genus tersebut memiliki aktivitas enzim yang mampu menghasilkan asam butirat dan asam lemak rantai pendek lain selama proses fermentasi pada kolon. *Faecaliacterium*, *Catenibacterium*, dan *Subdoligranulum* memiliki aktivitas enzim acetyl-CoA acetyl-transferase, acetyl/propionyl-CoA carboxylase yang berperan dalam produksi asam butirat (Polansky et al., 2016). Pada penelitian sebelumnya, diketahui terdapat hubungan antara peningkatan jumlah genus penghasil asam butirat dengan peningkatan jumlah asam lemak rantai pendek setelah intervensi probiotik *L. plantarum* Dad-13 (Kamil et al., 2022).

Sebelumnya, pada anak yang mengalami gizi kurang diketahui memiliki jumlah asam lemak rantai pendek yang rendah (Kamil et al., 2021a; Monira et al., 2010). Asam lemak rantai pendek sendiri berguna dalam menjaga kondisi hipoksia pada kolon, sehingga meningkatkan selektivitas terhadap bakteri patogen yang bersifat fakultatif anaerob (Li et al., 2020). Selain itu asam lemak rantai pendek juga berperan dalam membantu menjaga homeostasis energi inang melalui glukoneogenesis pada usus, dan meningkatkan sensitivitas insulin (Canfora et al., 2015). Oleh sebab itu, peningkatan jumlah genus penghasil asam lemak rantai pendek dapat membantu dalam menjaga kesehatan saluran cerna.

Kesimpulan

Intervensi permen probiotik *L. plantarum* Dad-13 mampu meningkatkan kualitas feses balita yang mengalami gizi kurang, yaitu meningkatkan frekuensi defekasi dan konsistensi feses menjadi kategori normal (Bristol tipe 3-4). Selain itu juga mampu meningkatkan jumlah genus penghasil asam butirat dan asam lemak rantai pendek yang berperan dalam menjaga homeostasis energi inang sehingga mencegah terjadinya perburukan kondisi gizi kurang.

Saran, perlu dilakukan pengujian klinis lanjutan dengan jumlah subjek dan lokasi yang lebih luas untuk mengetahui efikasi permen probiotik *L. plantarum* Dad-13 sebagai alternatif pencegahan stunting.

Deklarasi Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan bahwa dalam penelitian ini tidak ada konflik kepentingan yang substansial baik

yang berasal dari institusi atau faktor lain yang terkait dengan penelitian yang telah dilakukan, serta nilai berdasarkan identitas penulis dan nilai publikasi.

Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada Badan Pusat Statistik yang telah memberikan dukungan dan kelancaran dalam administrasi dan perolehan data untuk penelitian ini. Selanjutnya terimakasih kepada pihak staff IPB University yang membantu dalam kelancaran administrasi selama penelitian ini berlangsung.

Daftar Rujukan

- Alou, M. T., Million, M., Traore, S. I., Mouelhi, D., Khelaifia, S., Bachar, D., Caputo, A., Delerce, J., Brah, S., Alhousseini, D., Sokhna, C., Robert, C., Diallo, B. A., Diallo, A., Parola, P., Golden, M., Lagier, J. C., & Raoult, D. (2017). Gut bacteria missing in severe acute malnutrition, can we identify potential probiotics by culturomics? *Frontiers in Microbiology*, 8(899), 1–17. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00899>
- Aninditya, R. (2020). *Pengaruh Probiotik Lactococcus lactis subsp. cremoris FC terhadap Gut Microbiota Wanita Konstipasi di Yogyakarta*. Universitas Gadjah Mada.
- Belzer, C., & de Vos, W. M. (2012). Microbes inside from diversity to function: The case of Akkermansia. *ISME Journal*, 6(8), 1449–1458. <https://doi.org/10.1038/ismej.2012.6>
- Canfora, E. E., Jocken, J. W., & Blaak, E. E. (2015). Short-chain fatty acids in control of body weight and insulin sensitivity. *Nature Reviews Endocrinology*, 11(10), 577–591. <https://doi.org/10.1038/nrendo.2015.128>
- Chao, H.-C., Chen, S.-Y., Chen, C.-C., Chang, K.-W., Kong, M.-S., Lai, M.-W., & Chiu, C.-H. (2008). The impact of Constipation on Growth in Children. *Pediatric Research*, 64(3), 308–311. <https://doi.org/10.1007/s11459-010-0111-3>
- Chumpitazi, B. P., Self, M. M., Czyzewski, D. I., Cejka, S., Swank, P. R., & Shulman, R. J. (2016). Bristol Stool Form Scale Reliability and Agreement Decreases When Determining Rome III Stool Form

- Designations. *Neurogastroenterol Motil*, 28(3), 443–448. <https://doi.org/10.1111/nmo.12738>
- Dinas Kesehatan DIY. (2019). Profil Kesehatan D.I Yogyakarta tahun 2018. In *Profil Kesehatan Daerah Istimewa Yogyakarta tahun 2018*. <http://www.dinkes.jogjaprov.go.id/download/download/27>.
- Dinh, D. M., Ramadass, B., Kattula, D., Sarkar, R., Braunstein, P., Tai, A., Wanke, C. A., Hassoun, S., Kane, A. v., Naumova, E. N., Kang, G., & Ward, H. D. (2016). Longitudinal analysis of the intestinal microbiota in persistently stunted young children in south India. *PLoS ONE*, 11(5), 1–17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155405>
- Hanachi, M., Manichanh, C., Schoenenberger, A., Pascal, V., Levenez, F., Cournède, N., Doré, J., & Melchior, J. C. (2019). Altered host-gut microbes symbiosis in severely malnourished anorexia nervosa (AN) patients undergoing enteral nutrition: An explicative factor of functional intestinal disorders? *Clinical Nutrition*, 38(5), 2304–2310. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2018.10.004>
- Haniyah, N. N., Rahmadi, A., Setyawati, A. N., & Pratiwi, R. (2022). Stool Examination Profiles in Malnourished Children. *Jurnal Kedokteran Diponegoro*, 11(4), 191–197. <http://ejournal3.undip.ac.id/index.php/medico>
- Kamil, R. Z., Fadhila, F. H., Rachmasari, A. D., Murdiati, A., Juffrie, M., & Rahayu, E. S. (2021). Development of probiotic gummy candy using the indigenous lactobacillus plantarum dad-13 strain; evaluation of its gastrointestinal resistance and shelf-life prediction. *Food Research*, 5(5), 265–273. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.5\(5\).731](https://doi.org/10.26656/fr.2017.5(5).731)
- Kamil, R. Z., Murdiati, A., Juffrie, M., Nakayama, J., & Rahayu, E. S. (2021a). Gut microbiota and short-chain fatty acid profile between normal and moderate malnutrition children in Yogyakarta, Indonesia. *Microorganisms*, 9(1), 1–15. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9010127>
- Kamil, R. Z., Murdiati, A., Juffrie, M., Nakayama, J., & Rahayu, E. S. (2021b). Gut microbiota and short-chain fatty acid profile between normal and moderate malnutrition children in Yogyakarta, Indonesia. *Microorganisms*, 9(1), 1–15. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9010127>
- Kamil, R. Z., Murdiati, A., Juffrie, M., & Rahayu, E. S. (2022). Gut Microbiota Modulation of Moderate Undernutrition in Infants through Gummy Lactobacillus plantarum Dad-13 Consumption: A Randomized Double-Blind Controlled Trial. *Nutrients*, 14(5). <https://doi.org/10.3390/nu14051049>
- Kasirga, E. (2019). The importance of stool tests in diagnosis and follow-up of gastrointestinal disorders in children. *Turk Pediatri Arsivi*, 54(3), 141–148. <https://doi.org/10.14744/TurkPediatriArs.2018.00483>
- Kementerian Kesehatan Badan Penelitian dan Kesehatan. (2018). *HASIL UTAMA RISKESDAS 2018*. http://www.depkes.go.id/resources/download/info-terkini/materi_rakorpop_2018/Hasil_Riskesdas_2018.pdf
- Lee, M., Chen, S. C. C., Yang, H. Y., Huang, J. H., Yeung, C. Y., & Lee, H. C. (2016). Infant stool color card screening helps reduce the hospitalization rate and mortality of biliary atresia a 14-year nationwide cohort study in Taiwan. *Medicine (United States)*, 95(12), 1–6. <https://doi.org/10.1097/MD.0000000000003166>
- Li, Y., Faden, H. S., & Zhu, L. (2020). The Response of the Gut Microbiota to Dietary Changes in the First Two Years of Life. *Frontiers in Pharmacology*, 11(334), 1–7. <https://doi.org/10.3389/fphar.2020.00334>
- Lwanga, S. K., & Lemeshow, S. (1991). *Sample Size Determination in Health Studies: A Practical Manual*. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/40062>
- MaHFuzah, N. A. (2020). *Pola makan dan pengaruh konsumsi kapsul probiotik Lactococcus lactis subsp. cremoris FC terhadap frekuensi defekasi dan kualitas feses pada wanita konstipasi di kota Yogyakarta*. Universitas Gadjah Mada.

- Méndez-Salazar, E. O., Ortiz-López, M. G., Granados-Silvestre, M. D. L. Á., Palacios-González, B., & Menjivar, M. (2018). Altered gut microbiota and compositional changes in firmicutes and proteobacteria in mexican undernourished and obese children. *Frontiers in Microbiology*, *9*(2494), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.02494>
- Monira, S., Hoq, M. M., Chowdhury, A. K. A., Suau, A., Magne, F., Endtz, H. P. H., Alam, M., Rahman, M., Pochart, P., Desjeux, J. F., & Alam, N. H. (2010). Short-chain fatty acids and commensal microbiota in the faeces of severely malnourished children with cholera rehydrated with three different carbohydrates. *European Journal of Clinical Nutrition*, *64*(10), 1116–1124. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2010.123>
- Nakayama, J., Watanabe, K., Jiang, J., Matsuda, K., Chao, S. H., Haryono, P., La-Ongkham, O., Sarwoko, M. A., Sujaya, I. N., Zhao, L., Chen, K. T., Chen, Y. P., Chiu, H. H., Hidaka, T., Huang, N. X., Kiyohara, C., Kurakawa, T., Sakamoto, N., Sonomoto, K., ... Lee, Y. K. (2015). Diversity in gut bacterial community of school-age children in Asia. *Scientific Reports*, *5*(8397), 1–11. <https://doi.org/10.1038/srep08397>
- Osuka, A., Shimizu, K., Ogura, H., Tasaki, O., Hamasaki, T., Asahara, T., Nomoto, K., Morotomi, M., Kuwagata, Y., & Shimazu, T. (2012). Prognostic impact of fecal pH in critically ill patients. *Critical Care*, *16*(4), R119. <https://doi.org/10.1186/cc11413>
- Polansky, O., Sekelova, Z., Faldynova, M., Sebkova, A., Sisak, F., Rychlik, I., Anaerostipes, L., & Faecalibacterium, F. (2016). Important Metabolic Pathways and Biological Processes Expressed by Chicken Cecal Microbiota. *Applied and Environmental Microbiology*, *82*(5), 1569–1576. <https://doi.org/10.1128/AEM.03473-15>. Editor
- Rahayu, E. S., Utami, T., Mariyatun, M., Hasan, P. N., Kamil, R. Z., Setyawan, R. H., Pamungkaningtyas, F. H., Harahap, I. A., Wiryohanjoyo, D. v, Pramesi, P. C., Cahyanto, M. N., Sujaya, I. N., & Juffrie, M. (2019). Gut Microbiota Profile in Healthy Indonesians. *World Journal of Gastroenterology*, *9327*(12), 1478–1491. <https://doi.org/10.3748/wjg.v25.i12.1478>
- Rahayu, E. S., Yogeswara, A., Mariyatun, Windiarti, L., Utami, T., & Watanabe, K. (2015). Molecular Characteristics of Indigenous Probiotic Strains from Indonesia. *International Journal of Probiotics and Prebiotics*, *10*(4), 109–116.
- Rinninella, E., Raoul, P., Cintoni, M., Franceschi, F., Miggiano, G. A. D., Gasbarrini, A., & Mele, M. C. (2019). What is the healthy gut microbiota composition? A changing ecosystem across age, environment, diet, and diseases. *Microorganisms*, *7*(14), 1–22. <https://doi.org/10.3390/microorganisms7010014>
- Robertson, R. C. (2020). The Gut Microbiome in Child Malnutrition. *Nestle Nutrition Institute Workshop Series*, *93*(March 2019), 133–143. <https://doi.org/10.1159/000503352>
- Rodríguez, J. M., Murphy, K., Stanton, C., Ross, R. P., Kober, O. I., Juge, N., Avershina, E., Rudi, K., Narbad, A., Jenmalm, M. C., Marchesi, J. R., & Collado, M. C. (2015). The composition of the gut microbiota throughout life, with an emphasis on early life. *Microbial Ecology in Health and Disease*, *26*, 26050. <https://doi.org/10.3402/mehd.v26.26050>
- Sadeghzadeh, M., Rabieefar, A., Khoshnevisasl, P., Mousavinasab, N., & Eftekhari, K. (2014). The Effect of Probiotics on Childhood Constipation: A Randomized Controlled Double Blind Clinical Trial. *International Journal of Pediatrics*, *2014*(937212), 1–5. <https://doi.org/10.1155/2014/937212>
- Salwan, H., Kesumawati, R., & Bakri, A. (2010). Pola Defekasi Bayi Usia 7-12 Bulan, Hubungannya dengan Gizi Buruk, dan Penurunan Berat Badan Serta Persepsi Ibu. *Sari Pediatri*, *12*(3), 168–173. <https://doi.org/10.14238/sp12.3.2010.168-73>
- Shabab, H. M., Das, S., Amran Gazi, M., Ashraful Alam, M., Shahedul Haque, N. M., Mahfuz, M., Ahmed, T., & Damman, C. J. (2019). Association of faecal pH with childhood stunting: Results from a cross-sectional study. *BMJ Paediatrics Open*, *3*(1), 1–6. <https://doi.org/10.1136/bmjpo-2019-000549>

- Soylu, O. B. (2013). Clinical findings of functional and secondary constipation in children. *Iranian Journal of Pediatrics*, 23(3), 353–356.
- Surono, I. S., Koestomo, F. P., Novitasari, N., Zakaria, F. R., Yulianasari, & Koesnandar. (2011). Novel probiotic *Enterococcus faecium* IS-27526 supplementation increased total salivary sIgA level and bodyweight of pre-school children: A pilot study. *Anaerobe*, 17(6), 496–500. <https://doi.org/10.1016/j.anaerobe.2011.06.003>
- UNICEF, WHO, & World Bank. (2020). *Levels and Trends in child Malnutrition*. <https://www.unicef.org/reports/joint-child-malnutrition-estimates-levels-and-trends-child-malnutrition-2020>
- Vaiserman, A., Romanenko, M., Piven, L., Moseiko, V., Lushchak, O., Kryzhanovska, N., Guryanov, V., & Koliada, A. (2020). Differences in the gut Firmicutes to Bacteroidetes ratio across age groups in healthy Ukrainian population. *BMC Microbiology*, 20(1), 1–8. <https://doi.org/10.1186/s12866-020-01903-7>
- Velly, H., Britton, R. A., & Preidis, G. A. (2017). Mechanisms of cross-talk between the diet, the intestinal microbiome, and the undernourished host. *Gut Microbes*, 8(2), 98–112. <https://doi.org/10.1080/19490976.2016.1267888>
- WHO/UNICEF. (2009). WHO child growth standards and the identification of severe acute malnutrition in infants and children (World Health Organization United Nations Childrens Fund). In *World Health Organization*. <https://doi.org/http://www.who.int/nutrition/publications/severemalnutrition/9789241598163/en/>