

## KOMPOSISI FILUM *FIRMICUTES* DAN *BACTEROIDETES* PADA OBESITAS (STUDI LITERATUR)

*Overview of The Composition of Phyla Firmicutes and Bacteroidetes in Obesity  
(Literature Study)*

Dina Agustina<sup>1</sup>, Mira Mutiyani<sup>1</sup>, Suparman<sup>1</sup>, Gurid PE Mulyo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Gizi, Politeknik Kesehatan Kemenkes Bandung.

Email : [miramutiyani@gmail.com](mailto:miramutiyani@gmail.com)

### ABSTRACT

*Obesity is a global health problem. Recently, the composition of the gut microbiota, especially Firmicutes and Bacteroidetes, has been suggested to be one of the factors that play a role in the incidence of obesity. The purpose of this study was to describe the composition of Firmicutes and Bacteroidetes in obesity. The research design used is a literature study. The literature used is journals that meet the inclusion criteria, namely a total of 6 articles. The results of the literature study showed that there were different results on the composition of the gut microbiota in obesity. Several journals showed that the composition of Firmicutes increased and Bacteroidetes decreased in obesity, while other studies showed Firmicutes and Bacteroidetes increased in the obese group compared to the normal weight group. Furthermore, in another study, it was found that Bacteroidetes and Firmicutes were higher in the lean group compared to the obese group. However, it was also found that there was no clear difference between the phyla Firmicutes and Bacteroidetes according to BMI*

**Key words:** *firmicutes, bacteroidetes, obesity*

### ABSTRAK

Obesitas merupakan salah satu masalah kesehatan global. Baru-baru ini komposisi mikrobiota usus khususnya *Firmicutes* dan *Bacteroidetes* disinyalir menjadi salah satu faktor yang berperan dalam kejadian obesitas. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui gambaran komposisi *Firmicutes* dan *Bacteroidetes* pada obesitas. Desain penelitian yang digunakan yaitu studi literatur. Literatur yang digunakan adalah jurnal yang memenuhi kriteria inklusi yaitu sejumlah 6 artikel. Hasil penelitian dari studi literatur menunjukkan terdapat perbedaan hasil pada komposisi mikrobiota usus pada obesitas. Beberapa jurnal menunjukkan bahwa komposisi *Firmicutes* meningkat dan *Bacteroidetes* menurun pada obesitas, sedangkan penelitian lain menunjukkan *Firmicutes* dan *Bacteroidetes* meningkat pada kelompok obesitas dibandingkan dengan kelompok berat badan normal. Selanjutnya, pada penelitian lain diketahui *Bacteroidetes* dan *Firmicutes* lebih tinggi pada kelompok kurus dibandingkan dengan kelompok obesitas. Namun, juga ditemukan bahwa tidak ada perbedaan yang jelas pada filum *Firmicutes* dan *Bacteroidetes* menurut BMI.

**Kata kunci :** *firmicutes, bacteroidetes, obesitas*

### PENDAHULUAN

Obesitas didefinisikan sebagai akumulasi lemak yang tidak normal

atau berlebihan yang dapat mengganggu kesehatan. Obesitas merupakan salah satu masalah kesehatan masyarakat di dunia yang dapat mengenai semua individu pada semua umur. Menurut *World Health Organization* (WHO), pada tahun 2016 lebih dari 1,9 miliar orang dewasa berusia 18 tahun ke atas mengalami kelebihan berat badan. Dari jumlah tersebut, lebih dari 650 juta orang dewasa mengalami obesitas, sedangkan pada anak dan remaja berusia 5-19 tahun lebih dari 340 juta jiwa mengalami kelebihan berat badan atau obesitas. Pada tahun 2019, diperkirakan 38,2 juta anak dibawah usia 5 tahun telah mengalami kelebihan berat badan dan obesitas. Prevalensi obesitas di seluruh dunia hampir meningkat tiga kali lipat antara tahun 1975 dan 2016.

Di Indonesia, berdasarkan Pemantauan Status Gizi (PSG), jumlah penduduk dewasa yang obesitas mengalami peningkatan. Pada tahun 2017, sekitar 25,8% penduduk dewasa tergolong obesitas. Jumlah ini melonjak dua kali lipat dari tahun sebelumnya yang hanya 10,6%. Riset Kesehatan Dasar juga menunjukkan hal yang serupa. Riskesdas menunjukkan peningkatan prevalensi obesitas dengan IMT  $\geq 27$  pada penduduk berusia  $>18$  tahun dari 10,5% (2007), menjadi 14,8% (2013), dan terakhir 21,8%.

Penyebab utama dari obesitas adalah ketidakseimbangan energi antara kalori yang dikonsumsi dan kalori yang dikeluarkan. Selain itu, lingkungan, psikologis, genetik, dan faktor gaya hidup juga mempunyai hubungan dengan perkembangan obesitas, termasuk peran mikrobiota usus.<sup>1</sup>

Risiko obesitas tergantung pada beberapa faktor yang saling berinteraksi, yaitu faktor genetik dan lingkungan. Baru-baru ini mikrobiota usus dikemukakan sebagai faktor lingkungan yang bertanggung jawab terhadap kenaikan berat badan dan

gangguan metabolisme yang menyebabkan penyakit aterosklerosis, diabetes mellitus tipe 2, dan obesitas. Perubahan komposisi mikroba usus manusia dikemukakan menjadi penyebab lain dari obesitas.<sup>2</sup> Obesitas sulit dikendalikan karena disebabkan beberapa faktor dan diantara penyebabnya mikrobiota usus telah disoroti menjadi salah satu penyebab obesitas.

Mikrobiota usus digambarkan sebagai kumpulan organisme yang hidup disaluran cerna. Komposisi mikrobiota usus terdiri dari lebih kurang  $10^{13}$ - $10^{14}$  bakteri. Filum utama bakteri dalam mikrobiota usus adalah *Firmicutes*, *Bacteroidetes*, *Proteobacteria*, *Actinobacteria*, dan *Verrucomicrobia*. dan *Firmicutes* dan *Bacteroidetes* menyusun hampir 90% dari total mikrobiota pada saluran cerna.<sup>3</sup>

Mikrobiota berperan dalam proses fisiologis, misalnya dalam pencernaan, atau dapat mengintervensi metabolisme, karena dapat meningkatkan produksi energi dari makanan dan berperan dalam pengaturan komposisi jaringan asam lemak. Semua proses itu terlibat dalam kejadian obesitas dan gangguan metabolisme.

Jumlah mikrobiota pada setiap individu memiliki perbedaan, hal ini dipengaruhi oleh faktor internal seperti genotipe dan usia serta faktor eksternal seperti pola makan, prebiotik, antibiotik<sup>2</sup>, negara, musim, dan olahraga.

Selain itu, pemilihan jenis makanan mempengaruhi komposisi, jumlah, dan keragaman mikrobiota. Pilihan asupan makanan tinggi serat dari buah-buahan dan sayuran meningkatkan keberagaman mikrobiota.<sup>4</sup> Jumlah *Bacteroidetes* berhubungan dengan asupan makanan yang berasal dari hewan (*animal product*) sedangkan jumlah *Prevotella* berhubungan dengan asupan makanan yang berasal dari tumbuhan (*plant-based foods*).<sup>2</sup>

Terdapat perbedaan mikrobiota pada orang obesitas dan ramping, dimana pada individu yang obesitas memiliki lebih banyak *Firmicutes* dan lebih sedikit *Bacteroidetes* dibandingkan individu ramping.<sup>1</sup>

Penelitian yang dilakukan oleh<sup>5</sup> pada populasi dewasa Ukraina menyatakan bahwa komposisi *Firmicutes* meningkat dan *Bacteroidetes* menurun dengan peningkatan Indeks Massa Tubuh (IMT).

Penelitian lain, adalah mentransplantasi mikroba usus tertentu dari tikus obesitas ke tikus bebas mikroba. Tikus yang menerima transplantasi tersebut mengalami penambahan berat badan yang lebih banyak daripada tikus yang menerima transplantasi mikroba usus dari tikus yang kurus. Pada tikus yang mengalami obesitas ditemukan peningkatan *Firmicutes* dan penurunan *Bacteroidetes*.<sup>6</sup>

Bukti lain yang menunjukkan korelasi antara mikrobiota usus dan obesitas telah ditemukan pada individu obesitas yang menjalani operasi *bypass* lambung Roux-en-Y (RYGB). Dimana setelah prosedur, keanekaragaman mikroba meningkat dan keragaman ini dipertahankan satu tahun setelah operasi. Pada studi lain yang mencakup kedua jenis operasi RYGB dan LSG, menemukan peningkatan keragaman mikroba hanya terjadi pada grup RYGB. Hal ini menunjukkan bahwa jenis pembedahan mempengaruhi keragaman mikroba.

Mikrobiota usus dapat menyebabkan inflamasi kronik (*chronic low grade inflammation*) dan obesitas melalui absorpsi lipopolisakarida (LPS).<sup>7</sup> Mikrobiota juga dapat mempengaruhi homeostatis energi dan *energy harvesting*.<sup>8</sup> Perubahan komposisi mikrobiota juga dapat mempengaruhi fungsi permeabilitas usus. Studi lain mengubungkan obesitas dengan sistem *endocannabinoid* (eCB) yang

mengatur metabolisme dan rasa lapar melalui *microbiota gut-brain axis*.<sup>2</sup>

Berdasarkan uraian diatas, penulis tertarik untuk meneliti dengan tujuan mengetahui gambaran komposisi *Firmicutes* dan *Bacteroidetes* pada obesitas.

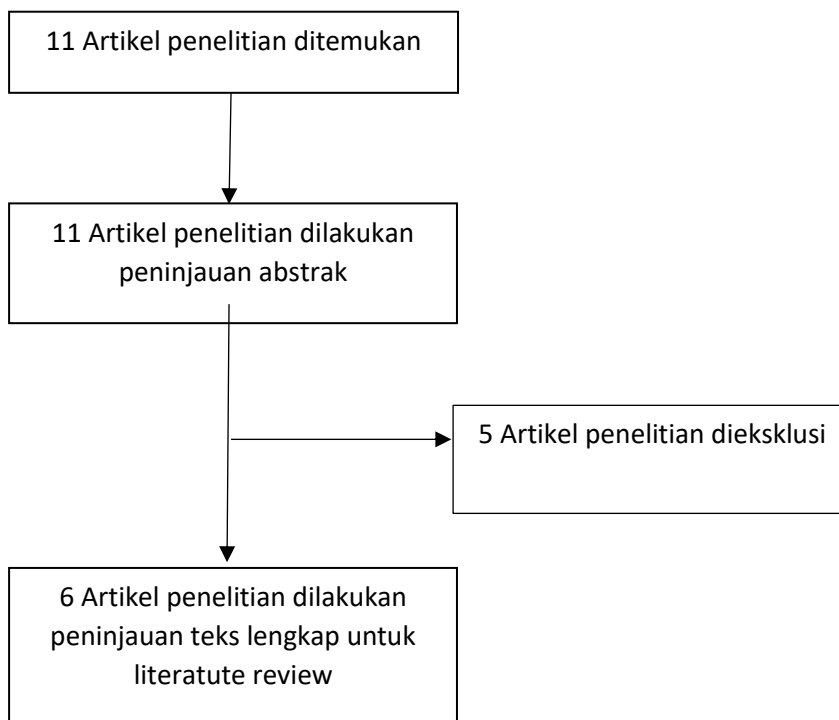
## METODE

Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Literature Review*. Penelusuran literatur berupa jurnal-jurnal penelitian dilakukan pada bulan September 2020 – April 2021. Jurnal yang diulas dalam penelitian ini adalah jurnal-jurnal, baik nasional maupun internasional. Populasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah jurnal nasional maupun internasional yang telah melalui penyaringan dan memenuhi kriteria yang telah ditetapkan yaitu jurnal yang berkaitan dengan gambaran *Firmicutes* dan *Bacteroidetes* pada obesitas. Sampel penelitian ini merupakan jurnal penelitian mengenai *Firmicutes* dan *Bacteroidetes* pada obesitas. Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data sekunder meliputi data-data yang didapatkan dari jurnal penelitian yang diulas meliputi nama peneliti, judul dan topik penelitian, desain penelitian, waktu penelitian, serta data hasil penelitian berupa gambaran *Firmicutes* dan *Bacteroidetes* pada obesitas. Metode penelitian *review literatur* menggunakan konsep *Seven-Step Model of the Comprehensive Literature Review*.<sup>9</sup> Menggunakan minimal 1 *database* akademik yaitu SCOPUS, ProQuest, Science Direct, Web of Science, CINAHL, PubMed, Research Gate, Sage, EconLit, PsycINFO, Medline databases dan Google Scholar. Jumlah artikel yang direview minimal 3 artikel dari 10 tahun terakhir. Pencarian artikel menggunakan kata kunci "*Firmicutes*", "*Bacteroidetes*", dan "obesitas".

## HASIL

Berdasarkan hasil penelusuran literatur yang dipublikasikan baik nasional maupun internasional dengan kata kunci (*firmicutes*, *bacteroidetes*, obesitas) yang telah ditetapkan

menunjukkan bahwa terdapat sebelas jurnal penelitian yang didapatkan dan diambil enam jurnal penelitian untuk dibahas dalam ulasan ini. Daftar hasil literatur sebagai berikut:



Keterangan gambar: diagram alir pemilihan teratur

**Tabel 1. Hasil Studi Literatur**

Penulis	Tahun	Negara	Judul	Metode (Desain, Sampel, Analisis)	Karakteristik	Hasil Penelitian	Databas e
Nagwa Abdallah Ismail, Shadia H. Ragab, Abeer Abd ElBaky, Ashraf R.S. SHoeib, Yasser Alhosary, dan Dina Fekry	2010	Mesir	<i>Frequency Of Firmicutes and Bacteroidetes in Gut Microbiota in Obese and Normal Weight Egyptian Children and Adults</i>	Desain : cross sectional Sampel : 51 obesitas (23 anak-anak dan 28 dewasa), 28 BB normal (17 anak-anak dan 11 orang	Kelebihan BB $\geq 25$ kg/m <sup>2</sup> <30 kg/m <sup>2</sup> Obesitas : BMI $\geq 30$ kg/m <sup>2</sup>	<i>Firmicutes</i> dan <i>Bacteroidetes</i> meningkat secara signifikan pada kelompok obesitas dibandingkan dengan kelompok	Google Scholar

				dewasa)		k berat badan normal	
Deepak P Patil, Dhiraj P Dhotre, Sachin G Chavan, Armiya Sultan, Dhawal S Jain, Vikram B Lanjekar, Jayshree Gangawani, Poonam S Shah, Jayshree S Todkar, Shashank Shah, Dilip R Ranade, Milind S Patole dan Yogesh S Shouche	2012	India	<i>Molecular Analysis of Gut Microbiota in Obesity Among Indian Individuals</i>	Desain : Cross sectional Sampel : 20 sampel usia 21-62 tahun ( 5 kurus, 5 normal, 5 obesitas, dan 5 obesitas yang diobati) Analisis : sequenci ng	Kurus : <19 kg/m <sup>2</sup> Normal : 18-24 kg/m <sup>2</sup> Obesitas : 25-53 kg/m <sup>2</sup> Obesitas yang diobati : 25-36 kg/m <sup>2</sup>	Tidak ada kecenderungan yang jelas dalam distribusi filum bakteri yang dominan, <i>Bacteroidetes</i> dan <i>Firmicutes</i>	Google Scholar
Vasana Jinatham, Niwed Kullawong, Kongkiat Kespechara, Eleni Gentekaki, dan Siam Popluechai	2018	Thailand	<i>Comparison of Gut Microbiota between Lean and Obese Adult Thai Individuals</i>	Desain : Cross sectional Sampel : 42 orang (usia 20-49) , 21 BB normal, 10 kelebihan berat badan, 11 obesitas Analisis : qPCR	Normal : <25 kg/m <sup>2</sup> Kelebihan BB : 25-30 kg/m <sup>2</sup> Obesitas : BMI >30 kg/m <sup>2</sup>	<i>Bacteroidetes</i> dan <i>Firmicutes</i> lebih tinggi pada subjek kelompok kurus dibandingkan dengan kelompok obesitas	Google Scholar
Alexander Koliada, Ganna Syzenko, Vladislav Moseiko, Liudmyla Budovska, Kostiantyn	2017	Ukraina	<i>Association Between Body Mass Index and Firmicutes/Bacteroidetes Ratio in an Adult Ukrainian Population</i>	Desain : Cross sectional Sampel : 61 orang dewasa usia 20->60 (7 subjek kurus, 27 subjek normal, 16 subjek overweight,	Kurus : <18,5 kg/m <sup>2</sup> Normal : 18,5-24,9 kg/m <sup>2</sup> Overweight : 25,0-29,9 kg/m <sup>2</sup> Obesitas	<i>Firmicutes</i> meningkat secara bertahap sedangkan kandungan <i>Bacteroidetes</i> menurun seiring	Google Scholar

Puchkov, Vyacheslav Perederiy, Yuriy Gavalko, Andriy Dorofeyev, Maryana Romanenko, Sergiy Tkach, Lyudmila Sineok, Oleh Lushchak dan Alexander Vaiserman				dan 11 subjek obesitas) Analisis : qPCR	s : ≥30,0 kg/m <sup>2</sup>	dengan peningkata n IMT	
Chika Kasai, Kazushi Sugimoto, Isao Moritani, Junichiro Tanaka, Yumi Oya, Hidekazu Inoue, Masahiko Tameda, Katsuya Shiraki, Masaaki Ito, Yoshiyuki Takei dan Kojiro Takase	2015	Jepang	<i>Comparison of The Gut Microbiota Composition Between Obese and Non-Obese Individuals in a Japanese Population, as Analyzed by Terminal Restriction Fragment Length Polymorphi sm and Next Generation Sequencing</i>	Desain : Cross sectional Sampel : 22 subjek tidak obesitas dan 33 subjek obesitas Analisis : Polymorp hism (T- RFLP) dan next generation sequencing	Tidak obesita s : <20 kg/m <sup>2</sup> Obesita s : ≥ 25 kg/m <sup>2</sup>	Jumlah <i>Bacteroidet es</i> yang berkurang secara signifikan pada subjek obesitas dibandingk an dengan subjek non obesitas	<i>Google Scholar</i>
S Rahat Rozenbloom, J Fernandes, GB Gloor dan TMS Wolever	2014	Toronto	<i>Evidence for Greater Production of Colonic Short Chain Fatty Acids in Overweight than Lean Humans</i>	Desain : Cross sectional Sampel : 22 perempuan dewasa (11 subjek kurus, 11 subjek obesitas) Analisis :	Kurus : BMI ≤25 kg/m <sup>2</sup> Kelebih an berat badan dan obesita s : >25 kg/m <sup>2</sup>	Individu yang kelebihan berat badan dan obesitas memiliki kelimpaha n <i>Firmicutes</i> yang lebih tinggi	<i>Google Scholar</i>

## PEMBAHASAN

Perubahan komposisi mikrobiota usus diyakini menjadi faktor penyebab penting dalam perkembangan obesitas. Studi metagenomik mengkonfirmasi bahwa obesitas dikaitkan dengan komposisi mikrobiota. Organisme yang paling umum dalam mikrobiota usus manusia adalah anggota filum *Firmicutes* dan *Bacteroidetes*, *Actinobacteria*, *Fusobacteria* dan *Verrucomicrobia*. Pergeseran kedua filum *Bacteroidetes* dan *Firmicutes* merupakan perubahan yang paling sering dilaporkan pada obesitas.<sup>10</sup> Mikrobiota usus diketahui berperan penting dalam homeostatis energi.<sup>11</sup> Mikrobiota usus pada subjek obesitas lebih efisien daripada subjek kurus dalam memulihkan energi dari komponen makanan resisten.<sup>12</sup>

Penelitian yang dilakukan<sup>5</sup> menunjukkan bahwa orang obesitas di Ukraina memiliki kandungan *Firmicutes* yang meningkat secara bertahap sedangkan kandungan *Bacteroidetes* menurun seiring dengan peningkatan indeks massa tubuh (IMT).

Hal ini sejalan dengan penelitian<sup>13</sup> yang menunjukkan jumlah *Bacteroidetes* berkurang pada subjek obesitas dibandingkan dengan subjek *non* obesitas dan penelitian<sup>14</sup> yang menyatakan kelimpahan *Firmicutes* yang lebih tinggi pada kelompok yang obesitas daripada pada kelompok berat badan normal.

Penelitian lain yang menyelidiki hubungan antara komposisi mikrobiota

usus dengan obesitas menghasilkan hasil yang kontradiktif. Misalnya pada penelitian lain mengungkapkan bahwa proporsi filum *Firmicutes* dan *Bacteroidetes* meningkat pada kelompok obesitas dibandingkan kelompok berat badan normal. Sedangkan pada penelitian lain menyatakan *Bacteroidetes* dan *Firmicutes* lebih tinggi pada kelompok kurus dibandingkan dengan kelompok obesitas. Kemudian penelitian<sup>15</sup> menyatakan tidak ada perbedaan yang jelas pada filum *Firmicutes* dan *Bacteroidetes* menurut BMI.

Hasil dari beberapa penelitian menunjukkan ketidakkonsistenan. Kemungkinan besar, perbedaan hasil penelitian dari beberapa penelitian dapat disebabkan oleh pengaruh lingkungan yang berbeda, termasuk pola makan, aktivitas fisik, dampak sosial ekonomi<sup>16</sup>, serta kebiasaan diet dan metodologi yang digunakan dalam analisis.<sup>13</sup> Misalnya beberapa studi menggunakan sekuensing generasi berikutnya, yang lain menggunakan *terminal restriction fragment length polymorphism* (TRFLP) atau qPCR.

Misalnya perbedaan komposisi mikrobiota pada populasi Ukraina dapat dijelaskan oleh kebiasaan makan, dimana kemungkinan besar disebabkan oleh konsumsi roti gandum hitam serta lemak babi.<sup>5</sup>

Perbedaan hasil antar penelitian juga dapat disebabkan oleh jumlah sampel penelitian dan kategorisasi BMI dari subjek penelitian. Dimana,

kategorisasi BMI ini berbeda pada setiap penelitian, maka sulit untuk membandingkan hasil secara langsung. Komposisi usia dan jenis kelamin berbeda pada berbagai kelompok BMI, hal ini bisa menjadi faktor perancu dan mempengaruhi hasil penelitian.<sup>5</sup> Salah satu keterbatasan penelitian yang dilakukan<sup>5</sup> adalah analisis dilakukan pada sampel tinja, sedangkan bagian utama nutrisi diketahui diserap di usus kecil. Analisis mikrobiota usus proksimal mungkin lebih tepat untuk menyelidiki efek bakteri usus pada berat badan dan perubahan metabolisme.

Pada penelitian<sup>13</sup> mengidentifikasi lima spesies bakteri yang secara signifikan terkait dengan kelompok obesitas, yaitu: *Blautia hydrogenotrophica*, *Coprococcus catus*, *Eubacterium ventriosum*, *Ruminococcus bromii*, dan *Ruminococcus obeum*. Mikrobiota usus dapat mendegradasi dan memfermentasi pati tahan untuk menghasilkan *Short-Chain Fatty Acids* (SCFA) (misalnya asetat, propionat, butirat) yang digunakan untuk pemanenan energi oleh inang, mewakili 10-15% dari masuknya *energy* dari makanan. Lima spesies di atas termasuk dalam filum *Firmicutes* dan membawa gen yang terkait dengan metabolisme polisakarida yang meningkatkan efisiensi pemanenan energi oleh inang. Sedangkan pada kelompok non obesitas, bakteri yang secara signifikan terkait yaitu: *Bacteroides faecichinchillae*, *Bacteroides thetaiotaomicron*, *Blautia wexlerae*, *Clostridium bolteae*, dan *Flavonifractor plautii*. Selain itu, keragaman bakteri mikrobiota usus secara signifikan lebih besar pada subjek obesitas dibandingkan dengan subjek non-obesitas. Terutama dua spesies *Bacteroides* (*B. faecichinchillae* dan *B. thetaiotaomicron*). *Bacteroidetes*, *Firmicutes*, *Staphylococcus spp.*, *Akkermansia muciniphila* secara signifikan lebih

tinggi pada kelompok kurus dibandingkan dengan obesitas, sedangkan *Ruminococcus spp.*, *Christensenella minuta*,  $\gamma$ -*Proteobacteria*, dan *Akkermansia*. *Muciniphila* lebih banyak pada orang yang kelebihan berat badan dibandingkan dengan orang yang mengalami obesitas. Padahal peran  $\gamma$ -*Proteobacteria*, *Ruminococcus spp.* pada obesitas belum jelas, sedangkan *Christensenella minuta* dan *Akkermansia*. *Muciniphila* keduanya telah dikaitkan dengan penurunan berat badan.

### SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa dari enam jurnal yang dijadikan referensi terdapat dua jurnal yang menyatakan *Bacteroidetes* lebih tinggi dan *Firmicutes* lebih rendah pada kelompok non obesitas. Dan dari enam jurnal yang dijadikan referensi terdapat tiga jurnal yang menyatakan bahwa pada obesitas mengalami peningkatan *Firmicutes* dan penurunan *Bacteroidetes*.

### DAFTAR RUJUKAN

1. Davis CD. The gut microbiome and its role in obesity. *Nutr Today*. 2016;51(4):167-174. doi:10.1097/NT.000000000000167
2. Susmiati S. Peran mikrobiota usus dalam perkembangan obesitas. *Maj Kedokt Andalas*. 2019;42(1):41. doi:10.25077/MKA.V42.I1.P41-49.2019
3. Power SE, O'Toole PW, Stanton C, Ross RP, Fitzgerald GF. Intestinal microbiota, diet and health. *Br J Nutr*. 2014;111(3):387-402. doi:10.1017/S0007114513002560
4. Kurniati AM. Mikrobiota Saluran Cerna: Tinjauan dari Aspek Pemilihan Asupan Makanan. *J Kedokt Univ Lampung*.



- 2016;1(2):380-384.  
doi:10.23960/JK
5. Koliada A, Syzenko G, Moseiko V, et al. Association between body mass index and Firmicutes/Bacteroidetes ratio in an adult Ukrainian population. *BMC Microbiol.* 2017;17(1). doi:10.1186/S12866-017-1027-1
  6. Sudarmono PP. Mikrobioma: Pemahaman Baru tentang Peran Mikroorganisme dalam Kehidupan Manusia. 2016;4(2).
  7. Kobyliak N, Virchenko O, Falalyeyeva T. Pathophysiological role of host microbiota in the development of obesity. *Nutr J* 2016 151. 2016;15(1):1-12. doi:10.1186/S12937-016-0166-9
  8. Parekh PJ, Arusi E, Vinik AI, Johnson DA. The Role and Influence of Gut Microbiota in Pathogenesis and Management of Obesity and Metabolic Syndrome. *Front Endocrinol (Lausanne).* 2014;5(APR). doi:10.3389/FENDO.2014.00047
  9. Onwuegbuzie AJ, Frels R (Rebecca K. 7 steps to a comprehensive literature review : a multimodal & cultural approach. :424.
  10. Turnbaugh PJ, Hamady M, Yatsunencko T, et al. A core gut microbiome in obese and lean twins. *Nature.* 2009;457(7228):480-484. doi:10.1038/NATURE07540
  11. Bakker GJ, Zhao J, Herrema H, Nieuwdorp M. Gut microbiota and energy expenditure in health and obesity. *J Clin Gastroenterol.* 2015;49:S13-S19. doi:10.1097/MCG.0000000000000363
  12. Krajmalnik-Brown R, Ilhan ZE, Kang DW, DiBaise JK. Effects of gut microbes on nutrient absorption and energy regulation. *Nutr Clin Pract.* 2012;27(2):201-214. doi:10.1177/0884533611436116
  13. Kasai C, Sugimoto K, Moritani I, et al. Comparison of the gut microbiota composition between obese and non-obese individuals in a Japanese population, as analyzed by terminal restriction fragment length polymorphism and next-generation sequencing. *BMC Gastroenterol.* 2015;15(1). doi:10.1186/S12876-015-0330-2
  14. Rahat-Rozenbloom S, Fernandes J, Gloor GB, Wolever TMS. Evidence for greater production of colonic short-chain fatty acids in overweight than lean humans. *Int J Obes* 2014 3812. 2014;38(12):1525-1531. doi:10.1038/ijo.2014.46
  15. Molecular analysis of gut microbiota in obesity among Indian individuals | Read by QxMD. Accessed February 4, 2022. <https://read.qxmd.com/read/22922190/molecular-analysis-of-gut-microbiota-in-obesity-among-indian-individuals>
  16. Dugas LR, Fuller M, Gilbert J, Layden BT. The obese gut microbiome across the epidemiologic transition. *Emerg Themes Epidemiol.* 2016;13(1). doi:10.1186/S12982-015-0044-5