

# 1. PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Dewasa ini, beberapa studi sedang terus mengembangkan penelitian dan telah menemukan suatu temuan, bahwa *dysbiosis* merupakan titik inisiasi munculnya berbagai penyakit kronis yang merugikan manusia (Yazdi *et al.*, 2019). *Dysbiosis* merupakan keadaan disregulasi komposisi atau fungsi metabolik mikrobiota pada tubuh manusia. Oleh sebab itu, pemeliharaan kesehatan dari sudut pandang mikrobiota di dalam saluran pencernaan manusia saat ini menjadi perhatian khusus sebagai perawatan untuk memelihara kesehatan manusia.

Bakteri asam laktat merupakan mikroorganisme yang secara alami dapat ditemukan di saluran cerna serta aman bagi pencernaan tubuh, dan umumnya merupakan bakteri gram positif (Peng *et al.*, 2020). Bakteri asam laktat merupakan mikroorganisme fungsional yang dapat digunakan dalam proses fermentasi dan sebagai pengawet makanan. Bakteri asam laktat dapat berperan sebagai probiotik, yaitu mikroorganisme yang mampu bertahan pada sistem pencernaan dan memberi dampak baik pada kesehatan ketika dikonsumsi (Shafakatullah & Chandra, 2015).

Pertumbuhan dan aktivitas metabolik bakteri probiotik didukung dan ditunjang dengan adanya prebiotik, yang umumnya didefinisikan dengan komponen bahan pangan yang tidak dapat dicerna secara enzimatik (Kunova *et al.*, 2011). Komponen bahan pangan prebiotik akan difermentasi oleh bakteri probiotik di usus besar (Setiarto *et al.*, 2016). Metabolit seperti asam lemak rantai pendek yang dihasilkan oleh mikrobiota usus berperan untuk menurunkan pH lingkungan, yang kemudian akan memicu pertumbuhan bakteri seperti *Bifidobacterium* dan *Lactobacillus*. Selain itu, asam lemak rantai pendek dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen (Vazquez-Olivo *et al.*, 2018). Berdasarkan jumlah monomernya, prebiotik umumnya tergolong oligosakarida yang terdiri dari 3 hingga 10 monomer (Manigandan *et al.*, 2012).

Suatu komponen bahan pangan dapat digolongkan sebagai prebiotik apabila resisten terhadap suasana asam pencernaan, terserap oleh pencernaan, dapat terfermentasi oleh mikroflora pencernaan, dan mampu menstimulasi bakteri dalam pencernaan secara selektif dan berdampak pada kesehatan. Menurut Kunova *et al.* (2011), hanya terdapat dua jenis bahan yang dapat memenuhi seluruh kriteria tersebut, yaitu inulin dan transgalaktooligosakarida (TOS). Bahan yang memberikan stimulasi dan berdampak paling besar terhadap pertumbuhan *strain Lactobacillus* adalah fruktooligosakarida (FOS) serta xyloooligosakarida (XOS) (Kunova *et al.*, 2011).

Beberapa komponen yang diduga dapat berperan sebagai prebiotik juga terkandung dalam rempah-rempah. Rempah-rempah merupakan produk turunan dari tumbuhan berupa kulit batang, buah, biji, maupun daun tumbuhan yang mengandung senyawa fitokimia yang spesifik (Lu *et al.*, 2017). Rempah-rempah telah terbukti memiliki berbagai keunggulan dalam aktivitas biologis seperti antioksidan, antikarsinogen, antiinflamasi, dan antimikroba (Panche *et al.*, 2016). Berbagai bioaktivitas tersebut merupakan dampak dari metabolit sekunder yang dihasilkan, seperti minyak esensial, flavonoid, alkaloid, senyawa fenolik, dan sebagainya. Alkaloid, terpenoid, dan fenolik merupakan kelompok dari senyawa flavonoid (Panche *et al.*, 2016).

Terdapat berbagai macam rempah yang digunakan oleh masyarakat Indonesia, namun yang umum digunakan di Indonesia di antaranya adalah bawang putih, bawang merah, jahe, serta kunyit. Bawang merah dan bawang putih merupakan rempah yang hampir selalu digunakan pada masakan Indonesia, sedangkan jahe dan kunyit lebih sering digunakan sebagai minuman jamu atau bumbu rempah pelengkap pada masakan. Selain mudah untuk dibudidayakan serta mudah diperoleh, keempat jenis rempah tersebut juga memiliki berbagai keunggulan dalam menunjang kesehatan manusia. Menurut Peterson *et al.* (2019), 13 dari 50 produk dengan aktivitas antioksidan tertinggi merupakan golongan rempah. Jahe dan kunyit menduduki peringkat 2 dan 5 secara berturut-turut dalam jajaran bahan pangan tinggi antioksidan tersebut. Bawang merah dan bawang putih juga termasuk dalam jenis rempah dengan kandungan antioksidan yang tinggi (Olaniran *et al.*, 2015). Senyawa fitokimia dan serat yang terkandung di dalam rempah mampu

berperan untuk menstimulasi pertumbuhan bakteri menguntungkan seperti bakteri asam laktat.

Berbagai studi yang terdahulu ada menitikberatkan pada berbagai bioaktivitas yang berguna untuk menunjang kesehatan tubuh, serta karakteristik antimikroba yang dapat diperoleh dari rempah-rempah. Padahal, terdapat berbagai manfaat lain yang dapat diperoleh dari berbagai komponen kimia yang terkandung dalam rempah-rempah tersebut. Salah satu sisi lain dari rempah-rempah adalah mengenai potensinya dalam menstimulasi pertumbuhan bakteri asam laktat yang memberi dampak baik bagi kesehatan tubuh manusia. Probiotik dan prebiotik dapat berpadu sinergis untuk dapat menstimulasi pertumbuhan mikrobiota dengan mekanisme sinbiotik, sehingga viabilitas bakteri probiotik dapat meningkat serta dapat memberikan manfaat kesehatan (Peng *et al.*, 2020; Manigandan *et al.*, 2012).

Beberapa *review* yang ada lebih membahas pada peningkatan populasi BAL karena penambahan substrat rempah atau ekstrak rempah yang cakupannya masih sangat luas dan variatif. *Review* ini ditargetkan pada konsumsi rempah atau ekstrak rempah oleh manusia yang memberikan dampak stimulasi terhadap peningkatan pertumbuhan BAL di dalam usus atau pencernaan manusia. Pada *review* ini, penulis berfokus pada empat ragam rempah yang umum di Indonesia yaitu bawang merah, bawang putih, jahe dan kunyit; serta menunjukkan berbagai efek stimulasi berbeda pada pertumbuhan BAL. Selain itu, penulis juga hendak memaparkan berbagai manfaat kesehatan BAL bagi tubuh manusia, mekanisme hubungan yang terjadi antara rempah dan BAL, serta dapat menarik kesimpulan pada jenis rempah dengan efek stimulasi paling optimal terhadap pertumbuhan BAL.

## 1.2. Penelitian yang Terdahulu

Terdapat beberapa penelitian atau *review* sebelumnya yang membahas mengenai kemampuan rempah dalam menstimulasi pertumbuhan bakteri asam laktat (Tabel 1).

Tabel 1. Penelitian-penelitian terkait Rempah dalam Mestimulasi Bakteri Asam Laktat

No	Judul Artikel	Penulis, Tahun	Aspek-aspek yang di review	Kesimpulan
1.	Quality Ingredients and Safety Concerns for Traditional Fermented Foods and Beverages from Asia: A Review	Anal, A. (2019).	Fermentasi asam laktat pada produk makanan di Asia	Bakteri asam laktat yang berkembang pada produk makanan Asia umumnya adalah <i>Lactobacillus</i> sp., <i>Pediococcus</i> sp., dan <i>Leuconostoc</i> sp. dengan ditemukan penurunan kandungan oligosakarida dan fosforus fitat, serta peningkatan kandungan thiamin dan riboflavin.
2.	Isolation and characterisation of lactic acid bacteria from yan-jiang (fermented ginger), a traditional fermented food in Taiwan	Chang, C.-H., Chen, Y.-S., & Yanagida, F. (2011).	Studi fermentasi asam laktat pada produk yan-jiang (jahe)	Terjadi peningkatan populasi bakteri asam laktat, asam laktat, dan penurunan pH. Fermentasi terjadi lebih baik pada temperatur yang rendah.
3.	Antimicrobial Properties of Nano-Emulsion Formulated from Garlic, Ginger and Cinnamon Extracts against <i>Escherichia coli</i> and <i>Salmonella typhi</i>	Hernani, & Dewandari, K. T. (2019).	Kandungan fenolik dan aktivitas antimikroba pada bawang putih dan jahe	Kandungan pada bawang putih 7,5 mg GAE/g dan 1,02 mg GAE/g pada jahe. Aktivitas antimikroba pada bawang putih didukung oleh senyawa allicin dan sulfur lain, sedangkan pada jahe didukung oleh gingerol, paradol, shogaol, zingeron.

4.	Characterization, Health Benefits and Applications of Fruits and Vegetable Probiotics	James, A., & Wang, Y. (2019).	Aktivitas antimikroba pada probiotik, serta karakteristik prebiotik	Terjadi melalui penurunan pH, produksi bakteriosin dan reuterisiklin, dan pencegahan kontak pada sel. Mampu menghambat pertumbuhan patogen seperti <i>E. coli</i> , <i>S. aureus</i> , dan <i>Clostridia</i> spp.
5.	Black Garlic: A Critical Review of Its Production, Bioactivity, and Application	Kimura, S., Tung, Y.-C., Pan, M.-H., Su, N.-W., Lai, Y.-J., & Cheng, K.-C. (2017).	Proses fermentasi yang terjadi pada <i>black garlic</i>	Kandungan fruktan menurun.
6.	In Vitro Fermentability of Prebiotic Oligosaccharides by <i>Lactobacilli</i>	Kunová, G., Rada, V., Lisová, I., Ročková, Š., & Vlková, E. (2012)	Kriteria prebiotik, proses fermentasi pada oligosakarida	<i>Lactobacillus</i> sp. tumbuh dengan baik pada fruktooligosakarida dan inulin.
7.	Prebiotic Potential and Chemical Composition of Seven Culinary Spice Extracts	Lu, Q.-Y., Summanen, P. H., Lee, R.-P., Huang, J., Henning, S. M., Heber, D., ... Li, Z. (2017)	Efek stimulasi oleh ekstrak jahe dan kunyit pada pertumbuhan BAL dan mekanismenya	Kandungan dalam bahan digunakan sebagai substrat oleh BAL atau sebagai pendorong agar metabolisme BAL berjalan maksimal. Efek prebiotik pada jahe lebih signifikan daripada pada kunyit .
8.	Probiotics, Prebiotics and Synbiotics - A Review	Manigandan, T., Mangaiyarkarasi, S. P., Hemalatha, R., Hemalatha, V. T., & Murali, N. P. (2012)	Berbagai keterangan mengenai prebiotik (pengertian, klasifikasi, manfaat), dan hubungan antara probiotik dan prebiotik	Prebiotik hadir secara alami pada beberapa jenis tumbuhan seperti pada golongan bawang-bawangan. Efek stimulasi pertumbuhan pada probiotik oleh prebiotik dipengaruhi oleh dosis dan jenis <i>strain</i> .
9.	Biopreservative Effect of Ginger ( <i>Zingiber officinale</i> ) and Garlic	Olaniran, A. F., Abiose, S. H., &	Aktivitas antimikroba pada dosis tertentu yang	Aktivitas antimikroba pada jahe dapat disebabkan oleh kandungan gingerol dan

	Powder ( <i>Allium sativum</i> ) on Tomato Paste	Adeniran, A. H. (2015)	ditunjukkan oleh jahe dan bawang putih	shogaol, sedangkan pada bawang putih oleh allicin tiosulfonat dan senyawa lainnya. Pada dosis 2% dan 4%, bawang putih menunjukkan efek stimulasi yang lebih baik dibandingkan jahe.
10.	Effectiveness of Probiotics, Prebiotics, and Prebiotic-Like Components in Common Functional Foods	Peng, M., Tabashsum, Z., Anderson, M., Truong, A., Houser, A. K., Padilla, J., ... Biswas, D. (2020)	Kemampuan kandungan polifenol dalam melengkapi peran stimulasi suatu bahan terhadap mikroorganisme probiotik	Kandungan berbagai polifenol terbukti mampu menstimulasi beberapa mikroorganisme seperti <i>Clostridium</i> spp., <i>Bifidobacterium</i> spp., dan <i>Lactobacillus</i> spp. dengan efikasi yang berbeda-beda bergantung dari jenis mikrobiota, sel pencernaan inang, dan interaksinya.
11.	Prebiotic Potential of Culinary Spices Used to Support Digestion and Bioabsorption	Peterson, C. T., Rodionov, D. A., Iablokov, S. N., Pung, M. A., Chopra, D., Mills, P. J., & Peterson, S. N. (2019)	Karakteristik prebiotik pada jahe dan kunyit	Jahe dan kunyit mampu menstimulasi pertumbuhan beberapa bakteri baik untuk tubuh (BAL), namun pada waktu yang bersamaan juga dapat menghambat pertumbuhan bakteri lainnya seperti <i>Ruminococcus</i> spp.
12.	Isolation of Probiotic Bacteria from Turmeric ( <i>Curcuma Longa</i> L.) and Its Application in Enriched Beverages	Pianpumepong, P., & Noomhorm, A. (2010)	Karakteristik pertumbuhan BAL dengan pengaruh penambahan ekstrak kunyit	Kandungan senyawa fenolik yang terkandung dalam kunyit bersifat racun bagi sel dan mampu menghambat pertumbuhan bakteri. Beberapa enzim dari hasil metabolisme BAL mampu mendegradasi kandungan fenolik yang ada.
13.	Pengaruh Variasi Konsentrasi Inulin pada Proses Fermentasi oleh <i>Lactobacillus Acidophilus</i> ,	Setiarto, R. H. B., Widhyastuti, N., Saskiawan, I., &	Mekanisme karakteristik prebiotik oleh penambahan inulin dari	Semakin banyak penambahan inulin, maka semakin banyak sumber karbon sebagai nutrisi yang mampu menstimulasi

	<i>Lactobacillus Bulgaricus</i> dan <i>Streptococcus Thermophilus</i> .	Safitri, R. M. (2017)	bawang merah pada beberapa jenis BAL	petumbuhan BAL, dengan pH yang menurun sebagai efek sampingnya .
14.	Isolation of Lactic Acid Bacteria from <i>Allium Cepa</i> Var. <i>Aggregatum</i> and Study of Their Probiotic Properties	Shafakatullah, N., & Chandra, M. (2015)	Kemampuan beberapa mikroorganisme yang mampu tumbuh di bawang merah	Beberapa jenis mikroorganisme seperti <i>L. brevis</i> , <i>L. bulgaricus</i> , dan <i>L. lactis</i> terbukti mampu tumbuh dan berkembang pada bawang merah dan berpotensi menjadi probiotik.
15.	Antioxidant from Turmeric Fermentation Products ( <i>Curcuma longa</i> ) by <i>Aspergillus oryzae</i>	Sulasiyah, S., Sarjono, P. R., & Aminin, A. L. N. (2018)	Pengaruh fermentasi terhadap komponen senyawa dalam kunyit	Fermentasi menghasilkan banyak senyawa fenolik bebas, yang akan berperan dalam meningkatnya kapasitas antioksidan.
16.	Prebiotic Activity of Garlic ( <i>Allium sativum</i> ) Extract on <i>Lactobacillus acidophilus</i>	Sunu, P., Mahfudz, L. D., & Yudianto, V. D. (2012)	Mekanisme prebiotik oleh komponen terkandung dalam ekstrak bawang putih	Komponen fruktooligosakarida (FOS) yang terkandung di dalam bawang putih difermentasi/diproses oleh <i>Lactobacillus</i> dan <i>Bifidobacterium</i> .
17.	Co-fermentation of Onion and Whey: A Promising Synbiotic Combination	Tinello, F., Vendramin, V., Divino, V. B., Treu, L., Corich, V., Lante, A., & Giacomini, A. (2017)	Mekanisme prebiotik oleh komponen terkandung dalam ekstrak bawang merah	Komponen fruktooligosakarida (FOS) dan inulin yang terkandung di dalam bawang merah mampu menjadi substrat yang baik dan menstimulasi pertumbuhan bakteri <i>Lactobacillus</i> .
18.	Prebiotic Compounds from Agro-industrial by-products	Vazquez-Olivo, G., Gutiérrez-Grijalva, E. P., & Heredia, J. B. (2018)	Kandungan oligosakarida pada produk pertanian berpotensi menjadi bahan prebiotic	Kandungan yang banya ditemukan secara umum yaitu oligosakarida merupakan karbohidrat tak larut. Kehadirannya menjadi sumber karbon dalam proses metabolisme mikrobiota. Perbedaan komponen dan derajat polimerisasi yang berbeda juga dapat menimbulkan efek prebiotik yang berbeda.

19.	Effect of <i>Lactobacillus</i> Fermentation on the Anti-Inflammatory Potential of Turmeric	Yong, C., Yoon, Y., Yoo, H., & Oh, S. (2019)	Pengaruh fermentasi pada kunyit	Kandungan kurkumin secara umum meningkat karena adanya konversi enzimatis oleh <i>Lactobacillus</i> . Sinergi keduanya juga menghasilkan efek perlindungan. Selain itu, sitotoksitas pada kunyit berkurang.
20.	Gut Microbiota as A Prospective Therapeutic Target for Curcumin: A Review of Mutual Influence	Zam, W. (2018)	Karakteristik mikroorganisme yang tumbuh pada sampel kunyit dengan kandungan kurkumin	Bakteri pro-inflamatori seperti <i>enterobacteria</i> dan <i>enterococci</i> berkembang lebih sedikit, sedangkan bakteri anti-inflamatori seperti <i>bifidobacteria</i> dan <i>lactobacilli</i> berkembang lebih pesat.

Pada penelitian-penelitian lain yang telah ada, mekanisme stimulasi rempah terhadap peningkatan populasi BAL masih dijelaskan pada ranah yang luas dan variatif serta belum tersarikan dengan padat. Selain itu, mekanisme stimulasi oleh kandungan spesifik di dalam rempah belum dibahas dengan cukup rinci. Pada *review* ini, penulis hendak memperdalam penjelasan mengenai mekanisme stimulasi rempah terhadap BAL, khususnya pada empat ragam rempah yang umum di Indonesia yaitu bawang merah, bawang putih, jahe dan kunyit yang belum pernah dibahas bersama pada suatu pustaka tertentu. Selain itu, penulis hendak menunjukkan berbagai efek stimulasi berbeda yang dapat diberikan oleh keempat jenis rempah.

### 1.3. Tinjauan Pustaka

#### 1.3.1. Bawang Merah (*Allium cepa* L.)

Bawang merah merupakan tumbuhan berumbi yang masih tergolong dalam rempah dan terbukti memiliki berbagai manfaat bagi kesehatan seperti antikarsinogenik, antiplatelet, antitrombotik, antiastmatik, dan antibiotik. Di dalam bawang merah, terkandung senyawa-senyawa prebiotik seperti fruktooligosakarida (FOS) dan inulin yang tidak dapat dicerna oleh enzim dalam tubuh, namun mampu menunjang pertumbuhan dan aktivitas mikrobiota pencernaan dan berdampak baik pada kesehatan pencernaan (Tinello *et al.*, 2017). Bawang merah juga mengandung komponen monosakarida yang dapat terfermentasi (seperti fruktosa dan glukosa) paling tinggi diantara jenis bawang-bawangan lainnya. *Strain Lactobacillus* yang ditumbuhkan mampu bertumbuh dengan baik pada substrat bawang yang tersedia, dengan memanfaatkan kandungan fruktosa, galaktosa, dan glukosa yang terbukti dengan adanya penurunan terhadap kandungan tersebut (Tinello *et al.*, 2017).

Inulin merupakan komponen bahan pangan yang tidak dapat dihidrolisis oleh asam lambung maupun enzim pencernaan, namun dapat merangsang pertumbuhan dan aktivitas bakteri probiotik dalam saluran pencernaan. Inulin dapat bersumber dari beberapa jenis umbi-umbian dan juga bawang-bawangan, yaitu bawang merah dan bawang putih. Inulin akan difermentasi oleh bakteri probiotik di dalam usus besar bersama enzim fruktofuranosidase menjadi asam-asam lemak rantai pendek dan beberapa mikroflora spesifik. Proses tersebut akan menghasilkan asam laktat sehingga berdampak pada pH substrat yang menurun (Setiarto *et al.*, 2016). Fermentasi inulin menghasilkan produk utama yaitu butirir yang mampu meningkatkan apoptosis pada sel usus besar, dan mampu memberikan efek perlindungan dari karsinogen genotoksik melalui optimalisasi ekspresi gen pada peristiwa detoksifikasi. Prebiotik inulin juga dapat meningkatkan pertumbuhan probiotik dengan menurunkan pH usus ke tingkat optimal yang dipengaruhi oleh sifat fisikokimia asam empedu (Rodrigues, *et al.*, 1998 dalam Setiarto *et al.*, 2016).

Bawang merah mengandung berbagai komponen yang kaya akan fitonutrien, diantaranya adalah flavonoid, fruktooligosakarida (FOS), tiosulfinat, dan berbagai komponen sulfur lainnya (Roldan-marin *et al.*, 2009). Fruktan dan FOS menjadi komponen serat pangan yang dapat ditemukan dalam jumlah yang besar dalam bawang merah, dengan panjang rantai karbon yang variatif. Pada studi oleh Roldan-marin *et al.* (2009), diketahui bahwa terjadinya penurunan pH sebagai dampak dari fermentasi yang terjadi di usus besar berhubungan secara signifikan dengan rendahnya risiko kanker kolon yang dapat diderita oleh tubuh inang.

### 1.3.2. Bawang Putih (*Allium sativum*)

Bawang putih mengandung beberapa senyawa seperti aliin, alisin, enzim alinase dan dialil disulfida. Alisin dan senyawa sulfur yang lainnya merupakan senyawa mayor yang berkontribusi pada karakteristik antimikroba pada bawang putih. Saat sel-sel bawang putih hancur atau rusak, maka enzim alinase teraktivasi dan memproduksi alisin yang berasal dari aliin (Hernani & Dewandari, 2019). Beberapa bakteri yang memiliki sensitivitas tinggi terhadap aktivitas antimikroba yang dimiliki bawang putih yaitu *Staphylococcus*, *Mycobacteria*, dan spesies *Proteus* (Sunu *et al.*, 2019). Selain itu, terdapat senyawa lain yang juga berkontribusi besar terhadap karakter bioaktivitas bawang putih, yaitu Alil Metil Sulfida (AMS).

Berbagai kandungan lain di dalam rempah jenis bawang-bawangan (bawang merah dan bawang putih) seperti laktulosa, oligofruktosa, inulin, peptida fungsional, protein, dan lipid tergolong sebagai bahan prebiotik maupun berpotensi untuk menjadi prebiotik. Fungsi ini dilakukan dengan mekanisme konversi yang dilakukan oleh mikroba saluran cerna untuk menghasilkan metabolit bioaktif lainnya, serta berperan secara selektif untuk menunjang pertumbuhan bakteri menguntungkan (Peng *et al.*, 2020). Menurut Sunu *et al.* (2019), bawang putih dapat digunakan sebagai bahan prebiotik alami pada makanan pada level 1,0% untuk meningkatkan pertumbuhan mikroflora menguntungkan. Bawang putih mengandung senyawa fenolik sebesar 3,4 mg hingga 10,8 mg *gallic acid equivalents* (GAE)/g (Beato *et al.*, 2011). Oligosakarida yang terkandung di dalam bawang putih dan berpotensi menjadi prebiotik adalah xylooligosakarida (XOS) (Vazquez-Olivo *et al.*,

2018). Bawang putih mengandung 3,34% b/b fruktooligosakarida (FOS) (Sunu *et al.*, 2019). FOS umumnya akan dicerna dan difermentasi oleh *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium*. Menurut Sunu *et al.* (2019), bakteri *L. acidophilus* yang merupakan bakteri asam laktat mampu tumbuh dengan sangat baik dengan penambahan ekstrak bawang putih.

Pada fenomena bawang putih yang difermentasi atau lebih dikenal dengan istilah *black garlic*, diketahui bahwa kandungan fruktan berkurang secara signifikan (Kimura *et al.*, 2017). Saat proses pelayuan (*aging*), senyawa aliin yang bersifat kurang stabil pada bawang putih segar akan dikonversi menjadi senyawa SAC (*S-Allylcysteine*) yang lebih stabil, serta memiliki aktivitas antioksidan. Pada makanan tradisional khas Thailand yaitu Nham yang terdiri dari daging babi, beras, garam, dan rempah bawang putih, ditemukan beberapa kultur bakteri seperti *L. plantarum* dan *L. brevis* (Anal, 2019).

### 1.3.3. Jahe (*Zingiber officinale* Rosc.)

Jahe merupakan rempah yang telah sangat umum digunakan sebagai bahan penyedap pada masakan maupun dikonsumsi sebagai minuman herbal, dan berdampak baik untuk kesehatan tubuh. Komponen senyawa kimia dalam jahe terdiri dari eugenol, shogaol, zingeron, gingerdiol, dan gingerol. Diketahui bahwa gingerol dan shogaol memiliki bioaktivitas yang lebih besar dibandingkan dengan senyawa-senyawa lainnya. Jahe mengandung senyawa fenolik sebesar 1,02 mg *gallic acid equivalents* (GAE)/g (Beato *et al.*, 2011).

Produk fermentasi yang memiliki komposisi jahe antara lain adalah kimchi dan pao-cai. Pada produk-produk tersebut, berbagai *strain* BAL seperti *L. fermentum*, *L. plantarum*, *L. brevis*, dan *L. lactis* tumbuh dengan baik (James & Wang, 2019). Berdasarkan Lu *et al.* (2017), ekstrak jahe terbukti mampu menstimulasi pertumbuhan *Bifidobacterium* spp. dan *Lactobacillus* spp. dengan hasil yang bervariasi. Selain dapat berperan sebagai stimulator pertumbuhan bakteri menguntungkan, jahe juga memiliki peran yang signifikan dalam aktivitas antimikroba. Berdasarkan Peterson *et al.* (2019), jahe mampu menunjukkan efek inhibisi terhadap pertumbuhan 13 spesies bakteri. Jahe memiliki

aktivitas antimikroba terhadap beberapa spesies mikroba, seperti *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis* dan berdampak besar pada inhibisi *S. typhi* (Hernani & Dewandari, 2019).

Jahe juga memiliki berbagai atribut lain yang berdampak bagi kesehatan, diantaranya mampu memodulasi obesitas dengan meningkatkan termogenesis dan lipolisis, menekan lipogenesis, menghambat penyerapan lemak pada pencernaan dan mengontrol nafsu makan. Jahe juga memiliki efek gastroprotektif atau perlindungan terhadap organ pencernaan karena mekanisme antioksidan dan inhibisi peroksidasi lipid yang dimilikinya (Etheridge & Derbyshire, 2019).

#### 1.3.4. Kunyit (*Curcuma longa*)

Kunyit merupakan salah satu rempah yang menjadi sorotan, salah satunya adalah karena kandungan senyawa fenolik yang besar di dalamnya sehingga memiliki karakteristik antioksidan yang besar pula. Kunyit terdiri dari beberapa komponen, yaitu senyawa kurkuminoid 2–5%, karbohidrat 40–70%, protein 6–8%, minyak esensial 5–8%, serta mineral dan elemen lain 3–5% (Yazdi *et al.*, 2019). Kandungan senyawa bioaktif mayor yang terkandung di dalam kunyit adalah senyawa golongan kurkuminoid, yang terdiri dari 80% kurkumin, 18% demetoksikurkumin, dan 2% bisdemetoksikurkumin (Peterson *et al.*, 2019 ; Peterson *et al.*, 2018). Kurkumin (diferuloilmetana) sebagai konstituen utama kunyit (60-70%) merupakan polifenol lipofilik yang tidak larut air, namun larut dalam pelarut organik serta cukup stabil pada suasana pH pencernaan (Zam, 2018).

Menurut Zam (2018), penambahan kurkumin pada dosis yang berbeda memberikan dampak yang berbeda. Contohnya, kandungan kurkumin memberikan stimulasi terhadap beberapa jenis mikroba tertentu seperti *Bacteroidaceae*, *Rikenellaceae*, dan *Lactobacillales*. Kurkumin juga berdampak pada menurunnya populasi beberapa jenis mikroba patogen, seperti *Prevotella* yang diduga menjadi salah satu bibit pemicu kanker pada dosis 100 mg/kg selama 15 hari. Pada dosis 2000 mg per hari, kurkumin menunjukkan dampak penurunan terhadap bakteri proinflamatori seperti *Enterobacteria*

dan *Enterococci*, dan peningkatan terhadap bakteri anti-inflamasi seperti *Bifidobacteria* dan *Lactobacilli*.

Kandungan polifenol pada kunyit yang menjadikan bahan tersebut berpotensi untuk menstimulasi pertumbuhan mikrobiota terutama bakteri asam laktat adalah kurkumin, dengan pemanfaatannya sebagai substrat oleh mikrobiota pencernaan (Zam, 2018). Berbagai kandungan flavonoid yaitu asam galat dan golongan flavonoid seperti epigallokatekin gallat, epikatekin gallat, epigalo katekin, galokatekin, epikatekin, dan katekin mampu berperan sebagai komponen antimikroba terhadap beberapa patogen seperti *Helicobacter pylori*, *E. coli*, *Salmonella Typhimurium*, *Listeria monocytogenes*, *hepatitis C virus*, dan jamur genus *Candida*. Berdasarkan Lu *et al.* (2017), kunyit terbukti mampu menghambat pertumbuhan *Clostridium* spp. Selain itu, berbagai kandungan di dalam kunyit juga mampu berperan sebagai stimulan bagi pertumbuhan bakteri menguntungkan tertentu seperti *Bifidobacterium* spp. dan *Lactobacillus* spp. (Peng *et al.*, 2020).

Kunyit memiliki potensi paling besar dalam menstimulasi pertumbuhan beragam bakteri, serta menunjukkan efek inhibisi terhadap pertumbuhan 10 spesies bakteri (Peterson *et al.*, 2019). Yazdi *et al.* (2019) melakukan percobaan digesti terhadap ekstrak kunyit pada lingkungan buatan yang menyerupai keadaan di dalam organ pencernaan manusia. Hasilnya, lebih dari 91% ekstrak kunyit mampu melewati perut dan usus halus. Oleh sebab itu, kunyit dinilai sangat potensial untuk menjadi komponen prebiotik.

Besarnya peningkatan sifat-sifat antioksidan pada produk fermentasi tergantung dari mikroorganisme yang digunakan serta kondisi fermentasi itu sendiri. Fermentasi yang terjadi pada kunyit juga mampu mengurangi sitotoksisitas kunyit. Pada studi yang dilakukan oleh Sulasyah *et al.* (2018), fermentasi kunyit berdampak pada menurunnya nilai persen inhibisi ekstrak yang lebih rendah dibandingkan kunyit non-fermentasi, dan hal ini secara tidak langsung berdampak pada meningkatnya kapasitas antioksidan pada kunyit.

### 1.3.5. Bakteri Asam Laktat (BAL)

Bakteri asam laktat (BAL) merupakan bakteri probiotik yang menghasilkan asam laktat sebagai produk utama fermentasinya. BAL tergolong dalam bakteri gram positif fakultatif anaerob. Beberapa pustaka menyebutkan bahwa BAL merupakan organisme mikroaerofilik (Pessione, 2012). Beberapa genus bakteri yang tergolong bakteri asam laktat adalah *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Lactococcus*, *Bifidobacterium*, dan *Leuconostoc*. Selain itu, terdapat pula berbagai jenis bakteri asam laktat lainnya, seperti *Pediococcus* dan *Weissella* (Anal, 2019). Jenis bakteri probiotik yang paling umum adalah *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium*. Berdasarkan De Filippis *et al.* (2020), terdapat lebih dari 40 spesies bakteri yang tinggal di dalam usus. *Lactobacillus* merupakan jenis bakteri asam laktat yang paling dominan, dimana memiliki proporsi populasi sebesar 6% pada duodenum dan 0,3% dalam usus besar (De Filippis *et al.*, 2020).

Di dalam tubuh manusia, mikrobiota usus melangsungkan beberapa aktivitas atau mekanisme seperti : interaksi dengan senyawa metabolit di dalam tubuh, modulasi sistem imun, perlindungan terhadap patogen, regulasi saluran pernapasan enterik, resistensi terhadap kanker usus, perilaku neurologis, dan penyeimbangan tingkat lemak dan kolesterol di dalam tubuh (Vernocchi *et al.*, 2020). Bakteri asam laktat hanya memiliki kemampuan biosintesis yang terbatas, oleh sebab itu BAL terus membutuhkan berbagai asupan komponen seperti purin, pirimidin, vitamin, dan asam amino untuk dapat terus melangsungkan biosintesis (Masood *et al.*, 2010). Beberapa senyawa yang diproduksi oleh BAL dalam proses fermentasi adalah peptida inhibisi enzim angiotensin konversi (*angiotensin converting enzyme-inhibitory peptides*), eksopolisakarida (EPS) yang memiliki atribut anti-diabetik, mampu mengurangi kolesterol, antioksidan, dan efek imunomodulator. Dampak penurunan kolesterol dapat terjadi karena terjadinya penurunan penyerapan kolesterol pada pencernaan dan stimulasi garam empedu dengan pengikatan kolesterol.

Mikrobiota pencernaan memberikan empat dampak atau fungsi fisiologis yang utama. Pertama, mikrobiota pencernaan berpartisipasi dalam sistem metabolisme dalam tubuh inang yang dalam hal ini adalah manusia, dengan produk metabolit yang dihasilkannya.

Kedua, mikrobiota pencernaan berperan dalam membentuk imunitas sistemik dalam tubuh inang melalui imunitas seluler maupun organogenesis limfoid. Ketiga, mikrobiota pencernaan berperan dalam menjaga homeostasis dalam sistem pencernaan melalui proses maturasi sistem yaitu angiogenesis, pengelolaan batasan atau *barrier* pada pencernaan, serta glikosilasi mukosa. Keempat, mikrobiota pencernaan berdampak pada fungsi dan tingkah laku pada otak, yang mampu terhubung dengan sistem saraf pusat melalui sumbu antara pencernaan dengan otak dan melibatkan proses yang berhubungan saraf, endokrin, dan imunitas (Xu *et al.*, 2017). Berbagai peran lain BAL yang penting untuk menunjang kesehatan manusia atau *host* diantaranya adalah sebagai sumber energi, memberi perlindungan terhadap patogen, serta mengatur sistem imunitas (Peng *et al.*, 2020). Aktivitas antimikroba yang dimiliki oleh bakteri asam laktat disebabkan oleh senyawa bakteriosin yang diproduksi, dimana senyawa tersebut mampu menghambat pertumbuhan berbagai bakteri patogen seperti *Bacillus cereus*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Listeria monocytogenes*, dan *Staphylococcus aureus* (Aritonang *et al.*, 2020).

Bakteri asam laktat mampu berperan sebagai preservatif atau pengawet alami pada produk makanan karena perannya dalam mencegah kerusakan produk makanan yang disebabkan oleh bakteri pembusuk maupun patogen (Chang *et al.*, 2011). Fermentasi yang terjadi karena bakteri atau mikrobiota tertentu juga mampu meningkatkan bioavailabilitas mineral dan senyawa lainnya (Pianpumepong & Noomhorm, 2010). Bakteri asam laktat yang umum ditemukan pada produk fermentasi sayuran adalah *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus brevis*, dan *Lactobacillus plantarum* (Olaniran *et al.*, 2015).

#### **1.4. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari studi literatur ini adalah untuk mengetahui dan mengulas potensi empat jenis rempah yaitu bawang merah, bawang putih, jahe, dan kunyit untuk menstimulasi pertumbuhan bakteri asam laktat (BAL), serta membandingkan rempah-rempah tersebut dan mengetahui rempah yang memberikan dampak paling optimal dalam menstimulasi pertumbuhan bakteri asam laktat (BAL).