

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Konsep Sinbiotik

Sinbiotik didefinisikan sebagai campuran probiotik dan prebiotik yang dapat memperbaiki ketahanan hidup dan kultivasi pada saluran cerna dari suplemen diet yang berisi mikroorganisme hidup, baik dengan melalui stimulasi pertumbuhan maupun secara metabolik mengaktivasi bakteri yang dapat menguntungkan (Kaur dkk., 2002). Kombinasi probiotik dan prebiotik yang cocok atau kompatibel dapat meningkatkan ketahanan hidup dan aktivitas probiotik, contohnya FOS (fruktooligosakarida) yang dikombinasikan dengan *strain Bifidobacteria* atau *Lactobacilli* (Gibson dan Roberfroid, 1995). Prebiotik mampu meningkatkan pertumbuhan bakteri menguntungkan (probiotik) yang sudah ada di kolon dan memperbaiki sifat ketahanan hidup, kultivasi, serta pertumbuhan *strain* probiotik baru yang ditambahkan. Efek dari keduanya sering disebut sebagai efek sinergistik (Nagpal dkk., 2007).

Prebiotik didefinisikan sebagai komponen makanan tidak tercerna yang memberikan efek kesehatan bagi inang dan secara selektif menstimulasi pertumbuhan aktivitas satu atau beberapa bakteri tertentu pada kolon (Lestari dan Helmyati, 2015). Selama beberapa tahun terakhir, aktivitas prebiotik telah melekat pada berbagai komponen makanan, khususnya oligosakarida dan polisakarida (termasuk beberapa serat makanan). Namun demikian, berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan untuk prebiotik, tidak semua

karbohidrat tidak tercerna dan serat makanan merupakan prebiotik. Kriteria komponen makanan termasuk ke dalam prebiotik adalah tahan terhadap keasaman lambung, tidak dapat dihidrolisis oleh enzim mamalia, tidak dapat diserap di saluran cerna bagian atas, dapat difermentasi oleh mikroflora saluran cerna, serta secara selektif dapat menstimulasi pertumbuhan atau aktivitas bakteri saluran cerna, sehingga dapat menimbulkan efek kesehatan yang menguntungkan (Gibson dan Roberfroid, 1995).

Salah satu komponen prebiotik yang paling dikenal adalah NDO (*Non-digestable Oligosaccharide*). Meskipun berbeda dalam karakteristik kimiawi, semua jenis NDO tahan terhadap pencernaan dalam usus halus manusia dan mempunyai potensi sebagai substrat untuk bakteri yang membentuk koloni di usus besar. NDO, seperti fruktan dan oligosakarida selalu ada secara alami pada makanan yang berasal dari tumbuh-tumbuhan. Yang termasuk dalam kategori NDO yang sudah dikembangkan adalah NDO yang terdiri dari unit monosakarida fruktosa, galaktosa, glukosa, dan/atau xylose (Mussato dan Manchilha, 2007).

Menurut Chiang dkk. (2000), biji jali juga memiliki efek modifikasi terhadap bakteri di usus sebagai hasil interaksi dari kandungan prebiotik di dalamnya dengan bakteri probiotik. Biji jali mengandung oligosakarida yang berfungsi sebagai prebiotik bagi bakteri asam laktat, sehingga meningkatkan kadar asam laktat. Adapun BAL yang mampu berinteraksi dengan prebiotik adalah golongan bakteri probiotik dari genus *Lactobacillus*. *Lactobacillus acidophilus* merupakan bakteri asam laktat yang memiliki kemampuan

menggunakan sukrosa, rafinosa, dan stakiosa. Selain *Lactobacillus acidophilus*, probiotik lainnya adalah *Lactobacillus plantarum* dan *Lactobacillus reuteri*. *L. plantarum* dapat memfermentasi semua gula, kecuali melibiosa, rafinosa, dan xilitol. *L. reuteri* tidak mampu memfermentasi sukrosa, maltosa, arabinose, dan sorbitol pada kondisi anaerob (Lestari dan Helmyati, 2015). Berdasarkan uraian tersebut, *L. acidophilus* dianggap lebih efektif menggunakan substrat biji jali yang didominasi oleh prebiotik (oligosakarida) karena memiliki enzim α -galaktosidase yang menghidrolisis rafinosa dan stakiosa menjadi glukosa, fruktosa, dan galaktosa (Usmiati dan Utami, 2008).

B. Deskripsi, Kedudukan Taksonomi dan Kandungan Gizi Biji Jali (*Coix lacryma-jobi* L.)

Tanaman jali berasal dari India, dan kini sudah mulai dikembangkan di Asia Tenggara, termasuk Indonesia. Di Indonesia, jali dikenal dengan nama lain yaitu Hanjeli. Tanaman ini juga memiliki banyak nama lain di berbagai belahan dunia. Dalam perdagangan Internasional, jali disebut sebagai *Chinese Pearl Barley*, sedangkan dalam bahasa Inggris, jali disebut dengan *Job's Tears* (Utami, 2011).

Jali atau yang biasa disebut *Coix lacryma-jobi* L. atau *Coix agrestis* Lour, termasuk ke dalam famili tumbuhan Poaceae (Gramineae). Tanaman jali menghasilkan biji yang dapat dimakan (*edible grains*) seperti sereal lain (gandum, jagung, millet, barley). Tanaman jali termasuk tanaman tahan kering diperbanyak menggunakan biji. Bijinya berbentuk bulat kerucut, keras

dan licin mengkilat berwarna coklat kehitaman. Tinggi tanaman mencapai 174-185 cm dan mempunyai 6 cabang yang masing-masing cabangnya mengeluarkan biji. Tanaman yang berumur 144 hari ini mempunyai anakan 2 sampai 3. Jumlah biji rata-rata adalah 230 butir/batang (Anonim, 2014).

Jali memiliki 2 varietas, yaitu varietas cangkang lembut yang dapat dimakan (*Coix lacryma-jobi* var. *mayuen*) dan varietas cangkang keras (*Coix lacryma-jobi* var. *stenocarpa* dan var. *monilifer*) yang sering dipakai sebagai ornamen hiasan. Di Indonesia sendiri, varietas cangkang lembut lebih dikenal dengan sebutan jali ketan. Jenis ini memiliki cangkang yang tipis dan mudah dipecahkan, sehingga mudah untuk mendapatkan biji dalamnya untuk bahan makanan (Qosim dan Nurmala, 2011).

Bulir biji yang sudah matang dapat dimasak dan dikonsumsi sebagai pengganti nasi. Selain itu, beberapa pangan olahan yang dibuat dari biji jali antara lain, *cake*, roti, es krim, dan minuman. Menurut Burkill (1935) dalam Keeratibunharn dan Krasaekoopt (2013), biji jali kupas dapat digiling menjadi tepung dan dicampur dengan air untuk diolah menjadi minuman dingin. Orang-orang dari suku Garo, Karbi, dan Naga juga menggunakan bulir biji jali ini untuk diolah menjadi bir. Kenampakan tanaman jali dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tanaman Jali dengan malai biji (kiri), biji jali var. *mayuen* (tengah), biji jali yang telah dihilangkan kulit cangkangnya (kanan) (Sumber: Kurniawan, 2014)

Berikut adalah kedudukan taksonomi tanaman jali

Kingdom : Plantae (Tumbuhan)
 Subkingdom : Tracheobionta (Tumbuhan berpembuluh)
 Superdivisi : Spermatophyta (Tumbuhan berbiji)
 Divisi : Magnoliophyta (Tumbuhan berbunga)
 Kelas : Liliopsida (Tumbuhan monokotil)
 Sub-kelas : Commelinidae
 Ordo : Cyperales
 Famili : Poaceae (Rerumputan)
 Genus : *Coix* L.
 Spesies : *Coix lacryma-jobi* L.
 (Natural Resources Conservation Service, 2002 dalam Savitri, 2010)

Biji jali tersusun dari tiga bagian utama, yaitu kulit luar, tegmen, dan endosperma, seperti yang terlihat pada Gambar 2. Pada bagian kulit luar, banyak terkandung mineral, sedangkan bagian tegmen mengandung lemak sekitar 4,47 % dan mineral 1,6 %. Seperti tanaman sereal, pada umumnya, bagian endosperma pada bulirnya banyak mengandung karbohidrat (Chaisiricharoenkul dan Sumata, 2005 dalam Cahyani, 2010).



Gambar 2. (kiri) Biji jali utuh dan (kanan) biji jali kupas (Sumber: Cahyani, 2010)

Menurut Cahyani (2010), biji jali mengandung beberapa zat gizi. Salah satunya adalah kandungan karbohidratnya yang tinggi (di atas 50%) dan proteinnya yang tinggi (di atas 10%). Lebih spesifik lagi, dikatakan bahwa biji jali didominasi oleh kandungan gizi antara lain karbohidrat (65 %),

protein (15 %), kadar air (11 %), dan lemak (6%). Selain itu, terdapat juga unsur vitamin dan mineral seperti kalsium, fosfor, niasin, thiamin, dan riboflavin dalam jumlah sedikit. Adapun, kandungan nutrisi dalam 100 g biji jali dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kandungan nutrisi dalam biji jali per 100 g

No.	Komponen Zat Gizi	Jumlah			
		A	B	C	D
1	Energi (kalori)	324	-	306	380
2	Protein (gram)	11	9,1-23	12,0	15,4
3	Lemak (gram)	4	0,5-6,1	6,7	6,2
4	Karbohidrat (gram)	61	58,3-77,2	64,9	65,3
5	Serat (gram)	-	0,3-8,4	-	-
6	Kalsium (milligram)	213	-	46	25
7	Fosfor (milligram)	176	-	148	435
8	Besi (milligram)	11	-	0,7	5
9	Vit B1 (milligram)	0,14	-	-	0,28
10	Vit C (milligram)	0	-	0	0
11	Kadar Air (gram)	23	10,1-15	15	-
12	Abu	1,0	0,7-2,6	1,4	1,9

(Sumber: (A) Tabel Komposisi Pangan Indonesia 2008; (B) PROSEA (*Plant Resources of South-East Asia*), dalam Burnette, 2012; (C) Leung, 1972 dalam Cahyani, 2010; (D) *Center New Crops and Plant Products*, 1996 dalam Cahyani, 2010)

Selain bernutrisi, jali juga digunakan sebagai obat Indonesia. Akar, daun, dan biji tanaman jali dapat dimanfaatkan sebagai obat. Biji jali mengandung senyawa-senyawa fitokimia yang berperan sebagai antioksidan, antiinflamasi, antipiretik, antiseptik, antiplasmodik, antineoplastik, hipoglisemik, hipotensif, sedatif, *vermifuge* dan imunomodulasi. Senyawa aktif tersebut antara lain coixol, coixans, coixenolide, asam coixinat, coniferil, alkohol, asam syringat, asam ferulat, 4-ketopinoresinol, syringaresinol, mayuenolide (Kuo dkk., 2002 dalam Muliawati, 2015).

Biji jali juga mengandung beberapa sterol utama terutama campesterol, campestanol, stigmasterol, sitosterol dan sitostanol. Sitostanol dan ester asam lemaknya memiliki kemampuan menurunkan kolesterol darah dengan menekan absorpsi kolesterol. Sitostanol merupakan senyawa steroid yang secara alami terdapat dalam tumbuhan kacang-kacangan (Tanaka dan Takatsuko, 2001).

Beberapa senyawa tersebut membuat biji jali memiliki efek kesehatan. Menurut Chang dkk. (2003); Hung dan Chang (2003); Shih dkk.(2004); dan Yu dkk.(2011), beberapa manfaat kesehatan yang dimiliki biji jali adalah mengurangi resiko akumulasi lemak pada liver, mengurangi resiko tumor, memberikan perlawanan terhadap serangan virus, mengurangi reaksi alergi, mengurangi penyakit pada arteri coroner dan artrosklerosis, dan membantu mengurangi resiko osteoporosis.

Menurut Liaotrakoon dkk. (2014), biji jali dapat diolah menjadi tepung yang dapat diolah lebih lanjut. Misalnya dalam pembuatan minuman. Menurut Rahman (1999), tepung jali membantu meningkatkan viskositas produk cair karena sifat gelatinisasi pati yang dimilikinya. Tepung biji jali adalah hasil penggilingan dari biji jali varietas ketan. Penggilingan merupakan cara yang digunakan untuk menepungkan atau menghaluskan biji jali. Tepung jali memiliki tekstur yang kasar karena jali memiliki struktur biji yang keras (adanya matriks pati dan protein). Untuk mengurangi tekstur yang kasar dan berpasir, maka perlu dilakukan modifikasi pada tepung jali (Syahputri dan Wardani, 2015).

C. Bakteri Asam Laktat sebagai Probiotik

Bakteri asam laktat (BAL) termasuk bakteri yang aman jika ditambahkan dalam pangan karena tidak bersifat toksik, tidak menghasilkan toksin dan umumnya memenuhi status GRAS (*Generally Recognized As Safe*), yaitu mikrobial yang tidak beresiko terhadap kesehatan, bahkan beberapa jenis bakteri tersebut berguna bagi kesehatan (Fuller, 1992).

BAL yang biasa digunakan untuk *starter* dalam pembuatan *yoghurt* adalah sekelompok bakteri yang dapat mengubah laktosa menjadi asam laktat. BAL ini dapat digolongkan menjadi 2 golongan, yaitu golongan bakteri homofermentatif dan bakteri heterofermentatif. BAL homofermentatif mengubah keseluruhan glukosa menjadi asam laktat melalui jalur EMP (*Embden – Meyerhof - Parnas Pathway*), sedangkan heterofermentatif memfermentasi glukosa menjadi asam laktat melalui jalur fosfoketolase (Axelsson, 2004).

BAL homofermentatif dapat mengubah 95% glukosa menjadi asam laktat, CO₂ dan asam-asam volatil lainnya yang dihasilkan dalam jumlah kecil. Beberapa contoh BAL homofermentatif adalah *Streptococcus*, *Pediococcus*, dan beberapa spesies *Lactobacillus* seperti *L. bulgaricus*, *L. lactis*, *L. acidophilus* dan *L. helveticus*. BAL heterofermentatif, mengubah glukosa menjadi asam laktat, etanol, asam asetat, asam format dan CO₂ dalam jumlah hampir sama. Beberapa contoh BAL heterofermentatif antara lain *Leuconostoc*, dan beberapa spesies *Lactobacillus* seperti *L. fermentum*,

L. brevis, *L. plantarum*, *L. rhamnosus*, *L. buchneri*, *L. pastorianus* dan *L. hirgadiii* (Axelsson, 2004).

BAL yang sering digunakan dalam pembuatan *yoghurt* merupakan gabungan dari 2 jenis bakteri yang saling memberikan efek sinergistik, seperti *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*. Pada awal fermentasi, *S. thermophilus* akan menurunkan pH medium yang akan memicu pertumbuhan *L. bulgaricus*. Selanjutnya, *L. bulgaricus* akan menghasilkan asetal dehid, asam asetat, diasetil, valin, glisin, leusin, isoleusin, dan histidin ke dalam medium yang membentuk flavor khas susu fermentasi (Tamime dan Robinson, 1985). Namun, *L. bulgaricus* tidak dapat bertahan hidup pada saluran pencernaan manusia, sehingga tidak termasuk probiotik (Yuguchi dkk., 1992).

Tidak semua BAL tergolong ke dalam probiotik. Probiotik itu sendiri didefinisikan sebagai mikroorganisme hidup yang jika diberikan dalam jumlah yang cukup akan memberikan efek kesehatan bagi inang (Lee, 2009). Beberapa syarat agar bakteri dikategorikan sebagai probiotik adalah (1) berasal dari genus yang aman dikonsumsi; (2) tahan terhadap kondisi asam karena probiotik setelah dikonsumsi harus melewati lambung yang pH-nya mencapai 2; (3) tahan terhadap kondisi garam empedu karena garam empedu sangat berperan dalam proses pencernaan makanan; (4) tahan pada kondisi anaerob yang mencerminkan kondisi saluran cerna manusia; (5) mampu menghambat bakteri patogen; (f) bakteri tersebut mudah dikultivasi, artinya tidak membutuhkan substrat yang bermacam-macam untuk pertumbuhannya;

(g) viabilitas yang tinggi selama pengolahan dan penyimpanan; dan (h) bersifat stabil secara genetik. Secara umum, syarat-syarat tersebut dapat digolongkan menjadi dua, yaitu syarat yang terkait dengan ketahanan probiotik dalam melewati saluran cerna dan syarat yang terkait dengan pengembangan probiotik sebagai makanan fungsional maupun suplemen (ketahanan selama proses produksi) (Lestari dan Helmyati, 2015).

Bakteri probiotik biasanya tergolong dalam genus *Bifidobacteria* atau *Lactobacilli*. Dalam penelitian ini, digunakan bakteri probiotik dari genus *Lactobacilli* yaitu *Lactobacillus acidophilus*. Menurut Surono (2004), *L. acidophilus* bersifat resisten terhadap asam lambung dan masih dapat mempertahankan jumlah bakteri hidup sampai 10^7 koloni/ml.

1. *Lactobacillus acidophilus*

Bakteri *L.acidophilus* tergolong ke dalam bakteri Gram positif, katalase negatif, berbentuk batang, berkoloni seperti rantai, serta tidak membentuk spora. Bakteri ini merupakan mikroflora alami pada saluran pencernaan manusia dan dapat memproduksi asam laktat sebagai hasil utama fermentasi karbohidrat. Bakteri ini digolongkan ke dalam bakteri homofermentatif karena mampu memfermentasi gula-gula atau karbohidrat yang hanya menjadi asam laktat melalui jalur glikolisis. Karbohidrat yang mampu difermentasi oleh bakteri ini adalah jenis karbohidrat sederhana seperti glukosa, laktosa dan sukrosa, sedangkan karbohidrat kompleks seperti pati tidak mampu difermentasi oleh bakteri ini. Bakteri ini juga memiliki enzim α -galaktosidase yang dapat mengolah

substrat berupa oligosakarida dari produk susu nabati yang mengandung rafinosa dan stakiosa dalam fermentasi (Salminen dan Wright, 1998).

Menurut Breed dkk. (1957), *L. acidophilus* tidak tumbuh pada suhu antara 20 °C sampai 22 °C. Suhu maksimum pertumbuhan adalah 43 °C sampai 48 °C. Suhu optimumnya adalah 37 °C dan pH optimumnya adalah 5,5-6,0,

Menurut Soeharsono (2010), BAL berpotensi mengikat kolesterol karena menghasilkan enzim BSH (*Bile Salt Hydrolase*). Enzim ini menghasilkan asam empedu terdekongjugasi dalam bentuk asam kolat bebas yang kurang diserap usus halus dibanding asam empedu terkonjugasi. Oleh karena itu, asam empedu yang kembali ke hati berkurang. Asam empedu yang terbuang lewat feses mengakibatkan semakin banyak kolesterol yang dibutuhkan untuk mensintesis garam empedu lagi, sehingga kadar kolesterol akhirnya menurun.

2. *Streptococcus thermophilus*

Bakteri *S. thermophilus* tergolong ke dalam bakteri Gram positif, katalase negatif, non-motil, berbentuk kokus dan berkoloni seperti rantai. Bakteri *S. thermophilus* juga merupakan BAL dan digunakan sebagai *starter* untuk pembuatan *yoghurt*. Bakteri ini tergolong homofermentatif yaitu bakteri yang dalam proses fermentasinya menghasilkan lebih dari 85% asam laktat. Suhu pertumbuhan optimum berada di antara 40 °C sampai 45 °C. Tidak tumbuh pada suhu di bawah 20°C, dan mampu bertahan pada suhu 65 °C selama 30 menit (Breed dkk., 1957). Bakteri ini

tidak tahan pada konsentrasi garam 6,5%, bersifat termodurik, dan menyukai suasana mendekati netral dengan pH optimum untuk pertumbuhannya adalah 6,5 (Helferich dan Westhoff, 1980).

D. Deskripsi dan Kualitas *Yoghurt*

Yoghurt merupakan produk fermentasi susu yang menggunakan *starter* bakteri asam laktat (BAL) dan dikenal sebagai salah satu jenis minuman probiotik. Beberapa BAL yang umumnya berperan dalam pembuatan *yoghurt* adalah *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus*. Pada proses fermentasi *yoghurt*, laktosa yang terdapat dalam susu diubah menjadi asam laktat. Penggunaan *starter* biasanya sebanyak 2-5 % dari bahan yang digunakan. Penggunaan inokulasi *starter* memungkinkan terjadinya penurunan laktosa dan peningkatan asam laktat yang berakibat pada penurunan pH, sehingga kadar asam *yoghurt* relatif tinggi dan terbentuk gumpalan (Tamime dan Robinson, 1985).

Secara garis besar, proses pembuatan *yoghurt* terdiri dari 4 langkah dasar, yaitu: (1) pemanasan/pasteurisasi susu, (2) inokulasi kultur *starter*, (3) inkubasi dan (4) pendinginan. Pemanasan merupakan langkah pertama yang paling penting karena bertujuan untuk menghancurkan dan menginaktivasi organisme yang tidak diinginkan yang dapat berkompetisi dengan BAL seperti *Escherichia coli* dan *Salmonella* sp. Selain itu, pemanasan juga memengaruhi protein dalam susu untuk mengikat air sehingga diperoleh *curd* yang lebih kompak dan suhu yang tinggi dapat membebaskan oksigen

sehingga menciptakan kondisi anaerob selama fermentasi (Helferich dan Westhof, 1980).

Menurut Foster (1957), pemanasan susu dilakukan hingga mencapai suhu 85-90 °C selama 10-15 menit atau 80-85 °C selama 15-20 menit. Sebelum ditambahkan dengan bakteri pemfermentasi, susu ditunggu hingga suhu turun menjadi ± 45 °C. Penggunaan starter *yoghurt* sebanyak 2-5 % dari bahan yang digunakan.

Penambahan starter harus dilakukan secara steril, agar susu yang telah dipasteurisasi tidak tercemar kembali oleh bakteri patogen. Setelah dipasteurisasi, susu perlu didinginkan agar BAL tidak mengalami *heat shock*. Suhu yang dianjurkan ketika melakukan penginokulasian BAL yaitu berada pada rentang suhu optimum *Lactobacillus acidophilus* dan *Streptococcus thermophilus* (Sirait, 1984).

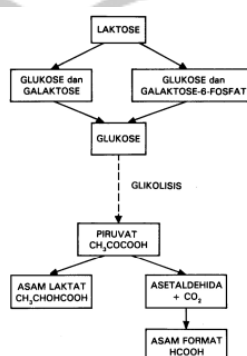
Tahap inkubasi merupakan kunci keberhasilan dalam pembuatan *yoghurt*. Pada tahap ini akan terjadi proses fermentasi yang akan mengubah laktosa menjadi asam laktat. Pada umumnya, fermentasi dilakukan pada suhu optimum BAL, yaitu 40-45 °C. Namun, inkubasi juga dapat dilakukan pada suhu ruang (± 29 °C), dengan waktu yang lebih lama, yaitu 14-24 jam (Kusantati dkk. 2007).

Fermentasi dapat dihentikan ketika telah tercapai pH 4,6 sebagai titik isoelektrik ketika kasein menggumpal, dan pada fase selanjutnya akan terjadi *post acidification* karena adanya produksi asam laktat secara alami oleh BAL sebagai aktivitas alami bakteri proteolitik. Menurut Sumardikan (2007),

pembuatan *yoghurt* pada suhu ruang selama 24 jam telah tercapai pH 4,2-4,5, namun bergantung pada konsentrasi penambahan bahan-bahan didalamnya. Pencapaian pH 4,6 sebagai pH isoelektrik dan berhentinya fermentasi *yoghurt* setelah lama masa inkubasi masih perlu dikaji lebih lanjut.

Komponen susu yang paling berperan dalam pembuatan *yoghurt* adalah laktosa dan kasein. Laktosa digunakan sebagai sumber energi dan karbon selama pertumbuhan biakan *yoghurt* untuk menghasilkan asam laktat. Terbentuknya asam laktat ini akan meningkatkan keasaman susu. Kasein merupakan bagian protein terbanyak dalam susu yang bersifat peka terhadap perubahan keasaman. Meningkatnya keasaman berarti menurunkan pH, dan ketika pH mencapai 4,6 kasein menjadi tidak stabil dan terkoagulasi menjadi *curd*. Padatan/ *curd* inilah yang disebut *yoghurt* (Helferich dan Westhoff, 1980).

Pada Gambar 3. dapat dilihat skema pembentukan asam laktat dari laktosa.



Gambar 3. Skema pembuatan asam laktat dari laktosa oleh biakan *yoghurt* (Sumber: Foster, 1957)

Berdasarkan Gambar 3. laktosa mula-mula dihidrolisis menjadi glukosa dan galaktosa atau galaktosa-6-fosfat. Selanjutnya melalui rantai glikolisis, glukosa diubah menjadi asam laktat.

Agen yang berperan dalam proses tersebut adalah BAL yang biasa disebut starter. Starter biasanya terdiri dari kultur tunggal atau kultur campuran. Telah disebutkan sebelumnya, bahwa *yoghurt* pada umumnya terdiri dari 2 jenis BAL yang berasal dari genus *Lactobacillus* dan *Streptococcus*. Bergabungnya 2 jenis bakteri ini akan meningkatkan organoleptik *yoghurt* dibandingkan dengan penggunaan kultur tunggal. Kondisi ini disebabkan oleh adanya simbiosis di antara keduanya yang saling menguntungkan, karena bakteri yang satu akan mensintesis dan membebaskan senyawa yang saling menguntungkan / menstimulasi bakteri lainnya (Sirait, 1984).

Penggunaan kedua jenis BAL harus tepat, agar diperoleh hasil yang maksimal. Perbandingan yang tepat adalah 1:1. Proses biokimia kedua jenis BAL sangat menguntungkan untuk memperoleh *yoghurt* dengan flavor, stabilitas, dan tekstur yang baik. Kedua jenis bakteri tersebut menghasilkan diasetil untuk membentuk flavor khas dan eksopolisakarida (EPS) untuk membentuk tekstur *yoghurt* (Sarkar, 2008).

Yoghurt pada umumnya dibedakan berdasarkan konsistensi/ teksturnya. Menurut Hasruddin dan Pratiwi (2015), jenis *yoghurt* berdasarkan karakteristik struktur fisiknya, antara lain:

1. *Firm Yoghurt*

Yoghurt jenis ini memiliki konsistensi gel yang padat sehingga untuk mengonsumsinya perlu menggunakan sendok. Biasanya, *yoghurt* ini berbentuk seperti jelly. Rasanya bersifat alami atau seperti bahan penyusunnya yaitu susu.

2. *Stirred Yoghurt*

Pada saat proses dilakukan pengadukan sehingga gel pecah dan kemudian didinginkan dan dikemas setelah terjadi penggumpalan kembali. Selama dalam kemasan, terjadi peningkatan viskositas dan tekstur produk cukup padat dan biasanya pada *yoghurt* jenis ini ditambahkan pengental.

3. *Drinking Yoghurt*

Yoghurt jenis ini hampir sama dengan *stirred yoghurt*, tetapi produk telah dihomogenisasi sehingga konsistensi menjadi encer. Pada *yoghurt* ini tidak ditambahkan bahan pengental.

Menurut Antara (2010), berdasarkan penerimaan panelis, kriteria ditentukan dari tekstur, derajat keasaman (pH atau total asam) dan kandungan senyawa *flavor*. Parameter mutu tersebut sangat berpengaruh terhadap mutu sensoris *yoghurt*. *Flavor* dan tekstur merupakan faktor yang sangat memengaruhi mutu dan penerimaan *yoghurt* oleh konsumen. Secara umum produk *yoghurt* yang memiliki kualitas baik harus memenuhi syarat mutu tentang *yoghurt*. Adapun, syarat mutu *yoghurt* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Syarat Mutu *Yoghurt* (SNI 2981:2009)

No.	Kriteria Uji	Satuan	Yoghurt tanpa perlakuan panas setelah fermentasi			Yoghurt dengan perlakuan panas setelah fermentasi		
			Yoghurt	Yoghurt rendah lemak	Yoghurt tanpa lemak	Yoghurt	Yoghurt rendah lemak	Yoghurt tanpa lemak
1.	Keadaan							
1.1	Penampakan	-	Cairan kental-padat			Cairan kental-padat		
1.2	Bau	-	Normal/khas			Normal/khas		
1.3	Rasa	-	Asam/khas			Asam/khas		
1.4	Konsistensi	-	Homogen			Homogen		
2.	Kadar lemak (b/b)	%	Min. 3,0	0,6-2,9	Maks. 0,5	Min. 3,0	0,6-2,9	Maks. 0,5
3.	Total padatan susu bukan lemak (b/b)	%	Min. 8,2			Min. 8,2		
4.	Protein (N× 6,38) (b/b)	%	Min. 2,7			Min. 2,7		
5.	Kadar abu (b/b)	%	Maks. 1,0			Maks. 1,0		
6.	Keasaman (dihitung sebagai asam laktat) (b/b)	%	0,5-2,0			0,5-2,0		
7.	Cemaran logam							
7.1	Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 0,3			Maks. 0,3		
7.2	Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks. 20,0			Maks. 20,0		
7.3	Timah (Sn)	mg/kg	Maks. 40,0			Maks. 40,0		
8.	Arsen	mg/kg	Maks. 0,1			Maks. 0,1		
9.	Cemaran mikrobial							
9.1	Bakteri <i>Coliform</i>	APM/ g atau Koloni /g	Maks. 10			Maks. 10		
9.2	<i>Salmonella</i>	-	Negatif/ 25 g			Negatif/ 25 g		
9.3	<i>Listeria monocytogenes</i>	-	Negatif/ 25 g			Negatif/ 25 g		
10	Jumlah bakteri starter*	Koloni /g	Min. 10 ⁷			-		

Sesuai dengan pasal 2 (istilah definisi)

(Sumber: Badan Standarisasi Nasional, 2009)

E. Syarat dan Mekanisme Pertumbuhan *Starter*

Menurut Rahman dkk.,(1992), *starter* adalah bagian yang penting dalam pembuatan *yoghurt*. Kultur starter didefinisikan sebagai bahan yang mengandung sejumlah besar mikroorganisme yang digunakan untuk mempercepat proses fermentasi (Tamime dan Deeth, 1980). Beberapa aspek penting dari *starter* yaitu bebas dari kontaminasi, pertumbuhan cepat, menghasilkan *flavor* yang khas, memiliki tekstur dan konsistensi yang baik, tahan terhadap bakteriofage dan juga tahan terhadap antibiotik.

Pertumbuhan mikrobial dalam suatu *starter* terbagi menjadi beberapa fase, yaitu (1) fase adaptasi yang merupakan fase penyesuaian diri dengan substrat dan kondisi lingkungan, (2) fase log/ fase eksponensial, (3) fase pertumbuhan tetap/statis, dan (4) fase menuju kematian. Penambahan bakteri *starter* dapat disesuaikan dengan volume akhir produk dan komposisi bahan (Miwada dkk., 2006).

F. Komponen *Yoghurt*

Komponen *yoghurt* adalah bahan-bahan yang digunakan untuk membuat *yoghurt*. Adapun bahan-bahan tersebut adalah:

1. Susu segar

Susu adalah susu sapi yang tidak ditambahkan ataupun dikurangi komponennya dan diperoleh dengan cara pemerahan sapi yang sehat secara teratur, sempurna dan tidak terputus-putus. Susu mengandung bahan kering sebesar 12,7%. Bahan kering yang terkandung dalam

susu yang akan difermetasi menjadi *yoghurt* dapat memengaruhi keasaman dan kekentalan *yoghurt*. Semakin tinggi susu (karbohidrat) maka semakin banyak asam laktat yang terbentuk sehingga dapat meningkatkan keasaman *yoghurt* (Aditya, 2010).

Susu cair segar yang banyak dijual adalah susu pasteurisasi dan susu UHT. Kedua jenis susu ini merupakan alternatif untuk mengonsumsi susu segar karena telah melalui proses ‘pengawetan’ untuk memperpanjang umur simpannya melalui pemanasan tanpa tambahan zat pengawet. Artinya, nilai gizi susu relatif masih asli (Syarif dan Harianto, 2011 dalam Santoso, 2016).

Susu segar yang disterilkan dalam proses *Ultra High Temperature* (UHT), dipanaskan dalam suhu tinggi mencapai 140 °C dalam waktu singkat, yaitu 4 detik saja. Hal ini bertujuan untuk mengeliminasi seluruh bakteri patogen tanpa menghilangkan kandungan nutrisi susu dan tetap menjaga kesegarannya (Santoso, 2016)

2. Susu skim bubuk

Penambahan susu skim dalam pembuatan *yoghurt* yang diteliti oleh Sayuti dkk. (2013), bertujuan untuk menggantikan laktosa dari susu hewani, karena susu nabati tidak mengandung laktosa seperti susu hewani. Selain itu, penambahan susu skim juga dapat memperbaiki tekstur *yoghurt*. Padatan terlarut yang terlalu rendah

dalam *yoghurt* akan menyebabkan terjadinya sineresis pada *yoghurt* sehingga teksturnya menjadi rusak.

Susu skim memiliki kandungan protein yang cukup tinggi sehingga apabila penambahan susu skim tinggi maka jumlah protein *yoghurt* juga akan semakin banyak. Selama fermentasi, protein tersebut akan terkoagulasi sehingga *yoghurt* akan mengental. Penambahan susu skim kira-kira sebanyak 10% akan membentuk gumpalan atau *curd* yang baik, karena jika hanya ditambahkan sekitar 5-7%, susu fermentasi yang dihasilkan akan encer (Selamat, 1992). Menurut Setyaningsih (1992), penambahan susu skim 10% paling disukai oleh panelis memiliki nilai organoleptik paling tinggi. Selain itu, Yulianis (2004) menyimpulkan dari hasil penelitiannya bahwa kombinasi penambahan susu skim yang terlalu tinggi, sekitar 20% akan menghasilkan bentuk *curd* yang padat dan pecah.

3. Bahan Penstabil

Penambahan bahan penstabil berfungsi untuk mengkoagulasi dan mengikat air sehingga bahan-bahan kering dapat tercampur rata. Tujuan lainnya adalah meningkatkan dan mempertahankan karakteristik *yoghurt* seperti tekstur, viskositas, konsistensi, penampakan dan “*mouthfeel*”. Salah satu bahan penstabil yang dapat digunakan dalam pembuatan *yoghurt* adalah CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*). CMC merupakan jenis penstabil ester polimer selulosa

yang larut dalam air sehingga akan mengikat air dalam *yoghurt* dan meningkatkan tekstur *yoghurt*. Penambahan CMC juga akan menghambat pemisahan karena air terperangkap dalam struktur senyawa CMC. Konsentrasi CMC yang ditambahkan biasanya berkisar antara 0,4- 0,6 %. (Cakrawati dan Kusumah, 2016).

CMC sebagai bahan pengental dan penstabil akan menyebabkan bobot molekul yang terdapat dalam medium semakin bertambah, sehingga viskositas meningkat. Mekanisme kerja CMC sebagai stabilisator emulsi berhubungan erat dengan kemampuannya yang tinggi dalam mengikat air. Butir-butir CMC bersifat berikatan dengan air sehingga akan menyerap air dan akhirnya membengkak. Air yang sebelumnya di luar granula dan bebas akan bergerak lagi, sehingga keadaan larutan menjadi lebih mantap dan terjadi peningkatan viskositas (Ketaren dkk. 2012).

Penambahan CMC juga dapat mempengaruhi rasa *yoghurt*. Penggunaan CMC dengan konsentrasi yang besar (≥ 1) menyebabkan rasa asam berkurang. CMC dapat menghambat aktivitas mikroba dalam menghasilkan asam laktat, sehingga asam laktat yang dihasilkan menjadi lebih rendah (Ketaren dkk. 2012).

G. Hipotesis

Adapun hipotesis dari penelitian ini adalah:

1. Kombinasi tepung jali dan susu skim serta waktu fermentasi memberikan pengaruh yang berbeda terhadap kualitas (fisik, kimia, mikrobiologis dan organoleptik) *yoghurt* sinbiotik yang dihasilkan.
2. Kombinasi bahan dengan proporsi 1 g tepung jali dan 4 g susu skim serta waktu fermentasi selama 18 jam merupakan perlakuan yang tepat untuk mendapatkan *yoghurt* sinbiotik terbaik.

