

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pempek dan Syarat Mutu Pempek

Pempek merupakan salah satu makanan khas dari daerah Sumatera Selatan. Pempek terbuat dari daging ikan yang digiling, tepung tapioka atau tepung sagu, air, garam dan bumbu lainnya sebagai penambah cita rasa. Pempek merupakan bahan pangan yang terbuat dari daging giling berwarna putih, berbentuk sejenis gel protein yang homogen, elastis dan memiliki tekstur yang kenyal (Sugito dan Ari, 2006). Pengolahan pempek melalui beberapa tahapan yaitu daging ikan digiling, bahan-bahan dicampur, pembentukan pempek dan pemasakan pempek (Karneta, 2010).

Pempek merupakan produk yang bersifat basah, hal tersebut menyebabkan daya awetnya sangat terbatas (Suryaningrum dan Muljanah, 2009). Kerusakan pada pempek ditandai dengan adanya perubahan tekstur, terbentuknya lender, perubahan warna, munculnya bau tidak sedap karena gas ammonia, *sulfide* atau senyawa busuk lainnya. Kerusakan pada pempek juga akan cepat terjadi jika mempunyai kadar air yang tinggi dikarenakan ada memicu pertumbuhan semua jenis mikrobial yaitu kapang, khamir dan bakteri (Karneta dkk., 2013). Pempek hanya dapat disimpan selama 1 hari di dalam suhu ruang, namun daya simpan pempek bisa mencapai 4 minggu jika disimpan di dalam lemari pendingin (Murtiningsih dan Suyanti, 2011; Karneta dkk., 2013).

Pempek yang tidak ditambahkan bahan kimia boraks hanya bertahan satu hari pada suhu kamar, sehingga penjual pempek terkadang menambahkan boraks pada dagangannya agar bisa bertahan lebih dari satu hari. Syarat mutu cemar

mikrobia pada jenis pangan ikan dan olahannya terkhusus pada pempek yang ditetapkan oleh Badan POM RI memiliki batas maksimum 1×10^5 koloni/g, sedangkan batas maksimum *Salmonella* sp adalah negatif/25 g dan cemaran *S. aureus* memiliki batas maksimum 1×10^2 koloni/g (Badan POM RI, 2012).

Springiness merupakan parameter tekstur yang akan diukur pada pempek. *Springiness* adalah tinggi yang dapat dicapai suatu makanan di antara gigitan pertama dan kedua. Nilai *Springiness* menunjukkan produk mampu untuk kembali ke posisi awal setelah kompresi pertama hingga saat kompresi kedua akan dimulai. *Chewiness* menunjukkan energi yang dibutuhkan untuk mengunyah suatu makanan yang padat menjadi bentuk yang siap untuk ditelan (Haliza dkk., 2012). *Gumminess* merupakan energi yang dibutuhkan untuk mengecilkan bahan makanan hingga siap ditelan (Szczeniak, 2002).

B. Bahan Baku Pempek

1. Ikan Gabus

Ikan gabus (*Channa striata*) adalah jenis ikan air tawar yang biasa hidup pada muara sungai, danau, rawa, dan dapat hidup pada air yang memiliki kadar O_2 yang rendah. Ciri-ciri dari ikan gabus yaitu tubuh yang hampir bulat, panjang dan bagian tubuh ke belakang semakin pipih. Ikan ini memiliki bentuk yang cembung pada bagian punggungnya dan perut rata serta kepala yang pipih. Ukuran tubuh ikan gabus cukup beragam dan panjangnya dapat mencapai 90-110 cm. Kandungan gizi pada ikan gabus cukup tinggi, maka dari itu ikan ini banyak dimanfaatkan sebagai bahan utama dalam pembuatan suatu makanan, contohnya

kerupuk, pempek dan olahan lainnya (Muthmainnah, 2013). Komposisi kimia daging ikan gabus tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kimia daging ikan gabus

Komponen	Kadar
Protein	20 g
Lemak	1,5 g
Karbohidrat	0,2 g
Mineral	1,3 g
air	77 g

Sumber: Kusmini dkk., (2016)

Ikan gabus adalah jenis ikan air tawar yang mempunyai kadar protein yang lebih tinggi dibandingkan dengan ikan bandeng, ikan mas, dan ikan kakap. Ikan gabus juga memiliki kandungan albumin yang cukup tinggi dibandingkan dengan ikan yang lain (Prasetyo dkk, 2012). Ciri-ciri ikan yang segar dapat dilihat pada

Tabel 2.

Tabel 2. Ciri-ciri ikan segar

Bagian Tubuh	Ciri-ciri
Mata	Cembung, cemerlang, kornea bening, pupil hitam
Insang	Warna merah sampai merah tua, cemerlang
Lendir	Terdapat lendir alami, bening
Kulit	Cemerlang, belum pudar, warna asli kontras
Sisik	Melekat kuat, mengkilap dengan warna khusus tertutup lendir
Daging	Sayatan daging cerah dan elastis, bila ditekan tidak ada bekas jari
Darah	Segar, berwarna merah, dan konsistensi normal
Sayatan	Bila dibekah, daging melekat kuat pada tulang, terutama rusuknya
Bau	Segar dan tidak bau pesing
Kondisi	Bebas dari parasite apapun, tanpa luka atau kerusakan pada badan
Rongga perut	Bersih dan bebas dari bau yang menusuk, tekstur dinding perut kompak elastis tanpa ada diskolorasi dengan bau segar yang karakteristik, selaput utuh

Sumber: Soewedo Hadiwioto (1983).

Kandungan albumin yang merupakan protein, sangat tinggi pada ikan gabus sangat tinggi. Albumin berperan dalam pembentukan jaringan sel baru. Sel-sel di dalam tubuh akan sulit beregenerasi tanpa adanya albumin, sehingga sel-sel akan cepat mati dan tidak berkembang. Peran lain dari albumin adalah membantu proses penyembuhan luka. Kandungan albumin pada ikan gabus sebesar 6,22% (Wahyu dkk., 2013; Kusmini dkk., 2016).

2. Garam

Garam yang digunakan dalam pembuatan pempek adalah garam murni dengan warna putih bersih. Garam ini mengandung natrium klorida (NaCl) yang cukup tinggi yaitu $\pm 95\%$ (Putera, 2005). Garam dapur (NaCl) merupakan salah satu bahan penambah cita rasa pada makanan dan juga berfungsi sebagai pengawet alami pada bahan pangan (Ningrum dkk., 2014). Konsentrasi garam yang tinggi pada bahan pangan akan menyebabkan tekanan osmotik meningkat dan aktivitas air menjadi rendah (Estiasih, 2009).

3. Tepung Tapioka

Tapioka merupakan pati yang diekstrak dari singkong ciri tidak berasa atau hambar, tidak larut pada air dingin dan membentuk gel jika ditambahkan air panas (Mustafa, 2015). Proses ekstraksi umbi kayu relatif mudah, dikarenakan kandungan protein dan lemaknya rendah. Pati yang dihasilkan akan berwarna putih bersih jika proses pembuatannya dilakukan dengan baik (Moorthy, 2004). Tapioka tergolong sebagai polisakarida yang memiliki kandungan amilopektin yaitu 83% dan amilosa 17% (Winarno, 2004).

Proses pembuatan tapioka dibagi dalam empat tahapan yaitu, proses pertama adalah proses pembersihan, pengelupasan kulit, pamarutan dan penyaringan ampas dengan penambahan air. Kedua, pengendapan, pembersihan pati di dalam tangki dan pemisahan endapan melalui sentrifugasi. Ketiga, proses pengeringan dan keempat adalah penggilingan (Radley, 1976). Komposisi kimia tepung tapioka dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Komposisi kimia tepung tapioka

Komposisi	Jumlah
Serat (%)	0,5
Air (%)	15
Karbohidrat (%)	85
Protein (%)	0,5-0,7
Lemak (%)	0,2
Energi (Kalori/100 gram)	307

Sumber: Grace (1977)

C. Proses Pembuatan Pempek

Pembuatan pempek dilakukan dengan cara mencampurkan bahan-bahan yang dibutuhkan. Cara pembuatannya adalah Ikan gabus segar tanpa tulang dihaluskan hingga lembut, kemudian ditambahkan air. Bahan yang sudah dicampurkan diaduk hingga rata. Adonan yang telah tercampur kemudian ditambahkan dengan garam, gula pasir dan penyedap rasa. Adonan di aduk dengan garpu hingga tercampur rata. Adonan yang sudah tercampur kemudian ditambahkan dengan sagu tani, selanjutnya adonan diaduk perlahan. Adonan kemudian diuleni hingga kalis atau hingga adonan tidak menempel ditangan. Adonan pempek dibentuk sesuai dengan jenis pempek yang di inginkan. Adonan pempek selanjutnya direbus dengan api sedang hingga mengapung dan

permukaannya licin. Pempek yang telah mengapung kemudian diangkat dan ditiriskan (Masak, 2013; Rudy, 2018).

D. Bakteri Asam Laktat

Bakteri asam laktat adalah bakteri yang tergolong bakteri Gram positif, tidak berspora, bentuknya batang atau kokus, serta merupakan bakteri yang dapat menghasilkan asam laktat dalam jumlah besar. Bakteri asam laktat mempunyai sifat yang penting yaitu bakteri ini memiliki kemampuan dalam fermentasi gula menjadi asam laktat. Sifat ini penting dalam pembuatan produk-produk fermentasi. Bakteri asam laktat memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan mikroba lain yang tidak diinginkan melalui kemampuannya dalam memproduksi asam yang sangat cepat (Fardiaz, 1992).

Bakteri asam laktat berdasarkan hasil fermentasinya dapat dibedakan menjadi dua golongan, yaitu bakteri asam laktat homofermentatif dan bakteri asam laktat heterofermentatif (Fardiaz, 1992). Jenis homofermentatif hanya menghasilkan asam laktat dari metabolisme glukosa. Kelompok heterofermentatif menghasilkan karbondioksida dan asam-asam volatil lainnya, alkohol dan ester disamping asam laktat (Buckle dkk., 1987). Bakteri asam laktat terbagi menjadi delapan genus, yaitu *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc*, *Corinebacterium*, *Enterococcus*, dan *Bifidobacterium* (Elegado dkk., 2004).

Bakteri asam laktat memiliki kemampuan dalam memproduksi senyawa-senyawa penghambat pertumbuhan mikroba lain, senyawa-senyawa itu adalah asam laktat, asam asetat, hidrogen peroksida, diasetil dan bakteriosin. Bakteri

asam laktat homofermentatif sering digunakan dalam pengawetan pangan dikarenakan bakteri asam laktat homofermentatif menghasilkan asam laktat dalam jumlah besar di dalam makanan, sehingga dapat menghambat pertumbuhan bakteri lainnya, khususnya bakteri pembusuk makanan (Fardiaz, 1992). Bakteri asam laktat dikenal sebagai *Generally Recognize As Safe* (GRAS) yang artinya mikroorganisme ini aman ketika ditambahkan pada bahan pangan karena tidak menghasilkan senyawa toksik, serta tidak beresiko bagi kesehatan (Kusmiati dan Malik, 2002).

E. *Lactobacillus plantarum*

L. plantarum merupakan bakteri yang tergolong bakteri asam laktat homofermentatif. Bakteri ini tumbuh pada suhu 15 – 37 °C, dan dapat tumbuh pada pH 3.0-4.6. Ciri-ciri bakteri *L. Plantarum* adalah selnya berbentuk batang pendek, warna koloni putih susu sampai abu-abu, serta mempunyai viabilitas tinggi untuk digunakan sebagai starter (Elida, 2002). Sifat lain dari bakteri *L. plantarum* adalah bersifat anaerob fakultatif, tidak mereduksi nitrat menjadi nitrit, sifat katalase negatif, cepat mencerna protein, toleran terhadap asam, serta mampu memproduksi asam laktat (Buckle dkk., 1987). Secara mikroskopik bakteri asam laktat memiliki ciri-ciri berbentuk bulat/bundar, berwarna putih, putih kekuningan hingga coklat muda transparan dengan tepian licin, berombak dan ada yang berbentuk rizoid, elevasi koloni bakteri terbagi menjadi dua ada yang cembung dan ada yang datar (Putri dkk., 2018)

Ukuran umum dari bakteri *L. plantarum* adalah 0,7 - 1,0 sampai 3,0 - 8,0 mikron, tunggal atau dalam rantai-rantai pendek, dengan ujung yang melingkar.

Organisme ini cenderung berbentuk batang pendek dan akan cenderung lebih panjang di bawah kondisi yang tidak menguntungkan pada kondisi pertumbuhan yang optimum. Suhu pertumbuhan minimum dari *L. plantarum* adalah 10 °C, maksimum 40 °C dan pertumbuhan optimum 30 °C. Suhu optimal dalam pertumbuhan bakteri *L. plantarum* adalah 30 – 35 °C (Bucus, 1984). Bakteriosin dari *L. plantarum* memiliki aktivitas pemanasan pada rentang suhu 40 °C sampai dengan 100 °C selama 30 menit dan 121 °C selama 15 menit (Sari dkk., 2018).

Bakteri *L. plantarum* pada umumnya akan lebih tahan tumbuh dalam kondisi yang asam, sehingga populasi bakteri ini umumnya lebih banyak terdapat pada tahapan akhir dari fermentasi. *L. plantarum* sering digunakan dalam fermentasi susu, sayuran dan daging khususnya sosis. *L. plantarum* juga merupakan bakteri yang paling banyak digunakan dalam proses fermentasi, karena *L. plantarum* memiliki kemampuan beradaptasi pada suhu fermentasi yang lebih tinggi dibanding dengan bakteri fermentasi lainnya. Selain itu, fermentasi dari *L. plantarum* tidak menghasilkan gas karena sifatnya yang homofermentatif (Buckle dkk., 1987). Batas penerimaan koloni bakteri pada produk pangan yang aman untuk dikonsumsi yaitu 10^6 CFU/g (Connel, 1990).

L. plantarum merupakan bakteri asam laktat yang menghasilkan hidrogen peroksida tertinggi dibandingkan dengan bakteri asam laktat lainnya, terlebih ketika tumbuh dalam daging yang mengandung myoglobin. Pada akhir proses fermentasi *L. plantarum* juga dapat menghasilkan bakteriosin yang merupakan protein yang bersifat bakterisidal atau polipeptida (Bucus, 1984). *L. plantarum* yang dapat memproduksi bakteriosin yang merupakan bakterisidal bagi sel

sensitif dan dapat menyebabkan kematian sel dengan cepat walaupun konsentrasinya rendah. Bakteriosin dari *L. plantatum* dapat menghambat *S. aureus* dan juga bakteri Gram negatif (James dkk., 1992).

F. Bakteriosin, Mekanisme Penghambatannya dan Aplikasi sebagai Biopreservatif

Bakteriosin merupakan komponen ekstraseluler yang berupa peptida atau senyawa yang berupa protein yang dihasilkan oleh sejumlah bakteri Gram positif atau Gram negatif (Jagadesswari, 2010; Ray, 2003). Bakteriosin diproduksi oleh bakteri asam laktat dan bakteri asam propionat yang memiliki sifat bakterisidal terhadap bakteri patogen. Bakteriosin dapat bertahan pada pH rendah dan akan relatif stabil pada kondisi suhu tinggi. Dalam jumlah yang besar bakteriosin yang diisolasi dari bakteri asam laktat berpotensi membunuh dan menghambat pertumbuhan bakteri patogen (Savadogo dkk., 2006).

Bakteriosin berpotensi untuk dikembangkan sebagai zat pengawet makanan dikarenakan sifatnya yang tidak berbahaya bagi kesehatan manusia, dapat membunuh bakteri pembusuk serta bakteri patogen pada bahan pangan, tidak mengubah rasa dan tekstur, mudah terdegradasi oleh enzim proteolitik dalam pencernaan manusia dan hewan, serta mengurangi penggunaan bahan kimia sebagai bahan pengawet (Sukarya, 2009; Suarsana, 2011; Sharma dan Gautam, 2008; Savadogo dkk., 2006).

Bakteriosin dikategorikan sebagai agen biopreservatif. Biopreservatif merupakan bahan pengawet yang dihasilkan dari mikroorganisme, contohnya bakteri asam laktat. Bakteri asam laktat menghasilkan zat metabolit yang tidak

berbahaya sifatnya dan dapat menjadi inhibitor bagi bakteri enteropatogenik (Theron dan Lues, 2011).

Bakteriosin dari bakteri asam laktat bersifat bakterisidal terhadap sel sensitif dan membunuh dengan sangat cepat pada konsentrasi rendah. Bakteri Gram negatif menjadi sensitif terhadap bakteriosin jika struktur permukaan lipopolisakaridanya dilemahkan dengan cara pemberian tekanan fisik dan kimia (Ray, 2003). Nilai pH 6 merupakan tingkat kestabilan yang paling tinggi dengan besar diameter zona penghambat sebesar 12,4 mm. Bakteriosin dapat menghambat pada suhu baik pasteurisasi maupun sterilisasi dengan tingkat penghambatan tertinggi pada suhu sterilisasi (121 °C) selama 20 menit (Arief dkk., 2010). Sifat bakterisidal dari bakteri asam laktat mekanismenya meliputi pembentukan lubang, degradasi DNA seluler, pemotongan spesifik pada 16S rDNA, dan penghambatan sintesis peptidoglikan (De Vuyst dan Vandamme 1994).

Berdasarkan ukuran, morfologi, dan fisik, bakteriosin yang dihasilkan oleh bakteri Gram-Positif dikelompokkan menjadi empat kelas (Lee dan Kim, 2011), yaitu:

1. Kelas I merupakan jenis bakteriosin dengan peptida kecil yang berukuran <5 kDA, contohnya nisin dan laktisin (Field dkk., 2007). Bakteriosin kelas I mengalami pascatranslasi dan dimodifikasi dengan menggabungkan non-tradisional asam amino seperti, *dehydroalanine*, *dehydrobutyrine*, *methyl-lanthione* dan *lantionine*. Bakteriosin jenis ini dibagi menjadi tiga tipe, tipe A bermuatan positif dan peptida linier, tipe B netral atau bermuatan negatif dengan peptida globuler kaku dan

tipe C merupakan gabungan antara tipe A dan tipe B (Cleveland, dkk., 2001).

2. Kelas II merupakan jenis bakteriosin kecil dengan ukuran <10 kDA, tahan panas, dan tidak mengalami pascatranslasi dan modifikasi (Heng dkk., 2007). Bakteriosin jenis ini dibagi menjadi dua sub kelas. Kelas IIa adalah *pediocin-like* atau peptida *Listeria*-aktif. Kelas IIb adalah bakteriosin yang memerlukan aktivitas gabungan dari dua peptida untuk menjadi aktif sepenuhnya.
3. Kelas III merupakan jenis bakteri yang berukuran > 10 kDA dan tidak tahan panas. Bakteriosin ini terbagi menjadi dua tipe, kelas IIIa yaitu bakteriolisin yang merupakan enzim bakteriolitik. Contohnya adalah lisostaphin. Tipe IIIb adalah bakteriosin non-litik, contohnya adalah helvetisin J (37 kDA) yang diproduksi oleh *Lactobacillus helveticus*.
4. Kelas IV merupakan bakteriosin yang memiliki struktur karakteristik yang mana asam amino pertama dan terakhir dari bakteriosin ini terikat secara kovalen sehingga memiliki struktur siklik. Contohnya adalah enterosin AS-48 yang diproduksi oleh *Enterococcus faecalis* subsp. *Liquefaciens* S-48 merupakan bakteriosin yang pertama kali terkarakterisasi dalam bakteriosin kelas IV (Maqueda dkk., 2004).

Faktor yang mempengaruhi produksi bakteriosin yang berasal dari bakteri probiotik adalah pH, suhu, sumber karbon, serta faktor pertumbuhan. Jenis sumber karbon dan nitrogen yang digunakan pada medium produksi dapat mempengaruhi laju pertumbuhan sel bakteri probiotik, yang kemudian akan

berpengaruh pada metabolisme produksi bakteriosin (Fauziah dkk., 2013). Penghambatan bakteri patogen oleh bakteriosin tergantung dari spesies bakteri penghasil bakteriosin dan jenis bakteri uji. Adanya perbedaan aktivitas penghambatan dikarenakan bakteriosin memiliki aktivitas hambat terhadap bakteri yang spesifik dan biasanya mempunyai hubungan kekerabatan yang dekat dengan bakteri penghasil bakteriosin tersebut. Aktivitas hambat juga bergantung pada perbedaan jenis dinding sel bakteri yang dihambat, hal tersebut berpengaruh pada ketahanan suatu bakteri terhadap antimikrobia, karena perbedaan struktur dinding selnya (Usmiati dkk., 2009).

Mekanisme utama bakteriosin sangat bervariasi, contohnya pembentukan pori dalam membran sitoplasma atau penghambatan biosintesis dinding sel dan aktivitas enzim (RNase dan DNase) dalam sel target (Chotiah, 2013). Target dari antimikrobia bakteriosin adalah membran sel (Faheem dkk., 2007). Tahap awal bakteriosin adalah merusak permeabilitas membran dan menghilangkan *proton motive force* (PMF), yang akan menyebabkan penghambatan produksi energi dan biosintesis protein. Mekanisme aktivitas bakterisidal bakteriosin yaitu kontak langsung dengan membran sel. Proses ini akan mengganggu potensial membran berupa destabilitas membran sitoplasma, sehingga sel menjadi tidak kuat. Ketidakstabilan membran akan berdampak pada pembentukan lubang atau pori pada membran sel bakteri patogen melalui proses gangguan pada PMF (Usmiati dkk., 2009).

Pembentukan pori akibat ketidakstabilan membran bakteri patogen akan menyebabkan kebocoran yang ditandai oleh adanya aktivitas keluar masuknya

molekul seluler. Kebocoran ini akan menyebabkan pH seluler menurun. Pembentukan pori juga merupakan dampak adanya bakteriosin yang menyebabkan terjadinya perubahan gradient potensial membran dan pelepasan molekul interseluler maupun masuknya substansi ekstraseluler. Peristiwa tersebut berpengaruh pada penghambatan pertumbuhan sel bakteri patogen dan dapat menyebabkan kematian sel bakteri yang sensitif terhadap bakteriosin (Usmiati dkk., 2009).

G. Mikroenkapsulasi dan Metode *Spray Drying*

Enkapsulasi merupakan proses pembungkusan (*coating*). Contoh dari proses enkapsulasi adalah suatu bahan inti, misalnya bakteri probiotik menggunakan bahan enkapsulasi untuk mempertahankan viabilitas dan melindungi bakteri probiotik dari kerusakan akibat kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan, misalnya panas, terpapar bahan kimia, asam lambung dan garam empedu. Sebelum proses enkapsulasi dilakukan, suspensi bakteri dibuat dalam suatu media pertumbuhan yang diharapkan dapat menjadi sumber nutrisi bagi bakteri probiotik sehingga jumlah bakteri hidup memenuhi syarat untuk diaplikasikan dalam produk pangan (Sumanti, 2016). Mikroenkapsulasi berguna untuk melindungi sel-sel bakteri probiotik kerusakan yang disebabkan oleh proses pengolahan, pengaplikasian pada produk makanan kering, proses penyimpanan, serta pH dan garam empedu yang dihasilkan oleh saluran pencernaan. Bakteri probiotik yang mengalami proses enkapsulasi adalah dapat lebih tahan lama karena bentuknya yang sudah berubah menjadi bubuk dan pengaplikasiannya lebih mudah (Rizqiati, 2006).

Teknik pengeringan semprot (*Spray drying*) banyak digunakan pada industri pangan dikarenakan sifatnya yang ekonomis dan menghasilkan produk yang bermutu baik, dan produk yang dihasilkan sangat kecil (<100 mikron) sehingga memiliki kelarutan yang tinggi (Kailasapathy, 2002). Mikroenkapsulasi dengan metode pengeringan semprot secara umum terdiri dari beberapa tahapan yaitu persiapan bahan dalam bentuk emulsi atau larutan emulsi, homogenisasi, atomisasi untuk dikeringkan dalam ruang pengering (Dziezak, 1988).

Tahapan pembentukan emulsi dari bahan inti dalam larutan pengkapsul merupakan tahapan pertama. Sebelum dilakukannya atomisasi, bahan inti dicampur ke dalam larutan bahan pengkapsul yang kemudian dilanjutkan dengan proses homogenisasi. Emulsi yang dihasilkan kemudian diatomisasi ke dalam udara panas yang dihembuskan ke *drying chamber* dan terjadi penguapan zat pelarut berupa air untuk mendorong terbentuknya mikrokapsul. Tahapan atomisasi memiliki tujuan untuk membentuk semprotan halus sehingga transfer panas optimal (Dziezak, 1988). Kontak antara partikel atomisasi dengan udara pengering merupakan proses pengeringan pada suhu 150-220°C dan proses pengeringan yang terjadi selama 5 detik (Corrigan, 1995).

Penggunaan *spray drying* yang menggunakan suhu tinggi dalam pengawetan kulturnya perlu dititik beratkan dalam usaha mempertahankan kultur agar selalu tetap hidup. Penggunaan metode pengering semprot biasa digunakan suhu *inlet* dan *outlet* yang tergantung pada zat atau bahan yang akan dikering semprot, selain itu penggunaan pola aliran udara, penggunaan kelembaban dan

suhu, cairan pembentukan butiran merupakan variable proses utama dari *spray drying* (Seveline, 2017).

Suhu *inlet* yang biasa digunakan dalam proses pengeringan semprot berkisar antara 110-180°C, jika suhu yang digunakan lebih tinggi lagi, maka hal tersebut dapat memungkinkan akan banyak mikroorganisme yang mati. Suhu *outlet* yang biasa digunakan adalah 85-105°C (Harmayani dkk., 2001; Desmond dkk., 2002; Corcoran dkk., 2003; Fritzen-freire dkk., 2011; Jantzen dkk., 2013). Suhu *inlet* ataupun *outlet* yang terlalu rendah akan mengakibatkan terjadinya kekentalan pada saat proses pengeringan, selain itu akan menyebabkan kurangnya difusitas (Onwulata, 2005).

Keuntungan pengeringan semprot adalah waktu pengeringan sangat pendek (evaporasi/penguapan air dalam jumlah besar dalam waktu singkat, dikarenakan luasnya permukaan penguapan, dioperasikan secara sinambung dengan produktivitas tinggi, suhu partikel tetap rendah karena cepatnya penguapan, memungkinkan melakukan pengeringan dengan atmosfer lembam (*inert*), pengendalian sifat-sifat dan mutu produk cukup efektif, produk yang dihasilkan bisa dalam bentuk tepung (bubuk) dengan ukuran partikel yang seragam (Hariyadi, 2017).

H. Maltodekstrin dan Susu Skim Sebagai Bahan Pengkapsul

Bahan pengkapsul yang umum digunakan dalam proses enkapsulasi dapat berasal dari karbohidrat, gum dan protein seperti susu skim, laktosa, sukrosa, maltodekstrin, albumin, kasein, gum arab, pati, karagenan, gelatin. Bahan

pengkapsul digunakan untuk melapisi bahan inti (bakteri probiotik) dengan tujuan menutupi rasa dan bau yang tidak enak, perlindungan terhadap pengaruh lingkungan, meningkatkan stabilitas dan mencegah penguapan. Pemilihan bahan pengkapsul perlu diperhatikan dikarenakan masing-masing bahan mempunyai karakter yang berbeda dan diharapkan cocok dengan bahan inti yang akan dienkapsulasi (Sumanti dkk., 2016).

Dinding mikrokapsul terdiri dari dua bahan enkapsulan. Penggunaan dua bahan enkapsulan akan menghasilkan efisiensi yang lebih tinggi. Laktosa pada susu skim dapat memberikan perlindungan terhadap proses pengeringan. Hal tersebut disebabkan laktosa memiliki komponen penyusun yaitu galaktosa dan glukosa lebih sederhana dan memiliki berat molekul yang rendah, sehingga laktosa dapat masuk ke dalam sel bakteri dan memberikan perlindungan dari dua sisi membran selama proses pengeringan (Sumanti dkk., 2016).

Maltodekstrin adalah campuran dari maltosa, glukosa, oligosakarida dan dekstrin yang biasa dideskripsikan oleh DE (*Dextrose Equivalent*). Maltodekstrin dengan DE yang rendah (5-15) bersifat non-higroskopis, sedangkan maltodekstrin dengan DE tinggi (15-20) cenderung menyerap air. Maltodekstrin biasa digunakan sebagai bahan pengental dan juga dapat digunakan sebagai emulsifier. Kelebihan dari maltodekstrin adalah mudah larut dalam air dingin. Maltodekstrin biasa diaplikasikan pada minuman susu bubuk, minuman sereal berenergi dan minuman prebiotik (Srihari dkk., 2010). Penggunaan maltodekstrin pada industri pangan biasanya sebagai bahan substitusi, bahan pengental, dan bahan pengisi (Triyono, 2008).

Maltodekstrin banyak digunakan karena mudah ditemukan, dapat mengalami dispersi yang cepat, mampu membentuk matriks, kemungkinan mengalami pencoklatan rendah, mampu menghambat kristalisasi, memiliki daya ikat yang kuat, stabil pada emulsi minyak dan air (Supriyadi dan Rujita, 2013). Maltodekstrin memiliki gugus hidroksil yang menyebabkannya dapat mengikat air dalam jumlah yang besar. Terjadinya ikatan antara gugus hidroksil dengan molekul air akan menyebabkan molekul air yang semula berada diluar granula maltodekstrin dan dalam keadaan bebas menjadi berada dalam granula dan tidak bebas lagi. Maltodekstrin yang ditambahkan semakin tinggi kadarnya akan menyebabkan suspensi semakin kental, sehingga akan membuat penguapan air sulit terjadi, dikarenakan maltodekstrin memiliki kemampuan pengikatan yang baik (Hui, 1993) .

I. Hipotesis Penelitian

1. Serbuk bakteriosin yang berasal dari *L. plantarum* mampu berperan dalam menghambat pertumbuhan bakteri patogen *S. aureus* dan *E. Coli*.
2. Serbuk bakteriosin dari *L. plantarum* berpengaruh terhadap kualitas sifat fisik, kimia, dan mikrobiologis pempek selama masa simpan.
3. Serbuk bakteriosin *L. plantarum* dapat menurunkan jumlah total mikrobia dan mampu memperpanjang masa simpan pempek.