

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan zaman dan kemajuan teknologi, serta meningkatnya kesejahteraan masyarakat, menyebabkan terjadinya perubahan pola hidup yang mendorong pada menurunnya aktivitas fisik dan konsumsi pangan yang kurang sehat. Perubahan pola hidup ini dapat menyebabkan menurunnya kualitas hidup serta pencegahan penyakit, yang dapat meningkatkan prevalensi penyakit degeneratif seperti, obesitas, diabetes, penyakit kardiovaskular dan gangguan metabolik lainnya. Untuk mengatasi hal ini perlu dilakukan pencegahan peningkatan penyakit degeneratif, dan salah satu cara yang dapat dilakukan menurut Suciati dan Safitri, (2021) adalah dengan mengonsumsi pangan fungsional.

Pangan fungsional merupakan pangan dalam bentuk normal yang dikonsumsi sebagai makanan dan minuman, yang dapat memberikan efek dan manfaat bagi kesehatan selain zat gizi yang terkandung didalamnya (Zakaria, 2015). Pangan fungsional mengandung komponen senyawa bioaktif yang memiliki fungsi tertentu yang bermanfaat untuk fisiologis dan medis. Menurut *European Commission*, (2010) pangan fungsional bermanfaat dalam membantu pertumbuhan dan perkembangan janin, memelihara kesehatan tubuh serta menurunkan resiko penyakit degeneratif dan kronis.

Salah satu dari jenis pangan fungsional yang sering digunakan adalah probiotik. Probiotik merupakan suatu mikroorganisme hidup yang apabila dikonsumsi dalam jumlah yang cukup maka akan memberikan manfaat kesehatan pada inangnya (Hill *et al.*, 2014). Probiotik berperan dalam memproduksi vitamin, senyawa antimikroba, menjaga kesehatan usus, mendukung metabolisme lipid (menurunkan kolesterol) dan mencegah senyawa karsinogenik (Aini *et al.*, 2021). Dengan manfaat probiotik sebagai pangan fungsional, diharapkan dapat meningkatkan kualitas hidup dan mencegah penyakit degeneratif.

Salah satu jenis probiotik yang dapat digunakan adalah *Lactiplantibacillus plantarum* SN13T, yang merupakan kultur starter bakteri asam laktat (BAL) yang diskriming dari lebah madu tanpa bersengat yang berasal dari Sumatera Barat. *L. plantarum* SN13T ini diperoleh dari hasil seleksi probiotik dari 23 isolat BAL, isolat

dari madu yang berasal dari spesies *Tetrigona Binghami* ini memiliki toleransi terhadap asam sebesar 82.75%, toleransi terhadap garam empedu 94.44%, dan aktivitas antimikroba tertinggi terhadap bakteri patogen dengan daya tahan yang lebih baik dibandingkan dengan antibiotik (Melia *et al.*, 2022).

Untuk meningkatkan viabilitas dan efektifitas *L. plantarum* SN13T sebagai probiotik, dapat dilakukan dengan memberikan perlindungan kepada bakteri melalui proses enkapsulasi. Enkapsulasi adalah suatu proses pelapisan suatu bahan menggunakan bahan lainnya, dimana bahan yang akan dilapisi atau dienkapsulasi biasanya disebut sebagai bahan inti (*core*), bahan aktif, fase internal ataupun pengisi. Sedangkan bahan yang melapisi atau mengenkapsulasi disebut penyalut, pelapis, dinding (*wall*), fase eksternal, maupun bahan pembawa (Jyoti *et al.*, 2010). Enkapsulasi dapat mempertahankan probiotik pada pH asam dalam saluran pencernaan (Burgain, 2011) serta mempertahankannya selama proses pengolahan dan penyimpanan pada kondisi yang ekstrim (Chavarri *et al.*, 2012).

Ada beberapa metode yang dapat digunakan dalam enkapsulasi probiotik diantaranya adalah metode ekstrusi, kokristalisasi, koaservasi, pengeringan semprot (*spray drying*), pengeringan beku (*freeze drying*), *fluid bed coating*, *electrospraying*, emulsifikasi dan *vacuum drying* (Vivek *et al.*, 2023). Teknik ekstrusi melibatkan pencampuran bahan inti dan bahan penyalut, dan memanfaatkan tekanan untuk meneteskan larutan polimer ke dalam larutan pengion, dengan melewati larutan melalui nosel sehingga akan membentuk *hydrogel* secara instan (Sultana *et al.*, 2022). Teknik ekstrusi merupakan salah satu teknik enkapsulasi yang tergolong sederhana karena relatif mudah dan tidak membutuhkan biaya yang mahal (Widaningrum *et al.*, 2018). Teknik ekstrusi juga dapat mempertahankan viabilitas BAL karena tidak menggunakan suhu tinggi dalam prosesnya.

Dalam proses enkapsulasi, pemilihan bahan penyalut memegang peran penting karena bahan penyalut akan memberikan penghalang fisik dari berbagai tekanan selama proses enkapsulasi. Bahan penyalut yang digunakan dalam enkapsulasi bakteri dapat terdiri dari satu jenis atau gabungan dari beberapa jenis bahan penyalut yang berbeda. Hal ini berkaitan dengan karakterisasi enkapsulasi yang diinginkan dalam menjaga kestabilan enkapsulasi, bahan inti yang disalut serta metode yang digunakan dalam enkapsulasi (Jayanudin dan Rochmadi, 2017). Salah

satu bahan penyalut yang dapat digunakan adalah kombinasi dari alginat dan tepung bengkuang.

Alginat merupakan polimer karbohidrat dan heteropolisakarida alami yang telah banyak digunakan dalam enkapsulasi (Mokarram *et al.*, 2009). Alginat adalah polisakarida yang terdiri dari asam manuronat (M) dan asam guluronat (G) yang akan membentuk gel dengan struktur seperti 'egg box' saat bereaksi dengan ion kalsium (Ca^{2+}), dan mampu untuk menangkap air dan partikel seperti probiotik di dalamnya (Bi *et al.*, 2022). Alginat cocok digunakan sebagai agen enkapsulasi karena biokompatibilitas dan toksisitasnya yang rendah, serta sifat gelasinya yang ringan. Proses gelasi yang ringan dari alginat memungkinkan enkapsulasi pada bahan biologis yang sensitif tanpa mengorbankan integritasnya (Lai *et al.*, 2024).

Sedangkan tepung bengkuang (*Pachyrhizus erosus*) memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai bahan penyalut, dikarenakan kandungan patinya yang cukup tinggi. Tepung bengkuang memiliki kandungan pati 73.47% dengan kadar amilopektin 70.4% dan amilosa 29.6% (Yeni *et al.*, 2014). Meskipun tidak membentuk gel secara ionik seperti alginat, tepung bengkuang kaya akan gugus hidroksil (-OH) dan bersifat menyerap air. Gugus ini bisa membentuk ikatan hidrogen dengan gugus karboksilat (-COO) dan hidroksil pada alginat. Molekul inulin dan pati akan mengisi ruang antar rantai alginat dan memperkuat gel yang terbentuk (Tiamwong *et al.*, 2023). Pati digunakan dalam enkapsulasi karena kemampuannya dalam membentuk matriks yang stabil, mudah dalam membentuk gel dan mengikat air serta memiliki efektivitas dalam meningkatkan viabilitas mikroorganisme yang dienkapsulasi (Lopes *et al.*, 2024).

Pemanfaatan bengkuang dalam bentuk tepung sebagai bahan penyalut enkapsulasi juga sejalan dengan upaya diversifikasi produk pangan lokal bernilai tambah. Terlebih bengkuang juga dikenal sebagai hasil pangan daerah asal Kota Padang, Sumatera Barat yang dapat dikembangkan potensinya (Faizal dan Syarif, 2021). Berdasarkan data dari Dinas Pertanian Sumatera Barat, produksi bengkuang di Kota Padang pada tahun 2019 mencapai 295 Ton dengan produktivitas sebesar 29.5 ton per hektar. Hal ini menunjukkan bahwa ketersediaan bahan baku lokal cukup tinggi dan dapat dimanfaatkan secara optimal untuk mendorong inovasi

pangan fungsional berbasis kearifan local, serta meningkatkan kesejahteraan petani dan pelaku UMKM.

Penggunaan alginat sebagai bahan penyalut telah banyak dilakukan dalam berbagai penelitian dengan kombinasi yang beragam, Homayouni *et al.*, (2008) mengkombinasikan alginat dengan pati resisten sebagai bahan penyalut dalam proses mikroenkapsulasi terhadap *Lactobacillus casei* dan *Bifidobacterium lactis* serta aplikasinya terhadap es krim, hasilnya dapat meningkatkan kelangsungan hidup probiotik selama periode masa simpan sebanyak 30%. Kombinasi alginat dan galakto oligosakarida sebagai bahan penyalut juga dilakukan dalam mikroenkapsulasi *Bifidobacterium lactis* Bi-07 yang membuatnya dapat bertahan dengan optimal dalam saluran pencernaan (Lai *et al.*, 2022).

Alginat dan tepung bengkuang merupakan polisakarida dengan substrat bioadhesif yang dapat digunakan sebagai bahan penyalut enkapsulasi (Wang *et al.*, 2018). Alginat sebagai bahan penyalut memiliki kemampuan membentuk gel yang baik, namun memiliki kemampuan yang terbatas dalam menyerap air yang dapat menyebabkan keluarnya air dan mempengaruhi stabilitas selama proses penyimpanan (Subaryano, 2010). Penambahan tepung bengkuang yang merupakan sumber pati, dapat meningkatkan stabilitas matriks sebagai bahan penyalut, sehingga bahan inti dapat terlindungi lebih efektif. Kombinasi tepung bengkuang dengan alginat sebagai bahan penyalut diharapkan dapat menghasilkan *beads* yang mempunyai karakteristik baik dan mampu melindungi probiotik target.

Enkapsulasi probiotik telah banyak diaplikasikan pada berbagai produk makanan, khususnya produk hasil peternakan seperti hasil enkapsulasi *Lactobacillus ruteri* dengan bahan penyalut alginat yang diaplikasikan terhadap sosis (Muthukumarasamy dan Holley, 2006), mayonais yang ditambahkan hasil enkapsulasi dari *Lactobacillus casei* dan *Bifidobacterium bifidum* dengan bahan penyalut alginat dan pati resisten (Fahimdanesh *et al.*, 2012), es krim yang ditambahkan hasil enkapsulasi dari *Lactobacillus casei* dan *Bifidobacterium lactis* dengan penyalut alginat dengan pati resisten (Hamayouni *et al.*, 2008) dan yoghurt yang diinokulasi dari hasil mikroenkapsulasi *Lactobacillus plantarum* strain VP-3.3 dan *Streptococcus thermophilus* (Rossi *et al.*, 2021).

Es krim merupakan salah satu produk olahan hasil peternakan paling populer, makanan semi padat ini dibuat melalui proses pembekuan tepung es krim dan campuran susu, lemak nabati atau hewani, gula dan bahan makanan lain yang diizinkan (SNI, 1995). Hasil enkapsulasi *L. plantarum* SN13T dengan bahan penyalut alginat dan pati benguang, dapat berpotensi sebagai bahan dasar pembuatan diversifikasi es krim probiotik. Dengan melakukan enkapsulasi sebelum diaplikasikan kepada es krim, diharapkan dapat meningkatkan daya simpan dan kemampuan probiotik untuk bertahan sampai pada saluran pencernaan. Produk es krim yang mengandung probiotik ini diharapkan tidak hanya menjadi inovasi diversifikasi pangan berbasis peternakan tetapi juga memberikan manfaat kesehatan tambahan yang dapat mendukung upaya pencegahan penyakit degeneratif.

Es krim yang ditambahkan probiotik dapat mengalami berbagai perubahan selama masa simpannya, terutama yang berkaitan dengan kelangsungan hidup bakteri probiotik dan karakteristik sensoriknya. Kelangsungan hidup probiotik sangat penting untuk mempertahankan manfaat kesehatannya, dan beberapa faktor dapat meningkatkan atau menghambat kelangsungan hidupnya selama penyimpanan. Dengan penggunaan enkapsulasi pada *L. plantarum* SN13T diharapkan dapat meningkatkan kelangsungan hidup probiotik dan mempertahankan mutu es krim selama penyimpanan.,

Berdasarkan uraian diatas, maka perlu dilakukan penelitian dengan judul **“Enkapsulasi *Lactiplantibacillus plantarum* SN13T Menggunakan Metode Ekstrusi Dengan Bahan Penyalut Alginat dan Tepung Benguang (*Pachyrhizus erosus*) Serta Aplikasinya Terhadap Es Krim.”**

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik *L. plantarum* SN13T yang di enkapsulasi dengan metode ekstrusi menggunakan bahan penyalut alginat dan tepung benguang terhadap total koloni bakteri asam laktat, ketahanan terhadap *simulated gastric juice* (SGJ) dan *simulated intestinal juice* (SIJ), ukuran dan morfologi *beads* serta kadar air enkapsulasi?
2. Bagaimana interaksi Es Krim yang ditambahkan *L. plantarum* SN13T dalam bentuk enkapsulasi dan tanpa enkapsulasi dengan lama penyimpanan

es krim terhadap kadar lemak, kadar protein, pH, total koloni bakteri asam laktat, dan organoleptik.

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menjelaskan karakteristik *L. plantarum* SN13T yang di enkapsulasi dengan metode ekstrusi menggunakan bahan penyalut alginat dan tepung bengkung terhadap total koloni bakteri asam laktat, ketahanan terhadap SGJ dan SIJ, ukuran dan morfologi *beads* serta kadar air enkapsulasi.
2. Menjelaskan interaksi Es Krim yang ditambahkan *L. plantarum* SN13T dalam bentuk enkapsulasi dan tanpa enkapsulasi dengan lama penyimpanan es krim terhadap kadar lemak, kadar protein, pH, total koloni bakteri asam laktat, dan organoleptik.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini memberikan informasi ilmiah mengenai karakteristik produk enkapsulasi *L. plantarum* SN13T menggunakan metode ekstrusi dengan penyalut tepung bengkung dan alginat yang berpotensi sebagai sumber probiotik.

E. Hipotesis Penelitian

1. Bakteri *L. plantarum* SN13T yang dienkapsulasi dengan metode ekstrusi menggunakan bahan penyalut alginat (1%) dan tepung bengkung (1%, 3%, dan 5%) berpengaruh terhadap total koloni bakteri asam laktat, ketahanan terhadap SGJ dan SIJ, morfologi serta ukuran *beads*, dan kadar air enkapsulasi, dengan perlakuan terbaik diperoleh pada penambahan tepung bengkung 5%
2. Terdapat interaksi antara bentuk penambahan probiotik (tanpa enkapsulasi dan dengan enkapsulasi) dan lama penyimpanan es krim (1 hari, 20 hari, 40 hari, dan 60 hari) terhadap kadar lemak, kadar protein, pH, total koloni bakteri asam laktat, ketahanan terhadap SGJ dan SIJ, serta sifat organoleptik, dengan probiotik yang dienkapsulasi mampu mempertahankan viabilitasnya lebih baik hingga penyimpanan hari ke 60.