

**FORMULASI DAN KARAKTERISASI FISIK MIKROPARTIKEL  
*Lactobacillus plantarum* MENGGUNAKAN PENYALUT NATRIUM  
ALGINAT DENGAN METODE EMULSIFIKASI**



**AMALIA PUTRI  
N011201019**



**PROGRAM STUDI FARMASI  
FAKULTAS FARMASI  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

**FORMULASI DAN KARAKTERISASI FISIK MIKROPARTIKEL  
*Lactobacillus plantarum* MENGGUNAKAN PENYALUT NATRIUM  
ALGINAT DENGAN METODE EMULSIFIKASI**

**AMALIA PUTRI**

**N011 20 1019**



**PROGRAM STUDI FARMASI**

**FAKULTAS FARMASI**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2024**

**FORMULASI DAN KARAKTERISASI FISIK MIKROPARTIKEL  
*Lactobacillus plantarum* MENGGUNAKAN PENYALUT NATRIUM  
ALGINAT DENGAN METODE EMULSIFIKASI**

AMALIA PUTRI

N011201019

Skripsi

sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program Studi Farmasi

pada

PROGRAM STUDI FARMASI  
DEPARTEMEN FARMASI  
FAKULTAS FARMASI  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024

**SKRIPSI**  
**FORMULASI DAN KARAKTERISASI FISIK MIKROPARTIKEL**  
***Lactobacillus plantarum* MENGGUNAKAN PENYALUT NATRIUM**  
**ALGINAT DENGAN METODE EMULSIFIKASI**

**AMALIA PUTRI**  
**N011201019**

Skripsi

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana Farmasi pada 26  
Februari 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan  
pada

Program Studi Farmasi  
Departemen Farmasi  
Fakultas Farmasi  
Universitas Hasanuddin  
Makassar

Mengesahkan:  
Pembimbing Tugas Akhir,



Prof. Andi Dian Permana, S.Si., M.Si., Ph.D., Apt.  
NIP 19890205 201212 1 002

Mengetahui:  
Ketua Departemen Farmasi Sains  
dan Teknologi,



Dr. Herlina Rante, S.Si., M.Si., Apt.  
NIP 19771125 200212 2 003

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "Formulasi dan Karakterisasi Fisik Mikropartikel *Lactobacillus plantarum* Menggunakan Penyalut Natrium Alginat dengan Metode Emulsifikasi" adalah benar karya saya dengan arahan dari Prof. Andi Dian Permana. S.Si., M.Si., Ph.D., Apt. Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka skripsi ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa skripsi ini kepada Universitas Hasanuddin.

Makassar, 26 Februari 2024



Amalia Putri  
N011201019

## Ucapan Terima Kasih

Bismillahirrahmanirrahim, puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu wa ta'ala atas berkat, rahmat dan karunianya yang telah dilimpahkan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Tidak lupa pula penulis haturkan sholawat serta salam kepada baginda Rasulullah Muhammad sallallahu a'laihi wasallam.

Penelitian yang saya lakukan dapat terlaksana dengan sukses dan skripsi ini dapat terampungkan atas bimbingan, diskusi dan arahan Prof. Andi Dian Permana, S.Si., M.Si., Ph.D., Apt. sebagai pembimbing yang dengan ikhlas dan sabar meluangkan waktu, tenaga, ilmu, dan mengarahkan penulis dengan sangat baik sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Kepada ibu Dr. Herlina Rante, S.Si., M.Si., Apt. dan bapak Rangga Meidianto Asri, S.Si., M.pharm.Sc., Apt. selaku tim penguji yang telah memberikan saran dalam proses penyelesaian skripsi ini. Kepada mereka saya ucapkan banyak terima kasih.

Penghargaan yang tinggi juga saya sampaikan kepada dekan dan para wakil dekan, kepala program studi S1 Farmasi, para dosen, dan seluruh staf Fakultas Farmasi Universitas Hasanuddin yang senantiasa memberikan fasilitas, ilmu, motivasi, dan pelayanan selama penulis menempuh studi hingga menyelesaikan skripsi ini. Kepada Kementrian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi, serta pengelola Program Kreativitas Mahasiswa yang telah mendanai penelitian penulis.

Penghargaan besar penulis berikan kepada kedua orang tua tercinta, yaitu bapak Abd. Muis dan Ibu St. Hasni atas doa, pengorbanan dan motivasi mereka selama penulis menempuh pendidikan. Kepada tim Pa'commo (Maung, Diah, Iis, Uut) dan tim Lacto (Azimah, Inna, Dije, Abil), limpah terima kasih penulis ucapkan karena telah menemani penulis dalam pengalaman luar biasa di PIMNAS,

Ucapan terima kasih juga penulis berikan kepada Korps. Asisten Biofarmasi, Farmakologi-Toksikologi yang selalu memberikan dukungan selama penulis menjalankan kegiatan PKM. Kepada Maung, Nurba, Ismi dan Mimil yang telah menemani penulis dalam suka-duka selama 4 tahun perkuliahan. Kepada Mimil dan Qadri yang telah ikhlas membantu dan menemani penulis dalam menyelesaikan skripsi ini serta pengurusan berkas. Kepada Kak Idris, Rafli, Ryan, dan Aii yang telah menerima penulis menjadi bagian dari sopres dan selalu mendukung serta menghibur penulis. Kepada mahasiswa apoteker dengan NIM N011222121 yang telah mendampingi penulis dengan penuh dukungan, semangat, dan motivasi kepada penulis selama penyusunan skripsi ini. Serta kepada teman-teman farmasi angkatan 2020 (HE20IN) dan semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu per satu.

Penulis,

Amalia Putri

## ABSTRAK

AMALIA PUTRI. **Formulasi dan Karakterisasi Fisik Mikropartikel *Lactobacillus plantarum* Menggunakan Penyalut Natrium Alginat dengan Metode Emulsifikasi** (dibimbing oleh Andi Dian Permana).

**Latar belakang.** Tubuh manusia memiliki sistem pertahanan kesehatan tubuh alami yang disebut imunitas. Namun, imunitas yang berlebih dapat menyebabkan penyakit autoimun seperti psoriasis. Psoriasis merupakan penyakit kulit inflamasi kronis yang dimodulasi oleh sistem imun, sehingga salah satu pengobatan yang sesuai adalah imunomodulator. Imunomodulator yang dapat menargetkan langsung pada sel dendritik (DC) yaitu *Lactobacillus plantarum* (LP). Penghantaran LP saat ini masih memiliki kekurangan dalam mempertahankan viabilitas (kemampuan hidup) sehingga penargetan LP kurang optimal. Sebagai alternatif sistem penghantaran, LP dapat dimuat ke dalam mikropartikel (MP). Keberhasilan LP terperangkap dalam MP bergantung pada bahan penyalut yang digunakan. Salah satu bahan penyalut yang sering digunakan dalam pembuatan mikropartikel terenkapsulasi adalah natrium alginat (NA). **Tujuan.** Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh formula mikropartikel terenkapsulasi dengan penyalut NA untuk memaksimalkan sistem penghantaran LP. **Metode.** Penelitian dilakukan secara eksperimental dimulai dari preparasi media, preparasi LP, formulasi mikropartikel terenkapsulasi (MP-LP) ke dalam lima formula menggunakan konsentrasi NA yang berbeda dan karakterisasi MP-LP. Karakterisasi fisika dilakukan dengan menentukan ukuran partikel setiap formula, dimana formula optimal dilanjutkan untuk pengamatan morfologi menggunakan SEM dan XRD. Untuk mengetahui kemampuan hidup bakteri dilakukan uji viabilitas yang akan dinyatakan dalam satuan CFU/mL. Data dianalisis secara statistik menggunakan aplikasi IBM SPSS®. **Hasil.** Hasil penelitian menunjukkan karakteristik fisika kimia formula MP-LP terbaik dengan ukuran partikel sebesar  $5,09 \pm 0,49 \mu\text{m}$  dan viabilitas  $9,23 \pm 0,87 \log \text{CFU/mL}$ . Difraktogram XRD menunjukkan terjadi perubahan struktur menjadi amorf setelah penambahan polimer NA pada MP 3 sebagai tanda bahwa LP berhasil terenkapsulasi. **Kesimpulan.** Hasil menunjukkan hubungan antara peningkatan konsentrasi NA dengan ukuran partikel dan kemampuan hidup LP. Semakin tinggi konsentrasi NA, maka ukuran partikel dan kemampuan hidup LP juga meningkat.

**Kata-kata kunci:** mikropartikel, enkapsulasi probiotik, *Lactobacillus plantarum*, Natrium Alginat.

## ABSTRACT

AMALIA PUTRI. **Formulation and Physical Characterization of *Lactobacillus plantarum* Microparticles Using Sodium Alginate Coating with the Emulsification Method** (supervised by Andi Dian Permana).

**Background.** The human body has a natural body health defense system called immunity. However, excessive immunity can cause autoimmune diseases such as psoriasis. Psoriasis is a chronic inflammatory skin disease that is modulated by the immune system, so one suitable treatment is an immunomodulator. An immunomodulator that can target directly at dendritic cells (DC) is *Lactobacillus plantarum* (LP). Current LP delivery still has shortcomings in maintaining viability so that LP targeting is less than optimal. As an alternative delivery system, LP can be loaded into microparticles (MP). The success of LP entrapment in MP depends on the coating material used. One of the coating materials often used in making encapsulated microparticles is sodium alginate (NA). **Objective.** This research aims to obtain a formula for encapsulated microparticles with NA coating to maximize the LP delivery system. **Methods.** The research was carried out experimentally starting from media preparation, LP preparation, encapsulated microparticle formulation (MP-LP) into five formulas using different NA concentrations and MP-LP characterization. Physical characterization was carried out by determining the particle size of each formula, where the optimal formula was continued for morphological observations using SEM and XRD. To determine the ability of bacteria to live, a viability test is carried out which will be expressed in CFU/mL units. Data was analyzed statistically using the IBM SPSS® application. **Results.** The results showed the best physicochemical characteristics of the MP-LP formula with a particle size of  $5.09 \pm 0.49 \mu\text{m}$  and viability of  $9.23 \pm 0.87 \log \text{CFU/mL}$ . The XRD diffractogram showed that the structure changed to amorphous after adding NA polymer to MP 3 as a sign that the LP was successfully encapsulated. **Conclusion.** The results showed a relationship between increasing NA concentration with particle size and LP viability. The higher the NA concentration, the particle size and viability of LP also increase.

**Key words:** microparticles, probiotic encapsulation, *Lactobacillus plantarum*, Sodium Alginate.



**DAFTAR ISI**

	Halaman
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
BAB I .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Teori.....	3
1.3 Tujuan dan Manfaat.....	4
BAB II .....	5
2.1 Tempat dan Waktu.....	5
2.2 Bahan dan Alat .....	5
2.3 Metode Penelitian.....	5
2.4 Pengamatan dan Pengukuran .....	7
BAB III .....	8
3.1 Hasil.....	8
3.2 Pembahasan .....	11
BAB IV.....	14
DAFTAR PUSTAKA.....	15
LAMPIRAN .....	18

**DAFTAR TABEL**

Nomor urut	Halaman
1. Formula MP-LP .....	6
2. Hasil Pengukuran Partikel MP-LP .....	8
3. Hasil Perhitungan Viabilitas MP-LP .....	9
4. Hasil Pengukuran Ukuran Partikel Lima formula .....	20
5. Hasil Perhitungan Rata-rata Ukuran Partikel 5 Formula MP-LP .....	28
6. Hasil Analisis Statistika Data Ukuran Partikel Lima Formula .....	28
7. Jumlah Koloni Bakteri Seri Pengenceran LP .....	28
8. Jumlah Koloni Bakteri 5 Formula MP-LP .....	29
9. Hasil Analisis Statistika Data Viabilitas Lima Formula .....	29
10. Hasil analisis XRD LP Murni.....	29
11. Hasil analisis XRD MP 3.....	30

## DAFTAR GAMBAR

Nomor urut	Halaman
1. Grafik perbandingan ukuran partikel pada setiap formula MP-LP .....	8
2. Pengamatan Morfologi (A) MP 2 dan (B) Mp 3 Menggunakan SEM .....	9
3. Hasil pengamatan (A) Pertumbuhan Koloni LP pada Media MRSA + CaCO <sub>3</sub> 1%, (B) Pertumbuhan koloni LP pada Masing-masing Formula MP-LP .....	9
4. Grafik Perbandingan Jumlah Koloni LP pada Setiap Formula.....	10
5. <i>X-Ray Diffractogram</i> Serbuk LP Murni .....	10
6. <i>X-Ray Diffractogram</i> Serbuk MP-LP Formula MP3 .....	11
7. Preparasi Media MRSA dan MRSB.....	32
8. Peremajaan Bakteri LP.....	32
9. Proses Formulasi MP-LP Menggunakan Metode Emulsifikasi .....	32
10. Sentrifugasi Suspensi Bakteri .....	32
11. Sentrifugasi Mikropartikel .....	32
12. Proses Uji Viabilitas.....	32
13. Proses Karakterisasi Fisik MP-LP dan Pengamatan terhadap Pertumbuhan Koloni Bakteri .....	32

**DAFTAR LAMPIRAN**

Nomor urut	Halaman
1. Skema Kerja Penelitian .....	18
2. Perhitungan Koloni Bakteri pada Uji Viabilitas.....	19
3. Tabel Hasil Evaluasi dan Hasil Analisis Statistik.....	20
4. Dokumentasi Penelitian.....	32

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Tubuh manusia memiliki mekanisme pertahanan alami untuk menghalangi masuknya patogen ke dalam tubuh. Mekanisme pertahanan ini disebut dengan sistem imun tubuh atau imunitas (Masa *et al.*, 2021). Namun, imunitas yang berlebihan juga dapat memberikan efek merugikan seperti munculnya penyakit autoimun. Salah satu penyakit autoimun perlu ditangani dengan serius adalah psoriasis. Psoriasis merupakan penyakit kulit akibat inflamasi kronis dan dimediasi oleh kekebalan multifaktoral (França, 2021). Penyakit autoimun ini mampu merenggut kualitas dan kesejahteraan hidup penderita serta dapat berujung kematian (Raharja *et al.*, 2021) Prevalensi di dunia melaporkan kasus psoriasis mempengaruhi 125 juta orang di seluruh dunia (Bu *et al.*, 2022). Menurut data terakhir pada tahun 2019, di Indonesia telah dilaporkan sekitar 797,38 ribu orang hidup dengan penyakit psoriasis (Parisi *et al.*, 2020).

Psoriasis ditandai dengan adanya plak kulit yang bersisik, gatal, dan terasa nyeri. Ciri khas psoriasis yaitu peradangan yang berkelanjutan, menyebabkan proliferasi yang tidak terkendali, dan diferensiasi keratinosit yang tidak berfungsi. Hiperproliferasi keratinosit dipicu oleh sitokin proinflamasi, termasuk tumor necrosis factor (TNF)- $\alpha$ , interferon (IFN)- $\gamma$ , interleukin (IL)-17, IL-22, IL-23, dan IL-1 $\beta$  (Kapoor, 2022). Berbagai macam terapi dan pengobatan psoriasis telah dilakukan, seperti pemberian obat oral sistemik dan terapi topikal. Namun, pemberian obat jangka panjang dapat menimbulkan efek merugikan bagi tubuh, seperti toksisitas ginjal dan atropi kulit (Raharja *et al.*, 2021; Sheirber *et al.*, 2022). Oleh karena itu, diperlukan alternatif pengobatan baru yang dapat menekan gejala psoriasis.

Para peneliti telah melakukan banyak riset untuk menargetkan sistem imun (IS) dalam pengobatan psoriasis melalui aktivasi sel dendritik (DC) untuk menginduksi respons imun sel T (Wang *et al.*, 2022). Salah satunya yaitu penggunaan *living-microorganism* berupa probiotik dalam berbagai pengobatan penyakit kulit (França, 2021) Probiotik merupakan mikroorganisme menguntungkan yang dalam jumlah cukup dapat memberikan manfaat bagi kesehatan. Probiotik dari bakteri asam laktat seperti *Lactobacillus* diketahui memiliki peran penting dalam menjaga kesehatan, salah satunya yaitu mengendalikan sistem kekebalan tubuh (Ayivi *et al.*, 2020). Sebuah riset menunjukkan bahwa probiotik *Lactobacillus plantarum* (LP) mampu menjadi imunomodulator yang berikatan dengan DC untuk meningkatkan atau menekan respon imun apabila dibandingkan dengan probiotik lainnya (Mazziotta *et al.*, 2023). Hal ini memberikan gambaran bahwa LP dapat menjadi alternatif baru dalam pengobatan psoriasis melalui penargetan DC.

Penggunaan probiotik LP dilaporkan dapat memodulasi kerja DC melalui rute oral untuk meningkatkan sistem imun dan dilaporkan telah berhasil digunakan untuk pengobatan psoriasis. Hal ini terbukti dengan perbaikan penampilan lesi dan kondisi umum pasien secara keseluruhan setelah konsumsi (Raharja *et al.*, 2021). Namun, penghantaran oral dinilai tidak efektif karena tidak dapat mempertahankan viabilitas

(kemampuan hidup) LP dan menurunkan bioavailabilitasnya. Hal ini dikarenakan LP tidak dapat bertahan dalam pH lambung (Baral *et al.*, 2021). Viabilitas LP setelah melewati saluran pencernaan (gastrointestinal) berkurang sebanyak 40% dari jumlah yang dikonsumsi. Sedangkan, konsentrasi LP yang efektif sebagai imunomodulator harus mengandung minimal  $10^6$  CFU/mL atau g bakteri probiotik hidup (Azeem *et al.*, 2023).

Selain itu, penghantaran topikal menunjukkan kekurangan dan memiliki kekurangan yaitu rendahnya penyerapan obat, permeabilitas yang buruk dan distribusi yang tidak merata (Yadav *et al.*, 2021). Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem penghantaran sesuai yang dapat mempertahankan viabilitas LP dalam melintasi saluran gastrointestinal maupun melalui rute penghantaran lainnya. Sistem penghantaran yang sesuai dapat meningkatkan efektivitas penyerapan dan pelepasan LP. Salah satu sistem penghantaran yang efektif untuk probiotik adalah dengan mikropartikel (MP) menggunakan teknik mikroenkapsulasi. Sistem MP dipilih karena kemampuannya mengemas berbagai komponen bioaktif secara protektif dalam bentuk penghalang fisik sehingga viabilitas dan bioavailabilitas probiotik dapat meningkat (Wang *et al.*, 2022). Formulasi MP perlu mempertimbangkan penggunaan polimer yang bersifat biokompatibel, *biodegradable* dan tidak beracun bagi tubuh.

Salah satu biomaterial yang sering digunakan yaitu natrium alginat (NA). Penggunaan NA dalam enkapsulasi probiotik umumnya dikombinasikan dengan biomaterial lain seperti natrium kaseinat. Kombinasi tersebut menghasilkan mikrokapsul dengan morfologi yang baik, namun memiliki ukuran partikel sebesar  $7,87 \pm 0,72 \mu\text{m}$  (Enggi *et al.*, 2023). Sedangkan enkapsulasi probiotik ke dalam mikropartikel diaplikasikan secara spesifik dalam kisaran ukuran 1–5  $\mu\text{m}$  (Piñón-Balderrama *et al.*, 2020). NA memiliki sifat biofilm sebagai bahan mikroenkapsulasi yang menguntungkan dan menurut penelitian dapat mempengaruhi kinetika pelepasan obat dari matriks sesuai dengan degradasinya di dalam tubuh (Cao *et al.*, 2022). Dalam penelitian sebelumnya oleh Mandal *et al.* (2020), mikroenkapsulasi bakteri dengan teknik ekstrusi menggunakan NA sebagai bahan penyalut menggunakan konsentrasi alginat dalam kisaran 2–4%. menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi alginat menghasilkan ketahanan yang lebih baik. Akan tetapi, metode ekstrusi memiliki kekurangan yaitu pembentukan mikropartikel yang lambat dan keterbatasan dalam pemilihan komponen aktif yang dapat dienkapsulasi (Łętocha *et al.*, 2022).

Formulasi MP dapat dilakukan dengan teknik emulsifikasi yang didasarkan pada dispersi bahan terlarut dalam fase organik setelah pembentukan emulsi air dalam minyak. Metode emulsifikasi yang pernah diterapkan dalam enkapsulasi probiotik yaitu emulsi ganda air dalam minyak dalam air (A/M/A) yang terdiri dari 3 lapisan (Enggi *et al.*, 2023). Sementara itu, dispersi enkapsulasi dapat terbentuk setelah pembentukan emulsi air dalam minyak (A/M) untuk menghasilkan partikel dalam fase berminyak (Reque and Brandelli, 2021). Oleh karena itu, pembuatan MP pada penelitian ini menggunakan bahan penyalut berupa natrium alginat yang didasarkan pada metode emulsifikasi menggunakan emulsi A/M. Pemecahan emulsi dilakukan dengan penambahan  $\text{CaCl}_2$  yang kemudian menghasilkan endapan mikrokapsul dan dikumpulkan dengan sentrifugasi (Reque and Brandelli, 2021).

Untuk mengetahui formula MP optimal, maka perlu dilakukan evaluasi berupa karakterisasi fisik melalui penentuan ukuran partikel, *Scanning Electron Microscope* (SEM) dan uji viabilitas LP.

Berdasarkan uraian di atas, maka dilakukan penelitian formulasi dan karakterisasi mikropartikel LP menggunakan natrium alginat sebagai bahan penyalut dengan metode emulsifikasi.

## 1.2 Teori

### 1.2.1 *Lactobacillus plantarum* (LP)

LP adalah probiotik *living-microorganism* yang banyak digunakan dalam industri dan kesehatan. LP dalam jumlah yang cukup dapat memberikan manfaat bagi kesehatan dan terbukti mampu menjadi imunomodulator yang dapat berikatan dengan sel dendritik sehingga mampu meningkatkan sistem imun (Kuczkowska et al., 2019). Probiotik harus memiliki konsentrasi minimum sekitar  $10^6$  CFU/mL ( $10^8$  –  $10^9$  CFU) untuk memastikan efek probiotik yang berkaitan dengan kesehatan (Afiati et al., 2020).

### 1.2.2 Mikropartikel (MP) dan Mikroenkapsulasi

MP merupakan partikel padat yang memiliki ukuran dalam rentang mikrometer, yaitu antara 1-1000  $\mu\text{m}$ . Zat aktif dilarutkan, terperangkap dalam matriks mikropartikel dengan tujuan untuk melindungi zat aktif dari lingkungan fisiologis tubuh, memodifikasi pelepasan zat aktif, meningkatkan bioavailabilitas, dan meminimalkan efek samping yang ditimbulkan (Ibrahim dan Ali, 2020).

Mikroenkapsulasi merupakan proses pelapisan senyawa bioaktif dengan matriks atau dinding polimer, yang berfungsi sebagai kapsul, pembawa, atau cangkang untuk bahan inti dalam fase dalam. Mikroenkapsulasi melindungi sel bakteri dengan membran atau matriks semi permeabel. Cara ini akan memberikan pelepasan terkontrol dalam kondisi lingkungan tertentu. Teknik pelapisan yang umumnya digunakan yaitu emulsifikasi, ekstrusi, pengeringan semprot, dan aglomerasi (Hu et al., 2021).

### 1.2.3 Natrium Alginat (NA)

Alginat merupakan polisakarida alami, polimer polianionik, yang biasanya diperoleh dari tiga spesies alga laut cokelat, yaitu *Phaeophyceae: Macrocystis pyrifera*, *Laminaria digitata* dan *Laminaria sacharina*. Struktur alginat bergantung pada sumber ganggang laut, yaitu spesiesnya, asal geografis, atau varietas musiman (Lecota). Jenis NA yang paling banyak digunakan sebagai bahan enkapsulasi adalah polisakarida linier yang terdiri dari asam D-mannuronic (M) yang terikat  $\beta$ -(1 → 4) dan  $\alpha$ -(1→4)- residu asam L-guluronic (G). Pelapisan menggunakan NA dapat digabungkan dengan ion  $\text{Ca}^{2+}$  untuk membentuk gel, sehingga enkapsulasi NA pada probiotik yang dikombinasi dengan kalsium klorida sebagai bahan pengawet efektif untuk pengiriman probiotik (Hu et al., 2021).

#### 1.2.4 Emulsifikasi

Teknik emulsifikasi didasarkan pada pada fase diskontinyu (campuran komponen bioaktif dan bahan penyalut) ditambahkan ke dalam sejumlah besar fase minyak kontinu. Fase minyak kontinu yang paling sering digunakan dalam pengaplikasian teknik ini adalah minyak nabati seperti minyak kanola, minyak bunga matahari, minyak jagung, dan minyak zaitun. Untuk menstabilkan tetesan fase internal, pengemulsi harus ditambahkan ke dalam campuran yang terbentuk. Emulsi air dalam minyak yang diperoleh terus dihomogenisasi dengan pengadukan. Emulsi akhir yang mengandung tetesan alginat dipecah dengan penambahan larutan kalsium klorida dan disentrifugasi, sehingga memisahkan fase minyak dan air untuk mendapatkan mikropartikel (Łętocha *et al.*, 2022).

### 1.3 Tujuan dan Manfaat

#### 1.3.1 Tujuan

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi Natrium Alginat terhadap karakteristik fisik dan kemampuan hidup *Lactobacillus plantarum*.
2. Untuk memperoleh formula optimal mikropartikel *Lactobacillus plantarum* yang memiliki karakteristik fisik dan kemampuan hidup terbaik.

#### 1.3.2 Manfaat

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh variasi konsentrasi Natrium Alginat terhadap karakteristik fisik dan kemampuan hidup *Lactobacillus plantarum*.
2. Memperoleh formula optimal mikropartikel *Lactobacillus plantarum* yang memiliki karakteristik fisik dan kemampuan hidup terbaik.