

Mikroenkapsulasi Probiotik dalam Jus Buah Terung Belanda menggunakan Metode Spray Drying

by Istiyati Inayah -

Submission date: 23-Aug-2023 09:27PM (UTC+0700)

Submission ID: 2149974264

File name: C.3_20230113_Laporan_Akhir_IMikroenkapsulasi_Probiotik.pdf (4.55M)

Word count: 6082

Character count: 38076

**LAPORAN AKHIR
PENELITIAN HIBAH FAKULTAS TEKNIK
UNPAS**



Judul Penelitian:
**Mikroenkapsulasi Probiotik Menggunakan Metode Emulsifikasi-
Gelasi Ionik Pada Pengembangan Produk Probiotik Sari Buah Terong
Belanda**

Ketua : Dr. Istiyati Inayah, S.Si., M.Si NIPY: 15110581
Anggota : Dr. Ir. Dede Zainal Arief, M.Si NIPY: 15100117

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS PASUNDAN BANDUNG
Agustus 2023**

Lembar Pengesahan
HIBAH FAKULTAS TEKNIK UNPAS

1. Judul Penelitian :Mikroenkapsulasi Probiotik Menggunakan Metode Emulsifikasi-Gelasi Ionik Pada Pengembangan Produk Probiotik Sari Buah Terong Belanda
2. Ketua Peneliti
- a. Nama Lengkap : Dr. Istiyati Inayah, S.Si., M.Si.
 - b. NIPY : 151 105 81
 - c. Fakultas : Teknik
 - d. Perguruan Tinggi : Universitas Pasundan
 - e. Alamat : Jl Setiabudi No 193 Bandung
 - f. Telpon/Faks : 022-2019435/022-2019329
 - g. E-Mail : istiyati.inayah@unpas.ac.id
3. Anggota Peneliti
- a. Nama Lengkap : Dr. Ir. Dede Zainal Arief, M.Sc.
 - b. NIPY : 151 001 17
 - c. Fakultas : Teknik
 - d. Perguruan Tinggi : Universitas Pasundan
 - e. Alamat : Jl Setiabudi No 193 Bandung
 - f. Telpon/Faks : 022-2019435/022-2019329
 - g. E-Mail : dedezainalarief17@unpas.ac.id
4. Waktu Penelitian : 1 tahun
5. Pembiayaan
- a. Biaya Fakultas Teknik : Rp. 11.000.000,00
 - b. Biaya Sumber Lain : Rp. 481.980,00
- Jumlah : Rp. 11.481.980,00**

Bandung, 18 Agustus 2023

Mengetahui,
Ketua Program Studi

Ketua Peneliti,



Dr. Ir. Yusep Ikrawan, M.Eng.
NIP: 196410291993031000



Dr. Istiyati Inayah, S.Si., M.Si
NIPY: 151 105 81

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi lesitin dan natrium alginat pada proses mikroenkapsulasi probiotik menggunakan metode emulsifikasi-gelasi ionik terhadap efisiensi enkapsulasi, ukuran mikroenkapsulan, viabilitas probiotik dalam produk minuman sari buah dan stabilitas minuman probiotik sari buah terung belanda selama penyimpanan.

Mikroenkapsulasi menggunakan kombinasi metode emulsifikasi dan gelasi ionik dengan bahan penyalut natrium alginat, kalsium klorida, minyak nabati dan lesitin. Penelitian dibagi menjadi 3 tahap. Pada penelitian tahap 1 dilakukan penelitian untuk melihat pengaruh konsentrasi natrium (2%, 3% dan 4%) dan konsentrasi lesitin (0%, 0,5% dan 1%) terhadap efisiensi enkapsulasi dan ukuran mikroenkapsulan. Pada tahap 2 dilakukan pengujian viabilitas probiotik pada sari buah terung belanda dan pengukuran pH selama penyimpanan 7 hari. Pada tahap ke-3 dilakukan pengujian stabilitas probiotik selama penyimpanan 4 minggu pada suhu 4°C dan pengujian perubahan pH, kadar asam laktat dan kadar gula total untuk sampel terpilih.

Pada pengembangan produk mikroenkapsulan probiotik metode gelasi-ionik, konsentrasi natrium alginate dan konsentrasi lesitin mempengaruhi efisiensi enkapsulasi, ukuran partikel dan viabilitas probiotik dalam sari buah terung belanda namun tidak berpengaruh terhadap pH sari buah terung belanda. Berdasarkan nilai efisiensi enkapsulan, ukuran partikel mikroenkapsulan dan viabilitas probiotik dalam sari buah terung belanda, maka dipilih perlakuan a2b2 (Konsentrasi natrium alginate 3 % dan lesitin 0,5%) dengan nilai viabilitas probiotik yang paling tinggi (97,2 %) serta nilai efisiensi enkapsulasi yang cukup besar (75,4%) dan ukuran partikel yang lebih kecil dan seragam ($144,4 \mu\text{m} \pm 82$). Selama penyimpanan 4 minggu pada suhu 4°C, probiotik menurun sebesar 2 log, pH cenderung stabil, total asam titrasi mengalami peningkatan dan kadar gula total mengalami peningkatan. Jumlah probiotik di akhir masa penyimpanan sebesar 3×10^5 CFU/mL, pH sebesar 4,02, total asam tertitrasi 0,88% dan kadar gula total sebesar 1,58%.

Kata Kunci : Mikroenkapsulasi, gelasi ionic, probiotik, terung belanda, natrium alginat, lesitin

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of lecithin and sodium alginate concentrations on the microencapsulation process of probiotics using the ionic emulsification-gelation method on encapsulation efficiency, microencapsulation size, viability of probiotics in tamarillo juice products and stability of tamarillo juice probiotic drinks during storage.

Microencapsulation uses a combination of emulsification and ionic gelation methods with sodium alginate, calcium chloride, vegetable oil and lecithin as coating materials. The research is divided into 3 stages. In phase 1 research, a study was conducted to see the effect of sodium concentration (2%, 3% and 4%) and lecithin concentrations (0%, 0.5% and 1%) on encapsulation efficiency and microencapsulant size. In stage 2, probiotic viability testing was carried out on tamarillo juice and pH measurements during 7 days of storage. In the 3rd stage, probiotic stability testing was carried out during 4 weeks of storage at 4°C and testing for changes in pH, lactic acid content and total sugar content for selected samples.

In the development of probiotic microencapsulant products using the gelation-ionic method, sodium alginate concentration and lecithin concentration affected the encapsulation efficiency, particle size and viability of probiotics in tamarillo juice but had no effect on the pH of tamarillo juice. Based on the encapsulant efficiency value, microencapsulant particle size and probiotic viability in tamarillo juice, the a2b2 treatment was chosen (3% sodium alginate concentration and 0.5% lecithin) with the highest probiotic viability value (97.2%) and encapsulation efficiency relatively large (75.4%) and smaller and uniform particle size (144.4 $\mu\text{m} \pm 82$). During 4 weeks of storage at 4°C, probiotics decreased by 2 log, pH tended to be stable, total titrated acid increased and total sugar content increased. The amount of probiotics at the end of the storage period was 3×10^5 CFU/mL, pH was 4.02, total titrated acid was 0.88% and total sugar content was 1.58%.

Keywords: Microencapsulation, ionic-gelation, probiotics, tamarillo juice, sodium alginate, lecithin

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Akhir Hibah Fakultas Teknik Tahun 2022. Shalawat serta salam selalu terlimpah curah kepada Nabi Muhammad SAW. Laporan Akhir ini dibuat sebagai salah satu bentuk pertanggung jawaban penerima Hibah Penelitian Fakultas Teknik Universitas Pasundan Bandung, dengan judul penelitian, “**Mikroenkapsulasi Probiotik Menggunakan Metode Emulsifikasi-Gelasi Ionik Pada Pengembangan Produk Probiotik Sari Buah Terong Belanda**”.

Penelitian ini tidak dapat terselesaikan berkat bantuan dari berbagai pihak, dengan demikian penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Dekan Fakultas Teknik Universitas Pasundan, yang sudah memberikan pendanaan pada penelitian ini, melalui program Hibah Fakultas Teknik Tahun 2022.
2. Dr. Ir. H. Dede Zainal Arief, M.Sc selaku partner dalam pelaksanaan penelitian Hibah Fakultas Teknik Universitas Pasundan
3. Tim Penelitian Probiotik Terong Belanda, yang terdiri dari beberapa mahasiswa yang terlibat dalam road map penelitian ini, yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
4. Laboran Teknologi Pangan, Fakultas Teknik Universitas Pasundan yang sudah membantu pelaksanaan penelitian ini.
5. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu, yang telah membantu penelitian ini.

Penulis berharap laporan akhir penelitian ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan pihak-pihak yang membutuhkan.

Bandung, Agustus 2023

Penulis

Daftar Isi

Lembar Pengesahan	i
Abstrak	ii
<i>Abstract</i>	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi	v
Daftar Tabel	vi
Daftar Gambar	vii
Daftar Lampiran	viii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
BAB 3 TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	6
BAB 4 METODE PENELITIAN	7
BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN	11
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN	19
Daftar Pustaka	20
Lampiran	22

Daftar Tabel

Tabel 1	Analisis Efisiensi Proses Mikroenkapsulasi	11
Tabel 2	Analisis <i>Particle Size Analyser</i> Mikroenkapsulan Probiotik	13
Tabel 3	Analisis Viabilitas Probiotik Terenkapsulasi	15
Tabel 4	Hasil Analisis pH pada Sari Buah	16

Daftar Gambar

Gambar 1	Road map penelitian	7
Gambar 2	Tahap Penelitian	8
Gambar 3	Sebaran Ukuran Partikel Mikroenkapsulan dari 9 perlakuan dengan variasi konsentrasi natrium alginate (a: 0, 0,5, 1%) dan lesitin (b: 2, 3, 4 %)	14
Gambar 4	Hasil Pengujian Stabilitas Probiotik dalam Sari Buah Terung Belanda	17
Gambar 5	Hasil analisis SEM Mikroenkapsulan Probiotik Perlakuan a2ba, dengan konsentrasi natrium alginate 3% dan konsentrasi lesitin 0,5%	18

Daftar Lampiran

Lampiran 1	Laporan Keuangan	22
Lampiran 2	Bukti Pengeluaran	23

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Probiotik adalah mikroorganisme hidup yang bila dicerna memiliki efek menguntungkan pada keseimbangan dan fungsi fisiologis mikroflora usus manusia [1]. *Lactobacillus* sp. dan *Bifidobacterium* sp. adalah spesies bakteri yang umum digunakan sebagai probiotik. Selain bakteri diketahui bahwa khamir seperti *Saccharomyces boulardii* dapat berperan sebagai probiotik. Mikroorganisme probiotik menghasilkan senyawa-senyawa antimikroba, asam laktat, bakteriosin dan H₂O₂ dalam saluran pencernaan atau usus inang, sehingga dapat menghambat bahkan membunuh mikroorganisme patogen [2].

Probiotik dapat diaplikasikan ke berbagai bentuk produk pangan, asalkan viabilitas probiotik dapat dipertahankan di dalam sistem pangan tersebut. Menurut Luckow Delahunty (2004) dalam Rivera-Espinoza dan Gallardo-Navarro (2010), probiotik yang ditambahkan langsung ke dalam produk sari buah dapat mengubah aroma, rasa dan flavor dari sari buah tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa probiotik yang ditambahkan langsung ke dalam sari buah mempengaruhi karakteristik sensoris dari sari buah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsumen lebih menyukai karakteristik sensoris dari sari buah yang tidak ditambahkan probiotik tetapi untuk efek kesehatan, konsumen memilih sari buah yang ditambahkan dengan probiotik. Berdasarkan hasil penelitian tersebut maka sebaiknya probiotik yang ditambahkan ke dalam sari buah tidak mengubah karakteristik sensoris dari sari buah tersebut. Oleh karena itu dilakukan proses mikroenkapsulasi dimana probiotik terbungkus di dalam enkapsulan berukuran mikro sehingga tidak mengubah karakteristik sensoris.

Goncalves (1992) menjelaskan bahwa mikroenkapsulasi adalah suatu proses yang melibatkan substansi bioaktif terperangkap di dalam sebuah matriks atau pelapis yang bertujuan untuk melindungi substansi tersebut dari kondisi lingkungan luar, menghindari terjadinya penurunan secara kuantitas maupun kualitas dan agar substansi yang terperangkap dapat dilepaskan secara bertahap pada kondisi yang telah ditentukan [3]. Sebuah mikrokapsul terdiri dari lapisan yang kuat, tipis, semi-permiabel dan bentuk bulat dengan inti material dapat berupa bentuk padat maupun cair, diameter dari mikrokapsul dalam satuan mikrometer yaitu 10⁻⁶ meter, mikroenkapsulasi dapat dilakukan dengan cara

spray drying, fluid bed coating, ekstrusi, emulsifikasi, gelasi ionik, koaservasi, *freeze drying, vacuum drying* dan kombinasi dari metode yang tersedia [4], [5].

Metode yang dapat digunakan untuk mikroenkapsulasi probiotik salah satunya adalah kombinasi dari emulsifikasi dan gelasi ionik. Emulsifikasi merupakan proses pencampuran antara dua campuran atau lebih yang tidak dapat bercampur dimana satu cairan (fase terdispersi) didispersikan dalam cairan lainnya (fase kontinu) di bawah efek stabilisasi surfaktan. Emulsi yang paling umum adalah air dalam minyak (w / o), minyak dalam air (o / w) dan air dalam minyak dalam air (w / o / w). Keunggulan mikroenkapsulasi dengan metode emulsi yaitu mudah untuk scale-up dan ketahanan mikroorganisme dalam mikrokapsul tinggi [6]. Gelasi ionik merupakan proses pembentukan mikropartikel yang melibatkan ikatan sambung silang antara polymer dan molekul divalen. Polymer yang dapat digunakan salah satunya yaitu Alginat dan molekul divalen yang digunakan yaitu Ca^{2+} , material yang dipilih harus memenuhi persyaratan seperti tidak beracun, tahan terhadap pH asam dan tidak berinteraksi dengan probiotik. Alginat merupakan polymer linear yang terdiri dari 2 monosakarida yaitu asam α -L-guluronic (G) dan asam β -D-mannuronic (M) yang dihubungkan oleh ikatan glikosidik β (1-4) [7].

Penggunaan metode emulsifikasi-gelasi ionik didasarkan pada, ikatan sambung silang antara alginat dan ion Ca^{2+} membentuk struktur gel yang kokoh, akan tetapi alginat memiliki tingkat porositas cukup tinggi sehingga perlu dikombinasikan dengan bahan lain untuk mempertahankan substansi yang berada di dalam kapsul (Krasaekoopt, n.d., 2013). Emulsi yang terbentuk dapat menjadi pelindung kedua dari mikroenkapsulan sehingga substansi yang berada di dalam kapsul tidak terganggu. Kombinasi metode emulsifikasi dan gelasi ionik menghasilkan ukuran kapsul lebih kecil dikarenakan adanya penggunaan emulsifier yang menyebabkan penurunan tegangan antar permukaan air dan minyak [10]. Menurut penelitian Ivana et al. (2013) penambahan lesitin sebagai emulsifier berpengaruh terhadap ukuran kapsul, semakin banyak penambahan lesitin maka ukuran kapsul semakin kecil. Sehingga dari pernyataan tersebut didapat bahwa konsentrasi emulsifier memiliki pengaruh terhadap pembentukan kapsul. Menurut penelitian Muchsiri, et al. (2015), terdapat pengaruh penambahan konsentrasi alginat terhadap bentuk dan ukuran kapsul, semakin tinggi konsentrasi alginat yang digunakan

maka diameter kapsul semakin besar. Sehingga didapat bahwa konsentrasi alginat berpengaruh terhadap ukuran kapsul.

Aplikasi dari mikroenkapsulasi telah banyak digunakan dalam berbagai bidang yaitu dalam bidang obat-obatan, pangan, tekstil dan lingkungan. Salah satu aplikasi dalam bidang pangan yaitu, mikroenkapsulasi minyak, senyawa aktif dan probiotik. Mikroenkapsulasi probiotik dapat dilakukan pada sari buah, minuman fermentasi maupun dalam makanan. Sari buah yang ditambahkan mikroenkapsulasi probiotik merupakan bentuk baru dari pangan fungsional, dapat dikonsumsi oleh individu yang tidak mengonsumsi produk hewani dan intoleran terhadap laktosa. Sari Buah Terung Belanda dapat dijadikan minuman probiotik dengan penambahan mikroenkapsulasi probiotik ke dalamnya. Menurut Suzanna, dkk (2019) masyarakat jarang mengonsumsi buah Terung Belanda dalam keadaan segar dikarenakan buahnya yang kecil, memiliki biji yang cukup banyak, rasa yang masam dan kulit buah yang tipis.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang maka dikaji apakah proses mikroenkapsulasi probiotik menggunakan metode emulsifikasi-gelasi ionik dapat:

1. Menghasilkan efisiensi enkapsulasi yang besar dengan ukuran mikroenkapsulan yang kecil dan seragam.
2. Mempertahankan viabilitas probiotik dalam produk minuman sari buah serta tidak menyebabkan perubahan sifat kimia pada sari buah terung belanda.
3. Mempertahankan stabilitas minuman probiotik sari buah terung belanda selama penyimpanan 4 minggu pada suhu 4°C.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi lesitin dan natrium alginat pada proses mikroenkapsulasi probiotik menggunakan metode emulsifikasi-gelasi ionik terhadap efisiensi enkapsulasi, ukuran mikroenkapsulan, viabilitas probiotik dalam produk minuman sari buah dan stabilitas minuman probiotik sari buah terung belanda selama penyimpanan.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Menurut Sarao & Arora (2017), mikroenkapsulan yang baik terdiri dari beberapa karakteristik diantaranya, berukuran minimal 10^{-6} meter, dapat melindungi bahan yang dienkapsulasi dari lingkungan sekitar sehingga bahan tidak rusak, dan bahan yang dienkapsulasi harus dapat dilepaskan sesuai kondisi yang spesifik dalam arti selama syarat kondisi terlepasnya bahan atau zat yang dienkapsulasi belum terpenuhi maka bahan tetap terlindungi oleh enkapsulan (penyalut), tetapi jika kondisi sudah terpenuhi maka bahan harus dapat dilepaskan atau keluar dari kapsul.

Menurut Paques (2004) alginat banyak digunakan sebagai agen pembentuk gel karena sifat-sifat khususnya seperti tidak beracun, dapat terurai secara hayati, biaya rendah dan mudah didapat. Konsentrasi dari alginat dapat berpengaruh terhadap ukuran dari mikrokapsul, semakin banyak alginat yang digunakan maka memungkinkan diameter mikroenkapsulan semakin besar [8].

Menurut Mortazavian et al (2007) syarat agar suatu minuman dapat dikatakan minuman probiotik yaitu memiliki konsentrasi probiotik $\pm 10^7$ cfu/g, untuk mempertahankan konsentrasi probiotik selama proses hingga menjadi produk akhir dapat dilakukan proses mikroenkapsulasi. Jumlah sel awal dan jumlah sel akhir dihitung lalu dibandingkan dan dihitung persentasenya menggunakan metode *Total Plate Count*. Natrium Alginat dapat dijadikan *barrier* atau bahan penyalut pembentuk kapsul untuk melindungi probiotik di dalam kapsul.

Menurut Antunes et al (2013) dalam Horáčková et al (2018) menyatakan bahwa sari buah yang ditambahkan probiotik telah banyak dipilih sebagai salah satu alternatif minuman fungsional non-hewani. Menurut Luckow Delahunty (2004) dalam Rivera-Espinoza dan Gallardo-Navarro (2010), probiotik yang ditambahkan langsung ke dalam sari buah dapat mengubah aroma, rasa dan flavor dari sari buah tersebut, hal ini menunjukkan bahwa probiotik yang ditambahkan langsung ke dalam sari buah mempengaruhi karakteristik sensoris dari sari buah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsumen lebih menyukai karakteristik sensoris dari sari buah yang tidak ditambahkan

probiotik tetapi untuk efek kesehatan, konsumen memilih sari buah yang ditambahkan dengan probiotik.

Menurut Ivana, et al (2013) bahwa penambahan emulsifier (lesitin) dapat mempengaruhi ukuran partikel. Mikrokapsul yang dibuat dengan penambahan emulsifier memiliki ukuran yang lebih kecil dibandingkan dengan yang tidak ditambahkan emulsifier (lesitin). Kombinasi dari metode emulsifikasi dan gelasi ionik dapat membantu pembentukan gel mikrokapsul dengan ukuran yang lebih kecil dibanding metode lain [7].

Kombinasi metode emulsifikasi-gelasi ionik didasarkan pada, ikatan sambung silang antara alginat dan ion Ca^{2+} membentuk struktur gel yang kokoh, akan tetapi alginat memiliki tingkat porositas cukup tinggi sehingga perlu dikombinasikan dengan bahan lain untuk mempertahankan substansi yang berada di dalam kapsul [8]. Emulsi yang terbentuk dapat mengecilkan ukuran dari mikroenkapsulan.

Lesitin berperan sebagai pengokoh struktur antara air dan minyak yang ada, dimana lesitin menurunkan tegangan permukaan dari kedua substansi tersebut [13].

Efisiensi proses mikroenkapsulasi dapat dihitung menggunakan persentase sel probiotik yang terenkapsulasi. Menurut Gebara, et al (2013) efisiensi proses mikroenkapsulasi dihitung berdasarkan perbandingan jumlah sel terenkapsulasi dan jumlah awal sel bebas, semakin besar persentasenya semakin baik proses enkapsulasi tersebut.

Bakteri asam laktat menjadikan glukosa sebagai substrat fermentasi. Horáčková *et al.*, (2018) dalam penelitiannya menyatakan bahwa sari buah dengan probiotik mengalami perubahan pH dan rasa menjadi lebih asam, hal ini dikarenakan probiotik terutama BAL melakukan fermentasi terhadap monosakarida menjadi asam laktat.

BAB 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi lesitin dan natrium alginat pada proses mikroenkapsulasi probiotik menggunakan metode emulsifikasi-gelasi ionik terhadap efisiensi enkapsulasi, ukuran mikroenkapsulan, viabilitas probiotik dalam produk minuman sari buah dan stabilitas minuman probiotik sari buah terung belanda selama penyimpanan.

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan produk sari buah terung belanda yang mengandung bakteri probiotik tanpa merubah sifat fisik dan kimia sari buah terung belanda. Produk ini dapat diklaim sebagai produk pangan fungsional probiotik yang dapat memberikan efek kesehatan terhadap saluran pencernaan.

BAB 4. METODE PENELITIAN

Penelitian mikroenkapsulasi probiotik menggunakan metode emulsifikasi-gelasi ionik pada pengembangan produk probiotik sari buah terung belanda ini merupakan kelanjutan dari road map penelitian sebelumnya, seperti terlihat pada gambar 1. Penelitian ini memberikan alternatif *probiotic delivery* dalam bentuk minuman probiotik tanpa proses fermentasi, sehingga perubahan karakteristik sari buah dapat diminimalkan dan viabilitas probiotik dapat dipertahankan selama penyimpanan. Jika hasil penelitian menunjukkan tingginya viabilitas probiotik selama penyimpanan pada matriks sari buah maka mikroenkapsulan probiotik dengan metode emulsifikasi gelasi ionik dapat diaplikasikan ke bentuk sediaan lainnya. Pada tahap penelitian berikutnya mikroenkapsulan probiotik ini dapat diaplikasikan ke dalam bentuk sediaan solid dan semi solid seperti permen dan selai.



Gambar 1. Road map penelitian

Penelitian ini dibagi menjadi 3 tahap seperti pada gambar 2. Tahap pertama merupakan pembuatan mikroenkapsulan probiotik dengan metode emulsifikasi gelasi ionic. Tahap kedua merupakan aplikasi mikroenkapsulan probiotik pada sari buah terung belanda.

Tahap ketiga merupakan pengujian stabilitas mikroenkapsulan probiotik dalam produk selama penyimpanan.



Gambar 2. Tahap Penelitian

4.1 Pembuatan Mikroenkapsulan Probiotik Metode Emulsifikasi-Gelasi Ionik

Tahap pertama adalah penentuan konsentrasi natrium alginat dan lesitin dalam proses mikroenkapsulasi probiotik menggunakan metode emulsifikasi-gelasi ionik. Tahap ini bertujuan untuk memperoleh metode mikroenkapsulasi dengan efisiensi enkapsulasi yang tinggi serta ukuran partikel yang kecil dan seragam. Prosedur pada tahap 1, meliputi:

1. Pencampuran I

Natrium alginat dilarutkan dalam air 250 mL dengan konsentrasi 2%, 3% dan 4% kemudian diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 10 menit dengan kecepatan 1500 rpm. Setelah itu, pipet sebanyak 20 mL dan campurkan 4 mL kultur sel *Lactobacillus plantarum* pada larutan Natrium Alginat dan aduk dengan *magnetic stirrer*.

2. Pencampuran II

Lesitin dilarutkan dalam minyak nabati 100 mL dengan konsentrasi lesitin 0%, 0,5% dan 1%. Campurkan lesitin dan minyak nabati dengan larutan natrium alginat dan kultur sel menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 1500 rpm hingga membentuk emulsi.

3. Pencampuran III

Larutan CaCl_2 0,1 M sebanyak 100 mL, kemudian ditambahkan secara cepat ke dalam campuran melalui dinding gelas hingga terjadi pemisahan fasa. Kemudian diamkan selama 10 menit hingga terbentuk granula.

4. Sentrifugasi

Mikroenkapsulan dikumpulkan dengan cara melakukan sentrifugasi selama 10 menit dengan kecepatan 1500 rpm sehingga mikroenkapsulan akan berada di dasar gelas.

5. Pencucian

Mikroenkapsulan yang didapat pada dasar gelas dicuci menggunakan air steril.

6. Penyimpanan

Mikroenkapsulan yang telah dicuci kemudian disimpan pada suhu 4°C untuk dilakukan pengujian lebih lanjut.

7. Analisis PSA

Mikroenkapsulan dianalisis menggunakan PSA untuk mengetahui ukuran mikroenkapsulan yang dihasilkan.

4.2 Aplikasi Mikroenkapsulan Probiotik Pada Sari Buah Terung Belanda

Tahap kedua adalah aplikasi mikroenkapsulan probiotik pada minuman probiotik sari buah terung belanda. Tahap ini bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya perubahan karakteristik sari buah terung belanda setelah ditambahkan probiotik yang sudah dienkapsulasi. Tahap pembuatan minuman probiotik sari buah terung belanda adalah sebagai berikut:

1. Sortasi

Buah Terung Belanda disortasi dengan tujuan untuk memisahkan antara buah yang busuk dan tidak busuk. Buah yang digunakan merupakan buah yang tidak busuk.

2. Pencucian

Buah Terung Belanda yang sudah disortasi, dilakukan proses pencucian untuk membersihkan kotoran yang terdapat pada permukaan kulit buah.

3. *Trimming*

Trimming merupakan proses pemisahan kulit buah Terung Belanda. Proses ini dilakukan secara manual menggunakan pisau.

4. Pematangan

Buah Terung Belanda dipotong menjadi 2 bagian untuk memudahkan proses penghancuran.

5. Penghancuran

Buah Terung Belanda yang telah dipotong dimasukkan ke dalam blender untuk dilakukan proses penghancuran, kemudian ditambahkan air dan gula. Perbandingan antara buah, air dan gula adalah 1 : 4 : 1. Proses penghancuran dilakukan hingga didapatkan sari buah Terung Belanda.

6. Penyaringan

Sari buah yang telah didapat, dilakukan proses penyaringan untuk memisahkan antara serat buah dengan sari buah.

7. Pencampuran I

Sari buah ditambahkan asam benzoat sebanyak 600 mg/kg sari buah sebagai pengawet.

8. Pasteurisasi

Pasteurisasi dilakukan pada suhu 65°C selama 30 menit untuk membunuh mikroorganisme patogen pada sari buah.

9. Pendinginan

Pendinginan dilakukan untuk mendinginkan suhu sari buah yang telah dipasteurisasi sebelum ditambahkan mikroenkapsulan, pendinginan dilakukan hingga suhu sari buah sama dengan suhu ruang.

10. Pencampuran II

Pencampuran II merupakan tahap mencampurkan mikroenkapsulan probiotik ke dalam sari buah Terung Belanda.

11. Pengemasan

Sari buah yang telah dicampurkan mikroenkapsulan probiotik dikemas dalam botol plastik 250 mL yang telah disterilkan.

12. Penyimpanan

Sari buah Terung Belanda yang telah dikemas, disimpan pada suhu 4°C untuk dilakukan analisis lebih lanjut.

3. Pengujian Stabilitas Probiotik Selama Penyimpanan 4 Minggu Pada Suhu 4°C

Tahap ketiga adalah pengujian stabilitas probiotik dalam mikroenkapsulan selama 4 minggu penyimpanan dingin. Setiap minggu dilakukan pengambilan sampel dari sari buah terung belanda untuk dihitung jumlah probiotiknya. Selain itu dicek pula perubahan pH dan total asam tertitrasi dari produk sari buah terung belanda.

BAB 5. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Pengembangan Mikroenkapsulan Probiotik Metode Gelasi-Ionik

Pada tahap ini dilakukan penelitian untuk melihat pengaruh konsentrasi natrium alginate (2, 3 dan 4%) dan lesitin (0, 0,5 dan 1%) terhadap efisiensi enkapsulasi metode gelasi ionic dan ukuran mikroenkapsulan yang terbentuk. Analisis efisiensi mikroenkapsulasi menggunakan metode yang mengacu pada penelitian Praepanitchai dkk. (2019) dengan perhitungan:

$$\text{Encapsulation Efficiency (\%)} = N/N_0 \times 100$$

Dengan N adalah jumlah sel setelah proses enkapsulasi dan N₀ adalah jumlah sel probiotik sebelum proses enkapsulasi. Sedangkan ukuran mikroenkapsulan dianalisis menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA). Hasil analisis efisiensi enkapsulasi terlihat pada tabel 1, sedangkan analisis ukuran partikel terlihat pada tabel 2.

Tabel 1. Analisis Efisiensi Proses Mikroenkapsulasi

Konsentrasi Natrium Alginat (a)	Konsentrasi Lesitin		
	b1 (0%)	b2 (0,5%)	b3 (1%)
Nilai Rata-Rata			
a1 (2%)	76,3% a	80,3% b	84,8% a
a2 (3%)	89,8% b	75,4% ab	89,2% a
a3 (4%)	74,7% a	72,4 % a	84,6 % a

Ket: huruf kecil dibaca vertikal dan huruf besar dibaca horizontal. Huruf yang berbeda menyatakan perbedaan yang nyata pada taraf 5% uji lanjut *Duncan*. Menggunakan 9 perlakuan dan 3 ulangan pengujian. a, b, c menandakan masing – masing produk berbeda setelah data diolah menggunakan SPSS, artinya efisiensi proses enkapsulasi berbeda nyata.

Berdasarkan Tabel 1 dapat disimpulkan bahwa adanya pengaruh perbedaan konsentrasi natrium alginat terhadap efisiensi proses mikroenkapsulasi. Konsentrasi Alginat yang tinggi berpengaruh terhadap kecepatan pembentukan gel dengan interaksinya bersama CaCl_2 , natrium alginat akan lebih cepat berinteraksi dengan CaCl_2 sebelum membentuk emulsi. Namun gel yang terbentuk dapat saling melengket atau menyatu kembali dan membentuk *string* gel. Konsentrasi natrium alginat berpengaruh terhadap pembentukan enkapsulan, semakin tinggi konsentrasi natrium alginat maka akan semakin cepat interaksi antara CaCl_2 dengan natrium alginat membentuk gel enkapsulan [14].

Konsentrasi lesitin juga berpengaruh terhadap efisiensi proses mikroenkapsulasi. Lesitin yang ditambahkan selama proses berpengaruh terhadap pembentukan emulsi, jika konsentrasi lesitin yang ditambahkan sedikit maka pembentukan emulsi berjalan dengan lambat atau hanya terbentuk sedikit emulsi. CaCl_2 yang ditambahkan sebelum terbentuknya emulsi akan mengakibatkan terbentuknya gel Ca-Alginat dengan ukuran besar berbentuk *string* dan dapat menyebabkan emulsi yang telah terbentuk kembali pecah atau saling menyatu dengan partikel emulsi lainnya. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sheu dan Marshall (1993) yang menyatakan bahwa konsentrasi emulsifier dapat mempengaruhi pembentukan emulsi sebelum direaksikan dengan CaCl_2 . Emulsifier dapat mencegah terjadinya pelengketan atau emulsi yang menyatu kembali sebelum terjadinya pembentukan gel.

Particle Size Analyzer (PSA) merupakan analisis untuk mengetahui ukuran dari suatu partikel menggunakan *laser diffraction*. Distribusi dari intensitas yang dihamburkan ini yang akan dianalisis oleh komputer sebagai hasil distribusi ukuran partikel (Lusi, 2011). Hasil penelitian untuk ukuran mikroenkapsulan tersaji pada Tabel 2.

Berdasarkan Tabel 2 dapat disimpulkan bahwa adanya pengaruh konsentrasi natrium alginat terhadap ukuran mikroenkapsulan. Ukuran diameter dari mikroenkapsulan bertambah sebanding dengan meningkatnya konsentrasi natrium alginat. Hal ini disebabkan, semakin tinggi konsentrasi alginat maka semakin banyak ion kalsium yang membentuk ikatan ionik dengan alginat yang menyebabkan peningkatan ukuran diameter dari mikroenkapsulan. Meningkatnya viskositas natrium alginat yang mengartikan sebagai meningkatnya konsentrasi natrium alginat, mempengaruhi ukuran diameter dan ketebalan mikroenkapsulan [15]. Tingginya konsentrasi natrium alginat meningkatkan

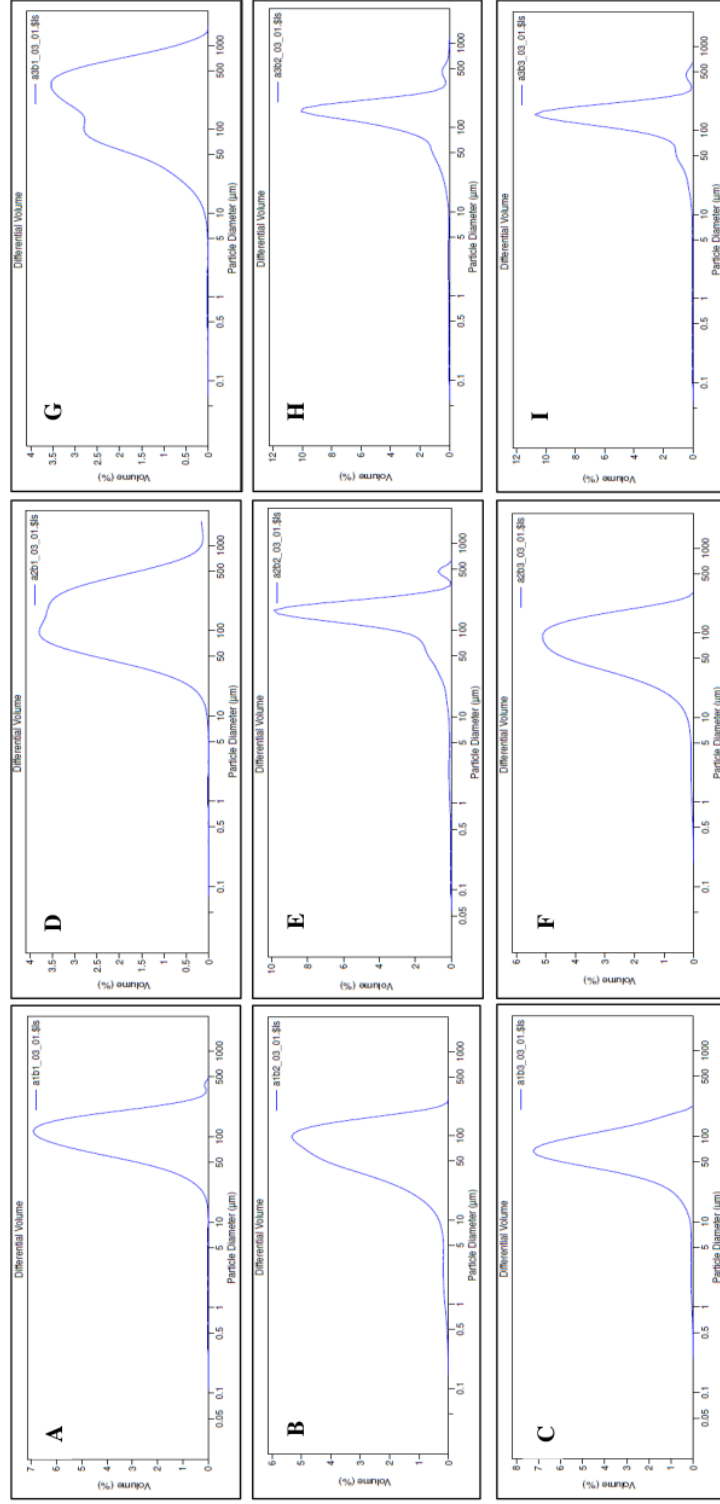
terjadinya interaksi atau pembentukan ikatan ionik (*cross linking*) antara natrium alginat dengan ion Ca^{2+} .

Tabel 2. Analisis *Particle Size Analyser* Mikroenkapsulan Probiotik

Konsentrasi Natrium Alginat (a)	Konsentrasi Lesitin		
	b1 (0%)	b2 (0,5%)	b3 (1%)
Nilai Rataan \pm Standar Deviasi			
a1 (2%)	111,9 $\mu\text{m} \pm 56,39$	74,63 $\mu\text{m} \pm 46,8$	70,8 $\mu\text{m} \pm 37,37$
a2 (3%)	195,8 $\mu\text{m} \pm 205,4$	144,4 $\mu\text{m} \pm 82$	81,9 $\mu\text{m} \pm 51,38$
a3 (4%)	265,9 $\mu\text{m} \pm 232,7$	145,1 $\mu\text{m} \pm 85,32$	140,8 $\mu\text{m} \pm 72,31$

Ket: Standar deviasi menunjukkan selisih rata-rata ukuran partikel mikroenkapsulan.

Emulsifier atau surfaktan yang digunakan dalam proses mikroenkapsulasi berperan terhadap pembentukan mikroenkapsulan dengan ukuran yang kecil [16]. Hal ini dikarenakan kemampuan dari emulsifier dan surfaktan yang mampu menurunkan tegangan permukaan antara air dengan minyak. Berdasarkan hasil penelitian tersebut maka konsentrasi natrium alginat dan konsentrasi lesitin berpengaruh terhadap ukuran mikroenkapsulan yang dihasilkan dari proses mikroenkapsulasi menggunakan metode emulsi-gelasi ionik. Grafik sebaran ukuran partikel mikroenkapsulan dari 9 perlakuan yang berbeda tersaji pada gambar 3. Berdasarkan hasil grafik sebaran ukuran mikroenkapsulan probiotik, didapat hasil bahwa, dengan adanya penambahan lesitin sebagai emulsifier dapat membuat ukuran dari mikroenkapsulan lebih seragam dilihat dari luas daerah grafik yang semakin sempit dengan adanya penambahan lesitin. Mikroenkapsulan yang tidak dilakukan penambahan lesitin memiliki sebaran ukuran semakin besar atau banyak.



Gambar 3. Sebaran Ukuran Partikel Mikroenkapsulan dari 9 perlakuan dengan variasi konsentrasi natrium alginat (a: 0, 0,5, 1%) dan lesitin (b: 2, 3, 4 %)

5.2 Aplikasi Mikroenkapsulan Probiotik Pada Sari Buah Terung Belanda

Pada tahap ini dilakukan pengujian viabilitas probiotik yang telah dienkapsulasi dengan berbagai perlakuan, dalam minuman sari buah terung belanda selama penyimpanan 7 hari pada suhu 4°C. Hasil analisis variasi (ANOVA) pada taraf 5% menunjukkan adanya pengaruh dari perlakuan A (konsentrasi natrium alginat), perlakuan B (konsentrasi lesitin) dan interaksi antar keduanya. Data hasil analisis disajikan dalam tabel 3.

Tabel 3. Analisis Viabilitas Probiotik Terenkapsulasi

Konsentrasi Natrium Alginat (a)	Konsentrasi Lesitin		
	b1 (0%)	b2 (0,5%)	b3 (1%)
Nilai Rata-Rata			
a1 (2%)	A 88,1% a	AB 79,2% a	B 75,5% a
a2 (3%)	A 83,6% a	B 97,2% b	A 83,1% ab
a3 (4%)	A 92,3% a	A 94,7 % b	A 89,4 % b

1 Ket: huruf kecil dibaca vertikal dan huruf besar dibaca horizontal. Huruf yang berbeda menyatakan perbedaan yang nyata pada taraf 5% uji lanjut *Duncan*. Menggunakan 9 perlakuan dan 3 ulangan pengujian. a, b, c menandakan masing – masing produk berbeda setelah data diolah menggunakan SPSS, artinya efisiensi proses enkapsulasi berbeda nyata.

Berdasarkan Tabel 3, hasil analisis viabilitas probiotik terenkapsulasi dalam menunjukkan perbedaan yang signifikan pada taraf 5% pada masing-masing perlakuan. Hal ini disebabkan, walaupun alginat cenderung stabil pada pH 3,5-10 namun dalam penyimpanan dingin dan kondisi lingkungan asam alginat dapat terhidrolisis sehingga kehilangan kemampuan untuk membentuk ikatan ionik menjadi gel. Alginat terhidrolisis menjadi masing-masing komponen penyusunnya yaitu asam guluronat dan asam manuronat. Semakin tinggi konsentrasi dari alginat maka akan lebih melindungi probiotik karena lapisannya yang lebih tebal [14]. Lesitin sebagai emulsifier berperan untuk menurunkan tegangan permukaan antara minyak dengan air sehingga emulsi yang terbentuk memiliki ukuran yang kecil, karena ukurannya yang kecil maka gel alginat semakin rapat sehingga ketika membentuk ikatan gel dengan Ca^{2+} akan terbentuk dinding gel yang rapat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Subagan et al., (2020) karakteristik alginat dipengaruhi oleh pH dan suhu. Semakin asam pH maka alginat dapat terhidrolisis menjadi komponen-komponen penyusunnya. Pengaruh Konsentrasi Alginat terhadap viabilitas

probiotik dapat dilihat juga dari morfologi mikroenkapsulan yang terbentuk. Sifat porositas alginat juga mempengaruhi viabilitas probiotik sehingga perlu adanya pengujian menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM). Hasil analisis SEM dapat dilihat pada gambar 4.

Selain diuji viabilitasnya, sari buah terung belanda juga dianalisis pHnya untuk melihat apakah keberadaan mikroenkapsulan probiotik menyebabkan perubahan pada sari buah terung belanda. Pengukuran pH dilakukan sebelum mikroenkapsulan probiotik ditambahkan (hari ke-0) dan setelah 7 hari mikroenkapsulan ditambahkan ke dalam sari buah terung belanda (hari ke-7). Hasil analisis perubahan pH terlihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Analisis pH pada Sari Buah

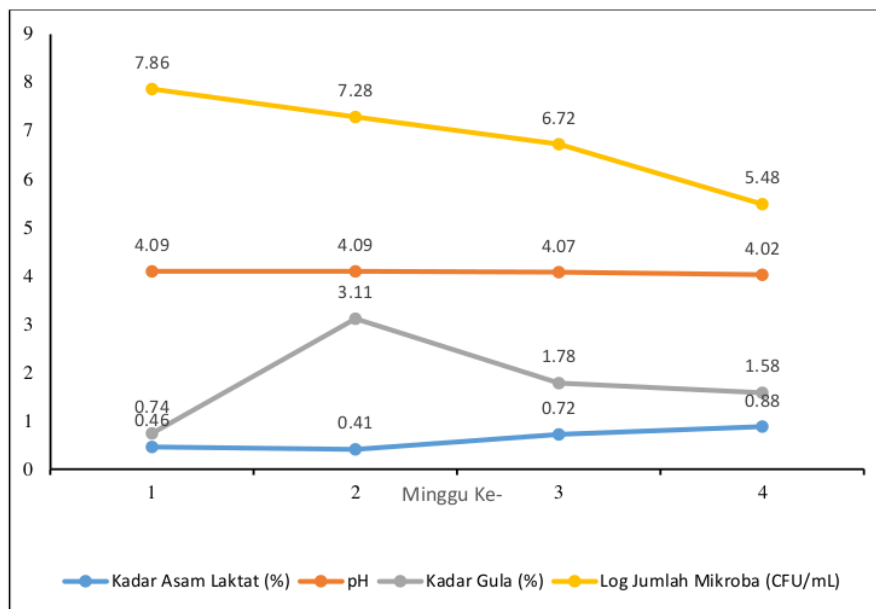
Konsentrasi Natrium Alginate (a)	Konsentrasi Lesitin (b)	Hasil Analisis	
		Hari ke-0	Hari ke-7
a₁ (2%)	b ₁ (0%)	3,99	4,03
	b ₂ (0,5%)	3,99	4,02
	b ₃ (1%)	3,99	4,04
a₂ (3%)	b ₁ (0%)	3,99	3,97
	b ₂ (0,5%)	3,99	3,96
	b ₃ (1%)	3,99	3,97
a₃ (4%)	b ₁ (0%)	3,99	3,97
	b ₂ (0,5%)	3,99	4,00
	b ₃ (1%)	3,99	3,98

Berdasarkan hasil analisis variasi (ANOVA) konsentrasi alginat (a), konsentrasi lesitin (b) maupun interaksi antar keduanya tidak berpengaruh secara signifikan terhadap perubahan pH pada sari buah. Sehingga penambahan mikroenkapsulan probiotik tidak mempengaruhi karakteristik kimia dari sari buah.

5.3 Pengujian Stabilitas Probiotik Selama Penyimpanan 4 Minggu Pada Suhu 4°C

Berdasarkan nilai efisiensi enkapsulan, ukuran partikel mikroenkapsulan dan viabilitas probiotik dalam sari buah terung belanda, maka dipilih perlakuan a2b2 (Konsentrasi natrium alginate 3 % dan lesitin 0,5%) untuk diuji pada tahap berikutnya. Dasar pemilihan perlakuan ini karena menghasilkan viabilitas probiotik yang paling tinggi (97,2 %) serta nilai efisiensi enkapsulasi yang cukup besar (75,4%) dan ukuran partikel yang lebih kecil dan seragam ($144,4 \mu\text{m} \pm 82$).

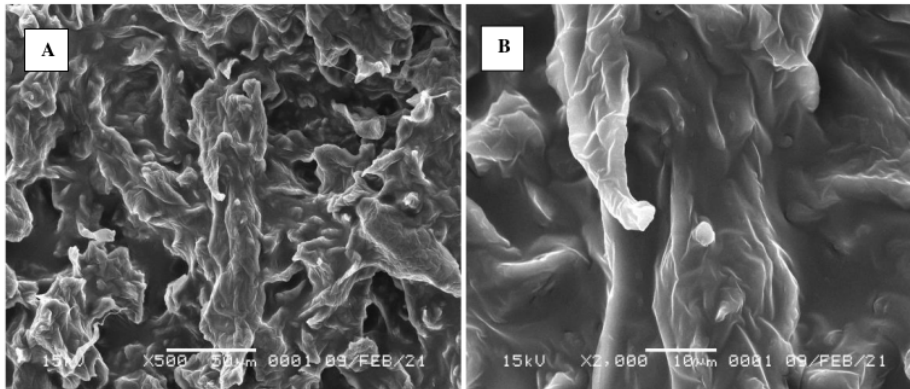
Stabilitas Probiotik selama penyimpanan dilihat dari tidak adanya perubahan jumlah sel probiotik yang signifikan selama masa penyimpanan, kemudian tidak menunjukkan adanya perubahan sifat kimia (pH, kadar asam laktat dan kadar gula total) pada sari buah yang diduga akibat metabolisme probiotik dalam sari buah terung belanda. Hasil Pengujian stabilitas probiotik dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Hasil Pengujian Stabilitas Probiotik dalam Sari Buah Terung Belanda

Berdasarkan gambar 4 terlihat bahwa jumlah sel mengalami penurunan sebesar 2 log selama 4 minggu penyimpanan pada suhu 4°C. Adanya penurunan jumlah sel ini dapat diakibatkan oleh aktifnya probiotik yang terenkapsulasi sehingga dapat terpapar

substrat sari buah terung belanda. Sari buah terung belanda mengandung beberapa metabolit sekunder tumbuhan yang dapat bersifat toksik bagi mikroba maupun senyawa yang berperan sebagai nutrisi, sehingga ada beberapa sel bakteri yang mengalami penelitian dan ada pula yang masih sanggup bertahan dan melakukan proses metabolisme. Adanya proses metabolisme dapat ditunjukkan melalui peningkatan kadar asam laktat yang menyebabkan penurunan pH. Selain itu adanya metabolisme bakteri dalam sari buah terung belanda juga dapat menyebabkan penurunan kadar gula total pada sari buah terung belanda, namun pada penelitian ini kadar gula total mengalami peningkatan pada 1 minggu pertama, kemudian minggu selanjutnya mengalami penurunan yang tidak kurang dari kadar gula total awal. Sari buah dengan mikroenkapsulan probiotik mengalami peningkatan kadar gula dikarenakan kemungkinan terjadinya difusi substrat ke dalam mikroenkapsulan sehingga terjadi perombakan polisakarida menjadi monosakarida khususnya heksosa. Kailasapathy (2002) menyatakan bahwa terjadinya difusi substrat ke dalam mikroenkapsulan bisa terjadi karena adanya rongga pada permukaan mikroenkapsulan. Hasil analisis SEM terlihat pada gambar 5.



Gambar 5. Hasil analisis SEM Mikroenkapsulan Probiotik Perlakuan a2ba, dengan konsentrasi natrium alginat 3% dan konsentrasi lesitin 0,5%; (A) perbesaran 500x, (B) perbesaran 2000x

BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

1. Pada pengembangan produk mikroenkapsulan probiotik metode gelasi-ionik, konsentrasi natrium alginate dan konsentrasi lesitin mempengaruhi efisiensi enkapsulasi, ukuran partikel dan viabilitas probiotik dalam sari buah terung belanda namun tidak berpengaruh terhadap pH sari buah terung belanda.
2. Berdasarkan nilai efisiensi enkapsulan, ukuran partikel mikroenkapsulan dan viabilitas probiotik dalam sari buah terung belanda, maka dipilih perlakuan a2b2 (Konsentrasi natrium alginate 3 % dan lesitin 0,5%) dengan nilai viabilitas probiotik yang paling tinggi (97,2 %) serta nilai efisiensi enkapsulasi yang cukup besar (75,4%) dan ukuran partikel yang lebih kecil dan seragam ($144,4 \mu\text{m} \pm 82$).
3. Selama penyimpanan 4 minggu pada suhu 4°C, probiotik menurun sebesar 2 log, pH cenderung stabil, total asam titrasi mengalami peningkatan dan kadar gula total mengalami peningkatan. Jumlah probiotik di akhir masa penyimpanan sebesar 3×10^5 CFU/mL, pH sebesar 4,02, total asam tertitrasi 0,88% dan kadar gula total sebesar 1,58%.

6.2 Saran

Saran yang dapat disampaikan setelah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai optimasi konsentrasi natrium alginat dan lesitin pada pembentukan mikroenkapsulan.
2. Perlu dilakukan analisis kestabilan mikroenkapsulan melewati simulasi saluran pencernaan.
3. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai penambahan prebiotik untuk meningkatkan viabilitas probiotik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. Kailasapathy, "Microencapsulation of Probiotic Bacteria : Technology and Potential Applications Further Reading," pp. 39–48, 2002.
- [2] F. Guarner *et al.*, "Probiotics and prebiotics," *WGO Glob. Guidel.*, no. February, 2017.
- [3] R. E. González, J. A. Salazar, and J. A. Pérez, "Obtaining size-controlled microcapsules by ionic gelation with high and low acyl gellans containing Lactococcus lactis Obtención de microcápsulas de tamaño controlado conteniendo Lactococcus lactis , utilizando mezclas de gelanos de alto y bajo acilo," vol. XV, no. 2, 2013.
- [4] V. Manojlovic, V. A. Nedovic, K. Kailasapathy, and N. J. Zuidam, "Encapsulation of Probiotics for use in Food Products," in *Encapsulation Technologies for Active Food Ingredients and Food Processing*, N. J. Zuidam and V. A. Nedovic, Eds. New York: Springer, 2010, pp. 269–302.
- [5] N. J. Zuidam and E. Shimoni, "Overview of Microencapsulates for Use in Food Products or Processes and Methods to Make Them," in *Encapsulation Technologies for Active Food Ingredients and Food Processing*, N. J. Zuidam and V. A. Nedovic, Eds. New York: Springer, 2010, pp. 3–30.
- [6] F. B. Haffner, R. Diab, and A. Pasc, "Encapsulation of probiotics : insights into academic and industrial approaches To cite this version : HAL Id : hal-01496637," 2017, doi: 10.3934/matricsci.2016.1.114.
- [7] G. K. Gbassi and T. Vandamme, "Probiotic encapsulation technology: From microencapsulation to release into the gut," *Pharmaceutics*, vol. 4, no. 1, pp. 149–163, 2012, doi: 10.3390/pharmaceutics4010149.
- [8] W. Krasaekoopt, "Microencapsulation of probiotics in hydrocolloid gel matrices : a review," no. 28, 2013.
- [9] A. Totosaus, T. D. E. Jesús, and A. M. D. E. Lourdes, "Lactic acid bacteria microencapsulation in sodium alginate and other gelling hydrocolloids mixtures," vol. 52, no. 2, pp. 107–120, 2013.
- [10] A. Mortazavian, S. H. Razavi, M. R. Ehsani, and S. Sohrabvandi, "Principles and methods of microencapsulation of probiotic microorganisms," vol. 5, no. 1, pp. 1–18, 2007.

- [11] L. K. Sarao and M. Arora, "Probiotics , prebiotics , and microencapsulation : A review," *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, vol. 57, no. 2, pp. 344–371, 2017, doi: 10.1080/10408398.2014.887055.
- [12] S. Horáčková, K. Rokytová, K. Bialasová, I. Klojdová, and M. Sluková, "Fruit juices with probiotics – New type of functional foods," *Czech J. Food Sci.*, vol. 36, no. 4, pp. 284–288, 2018, doi: 10.17221/39/2018-CJFS.
- [13] L. Ivana, H. Sarka, K. Renata, R. Vojtech, and P. Milada, "Emulsion Encapsulation of *Bifidobacterium animalis* subsp . *lactis* BB12 with the addition of Lecithin," vol. 31, no. 3, pp. 270–274, 2013.
- [14] M. Muchsiri, B. Hamzah, A. Wijaya, and R. Pambayun, "Pengaruh Konsentrasi Natrium Alginat Dan Jenis Bal Terhadap Viabilitas Sel Enkapsulasi Probiotik Bal," *J. AgrinAgrin*, vol. 19, no. 2, pp. 114–124, 2015.
- [15] S. Abang, E. S. Chan, and D. Poncelet, "Effects of process variables on the encapsulation of oil in ca-alginate capsules using an inverse gelation technique," *J. Microencapsul.*, vol. 29, no. 5, pp. 417–428, 2012, doi: 10.3109/02652048.2012.655331.
- [16] J. Burgain, C. Gaiani, M. Linder, and J. Scher, "Encapsulation of probiotic living cells: From laboratory scale to industrial applications," *J. Food Eng.*, vol. 104, no. 4, pp. 467–483, 2011, doi: 10.1016/j.jfoodeng.2010.12.031.

Lampiran 1. Laporan Keuangan

No	Tanggal	Uraian	Kategori	Jumlah (Rp.)	No. Kwitansi
1	1-Dec-22	Bakteri	Bahan Habis Pakai	450,000	HP01
2	6-Oct-22	Bahan habis pakai laboratorium (falcon, microplate, alkohol, spirtus, mikrofilter)	Bahan Habis Pakai	700,000	HP02
3	15-Dec-22	Bahan habis pakai (Media MRS Agar dan MRS Broth)	Bahan Habis Pakai	5,514,480	HP03
4	8-Feb-23	Terung Belanda	Bahan Habis Pakai	100,000	HP04
5	10-Mar-23	Biaya analisis Kimia 1 (UNPAS)	Biaya Analisis	1,840,000	BA01
6	6-Mar	Biaya Pembuatan Mikroenkapsulan dan Analisis PSA	Biaya Analisis	808,000	BA02
7	15-Mar-23	Biaya Uji SEM	Biaya Analisis	360,000	BA03
8	18-Jul-23	Biaya Analisis Kimia 2 (UNPAS)	Biaya Analisis	1,500,500	BA04
9	14-Apr-23	Biaya analisis Fitokimia (UNPAD)	Biaya Analisis	209,000	BA05
TOTAL PENGELUARAN				11,481,980	

Lampiran 2. Bukti Pengeluaran

HP01

Penerima

UGM PS PSPG LAB PUBLIC SERVIS

Bank Negara Indonesia - 9888821204060698

Detail Transaksi

Nominal Transfer **Rp 450.000**

Metode Transfer **Online**

Biaya Transaksi **Rp 6.500**

Total Transaksi **Rp 456.500**

Rekening Sumber

ISTIYATI INAYAH

Bank Mandiri -7875

Keterangan Transaksi

biakan L plantarum istiyati

BA01

BA04



Transfer Rupiah

Transfer Berhasil!

10 Mar 2023 - 11:07:29 WIB - No. Ref. 2303101121621020776



Transfer Rupiah

Transfer Berhasil!

18 Jul 2023 - 11:02:03 WIB - No. Ref. 2307181121877396845

Penerima

TEKNOLOGI PANGAN FAK TEKNIK UNPA

Bank BJB - 0056815449001

Detail Transaksi

Nominal Transfer Rp 1.840.000

Metode Transfer BI Fast

Tujuan Transaksi Lainnya

Biaya Transaksi Rp 2.500

Total Transaksi Rp 1.842.500

Rekening Sumber

ISTİYATI INAYAH

Bank Mandiri -7875

Penerima

TEKNOLOGI PANGAN FAK TEKNIK UNPA

Bank BJB - 0056815449001

Detail Transaksi

Nominal Transfer Rp 1.498.000

Metode Transfer BI Fast

Tujuan Transaksi Lainnya

Biaya Transaksi Rp 2.500

Total Transaksi Rp 1.500.500

Rekening Sumber

ISTİYATI INAYAH

Bank Mandiri -2185

Keterangan Transaksi

pembayaran penelitian ghyast

Keterangan Transaksi

pembayaran analisis cecep

BA02



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PADJADJARAN
DIREKTORAT RISET DAN PENGABDIAN PADA MASYARAKAT
LABORATORIUM SENTRAL

Jalan Raya Bandung-Sumedang Km 21 Jatinangor 453636
Telp. 081802122547 Website :www.unpad.ac.id, Email : info.labsentral@unpad.ac.id

40

KUITANSI

No. 040/LS-Unpad/KW/III/20

Telah terima dari Istiyati Inayah

Uang Sejumlah

==Delapan ratus delapan ribu rupiah==

Untuk Pembayaran Pengujian Spraydry, Aquadest, Tapped Density, dan PSA dengan No.
Order Sheet: S-157/LS AP 002/2023 dan S-158/LS AF 014/2023

Rp **808.000.00**



6 Maret 2023

Lina Agustiana

NIP 197408172007012025

BA05

Laboratorium Sentral
Universitas Padjadajaran

Jl. Raya Bandung-Sumedang Km.21
Jatinangor 45363
info.labsentral@unpad.ac.id

INVOICE

INVOICE #138/LS-UNPAD/INV/IV/2023
DATE: APRIL,14 2023

TO:
Kemal M. Yusuf
Univesitas Pasundan/Teknologi Pangan
S-190

COMMENTS OR SPECIAL INSTRUCTIONS:

QUANTITY	DESCRIPTION	UNIT PRICE	TOTAL
1 Sampel	Alkaloid	Rp. 55.000/Sampel	Rp. 55.000
1 Sampel	Fenolik	Rp. 49.500/Sampel	Rp. 49.500
1 Sampel	Flavonoid	Rp. 55.000/Sampel	Rp. 55.000
1 Sampel	Steroid	Rp. 49.500/Sampel	Rp. 49.500
TOTAL			Rp. 209.000,-
UANG MUKA			Rp. 52.250,-
SISA			Rp. 156.750,-

Make all checks payable to Laboratorium Sentral

Payment is due within 15 days.
If you have any questions concerning this invoice, contact Susianti 08568444607

Thank you for your business!

LS/Form/Adm-09.00/00

Best Regards,

Lina Agustina

BA03



Penerima

OKI WAHYUNI NAWAWI

Bank Mandiri - 1320018239773

Detail Transaksi

Metode Transfer

Sesama Bank Mandiri

Total Transaksi

Rp 360.000

Rekening Sumber

ISTİYATI INAYAH

Bank Mandiri -2185

Keterangan Transaksi

analisis SEM Istiyati 2 foto

HP04



No. _____
Telah terima dari _____
Uang sejumlah Seratus ribu rupiah
Untuk pembayaran Pembelian Buah Terong Belando
4 kg, @ Rp 25.000
_____ 08 Feb 2023
Rp. 100.000,- _____
Jusuf PAPERLINE



**SURAT PERJANJIAN
PENUGASAN PELAKSANAAN PROGRAM PENELITIAN
HIBAH FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PASUNDAN
TAHUN ANGGARAN 2022/2023**

Nomor : 049/Unpas-FT.D/G/I/2023

Pada hari ini, Jumat tanggal Tiga Belas bulan Januari tahun Dua Ribu Dua Puluh Tiga, Kami yang bertanda tangan di bawah ini:

1. DR. IR. YUSMAN TAUFIK, M.P. : Bertindak selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pasundan, berkedudukan di Jl. Setiabudhi No. 193 Bandung dan selanjutnya disebut sebagai PIHAK PERTAMA
2. ISTIYATI INAYAH.,S.SI.,M.SI : Bertindak selaku Ketua Tim Penelitian dan Tenaga Pendidik Jurusan Teknologi Pangan di Fakultas Teknik Universitas Pasundan, berkedudukan di Jl. Dr. Setiabudhi No. 193 Bandung dan selanjutnya disebut sebagai PIHAK KEDUA.

Berdasarkan kepada:

1. Undang-undang Republik Indonesia No. 44 Tahun 2015 tentang Standar Nasional Pendidikan Tinggi;
2. Surat Keputusan Rektor Universitas Pasundan No. 205/Unpas.R/SK/XII/2018 Tentang Pemberhentian dan Pengangkatan Dekan Fakultas Teknik Universitas Pasundan Masa Bakti 2018-2022;
3. Surat Keputusan Rektor Universitas Pasundan No. 95/Unpas.R/SK/VI/2022 Tentang Penyesuaian Masa Jabatan Dekan di Lingkungan Universitas Pasundan Masa Bakti 2018-2023;
4. Surat Dekan Fakultas Teknik Universitas Pasundan No. 1933/Unpas-FT.D/SK/XII/2022 Tentang Penerima Hibah Internal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat di Fakultas Teknik Universitas Pasundan Tahun Anggaran 2022/2023.

PIHAK PERTAMA dan PIHAK KEDUA secara bersama-sama bersopakat mengikatkan diri dalam suatu Perjanjian Pelaksanaan Hibah Penugasan Program Penelitian dengan syarat dan ketentuan yang diatur dalam pasal-pasal sebagai berikut :

PASAL 1

- (1) PIHAK PERTAMA memberi tugas kepada PIHAK KEDUA, dan PIHAK KEDUA menerima tugas sebagai pelaksana dan penanggung jawab pelaksanaan kegiatan Penelitian yang dilakukan di Fakultas Teknik Universitas Pasundan Bandung, dengan judul "MIKROENKAPSULASI PROBIOTIK MENGGUNAKAN METODE EMULSIFIKASI-GELASI IONIK PADA PENGEMBANGAN PRODUK PROBIOTIK SARI BUAH TERONG BELANDA";
- (2) PIHAK KEDUA bertanggungjawab penuh atas pelaksanaan, administrasi dan keuangan atas pekerjaan sebagai dimaksud pada ayat (1);
- (3) Pelaksanaan Hibah Penugasan Program Penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1), sebanyak 1(satu) judul berdasarkan data yang diunggah dan tidak dibiayai oleh Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi.

PASAL 2

- (1) PIHAK PERTAMA menghibahkan dana untuk kegiatan sebagaimana dimaksud pada pasal 1 sebesar Rp. 11.000.000 (SEBELAS JUTA RUPIAH) yang dibebankan kepada anggaran keuangan Fakultas Teknik Tahun Anggaran 2022/2023;
- (2) Dana hibah pelaksanaan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dibayarkan PIHAK PERTAMA kepada PIHAK KEDUA secara bertahap dengan ketentuan sebagai berikut :
 - a) Pembayaran tahap pertama sebesar 25% (DUA PULUH LIMA PERSEN) atau setara dengan nilai Rp. 2.750.000 (DUA JUTA TUJUH RATUS LIMA PULUH RIBU RUPIAH) dibayarkan setelah perjanjian ini ditandatangani oleh kedua belah pihak;
 - c) Pembayaran tahap kedua sebesar 25% (DUA PULUH LIMA PERSEN) atau setara dengan nilai Rp. 2.750.000 (DUA JUTA TUJUH RATUS LIMA PULUH RIBU RUPIAH) dibayarkan setelah PIHAK KEDUA mengunggah Dokumen Laporan Akhir Pelaksanaan Penelitian dan salinan Laporan Penggunaan Keuangan 25% (DUA PULUH LIMA PERSEN) yang telah dilaksanakan, serta Salinan Berita Acara Serah Terima Laporan Akhir Pelaksanaan dan Salinan Berita Acara Serah Terima Laporan Penggunaan Keuangan 25% (DUA PULUH LIMA PERSEN), melalui Web Simlitabmas FT Unpas Menu Laporan Akhir Penelitian sebelum tanggal 18 Agustus 2023;
 - c) Pembayaran tahap ketiga sebesar 50% (LIMA PULUH PERSEN) atau setara dengan nilai Rp. 5.500.000 (LIMA JUTA LIMA RATUS RIBU RUPIAH) dibayarkan setelah PIHAK KEDUA mengunggah Dokumen dan Bukti Publikasi Ilmiah, melalui Web Simlitabmas FT Unpas Menu Laporan Publikasi Penelitian sebelum tanggal 11 Desember 2023;

PASAL 3

- (1) PIHAK KEDUA bertanggungjawab penuh atas pelaksanaan kegiatan Penelitian termasuk mobilisasi anggota tim penelitiannya dengan identitas sebagai berikut :
 - Nama : DR. IR. H. DEDE ZAINAL ARIEF, M.SC., Jurusan : Teknologi Pangan;
- (2) PIHAK KEDUA berkewajiban mengumpulkan Laporan Akhir serta menghasilkan luaran wajib. Luaran wajib dari Penelitian Hibah Fakultas Teknik ini adalah artikel ilmiah yang dipublikasikan di jurnal yang terakreditasi minimal Sinta 6. Publikasi di prosiding atau berupa HKI tidak termasuk sebagai luaran wajib. Luaran wajib ini harus dipenuhi dalam kondisi submitted setelah penandatanganan kontrak dan published paling lambat pada tenggat waktu yang diatur dalam penjadwalan. Kondisi submitted dan published dibuktikan dengan menunjukkan history artikel dari website jurnal;
- (3) Apabila hingga batas waktu yang ditentukan PIHAK KEDUA tidak mengumpulkan Laporan Akhir maupun bukti Publikasi, maka sisa dana Penelitian tidak dapat diklaim;

PASAL 4

- (1) Laporan Akhir dan Bukti Publikasi yang diunggah PIHAK KEDUA dinyatakan sah setelah divalidasi oleh Ketua Pusat Penelitian;
- (2) Kelalaian atas kewajiban sebagaimana dimaksud pada ayat (1) menyebabkan gugurnya hak untuk mengajukan usulan Penelitian pada tahun berikutnya;

PASAL 5

- (1) Apabila PIHAK KESATU berhenti dari jabatannya sebelum pelaksanaan perjanjian ini selesai, maka PIHAK KESATU wajib menyerahkannya tanggungjawabnya kepada pejabat baru yang menggantikannya;
- (2) Apabila ketua peneliti sebagaimana dimaksud pada pasal 1 tidak dapat menyelesaikan pelaksanaan kegiatan ini, maka PIHAK KEDUA wajib menunjuk pengganti ketua pelaksana yang setara sesuai dengan bidang ilmu dan merupakan salah satu anggota tim;
- (3) Apabila PIHAK KEDUA tidak dapat melaksanakan tugas sebagaimana dimaksud pada Pasal 1 maka PIHAK KEDUA terkena sanksi berupa kehilangan hak untuk mengajukan usulan penelitian pada tahun berikutnya.

PASAL 6

- (1) Apabila terjadi perselisihan antara PIHAK PERTAMA dan PIHAK KEDUA dalam pelaksanaan perjanjian ini, maka akan dilakukan penyelesaian secara musyawarah;
- (2) Hal-hal yang belum diatur dalam perjanjian ini diatur kemudian oleh kedua belah pihak secara musyawarah;
- (3) Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Hibah Program Penelitian ini dibuat 2 (dua) rangkap, dan keduanya bermaterai cukup sesuai dengan ketentuan yang berlaku;
- (4) Biaya meterai dibebankan kepada PIHAK KEDUA.

PIHAK KESATU
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Padjadjaran,



DR. IR. YUSMAN TAUFIK, M.P.
NIPY 151.102.30

PIHAK KEDUA
Ketua Tim Penelitian,

ISTİYATI INAYAH., S.SI., M.SI
NIPY 151.105.81

Mikroenkapsulasi Probiotik dalam Jus Buah Terung Belanda menggunakan Metode Spray Drying

ORIGINALITY REPORT

3%

SIMILARITY INDEX

3%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

1%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

repository.unpas.ac.id

Internet Source

2%

2

eprints.umk.ac.id

Internet Source

1%

Exclude quotes On

Exclude bibliography On

Exclude matches < 1%