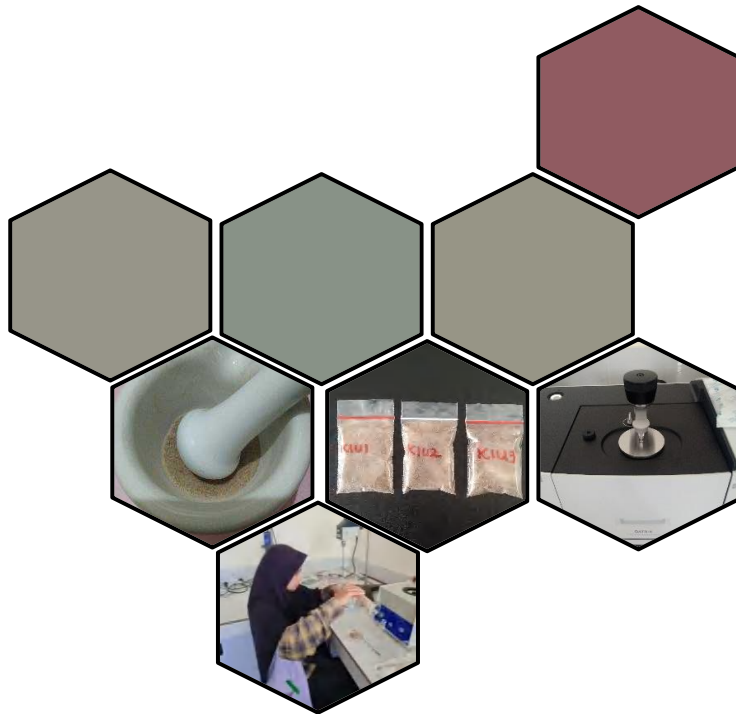


**Ekstraksi Polisakarida dari Jahe Merah (*Zingiber officinale* var.
Rubrum) dengan Metode Enzimatis Sebagai Salah Satu
Alternatif Bahan Baku Makanan Fungsional**



Elok Fai Qatul Faniyah

G031191021



**PROGRAM STUDI ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**Ekstraksi Polisakarida dari Jahe Merah (*Zingiber officinale* var.
Rubrum) dengan Metode Enzimatis Sebagai Salah Satu Alternatif
Bahan Baku Makanan Fungsional**

Elok Fai Qatul Faniyah

G031191021



**AM STUDI ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN
PARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

Optimized using
trial version
www.balesio.com

**Ekstraksi Polisakarida dari Jahe Merah (*Zingiber officinale* var.
Rubrum) dengan Metode Enzimatis Sebagai Salah Satu Alternatif
Bahan Baku Makanan Fungsional**

ELOK FAI QATUL FANIYAH

G031191021

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana

Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan

pada



**AM STUDI ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN
PARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

**Ekstraksi Polisakarida dari Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*)
dengan Metode Enzimatis Sebagai Salah Satu Alternatif Bahan Baku Makanan
Fungsional**

**ELOK FAI QATUL FANIYAH
G031191021**

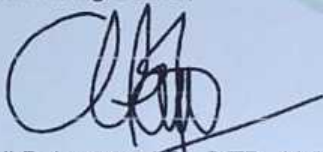
Skripsi,

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Sarjana Teknologi Pertanian, Program
Studi Ilmu dan Teknologi Pangan pada 6 Agustus 2024 dan dinyatakan telah
memenuhi syarat kelulusan

pada

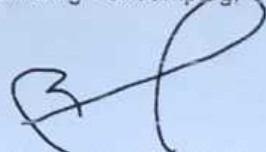
Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan
Departemen Teknologi Pertanian
Fakultas Pertanian
Universitas Hasanuddin
Makassar

Mengesahkan:
Pembimbing Utama,



Andi Rahmayanti R., S.TP., M.Si
NIP: 19891128 201805 2 002

Pembimbing Pendamping,



Prof. Dr. Ir. Abu Bakar Tawali
NIP: 19630702 198811 1 001

Mengetahui:
Ketua Program Studi,



Dr. A. Nur. Faidah Rahman, S.TP. M.Si
NIP: 19830428 200812 2 002



HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "Ekstraksi Polisakarida dari Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) dengan Metode Enzimatis Sebagai Salah Satu Alternatif Bahan Baku Makanan Fungsional" adalah benar karya saya dengan arahan pembimbing (Andi Rahmayanti R., S.TP., M.Si. sebagai Pembimbing Utama dan Prof. Dr. Ir. Abu Bakar Tawali sebagai Pembimbing Pendamping). 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.

Makassar,



Elok Fai Qatul Faniyah



Optimized using
trial version
www.balesio.com

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian yang saya lakukan dapat terlaksana dengan sukses dan skripsi ini dapat terampungkan atas bimbingan, diskusi dan arahan Ibu **Andi Rahmayanti R., S.TP., M.Si** sebagai dosen pembimbing 1 dan Bapak **Prof. Dr. Ir. Abu Bakar Tawali** sebagai dosen pembimbing 2. Saya mengucapkan berlimpah terima kasih kepada mereka yang telah meluangkan begitu banyak waktunya untuk berdiskusi dan memberi arahan selama penelitian berlangsung. Tidak lupa pula mengucapkan terima kasih kepada dosen penguji saya, yaitu **Prof. Dr. Ir. Mulyati M. Tahir, MS** dan **Dr. A. Nur. Faidah Rahman, S.TP. M.Si** yang telah banyak memberikan saran dan masukan sehingga skripsi ini menjadi lebih baik. Penghargaan yang tinggi juga saya sampaikan kepada Bapak **Nur Amin Riyadi, A.Md.**, yang telah mengizinkan saya dalam penggunaan alat sentrifuge berkapasitas besar di Laboratorium Teknik Kimia PNUP yang sangat membantu dalam penelitian saya, dan kepada Kak **Andi Rezky Annisa S.Pi** atas seluruh bantuan dan kesempatan untuk menggunakan fasilitas dan peralatan di Laboratorium Kimia Analisa prodi ITP UNHAS, serta Kak **Ismi** sebagai laboran di Laboratorium Bioteknologi Terpadu Fakultas Peternakan UNHAS. Begitupun kepada ibu **Asmi** dan ibu **Nana** atas bantuannya dalam penggunaan laboratorium Bioteknologi Pangan ITP dan juga perpustakaan prodi.

Kepada **Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan**, saya mengucapkan terima kasih atas beasiswa Bidikmisi yang diberikan selama menempuh perkuliahan semester 1-8. Ucapan terima kasih juga saya ucapkan kepada **Universitas Hasanuddin** yang telah membiayai penelitian saya dalam program Penelitian Fundamental Kolaboratif Tahun 2023.

Akhirnya, kepada kedua orang tua tercinta saya, yaitu Ayahanda **Basuki Rachmat** dan Ibunda **Ma'rifatul Hikmah**, saya mengucapkan limpah terima kasih dan sembah sujud atas doa, kasih sayang, nasihat, dukungan, pengorbanan dan motivasi mereka selama saya menempuh pendidikan. Terimakasih juga kepada adik tercinta saya, **Priyo Bagus Budi** yang selalu menyemangati dan mendukung saya. Penghargaan yang besar juga saya sampaikan kepada sahabat-sahabat tercinta saya, Nisa, yang telah membantu saya sehingga mendapatkan pencerahan mengenai enzim, kepada Azz, terima kasih yang sebanyak-banyaknya karena telah bersedia membantu saya selama penelitian bolak-balik laboratorium lantai 4 prodi ke laboratorium PNUP dengan segala kerempongannya dan barang bawaan yang begitu banyak, saya tidak tau akan seberat apalagi saya selama penelitian jika tidak dibantu waktu itu, dan seluruh *aowkaowk squad* (**Nisa, Azz, Asia, Uswa, dan Insan**) atas seluruh dukungan, motivasi, dan bantuannya yang tak ternilai, yang selalu ada



in, selalu menjadi pendengar, dan menjadi rumah layaknya dijalani perkuliahan. Serta seluruh pihak yang tidak disebutkan dan terimakasih ini.

Penulis,

Elok Fai Qatul Faniyah

ABSTRAK

ELOK FAI QATUL FANIYAH (NIM. G031191021). **Ekstraksi Polisakarida dari Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) dengan Metode Enzimatis Sebagai Salah Satu Alternatif Bahan Baku Makanan Fungsional** (Dibimbing oleh Andi Rahmayanti R., S.TP., M.Si dan Prof. Dr. Ir. Abu Bakar Tawali).

Latar belakang. Berbagai penelitian mengenai ekstraksi polisakarida fungsional dari bahan alami telah terbukti memiliki aktivitas antioksidan yang baik, namun karakteristik dan sifat fungsional dari polisakarida yang diekstrak dari jahe merah dengan metode enzimatis belum diketahui. **Tujuan.** Untuk menghasilkan ekstrak polisakarida dari jahe merah menggunakan metode enzimatis sebagai salah satu alternatif bahan baku makanan fungsional, mengetahui karakteristik dan sifat fungsionalnya. **Metode.** Penelitian dengan tahapan 1)ekstraksi polisakarida dengan enzim Selulase, α amilase, dan kombinasi Selulase - α amilase; untuk mendapatkan ekstrak polisakarida jahe merah yang diberi nama PJMS, PJMA, dan PJMSA. 2)pengujian polisakarida jahe merah, meliputi penentuan gugus fungsional, analisis rendemen, aktivitas antioksidan, antibakteri, komposisi kimia (total gula, gula reduksi, sulfat, total fenolik). **Hasil.** Hasil uji menunjukkan bahwa polisakarida jahe merah sebagian besar terdiri dari gula non pereduksi. Penggunaan enzim tunggal selulase menghasilkan rendemen polisakarida (PJMS) lebih tinggi daripada penggunaan enzim tunggal α amilase (PJMA) dan kombinasi keduanya (PJMSA). PJMS memiliki kandungan total gula tertinggi ($86.47 \pm 17.9\%$), dengan gula reduksi terendah ($1.24 \pm 0.02\%$). Kandungan total fenolik dan sulfat yang dimiliki PJMS dan PJMA tidak jauh berbeda. Namun, penggunaan kombinasi enzim selulase - α amilase menghasilkan polisakarida (PJMSA) dengan total fenolik dan kandungan sulfat tertinggi dibandingkan PJMS dan PJMA. Hal ini mengakibatkan PJMSA memiliki aktivitas antioksidan tertinggi mencapai 70,84% pada konsentrasi 0,5 mg/mL, juga memiliki aktivitas antibakteri terbaik dan paling konsisten pada setiap konsentrasi terhadap bakteri gram positif maupun gram negatif. Secara keseluruhan, polisakarida jahe merah memiliki aktivitas antioksidan dan antibakteri yang baik dibandingkan dengan berbagai polisakarida lainnya. **Kesimpulan.** Polisakarida yang diekstrak dengan metode enzimatis memiliki komponen kimia, aktivitas antioksidan, dan aktivitas antibakteri yang baik sehingga berpotensi sebagai alternatif sumber bahan baku makanan fungsional dan agen antibakteri alami.

Kata kunci: α amilase, jahe merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*), metode enzimatis, polisakarida, selulase.



ABSTRACT

ELOK FAI QATUL FANIYAH (NIM. G031191021). **Polysaccharide Extraction from Red Ginger (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*) using Enzymatic Method as an Alternative Raw Material for Functional Food** (Supervised by Andi Rahmayanti R., S.TP., M.Si., and Prof. Dr. Ir. Abu Bakar Tawali).

Background. Numerous studies on the extraction of functional polysaccharides from natural materials have been shown to have good antioxidant activity. Still, the characteristics and functional properties of polysaccharides extracted from red ginger by enzymatic methods are unknown. **Objective.** To generate polysaccharide extract from red ginger using an enzymatic method to explore its potential as an alternative raw material for functional food. This involves investigating the characteristics and functional properties of the extract. **Methods.** 1) Extraction of polysaccharides using enzymes such as Cellulase, α -amylase, and a combination of Cellulase - α -amylase; to obtain red ginger polysaccharide extracts named PJMS, PJMA, and PJMSA. 2) Comprehensive evaluation of the red ginger polysaccharides, including determination of functional groups, yield analysis, antioxidant activity, antibacterial effects, and chemical composition (total sugar, reducing sugar, sulphate, and total phenolic content). **Results.** The test results show that the polysaccharides in red ginger are predominantly composed of non-reducing sugars. Using the single enzyme cellulase yielded a higher polysaccharide yield (PJMS) than using the single enzyme α -amylase (PJMA) or their combination (PJMSA). PJMS had the highest total sugar content ($86.47 \pm 17.9\%$) with the lowest reducing sugar content ($1.24 \pm 0.02\%$). The total phenolic and sulfate contents of PJMS and PJMA were similar. However, the combination of cellulase and α -amylase enzymes produced polysaccharides (PJMSA) with the highest total phenolic and sulfate contents compared to PJMS and PJMA. This resulted in PJMSA exhibiting the highest antioxidant activity, reaching 70.84% at a 0.5 mg/mL concentration, as well as the best and most consistent antibacterial activity against both gram-positive and gram-negative bacteria at all concentrations. Overall, red ginger polysaccharides demonstrated superior antioxidant and antibacterial activities compared to various other polysaccharides. **Conclusion.** Polysaccharides extracted using enzymatic methods have good chemical components, antioxidant activity, and antibacterial activity, making them a potential alternative source of functional food raw material and natural antibacterial agents.

Keywords: α amylase, red ginger (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*), enzymatic method, polysaccharides, cellulase



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGANTAR	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
UCAPAN TERIMA KASIH.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Teori.....	2
1.2.1 Makanan Fungsional	2
1.2.2 Jahe Merah (Zingiber officinale var. Rubrum).....	3
1.2.3 Polisakarida Jahe	4
1.2.4 Ekstraksi Polisakarida.....	6
1.2.5 Enzim Selulase	7
1.2.6 Enzim Alfa Amilase.....	8
1.3 Rumusan Masalah	9
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	10
BAB II METODE PENELITIAN.....	11
2.1 Tempat dan Waktu	11
2.2 Bahan dan Bahan Baku	11
2.3 Alat dan Bahan	11
2.4 Cara Kerja	11
2.5 Analisis	11
2.6 Analisis	11
2.7 Analisis	11
2.8 Analisis	11
2.9 Analisis	11
2.10 Analisis	11
2.11 Analisis	11
2.12 Analisis	11
2.13 Analisis	11
2.14 Analisis	11
2.15 Analisis	11
2.16 Analisis	11
2.17 Analisis	11
2.18 Analisis	11
2.19 Analisis	11
2.20 Analisis	11
2.21 Analisis	11
2.22 Analisis	11
2.23 Analisis	11
2.24 Analisis	11
2.25 Analisis	11
2.26 Analisis	11
2.27 Analisis	11
2.28 Analisis	11
2.29 Analisis	11
2.30 Analisis	11
2.31 Analisis	11
2.32 Analisis	11
2.33 Analisis	11
2.34 Analisis	11
2.35 Analisis	11
2.36 Analisis	11
2.37 Analisis	11
2.38 Analisis	11
2.39 Analisis	11
2.40 Analisis	11
2.41 Analisis	11
2.42 Analisis	11
2.43 Analisis	11
2.44 Analisis	11
2.45 Analisis	11
2.46 Analisis	11
2.47 Analisis	11
2.48 Analisis	11
2.49 Analisis	11
2.50 Analisis	11
2.51 Analisis	11
2.52 Analisis	11
2.53 Analisis	11
2.54 Analisis	11
2.55 Analisis	11
2.56 Analisis	11
2.57 Analisis	11
2.58 Analisis	11
2.59 Analisis	11
2.60 Analisis	11
2.61 Analisis	11
2.62 Analisis	11
2.63 Analisis	11
2.64 Analisis	11
2.65 Analisis	11
2.66 Analisis	11
2.67 Analisis	11
2.68 Analisis	11
2.69 Analisis	11
2.70 Analisis	11
2.71 Analisis	11
2.72 Analisis	11
2.73 Analisis	11
2.74 Analisis	11
2.75 Analisis	11
2.76 Analisis	11
2.77 Analisis	11
2.78 Analisis	11
2.79 Analisis	11
2.80 Analisis	11
2.81 Analisis	11
2.82 Analisis	11
2.83 Analisis	11
2.84 Analisis	11
2.85 Analisis	11
2.86 Analisis	11
2.87 Analisis	11
2.88 Analisis	11
2.89 Analisis	11
2.90 Analisis	11
2.91 Analisis	11
2.92 Analisis	11
2.93 Analisis	11
2.94 Analisis	11
2.95 Analisis	11
2.96 Analisis	11
2.97 Analisis	11
2.98 Analisis	11
2.99 Analisis	11
2.100 Analisis	11



Optimized using

akarida dengan Selulase

12



2.4.3 Ekstraksi Polisakarida dengan α amilase	14
2.4.4 Ekstraksi Polisakarida dengan Selulase dan α amilase.....	14
2.4.5 Analisis Jumlah Rendemen (<i>Yield</i>)	14
2.4.6 Penentuan Gugus Fungsi dengan FT-IR	14
2.4.7 Analisis Komposisi Kimia	14
2.4.8 Uji Aktivitas Antioksidan.....	17
2.4.9 Uji Aktivitas Antibakteri	17
2.5 Analisis Data	18
BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN	19
3.1 Spektra FT-IR Polisakarida Jahe Merah	19
3.2 Jumlah Rendemen (<i>Yield</i>).....	20
3.3 Komposisi Kimia Polisakarida Jahe Merah	22
3.3.1 Kandungan Total Gula.....	23
3.3.2 Kadar Gula Reduksi.....	24
3.3.3 Kandungan Total Fenolik.....	27
3.3.4 Kandungan Sulfat	29
3.4 Aktivitas Antioksidan	30
3.5 Aktivitas Antibakteri.....	32
BAB IV KESIMPULAN	37
DAFTAR PUSTAKA.....	38
LAMPIRAN	48
RIWAYAT HIDUP PENULIS	65



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Ekstraksi Polisakarida Jahe dengan Berbagai Metode	5
Tabel 2. Desain penelitian	11
Tabel 3. Yield dan Komposisi Kimia Polisakarida Jahe Merah yang Diekstrak dengan Metode Enzimatis: Selulase, Alfa Amilase, dan Kombinasi Selulase-Alfa Amilase	22
Tabel 4. Perbandingan Nilai Rendemen, Total Gula, Total Fenolik, dan Total Sulfat Pada Polisakarida Jahe Merah Dengan 3 Metode Ekstraksi yang Berbeda	24



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Mekanisme Hidrolisis Selulose oleh Enzim Selulase	7
Gambar 2. Diagram Alir Pre Treatment Jahe Merah.....	12
Gambar 3. Diagram Alir Ekstraksi Polisakarida Jahe Merah Menggunakan Metode <i>Enzyme Assisted Extraction</i>	13
Gambar 4. Spektrum FT-IR Polisakarida Jahe Merah (PJM) yang diekstrak dengan bantuan enzim Selulase, Alfa Amilase, dan Kombinasi Selulase-Alfa Amilase	19
Gambar 5. Rendemen (Yield) Polisakarida Jahe Merah yang Diekstrak dengan Metode Enzimatis: Selulase, Alfa Amilase, dan Kombinasi Selulase-Alfa Amilase	21
Gambar 6 Total Gula Polisakarida Jahe Merah yang Diekstrak dengan Metode Enzimatis: Selulase, Alfa Amilase, dan Kombinasi Selulase-Alfa Amilase	23
Gambar 7 Kandungan Gula Reduksi (a) dan Gula Non Pereduksi (b) Polisakarida Jahe Merah yang Diekstrak dengan Metode Enzimatis: Selulase, Alfa Amilase, dan Kombinasi Selulase-Alfa Amilase	25
Gambar 8. Gula Reduksi dan Gula Non Pereduksi.....	25
Gambar 9 Kandungan Total Fenolik Polisakarida Jahe Merah	27
Gambar 10 Gugus Fenol	28
Gambar 11 Kandungan Komponen Sulfat Polisakarida Jahe Merah	29
Gambar 12 Aktivitas Antioksidan (Nilai DRSA) Polisakarida Jahe Merah.....	30
Gambar 13 Diameter Zona Hambat Pada Bakteri Gram Negatif dan Gram Positif Sebagai Data Aktivitas Antibakteri Polisakarida Jahe Merah	33
Gambar 14 Hasil Uji Aktivitas Antibakteri Pada Konsentrasi 0,05 mg/mL, 0,1 mg/mL, dan 0,15 mg/mL Polisakarida Jahe Merah dan kontrol positif Ciprofloxacin	34



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Perhitungan Jumlah Enzim Yang Digunakan.....	48
2. Hasil Perhitungan Jumlah Rendemen.....	48
3. Hasil Uji Statistik Jumlah Rendemen	48
4. Hasil Perhitungan Analisis Kandungan Total Gula.....	49
5. Hasil Uji Statistik Total Gula.....	50
6. Hasil Perhitungan Analisis Kandungan Gula Reduksi.....	51
7. Hasil Uji Statistik Gula Reduksi.....	51
8. Hasil Perhitungan Analisis Kandungan Sulfat.....	52
9. Hasil Uji Statistik Kandungan Sulfat.....	52
10. Hasil Perhitungan Analisis Kandungan Total Fenolik.....	53
11. Hasil Uji Statistik Kandungan Total Fenolik	54
12. Hasil Perhitungan Aktivitas Antioksidan.....	54
13. Hasil Uji Statistik Aktivitas Antioksidan	58
14. Data Hasil Penelitian Aktivitas Antibakteri	59
15. Hasil Uji Statistik Aktivitas Antibakteri	59
16. Lembar Spesifikasi Enzim Selulase	60
17. Lembar Spesifikasi Enzim Alfa Amilase	61
18. Dokumentasi Penelitian	62



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berbagai penyakit degeneratif kini tidak hanya menyerang kalangan usia tua saja, melainkan juga rentan ditemukan di usia muda. Salah satu tindakan strategis yang dapat dilakukan ialah dengan meningkatkan konsumsi makanan fungsional. Mengonsumsi makanan fungsional tidak hanya bertujuan untuk memenuhi kebutuhan zat gizi dasar bagi tubuh manusia, tetapi juga memiliki fungsi lainnya seperti fungsi kesehatan, khususnya sebagai upaya preventif penyakit tertentu. Upaya meningkatkan sistem kekebalan tubuh dan meningkatkan ketahanan diri terhadap penyakit berkaitan erat dengan adanya peranan penting dari modulasi respon imun (Z. Yu et al., 2016). Salah satu komponen yang dapat memicu aktivasi sistem imun adalah polisakarida dengan cara berinteraksi secara langsung atau tidak langsung dengan komponen sistem imun, memicu kejadian seluler/molekuler yang beragam, dan memicu teraktivasinya sistem imun (Ferreira et al., 2015). Polisakarida merupakan suatu senyawa yang tersusun oleh molekul-molekul monosakarida. Selain untuk memenuhi kebutuhan nutrisi dasar, polisakarida dari berbagai macam tanaman telah dilaporkan memiliki aktivitas fungsional seperti antioksidan (Chen et al., 2019); (Wang et al., 2018), *immunomodulatory* (modifikasi respon imun) dan anti-tumor (Liao et al. 2020). Oleh karena itu, penggunaan polisakarida sebagai bahan baku makanan fungsional semakin mendapat banyak perhatian.

Jahe mengandung berbagai macam senyawa aktif seperti polifenol, kurkumin, gingerol, minyak atsiri. Gingerol dan shagol yang terkandung di dalam jahe telah terbukti memiliki aktivitas fungsional seperti antioksidan dan anti-inflamasi (Liao et al. 2020). Selain itu, komponen aktif dari jahe juga banyak digunakan dalam bidang farmakologi seperti obat untuk kolesterol, maag, tumor, aterosklerosis, gangguan pencernaan, diabetes dan penyakit kardiovaskular (Chen et al., 2019). Dengan beragam kandungan senyawa fitokimia dan senyawa aktif seperti polifenol, flavonoid, dan alkaloid pada jahe, menyebabkan berbagai penelitian yang berkembang lebih fokus pada komponen tersebut dan aktivitas fungsionalnya (Hu et al., 2023). Padahal hasil penelitian (Bera et al., 2016) mengungkap bahwa senyawa makromolekul polisakarida jahe menunjukkan aktivitas biologis yang luar biasa dengan berbagai manfaatnya yang terbukti bagi kesehatan manusia. Penelitian (Zhongshan Zhang et al., 2011) menunjukkan bahwa jahe mengandung 2,5-4,32% *yield* polisakarida dengan metode ekstraksi yang berbeda-beda.

Ekstraksi polisakarida dapat dilakukan dengan berbagai metode, seperti ekstraksi dengan air panas (*hot-water extraction*), ekstraksi dengan ultrasonik (*ultrasonic extraction*), hidrolisis asam (*acidic hydrolysis*), dan ekstraksi dengan bantuan enzim (*enzyme assisted extraction*). Ekstraksi secara enzimatik memiliki diantaranya ialah lebih ramah lingkungan, biaya investasi lebih rendah, sekaligus meningkatkan efisiensi biologis aktivitas polisakarida (Karaki et al., 2016). Ekstraksi polisakarida dengan bantuan enzim telah dilakukan peneliti sebelumnya yaitu dari



sampel yang mirip dengan jahe, yakni ginseng korea (Y. R. Song et al., 2018), daun teratai (Y. R. Song et al., 2020), astragalus (H. Chen et al., 2014), jewawut (Cao et al., 2021), kedelai (H. Song et al., 2022), dan bawang putih (Pan & Wu, 2014). Ekstraksi polisakarida jahe secara enzimatis telah dilakukan oleh (Liao et al., 2020) dan (Y. Wang et al., 2018). Sedangkan ekstraksi polisakarida dengan metode enzimatis pada jahe merah (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) belum dilaporkan hingga saat ini. Padahal jahe merah memiliki sifat fungsional yang lebih baik salah satunya karena jahe merah mengandung gingerol (23 - 25%) dan shogaol (18 - 25%), ini lebih tinggi dibandingkan pada jahe gajah dan jahe empit (Prasad & Tyagi, 2015). Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji penerapan metode enzimatis pada ekstraksi polisakarida dari jahe merah dan karakteristiknya. Hasil penelitian yang diperoleh nantinya diharapkan dapat berguna untuk pengembangan makanan fungsional berbahan baku polisakarida dari jahe merah.

1.2 Teori

1.2.1 Makanan Fungsional

Makanan fungsional adalah kategori makanan yang tidak hanya menyediakan nutrisi dasar saja, tetapi juga memiliki manfaat tambahan untuk kesehatan berupa peningkatan kesehatan, pencegahan penyakit, dan peningkatan kualitas hidup. Istilah ini pertama kali diperkenalkan di Jepang pada tahun 1980-an dan telah diadopsi secara luas di seluruh dunia (Lang, 2007; Martirosyan & Singh, 2015). Melalui ketekunan ilmuwan Jepang dalam mempelajari faktor yang mempengaruhi panjangnya umur seseorang, hingga Jepang berhasil menjadi negara dengan usia harapan hidup (UHH) masyarakatnya tertinggi di dunia (Astuty, 2013). Makanan fungsional dapat dibagi menjadi beberapa kategori, seperti makanan fungsional alami yang secara alami kaya akan komponen bioaktif seperti sayuran dan buah segar, makanan yang difortifikasi dengan vitamin atau mineral tertentu, serta makanan yang diperkaya dengan zat bioaktif tertentu seperti probiotik, prebiotik, sinbiotik, inulin, pati resisten, atau komponen fitokimia.

Komponen bioaktif yang terkandung dalam makanan fungsional merupakan zat yang memberikan efek kesehatan tambahan selain dari nutrisi dasarnya. Beberapa contoh komponen bioaktif meliputi probiotik dan prebiotik yang baik untuk kesehatan usus, asam lemak omega-3 yang baik untuk kesehatan jantung, komponen antioksidan seperti senyawa fitokimia (flavonoid dan karotenoid), vitamin C, vitamin E, dan sebagainya. Penelitian telah menunjukkan beragam manfaat dari makanan fungsional, diantaranya dapat mengurangi risiko penyakit kronis seperti diabetes, jantung, dan kanker (Liu, 2013), meningkatkan kesehatan sistem pencernaan (Slavin 2013), memperkuat sistem kekebalan tubuh (Calder, 2020), dan kesehatan mental (Gómez-pinilla, 2010). Beberapa bahan pangan lokal mengandung komponen bioaktif dan berpotensi dikembangkan sebagai makanan fungsional, misalnya ubi jalar, ganyong, gambeli, kelor, kacang tanah, kacang ampah rempah (Handito et al., 2020).



1.2.2 Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. *Rubrum*)

Jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) merupakan salah satu tanaman rimpang yang secara luas digunakan dalam berbagai bidang industri. Pada industri makanan dan minuman, jahe digunakan sebagai bumbu masakan, sebagai bahan pembuatan selai, dan sebagai bahan utama dalam pembuatan minuman herbal seperti teh jahe. Ekstrak jahe juga digunakan sebagai suplemen dan obat herbal untuk keperluan kesehatan dalam bentuk serbuk jahe instan maupun sirup jahe (Ariani et al., 2021). Sedangkan dalam industri kosmetik, jahe dimanfaatkan dalam produk perawatan kulit dan rambut karena sifat antioksidan dan anti inflamasinya, sehingga jahe dapat merangsang pertumbuhan rambut baru dan dapat mengatasi masalah kerontokan rambut, serta dapat memberikan efek kilau alami pada rambut (A. Putri et al., 2024). Komponen utama penyusun jahe adalah karbohidrat (50-70%), lipid (3-8%), pati, serat, protein, sodium, zat besi, potasium, vitamin C, senyawa terpen (seperti zingiberene, β -bisabolene, α -farnesene, β -sesquiphellandrene, dan α -curcumene), dan senyawa fenolik seperti gingerol, paradol, dan shogaol (Sari & Anas N, 2021; Supu et al., 2018). Dengan kandungan senyawa bioaktif yang melimpah, jahe sering dimanfaatkan sebagai obat sakit perut, sumber antioksidan, antimikroba, anti inflamasi, anti virus, gastroprotektif, antipiretik, kardiotonik, hepatotoksik, dan anti kanker (Nollet et al., 2024; Pairul et al., 2017). (Prasad & Tyagi, 2015) memaparkan bahwa melalui berbagai penelitian, jahe terbukti efektif dalam melawan berbagai kanker gastrointestinal seperti kanker hati, kanker kolorektal, kanker lambung, kanker pankreas, dan kolangiokarsinoma.

Jahe dengan segala khasiatnya yang meningkatkan kesehatan disebabkan oleh adanya kandungan senyawa gingerol, shogaol, minyak atsiri, dan senyawa antioksidan yang tinggi pada jahe (Jelled et al., 2015). Jahe terdiri dari tiga jenis varietas yaitu jahe gajah (*Zingiber officinale* var. *officinatum*), jahe emprit (*Zingiber officinale* var. *amarum*), dan jahe merah atau jahe sunti (*Zingiber officinale* var. *rubrum*) (Kojong et al., 2023; Sari & Anas N, 2021). Jahe merah memiliki berbagai keunggulan dibandingkan dengan jenis jahe lainnya. Di antara ketiga jenis jahe, jahe merah memiliki kandungan oleoresin dan minyak atsiri tertinggi serta tingkat kepedasan yang paling kuat. Kepedasan jahe dipengaruhi oleh senyawa fenolik yang termasuk dalam komponen oleoresin jahe dan gingerol (Sandrasari et al., 2023). Menurut (Prasad & Tyagi, 2015) jahe merah mengandung gingerol dan shogaol yang lebih banyak dibandingkan pada jahe gajah dan jahe emprit dengan rata-rata kandungan gingerol dan shogaol jahe merah masing masing sebesar 23 - 25% dan 18 - 25%. (Supu et al., 2018) mengungkapkan bahwa lebih dari 400 senyawa yang berbeda ditemukan pada hasil analisis komponen kimia jahe merah.



Penelitian menyebutkan bahwa jahe merah adalah salah satu obat tradisional yang banyak digunakan untuk pengobatan seperti demam, stroke, sakit gigi, infeksi, sakit otot, tenggorokan, kram, demam dan diabetes. Berbagai penelitian lain juga telah menunjukkan bahwa jahe merah memiliki beragam khasiat bagi kesehatan seperti aktivitas anti mual/antiemetik, aktivitas sitotoksik, aktivitas anti oksidan, dan aktivitas anti bakteri (Ersedo et al., 2023;

Supu et al., 2018; J. Yang & Rahmawati, 2022). Penelitian (Against et al., 2023) menunjukkan bahwa ekstrak etanol jahe merah memiliki aktivitas antibakteri yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri penyebab penyakit menular seperti *Salmonella typhii*, *Staphylococcus epidermidis*, dan *Streptococcus mutan* pada konsentrasi 500 ug/mL, sedangkan dengan konsentrasi 250 ug/mL dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Pseudomonas aeruginos*, dengan hasil uji diameter zona hambat pada konsentrasi sampel 40% untuk masing masing bakteri tersebut berturut-turut ialah $7,0 \pm 0,00$ mm, $6,1 \pm 0,06$ mm, $10 \pm 0,58$ mm, dan $8,4 \pm 0,29$ mm. Sedangkan aktivitas antibakteri ekstrak rimpang jahe terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* ialah $11,63 \pm 0,85$ mm pada konsentrasi 40% (Diantari & Astuti, 2023).

1.2.3 Polisakarida Jahe

Berbagai jenis polisakarida tumbuhan termasuk glukran, mannans, pektin, arabinogalaktan, galaktan, fruktan dan xilan menunjukkan aktivitas imunomodulator yang teruji secara in vitro dan in vivo (Ferreira et al., 2015). Salah satu komponen yang dapat memicu aktivasi sistem imun adalah polisakarida imunostimulator dengan cara berinteraksi secara langsung atau tidak langsung dengan komponen sistem imun, memicu kejadian seluler/molekuler yang beragam, dan memicu teraktivasinya sistem imun (Ferreira et al., 2015). Polisakarida merupakan suatu senyawa yang tersusun oleh molekul-molekul monosakarida dan dihubungkan dengan ikatan glikosidik. Selain untuk memenuhi kebutuhan nutrisi dasar, polisakarida dari berbagai macam tanaman telah dilaporkan memiliki aktivitas fungsional seperti antioksidan (Guangjing Chen et al., 2018); dan anti-tumor (Liao et al., 2020); antidiabetes, imunomodulasi, dan antikoagulan (Xie et al., 2016); anti-inflamasi, antiperadangan, dan melindungi saluran pencernaan (Zeng et al., 2019). Dalam jahe, polisakarida berperan penting dalam memberikan efek biologis dan terapeutik. Sebagaimana dijelaskan (Maryam et al., 2023) bahwa sifat anti-inflamasi dan antioksidan yang efektif pada jahe disebabkan adanya komponen polisakarida, asam organik, lipid, dan serat.

Rimpang jahe mengandung karbohidrat sebanyak 50–70% (Supu et al., 2018). Karbohidrat terdiri dari pati dan non pati. Kandungan pati pada jahe ialah sekitar 12,3% (Reyes & Appolonia, 1982). Salah satu jenis polisakarida non pati adalah selulosa. Baik pati maupun selulosa termasuk polisakarida homopolimer, yaitu polisakarida yang tersusun atas satu jenis monosakarida, yaitu glukosa (Madhatilah, 2017). Yang membedakan pati dan selulosa adalah ikatan yang menghubungkan antar monosakarida tersebut. Selulosa dihubungkan oleh ikatan β -1,4-glikosidik, sedangkan pati dihubungkan oleh ikatan α -1,4-glikosidik. Pati terdiri



l, yaitu amilosa dan amilopektin, keduanya terdiri dari unit α -D-imprehensif yang hanya berfokus pada polisakarida sebagai lekul jahe hingga saat ini masih terbilang kurang karena rembang lebih fokus pada komponen molekul kecil berupa n senyawa aktif seperti polifenol, flavonoid, dan alkaloid (Hu et asil penelitian (Bera et al., 2016) mengungkap bahwa senyawa karida jahe menunjukkan aktivitas biologis yang luar biasa

dengan berbagai manfaatnya yang terbukti bagi kesehatan manusia sebagai obat batuk kronis dan sesak nafas tanpa efek samping melalui hasil uji antitusif yang signifikan pada kelinci percobaan. Selain itu, (Mao et al., 2019) juga menyatakan bahwa polisakarida jahe memiliki aktivitas anti-influenza, antikolitis, antitusif, antioksidan, dan antitumor. Meskipun laporan study mengenai polisakarida dari jahe dan aktivitasnya masih sedikit, namun penelitian mengenai ekstraksi polisakarida jahe mulai mengalami peningkatan. Jika dibandingkan dengan polisakarida yang diisolasi dari tumbuhan lainnya, polisakarida yang diekstrak dari batang, daun, dan pomace jahe memiliki keanekaragaman kimia dan struktural yang memberikan potensi kuat untuk kapasitas antioksidan (X. Chen et al., 2020).

Tabel 1. Ekstraksi Polisakarida Jahe dengan Berbagai Metode

Jahe	Metode	Nama	R	BM	TG	TF	S	Referensi
Batang dan daun	HWE	HWE-GSLP	6,83	5844,545	37,85	0,82	5,50	(X. H. Chen et al., 2020)
	UAE	UEA-GSLP	8,29	6072,056	44,65	0,95	7,17	
	ASE	ASE-GSLP	11,38	5277,098	48,43	0,99	10,50	
	EAE	EAE-GSLP	8,13	6280,474	41,89	1,53	8,33	
Rimpang	HWE	WEP	1,40	36.000	66	TU	TU	(Bera et al., 2016)
Rimpang	HWE	NGP	TU	6.305	TU	TU	TU	(Xiaolong Yang et al., 2021)
Rimpang	HWE	-	2,94	35520	93,50	TU	TU	(Zhou et al., 2023)
Rimpang	HWE	G1	4,32	TU	83,40	TU	TU	(Zhongshan Zhang et al., 2011)
	asam sulfat	G2	2,50	TU	86,70	TU	TU	
	ASE	G3	3,14	TU	76,90	TU	TU	
Rimpang	HWE	HGP	11,74	1.831.750	98,32	TU	0,65	(Liao et al., 2020)
	EAE	EGP1	7,00	11.810	94,19	TU	1,21	
	EAE	EGP2	7,00	688.730	90,07	TU	1,80	
	UCGP	UCGP1	18,06	769.190	93,58	TU	3,14	
Rimpang	UCGP	UCGP2	18,06	1.432.800	80,63	TU	9,06	(Y. Wang et al., 2018)
	EAE	GP1	TU	6.128	TU	TU	TU	
Rimpang	EAE	GP2	TU	12.619	TU	TU	TU	(Jing et al., 2022)
	UAE	ZOP	6,77	5420	78,6			
Pomace	HWE	HW-GPP	12,13		76,42	-	0,93	Gui tang Chen et al., 2019)
		HW-GPP1		89.200	95,83	-	0,79	
	UAE	UA-GPP	16,62		82,53	-	0,86	
		UA-GPP1		40.600	96,42		1,03	

Keterangan: R=Rendemen (%), BM=Berat molekul (Da), TG=Total Gula (%), TF=Total fenolik (%), S=Komponen Sulfat (%)

Polisakarida jahe dapat diekstraksi dari berbagai bagian tanaman, termasuk rimpang, daun, dan batang. Polisakarida jahe (*Zingiber officinale*) dari daun dan batangnya diteliti oleh (X. H. Chen et al., 2020) dengan metode HWE, UAE, ASE, dan EAE mengungkapkan bahwa metode ekstraksi yang berbeda berpengaruh



ndemen hasil ekstrak yang diperoleh, komposisi kimianya yang (ula netral), total fenolik, asam uronat, protein, dan sulfat dari batang dan daun, serta bioaktivitasnya. Polisakarida jahe yang jahe telah diteliti dengan berbagai metode, diantaranya water extraction (HWE) oleh (Bera et al., 2016; Liao et al., 2020; 2021; Zhongshan Zhang et al., 2011; Zhou et al., 2023), metode raction (EAE) oleh (Liao et al., 2020; Y. Wang et al., 2018),

metode *ultrasonic cell grinder extraction* (UCGE) oleh (Liao et al., 2020), metode ekstraksi dengan bantuan asam encer berupa asam sulfat (Zhongshan Zhang et al., 2011), metode ekstraksi dengan larutan alkali berupa Natrium hidroksida (Zhongshan Zhang et al., 2011), dan metode ekstraksi dengan ultrasonik oleh (Jing et al., 2022). Selain batang, daun, dan rimpang, polisakarida dari pomace jahe telah diteliti oleh (Gui tang Chen et al., 2019) dengan metode HWE dan UAE. Polisakarida jahe yang diperoleh dengan metode HWE merupakan heteropolisakarida dan mengandung rantai bercabang α -glukan dan sedikit poligalakturonan (Bera et al., 2016; Xiaolong Yang et al., 2021).

1.2.4 Ekstraksi Polisakarida

Ekstraksi merupakan proses pemisahan satu atau lebih komponen tertentu dari suatu bahan mentah seperti jaringan tumbuhan maupun hewan dengan menggunakan pelarut dan metode yang sesuai. Polisakarida dengan strukturnya yang begitu kompleks namun dengan beragam fungsi biologis dan aplikasinya di berbagai industri seperti industri pangan, farmasi, hingga kosmetik menjadikan ekstraksi polisakarida dari bahan alam menjadi perhatian khusus dan terus dikembangkan dalam beberapa dekade terakhir. Pengembangan serangkaian ekstraksi untuk memperoleh polisakarida dari bahan alam tanpa mengganggu komposisi strukturnya terus dilakukan oleh para peneliti (Zuofa Zhang et al., 2013). Polisakarida dari bahan alam telah berhasil diekstraksi dengan metode yang beragam. Beberapa metode ekstraksi polisakarida yang umum digunakan diantaranya adalah ekstraksi dengan air panas (*Hot water extraction*), ekstraksi alkali dan asam (*Dilute alkali-water extraction*), ekstraksi dengan bantuan gelombang mikro (*Microwave-assisted extraction*), ekstraksi dengan bantuan gelombang ultrasonik (*Ultrasound-assisted extraction*), ekstraksi dengan bantuan enzim (*Enzyme-assisted extraction*), serta berbagai metode ekstraksi lain seperti ekstraksi cair bertekanan (*Pressurized-liquid extraction*), ekstraksi cairan superkritis (*Supercritical-fluid extraction*), ekstraksi air subkritis (*Subcritical-water extraction*), ekstraksi bertekanan sangat tinggi (*Ultra-high-pressure extraction*), ekstraksi dengan bantuan medan listrik (*Pulsed electric field-assisted extraction*), dan ekstraksi ionik-cair (*Ionic-liquid extraction*) (Ahmad et al., 2022; Hasnain et al., 2019).

Ekstraksi polisakarida dari tanaman biasanya menggunakan air panas sebagai media atau pelarut ekstraksinya. Sementara pada tanaman, beberapa polisakarida terdapat di bagian luar dinding sel (polisakarida ekstraseluler) dan sebagian besarnya berada di dinding sel (polisakarida intraseluler). Oleh karena itu, tujuan utama pada proses ekstraksi polisakarida dari tanaman ialah dengan menghancurkan dinding selnya sehingga polisakarida intraseluler dapat terlepas



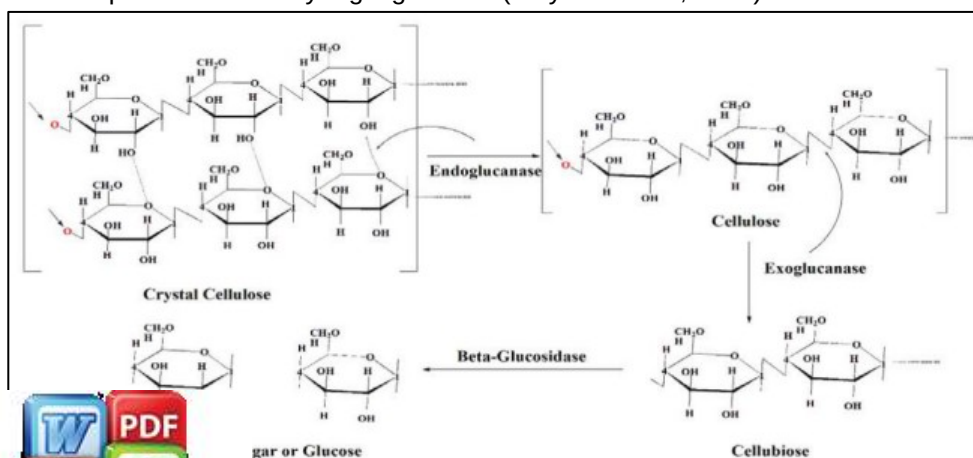
). Namun, struktur dan viskositas kompleks dari dinding sel menghambat polisakarida keluar dari sel tanaman, dan larut dalam air. Untuk mengatasi hal tersebut, metode ekstraksi bantuan ultrasonik (UEA) menggunakan enzim (EAE) dapat mempercepat polisakarida keluar dari sel secara efektif (Xi Yang et al., 2020).

Dengan metode enzimatik lebih mengarah pada penggunaan enzim untuk menghancurkan dinding sel tanaman pada kondisi tertentu

sehingga polisakarida dapat keluar dan larut dari sel (Hu et al., 2023). Beberapa enzim yang digunakan dalam ekstraksi polisakarida diantaranya ialah α -amilase, papain, pectinase, hemiselulosa, dan selulase yang berpotensi memecah dinding sel tanaman melalui hidrolisis sehingga polisakarida terlepas tanpa mempengaruhi strukturnya (Nadar et al., 2018). Berbagai penelitian mengenai ekstraksi polisakarida dengan metode enzimatik dari sumber tanaman telah dilakukan seperti pada ginseng korea (Y. R. Song et al., 2018), daun teratai (Y. R. Song et al., 2020), astragalus (H. Chen et al., 2014), jewawut (Cao et al., 2021), kedelai (H. Song et al., 2022), bunga mallow (Rostami et al., 2017), dan bawang putih (Pan & Wu, 2014). Ekstraksi polisakarida dengan metode enzimatik banyak diminati karena memiliki berbagai keunggulan yaitu ramah lingkungan, lebih selektif dan spesifik dalam mengekstrak, tingkat efisiensi yang lebih tinggi, hasil ekstraksi yang diperoleh lebih tinggi, waktu ekstraksi yang singkat, biaya yang lebih rendah, mudah dalam pengoperasiannya, mempertahankan aktivitas fisiologis dan sifat biologis polisakarida (Ahmad et al., 2022; Hu et al., 2023; Zeng et al., 2019).

1.2.5 Enzim Selulase

Selulase merupakan salah satu kelompok enzim yang memiliki kemampuan dalam menghidrolisis ikatan β -1,4 glikosida pada rantai unit β -D glukosa yang menyusun struktur selulosa (Ejaz et al., 2021; Sher et al., 2021). Selulase diperoleh dari berbagai jenis mikroorganisme yang terdapat dalam bahan yang mengandung selulosa terutama bakteri dan fungi, dimana selulase yang dihasilkan dari fungi memiliki struktur yang lebih sederhana dibandingkan selulase dari bakteri. Beberapa sumber penghasil selulase yang umum digunakan yaitu *Clostridium*, *Cellulomonas*, *Thermomonospora*, *Trichoderma*, dan *Aspergillus* (Chatterjee et al., 2015; Harahap et al., 2020). Kondisi optimum dari selulase yang dihasilkan akan spesifik tergantung dari setiap sumber enzim yang digunakan (Sulyman et al., 2020).



me Hidrolisis Selulose oleh Enzim Selulase (Sher et al., 2021)

enzim selulase terdiri dari beberapa tipe enzim yang dibedakan
mino penyusunnya dan struktur tiga dimensinya (Sher et al.,
zimnya memiliki mekanisme yang berbeda-beda sehingga akan

menghasilkan produk samping dan produk akhir berbeda-beda pula. Tiga kelompok utama atau tiga komponen utama dari selulase yaitu endo1,4- β -Dglukanase/ karboksimetil selulase (EC 3.2.1.4), ekso1,4- β -Dglukanase/ selulobiohidrolase (EC 3.2.1.91), dan β -Glukosidase, yang ketiganya akan bersinergi dalam proses hidrolisis selulosa (Bhardwaj et al., 2021; Sulyman et al., 2020) seperti yang digambarkan pada **Gambar 1**. Endoglukanase akan memecah ikatan β -(1-4)-glikosidik di bagian dalam rantai selulosa secara acak untuk membuka struktur selulosa dan memungkinkan dihasilkannya pecahan-pecahan selulosa yang lebih pendek. Kemudian, eksoglukanase akan melepas selobiosa sebagai produk primer dari ikatan selulosa dengan memutus ikatan β -(1-4)-glikosidik diujung rantai selulosa. Adapun β -Glukosidase akan mendegradasi selobiosa menjadi dua molekul glukosa (Al-kharousi et al., 2015; Korsia et al., 2023; Soeka et al., 2019). Tipe reaksi enzim pada umumnya yaitu substrat yang akan berdifusi ke dalam sisi aktif enzim. Namun tipe reaksi selulase berbeda dengan tipe reaksi enzim pada umumnya, dimana pada selulase enzim yang akan berdifusi dan berikatan dengan substrat untuk memecah ikatan domain karbohidrat pada polimer selulosa (Chatterjee et al., 2015).

Selulase menjadi kelompok enzim ketiga terbesar yang telah digunakan secara luas dalam berbagai bidang selama 30 tahun terakhir. Selulase digunakan baik dalam skala laboratorium maupun skala industri dengan berbagai penggunaannya seperti dalam industri pangan, pakan, teknologi fermentasi, tekstil, pembuatan deterjen, kosmetik, kertas, wine, dan biogas (Sher et al., 2021; Sulyman et al., 2020). Adapun enzim selulase yang digunakan pada penelitian ini ialah enzim selulase dari *Trichoferma reesei* C2730 (*aqueous solution*, ≥ 700 units/g) dengan pH dan suhu optimum 4.5 - 6.0 dan 50 - 60°C yang terdiri dari komponen endoglukanase sebagaimana terlampir pada lampiran 16. Oleh karena itu, polisakarida jahe merah dengan rantai yang lebih pendek dan berat molekul yang lebih rendah daripada selulase menjadi target produk ekstraksi yang dihasilkan melalui hidrolisis parsial, sehingga tidak terjadi degradasi total hingga unit paling sederhana (monosakarida).

1.2.6 Enzim Alfa Amilase

Amilase atau glikosidik hidrolase merupakan kelompok enzim yang memiliki kemampuan dalam menghidrolisis ikatan alfa 1,4 dan 1,6 glikosidik pada rantai polisakarida pati yang menghasilkan produk-produk berupa dekstrin, oligosakarida, maltotriosa, maltosa, dan glukosa (Saini et al., 2017; Vianey et al., 2022). Amilase dapat diperoleh baik dari tanaman, hewan, dan mikroorganisme. Akan tetapi bakteri dari genus *Bacillus* khususnya *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, serta *Bacillus amyloliquefaciens* dan fungi dari genus *Aspergillus* sp dan *Rhizopus* sp merupakan sumber amilase yang telah digunakan secara luas dalam skala industri



(2021; Joshi et al., 2021). Mikroorganisme tersebut terutama termofilik mampu bertahan pada suhu di atas 55°C. Selain itu dapat tumbuh di lingkungan yang ekstrim seperti pH dan yang beragam, serta adanya senyawa toksik. Sehingga, mampu menghasilkan enzim yang bersifat termotoleran dan pH (Devi et al., 2023)

Berdasarkan posisi pemecahannya, kelompok enzim amilase terbagi menjadi dua yaitu endoamilase dan eksoamilase. Endoamilase akan memecah ikatan glikosidik pada bagian tengah secara acak, sedangkan eksoamilase akan memecah ikatan glikosidik dari rantai ujung non reduksi (Kr & Rastogi, 2020). Berdasarkan tipe ikatan yang dipecah, kelompok enzim ini terbagi atas tiga jenis yaitu α -amilase (endo-1,4- α -Dglucohydrolase), β -amilase (β -1,4-glucan maltohydrolase), dan γ -amilase (amyloglucosidase/ glucoamylase) (Martin et al., 2019). Alfa-amilase tergolong dalam kelompok endoamilase yang berperan dalam memotong ikatan α -1,4 glikosidik pada bagian tengah rantai polisakarida secara acak menghasilkan produk akhir berupa glukosa, maltosa, dan dekstrin (Gazali et al., 2018; Saini et al., 2017). Beta-amilase tergolong dalam eksoamilase yang memiliki kemampuan membelah ikatan glikosidik dengan melepas dua unit glukosa sekaligus setiap pemecahannya menghasilkan maltosa (Devi et al., 2023). Adapun γ -amilase (glukoamilase) mampu memotong rantai alfa 1,4 dan 1,6 glikosidik menghasilkan glukosa, maltose, dan limit dekstrin (Martin et al., 2019).

Pengaplikasian enzim amilase sangat luas mencakup berbagai bidang industri seperti industri tekstil, kertas, farmasi, biogas, deterjen, sirup, dan kesehatan. Oleh karena itu, enzim ini telah diproduksi secara massif untuk memenuhi kebutuhan industri. Saat ini, alfa amilase menjadi enzim terbesar yang diproduksi yaitu 25-30% total produksi enzim di dunia (Gazali et al., 2018; Vianey et al., 2022). Dalam penelitian ini, digunakan enzim α amylase dari *Bacillus licheniformis* A4551 (*lyophilized powder*, 500-1500 units/mg protein) dengan pH dan suhu optimum 6,5 dan 40°C. Penelitian (Y. R. Song et al., 2018) menunjukkan bahwa selama proses ekstraksi polisakarida dari ginseng dengan bantuan enzim α -amilase, dilepaskan polisakarida pektin parsial yang dibuktikan dengan adanya kandungan rasio arabinosa, galaktosa, dan asam galakturonat yang jauh lebih tinggi pada polisakarida ginseng dengan alfa amilase, dan rasio glukosa yang lebih rendah daripada polisakarida ginseng dari bantuan ekstraksi enzim selulase (FGEP-C).

1.3 Rumusan Masalah

Polisakarida menjadi salah satu komponen potensial yang dapat dikembangkan sebagai alternatif bahan baku pangan fungsional sebagai upaya preventif atau pencegahan berbagai macam penyakit. Penelitian terkait ekstraksi polisakarida dari berbagai bahan alami telah dilakukan sebelumnya dengan berbagai metode, namun penelitian ekstraksi polisakarida dari jahe merah dengan metode *enzyme assisted extraction* hingga saat ini belum ditemukan. Adapun penelitian terkait ekstraksi polisakarida dari jahe merah metode *hot water extraction* dan *alkaline assisted extraction* telah dilakukan sebelumnya dan diperoleh hasil bahwa ekstrak



jahe merah memiliki aktivitas antioksidan. Namun, kedua metode ini tidak efektif karena *yield* yang dihasilkan cukup rendah. Selain itu, penggunaan suhu tinggi dan jumlah pelarut yang cukup banyak dapat mempengaruhi aktivitas fungsional dari polisakarida jahe merah. Diperlukan suatu pengembangan metode ekstraksi sehingga polisakarida yang dihasilkan meningkat dan memaksimalkan potensi

bioaktif dari polisakarida jahe merah.

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Untuk mengetahui karakteristik polisakarida jahe merah berdasarkan komposisi kimianya
2. Untuk mengetahui sifat fungsional polisakarida jahe merah yang diekstrak menggunakan metode *Enzyme Assisted Extraction*
3. Untuk mengetahui penggunaan enzim terbaik dalam proses ekstraksi polisakarida jahe merah

Adapun manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini dapat berguna untuk pengembangan makanan fungsional berbahan baku polisakarida dari jahe merah, dan dapat berguna sebagai dasar penelitian lanjutan mengenai ekstraksi polisakarida dari berbagai bahan alami khususnya jahe merah.

