

# BAB I PENDAHULUAN

## I.1 Latar Belakang

*Centella asiatica* (L.) Urban atau pegagan merupakan tanaman herbal dengan kandungan senyawa aktif utama berupa triterpen pentasiklik seperti *asiaticoside*, *asiatic acid*, *madecassoside*, dan *madecassic acid*, serta berbagai senyawa fenolik yang berpotensi bioaktif (Singh & Singh, 2024). Kandungan bioaktif pegagan dimanfaatkan dalam pengobatan berbagai gangguan neurologis, kulit, imun, dan metabolik (Wahyuni dkk., 2025). Bioaktivitas dan bioavailabilitas ekstraknya sering kali rendah karena sebagian metabolit sekunder, seperti flavonoid dan fenolik terikat, sulit diekstraksi hanya dengan pelarut konvensional. Selain itu, metabolit tersebut umumnya berada dalam bentuk glikosida. Hal ini menjadikan biotransformasi berpotensi meningkatkan ketersediaan senyawa aktif melalui konversi glikosida menjadi aglikon serta pelepasan fenolik terikat tanpa merusak kerangka karbonnya (Kanimozi & Sukumar, 2025). Salah satu alternatif metode dalam biotransformasi adalah *Solid State fermentation (SSF)*.

*Solid-State Fermentation* didefinisikan mikroorganisme tumbuh pada media padat tanpa adanya fase cair bebas melalui operasi yang sederhana, biaya moderat dan ramah lingkungan (Mattedi dkk., 2023). Islam dkk., (2024) melaporkan studi pada tepung gandum utuh menunjukkan bahwa *SSF* dengan *Lactobacillus plantarum* mampu melepaskan fenolik terikat menjadi fenolik bebas serta secara signifikan meningkatkan total fenolik, flavonoid, dan

kapasitas antioksidan hingga >200–500% setelah 72 jam fermentasi. Peningkatan ini berkaitan dengan peran mikroorganisme *Lactobacillus plantarum* selama proses fermentasi dalam memproduksi enzim seperti  $\beta$ -glukosidase, protease, dan amilase yang berperan dalam hidrolisis ikatan glikosidik dan pelepasan senyawa aglikon bioaktif (Paventi dkk., 2025).

Pelepasan senyawa bioaktif melalui fermentasi perlu didukung oleh teknik ekstraksi yang efisien untuk mengoptimalkan perolehannya. Ekstraksi adalah proses pemisahan senyawa bioaktif dari bahan alami menggunakan pelarut tertentu sesuai sifat senyawa target (Syamsul dkk., 2020). Metode konvensional yang umum digunakan adalah maserasi berupa perendaman bahan dalam pelarut pada suhu ruang selama 3–5 hari untuk melarutkan senyawa berdasarkan kesesuaian polaritas (Evitasari & Susanti, 2021). Metode ini dikenal sederhana dan berbiaya rendah, tetapi memerlukan waktu relatif lama serta penggunaan pelarut dalam jumlah besar (Triyanti dkk., 2025). Keterbatasan tersebut mendorong pengembangan teknik maserasi dengan penambahan agitasi mekanik menggunakan shaker yang mampu meningkatkan efisiensi proses dan mempercepat waktu ekstraksi menjadi sekitar 24 jam, bahkan hingga 1 jam pada kondisi tertentu (Rosa dkk., 2022). Percepatan waktu ekstraksi ini tidak serta-merta menghilangkan berbagai keterbatasan, mengingat mekanismenya tetap bergantung pada mekanisme difusi konvensional yang relatif lambat, konsumsi energi yang tinggi dan tidak cocok untuk senyawa yang bersifat termolabil (Samanta dkk., 2025). Kondisi ini mendorong pengembangan metode ekstraksi berbasis energi gelombang mikro,

yaitu *Microwave-Assisted Extraction (MAE)*, yang mampu mempercepat proses ekstraksi secara signifikan hingga kurang dari 30 menit.

*Microwave-Assisted Extraction (MAE)* merupakan teknik ekstraksi berbasis gelombang elektromagnetik nonionik (300 MHz–300 GHz) yang memanfaatkan pemanasan dielektrik melalui interaksi gelombang mikro dengan molekul polar dalam matriks sampel (Airouyuwa dkk., 2023). Interaksi ini menyebabkan rotasi dipol dan peningkatan suhu secara cepat sehingga terjadi disrupti dinding sel dan pelepasan senyawa intraseluler ke pelarut. Metode ini memiliki keunggulan berupa waktu ekstraksi lebih singkat, peningkatan selektivitas & hasil perolehan, serta penggunaan pelarut yang lebih efisien dibandingkan metode konvensional (Kumar & Gomez, 2024). Pada ekstraksi *Ginkgo biloba*, metode maserasi 12–24 jam menghasilkan total fenolik sebesar 32,2 mg GAE/g, sedangkan penggunaan orbital shaker dengan durasi yang sama menunjukkan hasil lebih rendah, yaitu 15,4 mg GAE/g. Sebaliknya, MAE dengan waktu hanya 20 menit menghasilkan total fenolik tertinggi sebesar 36,2 mg GAE/g (Kaur dkk., 2012). Data tersebut menunjukkan bahwa MAE tidak hanya memperpendek waktu ekstraksi secara signifikan, tetapi juga meningkatkan perolehan senyawa fenolik. Kombinasi pelarut polar dan daya microwave tinggi tanpa pengendalian suhu dapat memicu peningkatan temperatur yang berpotensi menyebabkan degradasi senyawa termolabil serta terbentuknya *hot spots* yang menurunkan reproduktibilitas hasil (Luo dkk., 2021). Strategi pengendalian proses sangat

diperlukan untuk hal ini, khususnya dengan pengaturan siklus pemanasan singkat (*intermittent short cycle*) untuk mencegah *overheating*.

*Intermittent short cycle* MAE adalah siklus pemanasan microwave secara bergantian dengan periode pendinginan singkat untuk mencegah *overheating* akibat pemanasan tidak terkendali (Wani & Patidar, 2025). Penelitian Mardokić dkk. (2023) menunjukkan bahwa pada daya 100 W, penggunaan waktu ekstraksi singkat (30 detik) dengan mode *intermittent* menghasilkan *Total Phenolic Content* (TPC) tertinggi. Perpanjangan waktu hingga 105 dan 180 s justru menyebabkan penurunan TPC. Temuan tersebut menunjukkan bahwa metode ekstraksi MAE efektif dalam meningkatkan perolehan senyawa bioaktif melalui peningkatan efisiensi disrupti matriks tanaman, namun pengoptimalan MAE pada ekstraksi produk fermentasi masih terbatas dilaporkan.

Penelitian ini dilakukan dalam rangka mengoptimalkan perolehan senyawa aktif, khususnya fenolik dan triterpenoid dari produk fermentasi pegagan melalui pendekatan MAE. Penelitian ini menerapkan metode *intermittent short cycle* MAE, di mana ekstrak dengan kandungan total fenolik dan total triterpenoid tertinggi dipilih sebagai kondisi optimum. Selanjutnya, ekstrak tersebut dibandingkan dengan ekstrak hasil metode ekstraksi konvensional menggunakan orbital shaker selama 1 jam. Profil metabolit ekstrak kemudian dianalisis menggunakan LC-MS dan dilanjutkan dengan pengujian bioaktivitas sebagai validasi terhadap efektivitas kondisi ekstraksi optimum dalam meningkatkan kualitas biologis ekstrak hasil fermentasi.

Pendekatan ini diharapkan dapat menggambarkan efektivitas MAE dalam meningkatkan perolehan senyawa aktif pada produk fermentasi serta membuka peluang penerapannya pada produk fermentasi lainnya.

## **I.2 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan kondisi paling optimal pada variasi durasi fermentasi singkat pegagan menggunakan *Lactobacillus plantarum* terhadap peningkatan kandungan total fenolik dan total triterpenoid.
2. Menentukan perbandingan metode ekstraksi *Microwave-Assisted Extraction* (variasi daya, waktu iradiasi, dan polaritas pelarut) dan *Orbital Shaker Extraction* terhadap hasil total fenolik dan triterpenoid produk fermentasi pegagan.
3. Menentukan profil LC-MS dan bioaktivitas ekstrak produk fermentasi pegagan dengan kandungan total fenolik dan triterpenoid tertinggi hasil *Microwave-Assisted Extraction* dibandingkan dengan hasil *Orbital Shaker Extraction*.