

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sel darah merah pekat atau *Packed Red Cells* (PRC) merupakan komponen darah krusial untuk berbagai intervensi medis dan transfusi darurat. Namun, utilitasnya dibatasi oleh masa simpan yang singkat, yakni 35–42 hari pada suhu 2–6 °C (Carson *et al.*, 2023). Laporan *World Health Organization* menunjukkan bahwa di negara-negara berkembang, penyebab utama pembuangan darah donor adalah masa simpan yang habis atau kedaluwarsa dengan menyumbang angka sebesar 23% dari total pemusnahan darah (WHO, 2022).

Dinamika pelayanan di lapangan juga menjadi permasalahan, di mana sering terjadi pembatalan permintaan transfusi yang terlambat atau ketidaksesuaian prediksi kebutuhan darah, yang akhirnya menumpuk di penyimpanan hingga melewati batas waktunya (*expired*). Secara biologis, lama penyimpanan menyebabkan perubahan biokimia dan morfologis sel sehingga PRC tidak lagi memenuhi standar keamanan transfusi (Yoshida, Prudent dan D'Alessandro, 2019). Sesuai aturan Permenkes RI No. 18/2020, PRC kedaluwarsa ini harus dimusnahkan sebagai limbah medis. Meskipun demikian, PRC kedaluwarsa ini sejatinya masih kaya akan nutrisi esensial seperti hemoglobin dan zat besi. Lisis parsial yang terjadi selama penyimpanan justru berpotensi mempermudah pelepasan nutrisi

intraseluler, membuka peluang pemanfaatannya sebagai suplemen media kultur mikrobiologi yang bernilai guna (Casino *et al.*, 2023).

Laboratorium mikrobiologi klinik bergantung pada media agar darah untuk isolasi dan identifikasi bakteri patogen, dengan visualisasi reaksi hemolisis sebagai salah satu parameter kunci. Standar emas media ini adalah agar darah domba, karena kemampuannya menunjukkan zona hemolisis yang jernih dan stabil (Bonnet *et al.*, 2019; Egwuatu *et al.*, 2014). Namun, ketergantungan pada darah domba menimbulkan tantangan operasional signifikan, terutama di negara berkembang, karena biaya tinggi berkisar antara Rp300.000 hingga Rp500.000 per 50-100 ml dan ketersediaan yang terbatas, sehingga menghambat diagnostik laboratorium dengan sumber daya minim (Orekan *et al.*, 2021).

Komponen *Packed Red Cells* (PRC) mengandung eritrosit pekat dengan kadar hematokrit tinggi (60-70%) yang telah melalui proses sentrifugasi untuk memisahkan plasma darah, sehingga secara teoritis mampu menghasilkan zona hemolisis yang serupa pada media agar darah standar (Juariah *et al.*, 2019). Pemilihan PRC dalam penelitian ini didasarkan pada fakta lapangan bahwa PRC adalah komponen darah yang paling banyak diproduksi dan disimpan oleh Unit Transfusi Darah. Sehingga, jenis limbah yang paling banyak tersedia untuk dimanfaatkan adalah PRC. Dari aspek keamanan, sampel PRC juga terjamin karena telah melalui prosedur skrining ketat (IMLTD) dan dipastikan non-reaktif terhadap HIV, Hepatitis B, Hepatitis C, dan Sifilis. Penggunaan darah

manusia yang telah kedaluwarsa dari unit transfusi darah dapat menjadi solusi pemanfaatan limbah biologis potensial yang aman dan efisien (Djannatun *et al.*, 2008).

Untuk menguji kelayakan media alternatif ini, *Streptococcus agalactiae* dipilih sebagai mikroorganisme model. Pemilihan ini didasarkan pada dua karakteristik yaitu sifatnya yang *fastidious* yaitu membutuhkan nutrisi kompleks dan kemampuannya menghasilkan zona β -hemolisis yang jernih. Sifat *fastidious*nya menjadikan bakteri ini indikator yang sensitif untuk menilai apakah PRC kedaluwarsa dapat menyediakan nutrisi yang memadai untuk pertumbuhan (Al Hazzani *et al.*, 2018). Kedua, kemampuannya menghasilkan zona β -hemolisis yang jernih berfungsi sebagai parameter fungsional untuk menguji integritas sel darah merah dalam media (Armistead dkk., 2019). Mengingat perannya sebagai patogen klinis penting pada neonatus dan orang dewasa, penggunaan *S. agalactiae* memastikan bahwa evaluasi media ini relevan untuk aplikasi diagnostik di laboratorium (Raabe dan Shane, 2019).

Pemanfaatan darah manusia, mulai diteliti sebagai alternatif potensial pengganti darah domba dalam pembuatan media kultur bakteri. Beberapa penelitian telah mengevaluasi penggunaan darah manusia sebagai alternatif darah domba dalam media kultur bakteri. Studi oleh (Miguel and Pereira, 2024) serta (Niederstebruch *et al.*, 2017) menunjukkan bahwa media dari darah manusia mampu mendukung pertumbuhan bakteri dengan hasil yang sebanding dengan media standar. Namun, studi-studi tersebut

umumnya menggunakan darah manusia segar (*fresh donor*) bukan darah kedaluwarsa atau limbah. Penelitian yang secara spesifik mengevaluasi performa media kultur dari PRC yang telah resmi kedaluwarsa masih sangat terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini mengisi celah penting dengan mengubah limbah menjadi sumber daya, tanpa mengganggu stok darah untuk pelayanan klinis.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi potensi limbah PRC kedaluwarsa sebagai media kultur alternatif untuk pertumbuhan *Streptococcus agalactiae*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ganda yakni menyediakan solusi inovatif untuk pengelolaan limbah biologis di unit bank darah dan mengembangkan alternatif media kultur yang terjangkau dan berkelanjutan untuk laboratorium dengan keterbatasan sumber daya, sejalan dengan prinsip memaksimalkan nilai guna setiap darah yang didonasikan.

B. Rumusan Masalah

1. Apakah terdapat perbedaan rerata jumlah koloni bakteri *Streptococcus agalactiae* yang tumbuh pada media *Packed Red Cells* (PRC) kedaluwarsa dan media agar darah domba?
2. Apakah terdapat perbedaan rerata diameter zona hemolisis bakteri *Streptococcus agalactiae* pada media agar *Packed Red Cells* (PRC) kedaluwarsa dibandingkan dengan agar darah domba?

3. Bagaimana karakteristik morfologi koloni bakteri *Streptococcus agalactiae* yang tumbuh pada media *Packed Red Cells* (PRC) kedaluwarsa dibandingkan dengan media agar darah domba?

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Mengetahui potensi *Packed Red Cells* (PRC) kedaluwarsa sebagai media alternatif pengganti agar darah domba ditinjau dari efektifitas pertumbuhan dan hemolisis bakteri *Streptococcus agalactiae*.

2. Tujuan Khusus

- a. Mengetahui perbedaan rerata diameter zona hemolisis (mm) bakteri *Streptococcus agalactiae* antara media agar PRC kedaluwarsa dan media agar darah domba.
- b. Mengamati gambaran karakteristik morfologi koloni bakteri *Streptococcus agalactiae* yang tumbuh pada kedua jenis media.
- c. Menentukan efektivitas penggunaan media agar PRC kedaluwarsa sebagai substitusi agar darah domba berdasarkan parameter pertumbuhan dan zona hemolisis.

D. Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini berada pada bidang ilmu Teknologi Laboratorium Medis, khususnya mencakup bidang Bakteriologi.

E. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu bakteriologi, khususnya terkait pemanfaatan komponen darah kedaluwarsa (PRC) sebagai sumber eritrosit alternatif dalam formulasi media kultur. Hasil penelitian dapat memperkaya literatur mengenai karakteristik performa media berbasis PRC terhadap pertumbuhan dan zona hemolisis *Streptococcus agalactiae*.

2. Manfaat Praktis

Penelitian ini memberikan potensi solusi media kultur yang lebih ekonomis dan mudah diakses, terutama untuk laboratorium mikrobiologi di daerah dengan keterbatasan sumber daya. Selain itu, pemanfaatan PRC kedaluwarsa dapat mengurangi jumlah limbah biologis B3 serta memberi nilai guna baru bagi komponen darah yang sudah tidak layak transfusi.

F. Keaslian Penelitian

Berdasarkan telaah pustaka yang telah dilakukan, penelitian yang secara spesifik “Potensi Penggunaan *Packed Red Cells* (PRC) Kedaluwarsa sebagai Media Kultur Alternatif untuk Pertumbuhan dan Zona Hemolisis Bakteri *Streptococcus agalactiae*” belum pernah dilakukan sebelumnya, khususnya di lingkungan Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Poltekkes Kemenkes Yogyakarta. Penelitian serupa telah dilakukan oleh :

1. Penelitian oleh Putri dkk., (2024) “Pengaruh Variasi Waktu Simpan Darah Donor yang Kedaluwarsa pada Pembuatan Media Agar Darah terhadap Diameter Zona Hemolisis Bakteri *Staphylococcus aureus*”

Persamaan: Sama-sama menggunakan darah manusia kedaluwarsa sebagai bahan utama media kultur alternatif dan mengukur parameter zona hemolisis.

Perbedaan: Penelitian ini menggunakan bakteri uji *Staphylococcus aureus* dan lebih berfokus pada pengaruh variasi lama waktu simpan darah kedaluwarsa. Sementara penelitian yang akan dilakukan menggunakan bakteri *Streptococcus agalactiae* dan ditambah dengan mengukur parameter jumlah koloni.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi waktu darah donor yang kedaluwarsa pada pembuatan media agar darah tidak berpengaruh terhadap diameter zona hemolisis *Staphylococcus aureus*.

2. Penelitian oleh Miguel dan Pereira (2024) “*Evaluation of The Feasibility for Replacing Sheep Blood with Human Blood in Culture Media Used in Microbiological Diagnostics*”

Persamaan : Sama-sama bertujuan mengevaluasi kelayakan darah manusia sebagai pengganti darah domba untuk media kultur bakteri dan menguji bakteri dari genus *Streptococcus* (*S. pyogenes* dan *S. pneumoniae*).

Perbedaan : Penelitian ini masih menggunakan darah manusia segar berupa *Whole Blood* yang diambil dari donor sehat sesaat sebelum

pembuatan media. Penelitian yang akan dilakukan spesifik memanfaatkan limbah *Packed Red Cells* (PRC) kedaluwarsa dan secara khusus menggunakan *S. agalactiae* sebagai indikator biologis.

Hasil penelitian menunjukkan beberapa bakteri (*E. coli*, *S. pyogenes*, *S. aureus*, *E. faecalis*) tumbuh baik pada agar darah manusia, meski sebagian membutuhkan waktu inkubasi lebih lama.

3. Penelitian (Maulana dan Wijayanti, 2023) “Kualitas Media Agar Darah Manusia dan Domba pada Pertumbuhan *Streptococcus β hemolyticus*”

Persamaan: Sama-sama membandingkan media agar darah manusia dengan darah domba dan menggunakan bakteri dari genus *Streptococcus* yang bersifat beta hemolitik.

Perbedaan: Penelitian tersebut menggunakan darah manusia (*whole blood*) dan kelompok bakteri *Streptococcus β hemolyticus*. Penelitian yang akan dilakukan secara spesifik menggunakan limbah PRC kedaluwarsa dan spesies bakteri *Streptococcus agalactiae*.

Hasil penelitian menunjukkan pertumbuhan hemolisis *Streptococcus β hemolyticus* terjadi lebih cepat pada agar darah domba dibandingkan darah manusia.