



THERAPEUTIC PLASMA EXCHANGE IN SEPTIC SHOCK PATIENTS: A SCOPING REVIEW OF CLINICAL EVIDENCE (2015–2024)

Saparingga Dasti Putri ^{1*}, Ayu Prawesti Priambodo ², Natalia Tambunan ³,
Sultan Muhammad Wahyu Pamungkas ⁴

^{1,3,4} Universitas Adhirajasa Reswara Sanjaya, Indonesia

² Universitas Padjadjaran, Indonesia

(Article History: Submitted 2025-12-20, Accepted 2026-02-07, Published 2026-07-01)

ABSTRAK

Syok septik merupakan kondisi kritis dengan mortalitas tinggi akibat respons inflamasi sistemik dan disfungsi organ multipel. Therapeutic Plasma Exchange (TPE) diusulkan sebagai terapi adjuvan untuk mengeliminasi mediator inflamasi dan memperbaiki homeostasis vaskular. Penelitian ini bertujuan memetakan dan mensintesis bukti klinis penggunaan TPE pada pasien syok septik. Penelitian menggunakan desain scoping review berdasarkan kerangka Arksey dan O'Malley dengan pelaporan mengikuti PRISMA-ScR. Pencarian literatur dilakukan pada PubMed, ScienceDirect, Sage Journals, dan Springer Nature untuk artikel berbahasa Inggris tahun 2015–2024. Sebanyak 12 studi memenuhi kriteria inklusi dan dianalisis secara tematik. Hasil menunjukkan bahwa TPE berhubungan dengan perbaikan parameter hemodinamik, modulasi respons inflamasi, perlindungan fungsi endotel, regulasi koagulasi, peningkatan kadar imunoglobulin, serta penurunan mortalitas jangka pendek pada beberapa studi. Namun, kekuatan bukti masih terbatas karena heterogenitas desain, ukuran sampel kecil, dan variasi protokol. TPE berpotensi sebagai terapi adjuvan pada syok septik refrakter, tetapi diperlukan uji klinis acak berskala besar sebelum direkomendasikan secara luas.

Kata Kunci: Therapeutic Plasma Exchange, Syok Septik, Terapi Adjuvan, Respons Inflamasi, Perawatan Kritis

ABSTRACT

Septic shock is a critical condition with high mortality caused by systemic inflammatory responses and multiple organ dysfunction. Therapeutic Plasma Exchange (TPE) has been proposed as an adjunctive therapy to eliminate inflammatory mediators and restore vascular homeostasis. This study aimed to map and synthesize clinical evidence on the use of TPE in patients with septic shock. A scoping review design was employed based on the Arksey and O'Malley framework, with reporting guided by PRISMA-ScR. Literature searches were conducted in PubMed, ScienceDirect, Sage Journals, and Springer Nature for English-language articles published between 2015 and 2024. A total of 12 studies met the inclusion criteria and were analyzed thematically. The results indicated that TPE was associated with improvements in hemodynamic parameters, modulation of inflammatory responses, endothelial protection, coagulation regulation, increased immunoglobulin levels, and reduced short-term mortality in several studies. However, the strength of evidence remains limited due to heterogeneity in study design, small sample sizes, and protocol variability. TPE shows potential as an adjunctive therapy, but large-scale randomized trials are needed before widespread recommendation.

Keywords: Therapeutic Plasma Exchange, Septic Shock, Adjunctive Therapy, Inflammatory Response, Critical Care Nursing

PENDAHULUAN

Sepsis merupakan kondisi medis serius akibat respons tubuh yang tidak terkontrol terhadap infeksi dan dapat berujung pada disfungsi organ

serta kematian. Secara global, sepsis dilaporkan menyebabkan sekitar 48,9 juta kasus dan lebih dari 11 juta kematian setiap tahunnya, menjadikannya salah satu tantangan utama dalam perawatan kritis

✉ Alamat Korespondensi:

Universitas Adhirajasa Reswara Sanjaya, Indonesia
Email: saparingga@ars.ac.id ^{1*}

(Rudd et al., 2020). Syok septik merupakan bentuk paling berat dari sepsis yang ditandai dengan hipotensi persisten meskipun telah dilakukan resusitasi cairan adekuat, disertai disfungsi organ multipel yang mengancam jiwa (Singer et al., 2016).

Meskipun pedoman standar pengelolaan sepsis seperti pemberian antibiotik tepat waktu, resusitasi cairan, dan penggunaan vasopresor telah diterapkan secara luas, angka mortalitas pada pasien syok septik masih tergolong tinggi, terutama pada kasus berat dan refrakter terhadap terapi standar. Kondisi ini menunjukkan bahwa respons inflamasi sistemik yang tidak terkendali dan disfungsi vaskular masih menjadi faktor utama kegagalan terapi konvensional.

Therapeutic Plasma Exchange (TPE) muncul sebagai terapi adjuvan yang berpotensi menargetkan mekanisme patofisiologis tersebut secara langsung. TPE bekerja dengan mengeliminasi mediator inflamasi, toksin, dan molekul berbahaya dari plasma pasien, sekaligus menggantikan komponen plasma protektif yang berperan dalam menjaga keseimbangan imun dan sistem koagulasi (Knaup et al., 2018; Stahl et al., 2020). Beberapa studi melaporkan perbaikan parameter hemodinamik, penurunan kebutuhan vasopresor, serta perbaikan biomarker inflamasi setelah pemberian TPE pada pasien syok septik. Namun, temuan tersebut masih berasal dari studi dengan desain dan ukuran sampel yang terbatas.

Meskipun sejumlah penelitian telah mengevaluasi penggunaan TPE pada syok septik, hingga saat ini belum terdapat pemetaan komprehensif yang merangkum mekanisme kerja, variasi protokol terapi, serta luaran klinis yang relevan secara khusus bagi praktik keperawatan kritis. Selain itu, bukti yang tersedia masih heterogen dan didominasi oleh studi observasional serta uji klinis berskala kecil, sehingga menyulitkan penarikan kesimpulan definitif melalui pendekatan systematic review.

Dari perspektif keperawatan kritis, penerapan TPE memiliki implikasi penting terhadap peran perawat dalam pemantauan hemodinamik, manajemen terapi suportif, observasi respons inflamasi, serta pencegahan komplikasi selama dan setelah prosedur TPE. Namun, hingga kini kontribusi dan implikasi TPE terhadap praktik keperawatan kritis belum banyak dibahas secara eksplisit dalam literatur.

Oleh karena itu, scoping review ini dilakukan untuk memetakan dan mensintesis bukti klinis terkini mengenai penggunaan *Therapeutic Plasma Exchange* pada pasien syok septik, dengan fokus pada mekanisme terapi, variasi protokol, luaran klinis, serta implikasinya bagi praktik keperawatan kritis. Hasil tinjauan ini diharapkan dapat menjadi

dasar bagi pengembangan penelitian lanjutan dan mendukung pengambilan keputusan klinis berbasis bukti dalam konteks perawatan intensif.

METODE PENELITIAN

Study design

Penelitian ini menggunakan pendekatan scoping review berdasarkan kerangka Arksey dan O'Malley (2005), yang bertujuan untuk memetakan secara sistematis cakupan dan karakteristik bukti ilmiah yang tersedia, mengidentifikasi konsep utama, serta menyoroti kesenjangan penelitian pada topik tertentu. Pendekatan scoping review dipilih karena bukti terkait penggunaan *Therapeutic Plasma Exchange* (TPE) pada syok septik masih terbatas, heterogen, dan mencakup berbagai desain studi, sehingga belum memungkinkan dilakukan systematic review dengan meta-analisis yang kuat.

Kerangka Arksey dan O'Malley terdiri dari enam tahap utama, yaitu: (1) merumuskan pertanyaan penelitian, (2) mengidentifikasi literatur yang relevan, (3) memilih studi sesuai kriteria inklusi, (4) memetakan data, (5) merangkum dan melaporkan hasil, serta (6) konsultasi dengan ahli (*consultation exercise*). Tahap konsultasi dilaksanakan untuk memvalidasi relevansi klinis dan memperkaya interpretasi temuan, tanpa memengaruhi proses seleksi studi.

Dalam scoping review ini, penilaian kualitas metodologis atau risiko bias dari studi yang disertakan tidak dilakukan, sejalan dengan tujuan utama scoping review yang berfokus pada pemetaan bukti, bukan pada penilaian efektivitas intervensi atau penyusunan rekomendasi klinis definitif. Meskipun demikian, karakteristik desain studi dan keterbatasan metodologis masing-masing penelitian tetap dilaporkan secara deskriptif untuk memberikan konteks terhadap kekuatan dan keterbatasan bukti yang tersedia.

Proses pelaporan hasil penelitian mengikuti pedoman PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR) untuk memastikan transparansi, konsistensi, dan kelengkapan pelaporan.

Defining the research questions

Penelitian scoping review ini dirancang untuk menjawab pertanyaan penelitian berikut:

1. Bagaimana karakteristik dan mekanisme kerja *Therapeutic Plasma Exchange* (TPE) yang dilaporkan dalam studi klinis pada pasien dewasa dengan syok septik?
2. Apa saja variasi protokol TPE serta luaran klinis yang dilaporkan, termasuk parameter hemodinamik, respons inflamasi, dan mortalitas pada pasien syok septik?

3. Apa implikasi temuan penggunaan TPE terhadap praktik keperawatan kritis dalam pengelolaan pasien syok septik?

Identifying the relevant literature

Proses identifikasi literatur dilakukan secara sistematis untuk memperoleh cakupan bukti yang komprehensif. Strategi pencarian dikembangkan berdasarkan kerangka Population, Concept, dan Context (PCC). Populasi yang dituju adalah pasien dewasa dengan syok septik, konsep utama adalah penerapan *Therapeutic Plasma Exchange* (TPE), dan konteks penelitian adalah praktik klinis di rumah sakit dan unit perawatan intensif.

Pencarian literatur dilakukan pada basis data PubMed, ScienceDirect, Sage Journals, dan Springer Nature untuk artikel berbahasa Inggris yang diterbitkan dalam rentang waktu Januari 2015 hingga Desember 2024, sesuai dengan kriteria pada abstrak. Pada basis data PubMed, pencarian dilakukan menggunakan kombinasi Medical Subject Headings (MeSH) dan kata kunci bebas untuk meningkatkan sensitivitas dan spesifisitas pencarian.

Strategi pencarian pada PubMed adalah sebagai berikut:

("Therapeutic Plasma Exchange" [MeSH] OR "plasma exchange" OR "plasmapheresis") AND ("Septic Shock" [MeSH] OR "sepsis" OR "septic shock")

Strategi serupa dengan penyesuaian sintaks digunakan pada basis data lainnya dengan mengombinasikan kata kunci "Therapeutic Plasma Exchange", "Septic Shock", "Immune Modulation", dan "Inflammatory Response", menggunakan operator Boolean AND dan OR.

Seluruh hasil pencarian diekspor dan dikelola menggunakan perangkat lunak manajemen referensi EndNote X9.2 untuk mengidentifikasi duplikasi dan memfasilitasi proses seleksi studi lebih lanjut.

Selecting studies

Proses seleksi studi dilakukan secara bertahap oleh dua peneliti secara independen untuk memastikan objektivitas dan konsistensi dalam pemilihan artikel. Pada tahap awal, judul dan abstrak dari seluruh hasil pencarian disaring untuk mengecualikan artikel yang tidak relevan dengan tujuan dan kriteria penelitian. Apabila terjadi perbedaan pendapat antara kedua peneliti, diskusi dilakukan untuk mencapai konsensus, dan jika diperlukan, peneliti ketiga dilibatkan sebagai penengah.

Studi yang diizinkan dalam tinjauan ini mencakup berbagai desain penelitian, yaitu uji

klinis acak (randomized controlled trials), studi kohort prospektif dan retrospektif, serta studi observasional. Pendekatan inklusif ini dipilih untuk memperoleh gambaran yang komprehensif mengenai penerapan *Therapeutic Plasma Exchange* (TPE) pada pasien syok septik dalam praktik klinis nyata.

Kriteria inklusi meliputi studi yang melibatkan pasien dewasa dengan diagnosis syok septik dan mengevaluasi penggunaan TPE sebagai terapi adjuvan, dengan luaran yang berkaitan dengan mekanisme kerja, parameter klinis, efektivitas, atau keamanan terapi. Studi yang dikecualikan meliputi artikel yang tidak tersedia dalam teks lengkap, publikasi non-penelitian (seperti editorial, surat kepada editor, buku, atau bab buku), studi pada populasi non-dewasa, serta artikel yang tidak relevan dengan fokus penelitian.

Artikel yang tidak berhasil diakses dalam bentuk teks lengkap meskipun telah dilakukan upaya penelusuran melalui basis data dan sumber institusional dikecualikan dari analisis karena keterbatasan dalam melakukan penilaian metodologis dan ekstraksi data yang memadai.

Dalam tinjauan ini, grey literature (seperti laporan institusi, disertasi, atau preprint) tidak disertakan, karena fokus penelitian diarahkan pada artikel yang telah melalui proses *peer review* untuk menjaga konsistensi kualitas dan keandalan bukti yang dianalisis. Setelah tahap penyaringan judul dan abstrak, artikel yang memenuhi kriteria dilanjutkan ke tahap peninjauan teks lengkap sebelum dimasukkan ke dalam analisis akhir.

Charting, summarizing and reporting the data

Setelah proses seleksi studi selesai, data dari seluruh artikel yang memenuhi kriteria inklusi diekstraksi menggunakan lembar ekstraksi data yang telah disusun secara sistematis. Proses ekstraksi data dilakukan secara independen oleh dua peneliti untuk memastikan akurasi dan konsistensi informasi. Data yang diekstraksi meliputi nama penulis, tahun publikasi, negara atau lokasi studi, tujuan penelitian, desain studi, karakteristik sampel, detail intervensi *Therapeutic Plasma Exchange* (TPE), serta temuan utama yang dilaporkan.

Apabila terdapat perbedaan dalam hasil ekstraksi data antara kedua peneliti, diskusi dilakukan untuk mencapai konsensus, dan jika diperlukan, peneliti ketiga dilibatkan sebagai penengah. Pendekatan ini bertujuan untuk meningkatkan validitas proses ekstraksi dan meminimalkan potensi bias dalam interpretasi data.

Dalam tinjauan ini, penilaian kualitas metodologis atau risiko bias dari studi yang disertakan tidak dilakukan, sejalan dengan tujuan

utama *scoping review* yaitu memetakan cakupan, karakteristik, dan jenis bukti yang tersedia, bukan untuk menilai efektivitas intervensi atau menghasilkan rekomendasi klinis definitif. Meskipun demikian, informasi mengenai desain studi dan keterbatasan metodologis masing-masing penelitian tetap disajikan secara deskriptif untuk memberikan konteks terhadap kekuatan bukti yang tersedia.

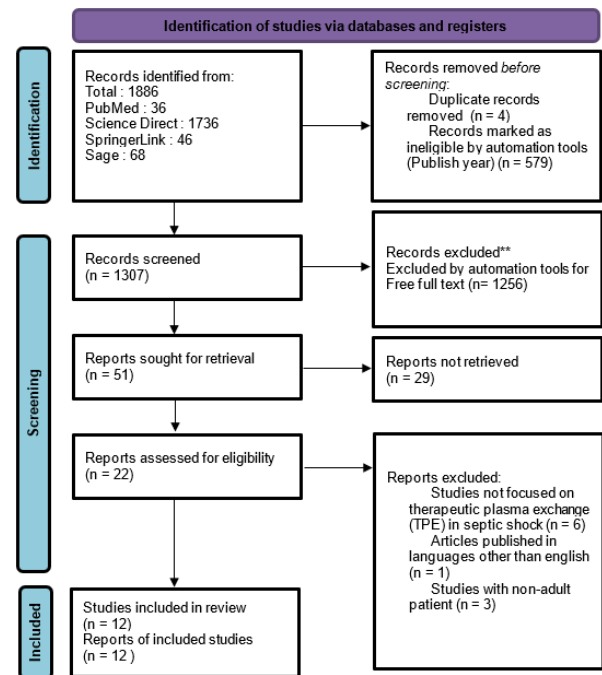
Data yang telah diekstraksi kemudian dianalisis menggunakan pendekatan deskriptif dan tematik untuk mengidentifikasi pola temuan utama antar studi. Hasil analisis dirangkum dan disajikan dalam bentuk tabel dan narasi, serta dilaporkan secara sistematis sesuai dengan pedoman PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR) guna memastikan transparansi dan kelengkapan pelaporan.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Setelah melalui proses seleksi yang ketat, sebanyak 12 artikel penelitian dipilih untuk dianalisis lebih lanjut dalam tinjauan ini. Studi-studi yang terpilih berfokus pada penerapan terapi Therapeutic Plasma Exchange (TPE) pada pasien dewasa dengan syok septik. Analisis terhadap karakteristik studi memberikan gambaran mengenai desain penelitian, populasi yang diteliti, jenis intervensi, serta hasil yang dilaporkan terkait efektivitas dan keamanan TPE.

Studi-studi yang dianalisis sebagian besar merupakan studi observasional prospektif dan retrospektif, serta beberapa uji klinis acak terbatas (RCT). Lokasi penelitian tersebar di berbagai negara, dengan dominasi studi dari Eropa dan Asia Timur. Jumlah partisipan dalam setiap studi bervariasi, mulai dari kelompok kecil hingga ratusan pasien. Semua studi fokus pada pasien dewasa dengan syok septik, dengan sebagian besar menilai efek TPE pada parameter hemodinamik, biomarker inflamasi, fungsi endotel, kadar imunoglobulin, dan mortalitas. Metode intervensi TPE dan protokolnya juga bervariasi antar studi, mencerminkan kurangnya konsensus standar dalam penerapan terapi ini.



Gambar 1. Diagram Alur PRISMA-ScR

Proses seleksi artikel dalam tinjauan ini mengikuti pedoman PRISMA Extension untuk Scoping Review. Pada tahap awal identifikasi, sebanyak 1886 artikel berhasil ditemukan, terdiri dari 1736 artikel dari Sciencedirect, 36 artikel dari PubMed, 68 Artikel dari Sage Journal dan 46 Artikel dari Springer Nature.. Sebelum proses penyaringan, dilakukan penghapusan artikel duplikat (n = 5) dan artikel yang tidak memenuhi kriteria berdasarkan tahun publikasi yang teridentifikasi melalui alat otomatisasi (n = 579). Pada tahap penyaringan, 1307 artikel masuk dalam skrining. Dari jumlah tersebut, artikel yang dieksklusi melalui melalui alat otomatisasi berdasarkan teks lengkap (n = 1256). Kemudian, sebanyak 51 artikel full-text dinilai kelayakannya, namun 29 artikel tidak berhasil diambil untuk ditinjau lebih lanjut. Dari 22 artikel yang dinilai, beberapa artikel dikeluarkan karena alasan berikut: tidak berfokus pada pengobatan syok septik dengan TPE (n = 6), dipublikasikan dalam bahasa selain bahasa Inggris (n = 1), studi bukan dengan pasien dewasa (n = 3). Akhirnya, setelah melalui proses seleksi yang ketat, 12 artikel memenuhi seluruh kriteria inklusi dan dimasukkan dalam tinjauan untuk analisis lebih lanjut. Proses seleksi ini memastikan hanya artikel yang memenuhi standar kualitas dan relevansi yang tinggi yang dipilih.

Berdasarkan ekstraksi data dari 12 studi yang dimasukkan, beberapa temuan kunci muncul mengenai Pertukaran Plasma Terapeutik (TPE) pada pasien syok septik:

a. Efek Hemodinamik

Beberapa studi menunjukkan bahwa TPE secara signifikan mengurangi kebutuhan

norepinefrin pada pasien syok septik. Studi menunjukkan pengurangan dosis norepinefrin yang lebih cepat dengan TPE dibandingkan dengan perawatan standar (SOC) (0,018 vs 0,005 µg/kg/menit per jam, p=0,004). Namun, studi mencatat bahwa perbaikan hemodinamik ini mungkin bersifat sementara pada pasien dengan syok refrakter yang terkait dengan pankreatitis akut.

b. Modulasi Inflamasi dan Imun

TPE menunjukkan efek bervariasi pada penanda inflamasi. Studi #22 menunjukkan TPE mengurangi protein fase akut (CRP, PTX3) dan IL-2Ra/CD25, meskipun memiliki efek terbatas pada sitokin pro-inflamasi. study juga menemukan bahwa TPE tidak secara signifikan mengurangi TNF-α atau IL-1β, dengan hanya IL-6 yang menunjukkan pengurangan setelah sesi kedua dan ketiga.

c. Fungsi Endotel

Studi mengungkapkan bahwa TPE mengurangi produk degradasi glikokaliks endotel (heparan sulfat) dan mengembalikan rasio Hpa-2/Hpa-1, berpotensi melindungi integritas glikokaliks endotel pada pasien syok septik.

d. Faktor Koagulasi

Studi menunjukkan pengurangan pada konsentrasi faktor jaringan (TF) (-18,3%) dan inhibitor jalur faktor jaringan (TFPI) (-20%) setelah TPE, menunjukkan efek modulasi pada koagulasi dalam syok septik.

e. Kadar Imunoglobulin

Studi melaporkan peningkatan signifikan pada kadar imunoglobulin pada pasien syok septik dengan nilai awal rendah setelah TPE, dengan peningkatan IgG +41%, IgG1 +96%, IgA +59%, dan IgM +55%, yang dikaitkan dengan pemulihan klinis yang lebih cepat.

f. Hasil Mortalitas

Meta-analisis dari 5 RCT dan 6 studi kohort berpasangan (n=627) menunjukkan pengurangan signifikan dalam mortalitas jangka pendek dengan TPE (RR 0,59, 95% CI 0,47-0,74) dibandingkan dengan terapi standar saja.

g. Prediktor Respons

Beberapa studi mengidentifikasi kadar laktat awal sebagai prediktor signifikan respons terapeutik terhadap TPE, dengan kadar laktat awal yang lebih tinggi dikaitkan dengan pengurangan norepinefrin yang lebih besar setelah TPE.

Tabel 1. Ekstraksi Data

No	Penulis (Tahun)	Negara	Desain Studi	Outcome Utama
1	Stahl et al. (2021)	Jerman	Prospektif eksploratori	Penurunan degradasi glikokaliks endotel
2	Sauer et al. (2023)	Swiss	Analisis sekunder RCT	Penurunan CRP dan PTX3
3	Weber et al. (2022)	Jerman	Retrospektif observasional	Penurunan sementara kebutuhan norepinefrin
4	Stahl et al. (2025)	Jerman	Post hoc uji klinis	suPAR memprediksi respons TPE
5	Hamishehkar et al. (2013)	Iran	Uji klinis acak	Penurunan IL-6 pasca-TPE
6	Stahl et al. (2021)	Jerman	Observasional prospektif	Peningkatan kadar imunoglobulin
7	David et al. (2023)	Jerman	RCT multisenter (protokol)	Mortalitas 28 hari (ongoing)
8	Stahl et al. (2024)	Jerman	Analisis biobank	Penurunan TF dan TFPI
9	Chen et al. (2024)	Norwegia	Systematic review & meta-analysis	Penurunan mortalitas jangka pendek
10	Stahl et al. (2022)	Jerman	Randomized controlled trial	Penurunan dosis norepinefrin
11	David et al. (2022)	Jerman	Randomized controlled trial	Perbaikan hemodinamik
12	Rimmer et al. (2020)	Kanada	Pilot RCT	Kelayakan dan keamanan TPE

Pembahasan

Scoping review ini mengkaji bukti-bukti terkini mengenai peran *Therapeutic Plasma Exchange* (TPE) pada pasien syok septik dan menunjukkan bahwa TPE memiliki potensi sebagai terapi adjuvan dalam kondisi tertentu. Berbagai mekanisme utama TPE yang teridentifikasi dalam studi-studi yang ditelaah meliputi penghilangan mediator inflamasi berlebih, perlindungan fungsi

endotel, modulasi sistem koagulasi, serta peningkatan kadar imunoglobulin. Mekanisme tersebut secara teoritis berkontribusi terhadap stabilisasi hemodinamik dan perbaikan respons imun pada pasien syok septik (Hamishehkar et al., 2013; Knaup et al., 2018; Stahl et al., 2021).

Respons inflamasi yang tidak terkontrol merupakan faktor kunci dalam patofisiologi syok septik dan berperan besar dalam terjadinya

disfungsi organ multipel. Dengan mengeliminasi sitokin pro-inflamasi dan mediator kerusakan jaringan dari sirkulasi, TPE berpotensi membantu menurunkan beban inflamasi sistemik dan memperbaiki kondisi vaskular. Previous randomized controlled trials have demonstrated early hemodynamic improvement following therapeutic plasma exchange in patients with septic shock (David et al., 2022; Stahl et al., 2022). Beberapa studi melaporkan perbaikan parameter hemodinamik dan penurunan kebutuhan vasopresor setelah TPE, meskipun hasil tersebut masih bervariasi antar studi dan dipengaruhi oleh perbedaan protokol serta karakteristik pasien (Knaup et al., 2018; Weber et al., 2022).

Perlindungan terhadap integritas endotel dan glikokaliks vaskular juga menjadi temuan penting dalam beberapa studi, mengingat kerusakan endotel berkontribusi terhadap peningkatan permeabilitas vaskular dan kegagalan organ pada syok septik (Stahl et al., 2021; Weng et al., 2021). Selain itu, modulasi sistem koagulasi dan peningkatan kadar imunoglobulin setelah TPE menunjukkan potensi manfaat tambahan dalam memperbaiki homeostasis imun dan vaskular pada syok septik berat (Stahl et al., 2021; Stahl et al., 2024).

Namun demikian, hasil-hasil tersebut perlu diinterpretasikan secara hati-hati karena sebagian besar bukti yang tersedia berasal dari studi observasional dan uji klinis berskala kecil dengan heterogenitas desain yang tinggi. Hal ini membatasi kemampuan untuk menarik kesimpulan kausal yang kuat maupun membandingkan efektivitas TPE secara langsung dengan terapi standar atau intervensi lain.

Clinical and Nursing Implications

Dari perspektif keperawatan kritis, temuan scoping review ini memiliki implikasi penting terhadap peran perawat dalam pengelolaan pasien syok septik yang menjalani terapi TPE. Perawat berperan sentral dalam pemantauan status hemodinamik, keseimbangan cairan, respons inflamasi, serta tanda-tanda perbaikan atau perburukan kondisi klinis selama dan setelah prosedur TPE. Selain itu, perawat juga bertanggung jawab dalam memastikan keamanan pasien selama prosedur, termasuk pemantauan akses vaskular, reaksi transfusi, dan perubahan parameter laboratorium.

Pemahaman terhadap mekanisme kerja dan potensi manfaat TPE memungkinkan perawat untuk berkontribusi lebih aktif dalam pengambilan keputusan klinis multidisipliner, edukasi pasien dan keluarga, serta perencanaan perawatan yang berfokus pada pencegahan komplikasi. Dengan demikian, integrasi bukti mengenai TPE ke dalam

praktik keperawatan kritis dapat meningkatkan kualitas asuhan dan keselamatan pasien, khususnya pada kasus syok septik refrakter terhadap terapi standar.

Risks and Ethical Considerations of TPE

Meskipun TPE menunjukkan potensi manfaat klinis, prosedur ini juga memiliki risiko dan tantangan yang perlu dipertimbangkan secara kritis. Risiko yang dilaporkan dalam literatur meliputi komplikasi terkait akses vaskular, ketidakseimbangan elektrolit, reaksi transfusi, hipotensi selama prosedur, serta potensi peningkatan risiko infeksi. Oleh karena itu, pemilihan pasien yang tepat dan pemantauan ketat selama prosedur menjadi aspek krusial dalam penerapan TPE.

Dari sisi etika, penggunaan TPE pada pasien syok septik juga perlu mempertimbangkan keseimbangan antara potensi manfaat dan risiko, terutama mengingat keterbatasan bukti efektivitas jangka panjang. Dalam konteks sistem kesehatan dengan sumber daya terbatas, termasuk di Indonesia, aspek biaya, ketersediaan fasilitas, dan akses terhadap teknologi TPE menjadi pertimbangan penting. Pengambilan keputusan klinis harus melibatkan pertimbangan etik, transparansi informasi kepada pasien atau keluarga, serta kolaborasi tim multidisipliner untuk memastikan bahwa intervensi yang diberikan sejalan dengan prinsip keselamatan dan keadilan dalam pelayanan kesehatan.

SIMPULAN

Scoping review ini memetakan secara komprehensif bukti klinis mengenai penggunaan *Therapeutic Plasma Exchange* (TPE) pada pasien syok septik dan mengidentifikasi mekanisme utama yang dilaporkan, variasi protokol terapi, serta luaran klinis yang diteliti dalam literatur selama periode 2015–2024. Kontribusi utama tinjauan ini terletak pada penyusunan gambaran terstruktur mengenai bagaimana TPE diaplikasikan dalam konteks klinis nyata, termasuk efek hemodinamik, modulasi respons inflamasi, perlindungan fungsi endotel, regulasi koagulasi, dan perubahan kadar imunoglobulin.

Hasil pemetaan menunjukkan bahwa sebagian studi melaporkan perbaikan parameter klinis jangka pendek pada pasien syok septik tertentu, terutama pada kondisi refrakter terhadap terapi standar. Namun, bukti yang tersedia masih bersifat heterogen dan didominasi oleh studi observasional serta uji klinis berskala kecil dengan variasi desain dan protokol yang signifikan, sehingga belum memungkinkan penarikan

kesimpulan kausal yang kuat mengenai efektivitas TPE.

Dengan demikian, temuan scoping review ini memberikan dasar konseptual dan empiris bagi pengembangan penelitian lanjutan yang lebih terfokus, khususnya uji klinis acak berskala besar dengan protokol terstandarisasi. Selain itu, hasil tinjauan ini berkontribusi dalam memperjelas area-area kunci yang relevan bagi praktik keperawatan kritis, termasuk pemantauan klinis, keselamatan pasien, dan pengambilan keputusan multidisipliner dalam pengelolaan syok septik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, R. M., Soliman, A. R., Yousry, A., Marzouk, K., & Faris, F. (2020). Efficacy of 4-hour rescue therapeutic plasma exchange in severe septic shock patients. *Romanian Journal of Internal Medicine = Revue Roumaine de Medecine Interne*, 58(2), 75–80. <https://doi.org/10.2478/rjim-2019-0026>
- Busund, R., Koukline, V., Utrobin, U., & Nedashkovsky, E. (2002). Plasmapheresis in severe sepsis and septic shock: A prospective, randomised, controlled trial. *Intensive Care Medicine*, 28(10), 1434–1439.
- Chen, J. J., Lai, P. C., Lee, T. H., & Huang, Y. T. (2023). Blood purification for adult patients with severe infection or sepsis/septic shock: A network meta-analysis of randomized controlled trials. *Critical Care Medicine*, 51(12), 1777–1789. <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000005991>
- David, S., Hoeper, M. M., & Kielstein, J. T. (2017). Plasma exchange in therapy-refractory septic shock: Presentation of an add-on therapeutic strategy. *Medizinische Klinik – Intensivmedizin und Notfallmedizin*, 112(1), 42–46. <https://doi.org/10.1007/s00063-015-0117-9>
- David, S., Bode, C., Stahl, K., Schmidt, J., Seeliger, B., Pape, T., Schmidt, B., Hoeper, M. M., Wedemeyer, H., Welte, T., Schmidt-Ott, K., Wendel Garcia, P. D., Hofmänner, D. A., Andermatt, R., Schuepbach, R., Bankova, A., Gillmann, H. J., Stueber, T., Jung, C., ... Liu, X. (2023). EXCHANGE-2: Investigating the efficacy of add-on plasma exchange as an adjunctive strategy against septic shock—A study protocol for a randomized, prospective, multicenter, open-label, controlled, parallel-group trial. *Trials*, 24(1), Article 73. <https://doi.org/10.1186/s13063-023-07300-5>
- Hamishehkar, H., Beigmohammadi, M. T., Abdollahi, M., Mousavi, S., Ziaie, S., Sharifian, R. A., Davoudi, S., & Mojtahedzadeh, M. (2013). Pro-inflammatory cytokine profile of critically ill septic patients following therapeutic plasma exchange. *Transfusion and Apheresis Science*, 48(1), 75–78. <https://doi.org/10.1016/j.transci.2012.07.011>
- Keith, P. D., Wells, A. H., Hodges, J., Fast, S. H., Adams, A., & Scott, L. K. (2020). The therapeutic efficacy of adjunct therapeutic plasma exchange for septic shock with multiple organ failure: A single-center experience. *Critical Care*, 24(1), Article 518. <https://doi.org/10.1186/s13054-020-03241-6>
- Knaup, H., Stahl, K., Schmidt, B. M. W., Idowu, T. O., Busch, M., Wiesner, O., Welte, T., Haller, H., Kielstein, J. T., Hoeper, M. M., & David, S. (2018). Early therapeutic plasma exchange in septic shock: A prospective open-label nonrandomized pilot study focusing on safety, hemodynamics, vascular barrier function, and biologic markers. *Critical Care*, 22(1), Article 285. <https://doi.org/10.1186/s13054-018-2220-9>
- Rimmer, E. (2020). Therapeutic plasma exchange in septic shock: A pilot study. *Transfusion and Apheresis Science*, 59(6), Article 102998. <https://doi.org/10.1016/j.transci.2020.102998>
- Sauer, A., Stahl, K., Seeliger, B., Wendel-Garcia, P. D., Lehmann, F., Schmidt, J. J., Schmidt, B. M. W., Welte, T., Peukert, K., Wild, L., Putensen, C., David, S., Bode, C., Kruse, P., Feuerborn, C., Ruwisch, J., Nalbant, B., Rath, A. K., Pape, T., ... Kleinert, E. M. (2025). The effect of therapeutic plasma exchange on the inflammatory response in septic shock: A secondary analysis of the EXCHANGE-1 trial. *Intensive Care Medicine Experimental*, 13(1), Article 7. <https://doi.org/10.1186/s40635-025-00725-z>
- Stahl, K., Bikker, R., Seeliger, B., Schmidt, J. J., Schenk, H., Schmidt, B. M. W., Welte, T., Haller, H., Hoeper, M. M., Brand, K., & David, S. (2021). Effect of therapeutic plasma exchange on immunoglobulin deficiency in early and severe septic shock. *Journal of Intensive Care Medicine*, 36(12), 1491–1497. <https://doi.org/10.1177/0885066620965169>
- Stahl, K., Wand, P., Seeliger, B., Wendel-Garcia, P. D., Schmidt, J. J., Schmidt, B. M. W., Sauer, A., Lehmann, F., Budde, U., Busch, M., Wiesner, O., Welte, T., Haller, H., Wedemeyer, H., Putensen, C., Hoeper, M. M., Bode, C., & David, S. (2022). Clinical

- and biochemical endpoints and predictors of response to plasma exchange in septic shock: Results from a randomized controlled trial. *Critical Care*, 26(1), Article 126. <https://doi.org/10.1186/s13054-022-04003-2>
- Stahl, K., Hillebrand, U. C., Kiyan, Y., Seeliger, B., Schmidt, J. J., Schenk, H., Pape, T., Schmidt, B. M. W., Welte, T., Hoeper, M. M., Sauer, A., Wygrecka, M., Bode, C., Wedemeyer, H., Haller, H., & David, S. (2021). Effects of therapeutic plasma exchange on the endothelial glycocalyx in septic shock. *Intensive Care Medicine Experimental*, 9(1), Article 19. <https://doi.org/10.1186/s40635-021-00417-4>
- Stahl, K., Lehner, G. F., Wendel-Garcia, P. D., Seeliger, B., Pape, T., Schmidt, B. M. W., Schenk, H., Schmitt, J., Sauer, A., Wild, L., Peukert, K., Putensen, C., Bode, C., Joannidis, M., & David, S. (2024). Effect of therapeutic plasma exchange on tissue factor and tissue factor pathway inhibitor in septic shock. *Critical Care*, 28(1), Article 351. <https://doi.org/10.1186/s13054-024-05142-4>
- Stahl, K., Nussbag, C., Wendel-Garcia, P. D., Weigand, M. A., Bode, C., Seeliger, B., Pape, T., Schmidt, B. M. W., Schmidt, J., Schenk, H., Putensen, C., Sauer, A., Wild, L., Peukert, K., Reiser, J., & David, S. (2025). Circulating soluble urokinase plasminogen receptor is reduced by—and predicts early treatment response to therapeutic plasma exchange in septic shock. *Journal of Critical Care*, 85, Article 154927. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2024.154927>
- Weber, A. L., Pape, T., Zender, S., Seeliger, B., Schmidt, J. J., Busch, M., Rath, A. K., Schneider, A., Schmidt, B. M. W., Fuge, J., Wedemeyer, H., David, S., & Stahl, K. (2022). Therapeutic plasma exchange in patients with acute pancreatitis-associated refractory shock and multi-organ failure. *Journal of Critical Care*, 72, Article 154139. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2022.154139>
- Weng, J., Chen, M., Fang, D., Liu, D., Guo, R., & Yang, S. (2021). Therapeutic plasma exchange protects patients with sepsis-associated disseminated intravascular coagulation by improving endothelial function. *Clinical and Applied Thrombosis/Hemostasis*, 27, Article 10760296211053313. <https://doi.org/10.1177/10760296211053313>