



Peran *Post-Operative Systemic Inflammatory Response Syndrome* sebagai Prediktor Kejadian Komplikasi Pascaoperasi

Valencia^{1*}, Hikmatiar²

1. Program Studi Profesi Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Sriwijaya, Palembang, Indonesia
2. Departemen Anestesiologi dan Terapi Intensif, Fakultas Kedokteran, Universitas Sriwijaya, Palembang, Indonesia

*penulis korespondensi

DOI: 10.55497/majanestcricar.v44i3.509

ABSTRAK

Systemic Inflammatory Response Syndrome (SIRS) pascaoperasi merupakan respon inflamasi sistemik terhadap stres pembedahan yang berhubungan erat dengan peningkatan risiko morbiditas dan mortalitas pasien. Tinjauan literatur ini bertujuan untuk mengevaluasi peran kriteria SIRS sebagai prediktor kejadian komplikasi pada berbagai jenis prosedur bedah. Metode yang digunakan adalah pencarian literatur melalui database elektronik *PubMed* dan *Google Scholar*. Hasil tinjauan menunjukkan bahwa insidensi SIRS pascaoperasi sangat bervariasi tergantung pada kompleksitas tindakan. Frekuensi kejadian yang cukup sering ditemukan pada bedah saraf, bedah jantung, dan bedah abdomen. SIRS teridentifikasi sebagai prediktor independen untuk berbagai komplikasi serius, termasuk fistula pankreas, sepsis, dan perburukan kondisi klinis pada pasien stroke. Signifikansi kriteria ini sangat dipengaruhi oleh waktu kemunculannya. Pada beberapa kasus, SIRS yang muncul terlambat memiliki nilai prediksi yang lebih akurat dibandingkan respon pada fase awal. Keunggulan praktis SIRS terletak pada nilai prediktif negatifnya yang sangat tinggi, sehingga tidak terpenuhinya kriteria tersebut dapat menjadi landasan bagi klinisi untuk menerapkan protokol pemulihan jalur cepat. Namun, spesifisitas kriteria ini terhadap infeksi murni tergolong rendah, khususnya pada populasi anak di mana respon tersebut sering kali bersifat fisiologis. Sebagai simpulan, pemantauan SIRS pascaoperasi merupakan alat skrining awal yang valid, namun sebaiknya dikombinasikan dengan pemeriksaan biomarker tambahan seperti *C-reactive protein* (CRP) untuk meningkatkan akurasi diagnosis.

Kata Kunci: Komplikasi, pascaoperasi, *systemic inflammatory response syndrome*



The Role of Post-Operative Systemic Inflammatory Response Syndrome (SIRS) as a Predictor of Post-Operative Complication Events

Valencia^{1*}, Hikmatiar²

1. Medical Doctor Professional Program, Faculty of Medicine, Sriwijaya University, Palembang, Indonesia
2. Department of Anesthesiology and Intensive Care, Faculty of Medicine, Sriwijaya University, Palembang, Indonesia

*corresponding author

DOI: 10.55497/majanestrcicar.v44i3.509

ABSTRACT

Postoperative Systemic Inflammatory Response Syndrome (SIRS) is a systemic inflammatory response to surgical stress that is closely associated with an increased risk of patient morbidity and mortality. This literature review aims to evaluate the role of SIRS criteria as a predictor of complications across various types of surgical procedures. The method employed was a literature search through PubMed and Google Scholar electronic databases. The review results indicate that the incidence of postoperative SIRS varies significantly depending on the complexity of the procedure, with high frequencies commonly observed in neurosurgery, cardiac surgery, and abdominal surgery. SIRS was identified as an independent predictor for various serious complications, including pancreatic fistula, sepsis, and clinical deterioration in stroke patients. The significance of these criteria is strongly influenced by the time of onset. In several cases, delayed SIRS provides a more accurate predictive value compared to early-phase responses. The practical advantage of SIRS lies in its high negative predictive value (NPV), meaning the absence of these criteria can serve as a basis for clinicians to safely implement fast-track recovery protocols. However, the specificity of these criteria for pure infection is relatively low, particularly in the pediatric population where the response is often physiological. In conclusion, postoperative SIRS monitoring is a valid early screening tool, but it should be combined with additional biomarker examinations such as C-reactive protein (CRP) to improve diagnostic accuracy.

Keywords: *Complication, post-operative, systemic inflammatory response syndrome*

PENDAHULUAN

Systemic inflammatory response syndrome (SIRS) merupakan suatu respon inflamasi sistemik yang bersifat nonspesifik terhadap berbagai stresor, baik yang berasal dari infeksi maupun non-infeksi seperti trauma, luka bakar, dan tindakan pembedahan/operasi. Secara fisiologis, respon ini bertujuan sebagai mekanisme pertahanan tubuh untuk mengeliminasi sumber cedera dan memulihkan keseimbangan tubuh, namun dapat menjadi berlebihan dan tidak terkontrol sehingga menimbulkan ketidakseimbangan antara mediator proinflamasi dan antiinflamasi yang berujung pada kerusakan jaringan serta disfungsi organ. SIRS sendiri dapat disebabkan oleh berbagai kondisi, baik infeksi seperti bakteri, virus, dan jamur, maupun noninfeksi seperti trauma, pankreatitis, iskemia, dan prosedur pembedahan, yang semuanya dapat memicu pelepasan mediator inflamasi secara luas. Secara klinis, SIRS didefinisikan berdasarkan kriteria konsensus tahun 1991, yaitu adanya minimal dua dari empat parameter berupa perubahan suhu tubuh suhu ($>38,3^{\circ}\text{C}$ atau $<36^{\circ}\text{C}$), takikardia lebih dari 90x/menit, frekuensi nafas >20 x/menit atau PaCO_2 kurang dari 32 mmHg, leukosit $>12.000/\mu\text{L}$ atau $<4.000/\mu\text{L}$ atau $>10\%$ bentuk imatur. Parameter tersebut dipilih karena mencerminkan respon sistemik tubuh terhadap stres dan mudah diukur, sehingga banyak digunakan sebagai alat skrining awal. Penentuan skor atau kriteria SIRS didasarkan pada parameter fisiologis dasar yang menggambarkan aktivasi sistem inflamasi dan stres sistemik. Dalam praktik klinis, kriteria ini dimanfaatkan sebagai alat skrining awal untuk kondisi yang lebih berat seperti sepsis, meskipun dalam perkembangannya terdapat metode lain yang dinilai lebih spesifik.¹⁻⁵

SIRS tidak hanya digunakan untuk mengidentifikasi kondisi infeksi, tetapi juga untuk mendeteksi respon inflamasi pada kondisi noninfeksi, termasuk pascaoperasi. Pascaoperasi merupakan periode setelah tindakan pembedahan, di mana tubuh mengalami respon inflamasi sebagai bagian dari proses penyembuhan. Respon ini pada dasarnya bersifat fisiologis, namun pada kondisi tertentu dapat berkembang menjadi SIRS apabila berlangsung secara berlebihan. Proses ini dipicu oleh berbagai faktor seperti trauma jaringan, iskemia-

reperfusi, serta aktivasi mediator inflamasi selama dan setelah tindakan bedah. Beberapa studi menunjukkan bahwa SIRS pascaoperasi cukup sering terjadi dan berhubungan dengan luaran klinis yang lebih buruk. Selain itu, SIRS juga dapat memperberat kerusakan jaringan dan memicu inflamasi lanjutan pada berbagai organ tubuh. SIRS pascaoperasi memiliki peran sebagai indikator respon tubuh terhadap pembedahan, tetapi juga dapat menjadi tanda awal komplikasi serius apabila tidak terkontrol. Kondisi ini penting untuk dibahas karena sering terjadi pada pasien pascaoperasi dan berhubungan dengan peningkatan morbiditas dan mortalitas.^{2,6-9}

Beberapa jenis operasi yang dilaporkan berkaitan dengan kejadian SIRS antara lain operasi jantung yang melibatkan penggunaan *cardiopulmonary bypass* (CPB), di mana kontak darah dengan sirkulasi buatan serta kondisi iskemia-reperfusi berkontribusi terhadap aktivasi respon inflamasi sistemik. Selain itu, operasi dengan trauma jaringan yang luas seperti luka bakar berat, trauma multipel, serta prosedur bedah besar lainnya juga dapat meningkatkan risiko terjadinya SIRS. Pada bidang urologi, prosedur seperti *percutaneous nephrolithotomy* (PCNL) dilaporkan memiliki insidensi SIRS pascaoperasi yang cukup bervariasi, menunjukkan bahwa bahkan prosedur dengan teknik minimal invasif tetap dapat memicu respon inflamasi sistemik. Di sisi lain, operasi pada kasus obstruksi usus juga dikaitkan dengan peningkatan risiko SIRS dan sepsis pascaoperasi, yang berkontribusi terhadap peningkatan mortalitas jangka pendek. Perbedaan jenis operasi tersebut menunjukkan bahwa derajat dan risiko terjadinya SIRS pascaoperasi dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk luasnya trauma jaringan, kondisi pasien sebelum operasi, serta kompleksitas prosedur yang dilakukan. Pada beberapa kasus, seperti operasi jantung atau prosedur dengan risiko tinggi, respon inflamasi yang terjadi cenderung lebih kompleks karena melibatkan berbagai mekanisme tambahan. Namun demikian, SIRS juga dapat muncul pada prosedur lain yang tampaknya lebih sederhana, sehingga pemantauan tetap diperlukan pada semua pasien pascaoperasi. Meskipun kriteria SIRS telah lama digunakan sebagai alat identifikasi dini respon inflamasi sistemik, penerapannya

dalam praktik klinis masih memiliki keterbatasan, terutama dalam membedakan respon inflamasi fisiologis pascaoperasi dengan kondisi patologis. Tingginya prevalensi pemenuhan kriteria SIRS pada pasien pascaoperasi, bahkan tanpa adanya infeksi, menjadi tantangan tersendiri dalam interpretasi klinis. Oleh karena itu, pemahaman mengenai hubungan antara parameter operasi dan risiko SIRS menjadi penting untuk membantu identifikasi pasien berisiko tinggi serta menentukan strategi pemantauan dan penatalaksanaan yang lebih optimal pada pasien pascaoperasi.^{1,2,7,8}

Berbagai penelitian telah mengevaluasi sindrom respons inflamasi sistemik (SIRS) pascaoperasi pada beragam populasi dan prosedur, termasuk kraniotomi, pembedahan jantung, prosedur urologi, dan pembedahan ortopedi pediatrik. Namun, variasi luaran klinis dan waktu penilaian SIRS mengharuskan temuan prognostiknya diinterpretasikan sesuai konteks masing-masing penelitian. Oleh karena itu, tinjauan literatur ini bertujuan mengevaluasi SIRS pascaoperasi sebagai prediktor komplikasi dan berbagai luaran klinis, signifikansi waktu kemunculan dan durasi respons inflamasi, serta keterbatasan ukuran prediktif yang dilaporkan. Sintesis ini diharapkan memperjelas konteks klinis yang memungkinkan SIRS memberikan informasi prognostik serta keterbatasan penggunaannya sebagai indikator risiko komplikasi pascaoperasi.

METODE

Pencarian literatur dilakukan melalui dua database elektronik, yaitu *PubMed* dan *Google Scholar*. Penelusuran mencakup publikasi yang diterbitkan pada rentang waktu 2017-2026. Strategi pencarian menggunakan kata kunci

dalam bahasa Inggris yang dikombinasikan dengan operator Boolean, yaitu (*"Systemic Inflammatory Response Syndrome" OR SIRS*) AND (*postoperative OR "post operative" OR "after surgery" OR surgical*) AND (*incidence OR risk factors OR outcomes OR complications*). Pencarian dibatasi pada rentang tahun 2017 hingga 2026 untuk memperoleh literatur yang relevan dan mutakhir. Hasil pencarian awal menunjukkan sebanyak 884 artikel dari *PubMed* dan 18.200 artikel dari *Google Scholar*. Selanjutnya, seluruh artikel dilakukan penyaringan secara manual berdasarkan judul dan abstrak, dengan mengeksklusi artikel yang tidak relevan dengan topik SIRS pada pasien pascaoperasi. Artikel yang memenuhi kriteria kemudian dipilih untuk dianalisis lebih lanjut guna memastikan kesesuaian dengan tujuan tinjauan ini.

Kriteria inklusi ditetapkan berdasarkan kesesuaian artikel dengan tujuan tinjauan. Artikel diinklusi apabila: (1) merupakan penelitian klinis asli pada pasien manusia yang menjalani pembedahan; (2) mengevaluasi SIRS pascaoperasi berdasarkan kriteria yang dijelaskan dalam penelitian; dan (3) melaporkan luaran klinis relevan, meliputi komplikasi pascaoperasi, infeksi atau sepsis, disfungsi organ, lama rawat inap, atau mortalitas. Artikel dieksklusi apabila tidak mengevaluasi SIRS pascaoperasi, tidak melaporkan luaran klinis relevan, atau tidak menyediakan informasi yang memadai untuk menjawab tujuan tinjauan. Artikel tinjauan, laporan kasus, editorial, dan publikasi nonpenelitian lainnya juga dieksklusi dari sintesis utama, termasuk studi yang membahas SIRS secara umum tanpa mengevaluasi hubungannya dengan luaran klinis pascaoperasi.



Gambar 1. Metodologi telaah literatur

HASIL

Insidensi dan Karakteristik SIRS Pascaoperasi pada Berbagai Prosedur Pembedahan

Insidensi SIRS pascaoperasi bervariasi menurut jenis prosedur, karakteristik pasien, dan paparan terhadap pemicu inflamasi selama tindakan. Pada operasi jantung bawaan pediatrik dengan CPB, SIRS terjadi pada 38,2% pasien, dengan durasi CPB sebagai faktor risiko independen. Pada penggantian arkus aorta total dengan henti sirkulasi hipotermik, 31,4% pasien mengalami SIRS berat yang dikaitkan dengan peningkatan risiko komplikasi mayor. Sementara itu, pada prosedur mitral *transcatheter edge-to-edge repair* (TEER), SIRS berhubungan dengan kejadian kardiovaskular pascaprocedur.^{10–12} Pada bedah saraf, SIRS ditemukan pada 52,2% pasien dalam tujuh hari pertama setelah kraniotomi elektif, dengan abnormalitas jumlah leukosit sebagai kriteria paling dominan. Pada pasien stroke iskemik yang menjalani *endovascular treatment* (EVT), insidensi SIRS mencapai 35,5% dan berkaitan dengan luaran neurologis yang lebih buruk serta peningkatan mortalitas.^{6,13}

Pada prosedur bedah abdomen dan urologi, SIRS juga ditemukan pada proporsi pasien yang bervariasi. Pada pasien yang menjalani *pancreaticoduodenectomy* (PD), SIRS pada hari pertama pascaoperasi (*postoperative day 1/POD1*) ditemukan pada 30,5% pasien. Pada prosedur *percutaneous nephrolithotomy* (PCNL), insidensi SIRS dilaporkan sebesar 19,3%, dengan risiko yang berkaitan dengan karakteristik pasien dan faktor prosedural, termasuk ukuran batu dan hasil kultur urin.^{7,14} Pada populasi pediatrik yang menjalani pembedahan ortopedi, 38,6% pasien memenuhi kriteria SIRS dalam 72 jam pertama pascaoperasi. Lebih dari 95% kejadian SIRS yang dilaporkan pada penelitian tersebut tidak berkaitan dengan infeksi. Respons inflamasi dalam populasi ini dikaitkan dengan trauma pembedahan, luasnya manipulasi jaringan, serta volume perdarahan.¹⁵

Hubungan SIRS dengan Komplikasi dan Luaran Klinis

Hubungan SIRS pascaoperasi dengan luaran klinis mencakup komplikasi infeksi maupun noninfeksi. Namun, jenis luaran yang dilaporkan berbeda antarpemeriksaan, sehingga temuan dari

setiap populasi perlu dipahami sesuai dengan komplikasi yang dievaluasi.

Pada prosedur PCNL, SIRS pascaoperasi dikaitkan dengan risiko progresi menuju sepsis, terutama pada pasien dengan faktor risiko seperti ukuran batu yang besar atau kultur urin positif. Penelitian pada pasien yang menjalani pembedahan untuk obstruksi usus akut juga mengevaluasi faktor risiko SIRS dan sepsis serta hubungannya dengan mortalitas jangka pendek.^{7,15}

Pada komplikasi noninfeksi, SIRS pada POD1 setelah PD dilaporkan sebagai prediktor independen terhadap *clinically relevant postoperative pancreatic fistula* (CR-POPF), serta berkaitan dengan kejadian *delayed gastric emptying* (DGE) dan komplikasi mayor berdasarkan klasifikasi Clavien–Dindo. Pada bedah jantung kompleks, SIRS berat dilaporkan berkaitan dengan peningkatan komplikasi mayor. Dalam salah satu penelitian, proporsi komplikasi mayor pada pasien dengan SIRS berat dilaporkan sebesar 56,7%. Pada bedah jantung bawaan pediatrik, kejadian SIRS juga dikaitkan dengan peningkatan risiko disfungsi organ hingga sebesar 2,69 kali.^{10–14}

Pada pasien stroke iskemik yang menjalani EVT, SIRS dilaporkan berhubungan dengan penurunan peluang memperoleh luaran fungsional yang baik dan peningkatan mortalitas, dengan *odds ratio* (OR) mortalitas sebesar 25,336. Pada prosedur TEER, SIRS juga dilaporkan berhubungan dengan kejadian kardiovaskular pascaprocedur, termasuk infark miokard dan stroke.^{11–13}

Hubungan Waktu Kemunculan dan Durasi SIRS dengan Luaran Klinis

Waktu kemunculan SIRS menunjukkan hubungan yang berbeda dengan luaran klinis pada prosedur pembedahan yang berbeda. Penelitian terhadap ribuan pasien yang menjalani kraniotomi elektif menunjukkan bahwa kemunculan SIRS dalam fase sangat awal memiliki nilai prediksi yang terbatas. *Early SIRS* (yang didefinisikan terjadi pada hari ke-1 hingga ke-3 pascaoperasi) sering kali dianggap sebagai manifestasi dari respons stres fisiologis normal terhadap trauma bedah dan tidak secara signifikan memprediksi mortalitas 30 hari ($p=0,15$). Sebaliknya, *delayed SIRS* (yang muncul pada hari ke-4 hingga ke-7) terbukti menjadi prediktor independen yang

signifikan terhadap kematian pascaoperasi dengan OR sebesar 1,53. Hal ini mengindikasikan bahwa inflamasi yang muncul setelah fase akut pembedahan lebih mungkin mencerminkan adanya komplikasi sekunder atau kegagalan mekanisme kompensasi tubuh, daripada sekadar respons luka operasi primer.⁶

Temuan tersebut berbeda dengan hasil pada pasien yang menjalani PD, ketika SIRS pada POD1 menunjukkan kemampuan prediktif terhadap CR-POPF. Pada penelitian tersebut, SIRS pada POD1 dilaporkan memiliki OR sebesar 50,067, sensitivitas 89,8%, spesifisitas 87,2%, NPV 96,62%, dan akurasi 87,79%.¹⁴

Durasi SIRS juga dilaporkan berkaitan dengan kebutuhan perawatan pascaoperasi. Pada bedah jantung bawaan pediatrik, pasien dengan SIRS memiliki median lama perawatan di ICU selama 168 jam, dibandingkan 96 jam pada pasien tanpa SIRS. Pada bedah digestif kompleks, keberadaan SIRS pada hari pertama pascaoperasi dilaporkan berkaitan dengan peningkatan median lama rawat inap dari 12 menjadi 25 hari. Pada pasien yang menjalani penggantian arkus aorta total, SIRS berat dilaporkan berkaitan dengan peningkatan risiko komplikasi mayor hingga 4,5 kali.^{10,12,14}

Beberapa faktor intraoperatif dapat memperpanjang respons inflamasi sistemik, meliputi: (1) durasi prosedur, yaitu operasi berkepanjangan, seperti prosedur PCNL selama > 60 menit atau durasi CPB yang panjang pada bedah jantung, yang meningkatkan kemungkinan terjadinya SIRS yang lebih berat dan menetap; (2) kehilangan darah dan transfusi, karena kehilangan darah dalam jumlah besar serta kebutuhan transfusi *fresh frozen plasma* (FFP) merupakan pemicu inflamasi berkepanjangan pada pasien anak maupun dewasa; dan (3) invasivitas prosedur, karena tindakan ortopedi dengan manipulasi jaringan yang luas, seperti fusi tulang belakang, lebih sering memicu kriteria SIRS dalam 72 jam pertama dibandingkan prosedur yang lebih sederhana. Secara keseluruhan, pemantauan terhadap perkembangan dari kriteria SIRS memberikan nilai diagnostik yang jauh lebih tinggi bagi klinisi dalam mendeteksi komplikasi mematikan dibandingkan pemantauan satu titik waktu saja.^{7,10,12,15}

Validitas dan Keterbatasan Kriteria SIRS sebagai Alat Prediktor Pascaoperasi

Validitas kriteria SIRS sebagai alat prediktor pascaoperasi sangat bergantung pada kemampuan statistik kriteria tersebut dalam menyeimbangkan sensitivitas dan spesifisitas terhadap komplikasi spesifik. Secara ilmiah, kekuatan utama SIRS terletak pada sensitivitas dan NPV-nya yang sangat tinggi, terutama pada fase awal pascaoperasi. Sebagai contoh, pada prosedur PD, SIRS pada hari pertama pascaoperasi (POD1) menunjukkan sensitivitas sebesar 89,8% dan spesifisitas 87,2% dalam memprediksi kejadian fistula pankreas yang relevan secara klinis. Nilai NPV yang mencapai 96,62% pada konteks ini memberikan dasar ilmiah yang kuat bagi klinisi untuk mengidentifikasi pasien dengan risiko komplikasi yang sangat rendah, sehingga memungkinkan penerapan protokol pemulihan jalur cepat dan pelepasan selang drainase secara dini dengan tingkat keamanan yang terukur. Keberhasilan model prediksi ini secara keseluruhan mencapai akurasi 87,79%, yang menunjukkan bahwa SIRS merupakan instrumen skrining yang valid untuk mendeteksi gangguan integritas anastomosis atau peradangan parenkim pankreas segera setelah tindakan bedah.¹⁴

Namun, keterbatasan fundamental dari kriteria SIRS adalah rendahnya spesifisitas dalam membedakan antara respon inflamasi fisiologis (akibat stres pembedahan) dengan kondisi patologis infeksius. Fenomena ini tampak pada populasi bedah pediatrik, di mana lebih dari 95% kejadian SIRS pascaoperasi ortopedi terbukti bersifat noninfeksius dan murni merupakan manifestasi dari trauma jaringan. Oleh karena itu, penggunaan SIRS sebagai indikator tunggal infeksi seringkali kurang tepat dan berisiko memicu pemeriksaan diagnostik yang invasif serta pemberian antibiotik spektrum luas yang tidak diperlukan. Validitas SIRS juga dibatasi oleh faktor "waktu onset," di mana kriteria yang terpenuhi pada periode *early* (hari ke-1 hingga ke-3) sering kali tidak memiliki nilai prognostik terhadap mortalitas jangka pendek dibandingkan dengan *delayed SIRS* (hari ke-4 hingga ke-7). Pada bedah saraf, hanya *delayed SIRS* yang terbukti menjadi prediktor independen terhadap kematian 30 hari dengan OR sebesar

1,53, sedangkan early SIRS dianggap sebagai respons stres yang wajar.^{6,15}

Keterbatasan lainnya melibatkan pengaruh faktor intraoperatif dan profil dasar pasien yang dapat membuat interpretasi kriteria SIRS menjadi rancu. Durasi penggunaan CPB dan volume transfusi FFP secara signifikan meningkatkan risiko kemunculan SIRS, yang secara klinis berhubungan dengan peningkatan risiko disfungsi organ hingga 2,69 kali lipat. Pada kasus stroke iskemik yang menjalani intervensi endovaskular, SIRS memiliki validitas prognostik yang sangat tajam dengan OR mortalitas mencapai 25,336, namun hal ini lebih mencerminkan keparahan cedera otak primer daripada sekadar komplikasi bedah. Meskipun SIRS tetap menjadi *biomarker* awal yang sangat kuat untuk berbagai komplikasi serius, validitas klinisnya akan meningkat secara signifikan apabila diintegrasikan dengan biomarker spesifik seperti kadar CRP dan parameter intraoperatif lainnya guna menutupi keterbatasan spesifisitasnya yang rendah.^{10,13,14}

PEMBAHASAN

SIRS pascaoperasi merupakan respons inflamasi sistemik terhadap trauma dan stres pembedahan, tetapi hubungan antara SIRS dan luaran klinis tidak seragam pada seluruh prosedur. Pada operasi jantung dan pembuluh darah besar, respons inflamasi dapat dipicu oleh penggunaan CPB serta kondisi iskemia-reperfusi. Respons tersebut dapat merupakan bagian dari proses fisiologis setelah pembedahan, tetapi pada kondisi tertentu juga berkaitan dengan peningkatan risiko komplikasi dan gangguan fungsi organ. Dengan demikian, keberadaan SIRS perlu diinterpretasikan berdasarkan karakteristik tindakan pembedahan dan kondisi klinis pasien, bukan secara langsung dianggap sebagai bukti adanya komplikasi patologis.^{10,12}

Perbedaan temuan antarjenis pembedahan memperlihatkan keterbatasan penggunaan SIRS sebagai indikator infeksi yang berdiri sendiri. Pada pasien anak yang menjalani pembedahan ortopedi, lebih dari 95% kejadian SIRS yang dilaporkan tidak berkaitan dengan infeksi. Sebaliknya, pada prosedur PCNL, SIRS dilaporkan berhubungan dengan risiko sepsis. Perbedaan

tersebut menunjukkan bahwa pemenuhan kriteria SIRS dapat mencerminkan respons fisiologis terhadap trauma pembedahan maupun respons yang berkaitan dengan komplikasi. Oleh karena itu, SIRS tidak seharusnya digunakan sebagai satu-satunya dasar untuk menyimpulkan adanya infeksi atau menentukan kebutuhan antibiotik. Interpretasinya perlu mempertimbangkan karakteristik prosedur, kondisi pasien, perjalanan klinis, dan temuan pemeriksaan lain yang relevan.^{7,15}

Waktu kemunculan SIRS memengaruhi interpretasi prognostiknya, tetapi pengaruh tersebut bergantung pada luaran yang dinilai. Pada pasien yang menjalani kraniotomi elektif, *early SIRS* pada hari pertama hingga ketiga tidak menunjukkan hubungan yang bermakna secara statistik dengan mortalitas 30 hari, sedangkan *delayed SIRS* pada hari keempat hingga ketujuh dilaporkan sebagai prediktor independen mortalitas. Sebaliknya, SIRS pada POD1 setelah PD dilaporkan memiliki nilai prediktif terhadap CR-POPF. Temuan ini menunjukkan bahwa waktu penilaian SIRS tidak dapat diinterpretasikan secara terpisah dari jenis pembedahan dan komplikasi yang menjadi luaran penelitian. Oleh karena itu, hasil prediktif pada satu prosedur dan satu waktu pengukuran tidak dapat secara langsung digeneralisasikan ke populasi bedah lainnya.^{6,14}

Keunggulan praktis dari kriteria SIRS terletak pada nilai prediktif negatifnya yang sangat tinggi, terutama untuk mengidentifikasi pasien yang memiliki risiko komplikasi rendah. Jika seorang pasien tidak menunjukkan kriteria SIRS pada hari pertama setelah operasi pankreas, kemungkinan terjadinya komplikasi berat menjadi sangat kecil, sehingga dokter dapat merencanakan pemulihan yang lebih cepat dan pelepasan selang drainase lebih awal dengan aman. Strategi ini sangat bermanfaat untuk meningkatkan efisiensi perawatan di rumah sakit dan mempercepat masa pemulihan pasien. Selain itu, upaya untuk mengurangi durasi operasi dan meminimalkan kebutuhan transfusi darah juga sangat penting untuk menekan terjadinya respon inflamasi sistemik yang berat.^{7,10,12,14}

Meskipun SIRS merupakan alat skrining yang berguna, akurasi diagnosis akan meningkat secara signifikan jika kriteria ini digabungkan dengan

pemeriksaan laboratorium lain seperti kadar CRP. Penggunaan parameter tunggal seringkali memiliki keterbatasan dalam memberikan gambaran klinis yang lengkap, terutama dalam memprediksi kejadian kardiovaskular atau stroke pascaoperasi. Sebagai simpulan, pemantauan SIRS secara berkala tetap menjadi bagian penting dalam perawatan pascaoperasi untuk mendeteksi perburukan kondisi pasien lebih awal. Meskipun terdapat keterbatasan dalam membedakan antara respon stres dan infeksi, penilaian SIRS yang dikombinasikan dengan pemeriksaan pendukung lainnya dapat memberikan landasan yang lebih kuat bagi dokter dalam mengambil keputusan klinis yang tepat.^{11,13,14}

Dari sudut pandang klinis, SIRS berpotensi digunakan sebagai salah satu indikator untuk meningkatkan kewaspadaan terhadap komplikasi pascaoperasi. Pemantauan secara serial dapat memberikan informasi mengenai perubahan respons inflamasi dari waktu ke waktu, khususnya ketika SIRS menetap atau muncul setelah periode awal pemulihan. Meskipun demikian, keputusan klinis tidak seharusnya hanya didasarkan pada terpenuhinya atau tidaknya kriteria SIRS. Hasil penilaian perlu dipadukan dengan evaluasi kondisi umum pasien, jenis pembedahan, perjalanan klinis, dan pemeriksaan penunjang yang sesuai.

SIMPULAN

SIRS pascaoperasi merupakan biomarker awal yang penting untuk memprediksi kejadian berbagai komplikasi serius, seperti fistula pankreas, sepsis, dan disfungsi organ. Meskipun SIRS memiliki insidensi yang cukup tinggi di berbagai jenis prosedur pembedahan, nilai prediktifnya sangat dipengaruhi oleh waktu onset dan durasi respon tersebut, di mana SIRS yang menetap atau muncul terlambat seringkali berkaitan dengan risiko mortalitas yang lebih tinggi serta masa rawat inap yang lebih lama. Keunggulan utama kriteria SIRS terletak pada nilai prediktif negatifnya yang sangat tinggi, sehingga tidak terpenuhinya kriteria ini dapat digunakan untuk mengidentifikasi pasien berisiko rendah. Namun, karena rendahnya spesifisitas SIRS terhadap infeksi murni, terutama

pada populasi pediatrik di mana respon tersebut sering kali bersifat fisiologis, penilaian klinis harus dilakukan secara hati-hati dan idealnya dikombinasikan dengan pemeriksaan biomarker lain seperti CRP untuk meningkatkan akurasi diagnosis dan mencegah intervensi medis yang tidak diperlukan.

KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Baddam S, Burns B. Systemic Inflammatory Response Syndrome. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2026 [cited 2026 Mar 22]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK547669/>
2. Viikinkoski E, Aittokallio J, Lehto J, Ollila H, Relander A, Vasankari T, et al. Prolonged Systemic Inflammatory Response Syndrome After Cardiac Surgery. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia*. 2024 Mar 1;38(3):709–16. doi:10.1053/j.jvca.2023.12.017
3. Bitsadze V, Lazarchuk A, Vorobev A, Khizroeva J, Tretyakova M, Makatsariya N, et al. Systemic Inflammatory Response Syndrome, Thromboinflammation, and Septic Shock in Fetuses and Neonates. *International Journal of Molecular Sciences*. 2025 Jan;26(7):3259. doi:10.3390/ijms26073259
4. Hedi B, Fitri EY, Hikayati. Faktor-faktor yang Berhubungan dengan Kejadian Systemic Inflammatory Response Syndrome di Ruang ICU RSUD Lahat. Vol. 4. 2017 Jan;4.
5. Joseph J, Nasir SA. The Importance of Systemic Inflammatory Response Syndrome in Diagnosing Occult Infections: A Case Report. *Cureus*. 2025 Mar 18. doi:10.7759/cureus.80775
6. Peng L, Gan Q, Xiao Y, He J, Cheng X, Wang P, et al. Postoperative systemic inflammatory response syndrome predicts increased mortality in patients after elective craniotomy. *Front Surg*. 2024 Jan 4;10:1331073. doi:10.3389/fsurg.2023.1331073
7. Albabtain IT, Almohanna RS, Alkhuraiji AA,

- Alsalamah RK, Almasoud NA, AlBaqmi KH, et al. Risk factors for the systemic inflammatory response syndrome and sepsis following surgical management of acute intestinal obstruction. *Int J Health Sci (Qassim)*. 2021;15(6):28–33. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34916894/>
8. Lan S, Liu B, Xie S, Yang C. Risk factors of systemic inflammatory response syndrome after minimally invasive percutaneous nephrolithotomy with a controlled irrigation pressure. *BMC Urol*. 2024 Dec 27;24(1):287. doi:10.1186/s12894-024-01680-9
 9. Dhaliwal KBS, Johal PS, Kumar N, Ahmed R, Mactaggart S, Sakthivel H, et al. Noninfectious Systemic Inflammatory Response Syndrome with Organ Damage in Patients Admitted for Acute Myocardial Infarction: A Perspective From The United States. *Chest*. 2024 Oct 1;166(4):A474–5. doi:10.1016/j.chest.2024.06.336
 10. Boehne M, Sasse M, Karch A, Dziuba F, Horke A, Kaussen T, et al. Systemic inflammatory response syndrome after pediatric congenital heart surgery: Incidence, risk factors, and clinical outcome. *J Card Surg*. 2017 Feb;32(2):116–25. doi:10.1111/jocs.12879
 11. Mannina C, Sharma A, Carbone A, Bossone E, Tuttolomondo A, Argulian E, et al. Association of Systemic Inflammatory Response Syndrome With Cardiovascular Events After Mitral Transcatheter Edge-to-Edge Repair. *J Am Heart Assoc*. 2024 Nov 11;13(22):e036539. doi:10.1161/JAHA.124.036539
 12. Li J, Yang L, Wang G, Wang Y, Wang C, Shi S. Severe systemic inflammatory response syndrome in patients following total aortic arch replacement with deep hypothermic circulatory arrest. *J Cardiothorac Surg*. 2019 Dec 16;14:217. doi:10.1186/s13019-019-1027-3
 13. Xu X, Yuan L, Wang W, Xu J, Yang Q, Zhu Y, et al. Systemic Inflammatory Response Syndrome and Outcomes in Ischemic Patients Treated with Endovascular Treatment. *Clin Interv Aging*. 2020 Dec 8;15:2331–40. doi:10.2147/CIA.S281865
 14. Ausania F, Gonzalez-Abós C, Martinez-Perez A, Arrocha C, Pineda-Garcés C, Landi F, et al. Postoperative day one systemic inflammatory response syndrome is a powerful early biomarker of clinically relevant pancreatic fistula. *HPB*. 2023 Jan;25(1):73–80. doi:10.1016/j.hpb.2022.08.016
 15. Gallaway KE, Atadja LA, Callan AK. Fever and Systemic Inflammatory Response Syndrome After Wide Resection of Pediatric Bone Sarcomas. *J Pediatr Orthop*. 2022 Aug 1;42(7):e783–7. doi:10.1097/BPO.0000000000002181