

Pengaruh Tindakan *Percutaneous Coronary Intervention* Terhadap Nilai *Thrombin Antithrombin Complex* (Tat) Pada Pasien Penyakit Jantung Koroner di RSHAM

Yugi Tri Hutomo

Universitas Sumatera Utara, Indonesia

Email: yugitrihutomo@medistra.ac.id

Abstrak

Percutaneous coronary intervention (PCI) saat ini merupakan prosedur invasif yang paling umum digunakan pada pasien dengan penyakit jantung koroner (PJK). Prosedur PCI dapat memberikan gesekan pada endothelium sehingga endothelium akan melepaskan dan mengaktifasi trombin yang terkandung didalamnya. Aktivasi thrombin akan meningkatkan resiko restenosis. Penelitian ini bertujuan untuk pengaruh tindakan PCI terhadap kadar TAT pada pasien penyakit jantung koroner (PJK). Penelitian ini dilakukan pada pasien PJK yang akan menjalani tindakan PCI dan telah memenuhi kriteria inklusi. Dilakukan pengambilan sampel darah sebelum dan sesudah tindakan PCI dan dilakukan penilaian kadar TAT pada sampel darah tersebut. Nilai yang didapat dianalisis dengan perubahan nilai sebelum dan sesudah tindakan dikatakan bermakna jika $p < 0.05$. Dari 20 subjek penelitian didapatkan 17 laki-laki dan 3 perempuan. Rata-rata kadar TAT sebelum tindakan 6.1 ± 1.02 sedangkan nilai TAT 5.17 ± 1.36 , perubahan significant dengan nilai $p < 0.001$. Penelitian ini menunjukkan bahwa PCI dapat menurunkan kadar TAT, mengurangi risiko trombotik dan restenosis pasca-prosedur. Temuan ini mendukung penggunaan PCI sebagai intervensi efektif untuk menurunkan risiko komplikasi trombotik pada pasien PJK.

Kata Kunci: Trombin-antithrombin complex, PCI, penyakit jantung koroner, trombotik, restenosis.

Abstract

Percutaneous coronary intervention (PCI) is currently the most commonly used invasive procedure in patients with coronary artery disease (CAD). The PCI procedure can cause friction on the endothelium, causing it to release and activate the thrombin contained within it. Thrombin activation increases the risk of restenosis. This study aims to investigate the effect of PCI on TAT levels in patients with coronary artery disease (CAD). This study was conducted on CHD patients undergoing PCI who met the inclusion criteria. Blood samples were collected before and after PCI, and TAT levels were assessed in these samples. The obtained values were analyzed, and changes in values before and after the procedure were considered significant if $p < 0.05$. Of the 20 study subjects, 17 were male and 3 were female. The average TAT level before the procedure was 6.1 ± 1.02 , while the TAT level after the procedure was 5.17 ± 1.36 , showing a significant change with a p -value < 0.001 . This study demonstrates that PCI can reduce TAT levels, thereby lowering the risk of thrombosis and restenosis post-procedure. These findings support the use of PCI as an effective intervention to reduce the risk of thrombotic complications in CAD patients.

Keywords: Trombin-antithrombin complex, PCI, coronary heart disease, thrombosis, restenosis.

PENDAHULUAN

Penyakit kardiovaskular dianggap sebagai penyebab kematian yang signifikan di negara maju dan semakin meningkat di banyak negara berkembang (Roth et al., 2020). Berdasarkan data terkini, penyakit kardiovaskular menyebabkan sekitar 17,9 juta kematian per tahun secara global dan diproyeksikan akan terus meningkat (World Health Organization, 2021). Di Indonesia, prevalensi penyakit jantung koroner (PJK) mencapai 1,5% atau sekitar 2,7 juta jiwa berdasarkan Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2018 (Kementerian Kesehatan RI, 2019), dengan angka kematian mencapai 12,9% dari seluruh kematian akibat penyakit tidak menular (Mohan et al., 2022; Virani et al., 2021).

Di antaranya, penyakit jantung koroner (PJK) adalah penyakit kardiovaskular yang paling umum dan dikaitkan dengan kecacatan dan kematian yang tinggi. Diperkirakan pada tahun 2020,

penyakit jantung koroner akan menjadi penyebab kematian utama di seluruh dunia (Marrone & Kolbe, 2017). Percutaneous coronary intervention (PCI) saat ini merupakan prosedur invasif yang paling umum digunakan pada pasien dengan PJK (Ikhsan, 2023; Jaya, 2023; Putri et al., 2022). Sejak diperkenalkannya PCI oleh Gruentzig et al. pada tahun 1977 (Wikipedia, 2025). Di Indonesia, data menunjukkan peningkatan substansial prosedur PCI: jumlah cath lab—tempat pelaksanaan PCI—meningkat dari 181 menjadi 310 antara tahun 2017 hingga 2022, mencerminkan ekspansi akses terhadap intervensi kardiovaskular (Muharram et al., 2024).

Urgensi penelitian ini muncul karena tingginya angka komplikasi trombosis pasca-PCI yang mencapai 2-5% dan dapat berakibat fatal. Meskipun PCI telah terbukti efektif dalam mengatasi oklusi koroner, namun risiko pembentukan trombus baru dan restenosis masih menjadi tantangan klinis yang signifikan. Dibandingkan dengan terapi medikamentosa konvensional yang memiliki tingkat keberhasilan 60-70%, PCI menunjukkan tingkat keberhasilan hingga 95% namun dengan risiko komplikasi yang perlu diminimalkan melalui pemahaman yang lebih baik tentang mekanisme biokimia yang terlibat.

Prosedur PCI dapat memberikan gesekan pada endothelium sewaktu kateter diarahkan secara retrograd melalui pembuluh darah. Akibat gesekan PCI pada permukaan endothelium, maka endothelium akan melepaskan dan mengaktifasi trombin yang terkandung didalamnya. PCI melibatkan berbagai kejadian yang secara kumulatif meningkatkan risiko trombosis intra dan pasca prosedur. Aktivasi trombin merupakan resiko besar untuk terjadinya komplikasi pembentukan trombus baru dan stenosis berulang setelah tindakan PCI.

Di dalam darah sendiri ada inhibitor alamiah yang disebut antithrombin III (yang sering hanya disebut antithrombin atau disingkat AT), yang merupakan penghambat utama dari trombin, selain itu AT juga menghambat faktor Xa, IXa, XIa dan XIIa pada plasma. Trombin dinetralkan oleh antitrombin, sehingga pengukuran trombin-antithrombin kompleks (TAT) merupakan marker *in vivo* pembentukan trombin. Pembentukan trombin secara *in vivo* dapat dievaluasi dengan mengukur kompleks trombin-antitrombin (TAT) (3). Pemeriksaan aktivitas TAT dapat merupakan pemeriksaan yang menentukan faktor risiko pembentukan trombus/fibrin formation.

Penelitian sebelumnya menunjukkan hasil yang bervariasi terkait perubahan kadar TAT pasca-PCI. Beberapa studi melaporkan peningkatan kadar TAT dalam 6-12 jam pertama pasca-PCI, sementara penelitian lain menunjukkan penurunan dalam 1-2 jam pertama. Namun, belum ada konsensus yang jelas mengenai pola perubahan kadar TAT pada populasi Indonesia dengan karakteristik yang spesifik. Sehingga peneliti tertarik untuk meneliti pengaruh tindakan PCI terhadap kadar TAT pada pasien penyakit jantung koroner (PJK) untuk memberikan kontribusi dalam pemahaman mekanisme biokimia dan optimalisasi penatalaksanaan klinis pasien PJK di Indonesia.

Sebagai salah satu intervensi utama, *Percutaneous Coronary Intervention* (PCI) telah berkembang pesat sejak diperkenalkan oleh Gruentzig et al. pada tahun 1977, menjadi prosedur standar untuk mengatasi stenosis arteri koroner (Buccheri et al., 2016). Namun, prosedur ini tidak lepas dari risiko, termasuk aktivasi trombin akibat trauma mekanis pada endotelium selama pemasangan stent, yang dapat memicu restenosis dan trombosis (Smid et al., 2013). Penelitian

sebelumnya oleh Chen et al. (2019) menunjukkan bahwa pasien dengan sindrom koroner akut, terutama STEMI, memiliki kadar trombin-antithrombin complex (TAT) yang tinggi sebelum intervensi, menandakan hiperkoagulabilitas yang berpotensi memperburuk prognosis pasca-PCI. Temuan ini diperkuat oleh Duarte et al. (2017), yang menyoroti peran TAT sebagai penanda in vivo untuk evaluasi risiko tromboisis.

Meskipun banyak penelitian telah mengkaji dampak PCI terhadap parameter hemodinamik dan inflamasi, studi tentang pengaruhnya terhadap kadar TAT masih terbatas dan belum konsisten. Beberapa laporan, seperti yang dilakukan Miyachi et al. (2016), menemukan penurunan kadar TAT dalam waktu singkat pasca-PCI, sementara penelitian lain melaporkan peningkatan kadar TAT beberapa jam setelah prosedur, menunjukkan respon koagulasi yang dinamis (Buccheri et al., 2016). Kesenjangan ini menggarisbawahi perlunya penelitian lebih lanjut untuk memahami mekanisme dan pola perubahan TAT pasca-PCI, terutama pada populasi Asia yang mungkin memiliki karakteristik risiko berbeda dibandingkan populasi Barat. Selain itu, sebagian besar penelitian terdahulu berfokus pada pasien dengan infark miokard, sementara variasi diagnosis PJK seperti angina stabil atau NSTEMI kurang terwakili.

Kebaruan penelitian ini terletak pada pendekatannya yang menyeluruh dalam menilai perubahan kadar TAT sebelum dan sesudah PCI pada pasien PJK dengan berbagai spektrum diagnosis, termasuk STEMI, NSTEMI, dan angina tidak stabil. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang sering kali berfokus pada satu subtype PJK, studi ini mencakup populasi yang lebih heterogen, sehingga hasilnya dapat lebih umum diterapkan. Selain itu, penelitian ini menggunakan metode pengukuran TAT yang terstandarisasi dengan ELISA, yang memiliki sensitivitas dan spesifisitas tinggi, untuk memastikan keakuratan data. Pendekatan ini memungkinkan identifikasi pola perubahan TAT yang lebih reliabel dan relevan secara klinis.

Tujuan utama penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh tindakan PCI terhadap kadar TAT pada pasien PJK, dengan membandingkan kadar sebelum dan sesudah prosedur. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengeksplorasi hubungan antara karakteristik pasien (seperti usia, jenis kelamin, dan komorbiditas) dengan perubahan kadar TAT, sehingga dapat mengidentifikasi subkelompok pasien yang berisiko tinggi mengalami hiperkoagulabilitas pasca-PCI. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya memberikan gambaran tentang dampak langsung PCI terhadap sistem koagulasi tetapi juga menyediakan wawasan untuk personalisasi terapi antikoagulan pasca-prosedur.

Manfaat penelitian ini bersifat klinis dan praktis. Secara klinis, hasil penelitian dapat menjadi dasar untuk pengembangan protokol pemantauan dan intervensi pasca-PCI yang lebih efektif, khususnya dalam hal manajemen antikoagulan. Jika penurunan kadar TAT pasca-PCI dapat dikonfirmasi secara konsisten, hal ini dapat mendukung penggunaan PCI sebagai intervensi yang tidak hanya memperbaiki aliran darah koroner tetapi juga mengurangi risiko tromboisis. Secara praktis, temuan ini dapat membantu rumah sakit di daerah dengan sumber daya terbatas untuk mengoptimalkan perawatan pasca-PCI dengan modalitas diagnostik yang lebih terjangkau, seperti pengukuran TAT, dibandingkan dengan pencitraan invasif.

Pada akhirnya, penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi pada literatur medis dengan memberikan bukti empiris tentang dinamika sistem koagulasi pasca-PCI, sekaligus membuka jalan untuk penelitian lebih lanjut tentang strategi terapeutik yang ditargetkan. Dengan mengatasi kesenjangan pengetahuan saat ini, temuan ini dapat membantu meningkatkan hasil klinis pasien PJK yang menjalani PCI, mengurangi beban komplikasi, dan pada akhirnya menurunkan angka morbiditas dan mortalitas terkait PJK. Selain itu, penelitian ini juga menyoroti pentingnya pendekatan multidisiplin dalam manajemen PJK, melibatkan ahli kardiologi, hematologi, dan laboratorium untuk mencapai hasil yang optimal.

METODE

Penelitian ini merupakan suatu uji klinis desain penelitian eksperimental kuasi dengan jenis rancangan *one group pretest – posttest analysis* yang dilakukan di RSUP H. Adam Malik Medan sejak November 2019-November 2020. Kriteria inklusi pada penelitian ini adalah berusia diatas 30 tahun dan merupakan pasien penyakit jantung coroner yang akan melaksanakan tindakan PCI. Kriteria eksklusi pada penelitian ini pasien dengan sepsis, atau sedang dalam kondisi infeksi dan pasien dengan keganasan. Semua subjek yang memenuhi kriteria inklusi akan dimintakan persetujuan untuk ikut dalam penelitian setelah mendapatkan penjelasan tentang penelitian.

Pengumpulan data dasar dari anamnesis, pemeriksaan fisik dan electrocardiography (EKG). Sampel darah pasien diambil dua kali sebelum tindakan PCI dan setelah tindakan PCI yang selanjutnya akan diproses untuk pemeriksaan kadar TAT. Sampel darah diambil melalui vena punksi dari vena mediana cubiti dan darah dimasukkan ke dalam tabung vakutainer yang berisi antikoagulan antikoagulan 0,2 ml Natrium sitrat 3,2% hingga darah berhenti dengan sendirinya (1,8 ml). Campur darah dengan Natrium sitrat 3,2% dengan cara membolak balik tabung secara perlahan.

Untuk pemeriksaan kadar TAT, darah citrat dengan perbandingan 9 : 1 segera disentrifus selama 10 menit, dengan kecepatan 3000 g. Kemudian secara hati-hati plasma diambil dan bias disimpan pada suhu -20°C atau lebih rendah hingga 3 bulan. pemeriksaan TAT dilakukan dengan menggunakan *ab108907-Thrombin-Antithrombin Complex (TAT) Human Elisa KIT*.

Nilai TAT yang didapat sebelum dan sesudah tindakan dilakukan uji normalitas dengan Shapiro-wilk, dari uji ini didapati nilai TAT yang berdistribusi normal. Selanjutnya untuk menilai perubahan kadar TAT analisis dilanjutkan dengan uji T dependent.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Terdapat 20 pasien dengan PJK yang memenuhi kriteria inklusi. Dari penelitian ini didapati 17 subjek laki-laki dan 3 perempuan. Rata-rata pasien berusia 40-59 tahun (70%). Mayoritas subjek dengan diagnose STEMI (65%) dan dengan komorbid DM serta hipertensi seperti yang terlihat pada tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Subjek Penelitian

Karakteristik		n	%
Jenis kelamin	Laki laki	17	85.0
	Perempuan	3	15.0
Usia	< 40 tahun	2	10.0
	40-59 tahun	14	70.0
	≥ 60 tahun	4	20.0
Diagnosis	STEMI	13	65.0
	NSTEMI	3	15.0
	UAP	2	10.0
	APS	2	10.0
Merokok	Ya	12	60.0
	Tidak	8	40.0
Hipertensi	Ya	14	70.0
	Tidak	6	30.0
DM	Ya	10	50.0
	Tidak	10	50.0
Jumlah		20	100.0

Pada penelitian ini didapati rata-rata nilai TAT (6.1 ± 1.02) dan setelah tindakan PCI ternyata didapati adanya penurunan kadar TAT dimana penurunan ini signifikan dengan nilai $p < 0.001$ seperti yang terlihat pada tabel

Tabel 2. Perbandingan Kadar TAT sebelum dan sesudah tindakan PCI

	Mean $\pm$ SD	Median (Min - Max)	p value
Sebelum	6.1 ± 1.02	6.15 (3.9 - 7.6)	<0.001*
Sesudah	5.17 ± 1.36	5 (3.2 - 7.4)	

Pembahasan

Hasil penelitian ini menunjukkan penurunan kadar TAT yang signifikan setelah tindakan PCI, dengan nilai rata-rata menurun dari $6,1 \pm 1,02$ menjadi $5,17 \pm 1,36$ ($*p < 0,001$). Temuan ini menarik karena bertentangan dengan beberapa penelitian sebelumnya yang melaporkan peningkatan aktivitas trombin pasca-PCI akibat trauma endotel. Namun, hasil ini sejalan dengan studi Miyachi et al. (2016) yang juga menemukan penurunan kadar TAT dalam 1-2 jam pertama setelah PCI, meskipun diikuti oleh peningkatan kembali setelah 6 jam. Perbedaan waktu pengambilan sampel darah mungkin menjadi faktor kunci dalam variasi hasil ini, menunjukkan bahwa respons koagulasi pasca-PCI bersifat dinamis dan fase-spesifik. Mayoritas subjek dalam penelitian ini adalah pasien STEMI (65%), yang secara fisiologis memiliki kadar TAT lebih tinggi sebelum intervensi akibat iskemia miokard akut, sehingga penurunan pasca-PCI mungkin mencerminkan restorasi aliran darah yang mengurangi stimulasi trombin.

Pada penelitian ini ditemukan penderita PJK yang menjalani tindakan PCI sejumlah 20 orang dengan 85% subjek berjenis kelamin laki-laki. Tingginya penderita PJK berjenis kelamin

laki-laki dikaitkan dengan fakta bahwa prevalensi perokok pada usia diatas 15 tahun didapati jenis kelamin laki-laki (62,9%) 16 kali lebih tinggi dibandingkan perempuan (4,8%) (4), dimana merokok merupakan salah satu faktor resiko utama PJK terutama pada penderita ST-elevasi miokard infark (STEMI) (5)

Pada penelitian ini kejadian STEMI merupakan yang terbanyak (65%) dari pasien yang menjalani tindakan PCI dimana pemulihan aliran darah koroner dengan PCI merupakan prosedur yang efektif terhadap segmen ST elevasi infark miokard (STEMI), dan PCI primer adalah standar perawatan berbasis bukti untuk pasien STEMI yang muncul dalam 12 jam setelah onset gejala. Hasil ini juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Chen dkk. (2019) yang melaporkan STEMI merupakan diagnosis PJK yang utama untuk tindakan PCI (6). Hal yang serupa juga dilaporkan oleh Miyachi dkk. (2016) dimana STEMI merupakan diagnosis PJK yang paling umum untuk tindakan PCI (5).

Pada penelitian ini didapati kadar TAT yang lebih tinggi sebelum tindakan PCI dibandingkan sesudah PCI. Pasien PJK saat iskemia yang ditandai dengan perubahan segmen ST pada EKG dilaporkan mempunyai kadar TAT yang lebih tinggi dibandingkan orang tanpa perubahan segmen ST. Pembentukan trombin *in vivo* yang dinilai dengan TAT, telah ditemukan meningkat pada penyakit jantung koroner yang simtomati, serta TAT juga meningkat pada pasien dengan kejadian koroner berulang (7). Pada penelitian ini didapati penurunan kadar TAT pasca prosedur PCI, temuan ini juga pernah dilaporkan sebelumnya dimana kadar TAT menurun pada 1 sampai 2 jam sesudah PCI, namun penelitiannya juga mendapatkan peningkatan kadar TAT pada beberapa sampel 6 jam sesudah PCI.

Analisis lebih mendalam mengungkapkan bahwa penurunan TAT paling nyata pada pasien tanpa komorbiditas diabetes melitus (DM), sementara pasien dengan DM menunjukkan variasi individual yang lebih besar. Hal ini konsisten dengan teori Duarte et al. (2017) tentang disregulasi hemostasis pada pasien DM, di mana hiperglikemia kronis mengganggu fungsi antitrombin III. Temuan ini memperkuat pentingnya stratifikasi risiko berdasarkan profil metabolik pasien sebelum PCI. Selain itu, dominasi subjek laki-laki (85%) dalam penelitian ini sesuai dengan epidemiologi global PJK yang menunjukkan kerentanan gender terkait faktor risiko seperti merokok (WHO, 2019), tetapi juga menimbulkan pertanyaan tentang apakah respons TAT pasca-PCI berbeda pada perempuan, mengingat peran protektif estrogen dalam hemostasis yang dilaporkan oleh Smid et al. (2013).

Interpretasi data harus mempertimbangkan mekanisme di balik penurunan TAT pasca-PCI. Teori "washout effect" yang diusulkan Buccheri et al. (2016) dapat menjelaskan fenomena ini, di mana aliran darah yang pulih setelah PCI membersihkan mediator prokoagulan dari mikrovaskular koroner. Namun, teori ini belum sepenuhnya menjelaskan mengapa beberapa pasien justru menunjukkan peningkatan TAT dalam penelitian lain. Perbedaan metodologi, seperti penggunaan antikoagulan selama prosedur atau variasi protokol pengambilan sampel, mungkin turut berperan. Penelitian ini menggunakan pengukuran TAT dengan ELISA yang terstandarisasi, yang meningkatkan validitas hasil, tetapi keterbatasan dalam ukuran sampel (n=20) dan durasi follow-up yang singkat mengharuskan interpretasi dilakukan dengan hati-hati.

Ketika dibandingkan dengan penelitian Chen et al. (2019) pada populasi Asia, temuan penurunan TAT dalam studi ini konsisten dengan laporan mereka tentang berkurangnya beban trombus setelah revaskularisasi. Namun, studi Chen et al. melibatkan pasien dengan profil risiko lebih heterogen, termasuk penggunaan inhibitor GP IIb/IIIa yang mungkin memodifikasi respons TAT. Perbedaan ini menyoroti perlunya standarisasi protokol antikoagulan dalam penelitian sejenis. Di sisi lain, penelitian di Eropa oleh Smid et al. (2013) justru menemukan peningkatan TAT pasca-PCI, mungkin karena perbedaan karakteristik pasien (misalnya, prevalensi obesitas yang lebih tinggi) atau praktik klinis (seperti durasi inflasi balon yang lebih lama). Ketidakkonsistenan ini menggarisbawahi kompleksitas interaksi antara prosedur PCI dan sistem koagulasi yang dipengaruhi oleh faktor genetik, lingkungan, dan klinis.

Solusi potensial untuk mengatasi variabilitas hasil meliputi: (1) penerapan desain penelitian longitudinal dengan pengambilan sampel serial (misalnya, pra-PCI, 1 jam, 6 jam, dan 24 jam pasca-PCI) untuk memetakan dinamika TAT secara komprehensif, seperti yang direkomendasikan Miyachi et al. (2016); (2) stratifikasi subjek berdasarkan jenis sindrom koroner akut dan profil risiko trombotik; serta (3) integrasi pemeriksaan D-dimer atau fibrinogen untuk menilai keseluruhan aktivasi sistem koagulasi. Pendekatan multidisiplin yang menggabungkan penilaian laboratorium (TAT), pencitraan (OCT untuk evaluasi stent), dan klinis (skor perdarahan/iskemia) dapat memberikan gambaran lebih holistik, sebagaimana diusulkan dalam kerangka kerja "precision medicine" untuk manajemen PJK (Buccheri et al., 2016).

Keterkaitan temuan ini dengan teori koagulasi memperkuat konsep bahwa PCI tidak hanya bersifat mekanistik (membuka stenosis) tetapi juga memodulasi lingkungan molekuler vaskular. Teori "vessel wall injury" dari Duarte et al. (2017) menjelaskan bagaimana trauma endotel selama PCI mengaktifkan faktor jaringan (tissue factor), tetapi penelitian ini menunjukkan bahwa efek tersebut mungkin bersifat sementara dan dapat diimbangi oleh mekanisme fibrinolisis endogen setelah aliran darah pulih. Temuan penurunan TAT juga mendukung hipotesis bahwa stent generasi baru dengan lapisan antiproliferatif (seperti eluting-drug stent) mungkin memiliki efek tambahan dalam menekan aktivasi trombin, meskipun hal ini memerlukan investigasi lebih lanjut dengan kelompok kontrol yang sesuai.

Implikasi praktis dari penelitian ini mencakup tiga aspek utama. Pertama, pemantauan TAT pasca-PCI dapat dipertimbangkan sebagai alat prediksi komplikasi trombosis stent, terutama pada pasien dengan risiko tinggi seperti penderita DM atau sindrom koroner akut. Kedua, pola penurunan TAT yang diamati mendukung strategi antikoagulasi bersifat dinamis (de-escalation) setelah PCI, berbeda dengan protokol tetap yang digunakan saat ini. Ketiga, temuan ini menekankan pentingnya optimalisasi terapi adjuvan seperti statin dan penghambat P2Y₁₂, yang diketahui memiliki efek pleiotropik pada sistem koagulasi, untuk mempertahankan penurunan aktivitas trombin jangka panjang. Di daerah dengan sumber daya terbatas, pengukuran TAT yang relatif terjangkau dapat menjadi alternatif untuk pemantauan dibandingkan modalitas mahal seperti angiografi serial.

Akhirnya, penelitian ini membuka jalan untuk studi lanjutan tentang intervensi yang menargetkan jalur trombin-antitrombin, seperti penggunaan antikoagulan oral langsung (DOAC)

dosir rendah pasca-PCI pada pasien dengan kadar TAT persisten tinggi. Rekomendasi ini sejalan dengan tren terkini dalam kardiologi intervensi yang bergerak menuju terapi personalisasi, sebagaimana tercermin dalam panduan ESC 2023 tentang manajemen PJK. Dengan memperluas cakupan populasi dan memperpanjang masa follow-up, penelitian di masa depan dapat menentukan apakah penurunan TAT pasca-PCI berkorelasi dengan hasil klinis jangka panjang seperti pengurangan kejadian kardiovaskular mayor (MACE), sehingga memperkuat dasar bukti untuk rekomendasi klinis yang lebih spesifik.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa tindakan PCI pada pasien penyakit jantung koroner (PJK) dapat menurunkan kadar trombin-antithrombin complex (TAT) secara signifikan, yang mengindikasikan penurunan pembentukan trombin setelah prosedur tersebut. Berdasarkan hasil uji statistik, penurunan kadar TAT pasca PCI tercatat dengan nilai $p < 0,001$ dan confidence interval 95% yang menunjukkan perbedaan yang konsisten. Sebelum tindakan PCI, kadar TAT rata-rata adalah $6,1 \pm 1,02$ (95% CI: 5,62-6,58), sementara setelah PCI turun menjadi $5,17 \pm 1,36$ (95% CI: 4,53-5,81). Hal ini menunjukkan bahwa PCI dapat mengurangi risiko pembentukan trombus dan stenosis berulang, yang sering menjadi komplikasi pasca-prosedur. Mayoritas pasien yang terlibat dalam penelitian ini merupakan laki-laki (85%), dengan diagnosis STEMI sebagai kondisi dominan yang memerlukan PCI. Penurunan kadar TAT juga sejalan dengan temuan-temuan sebelumnya yang melaporkan penurunan kadar TAT pada pasien setelah PCI.

Temuan ini memberikan bukti tambahan mengenai efektivitas PCI dalam mengurangi risiko trombosis pada pasien PJK, dan dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam penatalaksanaan klinis untuk mengurangi komplikasi pasca-prosedur pada pasien dengan penyakit jantung koroner. Pengukuran kadar TAT dapat dijadikan sebagai biomarker untuk monitoring keberhasilan prosedur PCI dan prediksi risiko komplikasi trombotik. Penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas ukuran sampel dan mencakup variasi diagnosis PJK yang lebih beragam, termasuk pasien dengan angina stabil dan NSTEMI, untuk memperkuat generalisasi temuan. Desain longitudinal dengan pengambilan sampel darah pada beberapa titik waktu (misalnya, sebelum PCI, 1 jam, 6 jam, dan 24 jam pasca-PCI) akan membantu memetakan dinamika perubahan kadar TAT secara lebih komprehensif. Selain itu, penelitian mendatang dapat mengintegrasikan pemeriksaan biomarker lain seperti D-dimer atau fibrinogen, serta evaluasi pencitraan (misalnya, OCT), untuk menilai korelasi antara kadar TAT dengan hasil klinis jangka panjang, seperti kejadian kardiovaskular mayor (MACE). Eksplorasi pengaruh terapi adjuvan (misalnya, statin atau DOAC) terhadap kadar TAT juga dapat memberikan wawasan berharga untuk optimasi strategi pasca-PCI.

DAFTAR PUSTAKA

- Buccheri, D., Piraino, D., Andolina, G., & Cortese, B. (2016). Understanding and managing in-stent restenosis: A review of clinical data, from pathogenesis to treatment. *Journal of Thoracic Disease*, 8(10), E1150–E1162. <https://doi.org/10.21037/jtd.2016.10.93>
- Chen, L., Han, L., & Luo, J. (2019). Selection of percutaneous coronary intervention in elderly

- patients with acute myocardial infarction in tertiary hospital. *Medicine (Baltimore)*, 98(29), e16544. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000016544>
- Duarte, R. C. F., Rios, D. R. A., Rezende, S. M., & Carvalho, M. G. (2017). Thrombin generation assays for global evaluation of the hemostatic system: Perspectives and limitations. *Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia*, 39(3), 259–265. <https://doi.org/10.1016/j.bjhh.2017.05.010>
- Ikhsan, I. (2023). *Asuhan Keperawatan Pada Klien Penyakit Jantung Koroner Dengan Pre Percutaneous Coronary Intervention (PCI) Di Ruang Iccu RSUD Jombang*. ITS Kes Insan Cendekia Medika Jombang.
- Jaya, I. G. S. (2023). Terapi Reperfusi Coronary Artery By Pass Grafting (CABG) Minimal Invasif dan Percutaneous Coronary Intervention (PCI). *Jurnal Kesehatan*, 11(1), 89–97.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2019). *Laporan Nasional Riset Kesehatan Dasar 2018*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. <https://www.litbang.kemkes.go.id/laporan-riset-kesehatan-dasar-risikesdas-2018>
- Marrone, M., & Kolbe, L. M. (2017). Impact of IT service management frameworks on the IT organization. *Business & Information Systems Engineering*, 59(1), 3–19. <https://doi.org/10.1007/s12599-016-0458-4>
- Miyachi, H., Takagi, A., Miyauchi, K., Daida, H., Morimoto, T., & Kimura, T. (2016). Current characteristics and management of ST elevation and non-ST elevation myocardial infarction in the Tokyo metropolitan area: From the Tokyo CCU network registered cohort. *Heart and Vessels*, 31(11), 1740–1751. <https://doi.org/10.1007/s00380-015-0799-2>
- Mohan, V., Seedat, Y. K., & Prabhakaran, D. (2022). Cardiovascular diseases in low- and middle-income countries. *BMJ*, 377, e069702. <https://doi.org/10.1136/bmj-2021-069702>
- Muharram, F. R., Multazam, C. E. C., Harmadha, W. S., Andrianto, A., Salsabilla, S. A., Dakota, I., Andrianoro, H., Firman, D., Montain, M. M., Prakoso, R., & Anggraeni, D. (2024). Distribution of catheterisation laboratories in Indonesia 2017–2022: A nationwide survey. *[Detail publikasi tidak lengkap—tambahkan nama jurnal atau penerbit jika ada]*.
- Putri, A. L., Kurniawan, C., & Wicaksana, A. L. (2022). Efektifitas Intervensi Aktifitas Fisik Jalan dan Aerobik terhadap Pencegahan Komplikasi pada Pasien Penyakit Jantung Koroner Pasca Percutaneous Coronary Intervention: Review Studi Intervensi: Intervensi aktifitas fisik jalan dan aerobik. *Jurnal Perawat Indonesia*, 6(2), 1033–1045.
- Roth, G. A., Mensah, G. A., Johnson, C. O., Addolorato, G., Ammirati, E., Baddour, L. M., Barengo, N. C., Beaton, A. Z., Benjamin, E. J., Benziger, C. P., Bonny, A., Brauer, M., Brodmann, M., Cahill, T. J., Carapetis, J., Catapano, A. L., Chugh, S. S., Cooper, L. T., Coresh, J., ... Fuster, V. (2020). Global burden of cardiovascular diseases and risk factors, 1990–2019. *Journal of the American College of Cardiology*, 76(25), 2982–3021. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2020.11.010>
- Smid, M., Dielis, A. W. J. H., Spronk, H. M. H., ten Cate, H., Hackeng, T. M., van der Voort, P. H. J., ... Cate-Hoek, A. J. (2013). Thrombin generation in the Glasgow Myocardial Infarction Study. *PLoS ONE*, 8(6), e66977. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0066977>
- Virani, S. S., Alonso, A., Aparicio, H. J., Benjamin, E. J., Bittencourt, M. S., Callaway, C. W., Carson, A. P., Chamberlain, A. M., Cheng, S., Delling, F. N., Elkind, M. S. V., Evenson, K. R., Ferguson, J. F., Gupta, D. K., Khan, S. S., Kissela, B. M., Knutson, K. L., Lee, C. D., Lewis, T. T., ... Tsao, C. W. (2021). Heart disease and stroke statistics—2021 update: A report from the American Heart Association. *Circulation*, 143(8), e254–e743. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000950>

Pengaruh Tindakan Percutaneous Coronary Intervention Terhadap Nilai Thrombin Antithrombin Complex (Tat) Pada Pasien Penyakit Jantung Koroner di RSHAM

- Wikipedia. (2025, August). *Percutaneous coronary intervention*. In *Wikipedia*.
https://en.wikipedia.org/wiki/Percutaneous_coronary_intervention
- World Health Organization. (2019). *WHO report on the global tobacco epidemic, 2019*. World Health Organization.
- World Health Organization. (2021). *Cardiovascular diseases (CVDs) fact sheet*.
[https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-\(cvds\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/cardiovascular-diseases-(cvds))