

TEKNIK PEMERIKSAAN FISILOGI INTRAKORONER PADA PASIEN PENYAKIT JANTUNG KORONER DENGAN LESI KORONER MULTIPLE

Faiza Husein¹, Nurhayati Nurhayati^{2*}, Arwin Saleh Mangkuanom³, Ahmad Jamaluddin⁴, Muhamad Arif Budiman⁵

D3 Teknik Kardiovaskuler, Fakultas Kedokteran, Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA¹, Fakultas Kedokteran, Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA², Kardiologi, Rumah Sakit Jantung dan Pembuluh Darah Harapan Kita³, Fakultas Kedokteran, Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA⁴, Fakultas Kedokteran, Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA⁵

*Corresponding Author : nurhayati@uhamka.ac.id

ABSTRAK

Penyakit jantung koroner (PJK) merupakan penyebab utama kematian di dunia, terutama akibat komplikasi dari lesi koroner multiple, yaitu penyempitan pada dua atau lebih arteri koroner. PJK disebabkan oleh plak aterosklerosis yang menghambat aliran darah dan dapat menimbulkan nyeri dada, sesak napas, mual, dan pusing. Aterosklerosis sering menyumbat cabang-cabang utama arteri koroner, seperti *left anterior descending* (LAD), *left circumflex* (LCx), dan *right coronary artery* (RCA). Pemeriksaan fisiologi intrakoronar seperti *Fractional Flow Reserve* (FFR) dan *Instantaneous Wave-Free Ratio* (IFR) dapat digunakan untuk menilai signifikansi hemodinamik dari stenosis. FFR adalah pemeriksaan diagnostik yang digunakan untuk melihat signifikansi fisiologis stenosis arteri koroner secara spesifik. IFR merupakan pengukuran fisiologi intrakoronar lebih baru yang menggunakan prinsip serupa dengan FFR tetapi tidak memerlukan agen hiperemia. Namun, tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara FFR dan IFR pada iskemia. Penelitian ini adalah studi kasus deskriptif pada pasien dengan diagnosa awal penyakit jantung koroner yang kemudian dilakukan pemeriksaan fisiologi intrakoronar berupa FFR dan IFR, dan didapatkan hasil lesi koroner multiple (lebih dari 2 koroner). Diperoleh nilai IFR pada LAD 0.92 dan FFR 0.75 (signifikan), IFR LCx 0.71 (signifikan), IFR RIM 0.95 (non signifikan), dan IFR RCA 0.92 serta FFR 0.72 (signifikan).

Kata kunci : *Fractional Flow Reserve* (FFR), *Instantaneous Wave-Free Ratio* (IFR), Penyakit Jantung Koroner (PJK), stenosis

ABSTRACT

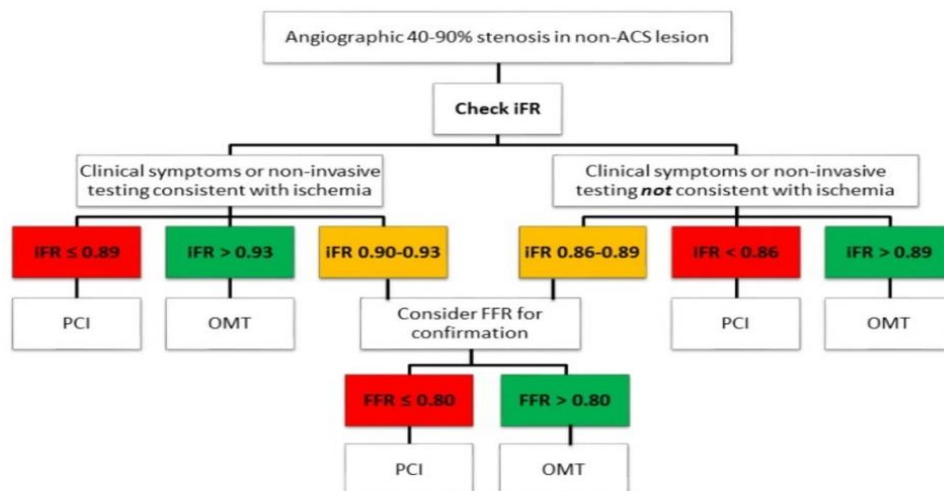
Coronary artery disease (CAD) is the leading cause of death worldwide, mainly due to complications from multiple coronary lesions, which are narrowings in two or more coronary arteries. CAD is caused by atherosclerotic plaques that block blood flow and can cause chest pain, shortness of breath, nausea, and dizziness. Atherosclerosis often blocked the main branches of the coronary arteries, such as the left anterior descending (LAD), left circumflex (LCx), and right coronary artery (RCA). Intracoronary physiological tests such as Fractional Flow Reserve (FFR) and Instantaneous Wave-Free Ratio (IFR) can be used to assess the hemodynamic significance of stenosis. FFR is a diagnostic test used to determine the physiological significance of specific coronary artery stenosis. IFR is a newer intracoronary physiological measurement that uses a similar principle to FFR but does not require a hyperemia agent. However, there is no significant difference between FFR and IFR in ischemia. This is a descriptive case study of patients with a preliminary diagnosis of coronary artery disease who then underwent intracoronary physiological tests in the form of FFR and IFR, and the results showed multiple coronary lesions (more than 2 coronary arteries). The IFR values obtained were 0.92 for the LAD and 0.75 for FFR (significant), 0.71 for the LCx (significant), 0.95 for the RIM (non-significant), 0.92 for the RCA, with FFR at 0.72 (significant).

Keywords : *Fractional Flow Reserve* (FFR), *Instantaneous Wave-Free Ratio* (IFR), Coronary Artery Disease (CAD), stenosis

PENDAHULUAN

Penyakit jantung koroner (PJK) merupakan penyakit kardiovaskular yang paling umum terjadi, disebabkan oleh adanya plak yang menumpuk di dalam arteri koroner yang menyuplai oksigen ke otot jantung. PJK memiliki komplikasi tersendiri seperti aritmia, gagal jantung kongestif, infark miokardial, dan kematian (Nur Lina, 2020). Aterosklerosis sering menyumbat cabang-cabang utama arteri koroner, seperti *left anterior descending* (LAD), *left circumflex* (LCx), dan *right coronary artery* (RCA) (Afford H. Wongkar, 2019). Data *World Health Organization* (WHO) tahun 2019 menyebutkan 17,8 juta kematian atau satu dari tiga kematian di dunia setiap tahun disebabkan oleh penyakit jantung. Salah satu penyakit jantung yang ada pada urutan pertama yaitu PJK. PJK menjadi penyebab kematian di Indonesia sebanyak 14,4% dan 50% penderita PJK yang dilaporkan berpotensi mengalami henti jantung mendadak. Di DKI Jakarta sebanyak 1,9% atau sekitar 40.200 orang terkena PJK (Syahidah Nafisah, 2024). PJK ditandai dengan pasokan darah dan oksigen yang tidak cukup ke miokardium. Namun, tidak semua penyempitan pembuluh darah koroner mengganggu suplai darah ke miokard (Shahjehan et al, 2024).

Pemeriksaan fisiologi intrakoronar dapat dilakukan untuk menegakkan diagnosis PJK yaitu dengan menggunakan *Fraction Flow Reserve* (FFR), dan *Instantaneous Wave-Free Ratio* (IFR). FFR adalah uji diagnostik yang digunakan untuk melihat signifikansi fisiologis stenosis arteri koroner. IFR merupakan pengukuran fisiologi intrakoronar lebih baru yang menggunakan prinsip serupa dengan FFR tetapi tidak memerlukan agen hiperemia (Colin Berry, 2015). Penelitian oleh Pim A.L. Tonino, et al, 2010 menampilkan data dari studi FAME bahwa dari stenosis 50-90% hanya sebesar 15% yang memiliki angka FFR di bawah 0.8 dan 85% sisanya memiliki angka FFR lebih dari 0.8 (normal) atau dengan kata lain suplai miokard tetap tercukupi walaupun terdapat penyempitan miokard sebesar itu.



Gambar 1. Diagram Chart Alur Pemeriksaan FFR dan IFR (Shlofmitz E et al, 2017)

Diagram pada gambar 1 menjelaskan alur proses tindakan yang akan diambil dokter jantung, setelah ditemukan berapa persentase stenosis yang dialami seorang pasien yang telah dilakukan angiografi Koroner, dimana angiografi ini berfungsi sebagai pola distribusi arteri, anatomi atau patologi fungsional (aterosklerosis, trombosis, diseksi, *myocardial bridging*, anomali kongenital, atau spasme koroner fokal), serta adanya hubungan kolateral antara arteri koroner dengan arteri koroner lainnya (Tampubolon, L.F, dkk, 2023). Angiografi dengan hasil stenosis pembuluh darah sebesar 40-90% pada lesi di luar sindrom koroner akut, akan dilakukan pemeriksaan IFR pada pasien dengan gejala klinis yang sesuai, jika perlu dilanjutkan

dengan pemeriksaan FFR untuk menentukan tata laksana berupa PCI atau CABG (Shlofmitz E et al, 2017). Pemeriksaan IFR dengan menggunakan *pressure wire* yang memiliki sensor tekanan untuk mengukur tekanan distal stenosis, kemudian melewati lesi stenosis *moderate* dengan bantuan kateter di arteri target, kemudian dilakukan perekaman. Apabila didapatkan hasil > 0.93 maka akan dilanjutkan dengan OMT/*Optimal Medical Therapy* pada pasien dengan kelainan jantung, jika hasil yang didapat < 0.89 maka dilakukan PCI, akan tetapi jika hasil yang didapatkan *borderline* atau antara 0.90-0.93 maka perlu dilakukan pemeriksaan FFR (Shlofmitz E et al, 2017).

Jika ditemukan pasien dengan tanpa gejala klinis yang sesuai atau yang ditandai dengan hasil treadmill test *inkonklusif*, hasil ekokardiografi dengan RWMA yang tidak pasti atau pasien yang tiba-tiba datang ke cathlab, dokter akan meminta dilakukan pemeriksaan IFR. Apabila didapatkan hasil > 0.89 maka akan dilanjutkan dengan OMT, jika hasil yang didapat < 0.86 maka dilakukan PCI, akan tetapi jika hasil yang didapatkan *borderline* atau antara 0.86-0.89 maka perlu dilakukan pemeriksaan FFR dengan menggunakan *pressure wire* yang sama. Diberikan adenosin dengan dosis maksimal 200 mcg pada LCA dan 100 mcg pada RCA untuk mendapatkan fase hiperemi maksimal yang digunakan untuk menginduksi vasodilator (Gauravpal Singh Gill, 2022). Hiperemi maksimal ditandai dengan penurunan tekanan darah, perubahan EKG menjadi bradikardi hingga asistol selama 60-90 detik, jika sudah mencapai hiperemi maksimal dilakukan perekaman. Jika didapat hasil FFR > 0.80 maka dilanjutkan dengan OMT, sedangkan jika hasil FFR < 0.80 maka akan dilakukan PCI (Morton Kern, 2015). Tujuan penelitian ini adalah untuk menilai pembuluh jantung mana saja yang mengalami plak dan tingkat keparahan plak aterosklerosis yang dialami pasien.

METODE

Penelitian ini merupakan studi kasus deskriptif yang dilakukan pada pasien yang datang ke Poli Kardiologi dan dicurigai mengalami PJK namun tidak terdeteksi jelas dengan EKG. Dilakukan pemeriksaan fisiologi intrakoronar yaitu FFR dan IFR pada pembuluh darah koroner sebelum dilakukan tindakan lanjut. Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni-Juli 2025, dengan mengambil satu kasus pasien di RS Jantung dan Pembuluh Darah Harapan Kita. Data diambil dari data sekunder melalui Rekam Medik Elektronik RS. Komite Etik RSJPD telah menyetujui penelitian ini dengan Nomor: DP.04.03/KEP106/EC061/2025.

HASIL

Dari pemeriksaan angiografi dan IFR/FFR pada pasien tersebut didapatkan hasil sebagai berikut:

LM : Normal

LAD : Stent *patent* di proximal LAD, *Discrete stenosis* 70% di mid LAD distal stent

RIM : *Discrete* stenosis 70% di proximal *intermediate branch*, IFR normal

LCx : *Diffuse* stenosis di proximal-distal dengan lesi terberat stenosis 90% di distal LCx

RCA : Dominan *diffuse stenosis* di proximal-mid dengan lesi terberat 90% di proximal RCA

Setelah dilanjutkan dengan pemeriksaan IFR dan FFR pada pasien, didapatkan hasil berikut

LAD : nilai IFR yang didapat 0.92 dan dilanjut dengan FFR dengan hasil 0.75 yang berarti terdapat stenosis signifikan

LCx : nilai IFR yang didapat 0.71 yang berarti terdapat lesi signifikan
RIM : nilai IFR yang didapat 0.95 yang berarti terdapat lesi non signifikan
RCA : nilai IFR yang didapat 0.92 dan dilanjutkan dengan FFR dengan hasil 0.72 yang berarti terdapat stenosis signifikan

Setelah didapatkan nilai-nilai tersebut, maka dokter menganjurkan agar pasien dirujuk untuk dilakukan tindakan CABG karena terdapat lebih dari dua koroner dengan nilai signifikan, sehingga tidak dapat dilakukan PCI.

PEMBAHASAN

Pasien laki-laki berusia 52 tahun, pada bulan Mei 2024 yang memiliki riwayat keluhan nyeri dada, sesak nafas, dan mudah lelah saat beraktivitas (Shahjehan et al, 2024). Kemudian dibawa ke rumah sakit dan dilakukan pemeriksaan ekokardiografi dan didapatkan hasil adanya penebalan pada otot jantung, pembesaran ruang jantung dan penurunan fungsi otot jantung. Disebabkan pasien memiliki riwayat pemasangan stent, maka pasien direncanakan untuk dilakukan pemeriksaan angiografi koroner dan pemeriksaan FFR (Shlofmitz E et al, 2017). Pasien sebelumnya telah melakukan beberapa pemeriksaan penunjang seperti EKG dan ekokardiografi. Pada hasil pemeriksaan ekokardiografi didapatkan diagnosa CHF ec CAD dengan EF 40% dan pembesaran ruang jantung. Ekokardiografi untuk mendeteksi infark miokard akut dengan tingkat akurasi sekitar 50% (Soesanto, 2018), sehingga dilanjutkan dengan pemeriksaan FFR. Pasien masuk ke ruang perawatan RS Jantung Harapan Kita pada tanggal 14 Mei 2025 dan dijadwalkan untuk dilakukan tindakan angiografi koroner dan pemeriksaan FFR pada tanggal 16 Mei 2025.

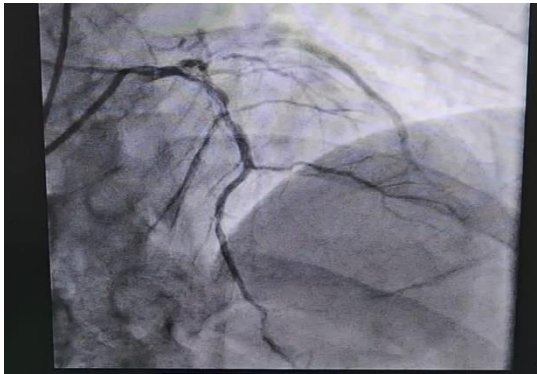


Gambar 1. Tekanan Ao Awal (sebelum pemeriksaan FFR) 122/83 mmHg

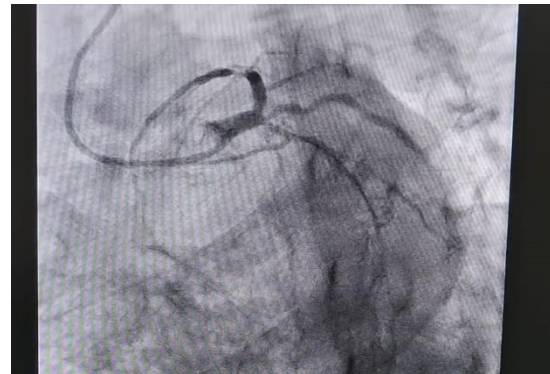
Aterosklerosis sering menyumbat cabang-cabang utama arteri koroner, seperti *left anterior descending* (LAD), *left circumflex* (LCx), dan *right coronary artery* (RCA) (Afford H. Wongkar, 2019).

Dilakukan angiografi koroner pada pasien seperti pada gambar 2, dimana terlihat banyak penyempitan pada proximal-distal LAD sehingga perlu dilanjutkan dengan pemeriksaan IFR/FFR. IFR/FFR adalah rasio aliran darah maksimum yang dapat melalui penyumbatan (area stenosis) terhadap aliran darah maksimum yang dapat dicapai dalam pembuluh yang sama tanpa penyumbatan (Hill et al, 2022) dan berfungsi untuk mendapatkan nilai fisiologi yang lebih akurat. Pada angiografi juga didapatkan variasi anatomi dari arteri koroner yang disebut sebagai ramus intermedius (RIM) seperti di gambar 3. RIM merupakan variasi anatomi pembuluh darah yang terdapat pada 15-30% populasi umum. Pembuluh darah ini berasal dari

percabangan *left main* (LM) dan berada di antara cabang LAD dan LCx (Jesse James Balami, 2025).



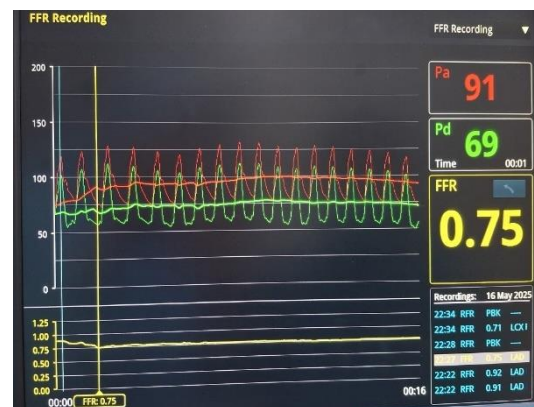
Gambar 2. Angiografi Koroner LAD



Gambar 3. Angiografi Koroner RIM



Gambar 4. Pemeriksaan IFR pada LAD



Gambar 5. Pemeriksaan FFR pada LAD



Gambar 6. Pemeriksaan IFR di LCx



Gambar 7. Pemeriksaan IFR di RIM

Pada pemeriksaan IFR, LAD didapatkan hasil 0.92 (gambar 4) yang termasuk dalam zona abu-abu atau yang disebut *borderline*, sehingga menurut *guideline* dilanjutkan dengan pemeriksaan FFR seperti pada gambar 5 dan didapatkan hasil 0.75 yang jika disesuaikan dengan rasio normalnya hasil tersebut < 0.80 dan termasuk pada lesi stenosis yang signifikan (Shlofmitz E et al, 2017). Kemudian pada pemeriksaan IFR di LCx didapatkan hasil 0.71 yang menunjukkan lesi stenosis signifikan, sehingga tidak perlu dilanjutkan dengan pemeriksaan FFR yang ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 8. Pemeriksaan IFR di RCA



Gambar 9. Pemeriksaan FFR di RCA

Selanjutnya dilakukan IFR di RIM dan didapatkan hasil 0.95 yang berarti lesi stenosis non signifikan sehingga tidak diperlukan pemeriksaan FFR (gambar 7). Kemudian dilakukan IFR pada RCA (gambar 8) didapatkan hasil 0.92 yang termasuk dalam zona abu-abu atau yang disebut *borderline*, sehingga menurut *guideline* (Shlofmitz E et al, 2017) dilanjutkan dengan pemeriksaan FFR dan didapatkan hasil 0.72 yang jika disesuaikan dengan rasio normalnya hasil tersebut < 0.80 dan termasuk pada lesi stenosis yang signifikan (gambar 9).

Pada pemantauan hemodinamik yang dilakukan oleh teknisi kardiovaskular, ditemukan perubahan EKG pada saat pemeriksaan FFR di LAD dan RCA karena diberikan adenosin sebagai agen hiperemi untuk membantu pemeriksaan tersebut. Gauravpal Singh Gill, 2022 dalam *World Journal of Cardiology* (WJC) menyebutkan bahwa Adenosin merupakan standar emas untuk mencapai hiperemia maksimal dalam pemeriksaan FFR karena bekerja sebagai vasodilator yang kuat pada pembuluh darah (Arsyad, M.A., 2018), sehingga meningkatkan aliran darah dan menurunkan resistensi vaskular koroner. Saat dilakukan pemeriksaan FFR di LAD didapatkan EKG yang berubah menjadi bradikardia dan penurunan tekanan aorta selama beberapa detik. Kemudian saat dilakukan FFR di RCA ditemukan perubahan EKG pada lead II dan III (inferior) segmen ST depresi (gambar 10) yang menyebabkan rasa tidak nyaman pada dada pasien selama beberapa saat (Martha, J.W., 2013).



Gambar 10. Gambaran EKG terdapat ST segmen depresi saat diberikan adenosin 100 mcg di RCA

Berdasarkan klasifikasi lesi, yang digolongkan ke dalam tipe moderate ialah lesi yang ada di antara 40-90% stenosis, maka dilakukan pemeriksaan fisiologi intrakoroner untuk menentukan apakah akan dilakukan tindakan PCI atau CABG pada pasien, hal ini sesuai dengan penelitian Michael P. Soos et al, pada tahun 2022. Pada pasien didapatkan hasil

pemeriksaan fisiologi intrakoronar yang signifikan pada lebih dari satu pembuluh darah koroner yaitu LAD, LCx dan RCA, dimana lesi koroner multiple adalah lesi yang melibatkan dua atau lebih arteri koroner yang mengalami penyempitan. Kondisi ini lebih kompleks dan berisiko tinggi menyebabkan kejadian kardiovaskular serius, seperti PJK, keterlibatan multifokal atau aterosklerosis yang terjadi di beberapa lokasi arteri, serta adanya komplikasi (Subiyanto I, dkk, 2024), sehingga pasien diputuskan untuk dilakukan tindakan CABG (Shlofmitz E et al, 2017). Dengan dilakukannya pemeriksaan fisiologi intrakoronar terhadap pasien, direncanakan tindakan CABG untuk mencegah pemasangan stent multiple dan menurunkan kejadian *in-stent restenosis* pada pasien (Cheol Whan Lee, 2016).

KESIMPULAN

Terdapat penyempitan koroner yang signifikan pada pasien setelah dilakukan pemeriksaan IFR dan FFR yaitu di LAD, LCx, dan RCA. Pemeriksaan fisiologi intrakoronar menggunakan IFR dan FFR untuk mendiagnosis PJK dengan lesi multipel berjalan sesuai dengan prosedur yang berlaku. Perbedaan pada pemeriksaan IFR dan FFR dalam mendiagnosis PJK terletak pada penggunaan agen hiperemi pada pemeriksaan FFR sedangkan pada pemeriksaan IFR tidak diperlukan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Dekan Fakultas Kedokteran UHAMKA beserta seluruh civitas akademika yang telah memberikan kesempatan dalam melakukan penelitian dan membuat Karya Tulis Ilmiah. Serta kepada Direktur, Dokter, seluruh tim medis dan teknis kardiovaskular di Rumah Sakit Jantung dan Pembuluh Darah Harapan Kita yang telah memberikan izin serta dukungan dalam pelaksanaan pengambilan data atas selesainya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Arsyad, M. A. (2018). *Adenosine and lidocaine (AL) as a vasodilator in cardiac procedures and a storage solution for vascular banking* (Doctoral dissertation, James Cook University).
- Cheol Whan Lee, J. M.-W.-W.-H.-W. (2016). *Coronary Artery Bypass Surgery Versus Drug-Eluting Stent Implantation For Left Main Or Multivessel Coronary Artery Disease: A Meta-Analysis Of Individual Patient Data*. National Library Of Medicine, 1-9.
- Colin Berry, D. C. (2015). *Fractional Flow Reserve-Guided Management In Stable Coronary Disease And Acute Myocardial Infarction: Recent Developments*. *European Heart Journal*, 3155-3164.
- Evan Shlofmitz, D. F., & Allen Jeremias, M. F. (2017). *FFR In 2017: Current Status In PCI Management*. *American College Of Cardiology*, 1-12.
- Gauravpal Singh Gill, A. G. (2022). *Comparative Efficacy And Safety Of Adenosine And Regadenoson For Assessment Of Fractional Flow Reserve: Asystematic Review And Meta-Analysis*. *World Journal Of Cardiology*, 1-14.
- Hill, D., Bykowski, A., & Lim, M. J. (2022). *Fractional Flow Reserve*. *National Library Of Medicine*, 1-19.
- Jesse James Balami, D. M. (2025). *Race-Ethnic Differences In The Prevalence Of Ramus Intermedius Coronary Artery*. *Journal Of The Society For Cardiovascular Angiography And Interventions*, 13.

- Martha, J. W. (2013). *Coronary Intervention for Stable Angina Pectoris: The Use of Fractional Flow Reserve as A Decision Making Tool for Coronary Angioplasty*. Jurnal Kardiologi Indonesia, 43-47.
- Michael P. Soos, D. G.-M. (2022). *Instantaneous Wave-Free Ratio*. National Library Of Medicine, 1-21.
- Morton Kern, M. (2015). *Return Of Ic Adenosine For FFR: History, Dose And Technique*. Associate Chief Cardiology, 1-3.
- Nur Lina, D. S. (2020). Deteksi Dini Penyakit Jantung Koroner Di Desa Kalimanggis Dan Madiasari. Jurnal Warta LPM, 45-53.
- Pim A.L. Tonino, W. F., William F. Fearon, Bernard De Bruyne, Keith G. Oldroyd, Massoud A. Leesar, Peter N. Ver Lee, Philip A. MacCarthy, Marcel van't Veer, Nico H. J. Pijls (2010). *Angiographic Versus Functional Severity Of Coronary Artery Stenoses In The Fame Study: Fractional Flow Reserve Versus Angiography In Multivessel Evaluation*. Journal of the American College of Cardiology, 1-6.
- Shahjehan, R. D., Sharma, S., & Bhutta, B. S. (2024). *Coronary Artery Disease*. National Library of Medicine, 1-74.
- Soesanto, A. M. (2018). Ekokardiografi Untuk Sindroma Koroner Akut. Departemen Kardiologi Dan Kedokteran Vaskular FKU, 1-10.
- Subiyanto I, Hayati, T., Syam F.S., Putri T.R., Maylina V., Ningsih W.B., Iksan R.R. (2024). Efektifitas Edukasi Penyakit Jantung Koroner Dalam Upaya Prepentif di RW 01 Pejaten Timur Jakarta Selatan. *Maheha: Malahayati Health Student Journal*, 1853-1862.
- Syahidah Nafisah, N. N. (2024). Penyebab Dan Perkembangan Penyakit Jantung Koroner. Jurnal Forum Kesehatan : Media Publikasi Kesehatan Ilmiah, 27-36.
- Tampubolon, L.F, Ginting A, Turnip F.E.S, (2023). Gambaran Faktor Yang Mempengaruhi Kejadian Penyakit Jantung Koroner (PJK) Di Pusat Jantung Terpadu (PJT). Jurnal Ilmiah Permas: Jurnal Ilmiah Stikes Kendal, 1043-1052.
- Wongkar A.H.,& Yalume R.A.S (2019). Faktor Yang Mempengaruhi Penyakit Jantung Koroner Di Ruangan Poliklinik Jantung RS. Bhayangkara TK. III Manado. *Journal Of Community And Emergency* , 27-41.