



Analisis Perbedaan Citra SPECT Non-AC dan CTAC pada Pemeriksaan Scintigrafi Perfusi Miokard

Ridwan Nuryadin¹, Nurbaiti², Nursama Heru A³, Hendra Budiawan⁴

^{1,2,3}Poltekkes Kemenkes Jakarta II, Jl. Hang Jebat III Blok F3, Kebayoran Baru, Jakarta Selatan, Indonesia

^{1,4}RSUP Dr. Hasan Sadikin Bandung, Jl. Pasteur No 38 Bandung 40161, Indonesia

Corresponding Author: Ridwan Nuryadin

e-mail: ridwan.22.nuryadin@gmail.com

ABSTRACT

Background: Myocardial Perfusion Scan displays SPECT images, which is a non invasive imaging method for a quantitative view of myocardial ischemia which can't be done with CT myocardial perfusion. The principle of myocardial perfusion scan is that the myocardial absorption of radiopharmaceuticals is proportional to coronary heart blood flow to the myocardium. The main problem with SPECT myocardial perfusion scan imaging is photon attenuation caused by soft tissue around the heart which causes inaccurate information and attenuation artifacts. One method to reduce attenuation artifacts is hybrid CT Scan imaging with SPECT tools. CT Scan images are used to correct attenuation in SPECT images. The purpose of this research is to analyze the differences between non-AC and CTAC SPECT images which will have an impact on myocardium perfusion values on myocardial perfusion scans.

Methods: This research is a quantitative analysis with a direct observation approach. The research was undertaken at Nuclear Medicine and Molecular Theranostics Installation of Dr. Hasan Sadikin General Hospital in Bandung, starting November 2023 using a SPECT CT GE NM/CT 860 gamma camera. A total of 28 patients were examined for myocardial perfusion scans. Data processing is conducted by comparing the perfusion values of myocardium on non-AC and CTAC SPECT images for 28 samples by conducting hypothesis testing using paired test sample T-Test.

Result: Based on the research results, non-AC, and CTAC SPECT image data showed a normal distribution using the Shapiro-Wilk test, allowing the analysis of differences using the Paired-Samples T-test. In general, the analysis results indicate a significant difference between non-AC and CTAC SPECT images, as the sig value is less than 0.05 in the RCA and LCx vascular segments, as well as in the septal, inferior, lateral, and apical wall segments. However, no significant differences were found in the LAD vascular segment and the anterior wall segment, as the sig value is greater than 0.05.

Conclusions: There are differences between non-AC and CTAC SPECT images in the RCA and LCx blood vessel segments, as well as in the septal, inferior, lateral, and apical wall segments. However, no differences are observed in the LAD blood vessel segment and the anterior wall segment.

Keywords: Myocardial Perfusion scintigraphy; SPECT Images; CT Scan Attenuation Correction

Pendahuluan

Penyakit jantung koroner merupakan salah satu penyakit jantung mematikan yang penyebab utamanya adalah terjadinya penyempitan arteri koronaria. Penyempitan ini terjadi diakibatkan adanya aterosklerosis atau spasme maupun kombinasi dari keduanya (Santosa & Baharuddin, 2020). Dampak utama penyakit jantung koroner adalah gangguan pasokan oksigen dan nutrisi ke dalam jaringan miokard akibat penurunan aliran darah koroner. Kurangnya pasokan darah karena penyempitan arteri koroner mengakibatkan gejala

angina pectoris. Angina pectoris adalah suatu sindrom klinis didapatkan sakit dada yang timbul waktu melakukan aktivitas karena adanya iskemik miokard (Karyatin, 2019).

Pemeriksaan angiografi koroner merupakan pemeriksaan yang paling standar dalam menegakkan diagnosis penyakit jantung koroner. Tetapi besarnya risiko dan komplikasi serta tingginya kejadian normokoroner dibutuhkan pendekatan klinis dan pemeriksaan jantung non invasif yang tepat meliputi elektrokardiografi latihan, ekokardiografi, *coronary computed*

tomography angiography (CCTA), *stress cardiac magnetic resonance* (MRI), *single photon emission computed tomography* (SPECT), dan *positron emission tomography* (PET) (Mezal, 2021).

CCTA merupakan salah satu pencitraan non invasif untuk melihat dan menilai anatomi pembuluh darah koroner secara visual dengan akurasi diagnostik yang sangat tinggi. CCTA secara akurat mengidentifikasi keberadaan dan tingkat keparahan penyempitan sampai penyumbatan arteri koroner. Tetapi CCTA tidak dapat menentukan sendiri apakah penyempitan atau penyumbatan tersebut bisa membatasi aliran darah koroner ke miokardium. Untuk mengetahui hal itu bisa dilakukan CT perfusi miokard, tetapi penilain dari CT perfusi miokard terdapat keterbatasan yang membatasi penggunaannya secara luas dalam praktik klinis sehari-hari yaitu tidak memberikan informasi secara kuantitatif (Lee et al., 2016). Sehingga CT perfusi miokard ini jarang dilakukan dan digunakan untuk penilaian iskemik miokard (Dewey et al., 2020) sehubungan dengan ini, beberapa penelitian sebelumnya menggabungkan CCTA dengan modalitas fungsional yang sering dilakukan seperti SPECT atau PET pada pemeriksaan sidik perfusi miokard (Lee et al., 2016).

Sidik perfusi miokard adalah teknik pemeriksaan non invasif yang digunakan dalam menegakkan diagnosis klinis berbagai penyakit kardiovaskular seperti evaluasi iskemik miokard, penyakit arteri koroner dan klasifikasi risiko. Pencitraan SPECT menunjukkan fisiologi jantung yang akan mengarah pada deteksi dini patofisiologi atau kerusakan jantung sebelum terjadinya kerusakan morfologis (Mostafapur et al., 2021). Radiofarmaka yang digunakan pada pencitraan sidik perfusi miokard ditujukan untuk menilai aliran darah koroner. Penangkapan radiofarmaka oleh miokardium sebanding dengan aliran darah koroner ke miokardium (Rosilawat et al., 2014).

Salah satu masalah utama dalam pencitraan SPECT adalah pelemahan foton yang disebabkan oleh jaringan lunak disekitar jantung seperti payudara, diafragma, dinding thoraks dan aktivitas gastrointestinal subdiafragma yang dapat menyebabkan artefak atenuasi yang akan mempengaruhi kualitas gambar. Untuk mengatasi artefak tersebut salah satunya dengan menggunakan pencitraan transmisi yaitu CT Scan. Pencitraan transmisi ini dilakukan pada modalitas SPECT yang sudah hibrida dengan CT Scan dosis rendah yang dapat menghasilkan peta transmisi dengan jumlah dan resolusi tinggi dalam waktu singkat. (Hatipoglu & Cetin, 2023). Pencitraan CT

Scan merupakan salah satu metode koreksi atenuasi yang cocok untuk jaringan yang tidak seragam ini. Citra CT Scan digunakan untuk rekonstruksi citra SPECT sidik perfusi miokard untuk meningkatkan kualitas gambar dan akurasi diagnostik. (Fukami et al., 2020).

Menurut Filiz Hatipoglu pada penelitiannya menyatakan koreksi atenuasi berbasis citra CT Scan tidak memberikan kontribusi yang signifikan secara statistik terhadap penegakkan diagnosa diarea pembuluh darah LCx, tetapi terjadi peningkatan spesifisitas diarea pembuluh darah RCA dan penurunan spesifisitas diarea pembuluh darah LAD. Oleh karena itu, citra SPECT yang dikoreksi atenuasi oleh citra CT Scan (CTAC) harus dievaluasi berdampingan dengan citra yang sebelum dikoreksi atenuasi (non-AC) berdasarkan klinis dan penggunaan koreksi atenuasi berbasis CT Scan diperlukan tinjauan visual dari data mentah dengan citra direkonstruksi karena ada potensi misregistrasi citra CT Scan dengan citra SPECT (Hatipoglu & Cetin, 2023). Misregistrasi bisa disebabkan oleh posisi pasien yang tidak tepat dan sama, gerakan pernafasan dan ketidaksejajaran mekanik alat hibrida SPECT CT, sehingga misregistrasi tersebut akan menghasilkan beberapa kesalahan dalam penilain serapan citra SPECT (Saleki et al., 2019).

Berdasarkan uraian di atas, rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana perbedaan citra SPECT CTAC (sesudah) dan non AC (sebelum/tidak) dikoreksi atenuasi oleh citra CT Scan pada pemeriksaan sidik perfusi miokard dengan tujuan menganalisis perbedaan kedua citra SPECT tersebut.

Metode

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode analitik kuantitatif. Data - data dari sampel penelitian ini dikumpulkan dengan menggunakan cara observasi partisipatif di mana peneliti ikut serta melakukan pemeriksaan dalam observasi dan pengambilan data sampel. Populasi yang digunakan pada penelitian ini adalah pasien yang melakukan pemeriksaan sidik perfusi miokard di Instalasi Ilmu Kedokteran Nuklir dan Teranostik Molekuler RSUP Dr. Hasan Sadikin Bandung pada bulan november 2023 dengan jumlah sampel yang digunakan 28 pasien yang didapatkan dengan cara *purposive sampling* dengan kriteria inklusinya pasien yang bersedia diperiksa mendapatkan tambahan pemeriksaan CT Scan di kamera gamma hibrida SPECT CT dan kriteria eksklusinya pasien yang tidak kooperatif dan tidak bisa diam pada saat

pemeriksaan. Variabel independent dari penelitian ini adalah citra CT Scan yang didapatkan dari alat hibrida SPECT CT menghasilkan citra CT Scan jantung yang baik digunakan untuk koreksi atenuasi citra SPECT. Variabel dependent dari penelitian ini citra SPECT sebelum (non AC) dan sesudah (CTAC) dikoreksi atenuasi oleh citra CT Scan dalam bentuk citra *polar map* ventrikel kiri jantung yang akan menampilkan nilai-nilai perfusi miokard berdasarkan presentase penyerapan radiofarmaka oleh miokardium. Pengolahan data dilakukan dengan membandingkan nilai perfusi 28 sampel citra SPECT CTAC dan non AC dengan melakukan uji hipotesis menggunakan uji *t paired sample test*. Semua data dilakukan uji normalitas sebelum dilakukan uji statistik *t paired sample test*.

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil observasi dan penelitian yang telah dilakukan di Instalasi Ilmu Kedokteran Nuklir dan Teranostik Molekuler RSUP Dr. Hasan Sadikin Bandung, dilakukan registrasi citra SPECT oleh Citra CT Scan merujuk pada Gambar 1 didapatkan sampel dengan jumlah 28 pasien terdiri dari 17 laki-laki dan 11 perempuan yang melakukan pemeriksaan sidik perfusi miokard, dengan protokol pemeriksaan pembebanan (*stress test*) 8 pasien laki – laki dan 5 perempuan, dan protokol istirahat (*rest test*) 9 pasien laki – laki dan 6 pasien perempuan.

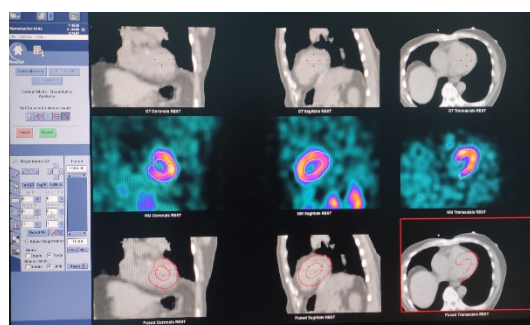
Semua pasien dilakukan pemeriksaan sidik perfusi miokard menggunakan kamera gamma SPECT CT GE NM/CT 860 dengan spesifikasi SPECT *dual head detektor*, maksimum kecepatan 460 kcps, jangkauan energi 40-620 keV dan spesifikasi CT Scan 16 slice, maksimum 140 kV/200 mA.

Sebelum pemeriksaan dilakukan obat-obatan golongan penyekat beta, minm kopi, teh, coklat dihentikan 24 jam sebelum pemeriksaan dan obat-obatan golongan penyekat kalsium channel dan golongan nitrat dihentikan 48 jam sebelum pemeriksaan kecuali nyeri dada. Sebelum pencitraan di kamera gamma pasien akan disuntikkan radiofarmaka ^{99m}Tc -Sestamibi dengan dosis 8 – 12 mCi pada protokol pertama dan 20 – 30 mCi pada protokol kedua melalui intravena dengan menggunakan *three way connector* dan *wing needle* untuk menghindari ekstrasvasasi. Protokol pemeriksaan berupa pembebanan (*stress*) dan istirahat (*rest*), dari kedua protokol tersebut dapat yang mana saja untuk dilakukan terlebih dahulu disesuaikan dengan kondisi pasien dan jarak penyuntikan protokol pertama dengan protokol

kedua 3 jam. Protokol pembebanan bisa dilakukan dengan latihan fisik seperti *treadmill* atau *ergocycle* dan bisa dilakukan dengan farmakologis seperti adenosin dan dobutamin. Radiofarmaka dimasukkan ketika pembebanan minimal 80 % tercapai atau ketika pasien ada keluhan sesak, pusing, dan tekanan darah naik.

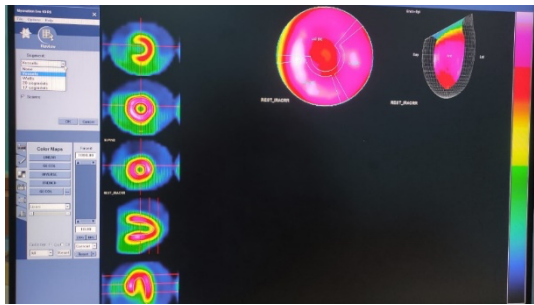
Pencitraan dilakukan setelah disuntikkan radiofarmaka 30-45 menit pada protokol pembebanan dan 45-60 menit pada protokol istirahat. Posisi pasien *feet first supine* di meja pemeriksaan dengan kedua lengan ditempatkan di atas kepala senyaman mungkin, pasien terpasang EKG di tiga titik yaitu bagian kiri bawah dada, kanan bawah dan kanan atas dada, pasien diinstruksikan untuk tidak bergerak selama pemeriksaan. Kedua detektor membentuk sudut 90° (L Mode).

Pencitraan SPECT dimulai pada sudut RAO 45 sampai LPO 225 dari kedua detektor dengan rotasi berlawanan arah jarum jam dan parameter, matriks 64 x 64, pembesaran 1.3, jumlah proyeksi 30, 10-15 detik/proyeksi dan parameter ECG 8 *Frame/cycle*. Setelah selesai pencitraan SPECT langsung ke pencitraan CT Scan helikal tanpa scout dengan parameter 120 kV, 20 mA, 11.62 detik dan *slice thickness* 5 mm. Setelah pencitraan, data akan dikirim ke komputer *console* dan komputer rekonstruksi. Komputer *console* untuk registrasi citra SPECT dan CT. Di komputer rekonstruksi, data akan rekonstruksi sehingga menghasilkan citra SPECT sebelum (non AC) dan sesudah (CTAC) di koreksi atenuasi oleh citra CT Scan.



Gambar 1. Registrasi Citra SPECT oleh Citra CT Scan

Citra SPECT sebelum (non AC) dan sesudah (CTAC) dikoreksi atenuasi oleh citra CT Scan akan ditampilkan dengan potong *short axis* (SA), *vertical long axis* (VLA), *horizontal long axis* (HLA), *polar map*, dan 4D ventrikel kiri dengan warna berdasarkan derajat penangkapan radioaktivitas radiofarmaka (*% uptake*).



Gambar 2. Citra SA, VLA, HLA, Polar Map dan 4D ventrikel kiri

Dari hasil citra SPECT berdasarkan pada Gambar 2, dalam bentuk *polar map* memperlihatkan nilai-nilai perfusi miokard berdasarkan derajat penangkapan radioaktivitas radiofarmaka (% uptake) dengan menggunakan tipe segmen berdasarkan pembuluh darah jantung yaitu segmen RCA, (*Right Coronary Artery*), LAD (*Left Anterior Descending*) dan LCx (*Left Circumflex*). Dan berdasarkan dinding ventrikel kiri yaitu segmen anterior, septal, inferior, lateral dan apek.

Tabel 1. Citra SPECT non AC dan SPECT CTAC dalam bentuk polar map berdasarkan tipe segmen

Tipe Segmen	SPECT Non AC	SPECT CTAC
Vessels		
Walls		

Data citra SPECT non AC dan CTAC merujuk pada tabel 1 dari 28 sampel akan dilakukan analisis deskriptif, uji statistik sederhana dan uji normalitas menggunakan aplikasi SPSS. Uji normalitas dilakukan dengan teknik *shapiro-wilk* dan pengklasifikasian perfusi berdasarkan nilai rata-rata, berikut datanya :

Tabel 2. Analisis deskriptif citra SPECT non AC (NC) dan SPECT CTAC(AC)

Segmen	Mean	Distribusi (sig)	Klasifikasi perfusi
RCA	NC 67.11	0.13	2
	AC 80.75	0.17	0
LAD	NC 76.64	0.08	1
	AC 76.93	0.09	1
LCx	NC 74.93	0.63	1
	AC 83.86	0.14	0

Anterior	NC	77.68	0.40	1
	AC	78.11	0.07	1
Septal	NC	70.50	0.29	1
	AC	75.36	0.67	1
Inferior	NC	67.75	0.31	2
	AC	82.57	0.73	0
Lateral	NC	76.32	0.48	1
	AC	82.82	0.17	0
Apex	NC	76.14	0.11	1
	AC	73.04	0.07	1

Hasil analisis deskriptif berdasarkan pada Tabel 2 adalah semua data segmen jantung menunjukkan data nilai distribusi (*sig / P value*) > 0.05 maka data dikatakan berdistribusi normal sehingga selanjutnya data dapat diuji analisis perbedaan menggunakan uji *Paired-Samples T Test* dengan menggunakan aplikasi SPSS. Dan pada Tabel 2 juga menunjukkan nilai rata-rata dari semua segmen jantung citra SPECT non AC dan CTAC dalam satuan derajat penangkapan radioaktivitas radiofarmaka (% uptake) di miokardium diklasifikasikan dengan sistem skala 5 poin yaitu 0 = cukup (>80%), 1 = sedikit kurang (70-80%), 2 = kurang (60-70%), 3 = sangat kurang (50-60%), 4 = tidak ada penyerapan (<50%). (Iskandrian & Garcia, 2012).

Berikut Hasil uji *Paired-Samples T Test* antara citra SPECT CTAC dan non AC pada pemeriksaan sidik perfusi miokard dengan jumlah sampel 28 citra berdasarkan segmen pembuluh darah jantung dan segmen dinding ventrikel kiri jantung :

Tabel 3. Hasil uji perbedaan citra SPECT CTAC (AC) dan non AC (NC)

Pair	Mean	Paired Differences		
		t	df	Sig. (2-tailed)
Pair 1 RCA_AC - RCA_NC	13,643	18,984	27	,000
Pair 2 LAD_AC - LAD_NC	,286	,375	27	,711
Pair 3 LCx_AC - LCx_NC	8,929	9,188	27	,000
Pair 4 ANT_AC - ANT_NC	,429	,485	27	,632
Pair 5 SEP_AC - SEP_NC	4,857	6,061	27	,000
Pair 6 INF_AC - INF_NC	14,821	18,560	27	,000
Pair 7 LAT_AC - LAT_NC	6,500	6,859	27	,000
Pair 8 APEK_AC - APEK_NC	-3,107	-3,279	27	,003

Merujuk pada tabel 3 diatas secara umum hasil analisis terdapat perbedaan yang signifikan antara citra SPECT CTAC dan non AC karena nilai sig (2-tailed)-nya < 0.05 pada segmen pembuluh darah RCA, LCx dan segmen dinding septal, inferior,

lateral dan apek hanya pada segmen pembuluh darah LAD dan segmen dinding anterior yang tidak terdapat perbedaan yang signifikan karena nilai sig (*2-tailed*)-nya > 0.05 .

Perbedaan ini terjadi karena peningkatan atau penurunan yang signifikan pada nilai perfusi miokard ketika dilakukan koreksi atenuasi dengan citra CT Scan seperti pada segmen pembuluh darah RCA, LCx dan segmen dinding septal, inferior dan lateral terjadi peningkatan, hanya pada segmen dinding apek yang mengalami penurunan nilai perfusi miokard mungkin diakibatkan oleh penipisan apikal sebenarnya.

Namun, terdapat penurunan signifikan pada segmen dinding apeks ($p=0.003$), yang kemungkinan disebabkan oleh faktor anatomis seperti penipisan dinding apikal yang secara alami dapat memengaruhi distribusi penangkapan radiofarmaka. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun koreksi atenuasi meningkatkan akurasi penilaian perfusi di sebagian besar area, perlu perhatian khusus dalam menafsirkan hasil pada segmen apeks untuk menghindari misinterpretasi terkait hipoperfusi yang mungkin bukan berasal dari kelainan patologis.

Simpulan

Prosedur pemeriksaan sidik perfusi miokard pada kamera gamma SPECT CT dilakukan koreksi atenuasi oleh citra CT Scan. Posisi pasien tidur terlentang dengan kaki dulu masuk ke *gantry*, kedua tangan diangkat keatas kepala agar tidak terjadi superposisi dengan objek (jantung) dan posisi kedua detektor membentuk sudut 90° (*L Mode*). Parameter SPECT 10-15 detik per proyeksi dengan jumlah proyeksi 30 dimulai dari sudut RAO 45° sampai LPO 315° yang berputar berlawanan arah jarum jam dan parameter CT Scan helical 120 kV, 20 selama 11 detik.

Hasil analisis citra SPECT CTAC dan non AC menunjukkan data berdistribusi normal karena nilai sig ($p \text{ value}$) > 0.05 . Pada citra SPECT non AC, nilai perfusi sedikit kurang pada segmen pembuluh darah LAD, LCx dan segmen dinding anterior, septal, lateral, apek. Dan menunjukkan nilai perfusi kurang pada segmen pembuluh darah RCA dan segmen dinding inferior. Pada citra SPECT CTAC, nilai perfusi normal pada segmen pembuluh darah RCA, LCx dan segmen dinding inferior, lateral. Dan menunjukkan nilai perfusi sedikit kurang pada segmen pembuluh darah LAD dan segmen dinding anterior, septal, apek.

Hasil analisis perbandingan citra SPECT CTAC dan non AC menunjukkan perbedaan yang

signifikan dengan nilai sig ($p \text{ value}$) $< 0,05$ pada pembuluh darah RCA, LCx dan segmen dinding septal, inferior, lateral dengan peningkatan nilai perfusi miokard setelah dikoreksi atenuasi oleh citra CT Scan dan perbedaan segmen dinding apek dengan penurunan nilai perfusi miokard setelah dikoreksi atenuasi oleh citra CT Scan mungkin akibat penipisan apikal sebenarnya. Segmen pembuluh darah LAD dan segmen dinding anterior tidak mengalami perbedaan yang signifikan.

Daftar Pustaka

- Dewey, M., Siebes, M., Kachelrieß, M., Kofoed, K. F., Maurovich-Horvat, P., Nikolaou, K., Bai, W., Kofler, A., Manka, R., Kozerke, S., Chiribiri, A., Schaeffter, T., Michallek, F., Bengel, F., Nekolla, S., Knaapen, P., Lubberink, M., Senior, R., Tang, M. X., ... Schreiber, L. (2020). Clinical quantitative cardiac imaging for the assessment of myocardial ischaemia. *Nature Reviews Cardiology*, *17*(7), 427–450. <https://doi.org/10.1038/s41569-020-0341-8>
- Fukami, M., Tamura, K., Nakamura, Y., Nakatsukasa, S., & Sasaki, M. (2020). Evaluating the effectiveness of a single CT method for attenuation correction in stress-rest myocardial perfusion imaging with thallium-201 chloride SPECT. *Radiological Physics and Technology*, *13*(1), 20–26. <https://doi.org/10.1007/s12194-019-00540-8>
- Hatipoglu, F., & Cetin, N. (2023). *Clinical Utility of CT-based Attenuation-correction in Myocardial Perfusion SPECT Imaging*. *0*, 138–145. <https://doi.org/10.4274/mirt.galenos.2022.68094>
- Iskandrian, A. E., & Garcia, E. V. (2012). Atlas of Nuclear Cardiology: Imaging Companion to Braunwald's Heart Disease. In *Atlas of Nuclear Cardiology: Imaging Companion to Braunwald's Heart Disease*.
- Karyatin, K. (2019). Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Kejadian Penyakit Jantung Koroner. *Jurnal Ilmiah Kesehatan*, *11*(1), 37–43. <https://doi.org/10.37012/jik.v11i1.66>
- Lee, J. H., Han, D., Danad, I., Hartaigh, B., Lin, F. Y., & Min, J. K. (2016). Multimodality imaging in coronary artery disease: Focus on computed tomography. *Journal of Cardiovascular Ultrasound*, *24*(1), 7–17. <https://doi.org/10.4250/jcu.2016.24.1.7>
- Mezal, R. J. (2021). Peran Pemeriksaan Non Invasif

- Dan Pencitraan Kardiovaskular Dalam Manajemen Penyakit Jantung Koroner. *Human Care Journal*, 6(3), 512. <https://doi.org/10.32883/hcj.v6i3.1421>
- Mostafapur, S., Gholamiankhah, F., Maroufpour, S., Momennezhad, M., Asadinezhad, M., Zakavi, S. R., Arabi, H., & Zaidi, H. (2021). Attenuation Correction for Myocardial Perfusion SPECT Imaging in the Image Domain. *2021 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference Record, NSS/MIC 2021 and 28th International Symposium on Room-Temperature Semiconductor Detectors, RTSD 2022*, 9(July 2021), 434–447. <https://doi.org/10.1109/NSS/MIC44867.2021.9875572>
- Rosilawat, N. E., Kartamihardja, A. H. S., & Mutalib, A. (2014). Kesesuaian Kualitas Citra Sidik Perfusi Miokard Antara Menggunakan Radiofarmaka ^{99m}Tc -Tetrofosmin Produk Lokal dan Produk Impor. *Indonesian Journal of Applied Sciences*, 4(1), 1–10. <https://doi.org/10.24198/ijas.v4i1.16687>
- Saleki, L., Ghafarian, P., Bitarafan-Rajabi, A., Yaghoobi, N., Fallahi, B., & Ay, M. R. (2019). The influence of misregistration between CT and SPECT images on the accuracy of CT-based attenuation correction of cardiac SPECT/CT imaging: Phantom and clinical studies. *Iranian Journal of Nuclear Medicine*, 27(2), 63–72.
- Santosa, W. N., & Baharuddin, B. (2020). Penyakit Jantung Koroner dan Antioksidan. *KELUWIH: Jurnal Kesehatan Dan Kedokteran*, 1(2), 98–103. <https://doi.org/10.24123/kesdok.v1i2.2566>