



## Analisis penggunaan media kontras pada pemeriksaan radiologi intervensi *cerebral digital subtraction angiography*

Ahmad Efendi<sup>1</sup>, Putu Irma Wulandari<sup>2</sup>, I Putu Adi Susanta<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Akademi Teknik Radiodiagnostik dan Radioterapi

[efendiahmad2306@gmail.com](mailto:efendiahmad2306@gmail.com)

### Info Artikel :

Diterima :

3 Januari 2024

Disetujui :

17 Februari 2024

Dipublikasikan :

25 Februari 2024

### ABSTRAK

DSA merupakan prosedur endovascular yang menjadi gold standar untuk semua tindakan pembuluh darah otak. Jenis media kontras yang digunakan di RSUP Prof. DR. I.G.N.G Ngoerah Denpasar adalah media kontras iodium non-ionik. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui prosedur penggunaan media kontras serta untuk menganalisis jumlah rata-rata media kontras yang diterima pasien pada pemeriksaan radiologi intervensi pada tindakan DSA Cerebral di RSUP Prof. DR. I.G.N.G Ngoerah Denpasar. Jenis penelitian merupakan gabungan penelitian kualitatif dan kuantitatif dengan pendekatan survei dan observasional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata media kontras yang diterima pasien pada pemeriksaan DSA Cerebral pada tahun 2022 yaitu 46,88 ml dan 47,31 ml. Persiapan pasien yaitu puasa 4-6 jam, cek creatinin, perhitungan jumlah kontras menggunakan rumus  $4\text{ml} \times \text{BB}(\text{kg}) / \text{kreatinin}$ , jenis media kontras 320 dan 370, vol MK 5-10cc dilarutkan kedalam larutan NaCl dengan perbandingan 2:1 sekali injeksi, treatment rehidrasi dan banyak minum air putih. Dapat disimpulkan bahwa reaksi yang terjadi yaitu rasa panas pada bagian tertentu di kepala. Dari 21 data pasien, 8 pasien yang menggunakan media kontras 320 rata-rata nya 46,88 ml. 13 pasien yang menggunakan media kontras 370 rata-rata nya 47,31 ml.

**Kata kunci:** DSA Cerebral, Media Kontras, Radiologi Intervensi.

### ABSTRACT

DSA is an endovascular procedure that is the gold standard for all cerebral vascular procedures. The type of contrast media used at Prof. DR. I.G.N.G Ngoerah General Hospital, Denpasar is non-ionic iodine contrast media. The purpose of this study was to determine the procedure for using contrast media and to analyze the average amount of contrast media received by patients during interventional radiology examinations for Cerebral DSA procedures. Type research is combination of qualitative and quantitative research with a survey and observational approach. The results of the study showed that the average contrast media received by patients during Cerebral DSA examinations in 2022 was 46.88 ml and 47.31 ml. Patient preparation includes fasting for 4-6 hours, checking creatinine, calculating the amount of contrast using the formula  $4\text{ml} \times \text{BB}(\text{kg}) / \text{creatinine}$ , contrast media types 320 and 370, MK vol 5-10cc dissolved in NaCl solution with a ratio of 2:1 for one injection, rehydration treatment and drinking lots water. It can be concluded that reaction occurs is a burning sensation in certain parts of the head. From the 21 patient data, 8 patients who used 320 contrast media had an average of 46.88 ml. 13 patients who used 370 contrast media had an average of 47.31 ml.

**Keywords :** Cerebral DSA, Contrast Media, Interventional Radiology



©2022 Penulis. Diterbitkan oleh Arka Institute. Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International License. (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

## PENDAHULUAN

Media kontras merupakan suatu bahan atau media yang dimasukkan ke dalam tubuh pasien untuk membantu pemeriksaan radiografi, untuk meningkatkan daya atenuasi sinar X (bahan kontras positif) atau menurunkan daya atenuasi sinar X (bahan kontras negatif dengan bahan dasar udara atau gas) berguna untuk meningkatkan visualisasi (*visibility*) struktur anatomi internal pada sebuah pencitraan diagnostik medik sehingga gambaran tampak lebih *radiopaque* atau lebih *radiolucent* pada

organ tubuh yang akan diperiksa. Media kontras selain bermanfaat juga akan menimbulkan efek samping seperti reaksi-reaksi anafilaksi dan nefropati (Wang et al., 2023).

Stroke adalah penyebab utama kecacatan di seluruh dunia dan penyebab utama kematian kedua, menurut WHO yang dirilis pada tahun 2022 mengungkapkan bahwa risiko stroke seumur hidup telah meningkat sebesar 50% selama 17 tahun terakhir dan sekarang 1 dari 4 orang diperkirakan akan mengalami stroke selama hidupnya. Dari tahun 1990 hingga 2019, telah terjadi peningkatan insiden stroke sebesar 70%, peningkatan kematian akibat stroke sebesar 43% (Sandercock, 2018). Salah satu teknologi citra medis yang digunakan saat ini adalah *Digital Subtraction Angiography* (DSA) sebuah prosedur invasif yang menggunakan kateter, guide wire, media kontras, dengan pencitraan oleh pesawat fluoroscopy (Susanti & Dany, 2018).

Prosedur ini dilakukan untuk menemukan pembuluh darah otak atau spinal yang abnormal (seperti aneurisma, malformasi arteri vena, stenosis) dan menentukan aliran darah dengan kondisi pembuluh darah (seperti vasospasme, vaskulitis, vaskularisasi tumor otak) (Utomo, 2021). Dibalik manfaat dari pemeriksaan DSA pada pasien stroke ada beberapa resiko dari tindakan ini seperti resiko memar pada pangkal paha karena kateter, reaksi alergi pada zat media kontras, dan gangguan fungsi ginjal akibat zat media kontras yang berlebihan (CIN) (Boozari & Hosseinzadeh, 2021). Contrast Induced Nephropathy (CIN) merupakan salah satu komplikasi setelah pemberian media kontras saat pemeriksaan diagnostik atau intervensi angiography (Kusirisin et al., 2020).

Cerebral Digital Subtraction Angiography (DSA) merupakan prosedur endovascular yang menjadi gold standar untuk semua tindakan pembuluh darah otak (Herlambang & Budiman, 2016). Dalam tindakan DSA Cerebral Penggunaan Media Kontras di RSUP I.G.N.G Prof Ngoerah Denpasar menggunakan perhitungan  $4 \times Bb/Sc$ . Dalam pengamatan penulis selama ini belum pernah dilakukan penelitian terkait dengan evaluasi media kontras yang diterima pasien selama menjalani pemeriksaan radiologi intervensi pada kasus Cerebral Digital Subtraction Angiography (DSA).

Radiologi intervensi yaitu prosedur diagnostik pada peredaran darah dan saluran non vascular yang dilakukan dengan panduan pencitraan, panduan pencitraan meliputi fluoroscopy, USG, CT, MRI, DSA (Andrika, 2020). Prosedur radiologi intervensi dapat dibagi menjadi prosedur vascular dan non vascular. Prosedur vascular meliputi, embolization, angioplasty, stent placement, transjugular intrahepatic portosystemic shunt, dan foreign body retrieval. Prosedur non vascular meliputi biopsy, percuntaneous drainage, dan stoma formation (Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Republik Indonesia, 2020).

Penelitian sebelumnya dilakukan oleh Utomo (Utomo, 2021), menyatakan bahwa dengan tingkat resolusi spasial yang tinggi yang menghasilkan akurasi yang lebih baik daripada MRA dan CTA, pencitraan medis DSA masih menjadi standar emas untuk deteksi penyakit vaskular dan visualisasi diagnostik dalam terapi intervensional untuk sejumlah penyakit vaskular. Untuk tujuan diagnostik dan sebagai alat pelengkap dalam terapi endovaskular, khususnya untuk stroke, DSA tetap lebih unggul daripada modalitas lain. Dalam hal mendiagnosis penyakit vaskular, DSA tetap menjadi standar emas. Pada penelitian Natasha (2022), mayoritas yang menjalani angiografi subtraksi digital berusia antara 41 dan 59 tahun. Mayoritas berjenis kelamin laki-laki, mayoritas berpendidikan strata 1, dan mayoritas bekerja sebagai pegawai swasta. Gejala vertigo dan hipertensi merupakan faktor risiko bagi pasien stroke iskemik yang menjalani angiografi subtraksi digital. Penelitian lainnya menyebutkan bahwa seorang wanita berusia 17 tahun didiagnosis menderita hemangioma setelah mengalami kebiruan pada lidah bagian lateral. Setelah pasien menjalani intervensi radiologi sebelum operasi, dilakukan embolisasi. Pada keadaan normal, pasien sudah pernah menjalani operasi hemangioma. Lesi tepi pada operasi yang lebih tegas dan darah minimal pada operasi terbatas. Luka pascaoperasi baik, dan hasil histopatologi pascaoperasi dipastikan sebagai hemangioma kavernosum (Silitonga et al., 2017).

Rumah Sakit Umum Pusat Prof.Dr.I.G.N.G Ngoerah Denpasar sebagai rumah sakit transformasi kesehatan di Indonesia yang memiliki modalitas alat yang lengkap seperti CT-Scan, MRI dan merupakan rumah sakit rujukan neurointervensi untuk daerah Bali, NTB, NTT. Berdasarkan buku register jumlah total seluruh pasien radiologi intervensi selama 1 tahun berjumlah 734. Penelitian ini dilakukan untuk memahami dan mengetahui rata-rata prosedur penggunaan media kontras pada pemeriksaan radiologi intervensi pada kasus Cerebral Digital Subtraction Angiography (DSA).

Kesenjangan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya yaitu penggunaan media kontras pada pemeriksaan radiologi intervensi. Masih jarang penelitian yang berkaitan dengan penggunaan

media kontras pada pemeriksaannya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui prosedur penggunaan media kontras serta untuk menganalisis jumlah rata-rata media kontras yang diterima pasien pada pemeriksaan radiologi intervensi pada tindakan DSA Cerebral di RSUP Prof. DR. I.G.N.G Ngoerah Denpasar.

### METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini merupakan penelitian gabungan kuantitatif dan kualitatif dengan pendekatan observasi/survei dengan desain penelitian yang di gunakan yaitu dengan jenis survei untuk mengetahui volume media kontras yang diterima pasien dan prosedur penggunaan media kontras pada pemeriksaan radiologi intervensi Cerebral Digital Subtraction Angiography (DSA). Penelitian ini akan dilakukan selama kurang lebih satu bulan, yakni sekitar bulan Juli 2023. Adapun lokasi penelitian dilakukan di RSUP Prof.Dr.I.G.N.G Ngoerah Denpasar. Teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode retrospektif dengan melakukan pencatatan data mengenai semua pemeriksaan radiologi intervensi Cerebral Digital Subtraction Angiography (DSA), yang menghitung rata-rata jumlah media kontras yang diterima pasien selama 1 tahun yang didapatkan dari buku register pasien Intervensi Radiologi di RSUP Prof.Dr.I.G.N.G Ngoerah Denpasar.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Prosedur Penggunaan Media Kontras Cerebral Digital Subtraction Angiography (DSA)

Pengambilan informasi terkait prosedur pemberian media kontras dan sampel pada penelitian ini di RSUP Prof. Dr. I.G.N.G Ngoerah Denpasar dengan melakukan wawancara kepada 1 dokter spesialis neurologi, 3 radiografer, dan 1 perawat terkait prosuder pemberian media kontras, selanjutnya dapat dikelompokkan dalam tabel berikut :

**Tabel 1. Karakteristik Partisipan Wawancara**

Kode Partisipan	Jenis Kelamin	Profesi
P1	Perempuan	Perawat
P2	Laki-laki	Radiografer
P3	Laki-laki	Radiografer
P4	Laki-laki	Radiografer
P5	Laki-laki	Neurolog

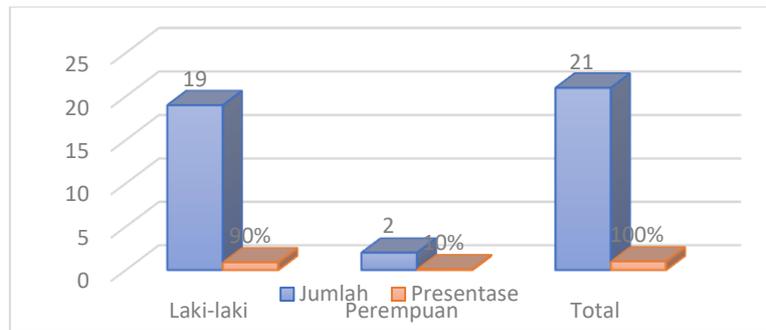
Pada tabel 1 dapat diketahui bahwa jumlah partisipan 4 laki-laki dan 1 perempuan. Partisipan merupakan berprofesi sebagai perawat, radiografer, dan Neurologis.

#### Berapa rata-rata penggunaan media kontras pada Cerebral Digital Subtraction Angiography (DSA)

Telah dilakukan penelitian untuk mengetahui prosedur penggunaan media kontras dan jumlah rata-rata yang diterima pasien pada pemeriksaan DSA cerebral. Dari 21 jumlah pasien 8 pasien menggunakan osmolaritas 320 dan 13 pasien menggunakan osmolaritas 370 selanjutnya dikelompokkan berdasarkan, jenis kelamin, umur, berat badan, nilai SC, fluorotime, dan jumlah media kontras. Dari setiap pemeriksaan DSA cerebral media kontras dibagi dalam tabel 2 berikut:

**Tabel 2. Pemeriksaan DSA cerebral berdasarkan Jenis Kelamin**

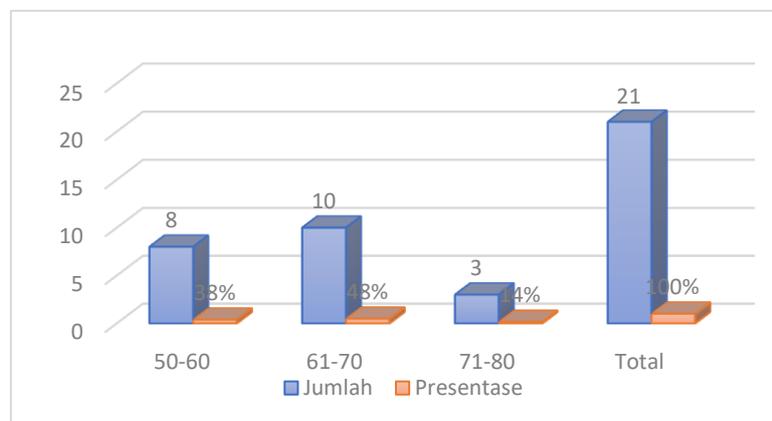
Jenis Kelamin	Jumlah	Persentase
Laki-laki	19	90%
Perempuan	2	10%
Total	21	100%



**Gambar 1. Jenis Kelamin Pemeriksaan DSA Cerebral**

**Tabel 3. Pemeriksaan DSA Cerebral berdasarkan Berat Badan**

Berat Badan	Jumlah	Persentase
50-60 kg	8	38%
61-70 kg	10	48%
71-80 kg	3	14%
Total	21	100%



**Gambar 2. Persentase Berat Badan**

Berdasarkan Tabel 2 diketahui bahwa dari bulan Januari 2022-Desember 2022 ada 21 pasien laki-laki sebesar 90% dan pasien perempuan sebesar 10% yang mendapat media kontras pada pemeriksaan DSA Cerebral. Pada Tabel 3 diketahui persentase berat badan pasien pada pemeriksaan DSA Cerebral 50-60 sebesar 38%, 61-70 sebesar 48%, 71-80 sebesar 14%.

Setelah diperoleh data pasien pemeriksaan, selanjutnya data tersebut diolah untuk memperoleh nilai rata-rata (mean), nilai tertinggi, nilai terendah pada jumlah media kontras yang diterima pasien. Berikut disajikan hasil pengolahan data jumlah media kontras yang diterima pasien pada pemeriksaan DSA *Cerebral* dengan bantuan MS. Excel 2013:

**Tabel 4. Kategori Pemakaian Media Kontras**

Jenis Media Kontras	Mean	Max	Min
Osmolalitas 320	46.88 ml	60 ml	20 ml
Osmolalitas 370	47.31ml	70 ml	25 ml

Berdasarkan pengelompokan tabel 4 dapat dilihat bahwa rata-rata jumlah media kontras yang diterima pasien yang menggunakan media kontras dengan osmolalitas 320 yaitu 46,88 ml, jumlah media kontras tertinggi yang diterima pasien yaitu 60 ml, dan jumlah media kontras terendah yang diterima pasien yaitu 20 ml sedangkan pasien yang menggunakan media kontras dengan osmolalitas 370 yaitu 47,31 ml, jumlah media kontras tertinggi yang diterima pasien yaitu 70 ml, dan jumlah media kontras terendah yang diterima pasien yaitu 25 ml.

## Pembahasan

### Prosedur Penggunaan Media Kontras Cerebral Digital Subtraction Angiography (DSA)

Berdasarkan hasil observasi, dokumentasi, dan wawancara dapat disimpulkan persiapan pasien sebelum dilakukan yaitu puasa 4-6 jam dan cek Lab untuk mengetahui serum creatinin, Jika nilai serum creatinin dibawah 1.3 mg/ml maka digunakan media kontras dengan osmolalitas 370 mg/ml sedangkan jika nilai diatas 1,3 mg/ml maka media kontras yang digunakan dengan osmolalitas 320 mgl. Bahwa aturan pertama yang harus dipersiapkan pada pasien adalah cek fungsi ginjal dengan mengukur serum kreatinin sebelum prosedur pemberian media kontras dilakukan (Dewiasty et al., 2016). Cara perhitungan jumlah media kontras yang diberikan pada pemeriksaan DSA Cerebral dapat disimpulkan yaitu  $4 \times \text{Bb}/\text{Sc}$  (Munawar et al., 2018). Media kontras yang digunakan adalah kontras iodium non ionic, Jenis media kontras ini larut dalam air serta memiliki resiko alergi yang lebih rendah dari pada jenis media kontras ionic dan Jika nilai serum creatinin dibawah 1,3 mg/dl maka digunakan media kontras dengan osmolalitas 370 ml. Jika nilai serum creatinin diatas 1,3mg/dl maka media media kontras yang digunakan bernilai 320ml.

Jumlah media kontras yang diberikan yaitu Rata-rata untuk sekali injeksi berkisar 5-10 ml. Dalam pemeriksaan DSA cerebral penyuntikan dengan media kontras yaitu arteri vertebralis 2 kali pengambilan, arteri karotis komunikan 2 kali pengambilan, arteri karotis interna 2 kali pengambilan kiri kanan dengan posisi AP dan Lateral. Treatment yang dilakukan setelah pemberian media kontras pada pemeriksaan DSA Cerebral adalah dilakukan evaluasi jika hasil creatinin tinggi, pasien dirawat maka perlu dilakukan hidrasi sesuai petunjuk dokter, jika hasil creatinin normal, dari perawat disarankan untuk banyak minum air putih dan evaluasi cairan yang masuk dan cairan yang dikeluarkan. Reaksi yang terjadi setelah pemberian media kontras pada pemeriksaan DSA Cerebral dapat disimpulkan yaitu secara umum yang dirasakan pasien adalah rasa panas pada bagian tertentu di kepala pasien. penulis tidak pernah melihat reaksi sedang maupun berat seperti, kulit kemerahan, muntah-muntah, sesak napas dan gangguan fungsi ginjal. Hal ini didukung konsep yang dijelaskan oleh Baerlocher (2017) yaitu risiko yang sering terjadi setelah pemberian kontras pada pasien yaitu terjadinya alergi (kemerahan pada kulit, mual, muntah) (Nouh & El-Shazly, 2017).

Berdasarkan hasil penelitian jumlah media kontras yang digunakan dalam pemeriksaan DSA Cerebral selama 1 tahun pada 2022 berjumlah 21 pasien, 8 pasien menggunakan osmolalitas 320 dengan jumlah kontras 375ml, rata-ratanya 46,88 ml dan 13 pasien menggunakan osmolalitas 370 dengan jumlah kontras 615 ml, rata-ratanya 47.31 ml per pasien. Hasil penelitian yang dilakukan di RSUP Prof. Dr. I.G.N.G Ngoerah Denpasar yang menggunakan perhitungan  $4 \times \text{Bb}/\text{serum}$  kreatinin lebih rendah penggunaannya dibanding dengan jurnal National Library of Medicine yang dikutip Diala Nicolas tentang, Maximum allowable contrast dose (MACD) yang menggunakan perhitungan  $5 \times \text{Bb}/\text{Sc}$  (Aoun et al., 2018). Dengan dosis maksimal 300 ml, merupakan salah satu upaya untuk menetapkan dosis media kontras yang aman berdasarkan volume absolut dan relative. Analisis rata-rata penggunaan media kontras ini dilakukan bertujuan untuk patient safety karena jika penggunaan kontras berlebih akan berpengaruh pada fungsi ginjal.

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di RSUP Prof. Dr. I.G.N.G Ngoerah Denpasar tentang penggunaan media kontras pada pemeriksaan *Cerebral Digital Subtraction Angiography* (DSA) dapat disimpulkan bahwa persiapan pasien yaitu cek Lab fungsi ginjal untuk mengetahui serum creatinin kreatinin, perhitungan jumlah kontras menggunakan rumus  $4 \text{ml} \times \text{BB}(\text{kg})/\text{kreatinin}$ , jenis media kontras menggunakan osmolalitas 320 dan 370, treatment yang dilakukan setelah pemberian media kontras dilakukan observasi, rehidrasi setelah pemberian kontras, dan reaksi yang terjadi yaitu secara umum yang dirasakan pasien adalah reaksi ringan seperti rasa panas pada bagian tertentu di kepala pasien. Dari 21 data pasien yang menggunakan media kontras dengan osmolalitas 320 yaitu 375 ml dan jumlah rata-rata nya 46,88 ml. sedangkan yang menggunakan media kontras dengan osmolalitas 370 yaitu 615 ml dan jumlah rata-rata nya 47,31 ml. Untuk memperoleh hasil penelitian yang maksimal diharapkan peneliti dapat melanjutkan penelitian tentang media kontras khususnya faktor apa saja yang mempengaruhi jumlah pemakaian media kontras yang diterima pasien pada tindakan Cerebral Digital Subtraction Angiography (DSA).

## DAFTAR PUSTAKA

- Andrika, J. (2020). *Analisis Perbandingan Penggunaan Apron Berbahan Pb dan Zn pada Pemeriksaan Radiologi Intervensi dengan Pesawat Allura Centron*. Universitas Sumatera Utara.
- Aoun, J., Nicolas, D., Brown, J. R., & Jaber, B. L. (2018). Maximum Allowable Contrast Dose and Prevention of Acute Kidney Injury Following Cardiovascular Procedures. *Current Opinion in Nephrology and Hypertension*, 27(2), 121–129. <https://doi.org/10.1097/MNH.0000000000000389>
- Boozari, M., & Hosseinzadeh, H. (2021). Preventing contrast-induced nephropathy (CIN) with herbal medicines: A review. *Phytotherapy Research*, 35(3), 1130–1146. <https://doi.org/10.1002/ptr.6880>
- Dewiasty, E., Alwi, I., Dharmeizar, & Harimurti, K. (2016). Peran Estimasi Laju Filtrasi Glomerulus (eGFR) sebagai Prediktor Mortalitas pada Pasien Sindrom Koroner Akut selama Perawatan di ICCU. *Jurnal Penyakit Dalam Indonesia*, 3(4), 193–199. <https://doi.org/10.7454/jpdi.v3i4.52>
- Herlambang, B., & Budiman, B. (2016). Right Zygomaticomaxillary Complex Fracture With Rupture Of Internal Maxillary Artery: A Case Report. *Jurnal Plastik Rekonstruksi*, 3(1), 27–31. <https://doi.org/10.14228/jpr.v3i1.197>
- Kepala Badan Pengawas Tenaga Nuklir Republik Indonesia. (2020). Peraturan Badan Pengawas Tenaga Nuklir Republik Indonesia Nomor 4 Tahun 2020 Tentang Keselamatan Radiasi Pada Penggunaan Pesawat Sinar-X Dalam Radiologi Diagnostik Dan Intervensional. *Peraturan Badan Pengawas Tenaga Nuklir Republik Indonesia*, 1–52.
- Kusirisin, P., Chattipakorn, S. C., & Chattipakorn, N. (2020). Contrast - induced nephropathy and oxidative stress : mechanistic insights for better interventional approaches. *Journal of Translational Medicine*, 1–35. <https://doi.org/10.1186/s12967-020-02574-8>
- Munawar, M., Soerianata, S., Manik, P., Kaoy, I. ., Firman, D., Rifqi, S., Taufiq, N., Yahya, F., Sunu, I., Santoso, A., Firdaus, I., Yuniadi, Y., Hanafy, D. A., Juzar, D. A., Alkatiri, A. A., & Prakoso, R. (2018). Pedoman Laboratorium Kateterisasi Jantung Dan Pembuluh Darah. *Jurnal Kardiologi Indonesia*, 10–27.
- Natasha, M. M. O. (2022). *Karakteristik Pasien Stroke Iskemik yang Dilakukan Tindakan DSA di Rumah Sakit Umum Daerah CAM Bekasi*. Universitas Kristen Indonesia.
- Nouh, M. R., & El-Shazly, M. A. (2017). Radiographic and magnetic resonances contrast agents: Essentials and tips for safe practices. *World J Radiol*, 9(9), 339–349. <https://doi.org/10.4329/wjr.v9.i9.339>
- Sandercocock, P. (2018). World Stroke Day. *Stroke*, 49(12), 2809. <https://doi.org/10.1161/Strokeaha.118.023089>
- Silitonga, R. D., Sudarmanta, S., Rahmat, M. M., & Rahardjo, R. (2017). Angiografi dan embolisasi pre-operasi pada hemangioma lidah tipe kavernosum. *MKGK (Majalah Kedokteran Gigi Klinik)(Clinical Dental Journal) UGM*, 3(3), 85–92. <https://doi.org/10.22146/mkgk.60117>
- Susanti, I., & Dany, F. (2018). Teknologi Citra Medis Digital Subtraction Angiography (DSA) untuk Diagnostik dan Therapy Intervensi Penyakit Pembuluh Darah. *Jurnal Biotek Medisiana Indonesia*, 7(1), 9–18. <https://doi.org/10.22435/jbmi.v7i1.1558>
- Utomo, T. Y. (2021). Serebral dan spinal digital subtraction angiography cerebral and spinal digital subtraction angiography. *Jurnal Kedokteran Universitas Palangka Raya*, 9(1), 1232–1242.
- Wang, C., Asch, D., Cavallo, J., Cohan, R., Davenport, M., Dillman, J., Ellis, J., Fobes-Amrhein, M., Gilligan, L., Krishnan, P., McDonald, R. J., McDonald, J., Murphy, B. L., Mervak, B., Newhouse, J., Pahade, J., Weinreb, J., Weinstein, S., & Media, A. committee on drugs and contrast. (2023). *ACR Manual on Contrast Media*.