

HUBUNGAN DERAJAT HIPERTENSI DENGAN GAMBARAN ELONGASI AORTA PADA RADIOGRAFI TORAKS

Muhammad Haidar Hanun^{1*}, Galuh Agung Khairunissa², Ana Majdawati³

Program Studi Kedokteran, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta¹, Program Studi Kedokteran, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta², Program Studi Pendidikan Profesi Dokter, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta³

*Corresponding Author : haidar.hanun29@gmail.com

ABSTRAK

Hipertensi menjadi suatu kondisi kesehatan yang sering dihadapi di Indonesia maupun dunia. Pasien dengan hipertensi di Indonesia di perkirakan mencapai 34.1% dan selalu mengalami peningkatan tiap tahunnya. Semakin tinggi derajat hipertensi dikatakan memiliki hubungan dengan kejadian elongasi aorta. Berkurangnya elastisitas yang disebabkan oleh tekanan darah yang tinggi menyebabkan degenerasi elastin pada lamina elastin interna dan media pada pembuluh darah aorta. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hubungan antara derajat hipertensi dengan elongasi aorta pada pemeriksaan gambaran radiografi toraks *posteroanterior*. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif yang bersifat observasional analitik dengan metode *cross-sectional*. Penelitian ini dilakukan di Instalasi Radiologi Laboratorium Klinik Pramita Kota Cirebon dan waktu penelitian berdasarkan data rekam medis pada tahun 2022 sampai 2023. Pengambilan sampel dalam penelitian ini menggunakan *purposive sampling*. Sampel yang digunakan adalah data rekam medis seluruh pasien yang melakukan pemeriksaan radiografi toraks di Instalasi Radiologi Laboratorium Klinik Pramita Kota Cirebon yang memenuhi kriteria penilaian sampai besar sampel terpenuhi sebesar 100 pasien. Uji penelitian ini menggunakan *Chi-Square*. Hasil Penelitian menggunakan uji Chi-Square diperoleh nilai *p* sebesar 0.000 dimana hasil tersebut menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara derajat hipertensi dengan elongasi aorta. Penelitian ini menunjukkan hasil yang berbanding lurus pada pasien yang memiliki hipertensi dengan kejadian elongasi aorta, hal ini mengartikan bahwa semakin tinggi derajat hipertensi pada pasien maka semakin tinggi pula probabilitas pasien terkena kejadian elongasi aorta.

Kata kunci : derajat hipertensi, elongasi aorta, hipertensi, radiografi toraks

ABSTRACT

Hypertension is one of the health problem that is often faced in Indonesia and the world. Patients with Hypertension in Indonesia are estimated to reach 34.1% and continue to increase every year. The higher the degree of hypertension is said to be related to the incidence of aortic elongation. Reduced elasticity caused by high blood pressure causes elastin degeneration in the internal elastin lamina and media in the aorta. This study aims to determine the relationship between the degree of hypertension and aortic elongation on posteroanterior thoracic radiographs. This research is a quantitative, analytical observational research with a cross-sectional method. This research was conducted at the Instalasi Radiologi Laboratorium Pramita Kota Cirebon and the research time was based on medical record data from 2022 to 2023. Samples were taken in this study using purposive sampling. The sample used was medical record data from all patients who underwent radiographic thoracic examinations at the Instalasi Radiologi Laboratorium Pramita Kota Cirebon who met the assessment criteria until the sample size was met at 100 patients. This research test method uses Chi-Square test that obtained a p value of 0.000, where these results indicate that there is a relationship between the degree of hypertension and aortic elongation. To conclude, this study shows results that are directly proportional to patients who have hypertension and the incidence of aortic elongation. This means that the higher the degree of hypertension in the patient, the higher the possibility of the patient experiencing aortic elongation.

Keywords : aortic elongation, degree of hypertension, hypertension, thoracic radiography

PENDAHULUAN

Hipertensi atau tekanan darah tinggi adalah suatu keadaan dimana seseorang mengalami peningkatan tekanan darah di atas normal dalam waktu yang lama sehingga menyebabkan angka morbiditas (kesakitan) dan mortalitas (kematian) (Saraswati, 2009). Klasifikasi tekanan darah menurut JNC 8 menunjukkan bahwa tekanan darah normal adalah tekanan darah yang kurang dari 120/80, pra hipertensi (120-139/80-89), Hipertensi tahap 1 (140-159/90-99), dan Hipertensi tahap 2 lebih dari atau sama dengan 160/100. Elongasi aorta sendiri memiliki arti pemanjangan aorta karena berkurangnya elastisitas yang disebabkan oleh tekanan darah tinggi yang dapat menyebabkan degenerasi elastin pada lamina elastin interna dan media, protein penting yang memberikan fleksibilitas pada dinding aorta (Roman MJ *et al*, 1989). Degenerasi elastin melemahkan dinding aorta dan mengurangi kemampuan aorta untuk meregang dan berkontraksi dengan baik. Peregangan dan perpanjangan aorta menyebabkan peningkatan tekanan pada dinding aorta (Lakatta EG *et al*, 2003).

Hipertensi menjadi suatu kondisi masalah kesehatan yang sering dihadapi di seluruh dunia. Menurut *World Health Organization* (WHO) tahun 2015, sekitar 1,13 Miliar orang di dunia menderita hipertensi, menunjukkan 1 dari 3 orang di dunia terdiagnosis hipertensi. Jumlah penderita hipertensi terus meningkat setiap tahunnya, bisa diperkirakan pada tahun 2025 akan ada 1,5 Miliar orang akan menderita hipertensi, dan diperkirakan setiap tahunnya 9,4 juta orang meninggal akibat hipertensi dan komplikasinya (Kemenkes RI, 2019). Menurut Riskesdas dalam Kemenkes RI tahun 2021 prevalensi hipertensi di Indonesia sebesar 34,1%, mengalami peningkatan dibandingkan prevalensi hipertensi pada Riskesdas Tahun 2013 sebesar 25,8% (Rokom, 2021).

Hipertensi pada pasien usia lanjut sering kali menjadi masalah yang kompleks (Widyasari & Raodah, 2019). Dampak dari tekanan darah tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada dinding aorta dan mempercepat proses penuaan aorta. Hal ini dapat berkontribusi pada perkembangan perubahan struktural pada aorta, termasuk elongasi. Seiring bertambahnya usia tekanan darah juga ikut meningkat, setelah 45 tahun dinding aorta menebal akibat penumpukan kolagen di lapisan otot (Anggraini & Elvira, 2019). Selain itu terjadi pemanjangan dan berkelok-kelok serta peningkatan diameter dan volume. Aorta yang mengalami elongasi dapat mengalami pelemahan dindingnya, meningkatkan risiko aneurisma aorta dan komplikasi serius lainnya. (WHO, 2017). Pemanjangan atau elongasi aorta terjadi sebagai bagian dari proses penuaan normal pembuluh darah. Beberapa perubahan struktural pada aorta yang terjadi seiring bertambahnya usia dan hipertensi termasuk peningkatan ketebalan dinding pembuluh darah dan peradangan progresif. Meskipun peningkatan diameter aorta telah dipelajari dengan baik, elongasi aorta dan perubahannya dari waktu ke waktu belum banyak diteliti (Adriaans BP *et al*, 2018).

Pemeriksaan radiologi merupakan pemeriksaan yang sangat baik untuk mengetahui struktur anatomi dan fisiologi tubuh sehingga kelainan yang dapat terlihat dapat membantu menegakkan diagnosis, oleh karena itu digunakan pemeriksaan PA (Posterior-anterior) (Syahriah, 2005). Rontgen toraks atau *chest x-ray* (CXR) adalah tes pencitraan yang paling umum digunakan untuk menemukan masalah didalam dada. Rontgen toraks merupakan foto dada yang dapat menggambarkan jantung, pembuluh darah, paru-paru, saluran pernafasan, dan saluran saluran yang besar. CXR biasa digunakan untuk skrining penyakit pada aorta terutama pada pasien dengan lanjut usia.

Sebuah studi menggunakan 14 sampel CT scan (*Computerized Tomography Scan*) dari perpustakaan digital korelasi antara tingkat tekanan darah dan perubahan struktural pada aorta memerlukan pemahaman yang lebih mendalam. Studi ini memberikan kontribusi penting dalam mengidentifikasi tanda-tanda dini perubahan aorta pada pasien hipertensi (Morrison *et al*, 2019). Namun, belum banyak penelitian yang memfokuskan pada hubungan antara derajat

hipertensi dan gambaran elongasi aorta pada radiografi toraks posteroanterior sehingga tujuan dari penelitian ini untuk mendapatkan hubungan antara derajat hipertensi dengan elongasi aorta pada pemeriksaan gambaran radiografi toraks posteroanterior.

METODE

Penelitian ini menggunakan penelitian kuantitatif yang bersifat observasional analitik dengan menggunakan desain *cross-sectional* (potong melintang). Desain *cross-sectional* bertujuan untuk mempelajari dinamika hubungan antara faktor resiko (Derajat Hipertensi) dengan efek (Elongasi Aorta) dengan menggunakan pendekatan, observasi, atau pengumpulan data sekaligus dalam satu waktu. Artinya, setiap subjek penelitian hanya dilihat sekali dan status variabel atau karakter subjek diukur selama pemeriksaan.

Kriteria inklusi pada penelitian ini adalah pasien laki laki dan perempuan dengan hipertensi usia 40 – 60 tahun tanpa riwayat penyakit ginjal kronis yang melakukan pemeriksaan radiografi toraks posisi posteroanterior di Instalasi Radiologi Laboratorium Klinik Pramita Kota Cirebon. Kriteria eksklusi pada penelitian ini meliputi pasien dengan dislokasi sternoclavicularis, efusi pleura yang masif, tumor aorta dan aneurisma aorta serta radiografi toraks yang tidak memenuhi kriteria layak baca.

Populasi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah data rekam medis seluruh pasien yang melakukan pemeriksaan tekanan darah dan pemeriksaan radiografi toraks di Instalasi Radiologi Laboratorium Klinik Pramita Cirebon tahun 2022 sampai 2023.

Sebagai sumber data, sampel penelitian dapat merupakan sebagian dari populasi (Sinaga, 2014). Pengambilan sampling dalam penelitian ini menggunakan *purposive sampling* (teknik non-probability sampling) yang didasarkan pada karakteristik subjek yang dipilih karena karakteristik tersebut sesuai dengan tujuan penelitian.

Lokasi Penelitian di Instalasi Radiologi Laboratorium Klinik Pramita Kota Cirebon dan waktu penelitian berdasarkan data rekam medis pada tahun 2022 sampai 2023. Jalannya penelitian ini didahului dengan pengambilan surat Ethical Clearance melalui Komisi Etik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Dilanjutkan dengan menyeleksi kriteria subjek penelitian dengan kriteria inklusi dan eksklusi. Subjek yang sudah didapatkan dibaca oleh dokter spesialis radiologi yang sebelumnya dilakukan *Kappa Test*. Data yang sudah dibaca selanjutnya akan dimasukkan ke dalam aplikasi *SPSS versi 22.0 for Windows* untuk dilakukan uji statistik.

HASIL

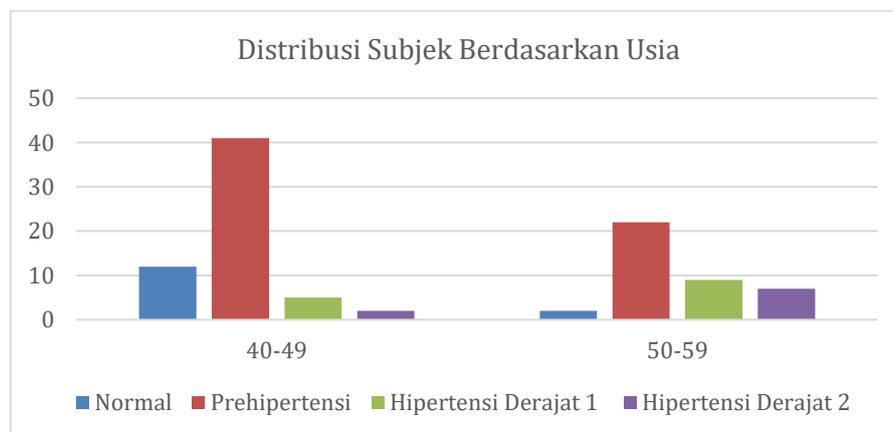
Penelitian ini dilaksanakan di Klinik Utama Pramita Kota Cirebon pada tanggal 1 Januari 2022 sampai 31 Desember 2023. Penelitian ini menggunakan metode *purposive sampling* dan di peroleh subjek penelitian sebanyak 100 orang. Dari 100 subjek tersebut, 14 orang tidak mengalami hipertensi, 63 orang mengalami pra hipertensi, 14 orang menalami hipertensi derajat 1, dan 9 orang mengalami hipertensi derajat 2.

Tabel 1. Distribusi Subjek Berdasarkan Usia

No	Usia	Derajat Hipertensi			
		Tidak Hipertensi	Pra Hipertensi	Hipertensi Derajat 1	Hipertensi Derajat 2
1.	40-49	12	41	5	2
2.	50-59	2	22	9	7

Berdasarkan pada tabel 1 didapatkan pasien tekanan darah normal paling banyak pada usia 40–49, subjek dengan pra hipertensi paling banyak pada usia 40–49, subjek dengan hipertensi

derajat 1 paling banyak pada usia 50–59, dan jumlah subjek hipertensi derajat 2 paling banyak pada usia 50-59.



Gambar 1. Distribusi Subjek Berdasarkan Usia

Tabel 2. Distribusi Subjek Berdasarkan Derjat Hipertensi, Jenis Kelamin, dan Elongasi Aorta

Variabel Bebas	Variabel Terikat			Jumlah
	Elongasi Aorta	Tidak Elongasi Aorta	Elongasi	
Tidak Hipertensi	0	14		14
(%)	0%	100%		100%
Laki-laki	0	10		10
Perempuan	0	4		4
Pra Hipertensi	19	44		63
(%)	30.1%	69.9%		100%
Laki-laki	17	38		51
Perempuan	2	6		8
Hipertensi Derajat 1	13	1		14
(%)	92.8%	7.2%		100%
Laki-laki	13	1		14
Perempuan	0	0		0
Hipertensi Derajat 2	8	1		9
(%)	88.9%	11.1%		100%
Laki-laki	6	1		7
Perempuan	2	0		2
Jumlah	34	66		100

Berdasarkan data pada tabel 2 didapatkan pasien dengan tekanan darah normal dengan aorta tidak memanjang sebanyak 14 orang (100%) dan tidak ada pasien dengan aorta yang memanjang pada pasien dengan tekanan darah normal (0%). Pasien pra hipertensi dengan aorta yang memanjang sebanyak 19 orang (30%) dan pasien pra hipertensi dengan aorta yang tidak memanjang sebanyak 44 orang (70%). Pasien hipertensi derajat 1 dengan aorta yang memanjang sebanyak 13 orang (85,7%) dan pasien hipertensi derajat 1 dengan aorta yang tidak memanjang sebanyak 1 orang (14,3%). Pasien hipertensi derajat 2 dengan aorta yang memanjang sebanyak 8 orang (50%) dan pasien hipertensi derajat 2 dengan aorta yang tidak memanjang sebanyak 1 orang (50%).

Uji Chi -Square

Dari hasil penelitian pada tabel 2 dilakukan uji statistik dengan menggunakan teknik analisis *Chi-Square*. Analisis uji *Chi-Square* atau Chi kuadrat digunakan untuk mengetahui hubungan

antara variabel (bebas dan terikat). Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan data kategorik sehingga dapat di uji dengan teknik analisis *Chi-Square*.

Tabel 1. Tes *Chi-Square* Derajat Hipertensi dengan Elongasi Aorta

	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
<i>Pearson Chi-Square</i>	37.137 ^a	3	.000
<i>Likelihood Ratio</i>	43.981	3	.000
<i>N of Valid Cases</i>	100		

1 cells (12,5%) have expected count less than 5. The minimum expected count is 3.60.

Tabel 3 menunjukan 1 sel dengan nilai ekspektasi < 5, diketahui nilai ekspektasi minimum yaitu 3.60. Dengan adanya nilai ekspektasi < 5 dan jumlah sel kurang dari 20% menyebabkan uji *Chi-Square* sudah memenuhi. Hasil tersebut didapatkan nilai *p value* 0.000 ($p < 0.05$) menunjukkan terdapat hubungan antara derajat hipertensi dengan gambaran elongasi aorta.

Uji *Odd Ratio*

Tabel 4. Resiko Terjadinya Elongasi Aorta pada pasien Hipertensi

	Value	95% Confidence Interval	
		Lower	Upper
Odds Ratio for Derajat Hipertensi (Normal/Hipertensi)	32.053	6.870	149.535
For Cohort Elongasi =Ya	15.750	3.907	63.496
For Cohort Elongasi =Tidak	.491	.354	.683
<i>N of Valid Cases</i>	100		

Dari tabel 4 didapatkan bahwa *Odd-Ratio* pada pasien dengan hipertensi sebesar 32.053 dengan Confidence interval tertinggi yaitu 149.535 dan terendah 6.870. Dengan hasil odd ratio tersebut maka dapat ditentukan bahwa pasien yang mengalami hipertensi memiliki potensi untuk mengalami elongasi aorta sebanyak 32.053 kali dibandingkan dengan orang yang tidak mengalami hipertensi.

Uji *Kappa*

Uji *Kappa* yang digunakan dalam penelitian ini digunakan untuk mengukur tingkat konsistensi dari penilai dalam mengklasifikasikan hasil yang dinilai ke dalam grup (Parlika *et al*, 2022). Pengukuran ini didapatkan dari penilaian seorang dokter spesialis radiologi. Skala yang digunakan adalah apabila <0 = *poor*, 0-0.02 = *slight*, 0.21 - 0.40 = *fair*, 0,41 - 0.60 = *moderate*, 0.61 - 0.80 = *substansial* dan 0.81-1.00=*almost perfect agreement*.

Tabel 2. Tabel Pengelompokan Hasil Test *Kappa* Minggu Pertama dan Kedua

		Uji Kedua		
		Ya	Tidak	
Uji Pertama	Ya	11	1	12
	Tidak	1	12	13
Total		12	13	25

Pada tabel 5 didapatkan bahwa terdapat 2 soal yang dijawab berbeda antara minggu pertama dan minggu kedua. Tabel 6 menunjukan bahwa hasil pengukuran *Kappa* didapatkan nilai 0.840 yang dapat diartikan bahwa hasil pengukuran tersebut adalah *Reliable* dan bersifat *Substantial Agreement*.

Tabel 3. Hasil Tes Kappa

	<i>Value</i>	<i>Asymp. Error^a</i>	<i>Std.</i>	<i>Approx. T^b</i>	<i>Approx. Sig.</i>
Measure of Agreement Kappa	.840	.109		4.199	.000
N of Valid Cases	25				

PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hubungan antara derajat hipertensi dengan elongasi aorta pada pemeriksaan gambaran radiografi toraks di Klinik Utama Pramita Kota Cirebon. Subjek yang diambil pada penelitian ini diseleksi melalui kriteria inklusi pasien laki laki dan perempuan dengan hipertensi usia 40 – 60 tahun, pasien tanpa riwayat penyakit ginjal kronis, dan radiografi toraks posisi posteroanterior yang menandakan inspirasi cukup bila costa enam anterior memotong dum diafragma dan terlihat costa posterior sepuluh pasang. Penelitian ini menggunakan usia dengan interval 40-60 dikarenakan penelitian sebelumnya menyatakan bahwa hipertensi paling banyak pada usia 40 tahun keatas dibandingkan kurang dari 40 tahun sebesar 53,5% (Bangsawan & Sundari, 2015). Pasien yang diambil adalah pasien tanpa penyakit gagal ginjal kronis karena pada pasien dengan hipertensi dalam jangka waktu yang lama akan menyebabkan perubahan struktur mikrovaskuler pada ginjal berupa resistensi arteriol aferen dan vasokonstriksi arteriol eferen di ginjal sehingga menimbulkan respon inflamasi yang akan mengakibatkan aktivasi dari sistem *renin-angiotensin-aldosterone* (RAAS) (Kadir, 2016). Posisi foto toraks yang dipilih dalam penelitian ini adalah yang nampak enam pasang costa anterior yang memotong dum diafragma dan sepuluh pasang costa posterior agar mencegah terjadinya kesalahan dalam pembacaan foto toraks oleh dokter spesialis radiologi.

Pada tabel 2 terdapat penderita pra hipertensi sebanyak 19 pasien (30,1%), penderita hipertensi derajat 1 lebih banyak diderita oleh kelompok usia 50-59 tahun (64,3%), dan penderita hipertensi derajat 2 lebih banyak diderita oleh kelompok usia 50-59 (88,9%) yang mengalami elongasi aorta. Hasil tersebut sesuai dengan pernyataan bahwa perubahan bentuk aorta disebabkan karena tekanan pulsatil jantung yang tinggi (Hipertensi) dan usia (Catherine & Widjaya, 2023). Dalam sistem vaskuler, pembuluh darah besar (aorta) mengalami degenerasi secara progresif sehingga menurunkan elastisitas pada pasien lanjut usia (Morrison *et al*, 2008). Pada pasien lanjut usia hipertensi kronis memperparah keadaan pembuluh darah dimana tekanan darah yang cukup tinggi akan merusak komponen jaringan elastin dan kolagen yang mengalami degenerasi. (Ohyama *et al*, 2018).

Pada tekanan arteri yang normal, serat elastis dan kolagen tampak bergelombang. Ketika tekanan meningkat, serat tersebut menjadi lurus saat mulai memikul beban (Clark & Glagov, 1985). Selain itu, darah yang mengalir di aorta *asenden* menuju aorta *desenden* melalui arkus aorta dalam kecepatan dan tekanan tinggi mengakibatkan aliran darah menjadi turbulensi yang biasa disebut dengan *eddy*, sehingga dapat memperbesar gesekan dalam pembuluh darah aorta (Guyton, A.C, Hall, J.E, 2014). Berdasarkan analisis statistik dari tabel yang diolah menggunakan *SPSS 22.0 for Windows* menggunakan metode *Chi-Square* didapatkan nilai dari p-value atau *significancy* sebesar 0.000. Berdasarkan nilai tersebut karena nilai $p < 0.05$ dapat diambil kesimpulan bahwa H_0 di tolak dan H_1 di terima sehingga terdapat hubungan yang bermakna antara derajat hipertensi dengan elongasi aorta.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan yang bermakna antara derajat hipertensi dengan elongasi aorta ($p=0.000$). Hasil dari

penelitian ini dapat digunakan bagi peneliti selanjutnya untuk dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai faktor faktor perancu yang belum dapat dikendalikan dalam penelitian ini, seperti riwayat merokok, konsumsi alcohol, asupan nutrisi, dan kondisi psikologis pasien (*whitecoat hypertension*). Penelitian ini diharapkan dapat menjadi edukasi bagi masyarakat secara umum yang diharapkan untuk selalu mengontrol tekanan darah agar terhindar dari komplikasi akibat tekanan darah tinggi. Pasien dengan hipertensi perlu dipertimbangkan untuk pemeriksaan penunjang radiologi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti menyampaikan banyak terima kasih kepada pihak pihak yang telah membantu penyusunan artikel ini kepada Instalasi Radiologi Laboratorium Klinik Pramita Kota Cirebon sebagai tempat penelitian, kepada keluarga penulis, kepada dosen pembimbing yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat kepada penulis, dekan Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Kepada Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, kepada sahabat sepenelitian yang berjuang bersama-sama dari awal penelitian, kepada Gwenda Ariviaquina Ahmad sebagai seseorang yang bersedia menemani penulis sehingga jurnal artikel terselesaikan dengan baik. Dan kepada teman-teman sejawat Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan UMY angkatan 2021.

DAFTAR PUSTAKA

- Abduh, M., Alawiyah, T., Apriansyah, G., Sirodj, R. A., & Afgani, M. W. (2023). Survey Design: Cross Sectional dalam Penelitian Kualitatif. *Jurnal Pendidikan Sains dan Komputer*, 31.
- Adhandayani, A. (2020). *Modul Metode Penelitian 2 (Kualitatif)*. Jakarta Barat: Universitas Esa Unggul.
- Adriaans BP et al. (2018). Aortic elongation part I : The normal aortic ageing process. *Heart*, 1772-1777. Retrieved from Heart.
- Anggraini, N., & Elvira, M. (2019). Faktor-faktor yang Berhubungan Dengan kejadian Hipertensi.
- Bangsawan , M., & Sundari, L. (2015). Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kejadian Hipertensi.
- Catherine, M., & Widjaya, I. F. (2023). Korelasi usia dan elongasi aorta pasien RS Royal Taruma dengan modalitas foto rontgen thoraks.
- Clark, J., & Glagov, S. (1985). Transmural organization of the arterial media. The lamellar unit revisited. *Arteriosclerosis*, 19-34.
- Guyton, A.C, Hall, J.E. (2014). *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran, edisi 12*.
- Kadir, A. (2016). Hubungan Patofisiologi Hipertensi dan Hipertensi Renal.
- Kemkes RI. (2019, Mei 13). *Direktorat Pencegahan dan Pengendalian Penyakit tidak Menular Direktorat Jenderal Pencegahan dan Pengendalian Penyakit*. Retrieved from Faktor risiko penyebab Hipertensi: <https://p2ptm.kemkes.go.id/infographic-p2ptm/hipertensi-penyakit-jantung-%09dan-pembuluh-darah/faktor-risiko-penyebab-hipertensi>
- Kemkes RI. (2019, Mei 17). *Hipertensi Penyakit Paling Banyak Diidap Masyarakat*. Retrieved from Kemkes: <https://www.kemkes.go.id/article/view/19051700002/hipertensi-penyakit-paling-banyak-diidap-masyarakat.html>

- Lakatta EG, & Levy D. (2003). Arterial and Cardiac Aging: Major Shareholders in Cardiovascular Disease Enterprises: Part I: Aging Arteries: A “Set Up” for Vascular Disease. *Circulation*.
- Morrison , T., Choi, G., Segalova , P., Zarins, C., & Taylor, C. (2008). Age-Related Changes in the Biomechanical Cyclic Strain of the Human Thoracic Aorta. *Proceeding of the ASME2008 Summer Bioengineering Conference*, 751-752.
- Ohyama , Y., Redheuil, A., Kachenoura, N., Ambale Venkatesh, B., & Lima, J. (2018). Imaging insights on the aorta in aging. *Circulation: Cardiovascular Imaging*.
- Rokom. (2021, Mei 6). *Hipertensi Penyebab Utama Penyakit Jantung, Gagal Ginjal, dan Stroke*. Retrieved from SehatNegeriku: <https://sehatnegeriku.kemkes.go.id/baca/rilis-media/20210506/3137700/hipertensi-penyebab-utama-penyakit-jantung-gagal-ginjal-dan-stroke/>
- Roman MJ, Devereaux RB, & Kramer-Fox. (1989). Two-dimensional echocardiographic. *AM J Cardiol*.
- Saraswati. (2009). *Diet sehat untuk penyakit asam urat, diabetes, hipertensi, dan stroke*. Yogyakarta: A Plus Books, Cetakan I, Mei.
- Sinaga, D. (2014). *Buku Ajar Statistik Dasar*. Jakarta Timur: UKI PRESS.
- Syahriah, R. (2005). *Radiologi Diagnostik Edisi 2*. Jakarta: FKUI.
- WHO. (2017). Complication Prevention for Patients with Hypertension. *Korea: The Korea Centers for Disease Control and Prevention*, 3-4.
- Widyasari, R., & Raodah, R. (2019). Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Kejadian Hipertensi Pada Lansia Di Wilayah Kerja Puskesmas Ulee Kareng Banda Aceh. *Journal of Healthcare Technology and Medicine*, 178.