STUDI LITERATUR : PENGARUH TANAMAN *AVERRHOA BILIMBI* TERHADAP PENURUNAN TEKANAN DARAH HEWAN MODEL HIPERTENSI

Zulhi Shepiana Pasti[1*]
Program studi Farmasi, Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Universitas Mataram[1]
**Corresponding Author :* sephiaana416@gmail.com

ABSTRAK
Hipertensi masih menjadi faktor risiko utama penyakit kardiovaskular secara global. Obat-obatan antihipertensi konvensional berpotensi menimbulkan efek samping yang merugikan, sehingga mendorong dilakukannya berbagai penelitian pada tanaman herbal yang diduga memiliki efek antihipertensi. *Averrhoa bilimbi* telah lama digunakan secara tradisional sebagai agen antihipertensi. Meskipun penelitian tentang efek antihipertensi tanaman ini telah banyak dilakukan, hasil-hasil tersebut masih perlu dianalisis dan disintesis. Studi literatur ini bertujuan untuk menganalisis dan mensintesis hasil penelitian tentang efek penurun tekanan darah dari *Averrhoa bilimbi* pada hewan model hipertensi. Pengumpulan artikel dilakukan menggunakan basis data PubMed dan *Google Scholar*. Kriteria inklusi adalah studi primer dengan subjek hewan yang diterbitkan dalam bahasa Indonesia atau Inggris pada rentang Januari 2015 hingga Desember 2025. Enam artikel memenuhi kriteria untuk dianalisis. Keenam studi menggunakan hewan uji tikus (*Rattus norvegicus*) jantan. Induksi hipertensi dilakukan dengan agen yang berbeda pada tiap studi (etanol, NaCl, prednison, monosodium glutamat, diet tinggi lemak dan fruktosa). Intervensi yang diberikan berupa ekstrak etanol buah (70% dan 96%), jus buah, sari buah, serta ekstrak etanol daun (70% dan 95%) dengan variasi dosis yang lebar. Seluruh studi melaporkan penurunan tekanan darah yang signifikan setelah pemberian *Averrhoa bilimbi*, dengan rentang penurunan tekanan darah sistolik 14–102 mmHg dan diastolik 17–50 mmHg. *Averrhoa bilimbi* menunjukkan efek penurun tekanan darah yang konsisten pada semua hewan model hipertensi dalam studi-studi tersebut. Studi lanjutan diperlukan untuk menentukan profil keamanan *Averrhoa bilimbi* terutama karena kandungan oksalatnya yang tinggi.

Kata kunci : antihipertensi, *averrhoa bilimbi*, hipertensi, studi literatur, tekanan darah

ABSTRACT
Hypertension remains a major risk factor for cardiovascular disease globally. Conventional antihypertensive drugs may cause adverse effects, prompting extensive research into herbal plants with potential antihypertensive properties. Averrhoa bilimbi has long been used traditionally as an antihypertensive agent. Although numerous studies have investigated the antihypertensive effects of this plant, their findings still require analysis and synthesis. This literature review aims to analyze and synthesize the results of studies on the blood pressure–lowering effects of Averrhoa bilimbi in hypertensive animal models. Article searches were conducted using PubMed and Google Scholar databases. Inclusion criteria were primary studies using animal subjects, published in either Indonesian or English between January 2015 and December 2024. Six articles met the criteria for analysis. All six studies used male rats (Rattus norvegicus) as its experimental animals. Hypertension was induced using different agents across the studies (ethanol, NaCl, prednisone, monosodium glutamate, and a high-fat and high-fructose diet). Interventions included the fruit ethanolic extracts (70% and 96%), juice, and the leaf ethanolic extracts (70% and 95%), administered across a wide range of doses. All studies reported significant reductions in blood pressure following Averrhoa bilimbi administration, with systolic blood pressure reductions ranging from 14–102 mmHg and diastolic reductions from 17–50 mmHg. Averrhoa bilimbi demonstrated a consistent blood pressure–lowering effect across all hypertensive animal models included in these studies. Further studies are needed to establish the safety profile of Averrhoa bilimbi, particularly given its high oxalate content.

Keywords *: antihypertensive, averrhoa bilimbi, blood pressure, hypertension, literature review*

PENDAHULUAN

Penyakit kardiovaskular masih menjadi penyebab utama kematian secara global selama lebih dari tiga dekade, dengan 20,5 juta kematian tercatat pada tahun 2021 (Di Cesare *et al*., 2024). Penyakit kardiovaskular adalah kelompok gangguan yang memengaruhi jantung dan pembuluh darah, seperti penyakit jantung koroner, stroke, penyakit arteri perifer, dan aterosklerosis (Olvera Lopez & Jan, 2019). Di Indonesia, beban penyakit ini sangat tinggi dan terus meningkat. Prevalensi kasus penyakit kardiovaskular melonjak 120%, dari 6,968 juta kasus pada tahun 1990 menjadi 15,348 juta kasus pada tahun 2019. Kematian akibat penyakit kardiovaskular pada tahun 2019 mencapai 659.000 jiwa (Kemenkes, 2023). Di antara berbagai faktor risiko penyakit kardiovaskular, hipertensi tetap menjadi faktor risiko utama secara global (Muharram *et al*., 2024). Hipertensi adalah kondisi kesehatan kronis di mana tekanan darah sistolik ≥ 140 mmHg dan/atau tekanan darah diastolik ≥ 90 mmHg (Lee *et al*., 2022). Mekanisme patofisiologisnya melibatkan tekanan berlebih pada jantung dan dinding pembuluh darah, yang seiring waktu dapat mengakibatkan remodeling dan disfungsi sistem kardiovaskular. Akibatnya, terjadi komplikasi serius seperti gagal jantung, fibrilasi atrium, penyakit ginjal kronis, penyakit katup jantung, sindrom aorta, stroke, penyakit jantung koroner, dan demensia (Fuchs & Whelton, 2019).

Beban kesehatan yang ditimbulkan oleh hipertensi bersifat masif dan global. Menurut *World Health Organization* (WHO), pada tahun 2019, orang dewasa berusia 30-79 tahun yang menderita hipertensi diperkirakan berjumlah sekitar 1,28 miliar orang. Prevalensi hipertensi sedikit lebih tinggi pada pria (34%) dibandingkan pada wanita (32%) (WHO, 2023). Di Indonesia, hipertensi menyumbang sebanyak 6,7% dari total kematian di berbagai rentang usia. Menurut data Survei Kesehatan Indonesia (SKI) tahun 2023, tercatat 30,8% penduduk dewasa Indonesia (berusia 18 tahun ke atas) memiliki tekanan darah yang lebih tinggi dari normal (Kemenkes, 2023). Tingginya angka morbiditas akibat hipertensi mendorong tingginya penggunaan obat-obatan antihipertensi. Namun, terapi konvensional dengan obat-obatan antihipertensi seringkali berpotensi menimbulkan efek samping yang merugikan. Efek samping tersebut bervariasi sesuai golongan obat, misalnya edema pergelangan kaki, sakit kepala, dan mual pada golongan *Calcium Channel Blockers*; batuk kering, hiperkalemia, dan angioedema pada golongan ACE *inhibitor*; peningkatan kadar asam urat, gangguan elektrolit, dan resistensi diuretik pada golongan diuretik; serta depresi, insomnia, dan halusinasi pada golongan *beta blocker* (Putri *et al*., 2023). Efek samping ini seringkali menyebabkan penurunan kepatuhan pasien dalam mengonsumsi obat konvensional antihipertensi (Millogo *et al*., 2018).

Potensi efek samping yang signifikan dari terapi antihipertensi konvensional menciptakan kebutuhan akan alternatif pengobatan yang lebih aman. Dalam hal ini, tanaman herbal adalah salah satu sumber utama dalam berbagai sistem pengobatan alternatif yang ada di masyarakat (Sen & Chakraborty, 2017). Sekitar 75-80% populasi global mengandalkan obat herbal sebagai perawatan kesehatan primer (Munaeni *et al*., 2022). Secara global, terdapat 1329 spesies tumbuhan yang terdokumentasi sebagai obat tradisional pengobatan hipertensi (Aumeeruddy & Mahomoodally, 2020). Akibatnya, dalam tiga dekade terakhir, terjadi peningkatan penelitian tentang efek antihipertensi dari tanaman herbal (Tabassum & Ahmad, 2011). Pendaftaran paten tanaman obat antihipertensi juga mengalami peningkatan signifikan dalam dua dekade terakhir dengan China, Korea Selatan, dan *United Kingdom* menjadi negara dengan jumlah pendaftaran paten terbanyak (masing-masing 813, 75, dan 15 pendaftaran) (Silva *et al*., 2022).

Salah satu tanaman yang banyak diteliti efek penurun tekanan darahnya adalah *Averrhoa bilimbi*. Tanaman ini berasal dari keluarga Oxalidaceae dan dianggap sebagai tanaman asli Malaysia Barat dan Kepulauan Maluku (Garg *et al*., 2022). Secara etnofarmakologi, *Averrhoa*

bilimbi telah lama dimanfaatkan masyarakat sebagai herbal penurun tekanan darah (Alhassan & Ahmed, 2016). Berbagai penelitian menunjukkan bahwa *Averrhoa bilimbi* memiliki berbagai mekanisme yang berhubungan dengan tekanan darah, seperti kardiodepresan, vasodilatasi, inhibisi *angiotensin-converting enzyme*, dan diuresis. Penelitian Muthia (2017) melaporkan bahwa ekstrak etanol *Averrhoa bilimbi* memiliki aktivitas penghambatan *angiotensin-converting enzyme* sebesar 71,48 ± 1,71% pada konsentrasi 100 ppm (Muthia *et al.*, 2017). Selain itu, supernatant buah *Averrhoa bilimbi* diketahui dapat mengurangi pelebaran pembuluh darah endotel cincin aorta hewan uji, yang mengindikasikan bahwa *Averrhoa bilimbi* memiliki efek langsung pada pembuluh darah (Ismail *et al.*, 2019). Studi lain melaporkan bahwa ekstrak air *Averrhoa bilimbi* dapat menurunkan kontraktilitas atrium dan frekuensi denyut jantung hewan uji melalui aktivasi reseptor muskarinik tipe 2 (Santos *et al.*, 2018). *Averrhoa bilimbi* juga dilaporkan memiliki aktivitas diuretik; pada dosis 2,5 g/kg BB, ekstrak tanaman ini dapat meningkatkan volume urin hingga 219% (Andriyanto *et al.*, 2011).

Hingga tahun 2022, setidaknya terdapat 6 studi yang meneliti tentang pengaruh *Averrhoa bilimbi* terhadap penurunan tekanan darah pada pasien penderita hipertensi. Hasil studi-studi tersebut menunjukkan bahwa pemberian daun maupun buah *Averrhoa bilimbi* dapat menurunkan tekanan darah sistolik secara signifikan. Namun, studi-studi tersebut masih terbatas, baik dalam skala maupun kontrol. Ukuran sampelnya kecil (8–32 orang), hanya 2 dari 6 studi yang mengontrol faktor perancu seperti asupan nutrisi dan aktivitas fisik, serta hanya 3 yang melibatkan kelompok kontrol (Yani & Patricia, 2022). Penelitian terhadap efek penurun tekanan darah dari tanaman ini terus berlanjut. Terdapat beberapa studi tambahan antara tahun 2024 hingga 2025 yang meneliti tentang efek penurunan tekanan darah *Averrhoa bilimbi* pada populasi spesifik seperti ibu hamil (Ekayanti & Nurfitriani, 2025), lansia (Rahayu *et al.*, 2024) serta kelompok umum lainnya. Meskipun demikian, studi-studi ini umumnya masih memiliki desain pra-eksperimental dengan ukuran sampel terbatas dan tanpa kelompok kontrol yang memadai (Sagala et al., 2025); (Mouliza et al., 2025); (Ilato et al., 2024).

Penelitian pada model hewan masih diperlukan untuk menentukan keberadaan aktivitas farmakologi, mekanisme pada tingkat molekuler dan seluler, keamanan, dan farmakokinetika sebelum dapat dilanjutkan ke uji klinis yang lebih besar (Debnath et al., 2025). Berbagai penelitian mengenai pengaruh *Averrhoa bilimbi* terhadap tekanan darah hewan model hipertensi telah dilakukan. Namun, studi-studi ini menggunakan bagian tanaman, pelarut, dan metode induksi hipertensi yang beragam, sehingga menghasilkan temuan yang belum terintegrasi. Oleh karena itu, studi literatur ini bertujuan untuk menganalisis dan mensintesis hasil penelitian tentang efek penurun tekanan darah dari tanaman *Averrhoa bilimbi* pada hewan uji.

METODE

Sebuah studi literatur dengan pendekatan *narrative review* dilakukan menggunakan basis data PubMed dan *Google Scholar*. Strategi penelusuran untuk mendapatkan studi-studi yang relevan adalah dengan menggunakan kata kunci seperti "*Averrhoa bilimbi*", "hipertensi", "*hypertension*", "antihipertensi", "*antihypertensive*", "tekanan darah", dan "*blood pressure*". Kriteria inklusi yang digunakan adalah studi yang melaporkan hasil penelitian primer dengan subjek hewan, diterbitkan dalam bahasa Indonesia atau Inggris, serta terbit dalam rentang waktu 10 tahun terakhir (Januari 2015 hingga Desember 2024). Artikel ulasan (review), tesis, disertasi, dan buku dikecualikan dari studi ini. Studi dengan subjek manusia juga dikecualikan. Berdasarkan penelusuran dengan kata kunci yang ditetapkan, diperoleh 48 artikel sebagai data awal. Proses skrining lanjutan kemudian dilakukan dengan menilai kesesuaian topik dan kriteria inklusi. Hasilnya, diperoleh 6 artikel yang memenuhi semua

kriteria untuk dianalisis lebih lanjut. Analisis data dilakukan secara deskriptif dengan membandingkan hasil dari keenam artikel tersebut.

HASIL

Tabel 1. Karakteristik Hewan Uji dan Metode Induksi Hipertensi

No	Referensi	*Animal model*					
		Spesies dan galur	Jenis kelamin	Metode induksi hipertensi Agen induksi hipertensi	Durasi	Jumlah hewan uji kontrol (n)	*Averrhoa Bilmbi* (n)
1.	(Solfaine et al., 2021)	Tikus (*Rattus norvegicus*) galur wistar	Jantan	Etanol 30%	15 hari	12	12
2.	(Rafida *et al.*, 2021)	Tikus (*Rattus norvegicus*) galur wistar	Jantan	NaCl 8%	14 hari	10	5
3.	(Mulyani *et al.*, 2020)	Tikus (*Rattus norvegicus*) galur wistar	Jantan	2,5% NaCl dan prednisone 1,5 mg/kgBB/hari	15 hari	7	14
4.	(Hidayati *et al.*, 2015)	Tikus (*Rattus norvegicus*) galur wistar	Jantan	Monosodium glutamate 100 mg/kg BB/hari	14 hari	15	20
5.	(Safitri & Candra, 2015)	Tikus (*Rattus norvegicus*) galur Sprague Dawley	Jantan	66% fruktosa dan 10% lemak	15 hari	14	7
6.	(Yuniarto *et al.*, 2023)	Tikus (*Rattus norvegicus*) galur wistar	Jantan	2,5% NaCl dan prednison 1,5 mg/kgBB	14 hari	15	15

Tabel 2. Intervensi, Dosis dan Penurunan Tekanan Darah dari Masing-Masing Studi

No	Referensi	Bagian dan bentuk pemberian *Averrhoa Bilmbi*	Dosis dan durasi pemberian			Rata-rata tekanan (mmHg)	penurunan darah
			Dosis kelompok kontrol/hari	Dosis kelompok uji *Averrhoa Bilmbi*/hari	Durasi (hari)	Sistolik	Diastolik
1.	(Solfaine *et al.*, 2021)	Ekstrak etanol 96% buah *Averrhoa bilimbi*	K(-) : placebo K(+) : kaptopril 3 mg/kgBB	P1 : 20 mg/kg BB P2 : 40 mg/kg BB	14	K(-) : ~3 K(+) : ~113 P1 : ~85 P2 : ~102	
2.	(Rafida *et al.*, 2021)	Ekstrak etanol 70% buah *Averrhoa bilimbi*	K(-) : air suling 2 mL K(+) : furosemide 3,6 mg/kgBB	P1 : 750 mg/kg BB	7 hari	K(-) : 40,44 K(+) : 44,8 P1 : 59,44	K(-) : 27,22 K(+) : 14,44 P1 : 33,0

3.	(Mulyani *et al.*, 2020)	Ekstrak etanol 95% daun *Averrhoa bilimbi*	K(+) : kaptopril 2,5 mg/kgBB	P1 : 525 mg/kg BB P2 : 1050 mg/kg BB	15 hari	K(+) : 52,57 P1 : 38,14 P2 : 48,86	K(+) : 48,30 P1 : 33,57 P2 : 50
4.	(Hidayati *et al.*, 2015)	Ekstrak etanol 70% daun *Averrhoa bilimbi*	K(-) : CMC-Na 0,5% 12,5 mL/kgBB K(+) : kaptopril 2,5 mg/kgBB	P1: 60 mg/kg BB P2: 120 mg/kg BB P3: 60 mg/kgBB + kaptopril 2,5 mg/kgBB P4: 120 mg/kgBB + kaptopril 2,5 mg/kgBB	14 hari	K(-) : 4 K(+) : 23,4 P1: 14,6 P2: 24 P3: 28 P4: 33,2	K(-) : tekanan darah naik 4 mmhg K(+) : 16,2 P1: 21,4 P2: 17,4 P3: 10,8 P4: 22,4
5.	(Safitri & Candra, 2015)	Sari buah Averrhoa bilimbi	K(n) : tidak diinduksi hipertensi K(-) : pakan standar	P1 : 10 mL sari buah/kgBB	14 hari	K(n) : ~3,29 K(-) : ~0,71 P1 : ~38,57	-
6.	(Yuniarto *et al.*, 2023)	Jus buah *Averrhoa bilimbi*	K(n) : tidak diinduksi hipertensi K(-) : CMC-Na 0,5% K(+) : kaptopril 2,5 mg/kgBB	P1: 150 mg/kg BB P2: 300 mg/kg BB P3: 600 mg/kgBB	14 hari	K (n) : 3 K(-) : 17,67 K(+) : 59,5 P1: 55,33 P2: 53,67 P3: 60,17	K (n) : 5,33 K(-) : 13,5 K(+) : 38,33 P1: 34,17 P2: 39,83 P3: 46,33

Tabel 1 merangkum enam studi yang meneliti pengaruh *Averrhoa bilimbi* terhadap penurunan tekanan darah hewan uji. Seluruh studi menggunakan tikus jantan (*Rattus norvegicus*) sebagai subjek, dengan lima studi menggunakan galur Wistar dan satu studi menggunakan galur Sprague Dawley. Metode induksi hipertensi beragam tiap studi, tetapi durasi induksinya seragam, yaitu 14-15 hari. Setiap studi melibatkan kelompok kontrol (yang diinduksi hipertensi tetapi tidak diberi ekstrak *Averrhoa bilimbi*) dan kelompok uji (yang diinduksi hipertensi dan diobati dengan *Averrhoa bilimbi*).

Studi Tentang Pengaruh Buah *Averrhoa Bilimbi* terhadap Penurunan Tekanan Darah Hewan Uji

Solfaine menggunakan ekstrak etanol 96% buah *Averrhoa bilimbi* dengan dua dosis, yaitu 20 mg/kgBB dan 40 mg/kgBB. Kaptopril dengan dosis 3 mg/kgBB digunakan sebagai kontrol positif dan plasebo sebagai kontrol negatif. Secara deskriptif, penurunan rata-rata terbesar ada pada kelompok kaptopril (113 mmHg), diikuti oleh ekstrak dosis 40 mg/kgBB (102 mmHg), dan terakhir ekstrak dosis 20 mg/kgBB (85 mmHg). Hasil uji *independent t-test* yang dilakukan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan bermakna antara penurunan tekanan darah dari kedua kelompok ekstrak dan kelompok kaptopril dengan kelompok plasebo ($P < 0,05$). Namun, analisis statistik menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang bermakna di antara ketiga kelompok perlakuan tersebut (Solfaine *et al.*, 2021). Rafida menggunakan

ekstrak etanol 70% buah *Averrhoa bilimbi*. Dosis yang digunakan adalah 750 mg/kg BB, yang 18,75 kali lebih besar dibanding dosis yang digunakan Solfaine. Kelompok ekstrak tersebut menurunkan tekanan darah rata-rata sebesar 59,44 mmHg (sistolik) dan 33,0 mmHg (diastolik). Jika dilihat secara numerik, penurunan ini lebih besar dibandingkan penurunan dari kelompok kontrol positif furosemide (rata-rata 44,8 mmHg sistolik dan 14,44 mmHg diastolik). Namun, studi tersebut tidak melampirkan hasil analisis uji *post-hoc* Bonferroni secara eksplisit. Oleh karena itu, pengaruh terhadap tekanan darah ekstrak *Averrhoa bilimbi* dibandingkan furosemide tidak dapat disimpulkan statistik dalam penelitian ini (Hidayati *et al*., 2015).

Dalam penelitian Safitri (2015), *Averrhoa bilimbi* diberikan dalam bentuk sari buah dengan dosis 2 mL/200gBB/hari atau 10 mL/kg BB/hari. Hasilnya menunjukkan penurunan tekanan darah sistolik rata-rata sebesar 38,57 ± 3,69 mmHg. Kelompok kontrol negatif (tikus hipertensi yang diberi pakan standar) tidak menunjukkan penurunan tekanan darah yang signifikan sesudah pemberian perlakuan. Kelompok kontrol normal (tikus normotensi) justru menunjukkan penurunan tekanan darah yang signifikan secara statistik. Namun, penurunan tekanan darah sistolik kelompok kontrol normal yang sebesar 3,29 mmHg selama 14 hari dianggap tidak signifikan secara klinis. Penurunan tersebut dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah berat badan (Safitri & Candra, 2015). Berat badan memengaruhi aktivitas fisik hewan uji. Peningkatan aktivitas fisik dapat menurunkan sitokin inflamasi dan stres oksidatif sehingga memengaruhi tekanan darah hewan uji (Afrifa-Anane *et al*., 2015).

Dalam penelitian Yuniarto (2023), jus buah *Averrhoa bilimbi* diberikan pada dosis 150, 300, dan 600 mg/kgBB. Hasil uji *One-Way* ANOVA yang dilanjutkan dengan uji post-hoc bonferroni menunjukkan bahwa semua kelompok yang mendapat jus buah *Averrhoa bilimbi* memiliki tekanan darah yang berbeda bermakna dibandingkan dengan kelompok kontrol negatif. Secara numerik, penurunan tekanan darah terbesar terjadi pada kelompok dosis 600 mg/kg BB, yaitu tekanan darah sistolik turun rata-rata 60,17 mmHg dan diastolik turun 46,33 mmHg. Peneliti menyimpulkan bahwa dosis optimal yang efektif menurunkan tekanan darah sistolik dan diastolik pada penelitian ini adalah 600 mg/kgBB. Dosis tersebut memberikan penurunan tekanan darah terbesar dibandingkan dosis 150 mg/kgBB dan 300 mg/kgBB (Yuniarto *et al*., 2023).

Studi Tentang Pengaruh Daun *Averrhoa Bilimbi* terhadap Penurunan Tekanan Darah Hewan Uji

Mulyani (2020) meneliti efek penurun tekanan darah ekstrak etanol 95% daun *Averrhoa bilimbi* pada dosis 525,17 mg/kgBB/hari dan 1050,34 mg/kgBB/hari, dengan kaptopril 2,5 mg/kgBB/hari sebagai kontrol positif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketiga kelompok tersebut secara statistik signifikan menurunkan tekanan darah sistolik dan diastolik hewan uji. Besaran penurunan masing-masing adalah 52,57/48,30 mmHg (kaptopril), 38,14/33,57 mmHg (dosis 525,17 mg/kgBB), dan 48,86/50,00 mmHg (dosis 1050,34 mg/kgBB). Berdasarkan hasil uji *post-hoc* Bonferroni yang dilakukan, ditemukan perbedaan yang signifikan antara penurunan tekanan darah dari kelompok dosis 525,17 mg/kgBB dengan penurunan tekanan darah dari kelompok kaptopril dan dosis 1050,34 mg/kgBB. Sementara itu, tidak terdapat perbedaan signifikan antara penurunan tekanan darah yang dihasilkan oleh kaptopril dengan ekstrak dosis 1050,34 mg/kgBB. Tim peneliti menyimpulkan bahwa kaptopril 2,5 mg/kg BB memiliki efek penurun tekanan darah yang setara dengan kelompok ekstrak dosis 1050,34 mg/kgBB (Mulyani *et al*., 2020).

Hidayati (2015) membagi hewan uji menjadi enam kelompok, yakni kontrol positif (kaptopril 2,5 mg/kgBB/hari), kontrol negatif (CMC-Na 0,5%), empat kelompok perlakuan ekstrak etanol 70% daun *Averrhoa bilimbi* (dosis tunggal 60 dan 120 mg/kgBB/hari serta kombinasi dengan kaptopril). Setelah 14 hari pemberian perlakuan, dilakukan analisis *paired*

t-test dan Wilcoxon untuk mengetahui signifikansi penurunan tekanan darah sistolik intrakelompok. Penurunan terbesar terlihat pada kelompok kombinasi dosis 120 mg/kgBB/hari dan kaptopril, yang penurunannya melebihi monoterapi kaptopril. Walaupun ditemukan perbedaan yang signifikan dari penurunan tekanan darah sebelum dan sesudah perlakuan intrakelompok, studi ini tidak dilengkapi dengan analisis statistik antar kelompok. Dengan demikian, apakah kelompok kombinasi lebih unggul dari monoterapi, atau apakah ekstrak setara dengan kaptopril tidak dapat disimpulkan secara statistik. Kesimpulan mengenai potensi sinergisme hanya bersifat deskriptif (Hidayati *et al*., 2015).

PEMBAHASAN

Terdapat enam studi yang meneliti pengaruh *Averrhoa bilimbi* terhadap tekanan darah hewan uji. Empat di antaranya meneliti bagian buah *Averrhoa bilimbi*, yaitu studi oleh Solfaine (2021), Rafida (2021), Yuniarto (2023), dan Safitri (2015). Dua studi lainnya, yaitu Mulyani (2020) dan Hidayati (2015) meneliti bagian daunnya. Meskipun menggunakan bentuk sediaan, dosis, bagian tanaman, dan metode ekstraksi yang berbeda, keenam studi yang meneliti tentang efek penurun tekanan darah *Averrhoa bilimbi* menunjukkan hasil yang sejalan, yaitu *Averrhoa bilimbi* efektif menurunkan tekanan darah hewan uji hipertensi secara bermakna. Hasil uji statistik masing-masing studi menunjukkan bahwa penurunan tekanan darah setelah intervensi dengan *Averrhoa bilimbi* bersifat signifikan di semua kelompok yang menerima perlakuan tersebut. Artinya, penurunan tekanan darahnya kemungkinan bukan terjadi karena kebetulan atau kesalahan acak, melainkan memang disebabkan oleh pemberian *Averrhoa bilimbi* (Solfaine *et al.*, 2021); (Rafida *et al*., 2021); (Mulyani *et al.*, 2020); (Hidayati *et al.*, 2015); (Safitri & Candra, 2015); (Yuniarto *et al.*, 2023).

Temuan hasil penurunan tekanan darah yang konsisten baik pada ekstrak daun maupun buah *Averrhoa bilimbi* mengindikasikan bahwa senyawa bioaktif dengan aktivitas antihipertensi terdistribusi dan terakumulasi di kedua organ tanaman tersebut. Secara fisiologis, tanaman menghasilkan senyawa metabolit sekunder (seperti flavonoid, terpenoid, dan fenolik) sebagai bagian dari respons imun basal terhadap stress lingkungan. Senyawa-senyawa ini diproduksi di berbagai bagian tanaman, termasuk buah, daun, dan jaringan yang mengalami kerusakan (George & Brandl, 2021). *Averrhoa bilimbi* diketahui mengandung metabolit sekunder yang memiliki mekanisme antihipertensi. Bagian buah dan daunnya mengandung flavonoid (Alhassan & Ahmed, 2016).

Senyawa metabolit sekunder flavonoid diduga kuat berpotensi sebagai agen antihipertensi. Flavonoid dapat meningkatkan ketersediaan nitrit oksida yang kemudian memicu vasodilatasi, menetralisir spesies oksigen reaktif, mengurangi stres oksidatif melalui sifat antioksidannya, dan mengurangi inflamasi dengan menghambat produksi sitokin proinflamasi TNF-α dan IL-6. Dengan demikian, flavonoid dapat mengurangi *low-grade inflammation* yang mendasari patogenesis hipertensi pada pembuluh darah (Niu *et al*., 2025). Hal ini sesuai dengan hasil studi Solfaine (2021), di mana selain menurunkan tekanan darah, ekstrak *Averrhoa bilimbi* yang kaya kandungan flavonoid juga signifikan meningkatkan konsentrasi nitrit oksida dalam sel endotel. Analisis histopatologis pada vena kava posterior tikus model hipertensi tersebut juga memperlihatkan bahwa *Averrhoa bilimbi* memiliki efek protektif dengan menghambat piknosis endotel, mencegah penebalan intima media, dan mengurangi infiltrasi leukosit pada lapisan adventisia pembuluh darah vena cava posterior (Solfaine *et al.*, 2021).

Penelitian Guerrero (2012) mengenai aktivitas inhibisi flavonoid terhadap *Angiotensin-Converting Enzyme (*ACE) menemukan bahwa semua flavonoid yang diuji kecuali genistein dan dua metabolit kuersetin menghambat ACE secara signifikan ($p < 0,05$). Analisis kinetik lebih lanjut menunjukkan bahwa flavonoid tersebut berperan sebagai inhibitor kompetitif

ACE (Guerrero *et al.*, 2012). Bukti yang lebih spesifik pada *Averrhoa bilimbi* ditunjukkan oleh Muthia (2017) yang melaporkan bahwa dari 18 jenis tanaman yang diuji, ekstrak etanol *Averrhoa bilimbi* memiliki aktivitas penghambatan ACE tertinggi, yaitu sebesar 71,48 ± 1,71% pada konsentrasi 100 ppm (Muthia *et al.*, 2017). Oleh karena itu, Hidayati (2015) mengkombinasikan ekstrak etanol daun *Averrhoa bilimbi* yang kaya flavonoid dengan kaptopril (inhibitor ACE) agar mendapatkan efek sinergis melalui mekanisme kerja yang saling melengkapi. Hasilnya menunjukkan bahwa penurunan tekanan darah terbesar terlihat pada kelompok kombinasi, yang nilai penurunannya melebihi monoterapi kaptopril (Hidayati *et al.*, 2015).

Terdapat variasi yang besar dalam hasil penurunan tekanan darah yang dilaporkan antar studi. Sebagai contoh, dosis yang lebih tinggi (ekstrak etanol 70% buah 750 mg/kgBB) hanya menurunkan tekanan darah sistolik sebesar 59,44 mmHg (Rafida *et al.*, 2021) sementara ekstrak etanol 96% buah dengan dosis 20 mg/kgBB dapat menurunkannya sebesar 85 mmHg (Solfaine *et al.*, 2021). Tidak teramati pola penurunan tekanan darah yang konsisten seiring peningkatan dosis antar-studi. Hal ini menyulitkan penentuan sifat dosis-dependen dari *Averrhoa bilimbi*. Salah satu faktor yang diduga menyebabkan heterogenitas hasil tersebut adalah ketidakseragaman jenis dan konsentrasi pelarut yang digunakan dalam proses ekstraksi. Jenis dan konsentrasi pelarut yang digunakan tidak seragam antar tiap penelitian, yaitu etanol 96%, 95%, 70%, jus, serta sari murni. Setiap pelarut dan konsentrasinya memiliki kapasitas ekstraksi yang berbeda, sehingga komposisi metabolit sekunder dalam tiap ekstrak dapat sangat bervariasi meskipun menggunakan bagian tanaman yang sama (Gil-Martín *et al.*, 2022). Penelitian Muhamad (2014) yang menganalisis kadar flavonoid total *Averrhoa bilimbi* dalam 6 jenis pelarut mendapatkan hasil kadar flavonoid yang berbeda-beda tiap pelarut. Bahkan antara etanol absolut dan etanol 50%, pelarut sejenis dengan konsentrasi berbeda, hasil metabolit sekunder yang tersaring pun berbeda. Ekstrak etanol absolut menghasilkan kadar flavonoid total 336,7 ± 6,7 µg QE/g berat kering. Sementara itu, ekstrak etanol 50% menghasilkan kadar flavonoid total 329,2 ± 40,0 µg QE/g berat kering (Muhamad *et al.*, 2014). Sementara itu, sari buah *Averrhoa bilimbi* mengandung 41 mg flavonoid dalam 100 ml sari buah (Safitri & Candra, 2015).

Meskipun studi-studi menunjukkan temuan positif, *Averrhoa bilimbi* memiliki potensi efek samping yang cukup merugikan. *Acute Kidney Injury* (AKI) dapat terjadi akibat konsumsi jus *Averrhoa bilimbi* terutama jika dikonsumsi secara berlebihan, saat perut kosong, atau dalam kondisi dehidrasi (Billah *et al.*, 2015). Sebagian besar kasus dilaporkan setelah mengonsumsi buah ini dalam bentuk jus mentah (Nair *et al.*, 2014). Bakul (2013) melaporkan bahwa 10 pasien mengalami AKI akibat nefropati oksalat setelah mengonsumsi jus *Averrhoa bilimbi*, dengan delapan dari 10 pasien menunjukkan banyak kristal oksalat dalam urin (Bakul *et al.*, 2013). Hal ini disebabkan oleh tingginya kandungan asam oksalat dalam buah tersebut, yang lebih tinggi dibandingkan buah-buahan lain, yaitu berkisar antara 8,57 hingga 10,32 mg/g (Nair *et al.*, 2014). Asam oksalat ini dapat mengendap membentuk kristal oksalat di tubulus ginjal, sehingga memicu kerusakan ginjal. Oleh karena itu, pasien dengan penyakit ginjal kronis harus diperingatkan untuk menghindari konsumsi *Averrhoa bilimbi* (Billah *et al.*, 2015).

Terlepas dari bukti penurunan tekanan darah yang konsisten, penting untuk dicatat bahwa seluruh studi yang diikutsertakan bertujuan untuk membuktikan efek antihipertensi dari daun dan buah *Averrhoa bilimbi*, bukan untuk mengusulkan mekanisme aksi yang pasti di balik efek tersebut. Simpulan mengenai peran kandungan flavonoid terhadap aktivitas antihipertensi *Averrhoa bilimbi* masih bersifat umum dan didasarkan pada hasil penelitian terpisah mengenai mekanisme senyawa flavonoid dalam menurunkan tekanan darah, bukan khusus pada senyawa flavonoid yang diisolasi dari *Averrhoa bilimbi*. Oleh karena itu, diperlukan studi lebih lanjut untuk mengetahui mekanisme aksi dan mengidentifikasi senyawa

aktif utama dari *Averrhoa bilimbi* yang memiliki aktivitas antihipertensi. Studi lebih lanjut juga diperlukan untuk menentukan profil keamanan dan menetapkan rentang dosis terapi yang aman, terutama pada pasien dengan gangguan fungsi ginjal.

KESIMPULAN

Ekstrak *Averrhoa bilimbi* secara konsisten menunjukkan efek yang signifikan dalam menurunkan tekanan darah hewan uji pada seluruh studi yang disertakan. Efek antihipertensi ini tetap teramati meskipun terdapat variasi metodologi antar penelitian. Penurunan tekanan darah ditemukan baik pada ekstrak daun maupun buah, jenis pelarut ekstraksi (etanol dalam konsentrasi berbeda dan sari buah), rentang dosis yang lebar, serta metode induksi hipertensi yang berbeda-beda. Konsistensi hasil positif walaupun terdapat perbedaan metode dapat memperkuat indikasi bahwa *Averrhoa bilimbi* memang memiliki efek antihipertensi pada hewan uji dan bukan sekadar kebetulan dari satu protokol penelitian tertentu.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada senior dan dosen yang telah memberikan arahan selama masa penyusunan studi literatur ini.

DAFTAR PUSTAKA

Afrifa-Anane, E., Agyemang, C., Codjoe, S. N. A., Ogedegbe, G., & De-Graft Aikins, A. (2015). The association of physical activity, body mass index and the blood pressure levels among urban poor youth in Accra, Ghana. *BMC Public Health*, *15*(1), 1–9. https://doi.org/10.1186/s12889-015-1546-3

Alhassan, A., & Ahmed, Q. (2016). Averrhoa bilimbi Linn.: A review of its ethnomedicinal uses, phytochemistry, and pharmacology. *Journal of Pharmacy And Bioallied Sciences*, *8*, 265. https://doi.org/10.4103/0975-7406.199342

Andriyanto, Kusumorini, N., & Yuskha, F. (2011). The Potency of Ethanolic Extract of Bilimbi (Averrhoa bilimbi L.) Fruits as a Natural Diuretic. *Jurnal Ilmu Kefarmasia Indonesia*, *9*(2), 78–84. http://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=955703&val=14705&title=Potensi Ekstrak Etanol Buah Belimbing Wuluh Averrhoa bilimbi L sebagai Alternatif Sediaan Diuretik Alami

Aumeeruddy, M. Z., & Mahomoodally, M. F. (2020). Traditional herbal therapies for hypertension: A systematic review of global ethnobotanical field studies. *South African Journal of Botany*, *135*, 451–464. https://doi.org/10.1016/j.sajb.2020.09.008

Bakul, G., Unni, V. N., Seethaleksmy, N. V., Mathew, A., Rajesh, R., Kurien, G., Rajesh, J., Jayaraj, P. M., Kishore, D. S., & Jose, P. P. (2013). Acute oxalate nephropathy due to "Averrhoa bilimbi" fruit juice ingestion. *Indian Journal of Nephrology*, *23*(4), 297–300. https://doi.org/10.4103/0971-4065.114481

Billah, M., Anisur Rahman, M., Rahim, M., Swarna, A. T., Mitra, P., Chowdhury, T., Ananna, M., Samad, T., Haque, W., Iqbal, S., & Mansur, M. (2015). Acute Kidney Injury Following Ingestion of Averrhoa bilimbi Juice. *Bangladesh Critical Care Journal*, *3*, 71. https://doi.org/10.3329/bccj.v3i2.25115

Debnath, A., Bhattacharya, M., Chakraborty, C., & Das, A. (2025). Potential role of different animal models for the evaluation of bioactive compounds. *Annals of Medicine & Surgery*, *87*(11), 7288–7305. https://doi.org/10.1097/ms9.0000000000003860

Di Cesare, M., McGhie, D. V., Perel, P., Mwangi, J., Taylor, S., Pervan, B., Kabudula, C.,

Narula, J., Bixby, H., Pineiro, D., Gaziano, T. A., & Pinto, F. J. (2024). The Heart of the World. *Global Heart*, *19*(1). https://doi.org/10.5334/gh.1288

Ekayanti, E., & Nurfitriani, D. (2025). Perbandingan Ekstrak Buah Belimbing Wuluh (Averrhoa Bilimbi L) dan Ekstrak Jahe (Singiber Officianale Rosc) terhadap Penurunan Tekanan Darah pada Ibu Hamil di Klinik Utama Tanti Kirana Rangkasbitung. *MAHESA : Malahayati Health Student Journal*, *5*, 534–541. https://doi.org/10.33024/mahesa.v5i2.16646

Fuchs, F. D., & Whelton, P. K. (2019). High Blood Pressure and Cardiovascular Disease. *HYPERTENSION*. https://api.semanticscholar.org/CorpusID:209446812

Garg, M., Kumari, S., & Goyal, A. (2022). Phytochemical, Biological and Traditional Claims on Averrhoa bilimbi: An Overview. *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences*, *84*. https://doi.org/10.36468/pharmaceutical-sciences.947

George, A. S., & Brandl, M. T. (2021). Plant bioactive compounds as an intrinsic and sustainable tool to enhance the microbial safety of crops. *Microorganisms*, *9*(12). https://doi.org/10.3390/microorganisms9122485

Gil-Martín, E., Forbes-Hernández, T., Romero, A., Cianciosi, D., Giampieri, F., & Battino, M. (2022). Influence of the extraction method on the recovery of bioactive phenolic compounds from food industry by-products. *Food Chemistry*, *378*. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131918

Guerrero, L., Castillo, J., Quiñones, M., Garcia-Vallvé, S., Arola, L., Pujadas, G., & Muguerza, B. (2012). Inhibition of Angiotensin-Converting Enzyme Activity by Flavonoids: Structure-Activity Relationship Studies. *PLoS ONE*, *7*(11), 1–11. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0049493

Hidayati, D. N., Anas, Y., & Nurikha, S. (2015). Peningkatan Efek Antihipertensi Kaptopril Oleh Ekstrak Etanol Daun Belimbing Wuluh (Averrhoa Bilimbi L.) Pada Tikus Hipertensi Yang Diinduksi Monosodium Glutamat. *Jurnal Ilmu Farmasi Dan Farmasi Klinik*, *12*, 33–40.

Ilato, M. D., Maria, I. L., Amiruddin, R., & Moedjiono, I. (2024). *The Effectiveness of Averrhoa Bilimbi L . Juice Combined with Stevia on Reducing Blood Pressure*. *27*(5), 736–743.

Ismail, S., Marliana, E., & Kosala, K. (2019). Effect of pH increasing of Wuluh star fruit (Averrhoa bilimbi L.) juice on vasodilatation activity. *Journal of Physics: Conference Series*, *1277*(1). https://doi.org/10.1088/1742-6596/1277/1/012017

Kemenkes. (2023). Survei Kesehatan Indonesia (SKI) 2023. *Kemenkes*, 235.

Lee, J., Wilkens, J., Meijer, E., Sekher, T. V, Bloom, D., & Hu, P. (2022). Hypertension awareness, treatment, and control and their association with healthcare access in the middle-aged and older Indian population: A nationwide cohort study. *PLOS Medicine*, *19*, e1003855. https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003855

Millogo, G. R. C., Zongo, R. F. E., Benao, A., Youl, E. N. H., Bassoleth, B. A. B., Ouédraogo, M., Zabsonré, P., & Guissou, I. P. (2018). Prevalence and adverse effects of antihypertensive agents in patients followed up on an ambulatory basis at the University Hospital Yalgado Ouédraogo. *Pan African Medical Journal*, *29*, 1–13. https://doi.org/10.11604/pamj.2018.29.84.13754

Mouliza, N., Rahawa, I., & History, A. (2025). The Effect of a Combination of Averrhoa bilimbi Juice and Honey on Blood Pressure Reduction. *JUrnal Promotif Preventif*, *8*(2), 271–277. http://journal.unpacti.ac.id/index.php/JPP

Muhamad, N., Muhmed, S., Yusoff, M., & Gimbun, J. (2014). Influence of Solvent Polarity and Conditions on Extraction of Antioxidant, Flavonoids and Phenolic Content from Averrhoa bilimbi. *Journal of Food Science and Engineering*, *4*, 255–260. https://doi.org/10.17265/2159-5828/2014.05.006

Muharram, F. R., Multazam, C. E. C. Z., Mustofa, A., Socha, W., Andrianto, Martini, S., Aminde, L., & Yi-Li, C. (2024). The 30 Years of Shifting in The Indonesian Cardiovascular Burden—Analysis of The Global Burden of Disease Study. *Journal of Epidemiology and Global Health*, *14*(1), 193–212. https://doi.org/10.1007/s44197-024-00187-8

Mulyani, S., Rosa, M., & Huriah, T. (2020). Pengaruh Ekstrak Daun Belimbing Wuluh Terhadap Penurunan Tekanan Darah. *Muhammadiyah Journal of Nursing*, *1*(2), 74–85.

Munaeni, W., Mainassy, M. C., Puspitasari, D., Susanti, L., Endriyatno, N. C., Yuniastuti, A., & Wiradnyani, N. K. (2022). *Obat Herbal Dan Manfaat Obat Herbal*.

Muthia, R., Suganda, A. G., & Sukandar, E. Y. (2017). Research Journal of Pharmaceutical , Biological and Chemical Sciences Angiotensin-I Converting Enzyme (ACE) Inhibitory Activity Of Several Indonesian Medicinal Plants. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, *8*(192), 192–199.

Nair, S., George, J., Kumar, S., & Gracious, N. (2014). Acute Oxalate Nephropathy following Ingestion of Averrhoa bilimbi Juice. *Case Reports in Nephrology*, *2014*, 240936. https://doi.org/10.1155/2014/240936

Niu, Y., Chen, X., Xiao, L., Li, W., Feng, L., & Aierken, A. (2025). The relationship between dietary flavonoid intake and hypertension: a cross-sectional study from NHANES. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, *12*(May). https://doi.org/10.3389/fcvm.2025.1518549

Olvera Lopez, E., & Jan, A. (2019). *Cardiovascular Disease*.

Putri, S. A., Ramdini, D. A., & Wardhana, M. F. (2023). Literatur Review : Efek Samping Penggunaan Obat Hipertensi Literature Review : Side Effects of Using Hypertension Drugs. *Literatur Review*, *13*(April), 583–589.

Rafida, M., Safitri, A. H., & Tyagita, N. (2021). Effect of averrhoa bilimbi fruit extract on blood pressure and mean arterial pressure of nacl induced hypertensive rats. *Bangladesh Journal of Medical Science*, *20*(3), 631–636. https://doi.org/10.3329/bjms.v20i3.52806

Rahayu, S. S., Martyastuti, N. E., Vianti, R. A., & Sulistyowati, D. I. D. (2024). Perbedaan Efektifitas Pemberian Jus Belimbing Wuluh dan Jus Mentimun terhadap Tekanan Darah Lansia Penderita Hipertensi. *Jurnal Keperawatan Mersi*, *13*(2), 49–55. https://doi.org/10.31983/jkm.v13i2.12278

Safitri, R., & Candra, A. (2015). PENGARUH PEMBERIAN SARI BUAH BELIMBING WULUH (Averrhoa bilimbi L) TERHADAP TEKANAN DARAH SISTOLIK TIKUS SPRAGUE DAWLEY. *Journal of Nutrition College*, *4*, 541–546. https://doi.org/10.14710/jnc.v4i4.10160

Sagala, P. S. M., Sianturi, N. J., & Ginting, S. B. (2025). *Efektivitas Teh Daun Belimbing Wuluh (Averrhoa Bilimbi) Terhadap Penurunan Tekanan Darah Tinggi Pada Penderita Hipertensi The Effectiveness of Starfruit Leaf Tea (Averrhoa Bilimbi) in Reducing High Blood Pressure in Hypertension Patients jiwa (Badan*. *5*(1), 57–62. https://doi.org/10.51849/j-bikes.v

Santos, A., Souza, D., Mesquita, T., Menezes-Filho, J. E., Caldas, A., Souza, A., Silva, G., Oliveira, E., Santios, L., & Vasconcelos, C. (2018). Averrhoa bilimbi L. leaf aqueous extract modulate both cardiac contractility and frequency in the guinea-pig atrium by activation of muscarinic receptors. *Letters in Drug Design & Discovery*, *15*. https://doi.org/10.2174/1570180815666180125150457

Sen, S., & Chakraborty, R. (2017). Revival, modernization and integration of Indian traditional herbal medicine in clinical practice: Importance, challenges and future. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, *7*(2), 234–244. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2016.05.006

Silva, M. G. Da, Barbosa, S. L. F., Silva, D. S., Bezerra, I. B. M., Alves Bezerra, É., Coelho,

A. G., Pinheiro Da Silva Morais, I. C., Rezende-Júnior, L. M., Carmo, I. S. Do, Lima-Neto, J. D. S., Comerma-Steffensen, S. G., Citó, A. M. D. G. L., & Arcanjo, D. D. R. (2022). Bioactive Natural Products against Systemic Arterial Hypertension: A Past 20-Year Systematic and Prospective Review. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, *2022*. https://doi.org/10.1155/2022/8499625

Solfaine, R., Muniroh, L., Sadarman, Apriza, & Irawan, A. (2021). Roles of averrhoa bilimbi extract in increasing serum nitric oxide concentration and vascular dilatation of ethanol-induced hypertensive rats. *Preventive Nutrition and Food Science*, *26*(2), 186–191. https://doi.org/10.3746/pnf.2021.26.2.186

Tabassum, N., & Ahmad, F. (2011). Role of natural herbs in the treatment of hypertension. *Pharmacognosy Reviews*, *5*, 30–40. https://doi.org/10.4103/0973-7847.79097

WHO. (2023). Global report on hypertension. In *Universitas Nusantara PGRI Kediri* (Vol. 01).

Yani, A., & Patricia, V. (2022). Jurnal Kesehatan Manarang. *Studi Literatur: Potensi Tanaman Belimbing Wuluh Dalam Menurunkan Tekanan Darah Penderita Hipertensi. Jurnal Kesehatan Manarang*, , *8*(1), 17–25. http://jurnal.poltekkesmamuju.ac.id/index.php/m/article/view/481

Yuniarto, A., Alviolita, D., Kurniasukmawati, I., & Rasydy, L. O. A. (2023). Antihypertension Activity of Averrhoa bilimbi Fruit Juice on Sodium Chloride and Prednisone-Induced Rats. *MPI (Media Pharmaceutica Indonesiana)*, *5*(2), 141–145. https://doi.org/10.24123/mpi.v5i2.5798