

**PENINGKATAN RISIKO PRESBIKUSIS SEIRING DENGAN
PENINGKATAN KADAR LDL PADA PASIEN LANSIA DISLIPIDEMIA DI
RSI SITI RAHMAH**

*Increased Risk of Presbycusis with Increased LDL Levels In Elderly Patients With
Dyslipidemia at RSI Siti Rahmah*

**Annisa Diva Dhiersa¹, Irwan Triansyah^{*2}, Irdawati Izrul³, Nadia Purnama
Dewi⁴, Roland Helmizar⁵, Yanti Fitri Yasa⁶**

^{*1,2,3,4,5,6} Universitas Baiturrahmah

¹ **Email: annisadivadhiersa@gmail.com**

^{*2} **Email: irwantriansyah@fk.unbrah.ac.id**

³ **Email: irdawatiizrul@fk.unbrah.ac.id**

⁴ **Email: nadiapurnamadewi@fk.unbrah.ac.id**

⁵ **Email: rolandhelmizar@fk.unbrah.ac.id**

⁶ **Email: yantifitriyasa@fk.unbrah.ac.id**

Abstract

Background: Age Related Hearing Loss (ARHL) or presbycusis is a hearing loss in the elderly that occurs gradually and symmetrically in both ears. One of the causes is dyslipidemia, which is a disorder of lipid levels in the body, including increased levels of Low Density Lipoprotein (LDL). High LDL levels trigger the formation of atherosclerotic plaque which causes reduced oxygen and nutrient supply to the ear labyrinth which causes hearing loss. Objective: To determine the relationship between increased LDL levels and presbycusis in patients with dyslipidemia at RSI Siti Rahmah. Method: This type of research is analytical observational research using a case control design and the type of data used is primary and secondary data using consecutive sampling techniques. Results: The most research subjects found were aged 60-69 years, the most male gender, the most LDL levels were in the high category and there is a significant relationship between increased LDL levels in elderly with dyslipidemia and the incidence of presbycusis ($p = <0.000$). Conclusion: There is a significant increase in LDL levels with presbycusis in elderly people with dyslipidemia at RSI Siti Rahmah (P value = 0.000) and elderly people with dyslipidemia with increased LDL levels have a 7 times greater risk of experiencing presbycusis compared to those who do not suffer from dyslipidemia.

Keywords: presbycusis, LDL, increased LDL level, dyslipidemia, elderly

Abstrak

Latar Belakang: Age Related Hearing Loss (ARHL) atau presbikusis adalah penurunan pendengaran pada lansia yang terjadi bertahap dan simetris pada kedua telinga. Salah satu penyebabnya adalah dislipidemia, yaitu gangguan kadar lipid di dalam tubuh, termasuk peningkatan kadar Low Density Lipoprotein (LDL). Kadar LDL yang tinggi memicu terbentuknya plak aterosklerosis yang menyebabkan suplai oksigen dan nutrisi ke dalam labirin telinga berkurang yang menyebabkan penurunan pendengaran. Tujuan: Menentukan

hubungan peningkatan kadar LDL dengan presbikusis pada pasien dislipidemia di RSI Siti Rahmah. Metode: Jenis penelitian ini adalah analitik kategorik tidak berpasangan dengan desain case control menggunakan data primer dan sekunder dengan sampel 72 lansia yang melakukan rawat jalan di poli penyakit dalam RSI Siti Rahmah dengan teknik consecutive sampling. Analisis data menggunakan univariat dalam bentuk distribusi frekuensi dan analisis bivariat menggunakan uji Chi-Square. Hasil: Subjek penelitian yang paling banyak ditemukan yaitu usia 60-69 tahun, jenis kelamin terbanyak laki-laki, kadar LDL terbanyak yaitu kategori tinggi serta terdapat hubungan yang signifikan antara peningkatan kadar LDL pada lansia dislipidemia dengan kejadian presbikusis ($p < 0,000$). Kesimpulan: Terdapat signifikansi peningkatan kadar LDL dengan presbikusis pada lansia dislipidemia di RSI Siti Rahmah ($P \text{ value} = 0,000$) dan lansia dislipidemia dengan peningkatan kadar LDL memiliki risiko 7 kali lebih besar mengalami presbikusis dibandingkan yang tidak menderita dislipidemia

.Kata Kunci: *presbikusis, LDL, peningkatan kadar LDL, dislipidemia, lansia*

PENDAHULUAN

Presbikusis adalah penurunan pendengaran akibat degenerasi organ pendengaran pada lansia yang terjadi secara bertahap dan simetris pada kedua telinga yang lazim terjadi pada lansia diatas 65 tahun. [1]–[3] *World Health Organization (WHO)* melaporkan sekitar 466 juta jiwa mengalami presbikusis di seluruh dunia dan akan terus mengalami peningkatan dengan perkiraan tahun 2030 mencapai 630 juta jiwa serta pada tahun 2090 dapat menyentuh angka 900 juta jiwa. Prevalensi presbikusis di Indonesia mencapai angka 30-35 % pada lansia rentang usia 65-75 tahun.[4], [5]

Presbikusis menurunkan kualitas hidup lansia dengan memicu timbulnya masalah sosial seperti frustrasi, cemas, dan depresi akibat kurangnya kemampuan untuk mendengar dan memahami pembicaraan dari orang-orang di sekitar yang membuat penderita merasa tidak berguna dan mudah emosi. Presbikusis juga menyebabkan peningkatan beban ekonomi negara dengan perkiraan dana bisa mencapai 70 milliar US dollar untuk penanganan presbikusis. [4] [6]

Banyak faktor resiko seperti usia, jenis kelamin, genetik, kebiasaan merokok, minum alkohol dan penyakit degeneratif menjadi faktor resiko terjadinya presbikusis. Penyakit degeneratif penyebab presbikusis yaitu hipertensi, diabetes mellitus (DM), dan dislipidemia. Dislipidemia memicu terjadinya mikroangiopati yaitu penebalan pada dinding arteri yang menyebabkan terjadinya penyempitan lumen. Akibat dari terganggunya elastisitas arteri, terjadi pengurangan jumlah dari sel-sel rambut organ corti yang menyebabkan penurunan pendengaran.[7], [8]

Jumlah penderita dislipidemia cukup banyak di dunia yaitu sekitar 45% dari jumlah penduduk. Prevalensi dislipidemia di Indonesia mencapai angka 36 %. Berdasarkan laporan karakteristik pasien di Rumah Sakit Airlangga pada tahun 2018-2021 ditemukan bahwa hiperkolesterol (dislipidemia) mencatat angka sebesar 19,5% sebagai pemicu terjadinya presbikusis pada pasien. [9]–[11]

Peningkatan kadar LDL menjadi pemicu terbesar terbentuknya plak aterosklerosis yang menyebabkan suplai oksigen dan nutrisi ke dalam labirin telinga berkurang. LDL yang mengalami lipid peroksidasi akan menjadi reseptor yang hadir pada endotel dan makrofag. Penyerapan yang terjadi pada reseptor makrofag ini akan

membentuk sel busa yang menjadi pembentuk kolesterol. Selain itu, LDL yang teroksidasi membentuk sekresi sitokin dan turunan dari monosit makrofag yang berakibat bertambahnya jumlah monosit dan proliferasi otot polos. Sel pada otot polos ini yang akan mensekresi peningkatan matrikas ekstraseluler yang mengakibatkan penyempitan pada pembuluh di labirin sehingga membuat labirin menjadi hipoksia dan suplai nutrisi ke telinga bagian dalam berkurang sehingga terjadilah penurunan pendengaran. [12]

Penelitian yang dilakukan oleh Valerie (2023) menyatakan bahwa dislipidemia merupakan faktor resiko terbesar penyebab presbikusis dengan merusak berbagai komponen seperti vaskular dan kematian sel. [13] Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Andreeva, dkk (2017) yang menunjukkan bahwa kadar LDL yang tinggi memiliki hubungan yang signifikan dengan hilangnya pendengaran pada telinga yang lebih sehat dengan *Odds Ratio (OR)* 0,94 dan *confidence interval (95% CI)* 0,89-0,99. [14]

Penelitian yang dilakukan oleh R.A.Azeez, dkk (2020) melakukan pemeriksaan audiometri pada dua kelompok pasien berbeda. Kelompok pertama merupakan pasien yang mengalami dislipidemia dan kelompok lainnya merupakan kelompok yang tidak mengalami dislipidemia. Hasil yang didapatkan adalah terdapat hubungan yang signifikan antara penderita dislipidemia dengan kejadian presbikusis dimana prevalensinya mencapai 76,9%. [15]

Berdasarkan data kunjungan pasien poli penyakit dalam di RSI Siti Rahmah pada akhir tahun 2022 sampai dengan akhir tahun 2023 didapatkan jumlah kunjungan sebanyak 6.042 pasien dan dari tahun 2021-2024 awal jumlah pasien yang mengalami dislipidemia mencapai 564 orang sehingga peneliti tertarik untuk melakukan penelitian mengenai hubungan kadar LDL pada pasien dislipidemia dengan kejadian presbikusis pada pasien lansia di RSI Siti Rahmah.

METODE PENELITIAN

Ruang lingkup penelitian ini adalah Ilmu Kesehatan Telinga Hidung dan Tenggorok, dan Bidang Penyakit Dalam Khusus Bidang Metabolik Endokrin dan Gerontologi. Penelitian ini dilakukan di Rumah Sakit Islam Siti Rahmah Padang pada bulan Februari 2024 sampai November 2024. Jenis penelitian yang digunakan adalah observasional analitik dengan menggunakan desain *case control*, dengan membandingkan kejadian presbikusis antara lansia dengan peningkatan kadar LDL pasien dislipidemia dengan lansia yang tidak menderita dislipidemia yang bertujuan mengetahui hubungan peningkatan kadar LDL dengan peningkatan presbikusis pada lansia di RSI Siti Rahmah Padang.

Populasi target dalam penelitian ini adalah semua lansia penderita dislipidemia yang melakukan rawat jalan pada poli Penyakit Dalam RSI Siti Rahmah Padang. Teknik sampling yang digunakan pada penelitian ini adalah teknik *consecutive sampling*, yaitu memilih sampel dengan membuat batas-batas berdasarkan karakteristik subjek yang akan dijadikan sampel penelitian. Berdasarkan rumus di atas, diperoleh besar sampel minimal pada penelitian adalah

sebanyak 36 orang pada kelompok *control* dan 36 orang pada kelompok *case*. Total sampel *case* dan *control* sebanyak 72 orang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Usia Pada Lansia Presbikuisis

Pada penelitian ini usia lansia terbanyak presbikuisis kelompok kontrol pada usia lansia muda (60-69 tahun) sebanyak 27,78%. Pada kelompok kasus, usia terbanyak presbikuisis pada kelompok usia lansia muda (60-69 tahun) yaitu sebanyak 61,11%. Hasil dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Usia Lansia Presbikuisis

Usia Lansia	Kelompok Kontrol		Kelompok Kasus	
	Tidak presbikuisis	Presbikuisis	Tidak presbikuisis	Presbikuisis
Lansia Muda	24	10	7	22
Lansia Madya	0	2	1	6
Lansia Lanjut	0	0	0	0
Total	24	12	8	28

Penelitian yang dilakukan oleh Irwan T, dkk (2022) diperoleh lansia yang banyak menderita presbikuisis berada pada rentang usia 60 hingga 69 tahun.[9] Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh M.Safitri, dkk (2019) yang memperoleh hasil prevalensi presbikuisis pada usia 60 hingga 69 tahun sebanyak 33,3% dan angkanya terus meningkat seiring dengan bertambahnya usia.[6] Penelitian yang dilakukan oleh R.A.Azeez (2020) dimana responden yang diambil mayoritas berusia 60 hingga 69 tahun, berdasarkan uji statistik usia penderita dislipidemia dengan gangguan pendengaran diperoleh hasil signifikan ($<0,05$).[15]

Presbikuisis merupakan hilangnya kemampuan pendengaran yang terjadi perlahan dengan pertambahan usia.[2] Presbikuisis terjadi akibat adanya degenerasi telinga bagian dalam yang mengakibatkan penurunan sel ganglion nukleus ventral koklea ventral, genikulatum medial dan kompleks olivari superior yang mengakibatkan penurunan fungsi sel serta penurunan aktivitas enzim yang diperlukan oleh sel.[16] Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Made G.S (dkk) yang menunjukkan hasil bahwa usia >65 tahun memiliki resiko 6,1 kali lebih tinggi dibandingkan dengan usia <65 tahun.[17]

Peningkatan Resiko Presbikuisis Pada Lansia Dislipidemia dengan Peningkatan Kadar LDL

Berdasarkan penelitian ini karakteristik kadar LDL yang ditemukan pada penelitian banyak ditemukan pada kelompok tinggi (200- 499 mg/dL) dan diurutkan kedua pada kelompok ambang batas tinggi (160-189 mg/dL), serta hanya paling sedikit ditemukan pada kelompok sangat tinggi (≥ 190 mg/dL).

Tabel 2. Prevalensi Presbikuisis pada lansia dislipidemia

Kategori Kadar LDL	Tidak Presbikuisis		Presbikuisis	
	Jumlah	Persentase	Jumlah	Persentase
Normal (< 100 mg/dL)	0	0	0	0
Agak Tinggi (100-159 mg/dL)	9	25	1	2,78
Tinggi (160-189 mg/dL)	15	41,67	5	13,89

Sangat tinggi (≥ 190 mg/dL)	4	11,11	1	2,78
--	---	-------	---	------

Peningkatan kadar LDL akan memicu terbentuknya plak aterosklerosis yang akan mempersempit pembuluh darah sehingga suplai nutrisi dan oksigen koklea akan berkurang.[12] LDL yang mengalami oksidasi akan membentuk sekresi sitokin dan turunan dari monosit makrofag yang mengakibatkan jumlah monosit dan proliferasi otot polos bertambah.Sel pada otot polos ini nantinya akan memicu sekresi peningkatan matrikas ekstraseluler yang berakibat pada penyempitan pembuluh di labirin telinga dan mengalami hipoksia. [12]Keadaan hipoksia pada pembuluh darah akan menyebabkan terganggunya pembuluh darah dan sel saraf yang memicu terjadi presbikusis.[15]

Tabel 3. Peluang presbikusis pada lansia dislipidemia dengan peningkatan kadar LDL

Variabel	Kontrol		Perlakuan		OR	P
	Jumlah	Persentase	Jumlah	Persentase		
Tidak Presbikusis	8	66,67	24	25	7,000 (2,455 19,957	0,000 –
Presbikusis	28	33,33	12	75		
Total	36	100	36	100		

Metabolisme LDL berkaitan dengan lipid yang lainnya seperti trigliserida, *very low-density lipoprotein* (VLDL), *high-density lipoprotein* (HDL) dan *intermediate-density lipoprotein* (IDL). Proses metabolisme ini dimulai saat VLDL dikeluarkan dari hepar dan berikatan dengan ApoB₁₀₀ . VLDL kemudian dipecah menjadi lipoprotein yang lebih kecil yang dikenal sebagai IDL setelah dikeluarkannya trigliserida oleh lipoprotein lipase. IDL bersama enzim plasma lesitin kolesterol asiltransferase akan menyerap ester kolesterol yang dibuat oleh HDL. Komponen IDL sebagian akan diserap kembali oleh hepar dan sebagian lainnya akan dilepas ke jaringan dalam bentuk LDL setelah trigliserida dan proteinnnya dikeluarkan. LDL ini nantinya akan berikatan kembali dengan ApoB₁₀₀ dan dibawa kembali ke hati. Siklus ini akan terjadi berulang dan terus menerus.[18], [19]

Patofisiologi dislipidemia bermula dari bertumpuknya kadar kolesterol di dalam darah yang memicu terjadinya plak di dalam pembuluh darah. Kolesterol ini dapat berasal dari pemecahan trigliserida yang merupakan salah satu sumber lemak jenuh di dalam darah dan juga dapat terbentuk dari makanan. Lipid yang masuk dari makanan akan diolah menjadi kilomikron (CM) oleh *trygliceride-rich lipoprotein* (TRLs). CM ini akan mengantarkan asam lemak ke jaringan dan kemudian mengalami lipolisis dan diubah menjadi trigliserida oleh lipoprotein-lipase (LPL). Akibat banyaknya trigliserida yang dihasilkan terjadi penurunan kadar *high-density lipoprotein* (HDL). Sekresi dari *very low-density lipoprotein* (VLDL) terus meningkat di hepar dan berubah menjadi *low-density lipoprotein* (LDL). Perubahan yang terjadi pada partikel lipid ini yang akan menjadi pemicu terbentuknya foam cell yang memicu timbulnya plak aterosklerosis di dalam pembuluh darah.[20], [21]

Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Keles *et all* (2014) yang menyatakan bahwa terjadi peningkatan resiko presbikusis pada lansia yang memiliki kadar HDL rendah dan LDL tinggi dibandingkan dengan kelompok

lansia normal.[22] Kim, *et all* (2019), bahwa penderita dislipidemia dengan peningkatan LDL besar dari 100 mg/dL memiliki risiko 4 kali lebih besar dibandingkan pasien dengan kadar LDL normal.[23]

Berdasarkan hasil penelitian ini, lansia dislipidemia dengan peningkatan kadar LDL memiliki risiko 7 kali lebih besar mengalami presbikusis dibandingkan yang lansia non dislipidemia. Pada lansia normal resiko presbikusis dapat ditekan hingga dua kali lebih rendah, sehingga kemungkinan presbikusis lebih kecil. Hasil selanjutnya yaitu ditemukan hubungan antara peningkatan kadar LDL dengan presbikusis (nilai P = 0,000).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, maka terdapat hubungan yang bermakna antara peningkatan kadar LDL dengan presbikusis pada lansia dislipidemia di RSI Siti Rahmah (P value = 0,000) dan lansia dislipidemia dengan peningkatan kadar LDL memiliki risiko 7 kali lebih besar mengalami presbikusis dibandingkan yang tidak menderita dislipidemia

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Wang and J. L. Puel, "Presbycusis: An update on cochlear mechanisms and therapies," *Journal of Clinical Medicine*, vol. 9, no. 1. 2020, doi: 10.3390/jcm9010218.
- [2] R. E. Handayani, "PRESBIKUSIS : Masalah Telinga pada Usia Tua," vol. 2, no. 2, 2024.
- [3] E. A. Putri¹, P. Ristyaning, A. Sangging², and R. Himayani³, "Pengaruh Presbikusis Terhadap Kualitas Hidup Lansia," vol. 13, no. April, p. 15, 2023.
- [4] A. Chern and J. S. Golub, "Age-related Hearing Loss and Dementia," *Alzheimer Dis. Assoc. Disord.*, vol. 33, no. 3, pp. 285–290, 2019, doi: 10.1097/WAD.0000000000000325.
- [5] E. Tavanai and G. Mohammadkhani, "Role of antioxidants in prevention of age-related hearing loss: a review of literature," *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, vol. 274, no. 4. 2017, doi: 10.1007/s00405-016-4378-6.
- [6] M. Safitri, E. Nurfaridah, and M. Handini, "Kualitas Hidup Penderita Presbikusis di RSUD Sultan Syarif Mohamad Alkadrie Pontianak tahun 2019," *Cermin Dunia Kedokt.*, vol. 49, no. 1, 2022, doi: 10.55175/cdk.v49i1.178.
- [7] S. S. Houmøller *et al.*, "Impact of hearing aid technology level at first-fit on self-reported outcomes in patients with presbycusis: a randomized controlled trial," *Front. Aging*, vol. 4, 2023, doi: 10.3389/fragi.2023.1158272.
- [8] J. Chester *et al.*, "A review on recent advancement on age-related hearing loss: The applications of nanotechnology, drug pharmacology, and biotechnology," *Pharmaceutics*, vol. 13, no. 7. 2021, doi: 10.3390/pharmaceutics13071041.
- [9] I. Triansyah, A. Darmayati, and D. P. Sari, "Peningkatan Kejadian Presbikusis Pada Lansia Hipertensi di Puskesmas Kurai Taji Pariaman Tahun 2021," *Nusant. Hasana J.*, vol. 2, no. 1, 2022, Accessed: Sep. 22, 2022. [Online]. Available: <http://nusantarahasanajournal.com/index.php/nhj/article/view/354>.
- [10] M. G. Evangelli, Rosa Falerina, Hadiq Firdausi, and Puguh Setyo Nugroho,

- “Karakteristik pasien presbikusis di Rumah Sakit Universitas Airlangga tahun 2018-2021,” *Fak. Kedokt. Univ. Udayana / Med.*, vol. 54, no. 3, pp. 175–178, 2023, doi: 10.15562/medicina.v54i3.1254.
- [11] M. Raditiya, “Pengaruh penggunaan obat dislipidemia terhadap kadar kolesterol pasien dewasa di instalasi rawat inap rsud ibu fatmawati soekarno kota surakarta,” pp. 1–6, 2023.
- [12] O. I. Odeh, M. A. Kuti, A. J. Fasunla, and O. G. Nwaorgu, “Sensorineural Hearing Loss and Dyslipidemia: Is There Any Relationship?,” *West Afr. J. Med.*, vol. 34, no. 1, pp. 27–31, 2015.
- [13] V. Del Vecchio *et al.*, “Vascular Factors in Patients with Midlife Sensorineural Hearing Loss and the Progression to Mild Cognitive Impairment,” *Med.*, vol. 59, no. 3, pp. 1–16, 2023, doi: 10.3390/medicina59030481.
- [14] V. A. Andreeva *et al.*, “Dyslipidemia as a potential moderator of the association between hearing loss and depressive symptoms,” *J. Nutr. Heal. Aging*, vol. 21, no. 10, pp. 1291–1298, 2017, doi: 10.1007/s12603-017-0888-1.
- [15] R. A. Azeez, A. Al Ansary, and Bt. Yasin, “Presbycusis and hyperlipidemia: Is there any link?,” *Muthanna Med. J.*, vol. 7, no. 2, pp. 49–57, 2020, doi: 10.52113/1/7.2/2020.57.
- [16] F. S. Manullang, A. Adnan, and D. Munir, “Factors Affecting Presbycusis on Audiogram Overview at H. Adam Malik General Hospital Medan,” *J. Epidemiol. Public Heal.*, vol. 6, no. 1, pp. 14–22, 2021, doi: 10.26911/jepublichealth.2021.06.01.02.
- [17] M. Gita Ratnasari and M. Wiranandha, “Hubungan hipertensi terhadap kejadian presbikusis pada lansia di Puskesmas Denpasar Selatan I, Bali, Indonesia,” *Intisari Sains Medis / Intisari Sains Medis*, vol. 13, no. 3, pp. 838–842, 2022, doi: 10.15562/ism.v13i3.1427.
- [18] D. M. Nugraheni, I. D. Kurniati, H. Deliara, and M. A. Kusuma, “Kadar Ldl Tikus Wistar Setelah Pemberian Ekstrak Kulit Jeruk Purut (*Citrus Hystrix*),” *Herb-Medicine J.*, vol. 3, no. 3, p. 39, 2020, doi: 10.30595/hmj.v3i3.8065.
- [19] B. O. Sinulingga, “Pengaruh konsumsi serat dalam menurunkan kadar kolesterol,” *J. Penelit. Sains*, vol. 22, no. 1, pp. 9–15, 2020.
- [20] M. Alif Ramadan and M. Dewi Pramaningtyas, “Pemberian Jahe Terhadap Perbaikan Kadar Profil Lipid Dan Risiko Aterosklerosis Pada Dislipidemia,” *J. Kedokt. Univ. Palangka Raya*, vol. 9, no. 1, pp. 1224–1231, 2021, doi: 10.37304/jkupr.v9i1.2861.
- [21] A. A. Faludi, H. P. Zats, D. B. De Araújo, and M. C. Bertolami, “Dislipidemias,” *Rev. Bras. Med.*, vol. 62, no. 5, pp. 174–180, 2005, doi: 10.57214/jka.v7i1.263.
- [22] E. Keleş *et al.*, “The Relationship Between Metabolic Presbycusis and Serum Paraoxonase/Arylesterase Activity,” *Indian J. Otolaryngol. Head Neck Surg.*, vol. 66, no. SUPPL.1, pp. 147–152, 2014, doi: 10.1007/S12070-011-0382-8.
- [23] H. Kim, J. J. Lee, Y. Moon, and H. Y. Park, “Longitudinal Pure-Tone Threshold Changes in the Same Subjects: Analysis of Factors Affecting Hearing,” *Laryngoscope*, vol. 129, no. 2, 2019, doi: 10.1002/lary.27478.
- [24] S. Jamesdaniel, R. Rosati, J. Westrick, and D. M. Ruden, “Chronic lead



exposure induces cochlear oxidative stress and potentiates noise-induced hearing loss,” *Toxicol. Lett.*, vol. 292, pp. 175–180, Aug. 2018, doi: 10.1016/J.TOXLET.2018.05.004.