



Efektivitas Implan Koklea pada Anak

Cathie M. J. Soentpiet,¹ Ora E. L. I. Palandeng,² Olivia C. P. Pelealu²

¹Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia

²Bagian Ilmu Penyakit Telinga, Hidung, Tenggorok, Bedah Kepala dan Leher, Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia

Penulis Korespondensi: cathiemariajs@gmail.com

Abstract: Sensorineural hearing disorder is one of the most common types of hearing disorder. If not handled, sensorineural hearing disorder in children could affect the development of children, quality of life, and also economically. Cochlear implant is auditory nerve stimulus prosthesis and one of the choices of rehabilitation for children with sensorineural hearing disorder. This study aims to know the effectiveness of cochlear implant in children. The type of this study is literature review. There are 14 literatures reviewed from three databases which contain eight longitudinal studies, three cross-sectional studies, one case-control study, and two comparative studies. Based on the 14 literatures, cochlear implant increases the development of hearing and speech skills in children. Furthermore, it is recommended for children with sensorineural hearing disorder to be using cochlear implants early. In conclusion, the use of cochlear implants in children increased hearing and speech skills development. Although it lacks a little in terms of pragmatic, emotional, and expressive performance, these abilities will improve with increasing experience using cochlear implants. So the early detection of sensorineural hearing loss in children and early implantation is recommended.

Keywords: Effectiveness; Cochlear Implant; Children

Abstrak: Gangguan pendengaran sensorineural merupakan salah satu tipe gangguan pendengaran yang paling sering ditemukan. Apabila tidak ditangani, gangguan pendengaran sensorineural pada anak dapat berdampak pada perkembangan anak, kualitas hidup, dan juga secara ekonomi. Implan koklea adalah protesis stimulus saraf pendengaran yang merupakan salah satu pilihan rehabilitasi untuk gangguan pendengaran sensorineural pada anak. Tujuan penelitian ini yaitu mengetahui bagaimana efektivitas implan koklea pada anak. Penelitian ini menggunakan jenis penelitian *literature review*. Ada 14 literatur yang diulas dari penelusuran tiga *database* dan terdiri dari delapan studi longitudinal, tiga studi potong lintang, satu studi kasus-kontrol, dan dua studi komparatif. Berdasarkan penelusuran 14 literatur didapatkan bahwa penggunaan implan koklea meningkatkan kemampuan pendengaran dan bicara pada anak. Selain itu, direkomendasikan untuk menggunakan implan koklea sejak dini pada anak dengan gangguan sensorineural derajat berat hingga sangat berat. Kesimpulan dari penelitian ini adalah penggunaan implan koklea pada anak menghasilkan peningkatan perkembangan pendengaran dan bicara. Walaupun pada sisi kinerja secara pragmatis, emosional, dan ekspresif masih sedikit tertinggal, namun kemampuan-kemampuan tersebut akan meningkat seiring dengan pertambahan pengalaman menggunakan implan koklea. Sehingga direkomendasikan deteksi dini gangguan pendengaran sensorineural pada anak dan implantasi dini.

Kata kunci : Efektivitas; Implan Koklea; Anak

PENDAHULUAN

Gangguan pendengaran berdasarkan definisi menurut World Health Organization (WHO) adalah keadaan saat seseorang tidak mampu mendengar suara pada salah satu atau kedua telinga secara sebagian atau keseluruhan.¹ Menurut derajatnya, gangguan pendengaran dibagi berdasarkan ambang pendengaran dalam desibel (dB). Derajat gangguan pendengaran terbagi atas derajat ringan (20-<35 dB) hingga total (>95 dB).² Pada seseorang yang memiliki gangguan pendengaran derajat ringan hingga sedang disebut sebagai sulit mendengar, sedangkan untuk kondisi dimana seseorang dengan gangguan pendengaran derajat berat hingga sangat berat menggunakan istilah tuli.³

Ada beberapa tipe dari gangguan pendengaran, yaitu: gangguan pendengaran konduktif, gangguan pendengaran sensorineural, gangguan pendengaran campuran, neuropati auditorius, dan gangguan pendengaran sentral.² Tipe gangguan yang paling sering ditemukan disebabkan oleh gangguan pada telinga tengah (konduktif) atau defisit sensorineural.⁴

Secara global, lebih dari 1,5 milyar orang mengalami gangguan pendengaran derajat tertentu termasuk di dalamnya diperkirakan 430 juta mengalami gangguan pendengaran derajat sedang atau lebih berat.³ Di Indonesia, menurut Sistem Informasi Management Penyandang Disabilitas didapatkan bahwa jumlah orang dengan gangguan pendengaran pada data penyandang disabilitas berdasarkan ragam disabilitas berjumlah 13.802 orang.⁵ Sekitar satu dari tujuh anak memiliki setidaknya sedikit gangguan pendengaran (> 15 dB) dalam frekuensi bicara, dan 8,9% anak-anak kemungkinan memiliki gangguan pendengaran frekuensi bicara sensorineural >15 dB.⁶

Studi Global Burden of Disease (GBD) pada tahun 2019 termasuk di dalamnya adalah prevalensi gangguan pendengaran/kehilangan pendengaran dan tahun hidup dengan disabilitas (*Years Lived with Disability*/YLD) dari tahun 1990-2019. Hasil yang ditemukan adalah terjadi peningkatan angka prevalensi kasar sebesar 27,8% pada semua jenis gangguan pendengaran. Gangguan pendengaran menduduki peringkat sebagai penyebab paling umum ketiga YLD di GBD. Pada seluruh spektrum usia gangguan paling parah terjadi pada kelompok usia kurang dari lima tahun.⁷

Jika tidak ditangani, gangguan pendengaran pada anak dapat mempengaruhi perkembangan bahasa secara lisan, keterampilan literasi, dan pendidikan; hal-hal tersebut dapat memengaruhi kognisi dan kesejahteraan sosial.⁷ Pada sebuah penelitian yang dilakukan di Turki pada tahun 2017, 45 anak usia 7-17 tahun dengan gangguan pendengaran sensorineural berdasarkan metode audiometri dan 32 anak tanpa gangguan pendengaran mengisi beberapa survei/kuesioner mengenai emosi, tingkah laku, serta kualitas hidup. Hasil yang didapatkan adalah skala kualitas hidup dan subskala yang digunakan secara signifikan lebih rendah pada kelompok anak dengan gangguan pendengaran sensorineural dibandingkan dengan kelompok anak tanpa gangguan pendengaran. Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa gangguan pendengaran merusak kualitas hidup tidak hanya pada anak yang menderita gangguan, namun juga pada orang tua yang merawatnya.⁸

Selain berdampak pada kualitas hidup, gangguan pendengaran juga berdampak secara ekonomi. Secara keseluruhan, biaya dari gangguan pendengaran yang tidak ditangani berkisar lebih dari 750 hingga 790 miliar dolar Amerika per tahun.^{9,10} Biaya tersebut diproyeksikan akan bertambah seiring dengan peningkatan orang dengan gangguan pendengaran di seluruh dunia yang semakin cepat.¹⁰ Termasuk di dalamnya disebabkan oleh kehilangan produktivitas akibat kehilangan pekerjaan atau pensiun dini pada orang-orang dengan gangguan pendengaran, biaya yang diperkirakan sebesar 105 miliar dolar Amerika per tahun.⁹

Implan koklea merupakan pilihan untuk rehabilitasi pasien dengan gangguan pendengaran sensorineural. Implan koklea berupa protesis stimulus elektronik yang bekerja untuk mengembalikan fungsi sel rambut bagian dalam yang hilang dengan mengubah sinyal akustik menjadi rangsangan listrik untuk aktivasi serabut saraf pendengaran.¹¹ Implan koklea adalah stimulator saraf kranial efektif yang pertama, sehingga alat ini merevolusi manajemen rehabilitasi gangguan pendengaran sensorineural permanen pada orang dewasa dan anak.¹² Keberhasilan implan koklea berkaitan dengan pengenalan bahasa lisan dan keterampilan pemahaman pada anak-anak sudah dikenal secara luas.¹³

Anak-anak dapat mencapai perkembangan bicara dan bahasa yang mendekati normal apabila gangguan pendengaran terdeteksi lebih awal setelah onset dan implantasi dilakukan dengan cepat.¹¹

Berdasarkan elaborasi mengenai gangguan pendengaran, data penderita gangguan pendengaran, efek gangguan pendengaran pada anak, serta implan koklea sebagai pilihan untuk rehabilitasi, maka peneliti tertarik untuk melakukan *literature review* dengan tujuan untuk mengetahui efektivitas implan koklea pada anak.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah *literature review* yang merupakan metode penelitian dengan melakukan telaah studi-studi penelitian yang telah diidentifikasi sesuai dengan tema dan menggambarkan rangkuman hasil dari penelitian-penelitian tersebut. Sumber data dari penelitian ini menggunakan data sekunder, dan data sekunder ini didapatkan dari pencarian literatur yang sesuai dengan kata kunci serta kriteria inklusi dan eksklusi. Kemudian literatur yang sudah melewati penyaringan akan ditelaah dan dipakai sebagai sumber data penelitian.

Penelusuran yang akan digunakan pada penelitian ini berasal dari tiga *database*, yaitu: PubMed, ClinicalKey, dan Google Scholar. Kata kunci yang akan digunakan untuk mencari literatur adalah *effectiveness DAN cochlear implant DAN children*. Kemudian literatur yang ditemukan sesuai dengan kata kunci akan disaring menggunakan kriteria inklusi dan eksklusi. Format pembuatan kriteria inklusi dan eksklusi yaitu digunakan PICOS (*population, intervention, comparators, outcomes, study design and publication type, publication years, language*) framework. Kriteria inklusi dan eksklusi pada *literature review* dapat dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan penelusuran dengan kata kunci, peneliti menemukan literatur sebanyak 2.243 artikel pada PubMed, 3.003 artikel pada ClinicalKey, dan 27.800 artikel pada Google Scholar. Kemudian dilakukan penyaringan berdasarkan tahun publikasi dan didapatkan hasil 719 artikel pada PubMed, 1.357 pada ClinicalKey, dan 16.900 artikel pada Google Scholar. Selanjutnya dilakukan penyaringan berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi lainnya. Literatur yang

sesuai dengan kriteria inklusi dan eksklusi didapatkan 14 artikel.

Tabel 1. Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Kriteria	Inklusi	Eksklusi
<i>Population</i>	Pasien usia 0-17 tahun dengan gangguan pendengaran sensorineural	Pasien usia >17 tahun dengan gangguan pendengaran sensorineural
<i>Intervention</i>	Menggunakan implan koklea	Tidak menggunakan implan koklea
<i>Comparators</i>	-	-
<i>Outcomes</i>	-	-
<i>Study design and publication type</i>	<i>Cross-sectional study, cohort study, case control study, systematic review, clinical trial.</i>	-
Tahun Publikasi	2016-2021	<2016
Bahasa	Bahasa Inggris dan Bahasa Indonesia	Bahasa selain Bahasa Inggris dan Bahasa Indonesia
Isi	Menjelaskan implan koklea pada anak dan efektivitas implan koklea pada anak	Tidak menjelaskan implan koklea pada anak dan efektivitas implan koklea pada anak

HASIL PENELITIAN

Setelah dilakukan penelusuran literatur, keseluruhan literatur yang sesuai dengan kriteria inklusi dan eksklusi adalah: Almomani *et al.* 2021,¹⁴ Cavalcanti *et al.* 2021,¹⁵ Davidson *et al.* 2019,¹⁶ Guo *et al.* 2020,¹⁷ Le Maner-Idrissi *et al.* 2020,¹⁸ Liu *et al.* 2019,¹⁹ Long *et al.* 2018,²⁰ Majorano *et al.* 2020,²¹ Ashori M. 2020,²² Kutlu S, Ozkan HB, Yucel E. 2021,²³ Lyu *et al.* 2019,²⁴ Scarabello *et al.* 2020,²⁵ Jeddi Z, Kassani A. 2019,²⁶ Hilviu *et al.* 2021²⁷ (Tabel 2).

BAHASAN

Penggunaan implan koklea dapat meningkatkan kemampuan pendengaran dan kejelasan bicara pada anak secara signifikan. Hal ini terungkap dalam penelitian yang menggunakan instrumen penilaian *Categorical Auditory Performance (CAP)* dan *Speech Intelligibility Rating (SIR)*,

dengan hasil yang menunjukkan secara keseluruhan terjadi peningkatan skor CAP dan SIR pada tes interval sebelum pemasangan implan koklea sampai penilaian *follow-up* 60 bulan setelah pemasangan implan koklea.¹⁷ Hasil peningkatan CAP dan SIR juga ditemukan pada penelitian lain dengan instrumen penilaian yang sama dengan metode penelitian yang hampir sama dengan penilaian CAP dan SIR yang dilakukan sebelum pemasangan implan koklea dan penilaian interval hingga 60 bulan pasca implantasi juga menunjukkan peningkatan skor CAP dan SIR pada seluruh sampel.²⁴ Selain itu terdapat penelitian yang dilakukan dengan hasil CAP dan SIR meningkat secara signifikan 12 bulan pasca implantasi.¹⁹ Penelitian lain yang menggunakan instrumen CAP dan SIR, menemukan bahwa rata-rata skor kejelasan bicara pada kelompok anak dengan implan koklea tidak berbeda secara signifikan dibandingkan kelompok anak dengan alat bantu dengar. Namun, skor rata-rata persepsi pendengaran pada kelompok anak dengan implan koklea secara signifikan lebih tinggi daripada kelompok anak dengan alat bantu dengar.²²

Tidak hanya berdasarkan instrumen penilaian CAP dan SIR, hasil dari penilaian lain juga menunjukkan perkembangan kemampuan pendengaran dan bicara anak dengan implan koklea. Penelitian yang dilakukan dengan instrumen penilaian *LittleEARS Auditory Questionnaire* (LEAQ) menunjukkan peningkatan rata-rata skor pada setiap *follow-up* penilaian yaitu 4.58, 9.00, 16.00, 18.56, 22.00, 31.50, 29.67, dan 34.35.²⁰ Penilaian *Meaningful Auditory Scale Questionnaire* (MAIS) yang diterapkan dalam suatu penelitian didapatkan peningkatan skor MAIS secara rata-rata.^{15,19} Pada penelitian dengan instrumen penilaian *Functioning after Pediatric Cochlear Implantation* (FAPCI), yang hasilnya mengindikasikan bahwa ada hubungan signifikan antara perkembangan bahasa dan kinerja pendengaran fungsional.²³ Selanjutnya, terdapat penelitian yang menyimpulkan bahwa setelah menggunakan implan koklea dan rehabilitasi aural, keterampilan perkembangan pada anak-anak dengan tuli sensorineural berkembang pada tingkat yang lebih tinggi daripada anak-anak dengan pendengaran normal.²⁶

Sebagian besar artikel yang ditelusuri menggunakan metode penilaian kuesioner dengan instrumen yang berbeda-beda seperti yang telah diterangkan pada paragraf-paragraf sebelumnya. Kuesioner-kuesioner tersebut menggunakan observasi orang tua atau pengasuh terhadap perkembangan anak setelah menggunakan implan koklea. Kemampuan anak yang secara langsung diteliti pada penelitian dengan observasi sesi bermain antara ibu dan anak dengan protokol *Assessing Linguistic Behavior* (ALB) didapatkan hasil dari observasi dan analisis pertumbuhan kelas laten bahwa anak-anak dengan implan koklea sebagian besar termasuk dalam kelas yang menunjukkan tingkat produksi awal yang rendah tetapi juga peningkatan progresif dari waktu ke waktu.²¹ Penelitian lain yang melakukan beberapa tes kepada anak dengan implan koklea didapatkan hasil bahwa untuk anak-anak dengan tuli sensorineural derajat sangat berat, implan koklea bilateral awal memberikan kesempatan terbesar untuk mengembangkan keterampilan bahasa lisan yang baik.¹⁶ Pada penelitian yang melakukan observasi *Long Latency Auditory Evoked Potentials* (LLAEPs) serta *Glendonald Auditory Screening Procedure* (GASP), *Speech Sound Perception Assessment Protocol for Children with Hearing Loss-Word List* didapatkan bahwa penurunan yang cepat pada latensi P1 selama sembilan bulan pertama pengalaman mendengar dan setelah sembilan bulan penggunaan implan koklea, seluruh anak memiliki kemampuan deteksi dan setelah lima tahun penggunaan, diperoleh latensi yang lebih pada anak dengan kemampuan pendengaran yang lebih baik.¹⁵

Implan koklea tidak hanya berpengaruh pada kemampuan komunikasi, namun juga berpengaruh pada fungsi kognitif anak dengan tuli sensorineural. Peningkatan skor *Leiter International Performance Scale-Revised* (Leiter-R) pasca implantasi koklea pada anak-anak dengan tuli sensorineural pada keterampilan kognitif, terutama memori dan penalaran, sangat luar biasa.¹⁴

Di sisi lain, performa implan koklea untuk kinerja secara pragmatis, emosional, dan ekspresif masih sedikit tertinggal. Pada penelitian di Rennes Perancis dengan menggunakan instrumen penilaian *PILOU's computerized paradigm* didapatkan kinerja yang lebih rendah pada anak pengguna implan koklea dibandingkan dengan

kelompok anak dengan pendengaran normal pada seluruh kondisi dan seluruh valensi prosodi.¹⁸ Penelitian lain yang meneliti mengenai kinerja pragmatis dengan *Language Pragmatic Abilities-APL Medea* menemukan hasil penilaian APL Medea yaitu sampel pada kelompok anak dengan implan koklea secara umum mendapatkan skor yang lebih rendah secara signifikan dibandingkan dengan kelompok anak dengan perkembangan tipikal. Tugas pada Medea berupa komik dan permainan warna dengan anak-anak dalam kelompok implan koklea paling terganggu dibandingkan dengan kelompok anak berpendengaran normal.²⁷ Namun, pada kedua penelitian tersebut disampaikan bahwa kemampuan-kemampuan tersebut akan meningkat seiring dengan penambahan pengalaman menggunakan implan koklea.^{18,27} Hasil pada penelitian di bagian penilaian bahasa oral ekspresif menggunakan *ABFW Child Language Test-Part B-Vocabulary* juga menyebutkan bahwa semakin lama penggunaan implan koklea, didapatkan peningkatan pada beberapa kategori penilaian bahasa oral ekspresif.²⁵

Beberapa penelitian pada *review* ini melakukan perbandingan antara kinerja anak dengan implan koklea dan anak dengan pendengaran normal/tipikal. Dilihat dari sisi kognitif menggunakan *Leiter-R* ditemukan hasil bahwa rata-rata perbedaan skor pada kelompok anak dengan implan koklea lebih tinggi dibandingkan dengan anak berpendengaran normal. Kelompok anak dengan implan koklea dan kelompok anak dengan pendengaran normal memiliki kinerja yang hampir sama pada *subtest* perhatian, di semua waktu pengujian. Akan tetapi, skor *subtest reasoning* dan memori lebih rendah pada kelompok anak dengan implan koklea dibandingkan dengan anak berpendengaran normal pada semua kelompok umur. Anak yang menerima implan koklea pada usia 4-6 tahun menunjukkan perkembangan kognitif yang lebih tinggi khususnya pada *subtest* memori dan perhatian dibandingkan dengan anak berpendengaran normal.¹⁴

Perbandingan lain yang menggunakan *LLAEPs* menunjukkan setelah lima tahun penggunaan implan koklea, dibandingkan dengan kelompok anak berpendengaran normal, setelah diamati sebagian besar anak dengan implan koklea masih menunjukkan

latensi P1 yang lebih lama daripada kelompok anak berpendengaran normal.¹⁵

Perbandingan perkembangan preverbal dan leksikal menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam mengoceh dan produksi kata antar kelompok, dengan produksi kata yang lebih rendah pada anak-anak dengan implan koklea dibandingkan dengan kelompok anak-anak berpendengaran normal yang usia kronologisnya sesuai dengan kelompok anak-anak dengan implan koklea dan produksi mengoceh yang lebih tinggi dibandingkan dengan anak-anak berpendengaran normal yang level linguistiknya sesuai dengan kelompok anak dengan implan koklea.²¹ Adapun skor rata-rata kejelasan bicara dan persepsi pendengaran kelompok anak-anak dengan pendengaran tipikal secara signifikan lebih tinggi daripada kelompok anak-anak dengan implan koklea.²²

Sebagian besar literatur menyampaikan bahwa usia merupakan salah satu faktor yang menentukan perkembangan anak dengan implan koklea. Ditemukan bahwa delapan dari 14 literatur menyebutkan rekomendasi untuk implantasi dini, secara lebih detail disampaikan bahwa semakin dini usia implantasi maka semakin lama juga pengalaman pendengaran yang berhubungan dengan besarnya peningkatan perkembangan pendengaran dan bicara anak.^{14,17,19,20,23-25,27} Beberapa literatur tersebut juga membandingkan kinerja anak-anak berdasarkan usia. Penelitian yang membagi kelompok sampel berdasarkan usia kronologis saat implantasi yaitu kelompok 4-6 tahun dan kelompok 7-9 tahun didapatkan bahwa selama periode 16 bulan, peningkatan kognitif anak-anak dengan tuli sensorineural dengan implan koklea berusia 4-6 tahun lebih besar daripada rekan pendengaran normal mereka pada skala visualisasi, penalaran dan memori. Sedangkan peningkatan anak berusia 7-9 tahun kurang besar dibandingkan dengan rekan pendengaran normal mereka pada semua skala.¹⁴

Kemampuan pendengaran dan kejelasan bicara pada kelompok usia ≤ 3 tahun dan kelompok usia 4-7 tahun lebih baik dibandingkan dengan kelompok anak usia 8-16 tahun yang mengindikasikan semakin muda usia implantasi, semakin baik hasilnya.¹⁹ Adanya perbedaan yang signifikan pada skor CAP dan SIR pada anak yang diimplantasi dengan usia kurang dari 3

tahun dibandingkan anak dengan usia yang lebih tua. Namun, saat *follow up* 24 bulan dan *follow up* berikutnya, didapatkan tidak ada perbedaan yang signifikan pada skor CAP dan SIR antar kelompok usia. Walaupun demikian, implantasi dini tetap direkomendasikan.²⁴

Anak-anak yang diimplantasi lebih muda menunjukkan performa yang lebih baik secara signifikan pada *The Peabody Picture Vocabulary Test: Hispanic-American Adaptation*. Hal tersebut menandakan bahwa semakin muda usia saat implantasi semakin baik perkembangan kemampuan bahasa reseptif.²⁵ Pada sisi penilaian pragmatis, usia saat implantasi menjadi prediktor moderat namun signifikan. Hal tersebut membenarkan hipotesis bahwa penggunaan implan koklea sejak dini, sebagai hasil dari intervensi awal, memberikan kontribusi untuk peningkatan kemampuan pragmatis.²⁷

SIMPULAN

Penggunaan implan koklea pada anak menghasilkan peningkatan perkembangan pendengaran dan bicara, walaupun pada sisi kinerja secara pragmatis, emosional, dan ekspresif masih sedikit tertinggal, namun kemampuan-kemampuan tersebut akan meningkat seiring dengan penambahan pengalaman menggunakan implan koklea. Sehingga direkomendasikan deteksi dini gangguan pendengaran sensorineural pada anak dan implantasi dini

Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan tidak terdapat konflik kepentingan dalam studi ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Deafness and hearing loss [Internet]. [dikutip 17 Agustus 2021]. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/deafness-and-hearing-loss>
2. World Report on Hearing. Geneva: World Health Organization; 2021
3. Stewart JE, Bentley JE. Hearing Loss in Pediatrics. *Pediatr Clin North Am*. April 2019;66(2):425–36.
4. Simms MD. Chapter 52 - Language Development and Communication Disorders. In: Nelson Textbook of Pediatrics, Twenty First Edition. Philadelphia: Elsevier. 2019.
5. Sistem Informasi Penyandang Disabilitas - Kementerian Sosial RI [Internet]. [dikutip 4 Januari 2022]. Available from: <https://simpd.kemensos.go.id/>
6. Wang J, Sung V, Carew P, Burt RA, Liu M, Wang Y, dkk. Prevalence of Childhood Hearing Loss and Secular Trends: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Acad Pediatr*. Juli 2019;19(5):504–14.
7. Haile LM, Kamenov K, Briant PS, Orji AU, Steinmetz JD, Abdoli A, et al. Hearing loss prevalence and years lived with disability, 1990–2019: findings from the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet*. 2021;397(10278):996–1009.
8. Kufeciler L, Kaya KH. Emotional and behavioral problems in children and adolescents with hearing loss and their effects on quality of life. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2020;137: 110245.
9. Global costs of unaddressed hearing loss and cost-effectiveness of interventions: a WHO report, 2017. Geneva: World Health Organization, 2017.
10. Davis AC, Hoffman HJ. Hearing loss: rising prevalence and impact. *Bull World Health Organ* 2019;97(10):646–646A.
11. Lenarz T. Cochlear Implant – State of the Art. *Laryngo-Rhino-Otol* 2017; 96 (S01): S123–51.
12. Naples JG, Ruckenstein MJ. Cochlear Implant. *Otolaryngol Clin North Am* 2020; 53(1):87–102.
13. Silva J de M, Yamada MO, Guedes EG, Moret ALM. Factors influencing the quality of life of children with cochlear implants. *Braz J Otorhinolaryngol* 2020;86(4): 411–8.
14. Almomani F, Al-momani MO, Garadat S, Alqudah S, Kassab M, Hamadneh S, et al. Cognitive functioning in Deaf children using Cochlear implants. *BMC Pediatr*. 2021;21:71.
15. Cavalcanti MI, Silva LAF, Goffi Gomez MVS, Koji TR, Bento RF, Martinho de Carvalho AC, et al. Central Auditory Nervous System Stimulation through the Cochlear Implant Use and Its Behavioral Impacts: A Longitudinal Study of Case Series. *Case Rep Otolaryngol* 2021;2021:e8888450.

16. Davidson LS, Geers AE, Uchanski RM, Firszt JB. Effects of Early Acoustic Hearing on Speech Perception and Language for Pediatric Cochlear Implant Recipients. *J Speech Lang Hear Res JSLHR*. 2019; 62(9):3620–37.
17. Guo Q, Lyu J, Kong Y, Xu T, Dong R, Qi B, et al. The development of auditory performance and speech perception in CI children after long-period follow up. *Am J Otolaryngol* 2020;41(4):102466.
18. Le Maner-Idrissi G, Le Sourn Bissaoui S, Dardier V, Codet M, Botte-Bonneton N, Delahaye F, dkk. Emotional Speech Comprehension in Deaf Children with Cochlear Implant. *Psychol Lang Commun* 2020;24(1):44–69.
19. Liu S, Wang F, Chen P, Zuo N, Wu C, Ma J, et al. Assessment of outcomes of hearing and speech rehabilitation in children with cochlear implantation. *J Otol* 2019;14(2):57–62.
20. Long Y, Liu H, Li Y, Jin X, Zhou Y, Li J, et al. Early auditory skills development in Mandarin speaking children after bilateral cochlear implantation. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2018;114:153–8.
21. Majorano M, Brondino M, Morelli M, Ferrari R, Lavelli M, Guerzoni L, et al. Preverbal Production and Early Lexical Development in Children With Cochlear Implants: A Longitudinal Study Following Pre-implanted Children Until 12 Months After Cochlear Implant Activation. *Front Psychol*. 2020;11:3164.
22. Ashori M. Speech intelligibility and auditory perception of pre-school children with Hearing Aid, cochlear implant and Typical Hearing. *J Otol* 2020;15(2):62–6.
23. Kutlu S, Ozkan HB, Yucel E. A study on the association of functional hearing behaviors with semantics, morphology and syntax in cochlear-implanted preschool children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2021;148:110814.
24. Lyu J, Kong Y, Xu T-Q, Dong R-J, Qi B-E, Wang S, et al. Long-term follow-up of auditory performance and speech perception and effects of age on cochlear implantation in children with pre-lingual deafness. *Chin Med J (Engl)*. 2019;132(16):1925–34.
25. Scarabello EM, Lamônica DAC, Morettin-Zupelari M, Tanamati LF, Campos PD, Alvarenga K de F, et al. Language evaluation in children with pre-lingual hearing loss and cochlear implant. *Braz J Otorhinolaryngol* 2020;86:91–8.
26. Jeddi Z, Kassani A. Development of auditory, language, and speech skills of children with cochlear implants: a study of aural rehabilitation benefits. *J Otolaryngol ENT Res* 2019;11(4):184–9.
27. Hilviu D, Parola A, Vivaldo S, Di Lisi D, Consolino P, Bosco FM. Children with hearing impairment and early cochlear implant: A pragmatic assessment. *Heliyon* 2021;7(7):e07428

Tabel 2. Hasil Seleksi Literatur

No.	Peneliti	Judul	Tujuan	Jenis Penelitian	Sampel
1.	Almomani et al. 2021 ¹⁴	<i>Cognitive Functioning in Deaf Children Using Cochlear Implants</i>	Menguji pengaruh deprivasi pendengaran pada kemampuan kognitif seperti visualisasi, penalaran, perhatian, dan memori, dan sejauh mana kemampuan ini berkembang setelah implantasi.	Studi longitudinal	38 anak usia 4-9 tahun dengan tuli sensorineural derajat berat-sangat berat dan menerima implan koklea & 48 anak usia 4-9 tahun dengan pendengaran normal dibagi menjadi 2 grup berdasarkan usia yaitu grup 4-6 tahun dan 7-9 tahun

Sambungan Tabel 2.

No.	Peneliti	Judul	Tujuan	Jenis Penelitian	Sampel
2.	Cavalcanti et al. 2021 ¹⁵	<i>Central Auditory Nervous System Stimulation through the Cochlear Implant Use and Its Behavioral Impacts: A Longitudinal Study of Case Series</i>	Menginvestigasi maturasi kortikal pada jalur auditori sentral dan dampaknya pada perkembangan auditori dan oral pada periode 5 tahun pasca pemasangan implan koklea pada anak yang efektif menggunakan dan tidak aktif menggunakan implan koklea	Studi longitudinal dari seri kasus	Kelompok studi terdiri atas 7 anak dengan indikasi pemasangan implan koklea usia rata-rata 3 tahun 3 bulan saat pemasangan implan koklea dan Kelompok kontrol yaitu 7 anak dengan pendengaran normal usia rata-rata 8 tahun 2 bulan. Kelompok kontrol memiliki umur kronologis dan jenis kelamin yang sama dengan kelompok studi
3.	Davidson et al. 2019 ¹⁶	<i>Effects of Early Acoustic Hearing on Speech Perception and Language for Pediatric Cochlear Implant Recipients</i>	Mengidentifikasi tingkat optimal dan durasi pengalaman akustik yang memfasilitasi perkembangan bahasa untuk anak penerima implan koklea	Studi potong lintang	117 anak penerima implan koklea dengan rentang usia 5-9 tahun
4.	Guo et al. 2020 ¹⁷	<i>The Development of Auditory Performance and Speech Perception in Children After Long-Period Follow Up</i>	Menilai perkembangan pendengaran dan persepsi bicara dan efek usia implantasi pada anak dengan implan koklea setelah tindak lanjut jangka panjang	Studi longitudinal	544 anak (339 laki-laki dan 205 perempuan) memiliki tuli sensorineural derajat sangat berat dan pengguna implan koklea dengan rentang usia implantasi 6-36 bulan.
5.	Le Maner-Idrissi et al. 2020 ¹⁸	<i>Emotional Speech Comprehension in Deaf Children with Cochlear Implant</i>	Menguji pemahaman percakapan emosional pada anak tuli dengan implan koklea	Studi kasus-kontrol	30 anak dengan tuli sensorineural yang menggunakan implan koklea usia 5-13 tahun dan usia implantasi pada rentang 10 bulan-4 tahun, 30 anak yang sesuai dengan usia kronologis kelompok anak dengan implan koklea, 30 anak yang sesuai dengan usia pendengaran kelompok anak dengan implan koklea
6.	Liu et al. 2019 ¹⁹	<i>Assessment of Outcomes of Hearing and Speech Rehabilitation in Children with Cochlear Implantation</i>	Menilai efek rehabilitasi pendengaran dan bicara pada pasien dengan implan koklea	Studi longitudinal	98 anak (51 laki-laki dan 47 perempuan) dengan tuli sensorineural yang menerima implan koklea unilateral rentang usia 1-16 tahun.
7.	Long et al. 2018 ²⁰	<i>Early Auditory Skills Development in Mandarin Speaking Children After Bilateral Cochlear Implantation</i>	Menyelidiki perilaku preverbal pendengaran awal bayi/balita dengan implan koklea bilateral, dan untuk membandingkan kinerja mereka dengan rekan implan koklea unilateral, untuk menyelidiki pengaruh usia implantasi, tingkat pendidikan pengasuh, lingkungan hidup, dan ambang batas perilaku tanpa bantuan sebelum operasi pada perkembangan pendengaran awal pendengaran.	Studi longitudinal	19 anak usia 9-54 bulan (11 laki-laki dan 8 perempuan) dengan implan koklea bilateral

Sambungan Tabel 2.

No.	Peneliti	Judul	Tujuan	Jenis Penelitian	Sampel
8.	Majorano <i>et al.</i> 2020 ²¹	<i>Preverbal Production and Early Lexical Development in Children With Cochlear Implants: A Longitudinal Study Following Pre-implanted Children Until 12 Months After Cochlear Implant Activation</i>	Menilai perkembangan preverbal dan leksikal pada anak dengan implan koklea sebelum implantasi, 3 bulan, 6 bulan, dan 12 bulan setelah aktivasi implan koklea, dan untuk membandingkan hasilnya dengan 2 kelompok anak dengan pendengaran normal, satu kelompok yang sesuai dengan usia kronologis dan satu kelompok yang sesuai dengan level produksi leksikal. Serta menilai kemungkinan peran mengoceh pada dampak pertumbuhan leksikal ketiga kelompok tersebut	Studi longitudinal	20 pasang ibu dan anak (11 laki-laki dan 9 perempuan) dengan implan koklea, 20 pasang ibu dan anak dengan pendengaran normal yang sesuai dengan usia kronologis kelompok implan koklea sebelum implantasi, dan 20 pasang ibu dan anak dengan pendengaran normal yang sesuai dengan level linguistik kelompok implan koklea 3 bulan pasca aktivasi.
9.	Ashori M. 2020 ²²	<i>Speech Intelligibility and Auditory Perception of Pre-school Children with Hearing Aid, Cochlear Implant and Typical Hearing</i>	Membandingkan kejelasan bicara dan persepsi pendengaran anak pra-sekolah dengan alat bantu dengar, implan koklea, dan anak dengan pendengaran tipikal	Studi deskriptif analitik & komparasi	75 anak laki-laki pra-sekolah usia 4-6 tahun.
10.	Kutlu S, Ozkan HB, Yucel E. 2021 ²³	<i>A Study on the Association of Functional Hearing Behaviors with Semantics, Morphology and Syntax in Cochlear-implanted Preschool Children</i>	Menyelidiki hubungan perilaku pendengaran fungsional pada anak-anak implan koklea dengan semantik, morfologi dan sintaksis, dan untuk menentukan bagaimana berbagai variabel mempengaruhi pendengaran fungsional dan perkembangan bahasa.	Studi potong lintang	48 anak (24 laki-laki dan 24 perempuan) usia antara 3-5 tahun 11 bulan pengguna implan koklea unilateral dan bilateral
11.	Lyu <i>et al.</i> 2019 ²⁴	<i>Long-term Follow-up of Auditory Performance and Speech Perception and Effects of Age on Cochlear Implantation in Children with Prelingual Deafness</i>	Menilai perkembangan pendengaran dan rehabilitasi bicara untuk anak-anak dengan tuli sensorineural pra-lingual dengan usia implan koklea di bawah 3 tahun dalam periode tindak lanjut 5 tahun pasca operasi dan untuk mengeksplorasi efek dari usia implan koklea pada rehabilitasi pasca operasi, sehingga memberikan data referensi dan dasar untuk pemilihan usia implan koklea yang optimal	Studi longitudinal	278 anak (176 laki-laki dan 102 perempuan) dengan usia implantasi antara 6 sampai 36 bulan
12.	Scarabello <i>et al.</i> 2020 ²⁵	<i>Language Evaluation in Children with Pre-lingual Hearing Loss and Cochlear Implant</i>	Menguji kinerja anak-anak yang menggunakan implan koklea untuk bahasa lisan ekspresif dan reseptif.	Studi potong lintang prospektif	30 anak (10 laki-laki dan 20 perempuan) dengan rentang usia 36-72 bulan
13.	Jeddi Z, Kassani A. 2019 ²⁶	<i>Development of Auditory, Language, and Speech Skills of Children with Cochlear Implants: a Study of Aural Rehabilitation Benefits</i>	Mengetahui manfaat rehabilitasi aural pada perkembangan pendengaran, bahasa, dan bicara anak dengan implan koklea.	Studi longitudinal	15 anak (7 laki-laki dan 8 perempuan) dengan implan koklea
14.	Hilviu <i>et al.</i> 2021 ²⁷	<i>Children with Hearing Impairment and Early Cochlear Implant: A Pragmatic Assessment</i>	Menyelidiki kemampuan pragmatis pada anak-anak dengan tuli sensorineural yang telah menerima intervensi implan koklea dini.	Studi komparatif	42 anak terdiri dari 18 anak dengan implan koklea dan 24 anak dengan perkembangan tipikal