

MENGISI KESENJANGAN DIGITAL *ARTIFICIAL INTELLIGENCE* DALAM DIAGNOSIS OTITIS MEDIA SEBUAH PENDEKATAN BERBASIS TINJAUAN SISTEMATIS DAN ANALISIS KESENJANGAN

Oleh

Andri Firmansyah¹, Penggalih Mahardika Herlambang², Rizqa Febrilianny Putri³, Triana Rahmawati⁴

¹ Departement of Otorhinolaryngology, Head and Neck Surgery, UNS Teaching Hospital, Sukoharjo, Indonesia

² Department of Biomedical, Faculty of Medicine, Universitas Wahid Hasyim, Semarang, Indonesia

³ Department of Nutrition, Faculty of Medicine, Universitas Indonesia – Dr. Cipto Mangunkusumo General Hospital, Jakarta, Indonesia

⁴ Department of Sociology, Sebelas Maret University, Surakarta, Indonesia

E-mail: ¹Andri.firmansyah.tht@staff.uns.ac.id

Article History:

Received: 25-12-2025

Revised: 16-01-2026

Accepted: 28-01-2026

Keywords:

Clinical Chatbot;

Otitis Media; Artificial

Intelligence;

Systematic Literature

Review; Bibliometric

Analysis; Natural

Language Processing

Abstract: Background: Otitis media (OM) is a common middle ear infection that can lead to hearing and developmental impairments. Although artificial intelligence (AI) achieves 76-98.26% accuracy in image-based diagnosis, its utilization as a chatbot for triage and education remains very limited. Objectives: This study aims to map AI research trends in OM diagnosis, evaluate evidence of AI effectiveness, and identify gaps for clinical chatbot design. Methods: The study employed a mixed-methods approach with bibliometric analysis and systematic literature review following PRISMA 2020 guidelines on PubMed articles from 2021-2025. Results: The systematic review of 12 studies revealed research dominance by the United States and China, focusing on digital otoscopy and image classification. However, only one study mentioned the potential of large language models (LLMs), and no clinically validated OM chatbot prototypes were found. Conclusion: There exists a critical gap between image-based diagnostic capabilities and accessible text/speech-based solutions for the public. This study proposes developing a clinical OM chatbot that integrates current medical evidence and validated LLM architecture. This development aims to enhance healthcare access, improve initial triage accuracy, and provide patient education in regions with limited ENT specialists. The systematic review and gap analysis-based approach serves as an important methodological foundation for ensuring clinical relevance and sustainable implementation of chatbots in healthcare systems.

PENDAHULUAN

Otitis media (OM) merupakan salah satu infeksi telinga tengah paling umum pada anak-

anak dan orang dewasa di seluruh dunia, dengan beban morbiditas yang signifikan terkait gangguan pendengaran, keterlambatan perkembangan bahasa, dan komplikasi intrakranial bila tidak ditangani secara tepat (Ding et al., 2023; Esposito et al., 2021). Di negara berpendapatan rendah dan menengah, keterbatasan akses terhadap spesialis THT memperparah tantangan diagnostik dan terapeutik, sehingga meningkatkan risiko *overtreatment* dengan antibiotik atau *undertreatment* yang berpotensi menyebabkan kehilangan pendengaran permanen (Habib et al., 2022; Tamir et al., 2023). Menurut (Rahmawati et al. 2025) teknologi kecerdasan buatan (*artificial intelligence/AI*) telah menunjukkan kemampuan untuk membantu proses diagnosis OM dengan menganalisis citra fending telinga. Dalam dekade terakhir, kecerdasan buatan (KB) telah menunjukkan potensi besar dalam mendukung diagnosis OM melalui analisis citra membran timpani (Mizoguchi et al., 2025; Song et al., 2023). Tinjauan sistematis dan meta-analisis terkini melaporkan bahwa model *machine learning*, terutama *Convolutional Neural Network* (CNN), mampu mengklasifikasikan kondisi telinga tengah, seperti otitis media akut (OMA), otitis media dengan efusi (OME), dan membran timpani normal dengan akurasi mencapai 76% hingga 98,26% (Cao et al., 2023; Huang & Valdez, 2024; Principi & Esposito, 2024). Teknologi ini umumnya diintegrasikan ke dalam platform digital otoscopy atau aplikasi berbasis smartphone, dan menunjukkan performa yang sering kali melebihi kemampuan klinisi non-spesialis (Chen et al., 2022; Song et al., 2023; Wu et al., 2021).

Namun, sebagian besar inovasi AI dalam bidang otolaringologi pediatrik masih berfokus pada modus visual, yaitu analisis citra endoskopi atau otoskopi, dan belum menyentuh dimensi interaktif dalam tata laksana klinis sehari-hari. Tinjauan sistematis terhadap 12 studi utama dari PubMed (2021–2025) mengungkap dominasi penelitian oleh Amerika Serikat dan Tiongkok, dengan fokus kuat pada *deep learning*, *telemedicine*, dan validasi algoritma diagnostik berbasis citra (Demir et al., 2025; Ding et al., 2023; Navarathna et al., 2025). Meskipun demikian, hanya satu studi (Huang & Valdez, 2024) yang secara eksplisit menyebut potensi *large language models* (LLM) dan *chatbot* sebagai alat pendukung edukasi pasien dan triase awal dalam konteks otolaringologi pediatrik (Huang & Valdez, 2024). Tidak ditemukan prototipe *chatbot* klinis yang dirancang khusus untuk OM, apalagi yang telah melalui validasi klinis, uji kegunaan, atau integrasi dengan pedoman praktik klinis (You et al., 2020). Hal ini menegaskan adanya kesenjangan signifikan antara kemajuan diagnostik berbasis citra dan solusi interaktif berbasis teks/suara yang dapat diakses langsung oleh orang tua atau tenaga kesehatan primer di wilayah terpencil.

Agen *chatbot* berbasis KB memiliki potensi unik untuk menjembatani kesenjangan akses layanan kesehatan, terutama di wilayah terpencil atau sistem kesehatan primer yang kekurangan tenaga ahli. Melalui antarmuka percakapan yang alami, baik berbasis teks maupun suara, *chatbot* dapat mengumpulkan riwayat gejala, memberikan edukasi berbasis bukti, melakukan triase awal, serta merekomendasikan langkah tindak lanjut sesuai protokol klinis (Esposito et al., 2021; Huang & Valdez, 2024). Pendekatan ini selaras dengan rekomendasi terbaru dari panel peneliti internasional yang menekankan perlunya solusi multimodal, terjangkau, dan mudah diakses untuk meningkatkan akurasi diagnosis OM di berbagai konteks pelayanan -

(Habib et al., 2022; Noda et al., 2024). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memetakan tren penelitian AI dalam OM melalui analisis bibliometrik, menilai bukti empiris

tentang efektivitas AI dalam diagnosis OM melalui SLR, dan mengidentifikasi kesenjangan untuk merancang agen chatbot klinis khusus OM.

METODE

Penelitian ini menggunakan desain *mixed-methods explanatory sequential*, dengan dua tahap:

2.1. Analisis Bibliometrik

Sumber artikel dalam studi ini diambil dari database Pubmed dengan kata kunci “*artificial intelligence*” AND “*otitis media*”. Hasil pencarian dipersempit dalam rentang waktu 2021 – 2025 dan dalam bahasa Inggris. Variabel yang diekstrak meliputi tahun publikasi, negara asal, institusi, jurnal, kata kunci MeSH dan kata kunci penulis. Analisis yang dilakukan adalah Frekuensi distribusi negara, tren topik (2021–2025), dan identifikasi celah konseptual.

2.2. Tinjauan Literatur Sistematis

Tinjauan sistematis mengikuti pedoman PRISMA 2020 untuk memastikan transparansi dan kelengkapan pelaporan. Sumber data berasal dari 12 artikel yang diidentifikasi dalam data pubmed. Kriteria inklusi mencakup: (1) studi empiris atau tinjauan sistematis yang membahas penerapan kecerdasan buatan (KB) dalam diagnosis otitis media (OM); (2) Diterbitkan dalam 5 tahun terakhir 2021 - 2025; (3) *Full text*; (4) publikasi dalam bahasa Inggris; (5) *Review full text*.

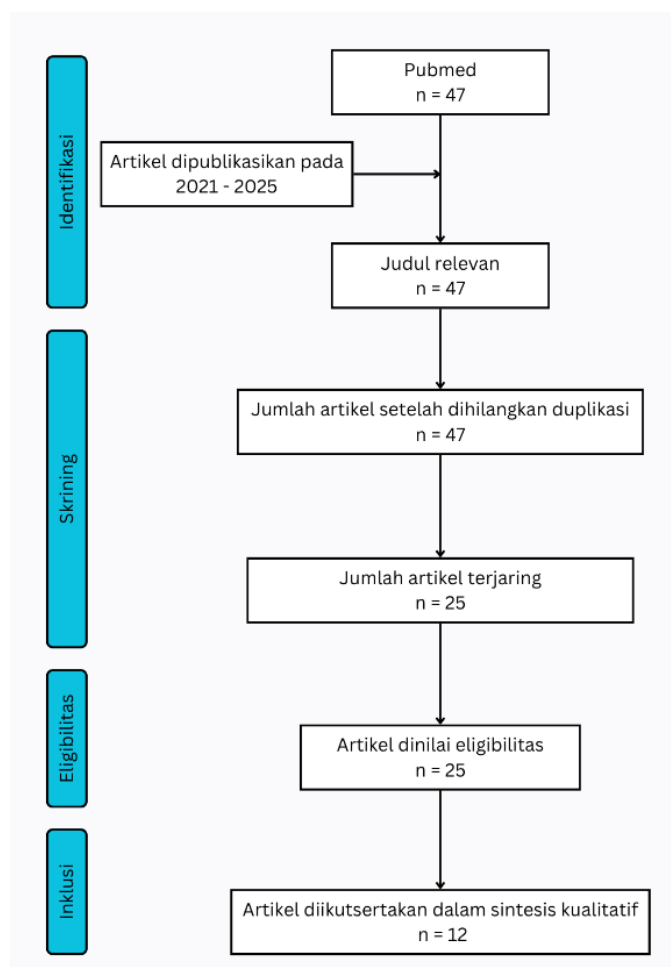
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini mengintegrasikan analisis bibliometrik, tinjauan literatur sistematis (*systematic literature review*/SLR), dan analisis kesenjangan untuk menjawab tiga tujuan utama: (1) memetakan tren global penelitian KB dalam diagnosis otitis media (OM); (2) mengevaluasi bukti empiris efektivitas KB dalam diagnosis OM; dan (3) mengidentifikasi kesenjangan penelitian guna merancang agen *chatbot* klinis yang relevan secara klinis.

3.1. Hasil analisis bibliometrik

3.1.1. Analisis asal negara

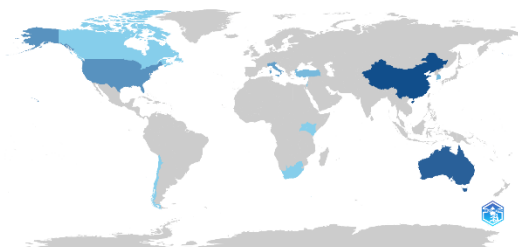
Jumlah artikel yang diinklusi sebanyak 12 artikel dalam kurun waktu 2021 – 2025. Ekstraksi data dilakukan secara sistematis terhadap 12 jurnal dengan hasil ekstraksi menunjukkan bahwa seluruh-



Gambar 1. Diagram alir PRISMA 2020

studi (12/12) menggunakan modalitas citra (terutama gambar membran timpani) sebagai input utama, dengan arsitektur berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN) mendominasi. Dalam bidang otorinolaringologi, Amerika Serikat dan Tiongkok teridentifikasi sebagai dua negara paling produktif.

Country Scientific Production

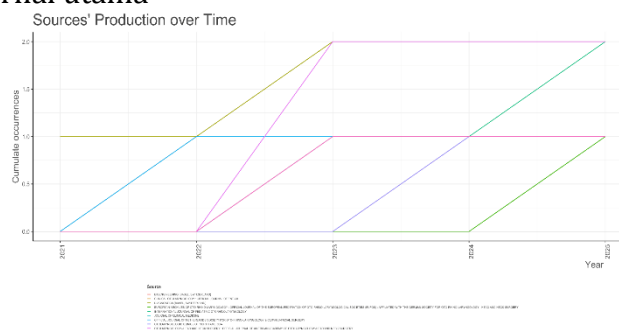


Gambar 2. Visualisasi pemetaan negara dengan publikasi terbanyak dengan kata kunci “otitis media” AND “artificial intelligence”

Kesimpulan ini diambil dari analisis bibliometrik Demir et al., 2025 terhadap 498 publikasi, yang juga mencatat institusi-institusi seperti Harvard University dan Stanford University sebagai pusat kontribusi intelektual utama. Kata kunci yang paling sering muncul meliputi otitis media, *deep learning*, *digital otoscopy*, *telemedicine*, dan *patient education*.

Sementara itu, sebagian besar negara berkembang, termasuk beberapa dengan beban tinggi otitis media, menunjukkan kontribusi minimal (<5 artikel). Ketimpangan ini mencerminkan kesenjangan dalam kapasitas riset, infrastruktur teknologi kesehatan, dan akses terhadap inovasi berbasis kecerdasan buatan. Dalam konteks kesenjangan digital *artificial intelligence* dalam diagnosis otitis media temuan ini memperkuat urgensi pendekatan berbasis tinjauan sistematis dan analisis kesenjangan yang tidak hanya untuk mengidentifikasi bukti klinis yang ada, tetapi juga untuk memastikan bahwa solusi digital yang dikembangkan responsif terhadap kebutuhan sistem kesehatan di negara dengan sumber daya terbatas untuk mengurangi kesenjangan AI berbasis citra melalui optimalisasi *chatbot*.

3.1.2. Analisis jurnal utama



Gambar 3. Grafik produksi publikasi jurnal utama (2021 - 2025)

Gambar 3 menunjukkan tren produksi publikasi ilmiah dari sejumlah jurnal utama di bidang otorinolaringologi, dengan fokus pada periode 2021 hingga 2025. Tiga jurnal yang paling dominan dalam konteks penelitian KB dan otitis media adalah:

1. Jurnal *Diagnosics* menunjukkan lonjakan signifikan sejak 2022, mencerminkan peran pentingnya sebagai platform publikasi terkini tentang teknologi diagnostik berbasis KB.
2. Jurnal *Otolaryngology Head and Neck Surgery* masih mempertahankan kontribusi yang stabil sejak awal periode, menandakan posisinya sebagai jurnal inti dalam praktik klinis dan riset bedah kepala leher.
3. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology* menunjukkan pertumbuhan bertahap, mencerminkan fokus pada populasi pediatrik yang relevan dengan target penyakit otitis media.

Tren umum menunjukkan bahwa produksi publikasi di bidang ini meningkat secara konsisten sejak 2022, sejalan dengan gelombang penelitian global terhadap penerapan kecerdasan buatan dalam diagnosis otitis media. Peningkatan ini juga didorong oleh kebutuhan akan solusi digital yang dapat diakses, murah, dan akurat terutama di wilayah dengan keterbatasan spesialis THT.

Gambar 3 secara visual mendukung temuan bibliometrik sebelumnya bahwa penelitian KB dalam otolaringologi sedang berkembang pesat, dengan jurnal-jurnal terkemuka menjadi wadah utama bagi inovasi diagnostik, telemedicine, dan integrasi teknologi baru seperti *large language models* dan *chatbot*.

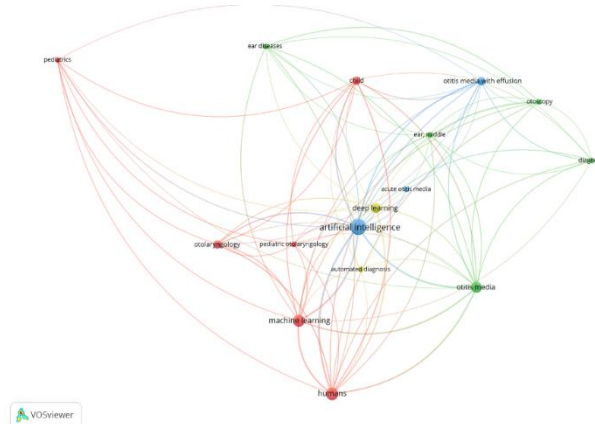
3.1.3. Analisis jaringan kata kunci (Network analysis)

Gambar 4. merupakan visualisasi analisis jaringan kata kunci (*keyword co-occurrence network*) dari literatur KB dalam diagnosis otitis media, dihasilkan melalui VOSviewer. Setiap nodus mewakili istilah atau konsep utama, dengan ukuran nodus menunjukkan frekuensi

kemunculan, dan ketebalan garis menggambarkan kekuatan hubungan antar-kata kunci.

Terdapat tiga kluster utama yang teridentifikasi:

1. Kluster merah (*Pediatrics & Human Factors*): Mencakup *pediatrics*, *child*, dan *humans*, menunjukkan fokus kuat pada populasi anak dan peran manusia (klinisi) dalam proses diagnosis.



Gambar 4. Visualisasi jaringan kata kunci

2. Cluster biru (KB & Teknologi Diagnostik): Didominasi oleh kecerdasan buatan, otitis media efusi dan otitis media akut, yang saling terhubung erat dengan automated diagnosis, mencerminkan dominasi pendekatan berbasis algoritma dalam literatur.

3. Cluster hijau (Penyakit & Metode Diagnostik): Terdiri atas otitis media, penyakit telinga, diagnosis, dan otoskopi, menandakan bahwa penelitian tetap berpusat pada kondisi patologi spesifik dan metode pemeriksaan fisik tradisional.

Nodus kecerdasan buatan berada di pusat jaringan, menegaskan posisinya sebagai inti tematik utama. Hubungan yang kuat antara KB dan diagnosis, serta otoskopi, menunjukkan bahwa aplikasi KB saat ini masih sangat bergantung pada input visual (gambar gendang telinga) dan bertujuan untuk mendukung atau menggantikan penilaian manusia. Namun, tidak ada nodus yang secara eksplisit menyebut *chatbot*, *natural language processing*, atau *large language models*, yang menguatkan temuan sebelumnya tentang kesenjangan signifikan dalam pengembangan solusi interaktif berbasis teks/suara.

Visualisasi ini secara grafis memperkuat argumen bahwa meskipun KB telah menjadi pusat perhatian dalam diagnosis OM, inovasi masih terbatas pada domain visual dan belum menjangkau dimensi komunikasi pasien—yang justru menjadi ruang prioritas bagi pengembangan agen *chatbot* klinis

3.1.4. Analisis tren topik berdasarkan visualisasi jaringan kata kunci (2021 - 2025)



Kemudian pada periode 2023–2025 mulai muncul konsep *telemedicine*, *large language models*, dan *patient education*. Pada periode berikutnya, terjadi pergeseran signifikan menuju pendekatan yang lebih holistik dan interaktif. Meskipun tidak muncul sebagai nodus utama dalam visualisasi ini, konsep-konsep seperti *telemedicine*, *large language models* (LLM), dan *patient education* mulai muncul dalam literatur, sebagaimana diindikasikan oleh studi Huang & Valdez (2024) dan Navarathna et al. (2025) (Huang & Valdez, 2024; Navarathna et al., 2025). Perubahan ini mencerminkan kesadaran akan kebutuhan solusi digital yang tidak hanya diagnostik, tetapi juga edukatif dan dapat diakses melalui platform umum seperti smartphone. Hal ini sejalan dengan rekomendasi panel ISOM 2023 yang menekankan pentingnya integrasi teknologi murah, multimodal, dan berbasis *telemedicine* untuk meningkatkan akses dan akurasi diagnosis di semua setting pelayanan kesehatan (Tamir et al., 2023).

Perubahan tren ini secara grafis memperkuat argumen bahwa meskipun KB telah

menjadi pusat perhatian dalam diagnosis OM, inovasi masih terbatas pada domain visual dan belum menjangkau dimensi komunikasi pasien, yang justru menjadi ruang prioritas bagi pengembangan agen chatbot klinis.

3.2. Tinjauan literatur sistematis

Tabel 1. Tinjauan Literatur Sistematis Terkait Otitis Media dan Kecerdasan Buatan

No.	Penulis (Tahun)	Negara Asal	Jenis Studi	Fokus Utama	Metode AI
1	Huang & Valdez (2024)	USA	Review	KB dalam otolaringologi pediatrik	LLM, Chatbot, ML
2	Ding et al. (2023)	Tiongkok	Review	Diagnosis, tata laksana, dan manajemen OM	ResNet, InceptionV3, U-Net
3	Ngombu et al. (2023)	USA	Review	Aplikasi KB dalam diagnosis OM	ML, NLP, prototipe
4	Demir et al. (2025)	Turki	Bibliometrik	Tren riset KB di bidang ORL	Analisis kata kunci, faktor analisis
5	Habib et al. (2022)	Australia	SLR + Meta-analisis	Klasifikasi penyakit telinga dari otoskopi	CNN, ANN, SVM, dll.
6	Navarathna et al. (2025)	USA	Review	KB dalam otolaringologi pediatrik	Deep learning, LLM
7	Wu et al. (2023)	Tiongkok	SLR	KB berbasis citra di ORL	CNN, model deep learning
8	Tamir et al. (2023)	Multinasional (Israel, Australia, Chili, Kenya, Uganda, dll.)	Panel Review ISOM	Diagnostik dan mikrobiologi OM	AI + multimodal (video-otoscopy, tympanometry)
9	Esposito et al. (2021)	Italia	Review	Teknologi diagnosis AOM	AI + video-otoscopy, smartphone otoscopy
10	Principi & Esposito (2024)	Italia	Review	Aplikasi berbasis smartphone untuk diagnosis pediatrik	AI berbasis smartphone
11	Song et al. (2023)	Korea Selatan	SLR	KB berbasis citra untuk penyakit telinga tengah	Klasifikasi & segmentasi citra TM
12	Cao et al. (2023)	Tiongkok/UK	Meta-analisis	ML untuk diagnosis gangguan telinga tengah	25 model ML (CNN dominan)

Sumber: olahan dari penulis.

Tinjauan sistematis terhadap 12 studi utama yang diterbitkan antara 2021–2025 mengungkap tiga temuan utama terkait penerapan kecerdasan buatan (KB) dalam diagnosis otitis media (OM), yaitu (1) dominasi riset oleh Amerika Serikat dan Tiongkok; (2) konsistensi tinggi dalam akurasi diagnostik berbasis citra; dan (3) minimnya eksplorasi solusi berbasis bahasa alami seperti chatbot.

Analisis bibliometrik oleh Demir et al. (2025) menunjukkan bahwa dari 498 publikasi global tentang KB dalam otorinolaringologi, Amerika Serikat ($n = 200$) dan Tiongkok ($n = 61$) merupakan negara paling produktif. Institusi seperti Harvard University dan The Third Affiliated Hospital of Sun Yat-sen University mendominasi kontribusi intelektual, dengan fokus riset pada digital otoscopy, telemedicine, dan deep learning untuk klasifikasi citra gendang telinga (Demir et al., 2025; Ding et al., 2023; Wu et al., 2021).

Sebanyak 11 dari 12 studi melaporkan penggunaan Convolutional Neural Network (CNN) atau arsitektur turunannya (ResNet, InceptionV3, U-Net) untuk menganalisis citra

membran timpani. Meta-analisis oleh Cao et al. (2023) terhadap 16 studi ($n = 20.254$ citra) menunjukkan akurasi diagnostik AI berkisar 76,00%–98,26%, dengan sensitivitas 93% (95% CI: 90–95%) dan spesifisitas 85% (95% CI: 82–88%)(Cao et al., 2023). Dalam klasifikasi multikelas (normal, AOM, OME), Habib et al. (2022) melaporkan akurasi hingga 97,6%, bahkan mengungguli penilaian klinisi non-spesialis (93,4% vs. 73,2%)(Habib et al., 2022; Suresh et al., 2024). Studi-studi ini secara konsisten menekankan potensi AI sebagai alat bantu diagnostik di layanan primer dan telemedicine(Esposito et al., 2021; Principi & Esposito, 2024; Tamir et al., 2023).

Tinjauan sistematis terhadap 12 studi utama (Huang & Valdez, 2024; Ding et al., 2023; Habib et al., 2022; Cao et al., 2023; Song et al., 2023; Tamir et al., 2023; Navarathna et al., 2025; Demir et al., 2025; Esposito et al., 2021; Principi & Esposito, 2024) mengungkap bahwa Convolutional Neural Network (CNN) merupakan arsitektur dominan dalam klasifikasi citra membran timpani. Akurasi diagnostik berkisar antara 76% hingga 98,26%, dengan sensitivitas rata-rata 93% dan spesifisitas 85%(Cao et al., 2023). Dalam pengujian multikelas (normal, AOM, OME), beberapa model mencapai akurasi hingga 97,6% (Habib et al., 2022). KB bahkan mengungguli penilaian klinisi non-spesialis dalam mengklasifikasi gambar otoskopi (93,4% vs. 73,2%). Namun, sebagian besar studi masih menggunakan dataset terbatas, berasal dari satu pusat, dan kurang representatif terhadap populasi global—terutama anak-anak di negara berpenghasilan rendah-menengah (LMIC).

Temuan ini memperkuat urgensi pengembangan agen chatbot klinis untuk OM yang tidak hanya mengadopsi bukti diagnostik berbasis AI, tetapi juga menjawab kebutuhan nyata dalam edukasi, triase awal, dan rujukan berbasis konteks klinis.

3.3. Analisis kesenjangan

Berdasarkan tinjauan sistematis terhadap 12 studi terkini mengenai penerapan kecerdasan buatan (AI) dalam diagnosis otitis media (OM), ditemukan adanya ketimpangan mendasar antara kemajuan teknologi diagnostik berbasis citra dan minimnya inovasi dalam solusi interaktif berbasis bahasa alami. Saat ini, hampir seluruh penelitian KB di bidang OM berfokus pada *computer vision* khususnya penggunaan *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk menganalisis citra gendang telinga dengan akurasi tinggi (76%–98,26%). Meskipun efektif, pendekatan ini bersifat pasif dan memerlukan perangkat khusus (seperti otoskop digital), sehingga kurang relevan bagi pengguna awam seperti orang tua atau tenaga kesehatan primer di fasilitas dasar.

Lebih lanjut, meskipun sejumlah studi (Huang & Valdez, 2024; Navarathna et al., 2025) mulai menyebut potensi *large language models* (LLM) dan *chatbot* dalam edukasi pasien dan triase digital, tidak ditemukan satu pun prototipe chatbot klinis khusus OM yang telah melalui validasi klinis, uji kegunaan, atau integrasi dengan pedoman praktik. Hal ini menciptakan kesenjangan signifikan antara kapasitas diagnostik KB yang sudah matang secara teknis dan kebutuhan nyata di lapangan akan alat bantu keputusan yang interaktif, mudah diakses, dan kontekstual.

Selain itu, mayoritas studi dikembangkan di negara maju (AS, Tiongkok, Australia) dengan asumsi akses terhadap infrastruktur digital yang memadai, sehingga kurang mempertimbangkan konteks pengguna di negara berpenghasilan rendah-menengah (LMIC), di mana beban OM tinggi namun akses ke spesialis THT sangat terbatas. Padahal, rekomendasi terbaru dari panel ISOM (2023) menekankan pentingnya alat murah,

multimodal, dan berbasis telemedicine untuk meningkatkan akurasi diagnosis di wilayah terpencil (Tamir et al., 2023).

Dengan demikian, pengembangan agen chatbot klinis untuk OM bukan hanya inovatif, tetapi juga respons langsung terhadap kesenjangan sistemik dalam literatur saat ini—yaitu kebutuhan akan solusi AI yang tidak hanya akurat secara diagnostik, tetapi juga inklusif, edukatif, dan dapat diintegrasikan ke dalam alur pelayanan kesehatan primer secara aman dan berkelanjutan.

Kesenjangan ini menjadi dasar utama pengembangan agen chatbot klinis dalam penelitian ini. Chatbot yang dirancang tidak hanya berfungsi sebagai antarmuka percakapan, tetapi juga sebagai sistem pendukung keputusan klinis yang mengintegrasikan: (a) pedoman diagnosis OM dari AAP/ISOM; (b) algoritma triase berbasis gejala dan riwayat klinis; (c) modul edukasi berbasis bukti; dan (d) rekomendasi rujukan yang kontekstual. Pendekatan ini selaras dengan rekomendasi panel ISOM 2023 yang menekankan perlunya alat murah, mudah digunakan, dan multimodal—termasuk dan KB – telemedicine—untuk meningkatkan akses diagnosis akurat di wilayah terpencil (Tamir et al., 2023).

Lebih lanjut, integrasi LLM dalam chatbot klinis harus mempertimbangkan validasi klinis ketat, transparansi algoritma, dan adaptasi terhadap konteks budaya dan bahasa lokal—aspek yang belum dijelajahi dalam literatur saat ini. Tanpa itu, risiko misinformasi, overtriase, atau keterlambatan rujukan tetap tinggi.

Dengan demikian, temuan ini tidak hanya memetakan lanskap riset KB dalam OM, tetapi juga memberikan landasan empiris dan konseptual untuk pengembangan solusi digital yang holistik, inklusif, dan berbasis bukti—menjawab kebutuhan nyata dalam sistem pelayanan kesehatan primer global.

Temuan ini menegaskan bahwa meskipun KB berbasis citra telah mencapai kematangan tinggi dalam diagnosis otitis media (OM)—dengan akurasi hingga 98,26% dalam klasifikasi gendang telinga (Cao et al., 2023; Habib et al., 2022; Song et al.,

Tabel 2. Analisis Kesenjangan Saat Ini dan Kebutuhan Pengembangan KB untuk OM di Masa Depan

Aspek	Status saat ini	Kebutuhan pengembangan
Modus Interaksi	Dominan berbasis citra (digital/otoskopi) dan computer vision interaksi pengguna bersifat pasif (upload gambar → hasil diagnosis).	Diperlukan solusi berbasis percakapan alami (natural language interface") yang memungkinkan orang tua atau tenaga kesehatan primer mengajukan gejala, riwayat dan pertanyaan secara interaktif."
Teknologi AI	Fokus pada Convolutional Neural Network (CNN) untuk klasifikasi citra gendang telinga; akurasi tinggi (76%–98,26%) namun terbatas pada konteks visual.	Integrasi Large Language Models" (LLM) dengan basis pengetahuan klinis OM untuk memungkinkan inferensi berbasis teks edukasi pasien dan triase awal berbasis gejala."
Validasi Klinis	Sebagian besar model AI divalidasi secara teknis (sensitivitas, spesifisitas), tetapi minim uji klinis di dunia nyata, terutama di populasi pediatrik dan negara berpenghasilan rendah-menengah (LMIC).	Diperlukan prototipe chatbot yang divalidasi secara klinis, termasuk uji kegunaan (usability), keamanan dan efektivitas dalam meningkatkan akurasi rujukan dan edukasi.
Konteks Pengguna	Solusi AI dikembangkan terutama untuk spesialis THT atau peneliti; minim adaptasi untuk pengguna awam (orang tua) atau tenaga kesehatan primer di fasilitas dasar.	Desain user-centered" yang mempertimbangkan literasi digital bahasa lokal dan keterbatasan akses perangkat di wilayah terpencil."
Modus Interaksi	Dominan berbasis citra (digital/otoskopi) dan computer vision interaksi pengguna bersifat pasif (upload gambar → hasil diagnosis).	Diperlukan solusi berbasis percakapan alami (natural language interface") yang memungkinkan orang tua atau tenaga kesehatan primer mengajukan gejala, riwayat dan pertanyaan secara interaktif."
Teknologi AI	Fokus pada Convolutional Neural Network (CNN) untuk klasifikasi citra gendang telinga; akurasi tinggi (76%–98,26%) namun terbatas pada konteks visual.	Integrasi Large Language Models" (LLM) dengan basis pengetahuan klinis OM untuk memungkinkan inferensi berbasis teks edukasi pasien dan triase awal berbasis gejala."
Validasi Klinis	Sebagian besar model AI divalidasi secara teknis (sensitivitas, spesifisitas), tetapi minim uji klinis di dunia nyata, terutama di populasi pediatrik dan negara berpenghasilan rendah-menengah (LMIC).	Diperlukan prototipe chatbot yang divalidasi secara klinis, termasuk uji kegunaan (usability), keamanan dan efektivitas dalam meningkatkan akurasi rujukan dan edukasi.
Konteks Pengguna	Solusi AI dikembangkan terutama untuk spesialis THT atau peneliti; minim adaptasi untuk pengguna awam (orang tua) atau tenaga kesehatan primer di fasilitas dasar.	Desain user-centered" yang mempertimbangkan literasi digital bahasa lokal dan keterbatasan akses perangkat di wilayah terpencil."
Modus Interaksi	Dominan berbasis citra (digital/otoskopi) dan computer vision interaksi pengguna bersifat pasif (upload gambar → hasil diagnosis).	Diperlukan solusi berbasis percakapan alami (natural language interface") yang memungkinkan orang tua atau tenaga kesehatan primer mengajukan gejala, riwayat dan pertanyaan secara interaktif."
Teknologi AI	Fokus pada Convolutional Neural Network (CNN) untuk klasifikasi citra gendang telinga; akurasi tinggi (76%–98,26%) namun terbatas pada konteks visual.	Integrasi Large Language Models" (LLM) dengan basis pengetahuan klinis OM untuk memungkinkan inferensi berbasis teks edukasi pasien dan triase awal berbasis gejala."
Validasi Klinis	Sebagian besar model AI divalidasi secara teknis (sensitivitas, spesifisitas), tetapi minim uji klinis di dunia nyata, terutama di populasi pediatrik dan negara berpenghasilan rendah-menengah (LMIC).	Diperlukan prototipe chatbot yang divalidasi secara klinis, termasuk uji kegunaan (usability), keamanan dan efektivitas dalam meningkatkan akurasi rujukan dan edukasi.
Konteks Pengguna	Solusi AI dikembangkan terutama untuk spesialis THT atau peneliti; minim adaptasi untuk pengguna awam (orang tua) atau tenaga kesehatan primer di fasilitas dasar.	Desain user-centered" yang mempertimbangkan literasi digital bahasa lokal dan keterbatasan akses perangkat di wilayah terpencil."

Sumber: olahan dari penulis.

2023)—penerapan KB berbasis bahasa alami, khususnya dalam bentuk *chatbot* klinis, masih berada pada tahap sangat awal. Satu-satunya referensi eksplisit terhadap potensi *chatbot* berasal dari tinjauan konseptual Huang & Valdez (2024), yang menyebut peran *chatbot* dalam edukasi pasien dan triase digital, namun tanpa prototipe fungsional maupun evaluasi klinis. Padahal, di negara berpenghasilan rendah-menengah, di mana akses terhadap otoskop digital terbatas, penetrasi smartphone sangat tinggi (Principi & Esposito, 2024), sehingga *chatbot* berbasis teks atau suara dapat berfungsi sebagai gateway pertama dalam alur pelayanan kesehatan. Melalui antarmuka percakapan alami, *chatbot* dapat mengumpulkan informasi klinis penting seperti “Apakah anak demam lebih dari 38°C?”, “Apakah ada cairan keluar dari telinga?”, atau “Sejak kapan gejala muncul?”, yang kemudian dapat dikombinasikan dengan unggahan foto gendang telinga melalui kamera smartphone untuk meningkatkan akurasi triase awal (Principi & Esposito, 2024). Namun, pengembangan solusi semacam ini menghadapi sejumlah tantangan kritis, termasuk kurangnya dataset percakapan klinis pediatrik yang representatif, variasi ekspresi gejala dan bahasa antar budaya, kebutuhan akan arsitektur multimodal yang mampu mengintegrasikan teks dan citra secara sinergis, serta kompleksitas regulasi medis terkait alat bantu diagnosis berbasis KB yang harus memenuhi standar keamanan, transparansi, dan validasi klinis sebelum digunakan dalam praktik nyata.

3.4. Analisis Sosiologis: Pentingnya Kecerdasan Budaya pada NLP Chatbot Klinis Otitis Media

Pengembangan teknologi kesehatan seperti *chatbot* klinis tidak bisa didekati sebagai masalah rekayasa (*engineering*) semata. Menggunakan lensa teori Konstruksi Sosial atas Penyakit (*Social Construction of Illness*), kita memahami bahwa penyakit bukan hanya entitas biologis (*disease*), tetapi juga sebuah pengalaman sakit (*illness experience*) yang dibentuk oleh budaya, bahasa, dan struktur sosial (Cipolletta, 2022). Di sinilah peran krusial kolaborasi lintas disiplin menjadi tak terhindarkan.

Sosiolog dan antropolog medis, pemeta “pengalaman sakit”, insinyur KB dan dokter fokus pada aspek biologis dan teknis (*disease*). Namun, sosiolog dan antropolog medis bertugas membedah “*illness experience*” pengguna (Copelton & Weiss, 2023). Mereka mengidentifikasi model eksplanatori (*explanatory models*) yang digunakan masyarakat awam untuk memahami gejala Otitis Media, bagaimana mereka mengartikan “cairan telinga,” “rewel,” atau “panas” dalam kerangka budaya mereka. Mereka memetakan bagaimana status sosial-ekonomi dan lokasi geografis memengaruhi cara orang tua mencari pertolongan (*health-seeking behavior*) dan melaporkan gejala. Tanpa pemahaman ini, *chatbot* hanya akan menjadi mesin tanya-jawab yang kaku dan gagal menangkap realitas sosio-kultural pasien.

Jika sosiolog memetakan apa yang dikatakan dan mengapa, ahli bahasa menerjemahkan temuan itu menjadi arsitektur NLP yang fungsional (Ahammad et al., 2023; Lappin & Bernardy, 2023). Peran mereka melampaui sekadar membuat kamus dialek. Ahli sosiolinguistik dan pragmatik menganalisis bagaimana makna sebuah ungkapan berubah sesuai konteks sosialnya (Mahmoud Hussein et al., 2025; Romaine, 2022). Misalnya, ungkapan “biasa saja, Dok” bisa berarti gejala ringan bagi satu kelompok budaya, namun bisa menjadi cara merendahkan penderitaan serius bagi kelompok lain. Ahli bahasa membangun jembatan logis antara data kualitatif dari antropolog dan kebutuhan kuantitatif dari model machine learning (Kaur et al., 2024; Noll et al., 2023).

KESIMPULAN

Temuan dari analisis bibliometrik dan tinjauan sistematis terhadap 12 studi utama menunjukkan dominasi penelitian AI dalam diagnosis otitis media (OM) oleh Amerika Serikat dan Tiongkok, dengan fokus kuat pada *deep learning*, *digital otoscopy*, dan klasifikasi citra gendang telinga menggunakan arsitektur CNN. Model-model tersebut melaporkan akurasi diagnostik tinggi (76%–98,26%) dan bahkan mampu mengungguli penilaian klinis non-spesialis. Namun, hanya satu studi (Huang & Valdez, 2024) yang menyebut potensi *large language models* (LLM) dan chatbot dalam konteks otolaringologi pediatrik, dan tidak ditemukan prototipe chatbot klinis khusus OM yang telah divalidasi secara klinis.

Temuan ini mengindikasikan adanya kesenjangan kritis antara kemajuan dalam diagnostik berbasis citra dan keterbatasan solusi interaktif berbasis teks atau suara yang dapat diakses langsung oleh orang tua, tenaga kesehatan primer, atau sistem layanan kesehatan di wilayah terpencil. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan pengembangan agen chatbot klinis untuk OM yang mengintegrasikan bukti medis terkini, pedoman klinis internasional, serta arsitektur LLM yang telah melalui validasi klinis dan uji kegunaan. Tujuannya adalah meningkatkan akses, akurasi triase awal, dan edukasi pasien—khususnya di negara berpenghasilan rendah-menengah yang kekurangan spesialis THT. Pendekatan berbasis tinjauan sistematis dan analisis kesenjangan ini menjadi landasan metodologis penting untuk memastikan relevansi klinis, keamanan, transparansi, dan keberlanjutan implementasi chatbot dalam sistem pelayanan kesehatan primer global.

Kolaborasi ini bukanlah sebuah "tambahan", melainkan fondasi untuk menciptakan teknologi yang valid secara sosial dan inklusif. Tanpa pelibatan ahli ilmu sosial dan humaniora, tim pengembang berisiko menciptakan sebuah artefak teknologi yang:

1. Memperkuat Hegemoni Biomedis: Memaksa pengguna untuk beradaptasi dengan bahasa medis yang kaku, bukannya teknologi yang beradaptasi dengan bahasa pengguna.
2. Menciptakan Kesenjangan Akses Baru: Hanya dapat digunakan secara efektif oleh kelompok masyarakat terdidik yang bahasanya sesuai dengan data latih model, sehingga justru memperlebar jurang ketidaksetaraan kesehatan.

Secara ringkas, pelibatan sosiolog, antropolog, dan ahli bahasa memastikan bahwa chatbot yang dikembangkan bukan hanya "cerdas" secara artifisial, tetapi juga "bijaksana" secara sosial dan budaya.

REFERENSI

- [1] Ahammad, S. H., Kalangi, R. R., Nagendram, S., Inthiyaz, S., Priya, P. P., Faragallah, O. S., Mohammad, A., Eid, M. M. A., & Rashed, A. N. Z. (2023). Improved neural machine translation using Natural Language Processing (NLP). *Multimedia Tools and Applications*, 83(13), 39335–39348. <https://doi.org/10.1007/s11042-023-17207-7>
- [2] Cao, Z., Chen, F., Grais, E. M., Yue, F., Cai, Y., Swanepoel, D. W., & Zhao, F. (2023). Machine Learning in Diagnosing Middle Ear Disorders Using Tympanic Membrane Images: A <sc>Meta-Analysis</sc>. *The Laryngoscope*, 133(4), 732–741. <https://doi.org/10.1002/lary.30291>
- [3] Chen, Y.-C., Chu, Y.-C., Huang, C.-Y., Lee, Y.-T., Lee, W.-Y., Hsu, C.-Y., Yang, A. C., Liao, W.-H., & Cheng, Y.-F. (2022). Smartphone-based artificial intelligence using a transfer learning algorithm for the detection and diagnosis of middle ear diseases: A

- retrospective deep learning study. *EClinicalMedicine*, 51, 101543. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2022.101543>
- [4] Cipolletta, S. (2022). Understanding Illness Experience from the Perspective and Practice of Personal Construct Psychology. *Journal of Constructivist Psychology*, 35(4), 1140–1153. <https://doi.org/10.1080/10720537.2020.1805072>
- [5] Copelton, D. A. ., & Weiss, G. L. . (2023). *The sociology of health, healing, and illness*. Routledge, Taylor & Francis Group.
- [6] Demir, E., Uğurlu, B. N., Uğurlu, G. A., & Aydoğdu, G. (2025). Artificial intelligence in otorhinolaryngology: current trends and application areas. *European Archives of Otorhino-Laryngology*, 282(5), 2697–2707. <https://doi.org/10.1007/s00405-025-09272-5>
- [7] Ding, X., Huang, Y., Tian, X., Zhao, Y., Feng, G., & Gao, Z. (2023). Diagnosis, Treatment, and Management of Otitis Media with Artificial Intelligence. *Diagnostics*, 13(13), 2309. <https://doi.org/10.3390/diagnostics13132309>
- [8] Esposito, S., Bianchini, S., Argentiero, A., Gobbi, R., Vicini, C., & Principi, N. (2021). New Approaches and Technologies to Improve Accuracy of Acute Otitis Media Diagnosis. *Diagnostics*, 11(12), 2392. <https://doi.org/10.3390/diagnostics11122392>
- [9] Habib, A., Kajbafzadeh, M., Hasan, Z., Wong, E., Gunasekera, H., Perry, C., Sacks, R., Kumar, A., & Singh, N. (2022). Artificial intelligence to classify ear disease from otoscopy: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Otolaryngology*, 47(3), 401–413. <https://doi.org/10.1111/coa.13925>
- [10] Huang, A. E., & Valdez, T. A. (2024). Artificial Intelligence and Pediatric Otolaryngology. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 57(5), 853–862. <https://doi.org/10.1016/j.otc.2024.04.011>
- [11] Kaur, K., Chahar, S., Manwal, M., Kaswan, K. S., & Dhatterwal, J. S. (2024). Bridging Linguistics and Machine Learning: A New Human-Machine Communication. *2024 1st International Conference on Sustainable Computing and Integrated Communication in Changing Landscape of AI (ICSCAI)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICSCAI61790.2024.10866415>
- [12] Lappin, Shalom., & Bernardy, J.-Philippe. (2023). *Algebraic structures in natural language*. CRC Press.
- [13] Mahmoud Hussein, M., Khalid Abdulateef, S., & Khalis Ibrahim, K. (2025). Artificial Intelligence-Based Diagnostic Methods for Otitis Media: A Review Paper. *Journal of Al-Qadisiyah for Computer Science and Mathematics*, 17(2). <https://doi.org/10.29304/jqscsm.2025.17.22174>
- [14] Mizoguchi, Y., Ito, T., Yamada, M., & Tsutsumi, T. (2025). Deep learning multi-classification of middle ear diseases using synthetic tympanic images. *Acta Otolaryngologica*, 145(2), 134–139. <https://doi.org/10.1080/00016489.2024.2448829>
- [15] Navarathna, N., Kanhere, A., Gomez, C., & Isaiah, A. (2025). Artificial intelligence in pediatric otolaryngology: A state-of-the-art review of opportunities and pitfalls. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 194, 112369. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2025.112369>
- [16] Ngombu, S., Binol, H., Gurcan, M. N., & Moberly, A. C. (2023). Advances in Artificial Intelligence to Diagnose Otitis Media: State of the Art Review. *Otolaryngology–Head*

- and Neck Surgery, 168(4), 635–642. <https://doi.org/10.1177/01945998221083502>
- [17] Noda, M., Yoshimura, H., Okubo, T., Koshu, R., Uchiyama, Y., Nomura, A., Ito, M., & Takumi, Y. (2024). Feasibility of Multimodal Artificial Intelligence Using GPT-4 Vision for the Classification of Middle Ear Disease: Qualitative Study and Validation. *JMIR AI*, 3, e58342. <https://doi.org/10.2196/58342>
- [18] Noll, R., Frischen, L. S., Boeker, M., Storf, H., & Schaaf, J. (2023). Machine translation of standardised medical terminology using natural language processing: A scoping review. *New Biotechnology*, 77, 120–129. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2023.08.004>
- [19] Principi, N., & Esposito, S. (2024). Smartphone-Based Artificial Intelligence for the Detection and Diagnosis of Pediatric Diseases: A Comprehensive Review. *Bioengineering*, 11(6), 628. <https://doi.org/10.3390/bioengineering11060628>
- [20] Romaine, S. (2022). *Sociolinguistics* (pp. 1277–1285). <https://doi.org/10.1075/hop.m2.soc2>
- [21] Rahmawati, Triana, Andri Firmansyah, Penggalih Mahardika Herlambang, Rizqa Febriliyany Putri, and Fitri Ayu Handayani. 2025. “Analisis Bibliometrik : Memetakan Lanskap Riset AI Pada Studi Kasus Otitis Media Dalam Perspektif Pierre Bourdieu.” *Jurnal Empirika* 10(2):40–56
- [22] Song, D., Kim, T., Lee, Y., & Kim, J. (2023). Image-Based Artificial Intelligence Technology for Diagnosing Middle Ear Diseases: A Systematic Review. *Journal of Clinical Medicine*, 12(18), 5831. <https://doi.org/10.3390/jcm12185831>
- [23] Suresh, K., Wu, M. P., Benboujja, F., Christakis, B., Newton, A., Hartnick, C. J., & Cohen, M. S. (2024). AI Model Versus Clinician Otoscopy in the Operative Setting for Otitis Media Diagnosis. *Otolaryngology–Head and Neck Surgery*, 170(6), 1598–1601. <https://doi.org/10.1002/ohn.559>
- [24] Tamir, S. O., Bialasiewicz, S., Brennan-Jones, C. G., Der, C., Kariv, L., Macharia, I., Marsh, R. L., Seguya, A., & Thornton, R. (2023). ISOM 2023 research Panel 4 - Diagnostics and microbiology of otitis media. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 174, 111741. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2023.111741>
- [25] Wu, Z., Lin, Z., Li, L., Pan, H., Chen, G., Fu, Y., & Qiu, Q. (2021). Deep Learning for Classification of Pediatric Otitis Media. *The Laryngoscope*, 131(7). <https://doi.org/10.1002/lary.29302>
- [26] You, E., Lin, V., Mijovic, T., Eskander, A., & Crowson, M. G. (2020). Artificial Intelligence Applications in Otology: A State of the Art Review. *Otolaryngology–Head and Neck Surgery*, 163(6), 1123–1133. <https://doi.org/10.1177/0194599820931804>

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN