

POTENSI RISIKO GANGGUAN PENDENGARAN PADA IBU RUMAH TANGGA YANG TERPAPAR KEBISINGAN : OBSERVASI DI KAWASAN REL KERETA API KELURAHAN SUKOSARI MADIUN

The Potential Risk of Hearing Loss on Noise-Exposed Housewives : An Observational Study at Sukosari Madiun Railway Residentia

Kartika Elisabet Krisnanti¹, Lilis Sulistyorini²

^{1,2}Departemen Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Airlangga, Surabaya 60115, Indonesia

Corresponding Author:

kartikaelisabet@gmail.com

Article Info

Submitted : 05 September 2019
In reviewed : 23 Oktober 2019
Accepted : 06 November 2019
Available Online : 31 Januari 2020

Kata Kunci : gangguan pendengaran, ibu rumah tangga, kebisingan, pemukiman sekitar kereta api

Keywords : *hearing loss, housewives, noise, railway residential area*

Published by Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga

Abstrak

Pendahuluan: Kejadian gangguan pendengaran sering terjadi pada komunitas yang terpapar kebisingan dengan intensitas tinggi dan dalam jangka waktu yang lama. Penduduk yang tinggal disekitar area rel kereta api memiliki risiko tinggi mengalami gangguan pendengaran tersebut. Penelitian ini bertujuan menganalisis potensi risiko gangguan pendengaran pada ibu rumah tangga yang selama 1x24 jam selalu terpapar kebisingan kereta api. **Metode:** Penelitian ini merupakan studi observasional analitik dengan desain *cross sectional*. Sampel penelitian ini yaitu sejumlah 42 ibu rumah tangga yang terbagi menjadi 2 kelompok yakni 21 orang terpapar kebisingan dan 21 orang tidak terpapar kebisingan. Responden dipilih menggunakan teknik simple random sampling. Data penelitian diperoleh melalui wawancara dan observasi. Pengukuran intensitas kebisingan menggunakan tes bisik. **Hasil dan Pembahasan:** Pengukuran kebisingan siang malam ($L = 65,9$ dBA) telah melebihi baku mutu kebisingan yang ditetapkan untuk wilayah permukiman yaitu 55 dBA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kebisingan ($p=0,030$; $OR=5,846$) memiliki korelasi yang kuat dengan gangguan pendengaran. Sedangkan usia ($p=0,416$), lama tinggal ($p=1,000$), keberadaan barrier ($p=0,465$) tidak memiliki korelasi yang bermakna dengan gangguan pendengaran. **Kesimpulan:** Ibu rumah tangga yang terpapar kebisingan memiliki potensi risiko gangguan pendengaran. Oleh karena itu, harus ada upaya pengaturan ulang jarak pemukiman dan pemasangan peredam suara untuk mengurangi risiko gangguan pendengaran.

Abstract

Introduction: Hearing loss events often occur in communities who exposed to high-intensity noise and for long periods. Residents who lived around the railway tracks had a high risk of experiencing hearing loss. This study aims to analyze the potential risk of hearing loss in housewives who for 1x24 hours was always exposed to train noise. **Method:** This research was an observational analytic study with a cross-sectional design. The sample of this study was 42 housewives who were divided into 2 groups: 21 people exposed to noise and 21 people not exposed to noise. Respondents were selected using a simple random sampling technique. Research data obtained through interviews and observations. Measurement of noise intensity using a whisper test. **Result and Discussion:** Measurement of day and night noise ($L = 65,9$ dBA) has exceeded the noise quality standard set for residential areas which were 55 dBA. The results showed that noise ($p = 0,030$; $OR = 5,846$) had a strong correlation with hearing loss. While age ($p = 0,416$), length of stay ($p = 1,000$), the presence of a barrier ($p = 0,465$) did not have a significant correlation with hearing loss. **Conclusion:** Housewives who were exposed to noise have the potential risk of hearing loss. Therefore, efforts must be made to adjust the distance of the settlement and the installation of sound dampers to reduce the risk of hearing loss.

PENDAHULUAN

Kebisingan merupakan salah satu permasalahan kesehatan lingkungan yang menjadi perhatian secara global. Kebisingan termasuk dalam pencemaran udara karena suara merambat melalui udara (1). Kebisingan merupakan suara yang tidak diharapkan sehingga dapat mengakibatkan gangguan kenyamanan maupun kesehatan. Sumber kebisingan umumnya dibedakan menjadi sumber titik dan sumber garis. Sumber titik merupakan kebisingan yang bersumber dari benda yang tidak bergerak atau bersifat statis, contohnya suara mesin di pabrik. Sumber garis merupakan kebisingan yang bersumber dari benda yang bergerak atau bersifat dinamis, contohnya suara alat transportasi (2).

Berdasarkan sifatnya, kebisingan dapat dikategorikan menjadi tiga bentuk yaitu kebisingan kontinyu, kebisingan terputus-putus (*intermittent*), dan kebisingan impulsif. Kebisingan kontinyu bersumber dari suara yang tidak putus-putus dan berkepanjangan, contohnya suara mesin yang beroperasi 24 jam. Kebisingan *intermittent* merupakan kebisingan kontinyu dalam waktu sekejap yang hilang kemudian muncul kembali, contohnya suara kendaraan yang melintas di jalan raya, kereta api, atau pesawat (3). Kebisingan impulsif bersumber dari suara yang muncul secara mendadak dalam waktu sekejap serta memiliki intensitas yang tinggi seperti suara tembakan atau ledakan (2).

Kegiatan atau aktivitas tertentu dalam masyarakat dapat menimbulkan kebisingan lingkungan. Kebisingan lingkungan dapat berdampak pada kesehatan lingkungan dan kesehatan masyarakat. Meluasnya paparan kebisingan yang berasal dari rel kereta api, jalan raya, bandara dan kawasan industri berkontribusi pada beban penyakit akibat faktor lingkungan (4). Sekitar 360 juta penduduk di dunia mengalami gangguan pendengaran atau ketulian, 180 juta atau 50% diantaranya terjadi di Asia Tenggara (5). Sebuah studi sistematis yang dimulai tahun 1980 hingga 2014 menemukan bukti dampak intervensi kebisingan transportasi terhadap kesehatan manusia (6).

Permukiman padat di perkotaan rentan terpapar kebisingan yang bersumber dari alat transportasi. Wilayah permukiman yang dekat dengan lalu lintas jalan, jalur kereta api, dan bandara cenderung rentan terpapar kebisingan. Kebisingan di kawasan permukiman tidak boleh melebihi 55 dBA (7). Pemantauan kebisingan lingkungan pada tahun 2008 di lima kota besar menunjukkan bahwa 95% titik pengukuran telah melewati batas mutu kebisingan lingkungan di wilayah permukiman. Pengukuran kebisingan lingkungan pada empat kota besar di Indonesia menunjukkan bahwa 100%

titik pada permukiman yang berada disekitar jalur kereta api telah melewati batas maksimal tingkat kebisingan yang diperbolehkan untuk wilayah permukiman (8).

Kebisingan berintensitas tinggi berisiko menimbulkan masalah pendengaran khususnya pada pekerja industri (9). Selain sumber industri, kebisingan umumnya bersumber dari alat transportasi. Kereta api adalah alat transportasi umum yang sering dimanfaatkan dalam mobilisasi masyarakat. Meskipun memiliki keunggulan, kereta api juga berpotensi menimbulkan pencemaran fisik berupa suara bising. Apabila dibandingkan dengan bising transportasi lainnya, suara bising kereta api berisiko 3,5 kali lebih tinggi dalam menimbulkan masalah kesehatan (2).

Kebisingan yang melebihi baku mutu dapat menimbulkan efek pendengaran (*auditory effect*) yaitu gangguan pendengaran. Tingkat kebisingan dalam rentang 65 sampai 80 dBA dapat menyebabkan kerusakan organ pendengaran apabila memapar dalam waktu yang lama (10). Suara yang lebih dari 85 dBA dikategorikan berbahaya bagi manusia (11). Gangguan pendengaran akibat bising atau biasa diistilahkan dengan *noise induced hearing loss* merupakan jenis tuli sensorineural koklea pada kedua sisi telinga. Gangguan pendengaran jenis sensorineural terjadi apabila ada kerusakan pada telinga dalam maupun pada saraf pendengaran yang menuju otak (3). Gangguan pendengaran akibat kebisingan berkembang secara bertahap dari waktu ke waktu akibat paparan kebisingan yang bersifat kontinyu maupun terputus-putus (12).

Kebisingan juga berisiko menimbulkan efek selain pendengaran (*non-auditory effect*) seperti *annoyance*, *sleep disturbance*, *cognitive impairment*, dan *cardiovascular diseases* (4). Persepsi terhadap kebisingan kereta api berhubungan dengan gangguan non pendengaran seperti gangguan tidur, gangguan komunikasi, dan gangguan psikologis (13). Beberapa studi observasional dan eksperimental menunjukkan bahwa paparan bising dapat meningkatkan kejadian hipertensi dan penyakit kardiovaskular (14). Kebisingan juga dapat mengganggu seseorang dalam menangkap dan memahami percakapan (15)

Terdapat studi yang menyatakan bahwa kebisingan berhubungan dengan tekanan darah (16). Kebisingan merupakan *stressor* yang masuk melalui sistem pendengaran kemudian merangsang sistem organ tubuh lainnya (17). Kebisingan direspon oleh otak sebagai ancaman yang berhubungan dengan pelepasan hormon stress seperti *epinephrine* (18). Paparan bising berintensitas tinggi dapat mengaktifkan sistem saraf sehingga memicu perubahan hormon yang diperankan oleh *Hypothalamic Pituitary Adrenal axis* (HPA) (19).

Kota Madiun dikenal dengan industri kereta api PT INKA dan julukan "Kota Sepur" karena ramainya arus kereta api. Dalam kurun waktu 24 jam terdapat total 43 perjalanan kereta api yang melintasi stasiun Madiun. Kelurahan Sukosari merupakan salah satu wilayah di Kota Madiun yang dilalui oleh perlintasan kereta api. Penelitian sebelumnya di permukiman sepanjang jalur rel kereta api kelurahan Sukosari Madiun, memperoleh hasil pengukuran kebisingan pada jarak 3-8 meter yaitu sebesar 60-67 dBA (20). Angka tersebut telah melewati ketentuan tingkat kebisingan di kawasan pemukiman yaitu 55 dBA (7).

Meskipun menjadi salah satu penyebab utama beban penyakit, tingkat kesadaran terkait gangguan pendengaran sebagai masalah kesehatan masyarakat masih rendah (21). Padahal, ketidakmampuan mendengar merupakan masalah penting karena berhubungan dengan berbagai masalah kesehatan seperti percepatan penurunan kognitif, depresi, peningkatan risiko demensia, bahkan yang lebih buruk yaitu kematian dini (22). Penurunan daya dengar akibat bising juga dapat menimbulkan gangguan komunikasi akibat efek masking yang ditimbulkan oleh bising (23). Kampanye tentang tentang pentingnya kesadaran dan pencegahan gangguan pendengaran telah meningkatkan minat masyarakat namun belum bisa mengubah perilaku masyarakat (24).

Risiko kerusakan pendengaran dapat diakibatkan oleh paparan tingkat bising yang tinggi dan waktu kumulatif yang melampaui batas (25). Suatu penelitian menemukan bahwa masyarakat yang rentan mengalami gangguan pendengaran adalah masyarakat yang menetap di kawasan dengan tingkat kebisingan melebihi baku mutu 55 dBA (2). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa masyarakat yang tinggal di kawasan terpapar bising lebih dari baku mutu lebih rawan mengalami masalah kesehatan berupa gangguan pendengaran.

Ibu rumah tangga merupakan populasi yang rentan mendapat paparan kebisingan karena hampir 24 jam beraktivitas di dalam rumah (2). Sebagian besar masyarakat yang mengalami dampak kesehatan tersebut adalah ibu rumah tangga karena mereka lebih lama berada di rumah sehingga lebih banyak mendapat paparan bising (3). Hal tersebut yang menjadi latarbelakang peneliti untuk meneliti keterkaitan antara kebisingan dengan gangguan pendengaran pada ibu rumah tangga yang tinggal di kawasan sekitar kereta api. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi risiko gangguan pendengaran pada ibu rumah tangga yang terpapar bising.

METODE

Penelitian ini berjenis observasional analitik dengan desain studi *cross sectional*. Lokasi penelitian adalah kawasan sekitar rel kereta api di Kelurahan Sukosari, Kota Madiun. Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei-Juli 2019. Populasi penelitian adalah ibu rumah tangga yang bertempat tinggal di kawasan sekitar rel kereta api Kelurahan Sukoasari Madiun.

Kriteria inklusi sampel antara lain wanita yang tidak bekerja, berada di rumah minimal 8 jam setiap hari, rentang usia 20-65 tahun, tinggal menetap minimal 5 tahun di Kelurahan Sukosari. Ibu rumah tangga yang tidak bekerja cenderung rentan terpapar kebisingan dalam jangka waktu yang lama dan berulang (2). Seseorang yang tinggal minimal 5 tahun di wilayah yang terpapar bising cenderung mendapatkan dampak kesehatan (3).

Terdapat sampel kelompok terpapar dan kelompok pembanding. Kelompok terpapar adalah responden yang rumahnya berlokasi pada jarak terdekat hingga 3-5 meter dari jalur kereta api dan kelompok pembanding adalah responden yang rumahnya berlokasi paling jauh dari jalur kereta api yaitu pada radius 300-500 meter. Pembagian kelompok berdasarkan jarak tersebut mempertimbangkan risiko tingkat bising yang diterima. Pengambilan sampel didasarkan pada perhitungan simple random sampling. Terdapat 42 sampel yang terdiri dari 21 orang pada kelompok terpapar dan 21 orang pada kelompok pembanding.

Sebelum proses pengumpulan data, peneliti terlebih dahulu meminta persetujuan responden melalui *informed consent*. Data primer dikumpulkan melalui pengukuran langsung pada responden. Tingkat kebisingan diukur dengan *Sound Level Meter* yang menampilkan kebisingan dalam bentuk *Leq*. Pengukuran kebisingan dilaksanakan pada dua lokasi yaitu di daerah terpapar (kelompok terpapar) dan daerah pembanding (kelompok pembanding). Pengukuran kebisingan dilakukan pada perwakilan masing-masing 13 rumah responden kelompok terpapar dan kelompok pembanding setiap kereta api melintas. Pengukuran kebisingan dilakukan sebanyak 7 kali selang waktu yang mewakili 24 jam (L_{SM}).

Pengukuran gangguan pendengaran diperoleh dengan cara tes bisik pada responden yang dilakukan oleh dokter spesialis THT (Telinga Hidung Tenggorokan). Sebelum dilakukan tes bisik, responden ibu rumah tangga mendapat pemeriksaan

THT terlebih dahulu untuk memastikan bahwa telinga sedang dalam kondisi normal dan bersih sehingga hasil pemeriksaan tidak menjadi bias.

Selanjutnya responden diperiksa satu persatu oleh dokter spesialis THT dengan cara tes bisik.

Pengisian kuesioner dilakukan oleh responden dan didampingi oleh peneliti. Jawaban dari kuesioner menjadi sumber informasi terkait faktor selain kebisingan yang memiliki potensi risiko terhadap gangguan pendengaran seperti usia, lama tinggal, dan keberadaan barrier. Sementara itu, data sekunder yang digunakan yaitu jadwal kereta api dan monografi Kelurahan Sukosari, Madiun.

Data yang terkumpul selanjutnya dianalisis secara statistik. Analisis univariat menganalisis masing-masing satu variabel independen secara distributif. Sementara itu, analisis bivariat akan menganalisis dua variabel secara bersama-sama. Penelitian ini menggunakan uji *chi square* untuk melihat keterkaitan antara kebisingan, usia, lama tinggal, dan barrier dengan gangguan pendengaran pada responden penelitian serta uji *Man-Whitney* untuk melihat perbedaan gangguan pendengaran antara kelompok terpapar dan kelompok pembanding. Apabila uji statistik menunjukkan *p-value* < 0,05 artinya ada keterkaitan yang signifikan antara variabel yang diteliti.

Penelitian ini telah dinyatakan lulus etik oleh Komite Etik Penelitian Kesehatan (KEPK) Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga No. 211/HRECC. FODM/V/2019.

HASIL

Hasil Pengukuran Kebisingan

Hasil pengukuran kebisingan kereta api di permukiman kelurahan Sukosari ditampilkan pada tabel 1. Hasil perhitungan rata-rata kebisingan siang malam (L_{SM}) pada wilayah terpapar adalah 65,9 dBA dengan rentang kebisingan 55,8-77,3 dBA.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Kebisingan Permukiman Kelurahan Sukosari, Madiun

Lokasi	Selang Waktu	Jam Pengukuran	Leq	L_{SM} (dBA)	Rerata L_{SM} (dBA)
RT 5 (terpapar)	06.00-10.00	09.05	64,7	66,1	65,9
	10.00-13.00	11.00	77,3		
	13.00-17.00	14.20	76,2		
	17.00-22.00	18.00	67,8		
	22.00-24.00	23.00	55,8		
	24.00-04.00	02.50	59,2		
	04.00-06.00	04.30	61,7		
RT 18 (terpapar)	06.00-10.00	09.10	63,8	65,7	65,9
	10.00-13.00	11.10	76,8		
	13.00-17.00	15.05	76,3		
	17.00-22.00	18.10	67,5		
	22.00-24.00	23.05	56,5		
	24.00-04.00	03.15	58,2		
	04.00-06.00	05.20	60,8		

Lokasi	Selang Waktu	Jam Pengukuran	Leq	L_{SM} (dBA)	Rerata L_{SM} (dBA)
RT 13 (pem-banding)	06.00-10.00	09.05	51,9	49,8	49,3
	10.00-13.00	11.00	54,1		
	13.00-17.00	14.20	51,1		
	17.00-22.00	18.00	46,2		
	22.00-24.00	23.00	44,9		
	24.00-04.00	02.50	50,5		
	04.00-06.00	04.30	50,2		
RT 14 (pem-banding)	06.00-10.00	09.10	51,6	48,7	49,3
	10.00-13.00	11.10	53,8		
	13.00-17.00	15.05	50,8		
	17.00-22.00	18.10	44,7		
	22.00-24.00	23.05	42,6		
	24.00-04.00	03.15	48,9		
	04.00-06.00	05.20	48,8		

Angka L_{SM} di wilayah terpapar yaitu 65,9 dBA dan angka L_{SM} di wilayah pembanding yaitu 49,3 dBA.

Karakteristik Responden

Karakteristik responden yaitu berdasarkan usia, lama tinggal, dan keberadaan barrier dapat dilihat pada Tabel 2. Sebagian besar responden di kelompok terpapar berusia >40 tahun (85,7%). Demikian pula, mayoritas responden di kelompok pembanding berusia >40 tahun (71,4%). Sebagian besar responden di kelompok terpapar memiliki lama tinggal ≥ 10 tahun (81%). Demikian pula mayoritas responden di kelompok pembanding memiliki lama tinggal ≥ 10 tahun (81%). Sebagian besar responden di kelompok terpapar tidak memiliki barrier pada rumahnya (76,2%). Sementara itu, seluruh responden di kelompok pembanding memiliki barrier pada rumahnya (100%).

Tabel 2. Karakteristik Responden Ibu Rumah Tangga di Permukiman Kelurahan Sukosari, Madiun

Karakteristik Responden	Kelompok Terpapar		Kelompok Pembanding	
	n	%	n	%
Usia				
≤40 tahun	3	14,3	6	28,6
>40 tahun	8	85,7	15	71,4
Total	21	100,0	21	100,0
Lama tinggal				
≤10 tahun	4	19,0	4	19,0
>10 tahun	17	81,0	17	81,0
Total	21	100,0	21	100,0
Keberadaan barrier				
Ada	5	23,8	21	100,0
Tidak ada	16	76,2	0	0
Total	21	100,0	21	100,0

Perbedaan Gangguan Pendengaran pada Kelompok Terpapar dan Kelompok Pembanding

Pada Tabel 3 diketahui bahwa pada kelompok terpapar terdapat 8 orang (38,1%) yang mengalami gangguan pendengaran. Sementara itu, pada kelompok

pembandingan terdapat 2 orang (9,5%) yang mengalami gangguan pendengaran. Berdasarkan hasil uji statistik didapatkan *p-value* (0,032) < 0,05, maka terdapat perbedaan antara dua kelompok tersebut. Gangguan pendengaran pada responden kelompok terpapar berbeda dengan dengan kelompok pembandingan.

Tabel 3. Perbedaan Gangguan Pendengaran Responden Ibu Rumah Tangga di Pemukiman Kelurahan Sukosari Madiun

Gangguan Pendengaran	Kelompok Terpapar		Kelompok Pembandingan		<i>p-value</i>
	n	%	n	%	
Ya	8	38,1	2	9,5	0,032
Tidak	13	61,9	19	90,5	
Total	21	100,0	21	100,0	

Keterkaitan antara Kebisingan, Usia, Lama Tinggal, dan Keberadaan *Barrier* dengan Gangguan Pendengaran

Keterkaitan antara kebisingan, usia, lama tinggal, dan keberadaan *barrier* dengan gangguan pendengaran dapat dilihat pada tabel 4. Pada kebisingan tinggi (>55 dBA), responden yang mengalami gangguan pendengaran yaitu sejumlah 8 orang (38,1%). Sementara itu pada kebisingan rendah (≤55 dBA), responden yang mengalami gangguan pendengaran yaitu sejumlah 2 orang (9,5%). Uji bivariat *Chi-Square* memperoleh hasil signifikan dimana nilai *p* (0,030)<0,05. Artinya, terdapat keterkaitan antara kebisingan kereta api dengan gangguan pendengaran ibu rumah tangga (95%, α=0,05). Hasil *risk estimate* nilai OR sebesar 5,846. Artinya responden yang terpapar kebisingan dengan intensitas tinggi (>55 dBA) memiliki kecenderungan untuk mengalami gangguan pendengaran sebesar 5,846 kali lebih besar dibanding responden yang terpapar kebisingan dengan intensitas rendah (<55 dBA).

Tabel 4. Tabulasi Silang antara Kebisingan, Usia, Lama Tinggal, dan Keberadaan *Barrier* dengan Gangguan Pendengaran pada Responden Ibu Rumah Tangga di Pemukiman Kelurahan Sukosari Madiun

Variabel	Gangguan Pendengaran				<i>p-value</i>	OR
	Ya		Tidak			
	n	%	n	%		
Kebisingan						
Tinggi	8	38,1	13	61,9	0,030	5,846
Rendah	2	9,5	19	90,5		
Usia						
≤40 tahun	1	11,1	8	88,9	0,416	3,000
>40 tahun	9	27,3	24	72,7		
Lama Tinggal						
≤10 tahun	2	25,0	6	75,0	1,000	0,923
>10 tahun	8	23,8	26	76,5		
Barrier						
Ada	5	31,2	11	68,8	0,465	0,524
Tidak Ada	5	19,2	21	80,8		

Responden usia ≤40 tahun yang mengalami gangguan pendengaran yaitu sejumlah 1 orang (11,1%). Sementara itu responden usia >40 tahun yang mengalami gangguan pendengaran yaitu sejumlah 9 orang (27,3%). Berdasarkan hasil bivariat *Chi-Square* (dengan pembacaan *fisher exact*) diketahui nilai *p* (0,416)>0,05. Sehingga dapat dibaca bahwa tidak ada hubungan antara usia dengan gangguan pendengaran ibu rumah tangga (95%, α=0,05). Hasil *risk estimate* OR sebesar 3,000 berarti responden yang berusia ≤40 tahun memiliki kecenderungan 3 kali lebih besar untuk mengalami gangguan pendengaran dibandingkan reponden yang berusia >40 tahun.

Responden dengan lama tinggal ≤10 tahun yang mengalami gangguan pendengaran yaitu sejumlah 2 orang (25%). Sementara itu responden dengan lama tinggal >10 tahun yang mengalami gangguan pendengaran yaitu sejumlah 8 orang (23,5%). Berdasarkan hasil uji *Chi-Square* (dengan pembacaan *fisher exact*) didapatkan nilai *p*(1,000)>0,05. Artinya tidak ada hubungan antara lama tinggal dengan gangguan pendengaran ibu rumah tangga (95%, α=0,05). Hasil *risk estimate* OR sebesar 0,923 berarti responden yang tinggal ≤10 tahun memiliki kecenderungan untuk mengalami gangguan pendengaran sebesar 0,923 kali lebih kecil dibanding responden yang tinggal >10 tahun.

Responden dengan rumah tanpa *barrier* yang mengalami gangguan pendengaran yaitu sejumlah 5 orang (31,2%). Sementara itu responden dengan rumah ber-*barrier* yang mengalami gangguan pendengaran yaitu sejumlah 5 orang (19,2%). Berdasarkan hasil uji statistik bivariat (dengan pembacaan *fisher exact*) didapatkan nilai *p* (0,465)>0,05. Artinya keberadaan *barrier* tidak berhubungan dengan gangguan pendengaran ibu rumah tangga (95%, α=0,05). Hasil *risk estimate* nilai OR sebesar 0,524. Artinya responden yang tidak memiliki *barrier* mempunyai kecenderungan untuk mengalami gangguan pendengaran sebesar 0,524 kali lebih kecil dibanding responden yang memiliki *barrier*.

PEMBAHASAN

Analisis Kebisingan Kereta Api

Tingginya tingkat kebisingan kereta dapat disebabkan oleh faktor jarak antara rel dengan permukiman. Penelitian serupa di Kelurahan Winongo Madiun, menunjukkan bahwa tingkat kebisingan pada rumah dengan jarak 15,3 meter dari lintasan kereta yaitu 86,3 dBA, sedangkan tingkat kebisingan pada rumah dengan jarak 62,4 meter dari lintasan kereta yaitu 66,65 dBA (26). Semakin dekat jarak antara lokasi responden dengan asal paparan bising kereta api maka semakin besar tingkat kebisingan yang diterima.

Penyebab lain tingginya intensitas kebisingan kereta api adalah ramainya jadwal kereta api yang melintas. Setiap harinya terdapat sejumlah 43 kereta api yang melintasi jalur kereta api sepanjang permukiman Kelurahan Sukosari. Penelitian sebelumnya di salah satu permukiman sepanjang rel kereta api Surabaya menunjukkan L_{SM} sebesar 70,73 dBA dengan jumlah kereta api yang melintas setiap harinya sebanyak 32 perjalanan (2). Penelitian serupa di permukiman sepanjang rel Ngagel Rejo menunjukkan hasil L_{SM} sebesar 65,89 dBA dengan jumlah kereta api yang melintas sebanyak 70 perjalanan (3). Beberapa penelitian tersebut membuktikan bahwa tingginya tingkat kebisingan diakibatkan oleh ramainya sumber bising.

Tingginya intensitas bising dapat menimbulkan risiko pada kesehatan apabila terjadi dalam waktu lama. Sehingga diperlukan langkah untuk mengendalikan dampak paparan kebisingan. Tindakan yang bisa dilakukan dalam rangka mengurangi paparan bising adalah dengan memasang penghalang atau peredam suara seperti tembok atau pagar tanaman (27). Langkah termudah untuk mengatasi masalah kebisingan yaitu dengan menggunakan *noise barrier* baik yang sifatnya alami maupun berupa material sintetik seperti kelambu, *fiber glass*, atau *mineral wool* (28).

Vegetasi dapat mereduksi bising sebesar 8,6 dBA (29). Selain berperan sebagai pereduksi kebisingan, vegetasi juga dapat menambah nilai estetika wilayah permukiman (30). Salah satu faktor yang mempengaruhi efektivitas vegetasi sebagai peredam kebisingan adalah tutupan tajuk vegetasi (31). *Noise barrier* juga sebagai penghalang bising upaya tidak langsung mengenai kawasan permukiman (32).

Selain itu, diperlukan upaya pengaturan jarak minimal antara jalur kereta api dengan permukiman. Terdapat peraturan yang menyebutkan bahwa batas minimal ruang kanan dan kiri dari rel kereta api adalah 6 meter (33). Pengaturan jarak tersebut ditujukan untuk kelancaran penyelenggaraan kereta api. Penelitian sebelumnya menemukan pada jarak 6 meter tingkat kebisingan yang ditimbulkan yaitu sebesar 70,73 dBA (2). Bahkan penelitian lainnya menemukan bahwa kebisingan pada jarak 62,4 meter yaitu sebesar 66,65 dBA (26). Angka tersebut masih melewati batas tingkat kebisingan yang diperbolehkan untuk wilayah permukiman yaitu 55 dBA. Oleh karena itu, pemerintah perlu membentuk regulasi yang secara khusus mengatur jarak minimal permukiman dengan rel kereta api sehingga paparan bising tidak melebihi baku mutu kebisingan.

Analisis Perbedaan Gangguan Pendengaran pada Kelompok Terpapar dan Kelompok Pembanding

Terdapat perbedaan tingkat kebisingan yang diterima oleh kelompok terpapar dan kelompok pembanding. Kelompok yang terpapar bising >55 dBA lebih banyak mengalami gangguan pendengaran dibanding kelompok yang terpapar bising <55 dBA. Kelompok yang mendapat paparan bising lebih dari baku mutu lingkungan berpeluang lebih tinggi mengalami gangguan pendengaran dibandingkan kelompok yang mendapat paparan bising kurang dari baku mutu lingkungan.

Penelitian sebelumnya juga menemukan bahwa kelompok yang terpapar bising tinggi mengalami peningkatan ambang dengar yang signifikan dibandingkan kelompok yang terpapar bising rendah (3). Kebisingan yang melebihi batas maksimal dapat lebih mempengaruhi nilai ambang dengar seseorang (34). Selain itu, perbedaan lokasi berdasarkan jarak dengan sumber bising juga dapat menjadi penyebab perbedaan gangguan pendengaran pada kelompok terpapar dan kelompok pembanding. Kelompok pembanding berperan sebagai kontrol untuk melihat seberapa besar potensi terjadinya gangguan pendengaran yang timbul akibat kebisingan.

Analisis Keterkaitan Kebisingan dengan Gangguan Pendengaran

Perhitungan *risk estimate* juga menunjukkan bahwa bising >55 dBA berpeluang 5,846 kali lebih besar dalam menimbulkan gangguan pendengaran. Namun masing-masing responden memiliki sensitivitas yang berbeda terhadap bising. Sebagian besar responden merasa terbiasa dengan suara bising yang ditimbulkan oleh lintasan kereta api. Hal tersebut ditunjukkan dengan masih banyaknya responden yang memiliki status pendengaran normal.

Faktor utama penyebab gangguan pendengaran adalah suara bising yang melebihi batas baik dari segi intensitas maupun lama paparan. Namun terdapat faktor lain yang berpotensi mempengaruhi timbulnya gangguan pendengaran. Gangguan pendengaran akibat bising merupakan wujud dari interaksi yang rumit antara faktor bawaan maupun faktor genetik dengan faktor lingkungan (35). Terlepas dari bising sebagai kontributor utama terjadinya gangguan pendengaran, paparan bahan kimia seperti pelarut organik dan logam berat merupakan kontributor tambahan yang dapat memperparah gangguan pendengaran (36).

Penelitian sebelumnya menemukan bahwa salah satu faktor yang berhubungan dengan gangguan

pendengaran yaitu tingkat kebisingan ($p=0,036$) (37). Intensitas bising merupakan faktor dominan yang paling mempengaruhi derajat gangguan pendengaran (38). Penelitian lainnya menemukan adanya hubungan yang sangat kuat antara paparan kebisingan $p=0,001$ dengan gangguan pendengaran (39).

Penelitian lainnya menunjukkan bahwa intensitas kebisingan tinggi berisiko 2,779 kali lebih besar ($p=0,034$) dalam menimbulkan dengan gangguan pendengaran (40). Terdapat penelitian sebelumnya yang menyimpulkan bahwa kebisingan yang ditimbulkan oleh mesin kereta ($p\text{-value} <0,05$) secara signifikan berhubungan dengan *Noise Induced Hearing Loss* (41). Beberapa penelitian tersebut mendukung bahwa kebisingan baik yang bersifat statis maupun dinamis berhubungan dengan gangguan pendengaran.

Kebisingan berintensitas tinggi dan berlangsung lama dapat merangsang perubahan metabolisme pada reseptor pendengaran. Akibatnya, terjadi kerusakan pada sel-sel rambut organ korti. Kerusakan sel-sel rambut reseptor pada organ korti yang bersifat degeneratif dapat mengakibatkan berkurangnya pendengaran (42). Kerusakan total pada sel-sel rambut organ korti akan berdampak pada hilangnya pendengaran. Namun, penelitian terbaru menunjukkan bahwa sel-sel rambut bukanlah elemen yang paling rentan pada telinga bagian dalam, melainkan sinapsis antara sel-sel rambut dan terminal saraf koklea (43).

Kebisingan dapat mengakibatkan kerusakan pendengaran maupun penurunan daya dengar apabila pajanannya bersifat kontinyu. Jika paparan bising melebihi batas yang diperbolehkan maka dapat menimbulkan gangguan pendengaran (10). Gangguan pendengaran yang paling umum akibat adanya paparan bising adalah gangguan jenis sensorineural. Gangguan tersebut diakibatkan oleh kerusakan pada telinga dalam dan pada saraf telinga (3).

Gangguan pendengaran dapat disebabkan oleh paparan tunggal terhadap suara yang bersifat impulsif seperti ledakan atau oleh paparan jangka panjang (14). Bising yang ditimbulkan kereta api merupakan kebisingan terputus-putus dan paparannya bersifat terus menerus. Sehingga dapat dikatakan bahwa kebisingan kereta api pada tingkatan tertentu dapat berdampak pada kesehatan terutama fungsi pendengaran.

Analisis Keterkaitan Usia dengan Gangguan Pendengaran

Hasil uji bivariat pada tabel 4 menunjukkan bahwa usia tidak memiliki keterkaitan yang bermakna dengan gangguan pendengaran ($p=0,416$). Perhitungan *risk estimate* juga menunjukkan bahwa responden usia

>40 tahun berpeluang lebih kecil dalam mengalami gangguan pendengaran. Usia merupakan salah satu faktor degeneratif fungsi pendengaran. Setiap responden memiliki sensitivitas yang berbeda terhadap bising terlepas dari usia mereka. Sebagian besar responden merasa terbiasa dengan suara bising yang ditimbulkan oleh lintasan kereta api.

Pertambahan usia termasuk faktor risiko terjadinya gangguan pendengaran (22). Presbikusis atau yang dapat disebut dengan istilah *age-related hearing loss* (ARHL) adalah penyebab paling umum gangguan pendengaran pada lansia secara global (44). Prevalensi gangguan pendengaran cenderung meningkat seiring pertambahan usia (45). Seseorang dengan usia produktif dapat terhindar dari presbikusis karena memiliki fungsi organ pendengaran yang baik. Presbikusis merupakan gangguan pendengaran jenis sensorineural yang terjadi akibat penurunan fungsi pendengaran yang bersifat degeneratif. Presbikusis dapat dialami oleh seseorang yang terpapar kebisingan kerja (*occupational noise*) maupun kebisingan non-kerja (*non-occupational noise*) (46).

Sekitar 30-45% masyarakat di seluruh dunia yang didiagnosis menderita presbikusis berusia >65 tahun dan mayoritas berjenis kelamin pria (47). Sebuah penelitian retrospektif di RS Hasan Sadikin Bandung menunjukkan bahwa 60,4% pasien dengan presbikusis terbanyak yaitu yang berusia >65 tahun. Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa terdapat hubungan antara kasus presbikusis dan proses *Reactiveoxygen Species* (ROS) yang rentan dialami oleh lansia (47). ROS atau spesi oksigen reaktif memiliki peran ganda untuk menurunkan dan menghalangi stressor bising (48).

Berdasarkan hasil wawancara dan pengisian kuesioner, rentang usia responden adalah 21-65 tahun. Mayoritas responden penelitian masih tergolong dalam rentang usia produktif dan tidak memiliki riwayat penyakit telinga sehingga cenderung terhindar dari presbikusis. Terdapat penelitian sebelumnya yang mengungkapkan bahwa umur tidak berpengaruh secara signifikan terhadap gangguan pendengaran (49). Namun terdapat penelitian yang menunjukkan bahwa umur secara signifikan berhubungan dengan gangguan pendengaran (37). Penelitian serupa lainnya menampilkan adanya hubungan antara usia dengan gangguan pendengaran ($p\text{-value}$ telinga kiri = 0,000 ; koefisien korelasi = 0,621 dan $p\text{-value}$ telinga kanan = 0,009 ; koefisien korelasi = 0,486) (34).

Terdapat penelitian yang menyimpulkan bahwa kurangnya kemampuan mendengar seseorang diakibatkan oleh sinapsis antara sel-sel rambut

pendengaran yang mengalami degenerasi atau terpapar bising (43). Perbedaan hasil penelitian terkait hubungan antara usia dengan gangguan pendengaran dapat disebabkan oleh faktor lain seperti perbedaan alat uji yang digunakan, perbedaan jumlah responden penelitian, dan perbedaan lokasi penelitian.

Analisis Keterkaitan Lama Tinggal dengan Gangguan Pendengaran

Hasil statistik bivariat pada tabel 4 menunjukkan bahwa tidak ada keterkaitan yang signifikan antara lama tinggal responden dengan gangguan pendengaran ($p=1,000$). Perhitungan *risk estimate* juga menunjukkan bahwa responden dengan lama tinggal >10 tahun berpeluang lebih kecil dalam mengalami gangguan pendengaran. Terdapat kemungkinan bahwa responden yang sudah tinggal menetap lokasi penelitian sudah terbiasa sehingga menimbulkan efek kebal bagi sistem pendengarannya.

Lama tinggal dapat diartikan sebagai lamanya seseorang mengalami paparan bising atau masa pajanan. Lama kerja memiliki karakteristik yang mirip dengan lama tinggal atau masa pajanan. Penelitian sebelumnya menunjukkan tidak adanya hubungan bermakna antara lama tinggal ($p=0,250$) dengan gangguan pendengaran (3). Tidak ada perbedaan nilai ambang dengar antara masa kerja <5 tahun dan masa kerja >5 tahun (50). Namun penelitian lainnya menunjukkan bahwa masa kerja >10 tahun secara signifikan berpengaruh terhadap daya pendengaran pekerja (49), (51). Lama kerja merupakan faktor yang sangat mempengaruhi terjadinya gangguan pendengaran di bandar udara (52). Penelitian serupa menunjukkan bahwa masa kerja ($p=0,000$) sangat mempengaruhi terjadinya perubahan ambang dengar (53).

Penelitian lainnya menunjukkan bahwa lama paparan terhadap bising (nilai $p=0,001$) secara signifikan berhubungan dengan dengan gangguan pendengaran (37). Penelitian serupa menemukan adanya hubungan yang sangat signifikan pada masa kerja ($p=0,000$) dan gangguan pendengaran (39). Penelitian serupa menunjukkan bahwa lama kerja memiliki hubungan dengan dengan gangguan pendengaran (*p-value* telinga kiri = 0,001 ; koefisien korelasi = 0,591 dan *p-value* telinga kanan = 0,009 ; koefisien korelasi = 0,483) (34). Dosis pajanan kebisingan ($p=0,009$) berhubungan dengan kualitas pendengaran (54).

Perbedaan hasil penelitian diperkirakan terjadi karena kurang seimbangannya perbandingan jumlah responden berdasarkan kategori lama tinggal, dapat dilihat dari total 42 responden hanya ada 8 orang (19%)

dengan lama tinggal <10 tahun. Sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut terkait lama tinggal atau lama paparan dengan gangguan pendengaran.

Analisis Keterkaitan Keberadaan *Barrier* dengan Gangguan Pendengaran

Hasil statistik bivariat pada tabel 4 menunjukkan tidak adanya keterkaitan antara keberadaan *barrier* dengan gangguan pendengaran ($p=0,465$). Belum ada penelitian sebelumnya yang secara spesifik mencari pengaruh *barrier* terhadap gangguan pendengaran. *Barrier* yang dimaksud dalam penelitian ini adalah keberadaan rumah atau bangunan lainnya terhadap rumah responden yang dapat menghalangi kebisingan kereta api. Kategori “tidak ada barrier” jika rumah responden menghadap langsung rel kereta api tanpa dihalangi oleh rumah atau bangunan lainnya, sedangkan kategori “ada barrier” jika rumah responden tidak langsung menghadap rel kereta api.

Keberadaan barrier dapat berkontribusi dalam meminimalkan paparan bising yang diterima. Rumah yang langsung bersinggungan dengan rel kereta api memiliki potensi lebih tinggi mengalami gangguan pendengaran. Hal tersebut karena paparan bising dapat langsung diterima saat kereta api melintas.. Hal tersebut karena rumah atau bangunan lain yang bertindak sebagai barrier dapat meredam kebisingan yang ditimbulkan saat kereta api melintas.

ACKNOWLEDGEMENT

Peneliti berterimakasih kepada semua pihak yang telah membantu sepanjang proses penelitian. Demikian pula peneliti berterimakasih kepada semua responden yang secara sukarela telah bersedia terlibat dalam penelitian.

KESIMPULAN DAN SARAN

Terdapat potensi risiko gangguan pendengaran pada ibu rumah tangga yang terpapar bising. Kesimpulan tersebut diperoleh dari analisis bivariat yaitu kebisingan berkaitan erat dengan gangguan pendengaran ($p = 0,030 < 0,05$). Sementara itu, variabel lainnya seperti usia, lama tinggal, dan keberadaan barrier tidak memiliki keterkaitan yang bermakna dengan gangguan pendengaran ibu rumah tangga ($p < 0,05$). Peneliti menyarankan adanya upaya pengurangan dan pengendalian kebisingan kereta api. Upaya yang disarankan antara lain pengaturan jarak permukiman dengan rel kereta api, pembangunan *noise barrier* berupa tembok atau tanaman vegetasi, dan pemasangan peredam suara pada bangunan rumah.

DAFTAR PUSTAKA

1. Suyono. Pencemaran Kesehatan Lingkungan. Jakarta: EGC; 2014.
2. Suryani NDI. Hubungan Kebisingan dan Umur dengan Tekanan Darah Ibu Rumah Tangga di Pemukiman Jalan Ambengan Surabaya. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 2017;10(1):70–81. <http://dx.doi.org/10.20473/jkl.v10i1.2018.70-81>.
3. Christi FV. Hubungan Paparan Bising Kereta Api dengan Gangguan Pendengaran dan Gangguan Non Auditori Penduduk Sepanjang Rel Ngagel Rejo Surabaya. *Skripsi*. Surabaya: Universitas Airlangga; 2016.
4. WHO. Burden of Disease from Environmental Noise : Quantification of Healthy Life Years Lost in Europe. Geneva: WHO Regional Office for Europe; 2011.
5. WHO. WHO Global Estimates on Prevalence of Hearing Loss. 2012. http://www.who.int/pbd/deafness/WHO_GE_HL.pdf.
6. Brown AL, van Kamp I. WHO environmental noise guidelines for the European region: A systematic review of transport noise interventions and their impacts on health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2017;14(8):1–44. <https://doi.org/10.3390/ijerph14080873>.
7. Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor Kep-48/MENLH/11/1996 tentang Baku Tingkat Kebisingan.
8. Pusat Sarana Pengendalian Dampak Lingkungan. Laporan Pengkajian dan Pemantauan Kebisingan Lingkungan di Sekitar Lintasan Kereta Api. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup RI; 2013.
9. Tikka C, Verbeek JH, Kateman E, Morata TC, Dreschler WA, Ferrite S. Interventions to Prevent Occupational Noise-induced Hearing Loss. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2017. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006396.pub4>.
10. Sasmit A, Andrio D. Evaluasi Tingkat Kebisingan di Bandara Sultan Syarif Kasim II Pekanbaru. *Jurnal Teknik UNIPA*. 2017;15(1):30-35. <http://jurnal.unipasby.ac.id/index.php/waktu/article/view/441>.
11. Fink D. What Is a Safe Noise Level for the Public?. *American Journal of Public Health*. 2017;107(1): 44-45. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2016.303527>.
12. Mirza R, Kirchner D, Dobie RA, Crawford J. Occupational Noise-Induced Hearing Loss. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*. 2018;60(9):498–501. <https://doi.org/10.1097/JOM.0000000000001423>.
13. Hernayanti M, Joko T, Dangiran H. Hubungan Kebisingan di Bandara Halim Perdanakusuma Jakarta Timur terhadap Gangguan Non-Auditori Permukiman Penduduk Wilayah Buffer. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 2018;6(6):214–224. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkm/article/view/22179>.
14. Basner M, Babisch W, Davis A, Brink M, Clark C, Janssen S, et al. Auditory and non-auditory effects of noise on health. *The Lancet Journal*. 2014;383(9925):1325–1332. [https://dx.doi.org/10.1016%2FS0140-6736\(13\)61613-X](https://dx.doi.org/10.1016%2FS0140-6736(13)61613-X).
15. Lundine JP, McCauley RJ. A Tutorial on Expository Discourse: Structure, Development, and Disorders in Children and Adolescents. *American Journal of Speech-Language Pathology*. 2016;25(3): 306-320. https://pubs.asha.org/10.1044/2016_AJSLP-14-0130.
16. Lubis F, Annisa R. Hubungan Paparan Kebisingan Dan Karakteristik Individu dengan Kelainan Tekanan Darah Pengemudi Becak Bermotor di Kecamatan Medan Johor Kota Medan Tahun 2017. *Jurnal Kesehatan Masyarakat & Gizi (JKG)*. 2018;1(1):17-22. <https://doi.org/10.35451/jkg.v1i1.69>
17. Mukhlis WIN, Sudarmanto Y, Hasan M. Pengaruh Kebisingan Terhadap Tekanan Darah dan Nadi pada Pekerja Pabrik Kayu PT. Muroco Jember. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*. 2018;17(2):112-118. <https://doi.org/10.14710/jkli.17.2.112-118>
18. Widya M, Setiani O, Dangiran H. Hubungan Intensitas Kebisingan Dengan Tekanan Darah Sistolik Dan Diastolik pada Pekerja Pertambangan Pasir dan Batu PT. X Rowosari, Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 2018;6(6):225 - 234. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkm/article/view/22180>.
19. Jin S, Kim M, Park S, Park S. Stress Hormonal Changes in the Brain and Plasma After Acute Noise Exposure in Mice. *Auris Nasus Larynx*. 2017;44(3):272-276. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27496010>
20. Saraswati E. Pengaruh Kebisingan Kereta Api terhadap Kenaikan Denyut Nadi dan Gangguan Komunikasi pada Masyarakat di Kelurahan Sukosari Kecamatan Kartoharjo Madiun. *Study Report*. Surabaya: Politeknik Kesehatan Kementerian RI; 2016.
21. Basner M, McGuire S. WHO Environmental Noise Guidelines for The European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Effects on sleep. *Journal of Environmental Research and Public Health*. 2018; 15(3):519. <https://doi.org/10.3390/ijerph15030519>.
22. Davis A, McMahon CM, Pichora-Fuller KM, Russ S, Lin F, Olusanya BO, et al. Aging and Hearing health: The Life-course Approach. *Gerontologist*. 2016;56(2):256-267. <https://doi.org/10.1093/geront/gnw033>.
23. Biberger T, Ewert S. The Effect of Room Acoustical Parameters on Speech Reception Threshold and Spatial Release from Masking. *The Journal of the Acoustical Society of America*. 2019;146(4):2188-2230. <https://doi.org/10.1121/1.5126694>.
24. Gilles A, Paul V. Effectiveness of a Preventive Campaign for Noise-Induced Hearing Damage in Adolescents. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2014;78(4):604-609. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2014.01.009>.
25. Fithri P. Analisis Intensitas Kebisingan Lingkungan Kerja pada Area Utilities Unit PLTD dan Boiler (Studi Kasus PT.Pertamina RU II Dumai). *Jurnal Sains dan Teknologi Industri*. 2015;12(2):278-285. <http://>

- ejournal.uin-suska.ac.id/index.php/sitekin/article/view/1057/1000.
26. Felantika J. Pengaruh Jarak Pemukiman terhadap Tingkat Kebisingan pada Jalur Kereta Api Jenis Ekonomi di Wilayah Kelurahan Winongo Kota Madiun. Madiun : *Skripsi*. Stikes Bakti Husada Mulia; 2018.
 27. Arista E, Rili R. Desain Pembuatan Barrier Guna Mengurangi Kebisingan Kereta Api Akibat Double Track Jalur Kereta Api Di Area Pemukiman Lintas Manggarai-Bekasi. *Jurnal Perkeretaapian Indonesia*. 2017;1(2):97–104. <https://jurnal.api.ac.id/index.php/jpi/article/view/36>.
 28. Ismail A, Shahid N, Nizam A. Development of Green Curtain Noise Barrier Using Natural Waste Fibres. *Journal of Advanced Research Materials Science*. 2016;17(1):1–9. https://www.researchgate.net/publication/306358990_Development_of_Green_Curtain_Noise_Barrier_Using_Natural_Waste_Fibres.
 29. Erdianto A, Irwan S, Kastono D. Fungsi Ekologis Vegetasi Tanaman Deggung Sleman sebagai Pengendali Iklim Mikro dan Peredam Kebisingan. *Vegetalika*. 2019;8(3):139-152. <https://doi.org/10.22146/veg.41374>.
 30. Hong J, Jeon J. The Effect of Audio Visual Factors on Perceptions of Environmental Noise Barrier Performance. *Landscape and Urban Planning*. 2014:28-37. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.02.001>.
 31. Putra I, Rombang J, Nurmawan W. Analisis Kemampuan Vegetasi dalam Meredam Kebisingan. *Eugenia*. 2018;24(3):105-115. <https://doi.org/10.35791/eug.24.3.2018.22660>
 32. Halim H, Abdullah R, Ali A, Nor M. Effectiveness of Existing Noise Barriers : Comparison Between Vegetation, Concrete Hollow Block, and Panel Concrete. *Procedia Environmental Sciences*. 2015;30:217-221. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2015.10.039>
 33. Peraturan Pemerintah RI No 56 Tahun 2009 tentang Penyelenggaraan Perkeretaapian.
 34. Putri WW, Martiana T. Hubungan Usia dan Masa Kerja dengan Nilai Ambang Dengar Pekerja yang Terpapar Bising di PT. X Sidoarjo. *The Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*. 2016;5(2):173-182. <http://dx.doi.org/10.20473/ijosh.v5i2.2016.173-182>
 35. Stucken E, Hong R. Noise-Induced Hearing Loss : An Occupational Medicine Perspective. *Current Opinion in Otolaryngology & Head and Neck Surgery*. 2014;22(5):388-393. <https://doi.org/10.1097/MOO.0000000000000079>.
 36. Choi Y, Kim K. Noise-Induced Hearing Loss in Korean Workers: Co-Exposure to Organic Solvents and Heavy Metals in Nationwide Industries. *PLOS One*. 2014;9(5):e97538. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0097538>.
 37. Rahayu P, Pawenang ET. Faktor yang Berhubungan Dengan Gangguan Pendengaran pada Pekerja yang Terpapar Bising di Unit Spinning I PT. Sinar Pantja Djaja Semarang. *Unnes Journal of Public Health*. 2016;5(2):140–148. <https://doi.org/10.15294/ujph.v5i2.10122>.
 38. Desinta I, Andarani P, Budiawan W. Analisis Faktor Risiko Gangguan Pendengaran dan Estimasi Excess Risk Gangguan Pendengaran Akibat Paparan Kebisingan Pada Personel Kabin Masinis DAOP IV Semarang. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 2017;6(4):1-11. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/tlingkungan/article/view/25238>
 39. Marisdayana R, Suhartono S, Nurjazuli N. Hubungan Intensitas Paparan Bising Dan Masa Kerja Dengan Gangguan Pendengaran Pada Karyawan PT. X. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*. 2016;15(1):22-27. <https://doi.org/10.14710/jkli.15.1.22-27>.
 40. Septiana N, Widowati E. Gangguan Pendengaran Akibat Bising. *HIGEIA : Journal of Public Health Research and Development*. 2017;1(1):73–82. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/higeia/article/view/13993>.
 41. Saxena A. Noise Induced Hearing Loss in Indian Railway Loco Pilots: Are We Aware? *Otolaryngology - Open Journal*. 2018;4(2):18–21. <https://doi.org/10.17140/otloj-4-148>.
 42. Moore D, Edmondson-Jones M, Dawes P, Fortnum H, McCormack A, Pierzycki R, et al. Relation Between Speech-in-Noise Threshold, Hearing Loss and Cognition from 40–69 Years of Age. *PLOS One*. 2014;9(9):1-10. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0107720>.
 43. Liberman MC, Epstein MJ, Cleveland SS, Wang H, Maison SF. Toward A Differential Diagnosis Of Hidden Hearing Loss In Humans. *PLOS One*. 2016; 11(9): e0162726. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0162726>.
 44. Tu NC, Friedman RA. Age-related hearing loss: Unraveling the pieces. *Laryngoscope Investigative Otolaryngology*. 2017;3(2):68–72. <https://dx.doi.org/10.1002%2Flio2.134>.
 45. Lie A, Skogstad M, Johannessen HA, Tynes T, Mehlum IS, Nordby KC, et al. Occupational noise exposure and hearing: a systematic review. *International Archives of Occupational and Environmental Health*. 2016;89(3):351-372. <https://doi.org/10.1007/s00420-015-1083-5>.
 46. Royster JD. Preventing Noise-Induced Hearing Loss. *North Carolina Medical Journal*. 2017;78(2):113–117. <https://doi.org/10.18043/ncm.78.2.113>.
 47. Fatmawati R, Dewi YA. Karakteristik Penderita Presbiakusis Di Bagian Ilmu Kesehatan THT-KL RSUP DR. Hasan Sadikin Bandung Periode Januari 2012 - Desember 2014. *Jurnal Sistem Kesehatan*. 2016;1(4):201–205. <http://dx.doi.org/10.24198/jsk.v1i4.10381>.
 48. Yuan H, Wang X, Hill K, Chen J, Lemasters J, Yang S. Autophagy Attenuates Noise-Induced Hearing Loss by Reducing Oxidative Stress. *Antioxidants &*

- Redox Signaling*. 2015;22(15):1308-1324. <https://doi.org/10.1089/ars.2014.6004>.
49. Putri H, Nurmayanti D. Paparan Kebisingan, Umur, Masa Kerja, dan Pemakaian APT terhadap Ambang Pendengaran Pekerja. *GEMA Lingkungan Kesehatan*. 2019;17(2):80-86. <http://dx.doi.org/10.36568/kesling.v17i2.1058>.
 50. Huldani. Pengaruh Lama Paparan Kebisingan Menurut Masa Kerja Terhadap Nilai Ambang Dengar Pekerja : Studi Observasional di PT PLN (Persero) Sektor Barito PLTD Trisakti Banjarmasin. *Jurnal Berkala Kedokteran*. 2014;10(2):21-29. <http://dx.doi.org/10.20527/jbk.v10i12.955>.
 51. Mandasari J, Andarani P, Sarminingsih A. Analisis Pengaruh Kebisingan Terhadap Daya Pendengaran Pekerja di FeNi PLANT PT ANTAM (Persero) Tbk. Unit Bisnis Pertambangan Nikel Sulawesi Tenggara. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 2019;6(4):1-11. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/tlingkungan/article/view/25206>.
 52. Manoppo FN, Supit W, Danes VR. Hubungan Antara Kebisingan dan Fungsi Pendengaran pada Petugas PT. Gapura Angkasa di Bandar Udara Sam Ratulangi Manado. *Jurnal e-Biomedik*. 2014;2(1):1-10. <https://doi.org/10.35790/ebm.2.1.2014.3620>.
 53. Sumardiyono, Hartono, Ari P, Setyono P. Pengaruh Bising dan Masa Kerja terhadap Nilai Ambang Pendengaran Pekerja Industri Tekstil. *Journal of Industrial Hygiene and Occupational Health*. 2018;2(2):122–131. <http://dx.doi.org/10.21111/jihoh.v2i2.1883>.
 54. Setyani YT, Sumanto D, Prasetyo DB. Kontribusi Dosis Kebisingan dan Penggunaan APT terhadap Kualitas Pendengaran Pekerja Konfeksi. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Indonesia*. 2018;13(2):23–26. <http://103.97.100.145/index.php/jkmi/article/view/5077>.