

PEDOMAN NASIONAL TATA LAKSANA KLINIS, KOMUNITAS, DAN LINGKUNGAN AKIBAT PAJANAN TIMBAL PADA ANAK DAN IBU HAMIL



KEMENTERIAN KESEHATAN RI

Jakarta

2024



**PEDOMAN NASIONAL
TATA LAKSANA KLINIS, KOMUNITAS, DAN
LINGKUNGAN AKIBAT
PAJANAN TIMBAL PADA ANAK DAN IBU HAMIL**

KEMENTERIAN KESEHATAN RI

Jakarta

2024

**PEDOMAN NASIONAL
TATA LAKSANA KLINIS, KOMUNITAS, DAN LINGKUNGAN AKIBAT
PAJANAN TIMBAL PADA ANAK DAN IBU HAMIL**

Pengarah

dr. Anas Ma'ruf, MKM

Penulis

Kristin Darundiyah, MSi, M.Sc PH

dr. Anna Suraya, MKK, SpOk, Subsp. ToksikO (K), Ph.D.

Dr. dr. Wan Nedra, SpA

Zaitu Asrilla, S.Psi

Kontributor

Indah Deviyanti, SKM, MPH

dr. Sojung Yoon, MPH

dr. Lora Agustina, MKM

DR. dr. R.A. Setio Handryastuti, Sp.A(K)

Zainal Ilyas Nampira, SKM., M.Kes

Dr. Eka Djatnika Nugraha, S.Si., M.Hs.

Basuki Rahmat, ST, MKM

Dra. Deksa Presiana, Apt, M.Kes.

dr. Desak Gede Arie, Sp.A

Ariastuti, S.T

Yodi Mulyadi, SKM, M.Kes

dr. Johannes Hudyono, MS, SpOk.Subsp. ToksikO(K)

dr. Shanny

Yulita Suprihatin, SKM, MKM

Agustin, SKM, M.Kes

Octaria Marhaenrestoe, S.Tr.KL

Alfi Sina Vinci, SKM, MKM

Ferhad Alsadad S.Hut, MSc

Suparmi, SKM, MKM

Maulinawati, S.Farm

Adhana Putri Sihombing, S.Farm., Apt

Dahniar Budiarti, SKM

Meithyra Melviana Simatupang, SKM, MKM

Wydia Savitri, S.Si, Apt, MKM

Dewi Nurul Triastuti, SKM, SH

Fajar Kurniawan, SH, MH

Editor:

dr. Lora Agustina, MKM

Diterbitkan oleh :

Kementerian Kesehatan RI

Dikeluarkan oleh :

Direktorat Penyehatan Lingkungan, Direktorat Jenderal Pencegahan dan Pengendalian Penyakit

Diterbitkan atas kerja sama dengan UNICEF Indonesia dan WHO Indonesia

Hak Cipta dilindungi oleh Undang-Undang



Dilarang memperbanyak buku ini sebagian atau seluruhnya dalam bentuk dan dengan cara apapun juga, baik secara mekanis maupun elektronik termasuk *fotocopy* rekaman dan lain-lain tanpa seijin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Selamat datang dalam buku pedoman nasional yang mengupas tentang "Tata Laksana Klinis, Komunitas dan Lingkungan Akibat Paparan Timbal." Buku ini adalah sebuah panduan penting yang disusun untuk memberikan arahan, pemahaman, dan langkah - langkah tindakan yang diperlukan dalam menghadapi isu serius yang berkaitan dengan paparan timbal dan dampaknya terhadap kesehatan ibu dan anak sebagai bagian dari komunitas dan lingkungan.

Timbal adalah zat beracun yang telah lama menjadi perhatian global karena dampak negatifnya pada kesehatan manusia, terutama pada anak dan ibu hamil. Dalam beberapa dekade terakhir, kesadaran akan bahaya timbal telah semakin meningkat, dan tindakan preventif serta tindakan pengendalian paparan menjadi semakin mendesak. Oleh karena itu, buku ini menjadi penting sebagai panduan bagi klinisi, praktisi sanitasi lingkungan, pemerintah pusat dan daerah, serta institusi lain yang terlibat dalam upaya melindungi masyarakat dari risiko paparan timbal.

Buku ini merupakan hasil kolaborasi dari para ahli, peneliti, dan praktisi yang berkomitmen untuk menghadapi isu timbal dengan pemahaman yang mendalam dan langkah-langkah yang efektif. Kami berharap buku ini dapat memberikan pengetahuan yang kuat, panduan yang jelas, serta kerangka kerja yang komprehensif dalam upaya meminimalkan risiko dan kerusakan yang ditimbulkan oleh paparan timbal.

Kami berterima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam pembuatan buku ini, dan kami berharap bahwa buku pedoman ini akan menjadi sumber informasi yang berharga dalam upaya kita bersama untuk mencapai masyarakat yang sehat dan lingkungan yang lestari. Selamat membaca dan semoga buku ini bermanfaat dalam upaya perlindungan dan pemulihan kesehatan masyarakat kita.

Jakarta, Agustus 2024

Plt. Direktur Jenderal Pencegahan
dan Pengendalian Penyakit



dr. Yudhi Pramono, MARS

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GRAFIK.....	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR SINGKATAN	xi
DAFTAR ISTILAH UMUM	xii
I. PENDAHULUAN	1
II. LANDASAN HUKUM	7
2.1 UNDANG-UNDANG	7
2.2 PERATURAN PEMERINTAH	7
2.3 PERATURAN PRESIDEN DAN KEPUTUSAN PRESIDEN	8
2.4 PERATURAN KEMENTERIAN / LEMBAGA	9
2.5 KEPUTUSAN MENTERI	11
III. METODE PENYUSUNAN PEDOMAN.....	13
3.1 KAJIAN PUSTAKA.....	13
3.2 ADOPSI PEDOMAN TATALAKSANA KLINIS PAJANAN TIMBAL WHO	13
3.3 IDENTIFIKASI MASALAH DI LAPANGAN	13
3.4 KONSULTASI DENGAN PAKAR DAN PEMANGKU KEPENTINGAN.....	14
3.5 PENYIAPAN DOKUMEN DAN TINJAUAN SEJAWAT DAN STAKEHOLDER	14
3.6 UJI COBA PELAKSANAAN.....	14
IV. KARAKTERISTIK DAN SUMBER UTAMA PAJANAN TIMBAL	15
4.1 SIFAT FISIK DAN KIMIA TIMBAL	15
4.2 PENGGUNAAN TIMBAL.....	16

4.3 SUMBER UTAMA PAJANAN TIMBAL DI MASYARAKAT	17
4.3.1 Lingkungan Sekitar, Industri dan Lingkungan Kerja	18
4.3.2 Pangan.....	19
4.3.3 Air Minum	19
4.3.4 Rokok.....	20
4.3.5 Rumah tangga	20
4.3.6 Kosmetik dan obat tradisional	21
4.4 PAJANAN TIMBAL DI INDONESIA	23
4.4.1 Lingkungan Sekitar, Industri dan Lingkungan Kerja	23
4.4.2 Pangan.....	24
4.4.3 Air minum	24
4.4.4 Rokok.....	25
4.4.5 Rumah tangga	25
4.4.6 Kosmetik atau obat tradisional.....	25
V. DAMPAK PAJANAN TIMBAL TERHADAP KESEHATAN ANAK DAN IBU HAMIL	27
5.1 BEBAN PENYAKIT GLOBAL AKIBAT PAJANAN TIMBAL	27
5.2 BIOMONITORING PAJANAN TIMBAL PADA ANAK DAN IBU HAMIL DI INDONESIA	28
5.3 JALUR UTAMA PAJANAN TIMBAL	29
5.4 TOKSIKOKINETIK TIMBAL	30
5.4.1 Penyerapan	31
5.4.2 Distribusi.....	31
5.4.3 Metabolisme	32
5.4.4 Ekskresi.....	32
5.4.5 Transmisi Timbal dari Ibu Hamil ke Janin.....	33
5.4.6 Transmisi Timbal dalam Air Susu Ibu (ASI)	33
5.5 TOKSISITAS TIMBAL	34
5.6 DAMPAK PAJANAN TIMBAL TERHADAP KESEHATAN ANAK DAN IBU HAMIL	36
5.6.1 Dampak pada Gastrointestinal dan Hepar	37

5.6.2	Dampak Neurologis	37
5.6.3	Dampak Hematologi	39
5.6.4	Dampak pada Ginjal	40
5.6.5	Dampak pada Sistem Kardiovaskular	41
5.6.6	Dampak terhadap Sistem Endokrin dan Reproduksi.....	41
5.6.7	Dampak pada Ibu Hamil	41
5.6.8	Dampak terhadap Sistem Imun dan Lainnya	42
5.7	HUBUNGAN DAMPAK TOKSIK DAN KONSENTRASI TIMBAL DALAM DARAH	42
5.8	DAMPAK JANGKA PANJANG ATAU PROGNOSIS KERACUNAN TIMBAL.....	44
VI.	DIAGNOSIS PAJANAN DAN KERACUNAN TIMBAL.....	45
6.1	RIWAYAT PAJANAN DAN GEJALA KLINIS.....	45
6.2	PEMERIKSAAN RADIOLOGI DAN PENUNJANG LAINNYA.....	47
6.3	PEMERIKSAAN KADAR TIMBAL DALAM DARAH	49
VII.	TATA LAKSANA PAJANAN TIMBAL PADA ANAK DAN IBU HAMIL	53
7.1	IDENTIFIKASI PAJANAN TIMBAL	53
7.2	IDENTIFIKASI KADAR TIMBAL DALAM DARAH	61
7.3	TINGKAT RISIKO BERDASAR IDENTIFIKASI PAJANAN TIMBAL DAN KADAR TIMBAL DARAH.....	61
7.3.1	Risiko Tingkat 0	62
7.3.2	Risiko Tingkat 1	62
7.3.3	Risiko Tingkat 2	63
7.3.4	Risiko Tingkat 3	63
7.4	TATA LAKSANA BERBASIS RISIKO	67
7.5	IMPLEMENTASI DAN ALUR PENILAIAN RISIKO PAJANAN TIMBAL.....	72
7.6	GAMBARAN UMUM DUKUNGAN, PERAWATAN, DAN TINDAK LANJUT INDIVIDU DAN KOMUNITAS.....	77
VIII.	RUJUKAN DAN LAPORAN	94
	DAFTAR PUSTAKA	100
	LAMPIRAN	112

DAFTAR GRAFIK

Grafik 1. Dampak Paparan Timbal terhadap Kesehatan Berdasarkan Tingkat Pendapatan Negara, 1990-2017.....	28
Grafik 2. Penurunan 5-Poin Nilai IQ per 100 Juta Penduduk Akibat Timbal	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Timbal Elemen.....	16
Gambar 2. Timbal Tetraetil.....	16
Gambar 3. Timbal Oksida.....	16
Gambar 4. Komoditas Timbal Global.....	17
Gambar 5. Sumber Dan Jalur Utama Paparan Timbal.....	22
Gambar 6. Distribusi Perdagangan Baterai Bertimbal Di Indonesia.....	26
Gambar 7. Toksikokinetik Timbal di Dalam Tubuh.....	34
Gambar 8. Ilustrasi Hambatan Pelepasan Neurotransmitter oleh Timbal.....	36
Gambar 9. Garis Timbal pada Gusi.....	37
Gambar 10. Garis Timbal pada Gusi.....	37
Gambar 11. Granula Basofilik Sebagai Salah Satu Efek Keracunan Timbal.....	40
Gambar 12. Hubungan Antara Kadar Timbal Dalam Darah Dan Efek Kesehatan.....	43
Gambar 13. Gejala Keracunan Timbal Pada Anak.....	47
Gambar 14. Gambaran Radiologi Yang Menunjukkan Garis Timbal.....	48
Gambar 15. Citra Benda Asing Pada Saluran Cerna.....	48
Gambar 16. Keramik Dan Kaca Yang Telah Dilapisi Dengan Cat yang Mengandung Timbal.....	59
Gambar 17. Keramik Dan Kaca Yang Telah Dilapisi Dengan Cat yang Mengandung Timbal.....	59
Gambar 18. Pipa Dari Timbal.....	60
Gambar 19. Kosmetik Mengandung Timbal.....	60
Gambar 20. Pemberat Tirai Mengandung Timbal.....	60
Gambar 21. Infografik Tentang Kadar Timbal di Taman Bermain di Jakarta.....	60
Gambar 22. Alur Penilaian Risiko Dan Tata Laksana Paparan Timbal Berdasarkan Hasil Skrining Menggunakan Kuesioner Pada Komunitas.....	74
Gambar 23. Alur Penilaian Risiko Dan Tata Laksana Paparan Timbal Berdasarkan Hasil Skrining Menggunakan Kuesioner Pada Fasilitas Kesehatan.....	75
Gambar 24. Contoh Konseling Kesehatan Lingkungan berdasar Masalah Untuk Paparan Timbal.....	76

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kuesioner Penilaian Risiko Paparan Timbal Berdasar Informasi Paparan Timbal Dan Kadar Timbal Dalam Darah	64
Tabel 2. Ringkasan Tingkat Risiko Paparan Timbal Berdasarkan Identifikasi Paparan Timbal dan Kadar Timbal dalam Darah.....	66
Tabel 3. Tata Laksana Paparan Timbal Berbasis Risiko	71
Tabel 4. Rekomendasi WHO untuk Intervensi Klinis Paparan Timbal	81
Tabel 5. Rekomendasi WHO untuk Intervensi Gizi pada Individu Terpajan Timbal .	83
Tabel 6. Rekomendasi WHO Untuk Dekontaminasi Gastrointestinal Pada Individu Setelah Menelan Benda Asing Mengandung Timbal	85
Tabel 7. Contoh Penentuan Tindakan Hasil Konseling Kesehatan Lingkungan Untuk Paparan Timbal.....	88
Tabel 8. Rekomendasi WHO Untuk Terapi Kelasi Pada Anak, Ibu Hamil, Dan Menyusui yang Terpajan Timbal.....	92
Tabel 9. Obat Untuk Terapi Kelasi Timbal Sesuai Rekomendasi WHO	93
Tabel 10. Jadwal Untuk Evaluasi Kadar Timbal Dalam Darah Setelah Tindakan Berdasarkan Referensi WHO.....	95
Tabel 11. Jadwal Untuk Evaluasi Kadar Timbal Darah Pada Ibu Hamil	95
Tabel 12. Formulir Laporan Kasus Paparan Timbal Dari Puskesmas atau Fasilitas Kesehatan Lainnya	97
Tabel 13. Formulir Pemantauan Kasus Paparan Timbal	98

DAFTAR SINGKATAN

B3	: Bahan Berbahaya dan Beracun
BBLR	: Berat Badan Lahir Rendah
BLL	: <i>Blood Lead Level</i> (Kadar Timbal dalam Darah)
BPOM	: Badan Pengawasan Obat dan Makanan
BPJS	: Badan Penyelenggara Jaminan Sosial
BSID	: <i>Bayley Scales of Infant Development</i>
DALY	: <i>Disability Adjusted Life Years</i>
FKTP	: Fasilitas Kesehatan Tingkat Primer
FKRTL	: Fasilitas Kesehatan Rujukan Tingkat Lanjut
GF-AAS	: <i>Graphite Furnace Atomic Absorption Spectrometry</i>
ICD	: <i>International Classification of Disease</i>
ICP-MS	: <i>Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry</i>
IHME	: <i>Institute of Health Metrics and Evaluation</i>
LPG	: Liquefied Petroleum Gas (Gas Minyak Cair)
MDI	: <i>Mental Development Index</i>
MRI	: <i>Magnetic Resonance Imaging</i>
PVC	: <i>Polyvinyl Chloride</i>
ULAB	: <i>Used Lead-Acid Batteries</i>
WHO	: <i>World Health Organizatio</i>

DAFTAR ISTILAH UMUM

Anemia: suatu keadaan dimana jumlah sel darah merah atau konsentrasi hemoglobin di bawah nilai batas yang ditentukan, akibatnya menurunkan kapasitas darah untuk mengangkut oksigen keseluruh tubuh

Aborsi spontan: disebut juga keguguran yaitu kehamilan yang berakhir ketika usia janin di bawah 20 minggu atau berat janin kurang dari 400 g

Agitasi: merujuk pada keadaan gelisah, cemas, atau kegugupan yang seringkali disertai dengan gerakan yang tidak terkoordinasi atau hiperaktivitas. Ini adalah keadaan di mana seseorang tidak dapat tenang atau merasa tidak nyaman.

Anoreksia: gangguan makan yang ditandai oleh penolakan untuk makan atau konsumsi makanan dalam jumlah yang cukup.

Ataksia: gangguan neurologis yang mempengaruhi koordinasi gerakan otot, mengakibatkan ketidakmampuan untuk mengendalikan gerakan dengan baik.

Avtur: bahan bakar pesawat terbang yang biasanya digunakan dalam industri penerbangan.

Ayurveda: sistem pengobatan tradisional India yang menggunakan herbal, diet, dan teknik-teknik lain untuk mencapai keseimbangan tubuh dan kesehatan.

Cemaran: kehadiran zat-zat berbahaya atau kontaminan yang dapat mengancam kesehatan manusia atau lingkungan.

Cerebral Palsy: gangguan pergerakan permanen yang terjadi pada awal kehidupan akibat kerusakan pada otak, yang dapat mempengaruhi koordinasi dan kemampuan bergerak.

Daur Ulang: proses mengumpulkan, memproses, dan menggunakan kembali bahan-bahan yang telah digunakan untuk mengurangi limbah dan dampak lingkungan.

Dekontaminasi: proses membersihkan atau menghilangkan kontaminan atau zat berbahaya dari suatu area atau bahan.

Ensefalopati: gangguan fungsi otak yang dapat menyebabkan perubahan perilaku dan kesadaran.

Epifisis: ujung akhir tulang panjang yang masih dalam pertumbuhan dan berperan penting dalam pertumbuhan tulang.

Ferritin: protein yang mengikat dan menyimpan zat besi dalam tubuh.

Galena: mineral timbal sulfida dengan komposisi kimia PbS yang merupakan bijih utama timbal dan ditambang dari sejumlah besar deposit di banyak negara.

Granular Basofilik: butiran granular berwarna biru keunguan yang terdapat dalam sitoplasma sel darah putih tertentu yang disebut basofil.

Hemoglobin: Protein dalam sel darah merah yang berperan dalam mengangkut oksigen dari paru dan ke seluruh tubuh.

Hiperaktif: Tingkat aktivitas yang sangat tinggi atau berlebihan.

Idiopatik: Merujuk pada kondisi medis dimana penyebabnya tidak diketahui atau tidak jelas.

Impuritas: zat-zat tambahan atau kontaminan yang hadir dalam suatu bahan atau substansi, biasanya dalam jumlah kecil atau tidak diharapkan.

Kohl: substansi kosmetik yang digunakan untuk menghiasi mata, terutama dalam budaya Timur Tengah.

Kraha: padatan sisa proses daur ulang timbal

Kontaminasi: kehadiran zat asing atau zat berbahaya dalam lingkungan atau bahan yang seharusnya bersih.

Logam Berat: kelompok logam yang memiliki massa jenis tinggi dan densitas yang lebih besar daripada banyak unsur lainnya. Densitas tinggi ini menyebabkan logam berat memiliki berat jenis yang lebih besar daripada air.

Laten: Tersembunyi atau tidak aktif dalam suatu keadaan tertentu.

Malaise: adalah perasaan ketidaknyamanan secara umum atau ketidaksehatan yang seringkali sulit untuk dijelaskan secara spesifik. Orang yang mengalami malaise mungkin merasa lemah, letih, atau tidak enak badan tanpa gejala atau penyebab yang jelas.

Pengkelat: senyawa kimia yang digunakan untuk mengikat ion logam dan mencegah interaksi logam tersebut dengan zat lain.

Pica: kebiasaan mengonsumsi benda-benda yang tidak biasanya dimakan, seperti tanah atau kertas.

Refrakter: kondisi dimana tubuh tidak merespon dengan baik suatu tindakan pengobatan.

Remediasi: kegiatan untuk memulihkan permukaan tanah yang tercemar

Skrining: suatu proses pemeriksaan atau penapisan yang dilakukan secara sistematis untuk mengidentifikasi individu yang berisiko terkena suatu penyakit atau kondisi medis tertentu.

Stunting: kondisi gagal pertumbuhan pada anak yang menyebabkan tinggi badan lebih pendek dari yang seharusnya sesuai dengan usianya.

Stupor: keadaan medis di mana seseorang menjadi sangat bingung atau tidak responsif terhadap rangsangan eksternal. Orang yang mengalami stupor mungkin tampak seperti dalam keadaan "mengantuk berat" dan sulit untuk dibangunkan atau berinteraksi.

Suplemen: produk makanan atau zat yang ditujukan untuk menyediakan nutrisi tambahan atau komponen biologis yang mungkin kurang dalam makanan sehari-hari seseorang

Tes Konfirmasi: tes yang dilakukan untuk memastikan hasil positif atau negatif dari tes sebelumnya.

Toksikokinetik: cabang ilmu farmakologi dan ilmu toksikologi yang mempelajari perjalanan senyawa kimia dalam tubuh manusia atau organisme lainnya setelah senyawa tersebut masuk ke dalam tubuh melalui berbagai rute paparan, seperti melalui mulut, inhalasi, atau kulit.

KATA PENGANTAR

Selamat datang dalam buku pedoman nasional yang mengupas tentang "Tata Laksana Klinis, Komunitas, dan Lingkungan Akibat Paparan Timbal." Buku ini adalah sebuah panduan penting yang disusun untuk memberikan arahan, pemahaman, dan langkah-langkah tindakan yang diperlukan dalam menghadapi isu serius yang berkaitan dengan paparan timbal dan dampaknya terhadap kesehatan ibu dan anak sebagai bagian dari komunitas dan lingkungan.

Timbal adalah zat beracun yang telah lama menjadi perhatian global karena dampak negatifnya pada kesehatan manusia, terutama pada anak dan ibu hamil. Dalam beberapa dekade terakhir, kesadaran akan bahaya timbal telah semakin meningkat, dan tindakan preventif serta tindakan pengendalian paparan menjadi semakin mendesak. Oleh karena itu, buku ini menjadi penting sebagai panduan bagi klinisi, praktisi sanitasi lingkungan, pemerintah pusat dan daerah, serta institusi lain yang terlibat dalam upaya melindungi masyarakat dari risiko paparan timbal.

Buku ini merupakan hasil kolaborasi dari para ahli, peneliti, dan praktisi yang berkomitmen untuk menghadapi isu timbal dengan pemahaman yang mendalam dan langkah-langkah yang efektif. Kami berharap buku ini dapat memberikan pengetahuan yang kuat, panduan yang jelas, serta kerangka kerja yang komprehensif dalam upaya meminimalkan risiko dan kerusakan yang ditimbulkan oleh paparan timbal.

Kami berterima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam pembuatan buku ini, dan kami berharap bahwa buku pedoman ini akan menjadi sumber informasi yang berharga dalam upaya kita bersama untuk mencapai masyarakat yang sehat dan lingkungan yang lestari. Selamat membaca dan semoga buku ini bermanfaat dalam upaya perlindungan dan pemulihan kesehatan masyarakat kita

I. PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Indonesia merupakan negara dengan populasi anak terbesar keempat di dunia dengan total sekitar 80 juta anak [1]. Besarnya populasi ini merupakan aset bangsa yang sangat berharga untuk kesinambungan pembangunan Indonesia di masa depan. Dalam satu dekade terakhir, Indonesia telah mencatat beberapa kemajuan dalam menurunkan kematian anak, namun masih banyak tantangan yang perlu diatasi untuk mewujudkan anak Indonesia yang sehat dan sejahtera.

Cemaran logam berat salah satunya adalah Timbal (Pb) atau yang biasa dikenal dengan timah hitam, merupakan salah satu ancaman terhadap kesehatan anak Indonesia yang bersifat laten. Laporan yang berjudul *The Toxic Truth: Children's exposure to lead pollution undermines a generation of potential* menyatakan bahwa proses daur ulang aki bekas yang mengandung asam dan timbal, yang dilakukan tidak memenuhi standar adalah penyebab utama pajanan dan keracunan timbal pada anak di negara-negara berpendapatan rendah dan menengah, termasuk Indonesia [2]. Selain sumber-sumber tersebut penelitian dari Pure Earth menemukan pajanan timbal dalam jumlah yang signifikan pada cat, peralatan masak yang terbuat dari logam, kosmetik, dan mainan yang beredar di Indonesia [3].

Timbal merupakan bahan beracun bagi kesehatan dan bertanggung jawab atas hampir 1,5 persen angka kematian global. Timbal diperkirakan menyumbang 21,7 juta tahun kerugian karena kecacatan dan kematian (DALYs) di seluruh dunia akibat dampak jangka panjang pada kesehatan, dengan beban global kecacatan intelektual idiopatik sebanyak 30 persen [4]. Pada anak, dampak terbesar pajanan timbal terjadi pada otak dimana timbal dapat mempengaruhi perkembangan otak dan sistem saraf pusat yang dapat menyebabkan penurunan intelegensi, penurunan kemampuan proses belajar, gangguan perilaku, peningkatan kecenderungan perilaku kasar, gangguan pendengaran dan bicara, gangguan hiperaktif atau hiperaktivitas, gangguan koordinasi motorik halus, dan penurunan kemampuan verbal [4-6].

Dampak paling besar terhadap gangguan neurologis, kognitif, fisik, dan bahkan ancaman kematian terjadi pada anak usia di bawah 5 tahun [7,8].

Institute of Health Metrics and Evaluation (IHME) 2017 memperkirakan 8 juta anak Indonesia terpajan timbal [9]. Perkiraan dari badan peneliti internasional lainnya melaporkan angka yang bahkan lebih tinggi [10]. Penelitian di beberapa kota di Indonesia menemukan bahwa rata-rata kandungan timbal dalam sampel darah anak sekolah dasar lebih dari 5µg/dL, kadar yang menurut WHO harus mendapat intervensi. Di lain pihak, WHO juga menyatakan bahwa hingga saat ini tidak diketahui kadar aman pajanan timbal untuk kesehatan. Pajanan timbal bahkan dalam kadar yang dianggap relatif rendah, menunjukkan dampak signifikan terhadap kesehatan anak dan mengganggu perkembangan kognitif. Beberapa penelitian juga menemukan bahwa pajanan timbal pada anak menunjukkan dampak signifikan terhadap kejadian *stunting* [7,8]. Bahkan dilaporkan juga bahwa keracunan timbal pada usia dini bertanggung jawab terhadap tingginya kriminalitas pada usia dewasa [6].

Timbal mudah melewati plasenta melalui difusi pasif dan telah terdeteksi di otak janin sejak akhir trimester pertama. Oleh sebab itu, ancaman pada perkembangan anak dapat terjadi sejak anak dalam masa prenatal bila kadar timbal darah dalam ibu hamil tinggi. Pajanan pada ibu hamil, bahkan pada tingkat yang rendah, berhubungan dengan gangguan pertumbuhan janin, berat badan lahir rendah, hipertensi, preeklamsia, kelahiran prematur, dan aborsi spontan. Penelitian di Amerika Serikat melaporkan bahwa perubahan 1 deviasi standar kadar timbal darah ibu hamil bertanggung jawab terhadap penurunan skor *Mental Development Index* (MDI) sebanyak 3,5 poin [11]. Lebih jauh, penelitian di Bangladesh melaporkan bahwa setiap peningkatan 1 µg/dL timbal dalam darah tali pusat berhubungan dengan penurunan skor indeks perkembangan mental *Bayley Scales of Infant Development* (BSID) sebesar 0,6 poin pada usia 3 dan 6 bulan [12,13]. Walaupun data tentang pajanan timbal pada ibu hamil di Indonesia masih terbatas, namun sebuah studi pada ibu hamil di lokasi yang tercemar timbal melaporkan lebih dari 60% ibu hamil memiliki kadar timbal darah >5 µg/dL [14].

Seriusnya ancaman pajanan timbal pada anak tampaknya belum diimbangi dengan ketersediaan fasilitas yang sepadan dalam menunjang tata laksana pajanan timbal. Pedoman tata laksana keracunan timbal baik akut maupun kronis, belum tersedia secara memadai di Indonesia maupun di banyak negara lain di dunia. Untuk itu, pada tahun 2021, WHO mengeluarkan rekomendasi dan pedoman tata laksana klinis pajanan timbal agar dapat diimplementasikan di negara-negara anggotanya. Panduan tata laksana tersebut sangat dibutuhkan untuk membantu dokter, tenaga medis dan non medis lainnya dalam mengambil keputusan tentang diagnosis, pengobatan, dan intervensi lainnya pada pasien dalam berbagai kasus pajanan dan keracunan timbal [15]. Ketersediaan rujukan pedoman tata laksana pajanan timbal dari WHO memberikan kemudahan bagi banyak negara untuk membuat pedoman nasional pajanan timbal, termasuk Indonesia.

Pedoman nasional tata laksana pajanan timbal Indonesia dibangun dengan mengadopsi rekomendasi pedoman WHO dibarengi dengan memberikan muatan lokal untuk menyesuaikan dengan struktur dan kapasitas sistem kesehatan nasional, ketersediaan obat esensial, dan kapasitas laboratorium yang tersedia. Pedoman ini juga memuat informasi spesifik tentang sumber pajanan timbal di Indonesia dan riset mengenai kadar timbal dalam darah anak dan ibu hamil di Indonesia. Selain itu, meskipun tidak termasuk dalam pedoman WHO, identifikasi dan skrining anak dan ibu hamil berdasarkan tingkat risiko yang mengadopsi dari CDC juga disajikan pada pedoman ini karena dipandang sebagai bagian penting dari adaptasi nasional saat ini [15,16]. Oleh karena itu, pedoman ini dapat disebut sebagai pedoman yang komprehensif yang memuat tata laksana klinis, komunitas, dan lingkungan akibat pajanan timbal pada anak dan ibu hamil.

Ketersediaan panduan tata laksana klinis, komunitas, dan lingkungan akibat pajanan timbal sangat dibutuhkan di Indonesia untuk melindungi, mencegah dan mengobati warga negara dari pajanan dan keracunan timbal yang berbahaya khususnya pada anak Indonesia dengan juga memperhatikan masa prenatal saat masih dalam kandungan.

1.2. TUJUAN

1.2.1 Tujuan Umum

Pedoman ini disusun untuk membantu dokter, profesional kesehatan dan non kesehatan lainnya dalam melakukan tatalaksana klinis, komunitas, dan lingkungan akibat pajanan timbal pada anak dan ibu hamil.

1.2.2 Tujuan Khusus

- a. Menjelaskan tentang timbal dan dampak kesehatan pada manusia.
- b. Memberikan gambaran sumber pajanan timbal di Indonesia.
- c. Menyediakan langkah untuk menetapkan diagnosis klinis dan laboratoris pajanan timbal pada anak dan ibu hamil.
- d. Menyediakan instrumen untuk mengidentifikasi tingkat risiko pajanan timbal pada anak dan ibu hamil.
- e. Menjelaskan tata laksana pajanan timbal sesuai dengan tingkat risiko pajanan timbal pada anak dan ibu hamil.
- f. Menjelaskan pilihan intervensi untuk mengurangi dan mencegah pajanan timbal pada anak dan ibu hamil baik untuk individu, masyarakat, dan lingkungan.
- g. Memberikan panduan untuk rujukan dan pelaporan tata laksana pajanan timbal pada anak dan ibu hamil.

1.3. RUANG LINGKUP

Ruang lingkup pedoman ini mencakup

- 1.3.1 Informasi mengenai latar belakang, epidemiologi, dampak, dan besaran masalah pajanan dan keracunan timbal di Indonesia.
- 1.3.2 Identifikasi, penilaian risiko, dan tatalaksana baik secara klinis, komunitas, dan lingkungan akibat pajanan timbal pada anak dan ibu hamil.
- 1.3.3 Tata laksana berbasis bukti yang telah direkomendasi oleh WHO yang terdiri dari interpretasi konsentrasi timbal dalam darah, dekontaminasi gastrointestinal (GI) setelah menelan timbal, suplementasi gizi untuk mengurangi dampak pajanan timbal, dan terapi kelasi untuk membantu menurunkan kadar timbal dalam darah [14].
- 1.3.4 Tindak lanjut perawatan, pelaporan, dan pengawasan.

1.4. SASARAN

Pedoman ini dapat digunakan oleh dokter umum, petugas kesehatan masyarakat, tenaga sanitasi lingkungan (TSL), kader, dokter spesialis anak, dokter spesialis kebidanan dan kandungan, dokter spesialis radiologi, dokter spesialis bedah, dokter spesialis patologi klinik, dokter spesialis kedokteran okupasi, dokter spesialis kesehatan jiwa, dokter spesialis kedokteran fisik dan rehabilitasi, dokter spesialis farmakologi klinis, badan penyelenggara asuransi, dan petugas atau profesional kesehatan ataupun non kesehatan lainnya yang terkait. Pedoman ini juga dapat menjadi rujukan bagi pemangku kebijakan baik kementerian maupun lembaga di tingkat nasional maupun lokal, lembaga sosial kemasyarakatan dan lainnya dalam menjalankan program perlindungan untuk anak dan ibu hamil.

1.5. ISTILAH /DEFINISI PENTING DALAM TATA LAKSANA PAJANAN TIMBAL

- 1.5.1 Anak adalah seseorang yang berusia di bawah 18 tahun.
- 1.5.2 Ibu hamil adalah wanita yang sedang mengandung dan dalam periode prenatal sebelum melahirkan.
- 1.5.3 Pajanan/*exposure* adalah kontak aktual dengan suatu substansi melalui saluran cerna, inhalasi, penyerapan kulit, atau injeksi pada tubuh tanpa menghiraukan apakah terjadi manifestasi klinis/dampak atau tidak.
Contoh: kontak dengan air atau makanan yang terkontaminasi, kontak dengan bahan kimia iritan, kontak dengan udara terkontaminasi [17,18].
- 1.5.4 Keracunan adalah terjadinya dampak kesehatan yang merugikan yang terjadi akibat pajanan [17,18].
Contoh: terjadinya hemolisis akibat gigitan ular berbisa, paranoid setelah mengonsumsi mariyuana, dan kerusakan ginjal akibat pajanan logam berat.
- 1.5.5 Biomonitoring manusia adalah metode penilaian pajanan bahan kimia pada manusia melalui pengukuran bahan kimia, metabolit, atau reaksi yang dihasilkan pada spesimen tubuh manusia [19].
- 1.5.6 Kontaminasi adalah terdapatnya suatu bahan kimia atau zat yang tidak diinginkan pada suatu bahan, proses atau lingkungan yang bersih [20].
- 1.5.7 Toksisitas adalah kemampuan suatu zat untuk menyebabkan dampak racun yang mengakibatkan kerusakan atau kematian setelah terpajan zat tersebut [21].
- 1.5.8 Terapi kelasi adalah prosedur medis untuk membuang logam berat pada tubuh manusia dengan menggunakan obat atau agen kelasi [15].

II. LANDASAN HUKUM

2.1. UNDANG-UNDANG

- 2.1.1. Undang-Undang Nomor 8 tahun 1999 tentang Perlindungan Konsumen
- 2.1.2. Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2007 tentang Rencana Pembangunan Jangka Panjang Nasional Tahun 2005 – 2025
- 2.1.3. Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah
- 2.1.4. Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 140, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5059)
- 2.1.5. Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan
- 2.1.6. Undang-Undang Nomor 7 Tahun 2014 tentang Perdagangan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2014 Nomor 45, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5512)
- 2.1.7. Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2014 tentang Perindustrian (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2014 Nomor 4, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 5492)
- 2.1.8. Undang-Undang Nomor 23 Tahun 2014 tentang Pemerintahan Daerah. Undang-Undang Nomor 2 Tahun 2015 tentang Standardisasi dan Penilaian Kesesuaian
- 2.1.9. Undang-undang Nomor 17 Tahun 2023 tentang Kesehatan

2.2. PERATURAN PEMERINTAH

- 2.2.1. Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 74 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Bahan Berbahaya dan Beracun

- 2.2.2. Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan
- 2.2.3. Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 34 Tahun 2018 tentang Sistem Standardisasi dan Penilaian Kesesuaian Nasional
- 2.2.4. Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup
- 2.2.5. Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 27 Tahun 2020 tentang Pengelolaan Sampah Spesifik
- 2.2.6. Peraturan Pemerintah Nomor 86 Tahun 2019 tentang Keamanan Pangan

2.3. PERATURAN PRESIDEN DAN KEPUTUSAN PRESIDEN

- 2.3.1. Keputusan Presiden Nomor 61 Tahun 1993 tentang Pengesahan *Basel Convention On The Control Of Transboundary Movements Of Hazardous Wastes And Their Disposal*
- 2.3.2. Peraturan Presiden Nomor 47 tahun 2005 tentang Pengesahan Amendment To The Basel Convention On The Control Of Transboundary Movements Of Hazardous Wastes And Their Disposal (Amandemen atas Konvensi Basel tentang Pengawasan Perpindahan Lintas Batas Limbah Berbahaya Dan Pembuangannya)
- 2.3.3. Peraturan Presiden Nomor 60 Tahun 2005 tentang Pengesahan Framework Agreement Between The Government of The Republic of Indonesia and The Secretariat of The Basel Convention on The Control of Transboundary Movements Of Hazardous Wastes And Their Disposal on The Establishment of A Basel Convention Regional Centre for Training and Technology Transfer for Southeast Asia

- 2.3.4. Peraturan Presiden Nomor 72 Tahun 2012 tentang Sistem Kesehatan Nasional
- 2.3.5. Peraturan Presiden Nomor 59 Tahun 2017 tentang Pelaksanaan Pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan
- 2.3.6. Peraturan Presiden Nomor 18 Tahun 2020 tentang Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional Tahun 2020-2024

2.4. PERATURAN KEMENTERIAN / LEMBAGA

- 2.4.1. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang Panduan Praktik Klinis bagi Dokter di Fasilitas Kesehatan Primer
- 2.4.2. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 88 Tahun 2014 tentang Standar Tablet Tambah Darah bagi Wanita Usia Subur dan Ibu Hamil
- 2.4.3. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2015 tentang Penyelenggaraan Pelayanan Kesehatan Lingkungan di Puskesmas
- 2.4.4. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 70 Tahun 2016 tentang Standar dan Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Industri
- 2.4.5. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 7 Tahun 2019 tentang Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit
- 2.4.6. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 813 Tahun 2019 tentang Formularium Nasional
- 2.4.7. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 5 Tahun 2022 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Kesehatan

- 2.4.8. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 tentang Peraturan Pelaksanaan Peraturan Pemerintah Nomor 66 Tahun 2014 tentang Kesehatan Lingkungan.
- 2.4.9. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan 4 Tahun 2021 tentang Daftar Usaha dan/atau Kegiatan yang Wajib Memiliki Analisis mengenai Dampak Lingkungan Hidup dan Upaya Pemantauan Lingkungan Hidup atau Surat Pernyataan Kesanggupan Pengelola
- 2.4.10. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan P.101/Menlhk/Setjen/Kum.1/11/2018 tentang Pedoman Pemulihan Lahan Terkontaminasi Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun
- 2.4.11. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan P.36/Menlhk/Setjen/Kum.1/6/2017 tentang Tata Cara Registrasi dan Notifikasi Bahan Berbahaya dan Beracun
- 2.4.12. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 74 Tahun 2019 tentang Program Kedaruratan Pengelolaan Bahan Berbahaya dan Beracun dan/atau Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun
- 2.4.13. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan 03 Tahun 2008 tentang Tata Cara Pemberian Simbol dan Label Bahan Berbahaya dan Beracun
- 2.4.14. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan 02 Tahun 2010 tentang Penggunaan Sistem Elektronik Registrasi Bahan Berbahaya dan Beracun dalam Kerangka Indonesia National Single Window di Kementerian Lingkungan Hidup
- 2.4.15. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan 6 Tahun 2021 tentang Tata Cara dan Persyaratan Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun

- 2.4.16. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan 15 Tahun 2021 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan
- 2.4.17. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 29/Prt/M/2006 tentang Pedoman Persyaratan Teknis Bangunan Gedung
- 2.4.18. Peraturan Menteri Perdagangan Nomor 69 Tahun 2018 tentang Pengawasan Barang Beredar dan/atau Jasa
- 2.4.19. Peraturan Badan POM Nomor 9 Tahun 2022 tentang Persyaratan Cemarkan Logam Berat dalam Pangan Olahan
- 2.4.20. Peraturan Badan POM Nomor 13 Tahun 2023 tentang Kategori Pangan
- 2.4.21. Peraturan Dirjen. Basis Industri Manufaktur No. 02/BIM/PER/1/2014 Tentang Pelaksanaan Pemberlakuan Standar Nasional Indonesia (SNI) Mainan Secara Wajib
- 2.4.22. Peraturan BPOM Nomor 12 Tahun 2019 tentang Cemarkan dalam Kosmetik
- 2.4.23. Peraturan BPOM Nomor 32 Tahun 2019 tentang Persyaratan Keamanan dan Mutu Obat Tradisional.

2.5. KEPUTUSAN MENTERI

- 2.5.1. Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor 191 Tahun 2019 Penetapan SKKNI Kategori Pengelolaan Air, Pengelolaan Air Limbah, Pengelolaan dan Daur Ulang Sampah, dan Aktivitas Remediasi Golongan Pokok Pengelolaan dan Daur Ulang Sampah Bidang Pengelolaan Limbah Bahan

- 2.5.2. Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor 232 Tahun 2020 tentang Penetapan SKKNI Kategori Aktivitas Kesehatan Manusia dan aktivitas sosial Golongan Pokok Aktivitas Kesehatan Manusia Bidang Sanitasi Lingkungan
- 2.5.3. Keputusan Menteri Perindustrian dan Perdagangan Nomor 705/MPP/Kep/11/2003 tentang Persyaratan Teknis Industri Air Minum Dalam Kemasan dan Perdagangannya
- 2.5.4. Permen LHK No.56 Tahun 2015; Tentang Tata Cara dan Persyaratan Teknis Pengelolaan Limbah B3 Fasyankes

III. METODE PENYUSUNAN PEDOMAN

Penyusunan pedoman ini mengikuti langkah-langkah berikut sehingga menjadi sebuah pedoman yang dapat digunakan. Penyusunan diawali dengan melakukan kajian pustaka, konsultasi dengan pemangku kepentingan, wawancara, kunjungan lapangan, diskusi dengan sejawat dan uji coba pelaksanaan untuk memastikan bahwa pedoman dapat diimplementasikan di lapangan.

3.1. KAJIAN PUSTAKA

Kajian pustaka dilakukan untuk mengidentifikasi berbagai literatur termasuk hasil kajian dari lembaga atau instansi terkait baik yang berasal dari dalam maupun luar negeri yang terkait dengan pajanan timbal dan efek kesehatan yang ditimbulkan. Kajian pustaka juga dilaksanakan untuk memperoleh gambaran tentang besaran masalah di dalam negeri serta sumber daya baik yang berupa manusia, fasilitas, kebijakan, pedoman, maupun layanan yang sudah tersedia di Indonesia sehingga dapat menjadi bahan rujukan dalam membangun pedoman yang dapat diimplementasikan dengan baik.

3.2. ADOPSI PEDOMAN TATALAKSANA KLINIS PAJANAN TIMBAL WHO

Pedoman tatalaksana klinis pajanan timbal yang sudah diterbitkan WHO pada tahun 2021 memberikan dasar tata laksana klinis berbasis bukti yang telah dipublikasikan. Adopsi seluruh rekomendasi tatalaksana klinis pajanan timbal yang telah disediakan WHO memberikan fasilitasi bagi kemudahan penyusunan pedoman nasional ini. Pedoman ini juga merujuk rekomendasi dari *Centre for Disease Prevention and Control* (CDC) dalam menetapkan tingkat risiko pajanan timbal.

3.3. IDENTIFIKASI MASALAH DI LAPANGAN

Penyusunan pedoman ini mempertimbangkan kemungkinan akan kemudahan implementasi di lapangan. Untuk itu, dilakukan kunjungan lapangan ke dua daerah terpilih yaitu Kabupaten Bogor dan Tegal untuk mempelajari praktik pelaksanaan

kebijakan, pedoman, dan layanan yang tersedia di puskesmas dan rumah sakit rujukan. Praktik yang sudah biasa dilakukan di fasilitas-fasilitas kesehatan diadopsi ke dalam pedoman tata laksana klinis ini.

3.4. KONSULTASI DENGAN PAKAR DAN PEMANGKU KEPENTINGAN

Sejak awal perencanaan pembuatan pedoman, tim penyusun sudah berdiskusi dan mendapatkan masukan dari berbagai pihak, termasuk Kementerian Kesehatan, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Badan Pengawasan Obat dan Makanan, organisasi profesi, dan mitra terkait lainnya.

3.5. PENYIAPAN DOKUMEN DAN TINJAUAN SEJAWAT DAN STAKEHOLDER

Draf dokumen yang telah disusun oleh tim penyusun dipresentasikan di hadapan sejawat, ahli, dan pemangku kepentingan lainnya untuk mendapatkan input baik berupa saran maupun koreksi. Peninjauan sejawat meliputi klinisi yang berpotensi untuk menggunakan pedoman ini ketika menangani kasus pajanan timbal.

3.6. UJI COBA PELAKSANAAN

Untuk memastikan bahwa pedoman dapat diimplementasikan dengan baik di lapangan maka dilakukan pelatihan serta uji coba pelaksanaan pedoman bagi petugas kesehatan di fasilitas kesehatan di dua kabupaten terpilih. Evaluasi terhadap hasil proyek percontohan pelaksanaan pedoman dijadikan rujukan untuk membuat draf final tatalaksana klinis pajanan timbal yang siap dipublikasikan dan diimplementasikan secara nasional.

IV. KARAKTERISTIK DAN SUMBER UTAMA PAJANAN TIMBAL

4.1 SIFAT FISIK DAN KIMIA TIMBAL

Timbal atau Pb (Plumbum) merupakan material alami yang keberadaannya melimpah di kerak bumi. Sumber utama timbal adalah galena, yaitu timbal sulfida. Ia adalah logam yang berkilau, pada saat baru dipotong, permukaannya berwarna putih kebiruan tetapi mudah teroksidasi menjadi warna abu-abu [22]. Timbal memiliki sifat-sifat yang sangat disukai oleh industri diantaranya memiliki titik leleh yang rendah, mudah dibentuk, ulet, penghantar listrik yang buruk, dan tahan karat [23].

Timbal dapat berada dalam bentuk organik dan anorganik, kedua kategori ini mengacu pada senyawa kimia yang mengandung timbal. Senyawa timbal anorganik adalah senyawa kimia yang mengandung atom timbal yang terikat pada atom non- karbon seperti oksigen, belerang, atau unsur lain di luar ikatan karbon-hidrogen (C- H). Contoh umum senyawa timbal anorganik adalah timbal dioksida (PbO_2) yang biasa digunakan untuk pembuatan baterai timbal-asam (aki), timbal sulfat (PbSO_4) untuk pengisi cat dan pigmen, timbal klorida (PbCl_2) digunakan untuk elektroda kimia, dan timbal nitrat ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$) yang biasa digunakan sebagai reagensia di laboratorium. Senyawa timbal anorganik merupakan mayoritas (95%) timbal di lingkungan kita saat ini. Warnanya bervariasi, tergantung pada bentuk kimianya, dan bentuk yang paling umum adalah timbal putih (senyawa timbal karbonat), timbal kuning (timbal kromat, timbal monoksida) atau timbal merah (timbal tetraoksida). Timbal asetat memiliki rasa yang manis [23].

Senyawa timbal organik adalah senyawa kimia dimana timbal terikat pada atom karbon melalui ikatan karbon-hidrogen (C-H). Senyawa ini biasanya mengandung gugus organik, menjadikannya lebih kompleks dan berpotensi sangat beracun dibandingkan senyawa anorganik. Timbal tetraetil $[(\text{CH}_3\text{CH}_2)_4\text{Pb}]$ dan timbal tetrametil $[(\text{CH}_3)_4\text{Pb}]$ merupakan contoh senyawa organik timbal. Senyawa ini dulunya banyak digunakan sebagai bahan tambahan pada bensin untuk meningkatkan kinerja mesin, namun karena bahayanya terhadap lingkungan dan kesehatan, senyawa ini telah dihapuskan di sebagian besar negara di dunia.

Meskipun sudah jarang digunakan, timbal organik sangat berbahaya, karena diserap melalui kulit dan sangat beracun bagi otak dan sistem saraf pusat [24].



Gambar 1. Timbal Elemen



Gambar 2. Timbal Tetraetil

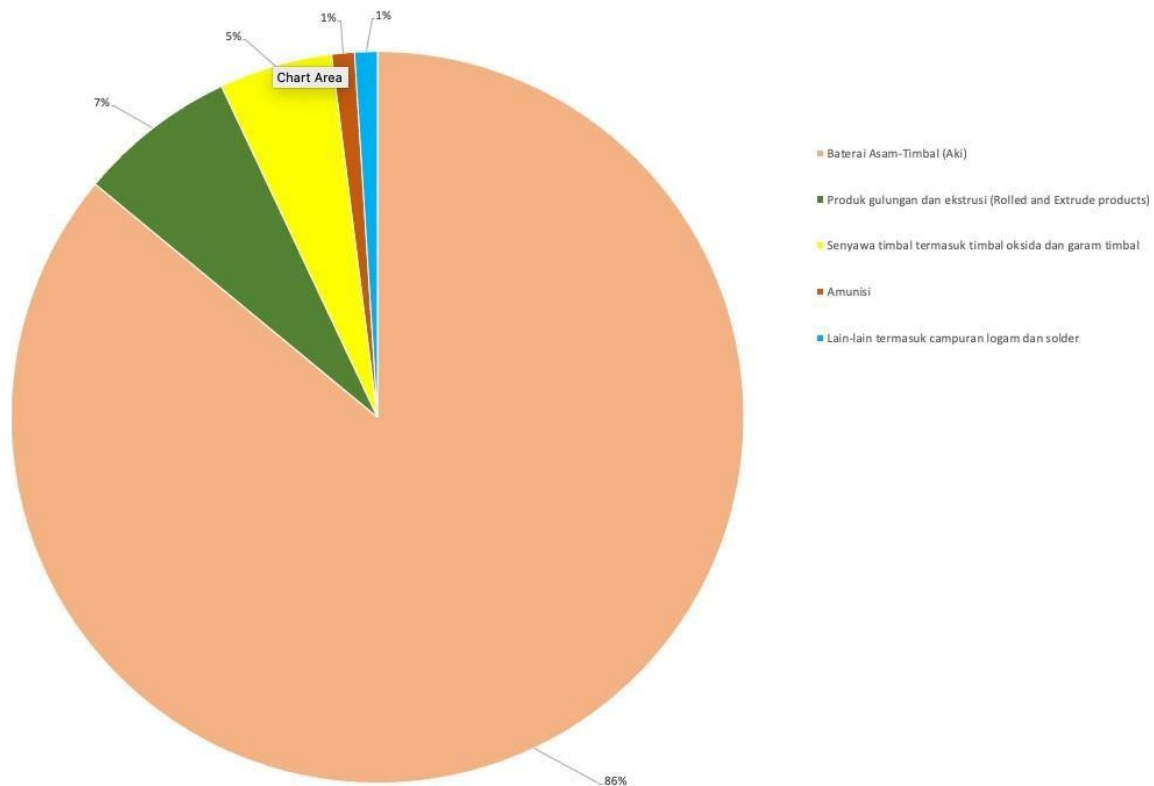


Gambar 3. Timbal Oksida

Sumber: Lead Poisoning in Children and Pregnant Women. NY State Department of Health

4.2 PENGGUNAAN TIMBAL

Berdasarkan *International Lead and Zinc Study Group* pada tahun 2020, mayoritas (86%) penggunaan timbal adalah untuk baterai asam-timbal atau aki, yang biasa digunakan untuk kendaraan bermotor. Persentase sisanya adalah untuk produk-produk dalam bentuk gulungan atau produk yang dapat dibentuk (ekstrude), untuk amunisi, senyawa timbal seperti timbal oksida dan garam timbal, dan produk lainnya (Gambar 4).



Gambar 4. Komoditas Timbal Global
Sumber ILZSG, 2020 (diolah)

4.3 SUMBER UTAMA PAJANAN TIMBAL DI MASYARAKAT

Timbal telah digunakan sejak ribuan tahun sebelum Masehi. Pipa timbal dengan lambang kaisar Romawi, yang digunakan sebagai saluran air dari pemandian, sampai saat ini masih digunakan. Pada tahun 1920, timbal mulai ditambahkan pada bensin untuk meningkatkan efektivitas pembakarannya, namun kemudian dihentikan karena luasnya dampak buruk pada kesehatan yang ditimbulkan [25]. Luasnya penggunaan timbal serta keberadaannya di lingkungan yang persisten memberikan banyak peluang atau jalur untuk timbal dapat memajani manusia (Gambar 5).

Penelitian dari Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) melaporkan bahwa timbal di alam yang tinggi juga dapat disebabkan oleh tingginya kadar uranium dan thorium di area tersebut. Timbal yang tinggi disebabkan adanya proses peluruhan kedua radionuklida tersebut menjadi isotop/elemen Pb, seperti ^{214}Pb , ^{212}Pb , ^{210}Pb ,

^{208}Pb , dan ^{206}Pb . Isotop Pb merupakan produk rantai peluruhan uranium (induk ^{226}Ra) dan thorium [26,27].

Beberapa sumber pajanan timbal yang penting dalam menyebabkan gangguan kesehatan manusia dijelaskan di bawah ini.

4.3.1 Lingkungan Sekitar, Industri dan Lingkungan Kerja

Diberbagai belahan dunia, timbal digunakan dalam banyak produk di antaranya adalah baterai timbal-asam atau aki, sebagai elemen pewarna dalam glasir keramik, elemen pewarna cat, pemegang sumbu pada beberapa jenis lilin, elektroda dalam proses elektrolisis, pada kaca layar komputer dan televisi untuk melindungi pemirsa dari radiasi, kabel, solder, gelas kristal timbal, amunisi, bantalan dan sebagai pemberat [19,28]. Proses manufaktur dari produk-produk tersebut di atas dapat mengakibatkan pajanan timbal pada manusia.

Industri pertambangan, pengelasan, dan proses daur ulang aki bekas serta limbah elektronik baik skala besar maupun kecil juga dapat menjadi sumber pajanan yang bersifat signifikan [29]. Penambahan timbal dalam bahan bakar pesawat untuk mesin piston merupakan sumber pajanan timbal di sekitar lapangan udara [30]. Penelitian di China juga melaporkan bahwa pembangkit listrik tenaga uap (batubara) mengeluarkan emisi timbal yang dapat menjadi sumber pajanan timbal [31].

Pajanan timbal juga terjadi pada pekerja yang bekerja dengan material mengandung timbal. Para pekerja yang terpajan timbal, dapat secara tidak sengaja memajankan timbal pada keluarga mereka dengan membawa debu timbal ke dalam mobil, baju, perangkat seperti handphone, pulpen, atau badan mereka [32]. Karena aktivitas kerja tersebut di atas, peningkatan kadar timbal darah pada orang dewasa memiliki korelasi yang kuat dengan pajanan akibat kerja [33].

4.3.2 Pangan

Pajanan timbal juga dapat diperoleh dari konsumsi pangan yang terkontaminasi timbal [34]. Kontaminasi timbal dari pangan dapat berasal dari sumber-sumber lingkungan, impuritas dari Bahan Tambahan Pangan (BTP) yang digunakan, serta pemrosesan dan pengemasan makanan [35].

Kontaminasi udara dari emisi industri dan penambahan timbal dalam bahan bakar dapat menyebabkan deposisi dan penyerapan timbal oleh tanaman, termasuk tanaman pangan [35,36]. Terdapat pula transfer timbal dari tanah ke jaringan tanaman [2].

Kontaminasi timbal dalam makanan atau minuman dapat juga terjadi bila makanan atau minuman ditempatkan dalam kaleng atau keramik berlapis timbal atau dalam bungkus makanan yang dicetak dengan tinta berbahan timbal. Bahan kemasan yang mengandung timbal memiliki potensi lebih besar untuk melepaskan timbal setelah berkontak dengan makanan dan minuman yang bersifat asam [37].

4.3.3 Air Minum

Air minum adalah air yang melalui pengolahan atau tanpa pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum, termasuk diantaranya adalah air mineral alami dan air minum dalam kemasan (AMDK). Air minum dapat mengandung timbal bila sistem ledeng rumah tangga menggunakan pipa, penghubung, dan fitting mengandung timbal. Beberapa pipa berbahan polivinil klorida (PVC) juga mengandung campuran timbal yang dapat lepas ke dalam air. Jumlah timbal yang larut dalam air dari material pipa dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya suhu, pH (alkalinitas), kadar timbal pada pipa, dan lama waktu air mengendap dalam pipa. Semakin lama air kontak dengan material mengandung timbal maka makin tinggi konsentrasi timbal dalam air. Konsentrasi timbal juga bervariasi tergantung pada penggunaan air harian [34].

4.3.4 Rokok

Tanaman tembakau dapat menyerap timbal dari sumber lingkungan, sehingga merokok meningkatkan konsentrasi timbal dalam tubuh. Ada hubungan linier antara pajanan asap rokok dan kadar timbal dalam darah pada remaja dan dewasa. Pajanan asap rokok berkontribusi terhadap kadar timbal dalam darah yang tinggi, dan pada ibu hamil dapat berdampak pada tingginya kadar timbal dalam darah janin [38].

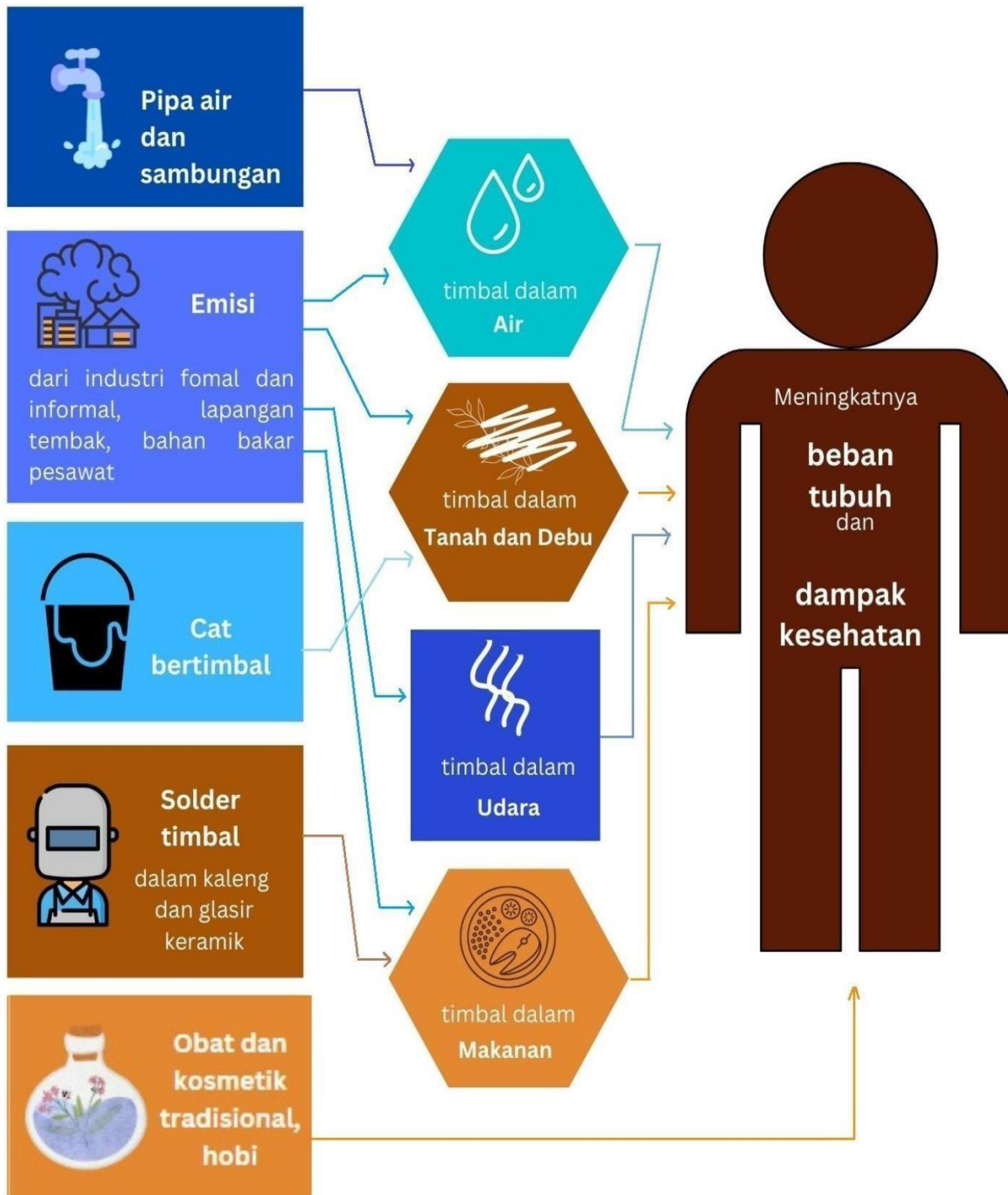
Tidak hanya pada rokok konvensional, ternyata kadar timbal dan kromium dalam uap rokok elektrik sama dengan kadar pada rokok konvensional, sedangkan kadar nikelnya 100 kali lebih tinggi dibandingkan dengan rokok konvensional [39].

4.3.5 Rumah Tangga

Tanah dan debu yang terkontaminasi timbal adalah sumber pajanan timbal yang utama untuk bayi dan anak karena perilaku hand-to-mouth. Potensi terjadinya kontak menjadi lebih tinggi jika rumah tangga tersebut terletak di dekat lokasi industri besar ataupun skala kecil yang melibatkan timbal atau jika rumah dibangun di atas tanah yang secara historis digunakan sebagai lokasi industri timbal. Timbal juga dapat ditemukan di tanah kosong dan debu yang berasal dari endapan dari pembakaran bensin bertimbal selama puluhan tahun. Pengelupasan cat tembok berbahan dasar timbal, biasanya pada tembok rumah-rumah tua, berkontribusi terhadap sumber pajanan timbal dari debu dalam rumah, terlebih jika anak mengambil dan memakan serpihan cat tembok yang terkelupas [37]. Debu yang menempel di pakaian pekerja industri mengandung timbal dapat masuk ke dalam rumah. Pajanan timbal di rumah tangga juga dapat berasal dari peralatan memasak, kemasan, dan bahan makanan yang mengandung timbal, serta beberapa mainan anak yang mengandung timbal; contohnya pada mainan yang terbuat dari plastik mengandung timbal atau mainan dengan cat mengandung timbal [29].

4.3.6 Kosmetik dan Obat Tradisional

Beberapa obat tradisional dan kosmetik (contohnya kohl) mengandung timbal [40]. Obat tradisional seperti pengobatan Ayurveda, yaitu pengobatan yang menggunakan herbal yang berasal dari Asia Selatan, pernah menjadi sumber kasus keracunan timbal dan menimbulkan masalah kesehatan yang serius [41]. Kasus yang telah dilaporkan terkait pengobatan Ayurveda antara lain ensefalopati timbal pada bayi usia 9 bulan, gangguan keterlambatan tumbuh-kembang berat pada anak usia 5 tahun, paralisis kongenital serta ketulian pada bayi prematur. Beberapa kosmetik yang banyak digunakan di negara-negara Asia dan Arab seperti surma dan kohl merupakan kosmetik yang mengandung timbal, yang berupa agen topikal yang digunakan di sekitar mata, dapat menyebabkan timbal diserap oleh kulit atau tertelan [42].



Gambar 5. Sumber dan Jalur Utama Paparan Timbal

Sumber: WHO Clinical Guidelines on Clinical Management on Exposure to Lead. (2021)

4.4 PAJANAN TIMBAL DI INDONESIA

4.4.1 Lingkungan Sekitar, Industri dan Lingkungan Kerja

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 74 Tahun 2001, timbal termasuk dalam Daftar Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) yang dipergunakan, sehingga timbal masih banyak digunakan di industri dan masyarakat. Berbagai penelitian melaporkan sumber pencemaran timbal di Indonesia yang berasal dari lingkungan, industri, dan lingkungan kerja di antaranya berasal dari penambangan dan peleburan timbal, daur ulang aki bekas, penambangan emas di tanah yang mengandung galena (timbal sulfida), kegiatan pengelolaan limbah bahan beracun dan berbahaya (khususnya aki bekas), industri yang melibatkan timbal dan produk mengandung timbal, kegiatan produksi aki, dan cat mengandung timbal (lebih dari 90 ppm) [47-50]. Laporan terakhir dari Pure Earth (2023) menyebutkan bahwa 97% cat yang beredar di Indonesia mengandung kadar timbal melebihi kadar batas yang diperbolehkan [3]. Lebih lanjut, sampai saat ini di Indonesia belum terdapat laporan penelitian terkait dengan pajanan timbal di area yang lain seperti di area lapangan terbang, pembangkit listrik tenaga batu bara, dan dari lapangan tembak.

Sampai pedoman ini dibuat, dari berbagai penelitian di Indonesia, dapat disimpulkan bahwa sumber pajanan timbal terbesar di Indonesia berasal dari peleburan aki bekas. Proses daur ulang aki bekas tersebut mengeluarkan timbal dan partikulat logam lainnya ke udara yang dapat terbawa angin dan disimpan di dalam tanah. Endapan ini penting karena timbal relatif persisten dan tidak mudah bergerak di lingkungan serta dapat terakumulasi di permukaan tanah dimana manusia mungkin terpajan. Di Indonesia, distribusi perdagangan baterai bertimbal tersebar di seluruh negeri (Gambar 6) dan lebih dari 200 pabrik peleburan daur ulang baterai telah diidentifikasi dalam dua dekade terakhir, dimana 71 pabrik peleburan ditemukan di wilayah Jakarta dan sekitarnya [43].

4.4.2 Pangan

Cemaran timbal pada pangan dilaporkan dari beberapa penelitian di Indonesia. Laporan terbanyak adalah cemaran timbal yang ditemukan pada kerang. Cemaran timbal pada makanan dalam kaleng tidak ditemukan, namun tingginya kadar timbal pada cabe merah dilaporkan dari penelitian di Sumatera yang diduga berasal dari pencemaran tanah dan udara sekitar [44,45].

Batas maksimal cemaran timbal pada pangan, baik pangan segar dan pangan olahan telah diatur dalam peraturan perundang-undangan. Pada Pangan Olahan terkemas diatur dalam Peraturan Badan POM Nomor 9 Tahun 2022 tentang Persyaratan Cemaran Logam Berat dalam Pangan Olahan, termasuk logam berat timbal. Batas maksimal tersebut ialah konsentrasi maksimal cemaran yang diizinkan dapat diterima dan masih dapat menjamin keamanan pangan. Persyaratan terkait migrasi timbal dari kemasan ke pangan telah diatur dalam Peraturan Badan POM Nomor 20 Tahun 2019 tentang Kemasan Pangan.

4.4.3 Air minum

Secara umum, belum terdapat informasi secara menyeluruh mengenai kadar timbal dalam air minum di Indonesia. Sebuah penelitian di Makassar melaporkan bahwa kadar air minum dari PDAM Makassar tidak mengandung timbal dalam batas yang membahayakan [54]. Walaupun demikian, terdapat laporan yang berbeda yang berasal dari Mamuju berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh BATAN. Timbal pada tanah di Mamuju memiliki konsentrasi yang tinggi berkisar 109-744 mg/kg, sedangkan air minum memiliki konsentrasi timbal berkisar 8.7-10600 ug/l, jauh di atas standar baku mutu kandungan timbal dalam air minum. Penelitian ini juga melaporkan bahwa tingginya kadar timbal tersebut berkorelasi secara kuat dengan kadar uranium (induk ^{226}Ra) dan thorium (^{232}Th) yang berasal dari alam [26].

Surveilans kualitas air minum dilaksanakan sebagai kegiatan rutin pengawasan di seluruh kabupaten/kota, baik oleh Internal maupun eksternal, sebagai bagian dari pemantauan dampak kesehatan masyarakat dan perbaikan sistem penyediaan air minum serta peningkatan kapasitas masyarakat untuk peduli mendapatkan kualitas air yang aman. Persyaratan kualitas air minum, termasuk timbal telah diatur dalam peraturan dan standar nasional. Standar baku mutu kandungan timbal dalam air minum menurut Permenkes Nomor 2 tahun 2023 kadar Timbal (Pb) terlarut 0,01 mg/l (metode pengujian SNI/APHA).

4.4.4 Rokok

Besarnya populasi perokok di Indonesia dapat menjadi sumber pajanan timbal di masyarakat. Namun penelitian terkait dampak kegiatan merokok di populasi terhadap komunitas masih terbatas di Indonesia.

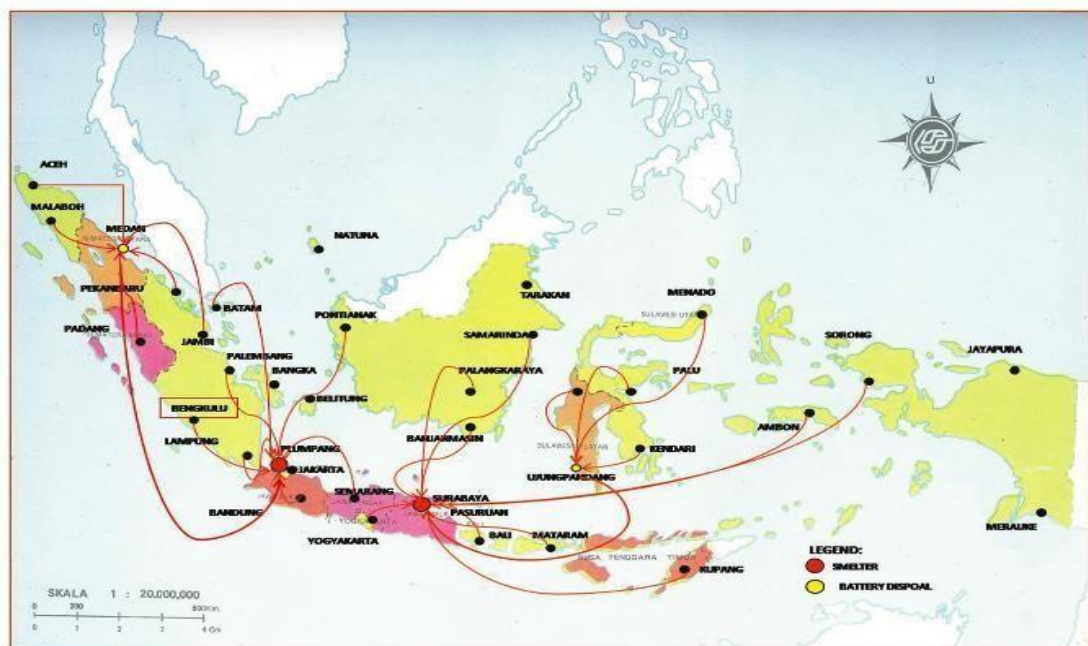
4.4.5 Rumah tangga

Pajanan timbal dalam rumah tangga di Indonesia dapat di peroleh dari anggota keluarga yang terpajan timbal di tempat kerja dan membawanya ke rumah, dari peralatan masak yang digunakan, cat di bangunan rumah, dan mainan anak. Penelitian tentang kandungan timbal pada mainan anak di Bandung melaporkan bahwa mainan anak yang menjadi sampel penelitian mengandung timbal dalam batas yang diizinkan, namun dari laporan Pure Earth terbaru, ditemukan 10% dari mainan anak yang diinvestigasi mengandung timbal dalam kadar melebihi yang diizinkan. Penelitian ini juga melaporkan bahwa 60% sampel alat masak yang terbuat dari logam ditemukan mengandung timbal melebihi kadar yang diizinkan (<100 ppm) [3,46].

4.4.6 Kosmetik atau obat tradisional

Sampai saat ini, belum ada laporan atau temuan tentang obat tradisional mengandung timbal yang beredar di Indonesia. Demikian halnya dengan laporan terbaru dari Pure Earth (2023) menyebutkan bahwa tidak ditemukan

timbal dalam obat herbal yang beredar di Indonesia. Walaupun demikian, beberapa studi menemukan adanya kandungan timbal dalam kosmetik. Rapid market surevey PE (2023) menemukan 33% dari sampel kosmetik di Indonesia mengandung timbal di atas kadar yang diperbolehkan [3,47]. BPOM sudah menetapkan batas cemaran timbal dalam kosmetik dan obat tradisional dan melakukan pengawasannya untuk melindungi masyarakat. Batasan tersebut sudah diatur di PerBPOM Nomor 12 Tahun 2019 tentang Cemaran dalam Kosmetik dan PerBPOM Nomor 32 Tahun 2019 tentang Persyaratan Keamanan dan Mutu Obat Tradisional. Batasan yang diatur adalah tidak lebih dari 20 mg/kg atau 20 mg/L (20 bpj) untuk kosmetik dan 10 ppm untuk obat tradisional.



Gambar 6. Distribusi Perdagangan Baterai Bertimbal atau Aki di Indonesia

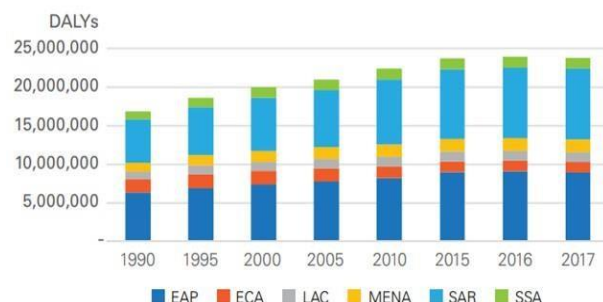
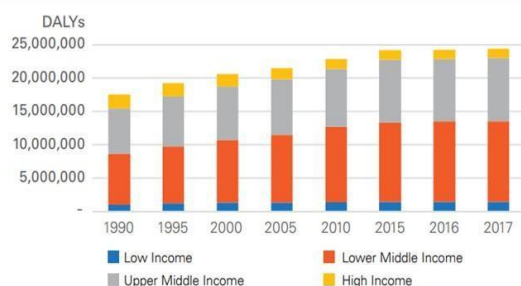
Sumber: Haryanto, *Baterai recycling and Human Health*,(2015)

V. DAMPAK PAJANAN TIMBAL TERHADAP KESEHATAN ANAK DAN IBU HAMIL

5.1 BEBAN PENYAKIT GLOBAL AKIBAT PAJANAN TIMBAL

Institute of Health Metrics and Evaluation (IHME) memperkirakan pada tahun 2019, pajanan timbal bertanggung jawab atas lebih dari 902.000 kematian di seluruh dunia [4,9]. Pada tahun 2021, WHO memperkirakan bahwa pada tahun 2019 hampir setengah dari 2 juta nyawa hilang akibat pajanan bahan kimia disebabkan oleh pajanan timbal. Pajanan timbal juga diperkirakan menyebabkan 21,7 juta tahun hilangnya *Disability-Adjusted Life Years* (DALYs) di seluruh dunia karena dampak jangka panjang terhadap Kesehatan. Timbal juga menyumbang 30% dari beban global disabilitas intelektual idiopatik, 4,6% dari beban global penyakit kardiovaskular, dan 3% beban global penyakit ginjal kronis [4,9]. Pada tingkat nasional, bila mengacu pada beban penyakit atau cedera yang ditimbulkan maka pajanan timbal berkontribusi terhadap 711,529 DALYs dan 64,5% dari seluruh gangguan perkembangan intelektual yang tidak diketahui penyebabnya [9,28].

Angka kematian global karena pajanan timbal terus meningkat selama 30 tahun terakhir dengan kenaikan sebesar 21% dibandingkan tahun 1990 [2]. Selama kurun waktu 1990 hingga 2017, dampak pajanan timbal terhadap kesehatan meningkat sebesar 40%, dengan negara-negara berpenghasilan menengah ke bawah mengalami peningkatan paling tinggi. Di lain pihak, pada negara-negara berpenghasilan tinggi, dampak timbal mengalami penurunan sebesar 30% (Grafik 1). Asia Selatan, Asia Timur, dan Asia-Pasifik adalah wilayah-wilayah di mana pajanan timbal mengakibatkan DALYs tertinggi [48].



Grafik 1. Dampak Paparan Timbal terhadap Kesehatan Berdasarkan Tingkat Pendapatan Negara, 1990-2017

Keterangan:

EAP = *East Asia and Pacific*; ECA = *Europe and Central Asia*; LAC = *Latin America and the Caribbean*; MENA = *Middle East and Northern Africa*; SAR = *South Asia Region*; SSA = *Sub-Saharan Africa*

Sumber: IHME. GBD 2017 Results Tool | GHDx. (2018)

5.2 BIOMONITORING PAJANAN TIMBAL PADA ANAK DAN IBU HAMIL DI INDONESIA

Pada tahun 2003 sebelum penghapusan timbal pada bensin, Albalak melaporkan bahwa seperempat anak sekolah di Jakarta memiliki kandungan timbal dalam darah berkisar antara 10-14.9 µg/dL [49]. Kadar tersebut jauh di atas ambang kadar timbal darah yang harus mendapat intervensi berdasar WHO yaitu 5 µg/dL. Setelah program penghapusan timbal dalam bensin di Jakarta, Haryanto pada tahun 2005 melaporkan bahwa rata-rata kadar timbal dalam darah anak di Jakarta Selatan adalah 5.1 µg/dL, Jakarta Timur 4.4 mg/dL, Jakarta Pusat 4.6 µg/dL, Jakarta Barat 2.4µg/dL. Haryanto juga menemukan bahwa rata-rata kadar hemoglobin anak adalah 12.6 µg/dL dan rata-rata kadar timbal dalam darah adalah 4.2 µg/dL. Studi Haryanto menunjukkan bahwa penghapusan timbal pada bensin memberikan dampak positif di mana kadar timbal pada anak lebih rendah dibanding sebelum penghapusan timbal, serta ditemukan juga bahwa kadar hemoglobin anak berada pada rentang normal. Namun masih terdapat 1,3% anak dengan kadar timbal dalam darah lebih dari 10 µg/dL [50]. Adriyani dan Mukono pada tahun 2004 di Surabaya menemukan bahwa kandungan timbal dalam darah anak masih berada dalam rentang 10 µg/dL atau lebih rendah [51,52]. Penelitian Gusnita di Bandung, Cimahi, dan Lembang menemukan bahwa kadar timbal dalam darah kebanyakan anak SD pada tahun 2008 adalah 10 µg/dL [53].

Penghapusan timbal dalam bensin tidak serta-merta menurunkan paparan timbal pada anak, di beberapa area, paparan timbal masih tinggi. Hansen pada tahun 2019 melaporkan rata-rata kadar timbal dalam darah anak Jalanan di Samarinda adalah 28.6 µg/dL [54]. Di tahun yang sama, sebuah penelitian yang bertujuan untuk mengetahui kadar timbal darah dan bukti keracunan timbal pada anak-anak yang tinggal di tempat daur ulang aki bekas di Cinangka, Kabupaten Bogor menunjukkan

kadar timbal dalam darah anak berkisar antara 4-65 µg/dL, dengan 69,5% memiliki kadar timbal dalam darah >10 µg/dL. Nilai rata-rata kadar timbal dalam darah adalah 17,03 µg/dL. Berdasarkan usia, sebagian besar kadar timbal dalam darah tinggi terjadi pada anak usia 2-3 tahun (32%). Penelitian ini juga menemukan rata-rata hemoglobin anak adalah 11,48 µg/dL, sebanyak 33,6% anak menderita anemia dan 22,6% dari mereka ditemukan gambaran *basophilic stippling* [55]. Selanjutnya di tahun 2020, sebuah penelitian di wilayah pertambangan timah menemukan bahwa rata-rata kadar timbal dalam darah 193 anak di wilayah tersebut adalah 5,5 µg/dL dan 23,3% mengalami stunting [12].

Terkait dengan ibu hamil, beberapa penelitian melaporkan tingginya kadar timbal dalam darah ibu hamil di beberapa wilayah di Indonesia. Penelitian tentang kadar timbal darah pada ibu hamil di daerah Brebes pada tahun 2015-2016 dilakukan oleh Hari Ismanto dan Cut Yuliana. Hari Ismanto melaporkan bahwa kadar timbal dalam darah pada ibu hamil di daerah pantai Brebes adalah 42,67 µg/dL [56], sedangkan Cut Yuliana melaporkan bahwa dari 49 ibu hamil yang menjadi sampel penelitian, seluruhnya memiliki kadar timbal dalam darah di atas 5 µg/dL, dengan rata-rata 19,74 µg/dL [57]. Efriyanti S pada tahun 2016 juga melakukan investigasi kadar timbal dalam darah pada ibu hamil di Cinangka dan memberikan laporan bahwa 63,4% ibu hamil memiliki kadar timbal dalam darah >5 µg/dL, dan 84,1% ibu menderita anemia, namun tidak ditemukan hubungan yang signifikan antara kejadian anemia dan kadar timbal dalam darah ibu hamil [14]. Pada tahun 2017, Suhartono dalam penelitian tentang perbedaan kadar timbal dalam darah antara ibu hamil yang normal dan yang mengalami hipertensi melaporkan bahwa ibu hamil dengan kadar timbal yang tinggi memiliki risiko 8 kali lebih besar untuk mengalami hipertensi ataupun preeklamsi pada kehamilan [58].

5.3 JALUR UTAMA PAJANAN TIMBAL

Pajanan timbal pada manusia terutama terjadi melalui jalur pernafasan (terhirup) dan jalur pencernaan (tertelan), dalam jumlah kecil dapat juga terjadi penyerapan melalui kulit. Pada ibu hamil yang memiliki kadar timbal darah tinggi, maka ia dapat

mengalirkan darah yang mengandung timbal pada janin yang dikandungnya sehingga dapat menyebabkan dampak kesehatan pada janin.

Keracunan timbal akut dapat terjadi ketika garam timbal seperti timbal asetat atau timbal tetra oksida yang biasa digunakan untuk reagensia atau pewarna rambut, tertelan dalam jumlah yang membahayakan tubuh [59]. Namun, sebagian besar kasus keracunan timbal secara oral diakibatkan oleh tertelannya bahan yang mengandung timbal dalam jumlah kecil secara terus-menerus, misalnya menelan debu atau tanah yang terkontaminasi timbal, serpihan cat bertimbal, makanan atau minuman yang terkontaminasi, atau dari tertelannya benda asing lainnya yang mengandung timbal. Anak kecil sangat rentan menelan tanah dan debu yang terkontaminasi karena mereka kerap berada di suatu tempat dalam waktu lama, senang bermain di tanah, sering menyentuh mulut dengan tangan, dan memasukkan benda yang mungkin mengandung atau terkontaminasi timbal ke dalam mulut [15]. Anak dengan gangguan pica mungkin akan memakan serpihan cat bertimbal atau tanah yang terkontaminasi timbal.

Terhirupnya timbal dalam bentuk asap atau partikel merupakan jalur utama pajanan di tempat kerja. Timbal juga dapat terhirup di rumah jika debu yang beterbangan terkontaminasi timbal, misalnya karena pengelupasan cat atau karena tinggal berdekatan dengan industri yang mengkontaminasi lingkungan dengan timbal [60].

5.4 TOKSIKOKINETIK TIMBAL

Toksikokinetik timbal meliputi penyerapan, distribusi, metabolisme, dan ekskresi. Beberapa faktor dapat memengaruhi toksikokinetik timbal diantaranya aspek nutrisi, usia, genetik, dan faktor lain. Bayi dan balita lebih rentan untuk menghirup lebih banyak volume timbal dari udara yang terkontaminasi dibanding orang dewasa karena frekuensi bernapas lebih tinggi dibanding orang dewasa. Besi, zink, dan kalsium dapat mempengaruhi absorpsi dalam sistem saluran cerna dan distribusi timbal [61]. Diet

rendah kalsium atau tinggi laktosa maupun lemak dapat menyebabkan peningkatan akumulasi timbal [62].

5.4.1 Penyerapan

Penyerapan timbal dari saluran pencernaan dipengaruhi oleh faktor makanan, usia, status gizi, faktor genetik, dan bentuk timbal. Bayi dan anak kecil menyerap timbal yang tertelan dalam porsi yang lebih besar daripada orang dewasa. Pada orang dewasa timbal diserap sekitar 5-10%, namun pada anak timbal diserap sekitar 40-50%. Timbal dapat diserap 100% bila tertelan saat perut anak dalam keadaan kosong. Kalsium dan besi dapat menurunkan penyerapan timbal melalui kompetisi secara langsung pada lokasi yang akan berikatan (*binding site*). Puasa dan kurangnya zat besi atau kalsium dilaporkan dapat meningkatkan penyerapan timbal [63].

Penyerapan partikel timbal lewat saluran pernapasan bergantung pada ukuran partikel, konsentrasi, dan laju ventilasi. Anak berpotensi terpajan timbal lebih besar daripada orang dewasa karena mereka menghirup lebih banyak udara per satuan berat badan [15]. Partikel kecil timbal ($<1\ \mu\text{m}$) disimpan di saluran pernapasan bawah dan diserap hampir seluruhnya (100%), sedangkan partikel yang lebih besar ($1\text{-}10\ \mu\text{m}$) mungkin akan disimpan di saluran pernapasan atas, dibawa oleh transportasi mukosiliar ke kerongkongan, dan tertelan [64].

Penyerapan timbal lewat kulit jauh lebih sering terjadi pada senyawa timbal organik daripada timbal anorganik [65]. Kontaminasi melalui kulit seperti misalnya dalam pigmen atau pewarna, tidak memberikan jumlah yang signifikan dalam proses penyerapan yaitu hanya sekitar 0,06% dari keseluruhan timbal yang kontak [66].

5.4.2 Distribusi

Setelah diserap, timbal awalnya terikat pada eritrosit dalam darah dan didistribusikan ke jaringan lunak dan tulang. Darah dan jaringan lunak

merupakan kantong aktif (*active pool*), sedangkan tulang merupakan kantong penyimpanan (*storage pool*). Konsentrasi timbal dalam darah mengindikasikan pajanan timbal terkini dari sumber eksternal, dan jika sebelumnya sudah terpajan timbal, juga mencakup timbal yang didistribusikan kembali dari simpanan tulang.

Konsentrasi timbal dalam darah hanya sekitar 2,5% dari seluruh konsentrasi timbal dalam tubuh. Pada individu yang terpajan secara kronis, tulang mengandung >90% dari beban timbal dalam tubuh pada orang dewasa dan >70% pada anak. Timbal dapat dilepas dari tulang selama proses metabolisme untuk meningkatkan peremajaan tulang, seperti yang terjadi selama kehamilan, menyusui, menopause, kondisi hipertiroid, kanker tulang, dan imobilisasi karena patah tulang [15]. Sekitar 2-8% timbal didistribusikan secara luas di dalam tubuh dan dapat menjangkau lokasi-lokasi di antaranya sistem saraf baik pusat maupun perifer, kardiovaskular, ginjal, organ reproduksi, muskuloskeletal, hematopoiesis (darah), dan sistem organ lainnya. Mayoritas timbal yang diserap akan terakumulasi di dalam tulang, di mana timbal dapat bertahan selama beberapa tahun [63].

5.4.3 Metabolisme

Timbal anorganik tidak dimetabolisme, tetapi secara bolak-balik terikat dengan senyawa asam amino, protein, dan sulfhidril. Senyawa timbal organik dimetabolisme menjadi timbal anorganik. Senyawa alkil seperti timbal tetraetil dan timbal tetrametil mengalami dealkilasi oksidatif sehingga membentuk senyawa timbal trietil dan timbal trimetil yang sangat neurotoksik [67].

5.4.4 Ekskresi

Timbal yang terserap dikeluarkan terutama lewat urine (65%) dan feses (35%). Sebagian kecil timbal diekskresikan melalui keringat, air liur, rambut, kuku, dan air susu ibu [67]. Timbal dikeluarkan dari darah dan jaringan lunak secara relatif cepat, dimana sekitar 50%-60% dari seluruh konsentrasi timbal dalam darah

dikeluarkan dalam waktu 30-40 hari. Timbal dikeluarkan secara perlahan dari cadangan dalam tulang dengan waktu paruh tergantung pada usia dan intensitas pajanan timbal. Karena tulang anak masih tumbuh, kompartemen tulangnya lebih labil daripada kompartemen tulang orang dewasa sehingga timbal berpindah lebih cepat dari tulang ke darah. Waktu paruh tulang kortikal diperkirakan 0,23 tahun saat kelahiran, 3,7 tahun pada usia 15 tahun, dan 23 tahun pada orang dewasa [33].

5.4.5 Transmisi Timbal dari Ibu Hamil ke Janin

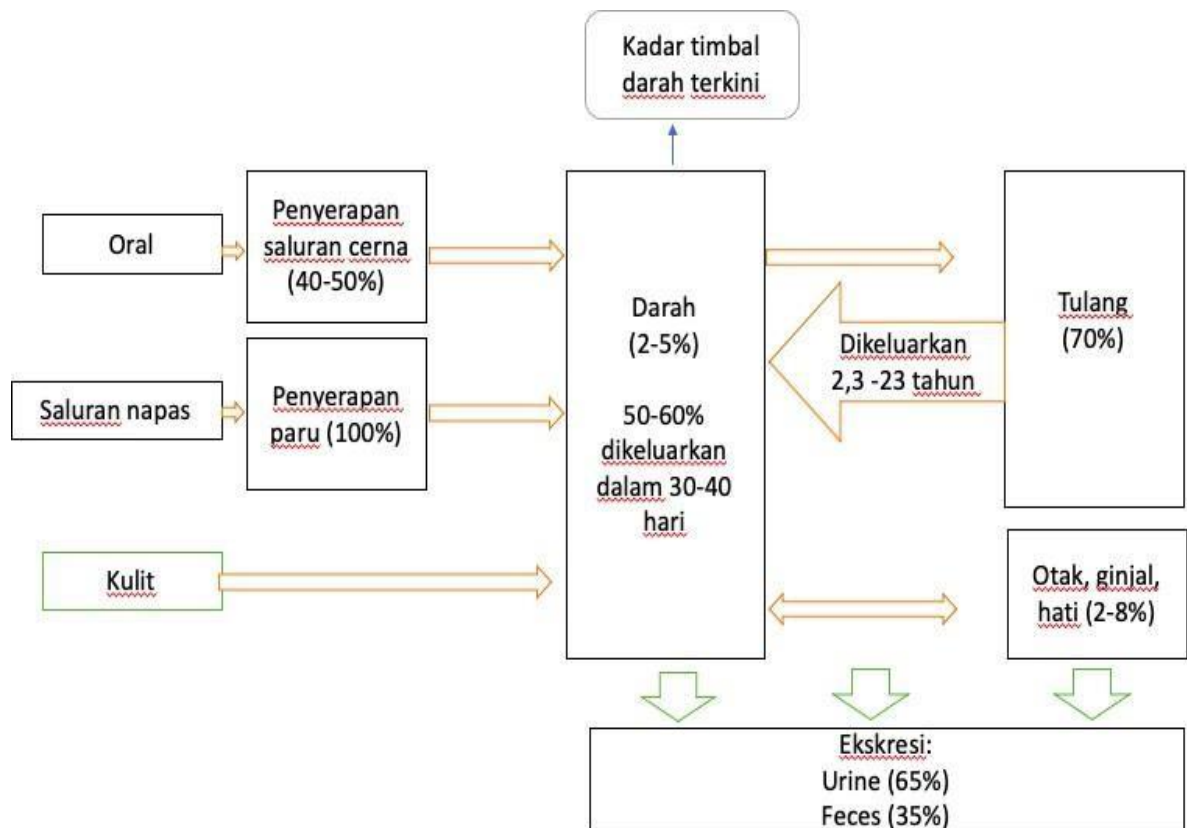
Selama masa kehamilan, konsentrasi timbal dalam darah ibu hamil naik karena terjadi peningkatan penyerapan ulang dari tulang. Hal ini terjadi karena kebutuhan kalsium ibu meningkat saat kehamilan untuk menunjang pertumbuhan tulang janin. Konsentrasi timbal dalam darah menurun pada trimester kedua karena hemodilusi (volume darah ibu meningkat selaras dengan kenaikan volume plasma dan massa eritrosit) dan meningkat lagi pada trimester ketiga lalu berlanjut selama periode pasca kelahiran, terutama pada ibu menyusui [65].

Plasenta tidak menghalangi masuknya timbal, dan ada kesamaan konsentrasi timbal pada ibu dan janin. Transportasi timbal dikaitkan erat dengan pergerakan ion-ion kalsium melalui sel-sel sinsitiotropoblas [68]. Adanya timbal dalam darah ibu dan darah umbilikal memodifikasi transportasi kalsium ke dalam sel-sel sinsitiotropoblas [69]. Seluruh racun yang mempengaruhi mobilisasi dan homeostasis kalsium akan menjadi tempat untuk regulasi proses-proses ini. Timbal akan ditransportasikan melalui membran-membran sel melalui transporter kalsium.

5.4.6 Transmisi Timbal dalam Air Susu Ibu (ASI)

Meskipun timbal dapat ditransmisikan melalui air susu ibu, konsentrasinya kurang lebih sama dengan konsentrasi timbal dalam plasma dan lebih kecil dibandingkan konsentrasi dalam darah utuh, sehingga hanya sedikit yang

dapat ditransmisikan kepada bayi. Timbal terkandung dalam air susu ibu dari sumber eksternal atau diremobilisasi dari cadangan dalam tulang. Sampai saat ini, belum diketahui apakah ada kasus keracunan timbal yang disebabkan oleh pajanan timbal dari air susu ibu saja.



Gambar 7. Toksikokinetik Timbal di Dalam Tubuh

Sumber: diadaptasi dari WHO guideline for the clinical management of exposure to lead. (2021)

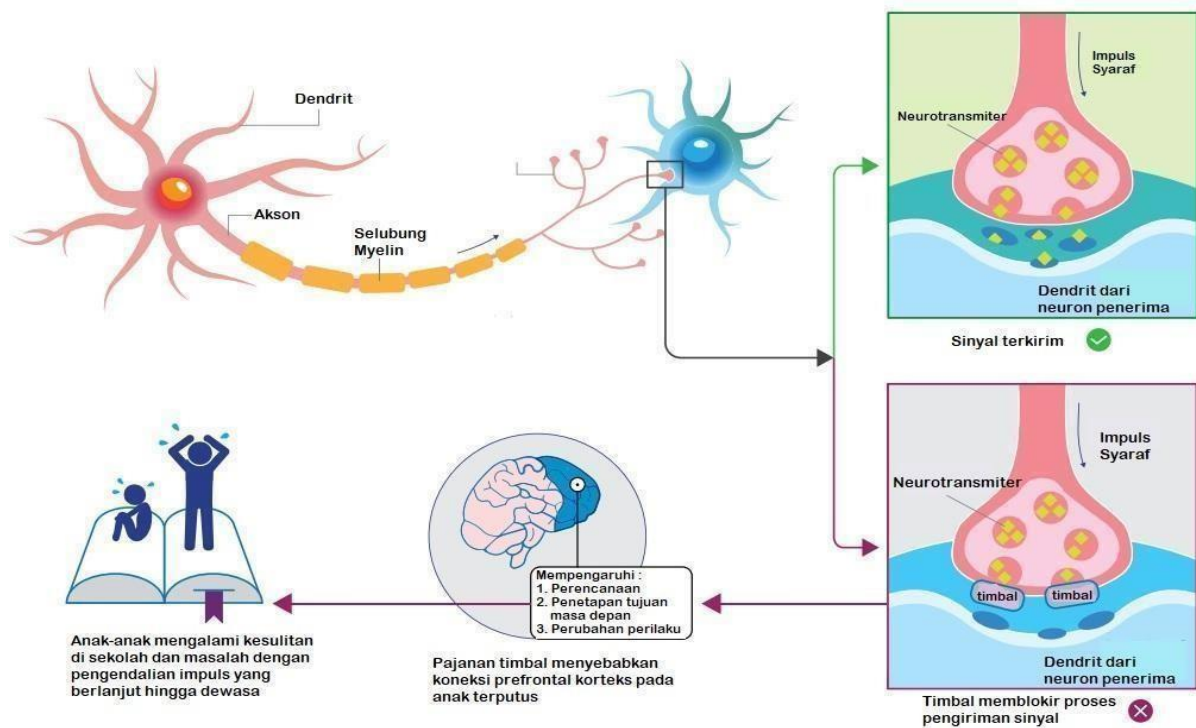
5.5 TOKSISITAS TIMBAL

Patofisiologi timbal bersifat kompleks, dan ia tidak memiliki fungsi fisiologis yang jelas. Namun terdapat beberapa mekanisme penting dalam tubuh yang terjadi akibat pajanan timbal. Timbal cenderung berikatan dengan kelompok sulfhidril dan ligan organik lainnya dalam variasi struktur dan fungsi protein secara luas [70]. Timbal dapat mengubah struktur atau fungsi protein dalam sel yang membuatnya memiliki efek

yang luas dalam sel tubuh. Dalam jalur heme yang terdapat di semua sel, terdapat delapan enzim di mana tiga dari enzim tersebut rentan terhadap efek inhibisi timbal yang menyebabkan akumulasi dari kelebihan prekursor heme yang bersifat toksik. Enzim terakhir dalam jalur ini yaitu enzim ferroketalase, berperan dalam proses protoporfirin dalam mengelasi besi, lalu membentuk heme. Heme memiliki fungsi esensial dalam beberapa jalur metabolik dan bukan hanya sebagai komponen hemoglobin. Kadar protoporfirin dalam eritrosit $>35 \mu\text{g/dL}$ dianggap abnormal dan konsisten dengan keracunan timbal, defisiensi besi, atau proses inflamasi baru.

Timbal juga berkompetisi dengan kalsium. Protein pengikat kalsium memiliki afinitas lebih tinggi terhadap timbal dibandingkan kalsium. Ketika kalsium (Ca^{2+}) memasuki neuron (sel saraf), neuron melepaskan *neurotransmitter* untuk memberikan sinyal pada neuron berikutnya. Timbal (Pb^{2+}) mengganggu proses ini dalam dua cara. Pertama, timbal memblokir masuknya kalsium ke dalam neuron, sehingga neuron melepaskan *neurotransmitter* yang lebih sedikit dan mengirimkan sinyal yang lebih lemah ke neuron berikutnya. Kedua, timbal juga menyebabkan pelepasan *neurotransmitter* abnormal ketika tidak ada kalsium [70].

Timbal juga menyebabkan kematian sel melalui inhibisi enzim antioksidan. *Injury* atau kematian sel yang disebabkan timbal pada otak dapat mencegah perkembangan struktur otak normal. Kegagalan dalam proses pembentukan struktur otak selama usia bayi hingga kanak-kanak, dapat menyebabkan abnormalitas permanen [63].



Gambar 8. Ilustrasi Hambatan Pelepasan Neurotransmitter oleh Timbal

Sumber: Mary Gearing and Krissy Lyon, SITN Boston, Harvard University Graduate School of Arts and Sciences. (2016)

5.6 DAMPAK PAJANAN TIMBAL PADA ANAK DAN IBU HAMIL

Dampak toksik timbal mempengaruhi hampir seluruh sistem organ. Dampak terbesar yang terjadi pada kesehatan masyarakat yaitu efek terhadap perkembangan saraf pada anak yang bersifat nonspesifik dan umumnya subklinis. Keracunan timbal pada anak sering tidak dikenali karena variasi antar individu dalam hubungan dosis dan respons cukup besar dengan tanda serta gejala yang sangat bervariasi. Efek toksik timbal meliputi efek gastrointestinal, hematologik, neurologis, renal, sistem reproduksi, kekebalan, endokrin, dan kardiovaskular. Dalam kasus keracunan yang parah, ensefalopati yang mengancam jiwa dapat terjadi. Pada beberapa kondisi, keracunan akut dan kronis menunjukkan gejala yang sama.

Dampak timbal pada beberapa organ dijelaskan di bawah ini.

5.6.1 Dampak pada Gastrointestinal dan Hepar

Pada sistem pencernaan, keracunan timbal akan menyebabkan kehilangan nafsu makan atau anoreksia, nyeri perut, muntah, konstipasi, dan penurunan berat badan yang berlangsung selama beberapa minggu. Anak dengan kadar timbal darah $>20 \mu\text{g/dL}$ memiliki potensi dua kali lebih besar mengeluhkan gejala pencernaan dibandingkan dengan anak dengan kadar timbal darah lebih rendah. Akumulasi timbal dalam hati menginduksi ketidakseimbangan oksidatif dan kerusakan protein yang kemudian menyebabkan kerusakan hati [72].

Pasien dengan higiene gigi yang buruk dapat mengalami “garis timbal” (Burton atau biru) di sepanjang krista gingiva (*gingival crest*). Garis ini tersusun dari butiran hitam timbal sulfida yang diendapkan oleh hidrogen sulfida (dari degradasi bakteri materi organik) pada timbal. Bintik abu-abu juga dapat muncul di mukosa bukal dan lidah [8].



Gambar 9

Gambar 10

Gambar 9 dan 10. Garis Timbal pada Gusi

Sumber: <https://www.vqronline.org/essay/here-everything-poison>

5.6.2 Dampak Neurologis

Timbal menyebabkan efek toksik ke seluruh bagian sistem saraf dengan sebagian besar dampaknya tidak bisa disembuhkan. Keracunan timbal akut

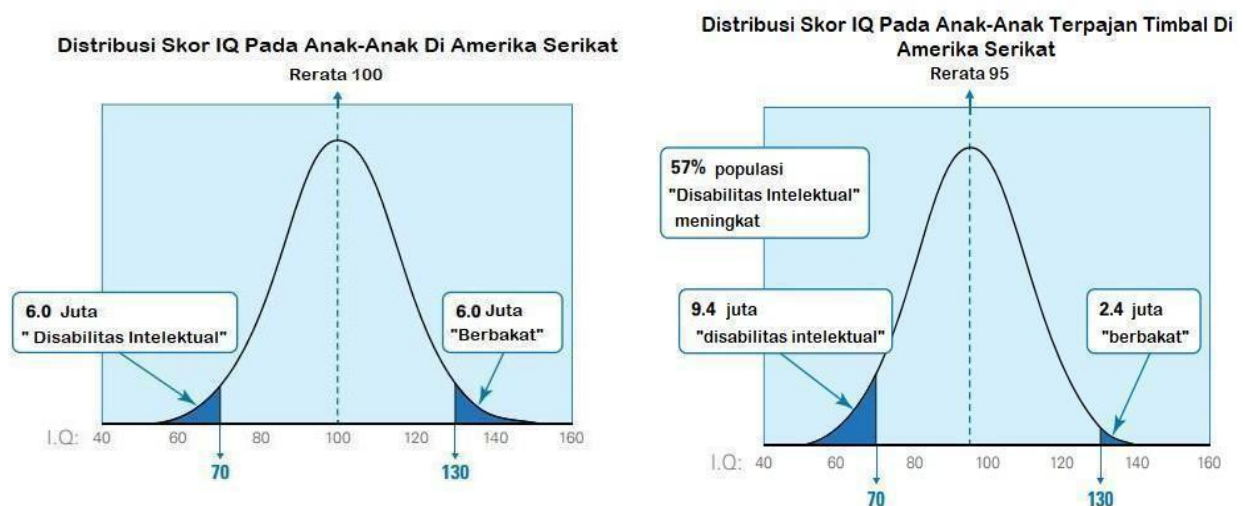
dapat menyebabkan ensefalopati yang mengancam jiwa, dan anak cenderung lebih rentan. Gejala awal yang sering terlihat pada anak meliputi muntah secara berkala, kehilangan nafsu makan, perubahan perilaku, bertindak kasar, lekas marah dan gelisah, sakit kepala, gangguan motorik, dan tubuh lesu. Gejala-gejala tersebut bertambah parah menjadi muntah yang semakin sering, ataksia, kejang tonik-klonik, opistotonus, pembengkakan otak yang parah, peningkatan tekanan intrakranial, koma, dan kematian. Penyakit neuritis optik akibat peningkatan tekanan intrakranial telah dilaporkan. Kematian dapat terjadi dalam kurun waktu 48 jam sejak kejang pertama pada pasien yang tidak mendapatkan terapi dukungan yang intensif. Jika dibarengi dengan malaria, kerentanan akan meningkat, dan neurotoksisitas yang parah dapat terjadi pada konsentrasi timbal dalam darah yang lebih rendah [8,36,73].

Pada pertengahan abad kedua puluh, ketika program-program untuk mengidentifikasi dan menangani pajanan timbal baru dirintis dan opsi pengobatan masih terbatas, angka kematian anak akibat keracunan timbal yang parah mencapai 65%, dan kerusakan otak permanen lazim terjadi. Dampak parah semacam itu masih ditemukan di tempat-tempat tanpa akses memadai ke layanan diagnosis dan pengobatan [7].

Pada anak, dampak neurologis dan kognitif dapat terjadi meskipun pada level pajanan yang rendah, misalnya konsentrasi timbal darah $< 5 \mu\text{g/dL}$. Dampak tersebut dapat meliputi penurunan kemampuan kognitif dan perilaku, perubahan pemusatan perhatian (termasuk gangguan pemusatan perhatian dan hiperaktivitas), perubahan kemampuan visual-motorik dan penalaran, serta gangguan kemampuan membaca dan tingkah laku sosial [74]. Penelitian di Amerika Serikat juga melaporkan adanya hubungan antara kadar timbal dalam darah saat prenatal dan masa kanak-kanak dengan kejadian kriminal di masa dewasa [73]. Efek neurologis juga dapat menyebabkan gangguan pendengaran pada anak. Penurunan kemampuan neurologis akibat pajanan timbal terbukti tetap berlanjut sampai masa kanak-kanak akhir dan masa dewasa [75].

Menurut berbagai studi terbaru, konsentrasi timbal dalam darah yang menimbulkan efek neurotoksik pada anak mungkin tidak memiliki ambang. Berdasarkan WHO, pajanan timbal kronik pada anak yang dapat menurunkan IQ 1 poin adalah $0,6 \mu\text{g/kgBB/hari}$ [35]. Penelitian Dewi dkk pada tahun 2013 menemukan bahwa anak-anak di Yogyakarta dengan intelegensia rendah memiliki rerata kadar timbal darah $7,08 \mu\text{g/dL}$, dan anak dengan intelegensia tinggi memiliki rerata kadar timbal darah $4,09 \mu\text{g/dL}$ [76].

Grafik 2 di bawah ini menunjukkan bagaimana pergeseran halus dalam tingkat IQ, dimana penurunan 5 poin IQ di antara anak-anak yang terpajan timbal berdampak pada pergeseran IQ di tingkat populasi. Populasi anak berbakat dengan intelegensia tinggi menjadi lebih sedikit dan populasi anak dengan gangguan intelektual menjadi lebih banyak akibat pajanan timbal.



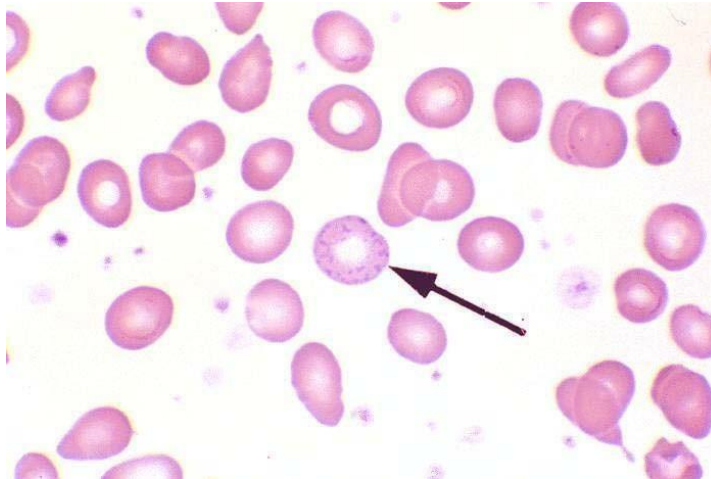
Grafik 2. Penurunan 5-Poin Nilai IQ per 100 Juta Penduduk akibat Timbal

Sumber: The WHO and the Lead Paint Alliance, originally Weiss B. Neurobehavioral toxicity as a basis for risk assessment. (1988)

5.6.3 Dampak Hematologi

Timbal menghambat sintesis heme dan menyebabkan anemia mikrositik, yang makin parah seiring meningkatnya konsentrasi timbal dalam darah. Selain anemia, efek hematologi juga dapat berupa hemolisis dan leukositosis. Secara

mikroskopis dapat juga tampak granula basofilik kasar (*basophilic stippling*), tetapi tidak semua pasien yang keracunan timbal mengalami efek hematologi tersebut [77,78].



Gambar 11. Granula Basofilik sebagai salah satu efek keracunan timbal
Sumber: <https://step1.medbullets.com/hematology/111016/lead-poisoning>

5.6.4 Dampak pada Ginjal

Pajanan timbal dapat menyebabkan nefropati akut dan kronis. Pada nefropati akut, terjadi kerusakan tubulus renal proksimal dan gangguan fungsi ginjal (sindrom Fanconi) yang menimbulkan proteinuria, aminoasiduria, fosfaturia, glikosuria, dan silinder seluler. Kerusakan ginjal akut biasanya dapat disembuhkan [15].

Pajanan timbal kronis dapat menyebabkan nefropati berkelanjutan yang berujung pada gagal ginjal kronis yang tidak dapat disembuhkan. Gejala di antaranya adalah gejala akibat uremia, asam urat tinggi, dan hipertensi. Karena interaksi yang kompleks antara sistem ginjal dan jantung, yaitu terjadinya gangguan fungsi ginjal yang meningkatkan tekanan darah dan peningkatan tekanan darah akan merusak ginjal, efek pada salah satu atau kedua sistem dapat mengakibatkan siklus penyakit yang makin memburuk. Gejala awal

gangguan ginjal akibat pajanan timbal biasanya sulit dikenali, dan pasien tidak akan menunjukkan gejalanya sampai terjadi gangguan fungsi ginjal yang signifikan. Beberapa studi menunjukkan bahwa pajanan timbal sekalipun dalam kadar rendah, dikaitkan dengan percepatan dari perburukan penyakit insufisiensi ginjal kronis [79].

5.6.5 Dampak pada Sistem Kardiovaskular

Terdapat banyak bukti bahwa pajanan timbal berpengaruh pada meningkatnya penyakit kardiovaskular, termasuk hipertensi, penyakit jantung koroner, dan stroke. Tingkat pajanan timbal yang spesifik, seperti waktu, frekuensi, dan durasi pajanan yang berdampak terhadap jantung tersebut tidak diketahui. Karena latensi kondisi ini tergolong panjang, para penderita mungkin sudah terpajan timbal dalam jumlah besar ketika masih kecil, meskipun konsentrasi timbal dalam darah saat penyakit berkembang terbilang rendah [36].

5.6.6 Dampak terhadap Sistem Endokrin dan Reproduksi

Beberapa bukti menunjukkan bahwa pajanan timbal mempengaruhi produksi hormon tiroid, kortisol, dan vitamin D. Pajanan timbal memperlambat pertumbuhan dan mengurangi kualitas pertumbuhan (perawakan dan lingkaran kepala yang lebih kecil) pada anak dan juga memperlambat kedewasaan seksual pada remaja perempuan [36].

5.6.7 Dampak pada Ibu Hamil

Pajanan timbal dalam jumlah besar pada ibu hamil dapat menyebabkan keguguran, bayi lahir mati, kelahiran prematur, berat badan lahir rendah (BBLR), serta malformasi yang bersifat minor khususnya terkait perkembangan mental, perilaku, dan kognitif. Studi dari Cina pada tahun 2010 melaporkan adanya hubungan antara pajanan timbal dengan penyakit jantung bawaan (*congenital heart diseases*) [80]. Sebuah studi tahun 1999 oleh Rothenberg dkk yang meneliti kadar timbal darah pada ibu Meksiko-Amerika yang hamil 36

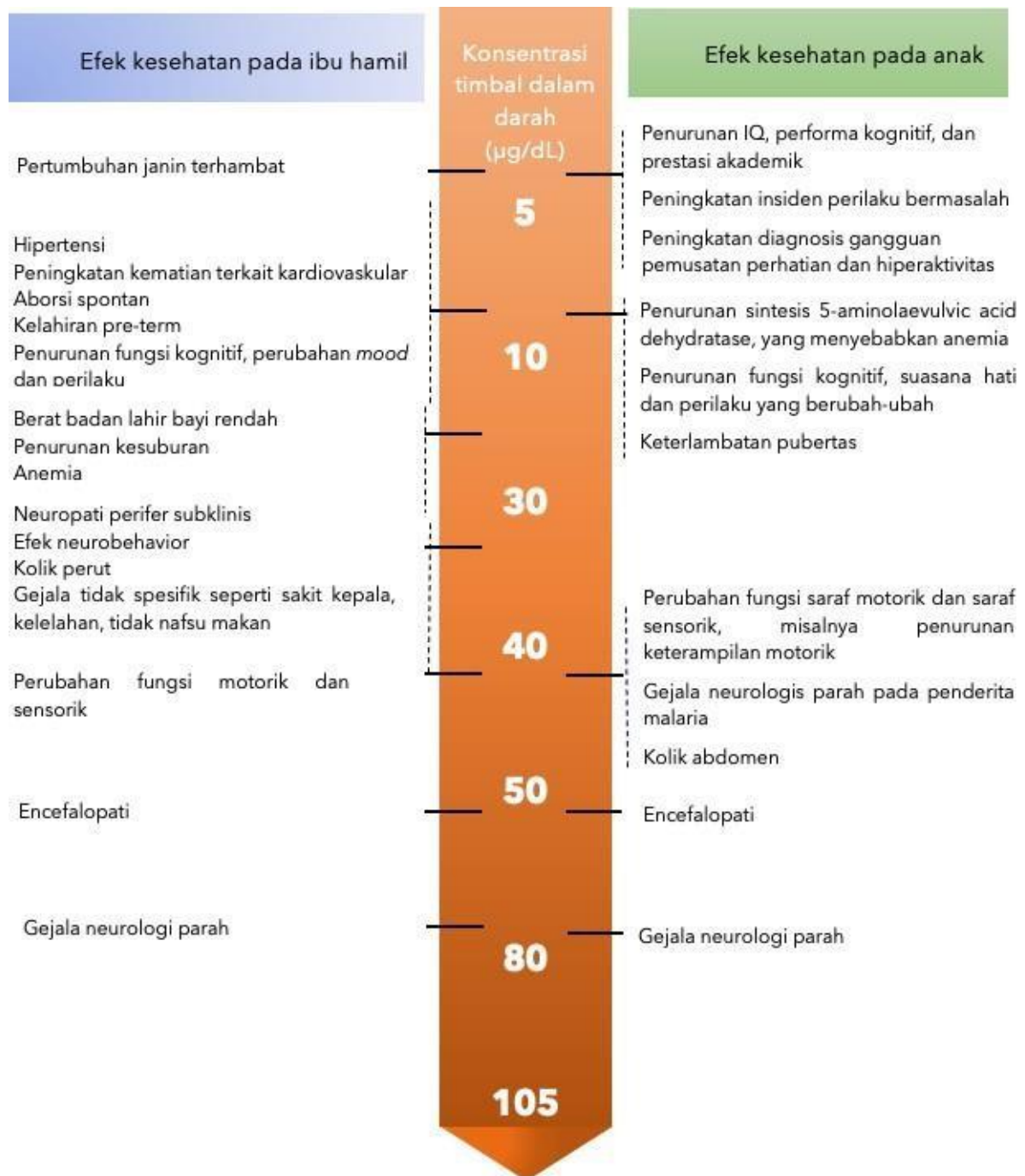
minggu menemukan bahwa pada kisaran kadar timbal darah 1-35 µg/dL, perkiraan penurunan lingkar kepala bayi usia 6 bulan adalah 1,9 cm (95% CI = 0,9-3,0 cm) [81].

5.6.8 Dampak terhadap Sistem Imun dan Lainnya

Pajanan timbal yang terjadi saat dalam kandungan dan masa kanak-kanak dapat meningkatkan risiko asma dan alergi. Studi terhadap hewan percobaan menunjukkan bahwa pajanan timbal melemahkan ketahanan inang terhadap infeksi bakteri dan virus. Terdapat beberapa bukti yang menunjukkan pajanan jangka panjang dapat berkontribusi terhadap perkembangan munculnya kanker [65]. Menurut *International Agency for Research on Cancer* (IARC), senyawa timbal berpotensi menyebabkan kanker. Senyawa timbal anorganik tergolong kategori 2A “*Probably carcinogenic to humans*” sedangkan senyawa timbal organik tergolong kategori 3 “*Not classifiable as to its carcinogenicity to humans*” [82].

5.7 HUBUNGAN DAMPAK TOKSIK DAN KONSENTRASI TIMBAL DALAM DARAH

Konsentrasi timbal dalam darah merupakan satuan ukuran yang paling sering digunakan untuk menghitung pajanan timbal, meskipun hanya mewakili sekitar 2,5% total beban timbal dalam tubuh. Konsentrasi timbal dalam darah menggambarkan pajanan eksogen terbaru dan redistribusi endogen timbal dari tulang. Ketika muncul tanda-tanda keracunan timbal yang spesifik, konsentrasi timbal dalam darah mungkin dapat berbeda antara satu orang dan yang lainnya. Spektrum keseluruhan dampak klinis, dari keracunan tanpa gejala sampai ensefalopati yang fatal pada anak, dilaporkan terjadi pada rentang 100-200 µg/dL. Variasi yang sama berlaku pada efek subklinis seperti pada IQ, sehingga anak dengan konsentrasi timbal dalam darah yang sama, tidak serta-merta memiliki risiko gangguan perkembangan saraf yang sama [24]. Gambar 8 memberikan rangkuman dampak kesehatan dalam hubungannya dengan konsentrasi timbal dalam darah.



Gambar 12. Hubungan antara kadar timbal dalam darah dan dampak kesehatan
 Sumber: WHO guideline for the clinical management of exposure to lead. (2021)

5.8 DAMPAK JANGKA PANJANG ATAU PROGNOSIS KERACUNAN TIMBAL

5.8.1 Individu

Individu yang sudah mengalami ensefalopati akibat keracunan timbal, memiliki tingkat mortalitas sebesar 5-50%, bergantung pada derajat keparahan penyakit. Kejang pada individu akibat keracunan timbal dapat menyisakan gejala neurologis berupa hemiparesis, kebutaan, spastisitas bilateral, dan efek neurologis lainnya [63].

5.8.2 Prognosis Komunitas

Konsekuensi dari penurunan IQ yang disebabkan oleh keracunan timbal memiliki dampak yang signifikan terhadap aspek finansial yang mempengaruhi penurunan penghasilan sebagai efek tidak langsung dari capaian pendidikan yang rendah. Dengan setiap penurunan penghasilan penduduk akan berdampak untuk negara [83].

Peningkatan pajanan timbal dikorelasikan kuat dengan disfungsi sosial dan emosi. Pada penelitian kohort oleh Wright et al. pada tahun 2008, didapatkan tingkat kriminalitas yang tinggi pada dewasa muda yang terpajan timbal pada usia dini. Kedua bukti dari aspek klinis dan ekonomi mengindikasikan kadar timbal rendah dapat berdampak pada tingkat kriminalitas yang rendah [6].

VI. DIAGNOSIS PAJANAN DAN KERACUNAN TIMBAL

Diagnosis pajanan dan keracunan timbal dan pengambilan keputusan pengobatan didasarkan pada riwayat pajanan, gejala klinis, hasil pemeriksaan fisik, pemeriksaan penunjang seperti hitung darah lengkap, fungsi ginjal, dan jika relevan, dapat dilakukan pencitraan medis. Diagnosis definitif pajanan maupun keracunan timbal ditegakkan berdasarkan hasil uji kadar timbal dalam darah.

6.1 RIWAYAT PAJANAN DAN GEJALA KLINIS

Adanya pajanan timbal harus dicurigai bila anak atau ibu hamil berada di wilayah yang sudah diketahui memiliki sumber pajanan timbal, atau berada di lingkungan yang diketahui memiliki kadar timbal lingkungan yang tinggi. Sumber pajanan lain yang sangat signifikan dapat juga diperoleh dari informasi terkait epidemiologi dimana ada laporan kadar timbal darah yang tinggi di populasi, adanya industri timbal di sekitar tempat tinggal, kemungkinan pajanan di rumah tangga, pekerjaan orang dewasa yang tinggal serumah, serta kebiasaan anak atau ibu hamil.

Keracunan timbal dapat bersifat akut atau kronik. Gejala klinis akibat keracunan timbal akut biasanya muncul setelah pajanan dalam dosis besar dalam kurun waktu singkat misalnya beberapa hari atau minggu. Pajanan akut dapat menimbulkan gangguan pada sistem pencernaan (anoreksia, mual, muntah, nyeri perut), kerusakan hati dan ginjal, hipertensi, dan gangguan neurologis (malaise, ensefalopati) yang dapat mengakibatkan kejang hingga kematian. Meski demikian, setelah timbal tertelan secara akut, beberapa pasien masih tidak bergejala atau hanya bergejala ringan, meskipun konsentrasi timbal dalam darahnya tinggi. Beberapa pasien lainnya mengalami keracunan parah [71].

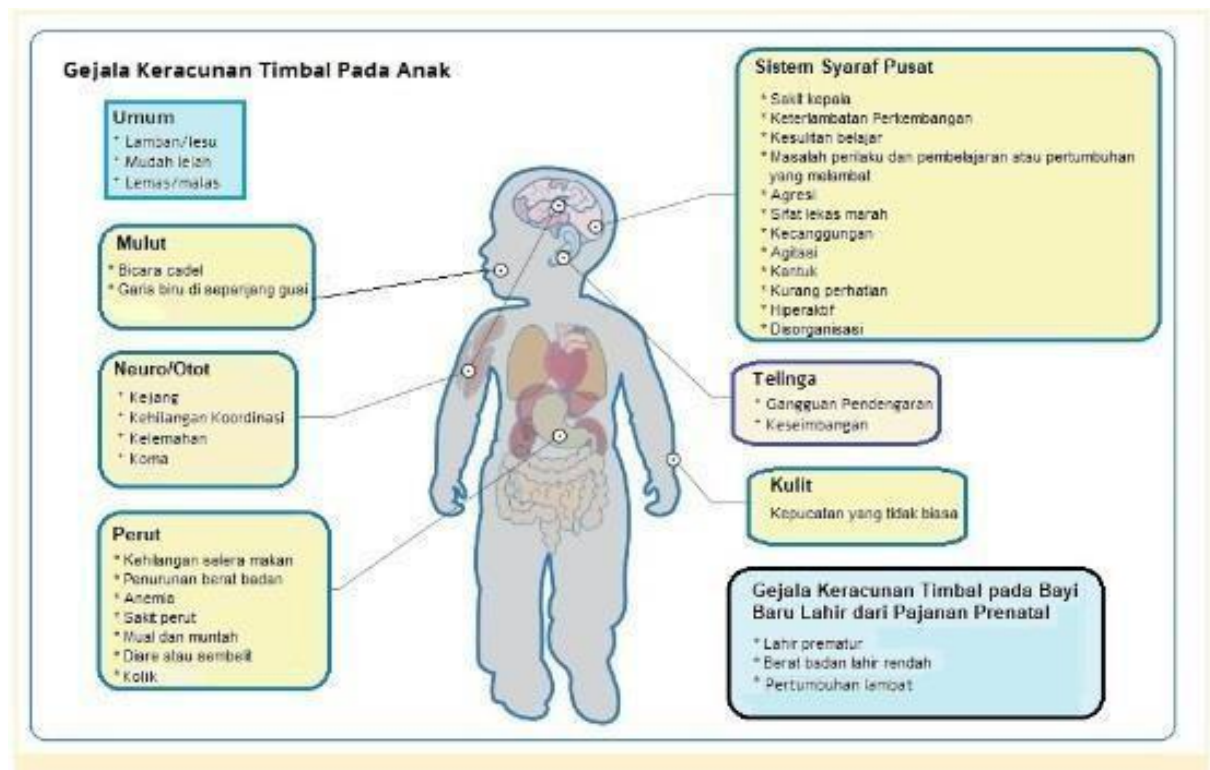
Pada pajanan rendah hingga menengah, biasanya tidak terdapat gejala sama sekali dan tidak ada tanda-tanda fisik yang muncul yang dapat terlihat oleh dokter. Pada pajanan menengah hingga tinggi, anak dapat mengeluhkan berbagai jenis keluhan non-spesifik, seperti nyeri kepala, nyeri perut, lesu, gangguan pemusatan perhatian, kehilangan nafsu makan, atau konstipasi. Dampak neurologis dan sistem saraf pusat

akibat keracunan timbal dapat mengakibatkan agitasi, penurunan aktivitas, dan mengantuk, yang kemudian dapat berlanjut pada muntah-muntah, penurunan kesadaran, dan kejang pada beberapa kasus berat [83].

Pajanan timbal kronis terjadi akibat pajanan dosis rendah selama beberapa bulan atau bertahun-tahun yang menyebabkan dampak yang luas termasuk dampak hematologis seperti anemia; gangguan saraf termasuk sakit kepala, iritabilitas, depresi, letargi, kejang, kelemahan otot, ataksia, tremor, dan gangguan pendengaran; gangguan pencernaan, khususnya kolik abdomen; dan disfungsi ginjal.

Pajanan kronis dengan dosis yang rendah dapat menyebabkan IQ yang rendah, kurangnya kemampuan belajar, prestasi rendah, masalah perilaku, kurangnya perhatian, dan gangguan hiperaktif. Pajanan timbal juga dapat menyebabkan terlambatnya pubertas. Pada bayi yang sudah terpajan timbal sejak sebelum lahir, beberapa gejala yang dapat muncul meliputi kelahiran prematur, berat badan lahir rendah (BBLR), dan pertumbuhan yang terhambat [84].

Pada ibu hamil, gejala keracunan timbal diantaranya adalah hipertensi gestasional, preeklampsia, kolik atau sakit perut, neuropati perifer, aborsi spontan, persalinan prematur, koma, kejang atau bahkan sampai pada kematian. Ibu hamil juga mungkin melahirkan bayi dengan berat badan lahir, lingkaran kepala, dan panjang badan rendah.

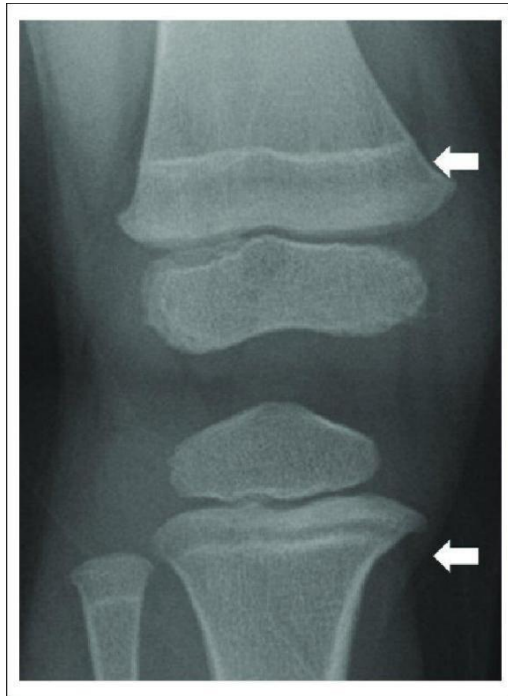


Gambar 13. Gejala Keracunan Timbal pada Anak
Sumber: The Toxic Truth, UNICEF and Pure Earth. (2020)

6.2 PEMERIKSAAN RADIOLOGI DAN PENUNJANG LAINNYA

Adanya benda asing yang mengandung timbal di dalam tubuh manusia dapat dikenali dengan radiografi. Selain itu radiografi juga dapat menangkap adanya penumpukan timbal di tulang Panjang. Radiografi abdomen dapat menunjukkan benda asing berbahan timbal dalam saluran pencernaan. Hal ini dapat bermanfaat dalam kasus keracunan timbal akibat tertelan benda asing seperti serpihan cat, perhiasan, atau pemberat berbahan timbal yang digunakan untuk horden atau pancing. Radiografi pada tulang panjang dapat menunjukkan garis timbal, yang merupakan garis yang terbentuk akibat peningkatan densitas metafisis dari tulang, meskipun prosedur ini bukan prosedur rutin untuk mengidentifikasi keracunan timbal, tetapi temuan radiologi ini dapat menunjukkan adanya paparan kronis. Untuk melakukan identifikasi keracunan timbal jangka panjang, pemeriksaan MRI dapat dilakukan untuk

mengkonfirmasi keterkaitan antara pajanan timbal usia dini dan berkurangnya volume otak baik substansi abu-abu dan putih, dan penurunan fungsi neuronal [85].



Gambar 14. Gambaran radiologi yang menunjukkan garis timbal.
Sumber: Hong Kong Poison Information Centre: Annual Report. (2017)



Gambar 15. Citra Benda Asing pada Saluran Cerna
Sumber: WHO Guidelines for Clinical Management on Exposure to Lead. (2021)

Pemeriksaan laboratorium bermanfaat terutama untuk mendeteksi adanya perubahan yang terjadi akibat pajanan timbal. Pemeriksaan laboratorium dapat digunakan untuk mengidentifikasi kemungkinan adanya anemia ataupun gangguan fungsi organ seperti pemeriksaan fungsi ginjal dan hati.

Pemeriksaan radiologi dilakukan di Fasilitas Kesehatan Rujukan Tingkat Lanjut (FKRTL). Pemeriksaan laboratorium sederhana dapat dilakukan di Fasilitas Kesehatan Tingkat Pertama (FKTP), sedangkan pemeriksaan laboratorium yang lebih kompleks dilakukan di FKRTL.

6.3 PEMERIKSAAN KADAR TIMBAL DALAM DARAH

Konsentrasi timbal dalam darah vena adalah biomarker definitif untuk pajanan dan diagnosis keracunan timbal. Konsentrasi timbal dalam darah lengkap telah diterima secara luas sebagai alat yang paling berguna untuk identifikasi adanya pajanan timbal, skrining, dan penegakan diagnosis keracunan timbal [15]. Konsentrasi timbal dalam darah dapat diukur dalam sampel darah vena atau kapiler. Sampel darah vena menggunakan teknik yang lebih invasif namun memungkinkan hasil yang lebih akurat terhadap kondisi timbal dalam tubuh. Analisis darah vena dapat digunakan untuk konfirmasi pajanan, penegakan diagnosis, penentuan tindakan medis, dan memperkirakan prognosis.

Pemeriksaan timbal dalam darah dapat dilakukan menggunakan alat portabel atau melalui pemeriksaan di laboratorium. Alat portabel saat dibuat pedoman ini belum tersedia luas di Indonesia, namun pemeriksaan timbal dalam darah dapat dilakukan di laboratorium pemerintah atau laboratorium kesehatan daerah, dan laboratorium swasta yang menyediakan.

6.3.1 Pengambilan Sampel

Sampel untuk pemeriksaan timbal dalam darah dapat diambil melalui darah kapiler maupun darah vena. Masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan.

- a. Pengambilan sampel darah kapiler, pada ujung jari (atau tusukan di tumit untuk bayi), relatif mudah dan cepat, tidak terlalu menyakitkan untuk anak dan kurang invasif tetapi lebih mungkin terkontaminasi oleh sumber timbal lingkungan dan dapat memberikan hasil positif palsu.
- b. Pengambilan sampel vena adalah teknik yang lebih invasif namun memungkinkan untuk memperoleh kuantifikasi kadar timbal yang lebih akurat serta jauh lebih kecil kemungkinannya untuk terkontaminasi.
- c. Pengambilan sampel darah kering pada ujung jari atau darah vena pada kertas saring. Pengambilan sampel kertas saring memiliki keuntungan karena pengumpulannya mudah, terhindar dari penggumpalan setelah pengumpulan, dapat disimpan untuk jangka waktu lama, dan mudah untuk dipindahkan, tetapi berisiko tinggi untuk mendapat pencemaran dari lingkungan. Berdasarkan penelitian terakhir, metode ini dianggap kurang layak.

6.3.2 Analisis Kadar Timbal dalam Darah

Setelah pengambilan sampel darah, analisis kadar timbal dalam darah dapat dilakukan menggunakan salah satu alat analisis portabel atau dengan berbasis laboratorium.

a. *Point-of-care atau Portable Anodic Stripping Voltametry (ASV)*

Merupakan alat portabel yang memungkinkan dilakukan penentuan kadar timbal dalam darah pasien dalam waktu sekitar tiga menit dari sampel darah kapiler (*finger-stick*) dan tidak memerlukan personel laboratorium yang terampil untuk mengoperasikannya. Metode ini dapat mendeteksi timbal dalam darah dengan kadar antara 3,3 dan 65 $\mu\text{g/dL}$ dan dapat digunakan di Fasilitas Kesehatan Tingkat Pertama (FKTP) [86]. Namun hasil pemeriksaan dengan metode kapiler harus dikonfirmasi dengan pemeriksaan dari sampel vena di laboratorium bila kadar timbal mengindikasikan berada di level menengah atau tinggi. Beberapa

penelitian di Indonesia sudah menggunakan metode ini, namun pada praktik sehari-hari belum digunakan luas.

b. *Flame Atomic Absorption Spectrometry (FAAS)*

Merupakan metode berbasis laboratorium yang memiliki waktu analisis yang singkat dan relatif mudah digunakan. Tetapi metode ini membutuhkan ukuran sampel yang lebih besar, batas deteksi relatif tinggi dan membutuhkan pengawasan yang ketat karena menggunakan gas yang mudah terbakar [86].

c. *Electrothermal Atomic Absorption Spectrometry (ETAAS)*

Memiliki batas deteksi rendah (0,065 µg/dL), dapat dilakukan dengan jumlah sampel kecil, dapat digunakan untuk memeriksa banyak sampel, dan terdokumentasi dengan baik. Namun sistem dan peralatan lebih sulit untuk dioperasikan sehingga membutuhkan keahlian khusus, rentang analitis terbatas, dan membutuhkan waktu analisis yang lebih lama [87].

d. *Total Reflection X-Ray Fluorescence (TXRF) spectrometry*

*Total Reflection X-Ray Fluorescence (TXRF) adalah metode yang digunakan untuk menentukan elemen secara simultan dengan cepat dan limit deteksi yang rendah. TXRF merupakan metode analisis mikro multi-elemen yang didasarkan pada fluoresensi sinar-X. TXRF merupakan salah satu teknik analitik mikroanalisis multi-element yang memiliki beberapa kelebihan seperti memiliki sensitivitas tinggi limit deteksi rendah mencapai sub part per billion (ppb) atau µg/L setara dengan limit deteksi dari *Inductively Coupled Plasma (ICP-OES)*, tidak terdapat efek matriks, analisis kuantitatif hanya memerlukan penambahan Internal Standar dan PVA, sampel yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit dapat menganalisis berbagai elemen dan pengukuran hanya dalam beberapa detik [88].*

e. *Inductive Coupled Plasma-Mass Spectrometry (ICP-MS)*

Memiliki keuntungan masa periksa cepat dengan rentang analisis yang luas dan hanya membutuhkan jumlah sampel kecil. walaupun demikian, metode ini membutuhkan staf yang terampil dan pembelian alat yang mahal. Beberapa laboratorium di Indonesia sudah menggunakan ICP-MS.

6.3.3 Nilai Referensi Kadar Timbal dalam Darah

Kadar timbal yang terdeteksi dalam darah dapat merupakan akibat dari satu pajanan akut atau dari pajanan yang telah berlangsung lama, sehingga informasi mengenai sumber pajanan sangat berguna dalam menentukan intervensi selanjutnya. Pada anak, termasuk di masa prenatal, tidak ada rujukan mengenai nilai timbal dalam darah yang aman. Walaupun demikian, WHO merekomendasikan bahwa kadar timbal dalam darah 5 µg /dL merupakan batas untuk melakukan intervensi klinis pada anak dan ibu hamil [15].

Dalam evaluasi atau tindak lanjut, penurunan kadar timbal dalam darah akan dianggap sebagai hasil terapi yang positif yang menunjukkan penurunan pajanan timbal, selama penurunan tersebut dapat dipertahankan dari waktu ke waktu. Seiring bertambahnya usia, perilaku tangan-ke-mulut pada anak akan berkurang yang biasanya juga menghasilkan penurunan kadar timbal dalam darah.

VII. TATA LAKSANA PAJANAN TIMBAL PADA ANAK DAN IBU HAMIL

Untuk memudahkan implementasi pedoman ini, tata laksana pajanan timbal dilakukan dengan metode berbasis risiko yang akan mengelompokkan pasien dalam kelompok risiko berdasarkan hasil anamnesis, pemeriksaan fisik, laboratoris, dan atau radiologis. Adapun tata laksana berdasar mengelompokkan risiko dilakukan dengan mengikuti langkah-langkah berikut yaitu:

- Identifikasi pajanan timbal
- Identifikasi kadar timbal dalam darah
- Penentuan tingkat risiko berdasar identifikasi pajanan timbal dan kadar timbal dalam darah
- Penetapan tindakan sesuai dengan tingkat risiko

7.1 IDENTIFIKASI PAJANAN TIMBAL

Adanya kemungkinan pajanan timbal pada anak atau ibu hamil dapat diketahui dari berbagai sumber. Sumber yang berasal dari informasi ilmiah atau laporan pemerintah tentang kadar timbal lingkungan dan epidemiologi pajanan timbal dapat menjadi petunjuk awal adanya sumber pajanan di lingkungan tempat tinggal. Sumber pajanan lainnya dapat digali melalui kuesioner untuk menggali potensi sumber pajanan timbal. Adanya keracunan dapat diketahui bila ada gejala klinis yang khas akibat keracunan timbal serta dari hasil pemeriksaan penunjang. Secara rinci, informasi dan pertanyaan di bawah ini akan mengarahkan pada identifikasi adanya pajanan timbal.

7.1.1 Latar Belakang Kadar Timbal Lingkungan dan Epidemiologi

Kadar timbal lingkungan adalah kadar timbal yang diketahui dari pemeriksaan tanah, air atau udara. Sedangkan epidemiologi pajanan atau keracunan timbal adalah hasil pemeriksaan kadar timbal darah dari populasi tertentu. Informasi mengenai kedua hal tersebut dapat diketahui dari berbagai institusi terpercaya misalnya dari pemerintah, publikasi hasil penelitian, universitas, atau institusi yang terpercaya lainnya. Lampiran 1 pada pedoman ini menyajikan data

wilayah yang dicurigai memiliki kadar timbal tinggi yang dilaporkan dari berbagai penelitian.

Berdasarkan informasi lingkungan dan epidemiologi, populasi yang dianggap berisiko untuk terpajan timbal adalah:

- a. Penduduk yang tinggal di sekitar lokasi atau dalam satu kecamatan atau dalam rentang radius sampai 2,5 km dari sumber yang diketahui memiliki kadar timbal dalam tanah, air dan udara di atas baku mutu lingkungan.
- b. Penduduk di area kecamatan atau dalam rentang radius sampai 2,5 km dari sumber di mana populasinya menunjukkan prevalensi lebih dari 50% anak memiliki kadar timbal dalam darah lebih besar dari 5 $\mu\text{g/dL}$; atau prevalensi lebih dari 10% anak dengan kadar timbal dalam darah lebih besar dari 10 $\mu\text{g/dL}$ [89].
- c. Terdapat anggota keluarga atau orang lain yang tinggal serumah yang memiliki kadar timbal dalam darah tinggi.

7.1.2 Faktor Kerentanan atau Faktor yang Berpotensi Memperburuk Paparan

Anak atau ibu hamil dianggap lebih rentan terhadap pencemaran lingkungan jika mereka berada di lingkungan sosial ekonomi berpenghasilan rendah atau berpendidikan rendah. Pada kondisi sosial ekonomi yang kurang menguntungkan, anak atau ibu hamil lebih berisiko terpajan timbal yang berasal dari debu terkontaminasi yang ditemukan di rumah dengan lantai tanah atau dinding batako yang terbuat dari bahan yang terkontaminasi. Anak dan ibu hamil juga mungkin tidak memiliki akses air bersih sehingga kesulitan dalam menerapkan langkah-langkah kebersihan rumah tangga, serta kesulitan dalam akses pelayanan kesehatan. Anak dan ibu hamil yang tinggal dalam keluarga dengan sosial ekonomi yang kurang, juga berisiko untuk menderita defisiensi gizi yang dapat meningkatkan penyerapan timbal.

Usia yang paling rentan terpajan timbal karena perilaku banyak kontak tangan ke mulut adalah usia antara 1 sampai 3 tahun [84]. Selain itu anak juga menyerap

lebih banyak timbal melalui saluran pencernaan, dan mereka berada dalam tahap kritis perkembangan saraf. Usia anak juga rentan untuk memiliki perilaku gangguan makan pica berupa keinginan untuk memakan benda atau zat yang bukan makanan. Bila perilaku ini membuat anak mengonsumsi tanah yang mengandung timbal maka anak berisiko tinggi terpajan timbal .

7.1.3 Potensi Sumber Paparan Timbal

Kuesioner untuk menggali potensi sumber paparan timbal dikembangkan dengan memperhatikan beberapa aspek seperti lokasi tempat tinggal, pekerjaan, atau pekerjaan orang dewasa yang tinggal serumah, serta kemungkinan paparan dari benda atau bahan mengandung timbal seperti cat, mainan, atau benda lainnya.

Pengisian kuesioner dapat dilakukan selama perawatan prenatal atau *Ante Natal Care* (ANC) dan pemantauan tumbuh kembang anak di posyandu saat kunjungan puskesmas atau fasilitas kesehatan tingkat pertama lainnya, termasuk saat konsultasi klinis di pusat kesehatan tingkat lanjut, atau skrining di komunitas, dan ketika ada kecurigaan klinis.

Kuesioner bertujuan untuk menggali informasi tentang:

- a. Apakah anak atau ibu hamil tinggal atau melakukan kunjungan rutin ke sekitar area di mana terdapat proses atau kegiatan yang melibatkan timbal yang berlangsung di rumah tangga atau di lingkungan sekitar, seperti:
 - Tempat daur ulang aki bekas
 - Tempat pembuangan sampah aki bekas.
 - Penyimpanan, perdagangan, dan daur ulang (termasuk peleburan) atau pembuangan limbah elektronik, baterai, atau skrap logam lainnya.
 - Tempat pengolahan atau produksi baterai bertimbal

- Pengolahan skala kecil barang mengandung timbal seperti peralatan memasak, pemberat pancing atau tirai, amunisi, perhiasan, tembikar, atau mainan.
- Perbaikan kendaraan atau mekanik (baterai, radiator, dan perlengkapan lainnya)
- Penambangan emas skala kecil di lokasi yang mengandung galena (timbal sulfida)
- Lokasi pemulihan limbah tambang atau bekas pengolahan timbal.
- Berdomisili di wilayah yang berjarak atau dalam rentang radius sampai 2,5 km dari industri timbal, tambang timbal, bandara dan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) [90].

b. Adanya cat mengandung timbal di sekitar anak atau ibu hamil saat beraktivitas sehingga memungkinkan mereka terpajan, dapat berasal dari:

- Bangunan atau rumah dengan cat yang rusak atau terkelupas baik di dinding dalam atau luar rumah, langit-langit, atau furnitur.
- Renovasi dengan pengupasan atau pembongkaran dinding atau langit-langit yang dicat.
- Tempat/lokasi atau alat bermain anak yang menggunakan cat mengandung timbal.
- Mainan, benda, dan perlengkapan sekolah yang diduga mengandung cat bertimbal.

Cat yang dicurigai mengandung timbal biasanya berwarna menyala dan berkilau, dan risiko terpajan akan lebih tinggi bila materi dalam kondisi terkelupas, atau sudah terlihat abrasi atau terkikis.

c. Apakah anak atau ibu hamil menggunakan atau bermain dengan, atau memiliki kebiasaan, atau mengkonsumsi :

- Peralatan memasak yang terbuat dari aluminium, atau peralatan keramik berlapis dengan cat yang mengandung logam timbal. Ciri

mengandung timbal diantaranya adalah peralatan mengkilat (berglazur di bagian dalam) dan berwarna mencolok.

- Kosmetik (pemulas wajah, mata, pipi, kuku, pemerah bibir, celak mata) yang mengandung timbal (cek label kosmetik).
 - Merokok aktif selama masa kehamilan.
- d. Apakah latar belakang pekerjaan ibu hamil atau pekerjaan orang tua atau orang dewasa yang tinggal dalam satu rumah dengan anak atau ibu hamil berpotensi menjadi sumber pajanan timbal.

Pekerja yang berpotensi terpajan timbal atau membawa timbal ke dalam lingkungan keluarga di antaranya adalah pekerja pada:

- Industri atau pabrik yang menggunakan, mengolah atau menghasilkan timbal, antara lain:
 - Industri kendaraan bermotor yang melibatkan aki, baterai, dan solder.
 - Industri elektronik, cat, pipa, amunisi, keramik dan mainan mengandung timbal.
 - Industri kecil pembuatan alat masak, pemberat pancing atau tirai, perhiasan, tembikar, bejana, dan pot yang mengandung timbal.
- Peleburan timbal dan pengolahan atau daur ulang aki dan baterai bekas.
- Penambangan timbal atau penambangan emas atau logam lainnya di area yang mengandung timbal.
- Pengumpulan, penyimpanan, perdagangan, pengangkutan, dan daur ulang (termasuk peleburan) atau pembuangan limbah baterai, skrap logam atau elektronik serta barang lainnya yang mengandung timbal dan kraha atau sisa pembakaran aki bekas.

- Mekanik kendaraan bermotor yang melibatkan baterai, radiator, dan perlengkapan lainnya.
- Pekerja konstruksi yang melakukan rekonstruksi, perbaikan, renovasi, dan pembongkaran bangunan yang memiliki cat atau pipa mengandung timbal.
- Instruktur, orang yang berlatih tembak atau pekerja lainnya yang terlibat dalam penggunaan amunisi mengandung timbal.
- Tukang pipa dan pekerja sistem perpipaan logam untuk air dan limbah.
- Petugas yang terlibat dalam pengisian avtur.

Apabila terdapat dugaan adanya pajanan timbal pada anak atau ibu hamil namun tidak diketahui sumber pajanannya maka dapat dilakukan wawancara terkait dengan kebiasaan makan atau minum. Mengingat cemaran timbal sangat berpotensi mengontaminasi bahan pangan maka terdapat kemungkinan sumber pajanan timbal berasal dari bahan pangan.

7.1.4 Kecurigaan Klinis Pajanan atau Keracunan Timbal

Kecurigaan klinis adanya keracunan timbal harus berdasarkan pada anamnesis dan pemeriksaan yang komprehensif dengan mempertimbangkan seluruh gejala dan tanda pajanan atau keracunan timbal. Beberapa kondisi di bawah ini merupakan gejala yang paling sering terjadi pada keracunan timbal.

- a. Anemia klinis atau laboratoris yang refrakter atau tidak ada perbaikan setelah mendapat suplementasi zat besi tanpa diketahui penyebab yang lain setelah pemantauan selama 3 sampai 5 bulan [91].
- b. Granula Basofilik (*basophilic stippling*) pada hapusan darah tepi.
- c. Nyeri perut dengan gejala gastrointestinal lainnya seperti diare, sembelit, kolik atau sakit perut yang sering atau kronis, dengan penyebab medis atau bedah lainnya disingkirkan. Atau dengan kesaksian orang dewasa adanya pica atau menelan benda, tanah, atau cat yang terkelupas yang mengandung timbal.

- d. Gangguan perkembangan anak dengan penyebab penentu lainnya telah disingkirkan. Gangguan perkembangan anak sampai usia 6 tahun dapat dinilai menggunakan Kuesioner Pra Skrining Perkembangan (KPSP) [99]. Gangguan perkembangan anak dengan penyebab lain seperti *Cerebral Palsy*, *Global Developmental Delay*, atau disabilitas intelektual dapat disingkirkan dengan menanyakan riwayat kehamilan, persalinan, dan riwayat penyakit yang dapat mengganggu perkembangan otak seperti radang otak/selaput otak, perdarahan di dalam kepala, riwayat yang serupa dalam keluarga, serta riwayat perkembangan motorik, bicara/bahasa, interaksi sosial dan kognitif. Pemeriksaan fisik umum dan neurologi serta pemeriksaan penunjang yang diperlukan dilakukan untuk menegakkan diagnosis.
- e. Diagnosis ensefalopati dengan gejala ataksia, letargi, kejang atau koma, di mana penyebab infeksi/sistemik/metabolik telah disingkirkan.
- f. Garis timbal pada gusi
- g. Garis timbal pada epifisis.



Gambar 16



Gambar 17

Gambar 16 dan 17. Keramik dan Kaca Yang Telah Dilapisi dengan Cat yang Mengandung Timbal



Gambar 18



Gambar 19



Gambar 20

Gambar 18, 19, 20. Pipa, Kosmetik dan Pemberat Tirai Terbuat dari Timbal

Sumber gambar 16-20 : Lead Poisoning in Children and Pregnant Women. NY State Department of Health.



Gambar 21. Infografik Tentang Kadar Timbal di Taman Bermain di Jakarta
Sumber: <https://lokadata.id/artikel/infografik-13-taman-di-dki-terpapar-timbal-tinggi>

7.2 IDENTIFIKASI KADAR TIMBAL DALAM DARAH

Konsentrasi timbal dalam darah merupakan biomarker definitif yang digunakan untuk mengetahui adanya pajanan timbal. Untuk keputusan diagnosis dan pengobatan, pilihan terbaik adalah menggunakan data konsentrasi timbal dalam sampel darah vena. Sampel kapiler dapat digunakan untuk tujuan skrining, dimana bila ditemukan kadar timbal tinggi pada skrining darah kapiler, maka dilanjutkan dengan konfirmasi pengukuran berbasis laboratorium menggunakan sampel darah vena [15].

Dalam situasi luar biasa atau emergensi, ketika sampel darah vena tidak dapat dengan mudah diperoleh dan diperlukan perawatan untuk menyelamatkan jiwa, sampel darah kapiler dapat digunakan untuk diagnosis dan memutuskan intervensi, dengan analisis laboratorium untuk konfirmasi menggunakan sampel darah vena sesegera mungkin [15]. Dalam hal intervensi terkait edukasi dan tindakan pencegahan lainnya, maka informasi yang berasal dari pemeriksaan darah kapiler dapat digunakan sebagai rujukan.

7.3 TINGKAT RISIKO BERDASAR IDENTIFIKASI PAJANAN TIMBAL DAN KADAR TIMBAL DARAH

Tingkat Risiko diklasifikasikan dari 0 hingga 3 sesuai dengan hasil identifikasi adanya pajanan timbal dan kadar timbal darah yang ditemukan pada anak atau ibu hamil. Tingkat risiko berbasis kadar timbal darah memadukan rekomendasi yang diberikan oleh CDC dan pedoman WHO tentang tata laksana klinis pajanan timbal. Rekomendasi CDC membagi tingkatan aksi menjadi 4 klasifikasi di mana level terendah adalah $<3,5 \mu\text{g/dL}$. Di lain pihak, WHO memberikan kadar timbal dalam darah sebagai rujukan untuk memulai intervensi klinis adalah $5 \mu\text{g/dL}$ [14,15]. Pedoman ini mengikuti 4 klasifikasi intervensi yang direkomendasikan oleh CDC, namun rujukan nilai terendah kadar timbal dalam darah untuk memulai intervensi klinis adalah $5 \mu\text{g/dL}$ sesuai rekomendasi WHO.

7.3.1 Risiko Tingkat 0

Dikategorikan risiko tingkat 0 bila memenuhi salah satu dari kondisi di bawah ini:

- a. Tidak ada bukti adanya pajanan timbal, di mana tidak ditemukan adanya latar belakang kadar timbal lingkungan di atas baku mutu, tidak ada potensi sumber pajanan timbal, tidak ada gejala klinis yang mengarah pada pajanan atau keracunan timbal, dan kadar timbal darah 0 atau $<5 \mu\text{g/dL}$, atau tidak ada data.
- b. Terdapat adanya latar belakang kadar timbal lingkungan di atas baku mutu atau ada potensi sumber pajanan timbal, namun tidak ada gejala klinis yang mengarah pada pajanan atau keracunan timbal, dan kadar timbal darah 0 atau tidak ada data.

7.3.2 Risiko Tingkat 1

Dikategorikan risiko tingkat 1 bila memenuhi salah satu dari kondisi di bawah ini:

- a. Tidak ada bukti adanya pajanan timbal, di mana tidak ditemukan adanya latar belakang kadar timbal lingkungan, tidak ada potensi sumber pajanan timbal, tidak ada gejala klinis yang mengarah pada pajanan atau keracunan timbal, namun kadar timbal darah $5-19,99 \mu\text{g/dL}$.
- b. Terdapat adanya latar belakang kadar timbal lingkungan **ditambah** dengan adanya faktor kerentanan, atau ada potensi sumber pajanan timbal, namun tidak ada gejala klinis yang mengarah pada pajanan atau keracunan timbal, dan kadar timbal darah $<5 \mu\text{g/dL}$.
- c. Terdapat gejala klinis yang mengarah pada pajanan atau keracunan timbal, tanpa adanya latar belakang kadar timbal lingkungan atau potensi sumber pajanan timbal, dan kadar timbal darah 0.

- d. Terdapat gejala klinis yang mengarah pada pajanan atau keracunan timbal, disertai adanya latar belakang kadar timbal lingkungan **ditambah** dengan adanya faktor kerentanan atau potensi sumber pajanan timbal, namun kadar timbal darah belum diketahui. Risiko 1 disini disebut sebagai risiko 1* (Penilaian risiko harus menunggu informasi hasil kadar timbal darah).

7.3.3 Risiko Tingkat 2

Dikategorikan risiko tingkat 2 bila memenuhi salah satu dari kondisi di bawah ini:

- a. Tidak ada bukti adanya pajanan timbal, di mana tidak ditemukan adanya latar belakang kadar timbal lingkungan, tidak ada potensi sumber pajanan timbal, tidak ada gejala klinis yang mengarah pada pajanan atau keracunan timbal, namun kadar timbal darah 20-45 µg/dL.
- b. Tidak ada bukti adanya pajanan timbal, di mana tidak ditemukan adanya latar belakang kadar timbal lingkungan, tidak ada potensi sumber pajanan timbal, namun ada gejala klinis yang mengarah pada pajanan atau keracunan timbal, dan kadar timbal darah <5 µg/dL.
- c. Terdapat adanya latar belakang kadar timbal lingkungan **ditambah** dengan adanya faktor kerentanan, atau ada potensi sumber pajanan timbal, namun tidak ada gejala klinis yang mengarah pada pajanan atau keracunan timbal, dan kadar timbal darah 5-45 µg/dL.

7.3.4 Risiko Tingkat 3

- a. Kadar timbal darah > 45 µg/dL tanpa memperhatikan data lainnya
- b. Terdapat gejala klinis yang mengarah pada pajanan atau keracunan timbal, dengan kadar timbal darah >0µg/dL, tanpa memperhatikan data lainnya.

Tabel 1. Kuesioner Penilaian Risiko Paparan Timbal

Beri tanda ☑, bila jawaban menunjukkan kondisi yang sesuai

Latar Belakang Kadar Timbal Lingkungan dan Epidemiologi (Diisi oleh TSL)	☑	☑
Lokasi tempat tinggal berada di kecamatan atau dalam radius 2,5 km dari lokasi yang memiliki kadar timbal tanah, air dan udara di atas baku mutu lingkungan.		
Tinggal di kecamatan atau dalam radius 2,5 km dari sumber di mana populasinya menunjukkan prevalensi lebih dari 50% anak memiliki kadar timbal dalam darah lebih besar dari 5 g/dL; atau prevalensi lebih dari 10% anak dengan kadar timbal dalam darah lebih besar dari 10 g/dL.		
Kedua faktor di atas dinilai berisiko bila di sertai dengan faktor kerentanan di bawah ini		
Faktor Kerentanan: - Rumah lantai tanah - Kesulitan akses air bersih - Usia 1-3 tahun - Memiliki perilaku PICA		
Terdapat anggota keluarga atau orang lain yang tinggal serumah yang memiliki kadar timbal dalam darah lebih besar dari 5 g/dL.		
Potensi Sumber Paparan Timbal (TSL/Dokter/Bidan)		
a. Apakah anak atau ibu hamil tinggal atau berkunjung rutin di sekitar area proses pengolahan timbal dalam rumah tangga atau lingkungan sekitar, seperti: - Tempat daur ulang aki bekas - Tempat pembuangan sampah aki bekas. - Penyimpanan, perdagangan, dan daur ulang (termasuk peleburan) atau pembuangan limbah elektronik, baterai, atau skrap logam lainnya. - Tempat pengolahan atau produksi baterai bertimbal - Pengolahan skala kecil barang mengandung timbal seperti peralatan memasak, pemberat pancing atau tirai, amunisi, perhiasan, tembikar, atau mainan. - Perbaikan kendaraan atau mekanik (baterai, radiator, dan perlengkapan lainnya) - Penambangan emas skala kecil di lokasi yang mengandung galena (timbal sulfida) - Lokasi pemulihan limbah tambang atau bekas pengolahan timbal. - Berdomisili di wilayah yang berjarak atau dalam rentang radius sampai 2,5 km dari industri timbal, tambang dan peleburan timbal, bandara dan Pembangkit Listrik Tenaga Uap		
b. Apakah anak atau ibu hamil beraktivitas rutin di lokasi yang memungkinkan terpajan cat mengandung timbal, misalnya: - Pada bangunan tua dan lapuk, cat aus dan terkelupas, atau furnitur. - Lokasi pengupasan atau pembongkaran dinding atau langit-langit yang dicat. Lokasi atau alat bermain anak yang menggunakan cat mengandung timbal.		

• Mainan, benda, dan perlengkapan sekolah yang diduga mengandung cat bertimbal.		
c. Apakah anak atau ibu hamil menggunakan atau bermain dengan, atau memiliki kebiasaan, atau mengonsumsi: • Panci aluminium dan peralatan keramik berlapis dengan paduan logam timbal. • Kosmetik (pemulas wajah, mata, pipi, kuku, pemerah bibir, celak mata) yang mengandung timbal (Kosmetik yang memiliki izin edar BPOM dianggap aman) • Merokok aktif selama masa kehamilan		
d. Apakah bekerja atau ada orang dewasa yang tinggal serumah yang bekerja di salah satu lokasi kerja: • Industri atau pabrik baik skala kecil maupun besar yang menggunakan, mengolah atau menghasilkan timbal • Penyimpanan, perdagangan, dan daur ulang (termasuk peleburan) atau pembuangan aki bekas, limbah elektronik, baterai, atau skrap logam lainnya. • Tempat pengolahan atau produksi aki atau baterai bertimbal • Penambangan timbal atau penambangan emas atau logam lainnya di area yang mengandung timbal. • Mekanik kendaraan bermotor yang melibatkan baterai, aki, dan perlengkapan lainnya. • Pekerja konstruksi yang melakukan rekonstruksi, perbaikan, renovasi, dan pembongkaran bangunan tua yang memiliki cat atau pipa mengandung timbal. • Instruktur, orang yang berlatih tembak atau pekerja lainnya yang terlibat dalam penggunaan amunisi mengandung timbal. • Tukang pipa dan pekerja sistem perpipaan logam untuk air dan limbah.		
<i>Apabila ada dugaan pajanan timbal pada anak atau ibu hamil namun tidak diketahui sumber pajanannya maka dapat dilakukan wawancara terkait dengan kebiasaan makan atau minum</i>		
Kondisi Klinis (Disi oleh Dokter/Bidan)		
Anemia refrakter suplementasi zat besi.		
Granula basophil pada hapusan darah tepi.		
Sakit perut yang sering atau kronis, dengan penyebab medis atau bedah lainnya disingkirkan.		
Gangguan perkembangan dengan penyebab penentu lainnya disingkirkan.		
Diagnosis ensefalopati dengan gejala ataksia, letargi, kejang atau koma, dan penyebab infeksi telah disingkirkan.		
Garis timbal pada gusi.		
Garis timbal pada epifisis.		
Kadar timbal dalam darah (Diisi oleh Dokter/Bidan)		

<5 µg/dL		
5-19,99 µg/dL		
20-45 µg/dL		
>45 µg/dL		
TINGKAT RISIKO		

Tabel 2. Ringkasan Tingkat Risiko Paparan Timbal Berdasarkan Identifikasi Paparan Timbal dan Kadar Timbal dalam Darah

	Gejala Klinis			
	Tidak Ada		Ada	
	Latar belakang lingkungan/potensi sumber paparan timbal		Latar belakang lingkungan/potensi sumber paparan timbal	
Kadar timbal dalam darah (µg/dL)	Tidak	Ya	Tidak	Ya
0 / tidak ada	0	0	1	1*
<5 µg/dL	0	1	2	3
5-19,99 µg/dL	1	2	3	3
20-45 µg/dL	2	2	3	3
>45 µg/dL	3	3	3	3

Risiko Tingkat 0
Risiko Tingkat 1
Risiko Tingkat 2
Risiko Tingkat 3

7.4 TATA LAKSANA BERBASIS RISIKO

Pedoman perawatan terhadap pajanan timbal dilakukan sesuai dengan tingkat risiko yang telah diketahui dari langkah sebelumnya. Langkah yang paling penting dalam tata laksana pajanan timbal adalah melakukan identifikasi sumber pajanan dan menghentikannya sesegera mungkin.

7.4.1 Tingkat Risiko 0

Tata laksana tingkat risiko 0 dapat dilakukan petugas kesehatan di FKTP.

Tindakan yang dapat dilakukan adalah:

- a. Edukasi tentang faktor risiko dan sumber pajanan timbal dan promosi kesehatan.
- b. Jika dari hasil pemeriksaan skrining ditemukan kadar timbal dalam darah positif $<5 \mu\text{g/dL}$, namun sumber pajanan tidak diketahui, petugas kesehatan harus memberikan perhatian khusus untuk mengidentifikasi sumber pajanan. Dapat dilakukan pula analisa mendalam terkait kebiasaan makan dan minum. Dianjurkan untuk melakukan pemeriksaan kadar timbal dalam darah kembali dalam kurun waktu 6-12 bulan untuk mengetahui adanya pajanan timbal yang berkelanjutan.

7.4.2 Tingkat Risiko 1

Tata laksana tingkat risiko 1 secara umum dapat dilakukan di FKTP. Rujukan hanya dilakukan untuk konfirmasi pemeriksaan timbal darah vena dan bila ada indikasi. Tindakan yang harus dilakukan adalah:

- a. Berikan informasi pada pasien atau pengasuh atau keluarga bahwa mereka diduga atau telah terpajan timbal dan jelaskan kemungkinan sumber pajanan serta tindakan yang harus diambil untuk mengurangi atau menghentikan pajanan.
- b. Perdalam anamnesis dan pemeriksaan fisik yang menyeluruh untuk menilai kemungkinan adanya gejala atau tanda keracunan timbal.

- c. Lakukan evaluasi kemungkinan adanya pajanan atau keracunan timbal terhadap anak lain, ibu hamil, atau ibu menyusui dalam rumah tangga yang sama.
- d. Tindakan nutrisi: Analisis masalah gizi untuk memastikan bahwa anak tidak mengalami defisiensi gizi dan lakukan konseling. Anjurkan diet kaya kalsium, zat besi, dan vitamin. Bila diketahui terdapat asupan yang tidak memadai, maka dianjurkan untuk memberikan suplemen nutrisi khususnya kalsium dan zat besi.
- e. Tindakan perawatan khusus: Evaluasi klinis pertumbuhan dan perkembangan anak. Promosikan langkah-langkah untuk mendukung kelangsungan pendidikan dan stimulasi perkembangan.
- f. Evaluasi perkembangan kehamilan dan kemungkinan hambatan pertumbuhan pada janin.
- g. Evaluasi adanya pica. Jika terdeteksi, rujuk ke spesialis anak atau spesialis anak konsultan nutrisi dan penyakit metabolik serta psikiatri anak untuk terapi modifikasi perilaku.
- h. Bila pemeriksaan pertama dilakukan dengan sampel darah kapiler, maka lakukan pemeriksaan kadar timbal darah vena dalam kurun waktu tidak lebih dari 3 bulan untuk melakukan konfirmasi [16].
- i. Langkah-langkah intervensi lingkungan: Lakukan kunjungan rumah untuk tindak lanjut pencegahan di lingkungan.
- j. Lapor ke Dinas Kesehatan/Kementerian Kesehatan untuk melakukan tindakan pencegahan pada komunitas seperti melakukan konfirmasi atau mengukur sumber pajanan, merencanakan kemungkinan tindakan remediasi, atau tindakan lain yang diperlukan dengan berkoordinasi dengan institusi lainnya yang terkait.

7.4.3 Tingkat Risiko 2

Tata laksana tingkat risiko 2 secara umum dapat dilakukan di FKTP. Rujukan hanya dilakukan untuk konfirmasi pemeriksaan timbal darah vena dan bila ditemukan adanya kecurigaan pasien menelan materi yang mengandung timbal. Tindakan yang harus dilakukan merupakan intervensi lanjutan risiko tingkat 1, yaitu:

- a. Lakukan semua tindakan sesuai risiko tingkat 1.
- b. Bila pemeriksaan pertama dilakukan dengan sampel darah kapiler, maka lakukan pemeriksaan kadar timbal darah vena dalam kurun waktu tidak lebih dari 2 minggu untuk melakukan konfirmasi[16].
- c. Tindakan nutrisi: Evaluasi kemungkinan defisiensi zat besi atau adanya anemia melalui pemeriksaan hematologi dengan retikulosit dan feritin. Berikan suplemen zat besi dan kalsium.
- d. Tindakan perawatan khusus. Evaluasi klinis yang komprehensif untuk mengidentifikasi tanda atau gejala yang mencurigakan dari keracunan timbal. Jika dalam anamnesis diketahui bahwa anak baru saja menelan bahan mengandung timbal seperti serpihan cat, pemberat pancing, pemberat tirai, perhiasan atau benda lainnya, maka lakukan rujukan untuk pemeriksaan radiologi abdomen.
- e. Jika ada gambaran radioopak di saluran cerna, rujuk ke spesialis anak di fasilitas kesehatan tingkat rujukan/lanjut untuk mengevaluasi kemungkinan irigasi saluran cerna atau tindakan pembersihan bahan bertimbal lainnya.
- f. Pada tingkat risiko ini, pemberian agen pengkelat tidak diindikasikan. Namun bila ada keraguan tentang akurasi pengukuran dan konsentrasi timbal dalam darah meningkat sesudah pemeriksaan 2 minggu kemudian walaupun telah diambil tindakan untuk menghentikan pajanan, maka terapi kelasi oral harus dipertimbangkan.

7.4.4 Tingkat Risiko 3

Tata laksana tingkat risiko 3 membutuhkan rujukan ke FKRTL untuk melakukan investigasi terkait adanya gangguan pada organ, untuk konfirmasi pemeriksaan timbal darah vena, rawat inap bila diperlukan, dan kemungkinan pemberian terapi kelasi. Tindakan terdiri dari:

- a. Lakukan semua tindakan sesuai risiko tingkat 2
- b. Bila pemeriksaan pertama dilakukan dengan sampel darah kapiler, maka lakukan pemeriksaan konfirmasi timbal dalam darah vena dalam waktu 48 jam [16].
- c. Tes laboratorium untuk pengobatan seperti tes hematologi dan ferritin, ureum, kreatinin, enzim hati dan tes urine.
- d. Rujuk ke dokter spesialis anak atau subspesialis Emergency dan Rawat Intensif Anak (ERIA) atau fasilitas dengan kapasitas yang lebih tinggi untuk diagnosis, analisis kausalitas, dan alternatif pengobatan. Pengobatan kelasi dapat dipertimbangkan.
- e. Ibu hamil rujuk ke dokter spesialis kebidanan dan kandungan.
- f. Jika ada gejala yang membutuhkan rawat inap, maka bisa dilakukan rawat inap di rumah sakit. Jika asimtomatik dan tanpa bukti toksisitas yang signifikan, lanjutkan tindakan rawat jalan.
- g. Anjurkan untuk pemindahan tempat tinggal sementara dari daerah yang terkontaminasi sampai dilakukan tindakan pencegahan, pengurangan atau perbaikan.
- h. Jika ada gejala mual, muntah, kolik abdomen, kelemahan dan kejang (ensefalopati) atau kadar timbal dalam darah baik vena maupun kapiler 70 g/dL atau lebih, harus ditangani sebagai keadaan darurat, dirawat di rumah sakit segera. Bila pengukuran darah vena tidak tersedia, maka informasi dari darah kapiler bisa digunakan sebagai referensi untuk melakukan tindakan intervensi bila ada kondisi yang mengancam jiwa. Jika terkonfirmasi keracunan timbal, maka lakukan terapi kelasi.

Tabel 3. Tata Laksana Paparan Timbal Berbasis Risiko

T I N G K A P A N J A N	0	Edukasi tentang faktor risiko dan sumber paparan timbal. Jika sumber paparan tidak teridentifikasi namun Kadar timbal darah $<5 \mu\text{g/dL}$, lakukan pemeriksaan ulang dalam kurun waktu 6-12 bulan.
	1	Edukasi dan promosi kesehatan pada keluarga dan masyarakat. Evaluasi anak lain, ibu hamil, atau ibu menyusui dalam rumah tangga yang sama. Lakukan pemeriksaan yang menyeluruh untuk menilai adanya gejala atau tanda keracunan timbal. Analisis masalah gizi. Evaluasi klinis pertumbuhan dan perkembangan dan romosikan langkah-langkah dukungan pendidikan dan stimulasi perkembangan. Jika terdeteksi PICA, rujuk ke spesialis anak Kunjungan rumah oleh staf TSL. Lapor ke Dinas Kesehatan/Kementerian Kesehatan untuk mengonfirmasi/mengukur sumber paparan dan merencanakan kemungkinan tindakan yang diperlukan.
	2	Lakukan seluruh tata laksana tingkat risiko 1, tambah dengan: Evaluasi defisiensi zat besi atau adanya anemia. Berikan suplemen zat besi dan kalsium. Evaluasi klinis yang komprehensif, jika anak diduga menelan bahan bertimbal seperti serpihan cat atau pemberat pancing, rujuk untuk dilakukan pemeriksaan radiologi abdomen. Jika ada gambaran radiopak di saluran cerna, rujuk ke spesialis anak di FKRTL untuk mengevaluasi kemungkinan dilakukan irigasi saluran cerna atau tindakan pembersihan. Pemberian agen pengkelat tidak diindikasikan.
I S I K O	3	Lakukan seluruh tata laksana tingkat risiko 1, tambah dengan: Tes laboratorium: Hematologi dan ferritin, ureum, kreatinin, enzim hati dan tes urine. Rujuk ke dokter spesialis anak atau subspesialis Emergency dan Rawat Intensif Anak (ERIA). Pengobatan kelasi dapat dipertimbangkan. Jika ada gejala yang membutuhkan rawat inap, maka bisa dilakukan rawat inap di rumah sakit. Jika asimtomatik dan tanpa bukti toksisitas yang signifikan, lanjutkan tindakan rawat jalan. Anjurkan untuk pemindahan tempat tinggal sementara dari daerah yang terkontaminasi sampai dilakukan tindakan pencegahan, pengurangan atau perbaikan. Jika ada gejala mual, muntah, kolik abdomen, kelemahan dan kejang (ensefalopati) atau kadar timbal dalam darah $70 \mu\text{g/dL}$ atau lebih, harus ditangani sebagai keadaan darurat dan lakukan konfirmasi pemeriksaan darah vena segera (kurang dari 48 jam). Jika terkonfirmasi keracunan timbal, maka lakukan terapi kelasi. Bila dalam kondisi mengancam jiwa, hasil pengukuran timbal darah kapiler dapat digunakan.

7.5 IMPLEMENTASI DAN ALUR PENILAIAN RISIKO PAJANAN TIMBAL

Mengingat dampak pajanan timbal sangat merugikan kesehatan khususnya pada anak, maka penilaian risiko pajanan timbal sesungguhnya sangat krusial. Di negara negara maju, surveilan pajanan timbal dilakukan secara rutin. Di Amerika Serikat, seluruh anak yang mendapat layanan asuransi nasional mendapatkan pemeriksaan timbal satu kali pada saat usia 12-72 bulan. Bila ditemukan timbal dalam darah tinggi maka segera dilakukan tata laksana baik klinis, komunitas, maupun lingkungan.

Di luar surveilan nasional maka enilaian risiko pajanan timbal dan pemeriksaan kadar timbal dalam darah dilakukan pada beberapa kondisi antara lain:

- Anak atau ibu hamil berada pada wilayah yang telah diketahui memiliki data lingkungan dengan kadar timbal pada udara, air, atau tanah yang tinggi.
- Anak atau ibu hamil yang tinggal satu rumah dengan orang lain yang memiliki kadar timbal darah tinggi karena terdapat kemungkinan juga terpajan dari sumber pajanan yang sama.
- Anak atau ibu hamil dicurigai memiliki gejala klinis telah terpajan atau menderita keracunan timbal.
- Anak (orang tuanya) atau ibu hamil yang berkeinginan untuk melakukan pemeriksaan kesehatan (*health check up*) untuk mengetahui kondisi kesehatannya terkait dengan pajanan timbal.
- Apabila anak atau ibu hamil diketahui mengonsumsi makanan dan minuman yang berpotensi tercemar timbal.
- Kondisi lainnya yang dianggap perlu oleh petugas kesehatan berdasarkan informasi yang sesuai.

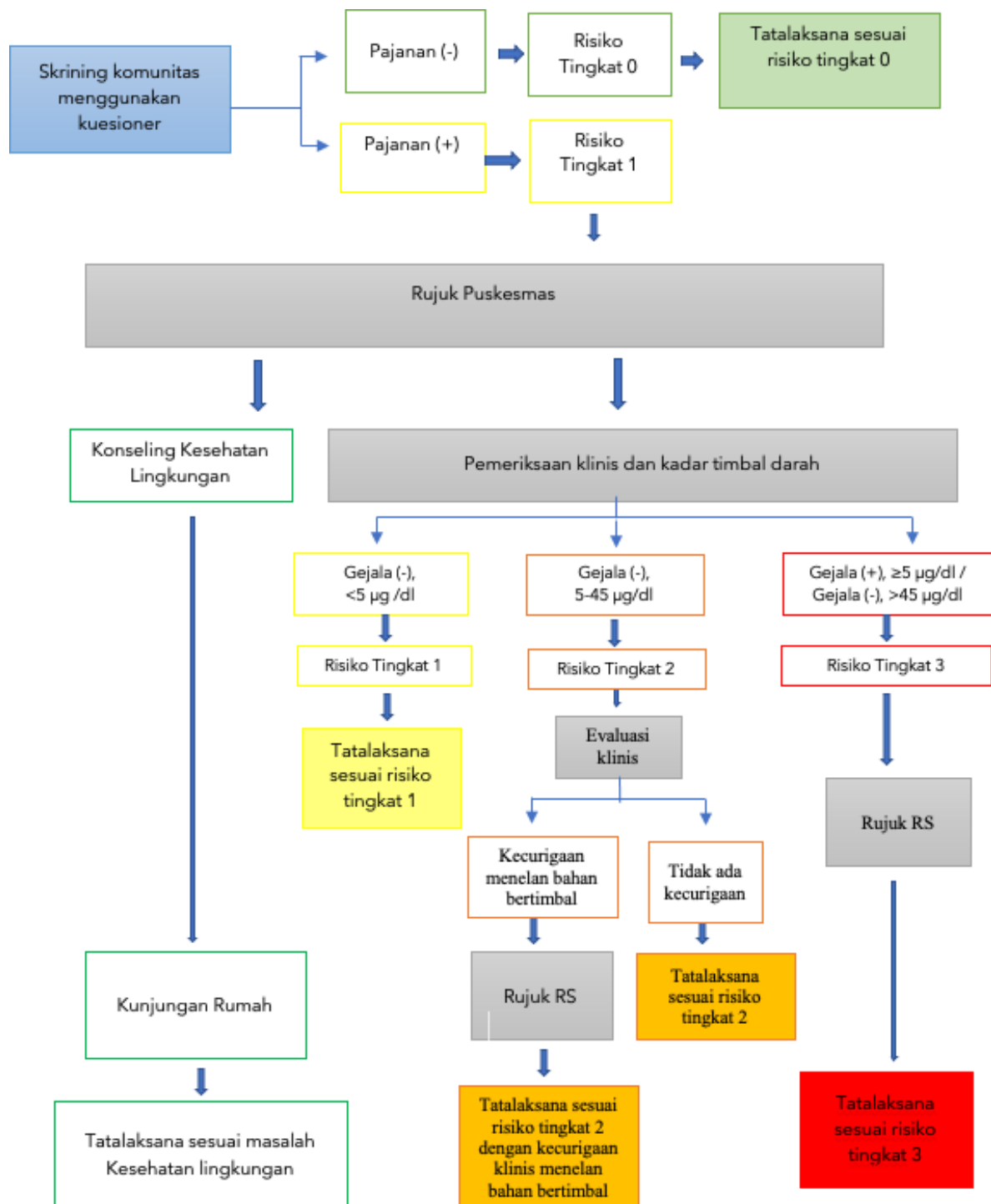
Penilaian risiko pajanan timbal dapat dilakukan secara komprehensif bila seluruh data tersedia yaitu data latar belakang lingkungan dan epidemiologi, kuesioner pajanan timbal, gejala klinis, dan kadar timbal dalam darah. Namun pada praktiknya, penilaian risiko dapat menyesuaikan dengan kondisi yang tersedia di lapangan. Penilaian risiko dapat dilakukan dengan 3 kondisi yaitu, penilaian risiko berdasar latar belakang

lingkungan dan kuesioner potensi sumber pajanan timbal di komunitas, penilaian risiko berdasar skrining kadar timbal darah, dan penilaian risiko di fasilitas kesehatan.

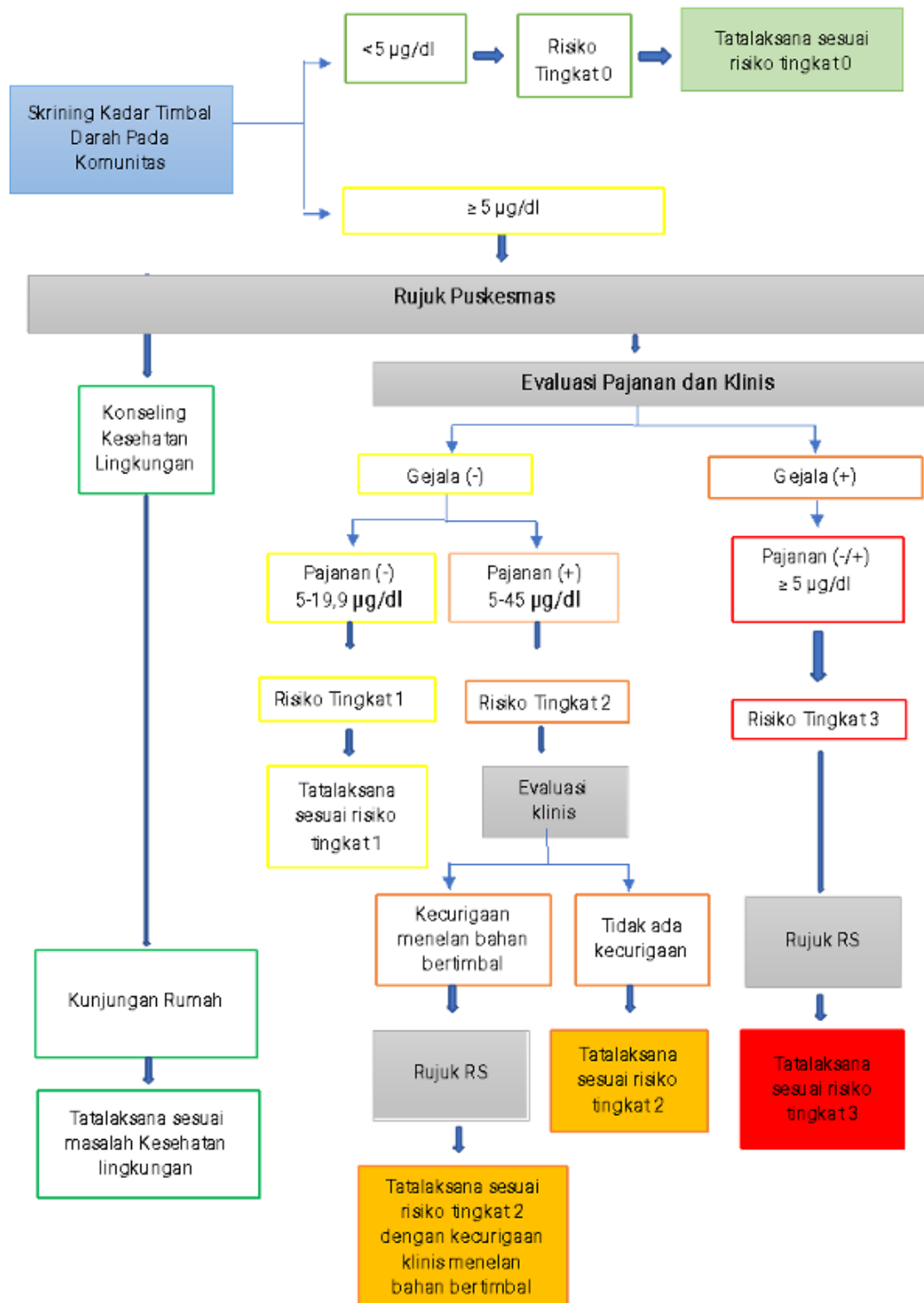
Penilaian risiko berdasar latar belakang lingkungan dan kuesioner potensi sumber pajanan timbal dapat dilakukan di sekolah, taman bermain, posyandu, atau lokasi publik lainnya. Penilaian risiko ini akan menghasilkan risiko tingkat 0 dan tingkat 1. Untuk anak atau ibu hamil yang memiliki risiko tingkat 1 akan dirujuk ke FKTP untuk dilakukan pemeriksaan klinis secara komprehensif, pemeriksaan kadar timbal dalam darah, dan konsultasi kesehatan lingkungan. Penatalaksanaan selanjutnya disesuaikan dengan tingkat risiko yang ditemukan (Gambar 22).

Penilaian risiko berdasar skrining kadar timbal dalam darah dapat dilakukan di lokasi umum atau fasilitas kesehatan. Berdasar hasil kadar timbal dalam darah, anak atau ibu hamil sudah dapat ditentukan tingkat risikonya (0-3) untuk selanjutnya dilakukan tatalaksana sesuai tingkat risiko (Gambar 23).

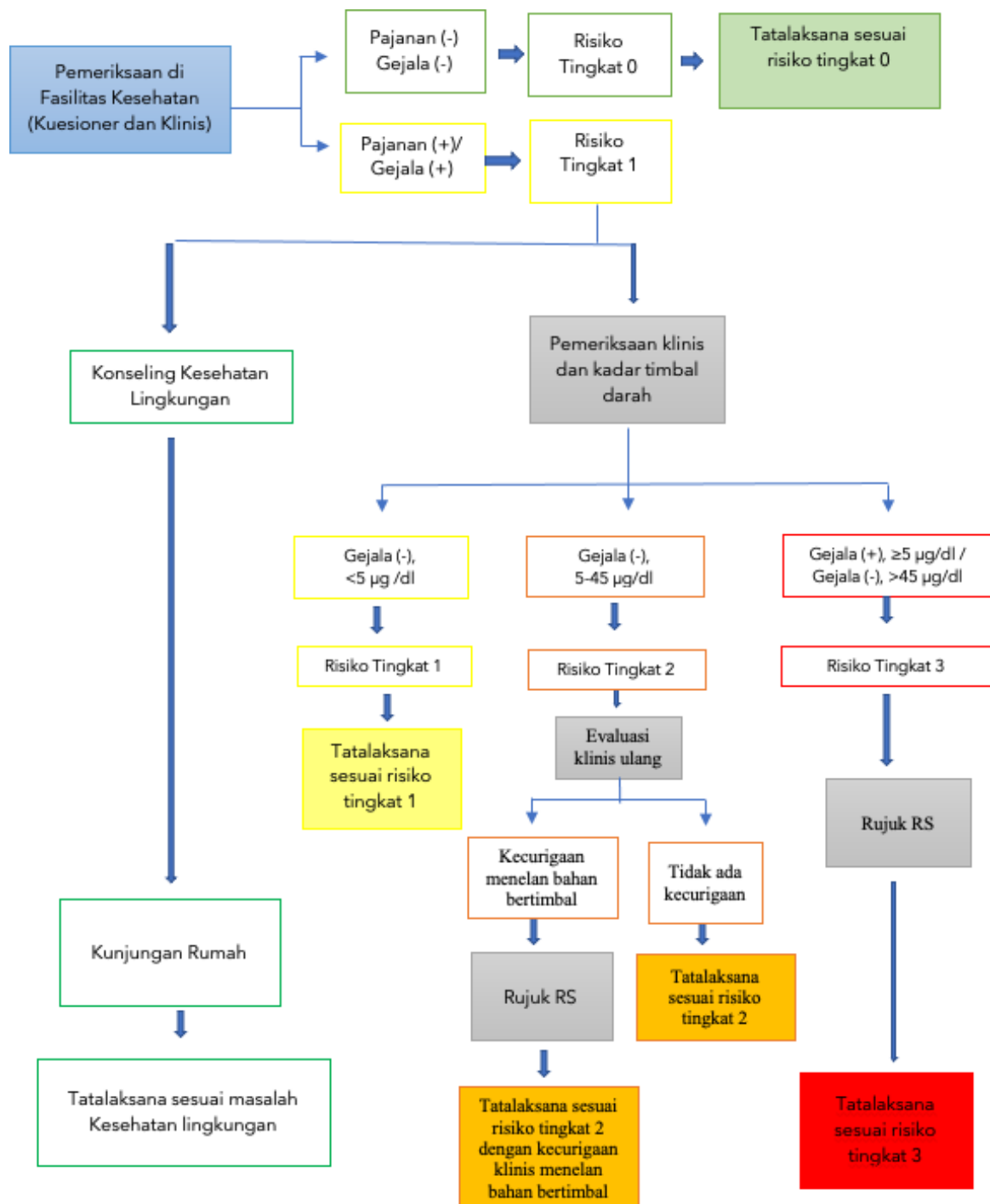
Pada fasilitas kesehatan, penilaian risiko dapat dilakukan saat anak atau ibu hamil melakukan pemeriksaan atau kunjungan rutin. Bila fasilitas tersedia, maka pemeriksaan penunjang sesuai klinis dan pemeriksaan kadar timbal dalam darah dapat dilakukan. Penetapan tingkat risiko sesuai dengan data yang ditemukan. Tata laksana juga menyesuaikan dengan tingkat risiko yang ditemukan (Gambar 24).



Gambar 22. Alur Penilaian Risiko Dan Tata Laksana Paparan Timbal Berdasarkan Hasil Skrining Menggunakan Kuesioner Pada Komunitas



Gambar 23. Alur Penilaian Risiko Dan Tata Laksana Paparan Timbal Berdasarkan Hasil Skrining Kadar Timbal Darah Pada Komunitas



Gambar 24. Alur Penilaian Risiko Dan Tata Laksana Paparan Timbal Berdasarkan Hasil Skrining Menggunakan Kuesioner Pada Fasilitas Kesehatan

7.6 GAMBARAN UMUM DUKUNGAN, PERAWATAN, DAN TINDAK LANJUT INDIVIDU DAN KOMUNITAS

Tata laksana pajanan timbal tidak akan komprehensif bila tidak melibatkan juga tindakan pada masyarakat atau komunitas. Tindak lanjut pada komunitas atau penduduk terpajan timbal bertujuan untuk menghentikan atau menghindari pajanan baru, meminimalkan faktor kerentanan, mengurangi kadar timbal darah secara berkelanjutan, dan memperbaiki kerusakan atau perubahan yang disebabkan oleh pajanan timbal.

Ada lima jenis tindakan pencegahan pajanan timbal pada komunitas atau penduduk yaitu pemberian edukasi, kesehatan lingkungan, intervensi nutrisi, intervensi atau perawatan khusus/medis, dan kesehatan kerja.

7.6.1 Upaya Edukasi Dan Promosi Kesehatan Bagi Keluarga Dan Masyarakat

Tindakan edukasi dapat dilakukan di banyak lokasi misalnya di fasilitas kesehatan, posyandu, saat kunjungan rumah, sekolah, atau aktifitas di komunitas lainnya. Edukasi diberikan oleh profesional kesehatan yang terlatih dan dapat menjadi bagian dari program lain yang sudah ada. Materi edukasi dan promosi dapat mencakup antara lain:

- a. Sesuai dengan rekomendasi WHO pada tabel 4, maka informasi tentang sumber pajanan, edukasi tindakan pencegahan, pemenuhan gizi, dan tindakan lain untuk menghentikan pajanan merupakan hal penting yang harus disampaikan.
- b. Timbal sebagai faktor risiko yang membahayakan kesehatan dan perkembangan anak serta sumber pajanannya.
- c. Kewaspadaan terhadap kadar timbal dalam mainan anak dan memperhatikan label pada mainan. Kadar timbal yang diperbolehkan dalam mainan di Indonesia adalah sebagai berikut:

- Mainan dengan Kategori A (Mainan untuk Mulut atau Diremas): Kadar timbal dalam kategori mainan ini tidak boleh melebihi 90 ppm (bagian per juta) berdasarkan berat total bahan mainan.
 - Mainan dengan Kategori B (Mainan yang Dimainkan oleh Anak-anak di Bawah 7 Tahun): Kadar timbal dalam kategori mainan ini tidak boleh melebihi 600 ppm berdasarkan berat total bahan mainan.
 - Mainan dengan Kategori C (Mainan yang Dimainkan oleh Anak-anak di Atas 7 Tahun): Kadar timbal dalam mainan kategori ini tidak boleh melebihi 2.000 ppm berdasarkan berat total bahan mainan.
- d. Kewaspadaan tentang standar baku mutu kandungan timbal dalam air minum adalah 0,01 µg/L.
- e. Kewaspadaan kadar timbal dalam kosmetik dan memperhatikan label kosmetik. Timbal tidak boleh lebih dari 20 mg/kg atau 20 mg/L (20 bpj) untuk kosmetik dan 10 ppm untuk obat tradisional.
- f. Kewaspadaan untuk menggunakan cat yang tidak mengandung timbal lebih dari 90 ppm.
- g. Bagaimana cara memeriksa kadar timbal pada anak, ibu hamil dan menyusui, serta tindakan setelah mendapat hasil pemeriksaan.
- h. Metode untuk menghindari sumber pajanan timbal sebagai dasar untuk melakukan tindakan pencegahan. Beberapa cara yang dapat di informasikan antara lain:
- Menghindari membeli atau menggunakan mainan, bahan atau barang yang tidak berlabel atau dicurigai mengandung timbal seperti misalnya mainan atau peralatan makan yang menggunakan cat warna terang atau pelapis permukaan yang dilapisi cat terang yang mungkin mengandung timbal lebih dari

90 ppm. Menghindari menggunakan mainan yang sudah rusak atau kikis.

- Membuat batas atau penanda untuk area bermain yang aman, membuat pemisahan, atau menjauhkan jarak perumahan dari proses peleburan timbal, daur ulang logam, bengkel mekanik, atau pengolahan timbal lainnya.
- Menutupi cat yang rusak dengan bahan padat bebas timbal dan menghindari renovasi bila anak, ibu hamil atau menyusui ada di dalam rumah.]
- Memastikan peralatan masak dan wadah penyajian untuk pangan harus dari bahan tara pangan (food grade)
- Mengonsumsi pangan olahan yang merupakan pangan olahan yang telah memiliki izin edar dari Pemerintah. Untuk pangan olahan siap saji pastikan bahwa pangan olahan siap saji tersebut diolah dengan cara yang baik termasuk memperhatikan higiene sanitasinya.

i. Tindakan kebersihan pribadi untuk mengendalikan pajanan/perilaku hidup bersih dan sehat. Tindakan kebersihan pribadi dapat berupa:

- Sering mencuci tangan
- Membersihkan rumah dengan lap basah untuk menghindari penyebaran debu.
- Lakukan penghijauan, perbanyak tanaman di area tanah yang terbuka di lingkungan tempat tinggal.
- Tutupi makanan, buah-buahan dan sayuran. Cuci buah dan sayur sebelum dikonsumsi.
- Bersihkan mainan, botol, dot, dan benda-benda yang mungkin masuk ke mulut anak secara teratur.
- Selalu gunakan alas kaki bila keluar rumah dan lepaskan saat masuk ke dalam rumah untuk menghindari terbawanya tanah yang terkontaminasi timbal masuk.

- j. Tindakan untuk mengontrol terjadinya pica atau menelan benda asing, terutama geophagia (kesukaan memakan tanah, tanah liat, atau kapur).
- k. Memfasilitasi akses ke air minum yang aman.
- l. Tindakan untuk memeriksa kadar timbal anak, ibu hamil, atau wanita menyusui bila terdapat anggota keluarga yang tinggal serumah memiliki kadar timbal dalam darah tinggi.
- m. Berbagai langkah dan tindakan untuk meningkatkan kesadaran tentang pentingnya nutrisi atau zat gizi dalam mencegah dan mengurangi pajanan timbal pada tubuh seperti pemilihan makanan yang bijak dan selalu membaca kemasan sebelum membeli makanan atau minuman kemasan.
- n. Langkah-langkah pencegahan dan pengendalian lingkungan pada komunitas yang harus dilakukan oleh instansi atau otoritas terkait, seperti:
 - Pengendalian sumber polusi, emisi, atau limbah dari pertambangan, peleburan atau industri yang berpotensi menimbulkan polusi.
 - Pemantauan udara, tanah, dan air oleh otoritas terkait.
 - Informasi mengenai standar kualitas lingkungan.

Tabel 4 . Rekomendasi WHO untuk Intervensi Klinis Paparan Timbal

No	Rekomendasi
1	Dalam semua kasus yang diduga atau dikonfirmasi mengalami paparan timbal, pasien atau pengasuh harus diberi tahu tentang potensi sumber paparan timbal, metode untuk mengurangi keberlanjutan paparan, dan pentingnya gizi yang baik, khususnya asupan zat besi dan kalsium yang cukup dari makanan.
2	Untuk individu dengan konsentrasi timbal dalam darah $\geq 5 \mu\text{g/dL}$, sumber paparan timbal harus diidentifikasi dan tindakan yang tepat harus diambil untuk mengurangi dan menghentikan paparan.

Sumber: WHO guideline for the clinical management of exposure to lead. (2021).

7.6.2 Tindakan Nutrisi

Tindakan terkait nutrisi dilakukan oleh petugas kesehatan di posyandu, fasilitas kesehatan, individu atau masyarakat yang sudah mendapat edukasi. Tindakan yang dapat dilakukan antara lain:

- a. Melakukan evaluasi berat badan anak dan ibu hamil di setiap kunjungan.
- b. Pengkajian diet, status gizi dan masalah kesehatan lainnya yang terkait dengan nutrisi.
- c. Mendorong orang tua untuk memberikan gizi seimbang untuk memastikan pertumbuhan dan perkembangan anak yang sehat.
- d. Mendorong ibu hamil dan menyusui untuk mengonsumsi makanan dengan gizi seimbang, tinggi kalsium dan zat besi.
- e. Menganjurkan ibu menyusui untuk melanjutkan menyusui bila kadar timbal dalam darah ibu berada pada tingkat risiko 1 dan 2, asalkan tindakan untuk menghilangkan atau mengurangi sumber paparan dan memantau anak telah dilakukan.

- f. Menganjurkan asupan makanan yang kaya kalsium dan zat besi, serta vitamin C dan D seperti kacang-kacangan, ikan sarden, bayam, tahu, susu, dan sumber lainnya. Asupan yang memiliki kandungan nutrisi besi, vitamin C, dan kalsium dapat membantu mengurangi penyerapan timbal dalam tubuh. Dengan kadar besi dan kalsium yang memadai dalam tubuh, absorpsi timbal akan berkurang; vitamin C juga membantu mengakumulasi besi dalam tubuh. Diet yang baik bukan merupakan pengganti metode mitigasi pajanan terhadap timbal, namun dapat membantu mengurangi dampak terhadap pajanan.

Rekomendasi asupan kalsium dan besi berbeda antar usia. Secara umum, untuk anak usia 1 tahun ke atas, asupan kalsium sebesar 1 gram per hari dinilai cukup (setara dengan kandungan kalsium dalam + 1 liter susu atau jus jeruk yang difortifikasi kalsium). Kerja absorpsi kalsium membutuhkan vitamin D, produk susu sudah difortifikasi dengan vitamin D, namun sumber nutrisi lain dari kalsium biasanya belum difortifikasi vitamin D. Multivitamin yang mengandung vitamin D dapat diberikan kepada anak yang tidak rutin mengonsumsi susu secara adekuat atau jarang terkena cahaya matahari. Kebutuhan besi juga bervariasi berdasarkan usia, berkisar mulai dari 6 mg/hari untuk bayi sampai dengan 12 mg/hari untuk dewasa muda. Untuk anak yang sudah diidentifikasi mengalami defisiensi besi (jus yang mengandung sitrus). Pemberian kalsium atau besi di atas kadar rekomendasi harian kepada anak dengan kadar mineral yang cukup tidak menunjukkan efek terapeutik dalam tata laksana keracunan timbal [63].

Rekomendasi WHO terkait dengan tindakan nutrisi secara detail dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Rekomendasi WHO untuk Intervensi Gizi pada Individu Terpajan Timbal

No	Rekomendasi
Anak-anak ≤ 10 tahun	
1	Untuk anak (≤ 10 tahun) dengan konsentrasi timbal dalam darah $\geq 5 \mu\text{g/dL}$ yang memiliki, atau kemungkinan memiliki, asupan kalsium yang tidak memadai, dianjurkan untuk diberi suplementasi kalsium. <u>Catatan:</u> Dosisnya harus cukup untuk memastikan bahwa asupan kalsium total sesuai dengan rekomendasi nilai asupan gizi nasional sesuai usia.
2	Untuk anak (≤ 10 tahun) dengan konsentrasi timbal dalam darah $\geq 5 \mu\text{g/dL}$ yang memiliki, atau kemungkinan memiliki, kekurangan zat besi, dianjurkan untuk diberi suplementasi zat besi. <u>Catatan:</u> Dosisnya harus sesuai dengan pedoman praktik klinis standar.
Ibu hamil dan ibu menyusui	
1	Untuk ibu hamil dengan konsentrasi timbal dalam darah $\geq 5 \mu\text{g/dL}$, yang memiliki, atau kemungkinan memiliki, asupan kalsium yang tidak memadai, dianjurkan untuk diberi suplementasi kalsium. <u>Catatan:</u> Dosisnya harus cukup untuk memastikan asupan kalsium total sesuai dengan pedoman nasional kalsium pada ibu hamil atau sesuai dengan nilai asupan gizi yang direkomendasikan WHO/FAO (1,2 g). Suplementasi kalsium harus segera diberikan setelah kehamilan diketahui, selama masa kehamilan.
2	Suplementasi kalsium dianjurkan untuk dimulai atau dilanjutkan pada ibu menyusui dengan konsentrasi timbal dalam darah $\geq 5 \mu\text{g/dL}$. Suplementasi kalsium harus diberikan selama masa menyusui.

Sumber: WHO guideline for the clinical management of exposure to lead. (2021).

7.6.3 Perawatan Kesehatan Khusus

Perawatan kesehatan khusus dilakukan oleh petugas kesehatan di FKTP maupun FKRTL, antara lain berupa:

- Melakukan evaluasi medis yang komprehensif, mempelajari rekam medis dengan baik, serta melakukan pemeriksaan fisik yang menyeluruh untuk mendeteksi tanda dan gejala klinis keracunan timbal.
- Melakukan pemeriksaan penunjang untuk mengevaluasi apakah ada elemen subklinis keracunan atau defisit nutrisi yang harus diobati antara lain dengan melakukan pemeriksaan:

- Hitung darah lengkap dan tes Ferritin: untuk memberikan dasar apabila diperlukan pengobatan nutrisi atau farmakologis atau suplemen zat besi dan kalsium.
- Fungsi ginjal (ureum dan kreatinin) untuk mengevaluasi kemungkinan kerusakan ginjal dan juga sebagai referensi bila merencanakan pengobatan farmakologis dengan kelasi.
- Pemeriksaan radiologi/x-ray gastrointestinal jika diduga baru saja menelan barang yang mengandung timbal. Rekomendasi WHO untuk dekontaminasi gastrointestinal pada individu setelah menelan benda asing bertimbal dapat dilihat pada tabel 6.
- Fungsi hati.
- Asam urat.
- Penilaian pertumbuhan dan perkembangan, Skala Perkembangan Psikomotor, dan Tes Perkembangan Psikomotor, standar untuk anak di bawah usia 5 tahun, untuk mengevaluasi perkembangan, terutama bahasa, perilaku sosial, kecerdasan, dan pembelajaran. Rujukan khusus untuk penilaian *neurobehavioral* dan rehabilitasi untuk gangguan neurologis dilakukan untuk memberikan kesempatan pendidikan yang lebih baik dan rangsangan lainnya. Pemantauan dan dukungan lebih dekat dari guru dan instruktur atau tindakan terkoordinasi dengan dukungan teknis untuk rehabilitasi neuropsikologis mungkin diperlukan. Penilaian pertumbuhan dan perkembangan dapat dilakukan di puskesmas oleh dokter umum atau dokter anak dengan memonitor buku KIA serta melakukan skrining perkembangan dengan Kuesioner Pra Skrining Perkembangan (KPSP) serta skrining perkembangan khusus lain sesuai kondisi anak.

CATATAN: pemeriksaan x-ray tulang panjang untuk mengevaluasi penghentian pertumbuhan, pemeriksaan basophilic stippling dalam apusan darah, dan pemeriksaan indikator efek seperti Delta Ala

Aminolevulinic Acid dan Zinc-protoporphyrin tidak terbukti bermanfaat dalam evaluasi klinis.

- c. Rujuk ke dokter spesialis anak atau dokter subspesialis Emergensi dan Rawat Intensif Anak (ERIA) atau spesialis lainnya yang terkait untuk tindakan diagnostik atau perawatan lebih lanjut seperti tindakan pembersihan saluran cerna dalam kasus konsumsi timbal atau bila ada rencana pengobatan dengan terapi kelasi.
- d. Rujuk ke dokter spesialis kebidanan dan kandungan bila ditemukan ibu hamil dengan kadar timbal yang tinggi atau dicurigai terpajan timbal.
- e. Perawatan farmakologis dengan agen kelasi akan dipertimbangkan dalam kasus Tingkat Risiko 3 untuk menghindari perburukan atau munculnya gejala keracunan baru.
- f. Memasukkan timbal sebagai salah satu parameter survey kesehatan Indonesia pada anak.

Tabel 6. Rekomendasi WHO untuk Dekontaminasi Gastrointestinal pada Individu setelah Menelan Benda Asing Mengandung Timbal

No	Rekomendasi
1	Ambil tindakan untuk mengeluarkan benda mengandung timbal, seperti peluru, pellet timbal, perhiasan, pemberat pancing, atau pemberat tirai yang ada dalam perut.
2	Pertimbangkan irigasi seluruh usus untuk mengeluarkan benda mengandung timbal, seperti peluru, pellet timbal, perhiasan, pemberat pancing, atau pemberat tirai yang telah melewati lambung. Catatan: Bila irigasi seluruh perut tidak dapat mengeluarkan benda yang mengandung timbal dari perut, dan ada bukti penyerapan timbal, misalnya peningkatan konsentrasi timbal dalam darah atau muncul gejala keracunan timbal, pertimbangkan untuk melakukan endoskopi atau pembedahan.
3	Pertimbangkan untuk mengeluarkan benda mengandung timbal, seperti peluru,

	pellet timbal, perhiasan, pemberat pancing, atau pemberat tirai yang ada di usus buntu dengan pembedahan jika pasien menunjukkan gejala klinis apendisitis atau peningkatan konsentrasi timbal dalam darah. Catatan: Jika kondisi klinis pasien baik, pembedahan tidak diperlukan untuk mengeluarkan benda berbau timbal. Meskipun demikian, konsentrasi timbal dalam darah harus diukur secara berkala untuk memeriksa kemungkinan penyerapan timbal. Opsi pengobatan harus ditinjau kembali jika pasien menjadi simptomatik atau konsentrasi timbal dalam darah mulai meningkat.
4	Pertimbangkan irigasi seluruh perut untuk mengeluarkan bahan yang mengandung timbal baik padat maupun cair, seperti serpihan cat, obat komplementer atau obat alternatif yang mengandung timbal, atau glasir keramik, jika bahan tersebut tersebar di usus.

Sumber: WHO guideline for the clinical management of exposure to lead. (2021).

7.6.4 Tindakan Kesehatan Lingkungan

Tindakan pengendalian yang paling utama adalah menghentikan pajanan dan pengendalian timbal dalam air, udara, makanan, tanah, dan benda lainnya. Tindakan ini dapat dilakukan dari tingkat keluarga sampai ke Lembaga atau institusi lain yang terkait dalam kolaborasi yang dilakukan oleh fasilitas kesehatan, pemerintah daerah, Dinas Kesehatan, Dinas Lingkungan Hidup, Kementerian Kesehatan, Kementerian Lingkungan Hidup, lembaga sosial masyarakat, universitas, serta lembaga lainnya. Langkah-langkah yang harus dilakukan antara lain:

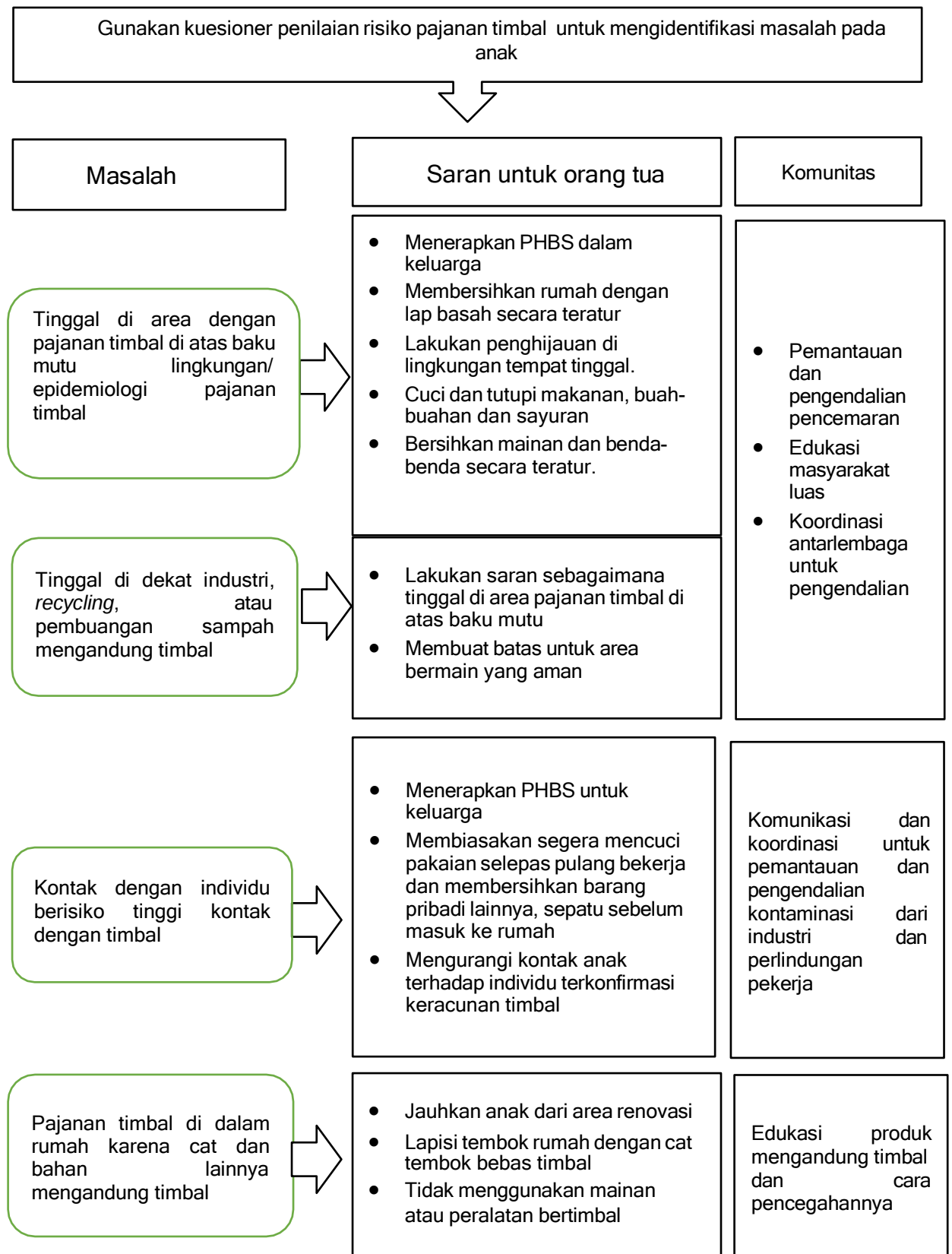
- a. Memberikan konseling bagi individu atau keluarga tentang Tindakan sanitasi lingkungan yang perlu dilakukan (dapat mengikuti tabel 7 dan gambar 24)
- b. Koordinasi antar lembaga untuk mengkonfirmasi keberadaan dan tingkat kontaminasi timbal di tanah, debu, air, cat pada permukaan benda, peralatan, atau bahan lain yang dicurigai.
- c. Koordinasi lintas sektor untuk pencegahan dan pengurangan kontaminasi di rumah tangga, wilayah, dan tempat pengelolaan pangan untuk melakukan:

- Penyediaan akses air minum yang aman.
 - Pelapisan permukaan dinding, langit-langit dan peralatan dengan cat bebas timbal.
 - Melindungi lahan di lingkungan perumahan (halaman, ruang terbuka umum) dengan pepohonan atau tanaman.
 - Pembersihan lokasi yang tercemar secara profesional dan dikelola oleh pihak berijin.
 - Pada tanah yang terbukti tercemar dilakukan remediasi tanah atau proses mengembalikan kondisi lingkungan sehingga cemaran berada di bawah baku mutu secara profesional dan dikelola oleh pihak berijin.
- d. Koordinasikan dengan lembaga terkait bila terdapat timbal dalam air, tanah dan udara di atas baku mutu lingkungan.
- e. Berkoordinasi dengan sektor lain untuk mencari solusi lain untuk menjauhkan masyarakat dari sumber pajanan timbal bila intervensi lingkungan tidak memungkinkan.
- f. Mengkoordinasikan tindakan dan bertukar informasi dengan lembaga yang bertanggung jawab untuk penilaian lingkungan di daerah yang berpotensi terkena pajanan timbal.
- g. Pemberdayaan masyarakat dari tingkat individu sampai komunitas untuk melakukan berbagai tindakan untuk mengurangi pajanan timbal pada anak dan ibu hamil misalnya melalui kampanye untuk melakukan penanaman pohon, pemberian batas bermain aman untuk anak, edukasi pemilihan makanan dan tindakan lainnya. Pencegahan dan pemberdayaan masyarakat dapat dilakukan dengan panduan bagan

Tabel 7. Contoh Penentuan Tindakan Hasil Konseling Kesehatan Lingkungan untuk Paparan Timbal

TANYAKAN	MASALAH	TINDAKAN/SARAN
- Lokasi tempat tinggal - Informasi mengenai epidemiologi paparan timbal - Apakah rumah menggunakan lantai tanah - Akses air bersih - Apakah tinggal atau berkunjung rutin pada area proses pengolahan timbal dalam rumah tangga atau sekitar - Apakah berada di lokasi yang memungkinkan terpajan cat mengandung timbal - Apakah bermain menggunakan barang yang mengandung timbal - Apakah bekerja atau ada orang dewasa yang tinggal serumah yang bekerja di salah satu lokasi kerja yang menggunakan, menghasilkan, atau mengolah timbal.	Lingkungan tempat tinggal terkontaminasi timbal Kondisi tempat tinggal tidak memenuhi syarat Penyediaan air tidak memenuhi syarat Tinggal di lokasi atau di sekitar lokasi pengolahan timbal Tinggal di area dengan cat mengandung timbal Menggunakan atau bermain dengan barang mengandung timbal Bekerja atau tinggal bersama orang dewasa yang bekerja di tempat pertambangan, pengolahan, atau pembuangan timbal	Penutupan lahan di lingkungan perumahan (halaman, ruang terbuka umum) dengan pepohonan atau tanaman Penyediaan air bersih yang mudah diakses Jauhkan anak dan ibu hamil dari lokasi Pelapisan permukaan dinding, langit-langit dan peralatan dengan cat bebas timbal. Mengenali bahan atau mainan mengandung timbal dan menghindari penggunaannya Edukasi K3 pada pekerja

Gambar 24. Contoh Konseling Kesehatan Lingkungan berdasar Masalah untuk Paparan Timbal



7.6.5 Tindakan Kesehatan Dan Keselamatan Kerja

Bila teridentifikasi bahwa pajanan timbal pada anak atau ibu hamil berasal dari tempat kerja orang dewasa yang tinggal serumah, maka lakukan koordinasi dengan unit kesehatan kerja di puskesmas untuk edukasi tentang pencegahan pajanan timbal di tempat kerja. Selain itu, orang dewasa disarankan untuk mencuci tangan dan muka atau mandi di akhir waktu kerja, mengganti pakaian kerja dan sepatu sebelum pulang, dan menghindari membawa pulang pakaian kerja atau sepatu yang terkontaminasi.

Bila ibu hamil atau menyusui diketahui terpajan timbal di tempat kerja, maka diberikan edukasi terkait bagaimana pencegahan pajanan di tempat kerja serta komunikasi dengan tempat kerja untuk melindungi pekerja dari pajanan timbal di tempat kerja. Bila diperlukan evaluasi individu terkait penyakit akibat kerja atau kelaikan kerja, maka dirujuk ke spesialis okupasi

7.6.6 Terapi Kelasi

Obat kelasi adalah obat yang secara fisikokimia terikat pada timbal dan *trace element* lainnya serta membantu eksresinya dari dalam tubuh. Terapi kelasi bertujuan untuk mengeluarkan timbal melalui urine sehingga mengurangi beban timbal dalam darah, mengurangi efek toksik, serta memperbaiki kondisi klinis dengan mengurangi keberadaan timbal yang berikatan dengan target sasaran.

Namun, terapi kelasi tidak dapat menangani dampak yang telah disebabkan oleh timbal dalam tubuh, seperti contohnya pada anak, dalam perkembangan otak. Terapi kelasi tidak direkomendasikan untuk kasus dengan kadar timbal dalam darah di bawah 45 µg/dL, karena terapi ini juga memiliki efek samping besar. Namun, terapi kelasi dapat menyelamatkan nyawa anak yang telah terpajan timbal, baik akut maupun berat, dalam jangka waktu yang pendek [92].

Hasil yang diharapkan dari terapi kelasi adalah penurunan kadar timbal dalam darah. Beberapa sesi kelasi mungkin diperlukan agar penurunan kadar timbal dalam darah konsisten dari waktu ke waktu. Jika ada akumulasi timbal di tulang

yang dikeluarkan dan dipindahkan ke kompartemen darah, kadar timbal dalam darah mungkin baru dapat pulih kembali dalam beberapa minggu.

Pada pasien bergejala, bila diperlukan, lakukan rawat inap untuk perawatan. Pasien tanpa gejala dapat dengan perawatan rawat jalan. Jika terapi kelasi diberikan secara oral, maka pastikan pasien telah dipindahkan ke tempat yang aman dari pajanan timbal selama perawatan. Pasien akan dipulangkan ketika, setidaknya, tingkat risiko diturunkan (kadar timbal dalam darah < 45 g/dL), dan cukup pasti bahwa pajanan baru dapat dihindari. Saat pedoman ini dibuat, obat kelasi yang tersedia di Indonesia adalah kapsul penisilamin, namun masih terbatas di RSCM dan RS Kariadi Semarang. Rekomendasi WHO terkait terapi kelasi dapat dilihat pada tabel 8 dan tabel 9.

Tabel 8. Rekomendasi WHO untuk Terapi Kelasi pada Anak, Ibu Hamil, dan Menyusui yang Terpajan Timbal

No	Rekomendasi
Anak ≤ 10 tahun	
1	Untuk anak (≤ 10 tahun) dengan konsentrasi timbal dalam darah ≥ 45 µg/dL, terapi kelasi oral atau parenteral dianjurkan.
2	Untuk anak (≤ 10 tahun) dengan konsentrasi timbal dalam darah 40-44 µg/dL, jika ada keraguan tentang akurasi pengukuran dan konsentrasi timbal dalam darah terus meningkat meskipun telah diambil tindakan untuk menghentikan paparan atau gejala klinis signifikan keracunan timbal, terapi kelasi oral harus dipertimbangkan.
3	Untuk anak (≤ 10 tahun) dengan konsentrasi timbal dalam darah ≥ 70 µg/dL, tanda-tanda perburukan klinis harus dipantau secara ketat, termasuk penilaian neurologis secara berkala, selama dan setelah terapi kelasi, ketika konsentrasi masih tinggi.
4	Untuk anak (≤ 10 tahun) dengan ensefalopati timbal, dianjurkan untuk segera dirawat inap dan menjalani terapi kelasi parenteral.
Remaja (11-18 tahun), wanita tidak hamil, orang dewasa dengan konsentrasi timbal dalam darah 45-70 µg/dL	
1	Untuk remaja putri berusia subur atau wanita tidak hamil dengan konsentrasi timbal dalam darah 45-70 µg/dL tetapi tidak menunjukkan gejala klinis keracunan timbal, terapi kelasi oral harus dipertimbangkan.
2	Untuk pria berusia ≥ 11 tahun dengan konsentrasi timbal dalam darah 45-70 µg/dL tetapi tidak menunjukkan gejala klinis keracunan timbal, terapi kelasi tidak diindikasikan. Namun, pasien harus dievaluasi ulang dalam waktu 2-4 minggu untuk memastikan bahwa konsentrasi timbal dalam darah turun dan pasien tetap sehat.
3	Untuk remaja dan dewasa dengan konsentrasi timbal dalam darah 45-70 µg/dL dan memiliki gejala klinis keracunan timbal yang ringan-sedang (seperti sakit perut, konstipasi, artralgia, sakit kepala, lesu), terapi kelasi dianjurkan.
Remaja (11-18 tahun), dan orang dewasa tidak hamil dengan konsentrasi timbal dalam darah > 70-100 µg/dL	
1	Remaja atau orang dewasa tidak hamil dengan konsentrasi timbal dalam darah > 70-100 µg/dL harus dipantau tanda-tanda perburukan klinisnya secara ketat, meskipun terapi kelasi telah diberikan.
2	Untuk remaja dan orang dewasa tidak hamil dengan konsentrasi timbal dalam darah > 70-100 µg/dL tetapi tidak menunjukkan gejala toksisitas neurologis yang signifikan, terapi kelasi dianjurkan.
3	Untuk remaja dan orang dewasa tidak hamil dengan konsentrasi timbal dalam darah > 70-100 µg/dL dan dengan gejala neurologis signifikan toksisitas timbal (mis. lekas marah, mengantuk, ataksia, kejang, koma) atau ensefalopati timbal, terapi kelasi parenteral mendesak dianjurkan.
Ibu hamil	
1	Untuk ibu hamil dengan ensefalopati timbal, tanpa memperhatikan trimester, terapi kelasi mendesak dianjurkan. Obat kelasi yang ideal bergantung pada tahap kehamilan dan data yang tersedia tentang keamanan penggunaan pada kehamilan.
2	Untuk ibu hamil dengan konsentrasi timbal dalam darah ≥ 45 µg/dL, dengan atau tanpa gejala klinis keracunan timbal, tetapi tanpa ensefalopati timbal, pada trimester pertama, tim penyusun pedoman tidak dapat memberikan rekomendasi karena tidak pastinya keseimbangan antara risiko dan manfaat; pada trimester kedua atau ketiga: terapi kelasi dianjurkan.

Sumber: WHO guideline for the clinical management of exposure to lead. (2021).

Tabel 9. Beberapa Obat untuk Terapi Kelasi Timbal Sesuai Rekomendasi WHO

Nama	Dosis	Kejadian tidak diinginkan
Dimercaprol, British Anti-Lewisite (BAL)	2,5-3 mg/kg berat badan (IM) tiap 4 jam selama 2 hari. 3 mg/kg berat badan (IM) 2-4 kali per hari pada hari ke-3. 3 mg/kg berat badan (IM) 1-2 kali per hari selama 10 hari atau hingga pulih.	Distres gastrointestinal, takikardi, sakit kepala, rasa sesak, kesemutan, spasme otot, demam. Peningkatan kadar tes fungsi hati, hemolisis jika defisiensi G6PD tanpa disertai terapi besi. Keamanan pada ibu hamil: percobaan pada hewan mendukung adanya risiko pada janin.
Penisilamin	7,5 mg/kg berat badan (oral) 3-4 kali per hari. 15-20 mg/kg berat badan (oral) 2-3 kali per hari.	Jarang terjadi. Ruam, demam, peningkatan kadar tes fungsi hati, proteinuria, reaksi silang alergi dengan penisilin. Keamanan pada ibu hamil: berisiko pada janin.
Sodium Calcium Edetate	40 mg/kg berat badan (IM/IV) 2 kali per hari hingga 5 hari. Regimen dapat diulang dalam interval 48 jam.	Bersin, hidung tersumbat, kebas, kesemutan, nyeri kepala, demam, nyeri otot, gejala gastrointestinal, dan rasa kedinginan. Keamanan pada ibu hamil: studi pada hewan tidak mengindikasikan risiko pada janin. Studi pada ibu hamil masih terbatas.
Succimer	10 mg/kg berat badan (oral) 3 kali per hari hingga 5 hari. Dilanjutkan 2 kali per hari selama 14 hari. Regimen bisa diulang dengan interval tidak kurang dari 2 minggu.	Distres gastrointestinal, ruam; peningkatan kadar tes fungsi hati, penurunan kadar leukosit. Keamanan pada ibu hamil: percobaan pada hewan mendukung risiko pada janin.

Sumber: WHO guideline for the clinical management of exposure to lead. (2021).

VIII. RUJUKAN DAN LAPORAN

Tata laksana pajanan timbal dilakukan di seluruh tingkatan fasilitas kesehatan baik FKTP maupun FKRTL. Tahapan identifikasi pajanan timbal mayoritas dilakukan di FKTP khususnya di wilayah yang sudah diketahui sebagai wilayah dengan risiko tinggi pajanan timbal. Tata laksana anak dengan risiko tingkat 1 dan risiko tingkat 2 dapat dilakukan di FKTP secara komprehensif. Rujukan ke FKRTL dilakukan bila:

- Ditemukan adanya kondisi yang membutuhkan tindakan perawatan khusus seperti adanya gangguan perkembangan atau perilaku.
- Anak diduga menelan benda mengandung timbal yang membutuhkan pemeriksaan lebih lanjut.
- Anak dengan risiko tingkat 3.

Seluruh kasus anak dengan risiko tingkat 1 sampai 3 harus dilakukan pemeriksaan kadar timbal dalam darah ke laboratorium yang memiliki kapasitas pemeriksaan timbal dalam darah.

Setelah perawatan di FKRTL, rujuk balik dapat dilakukan bila:

- Kondisi klinis sudah teratasi stabil.
- Kadar timbal dalam darah telah kembali ke risiko tingkat 2.
- Sumber pajanan timbal dipastikan dapat dikurangi atau dihentikan.

Pedoman tata laksana klinis pajanan timbal dari WHO merekomendasikan jadwal untuk evaluasi setelah dilakukan tata laksana medis sesuai tabel 10 dan untuk ibu hamil sesuai tabel 11.

Tabel 10. Jadwal untuk Evaluasi Kadar Timbal dalam Darah setelah Tindakan Berdasarkan Referensi WHO

Kadar Timbal dalam Darah	Waktu Pemeriksaan Ulang setelah Tindakan
>30 µg/dL	Setelah 2-4 minggu
5-29 µg/dL	Setelah 1-3 bulan
<5 µg/dL	Setelah 6-12 bulan jika ada kekhawatiran pasien terpajan ulang

Sumber: WHO guideline for the clinical management of exposure to lead. Geneva: (2021).

Tabel 11. Jadwal untuk Evaluasi Kadar Timbal Darah pada Ibu Hamil

Kadar Timbal darah	Tindak Lanjut
< 5 µg/dL	Tidak diperlukan
5 - 14 µg/dL	Dalam kurun waktu 1 bulan Darah ibu atau darah umbilical saat kelahiran
15 - 24 µg/dL	Dalam 1 bulan, selanjutnya dalam 2-3 bulan Darah ibu atau darah umbilical saat kelahiran Frekuensi tes dapat ditingkatkan sesuai klinis
24 - 44 µg/dL	Dalam 1-4 minggu kemudian lakukan tiap bulan Darah ibu atau darah umbilical saat kelahiran
45 µg/dL atau lebih	Dalam 24 jam kemudian lakukan tes ulang sesuai kondisi klinis Darah ibu atau darah umbilical saat kelahiran

Sumber: The American College of Obstetricians and Gynecologist. Lead Screening for Pregnancy and Lactation. (2012)

8.1 PENGAWASAN, PELAPORAN, DAN KLASIFIKASI KASUS

Adanya kasus pajanan atau keracunan timbal harus dilaporkan ke Dinas Kesehatan setempat (mengikuti regulasi peraturan yang berlaku) untuk kemudian dilaporkan ke Kementerian Kesehatan untuk menjadi laporan nasional sebagai dasar untuk melakukan evaluasi dan tindakan lebih lanjut.

Untuk keperluan pengawasan dan pelaporan, kasus akan dibagi menjadi beberapa klasifikasi berikut:

8.1.1 Dugaan kasus terpajan timbal

Anak atau ibu hamil yang teridentifikasi terpajan timbal sesuai dengan formulir identifikasi pajanan timbal namun belum ada konfirmasi tes kadar timbal dalam darah.

8.1.2 Kasus terpajan timbal

Anak atau ibu hamil dengan kadar timbal dalam darah $5 \mu\text{g/dL}$ atau lebih.

8.1.3 Dugaan kasus keracunan timbal

Anak atau ibu hamil yang dicurigai terpajan timbal dengan gejala klinis khas keracunan timbal yang tidak dapat dijelaskan dengan patologi lain, atau, anak atau ibu hamil tanpa gejala klinis dengan kadar timbal dalam darah $> 45 \mu\text{g/dL}$.

8.1.4 Kasus keracunan timbal yang dikonfirmasi

Anak atau ibu hamil dengan gejala klinis keracunan timbal dengan konfirmasi laboratorium kadar timbal dalam darah positif.

8.1.5 Kasus non prioritas

Dugaan kasus terpajan timbal dengan hasil kadar timbal dalam darah kurang dari $5 \mu\text{g/dL}$.

Keracunan timbal dipertimbangkan dalam ICD 10 di bawah T56 Penyakit beracun karena logam: T56 o Timbal dan senyawanya [93].

Dalam INA-CBG, keracunan timbal dapat dimasukkan ke dalam Diagnosis Kecelakaan, Keracunan dan Efek Toksik Lain-Lain yaitu S-4-17-I, S-4-17-II, dan S-4-17-III.

Tabel 12. Formulir Laporan Kasus Paparan Timbal Dari Puskesmas atau Fasilitas Kesehatan Lainnya

No	Klasifikasi Kasus	Umur	Gender	Alamat	Sumber Paparan	Tindakan

Tabel 13. Formulir Pemantauan Kasus Paparan Timbal

		KTD 1	KTD 2	KTD 3
Nama				
Umur				
Jenis Kelamin		Tingkat Risiko	Tingkat Risiko	Tingkat Risiko
Alamat				
Sumber Paparan		Tata laksana	Tata laksana	Tata laksana
Klinis				
Petugas Kesehatan				

8.2 TANGGUNG JAWAB DALAM PELAKSANAAN PEDOMAN

8.2.1 Tingkat Nasional

Kementerian Kesehatan bertanggung jawab atas sosialisasi pedoman ini hingga ke tingkat daerah, serta memberikan bantuan teknis dan mengawasi kepatuhan pelaksanaannya.

8.2.2 Tingkat Provinsi

Dinas Kesehatan Provinsi bertanggung jawab atas sosialisasi, bantuan teknis, pelaksanaan, dan pengawasan penerapan pedoman ini di wilayah yang bersangkutan.

8.2.3 Tingkat Kabupaten/Kodya

Dinas Kesehatan Kota/Kabupaten bertanggung jawab atas implementasi, sosialisasi, penerapan, dan penegakan petunjuk teknis ini, sesuai dengan tingkatan dan kategorinya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Indonesia (IDN) - Demographics, Health & Infant Mortality Available online: <https://data.unicef.org/country/idn/> (accessed on 14 October 2022).
2. The Toxic Truth Available online: <https://www.unicef.org/indonesia/reports/toxic-truth> (accessed on 15 August 2022).
3. Rapid Market Screening Program Available online: <https://www.pureearth.org/rapid-market-screening-program/> (accessed on 25 September 2023).
4. Lead Poisoning Available online: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health> (accessed on 26 September 2022).
5. Budtz-Jørgensen, E.; Bellinger, D.; Lanphear, B.; Grandjean, P.; International Pooled Lead Study Investigators An International Pooled Analysis for Obtaining a Benchmark Dose for Environmental Lead Exposure in Children. *Risk Anal* **2013**, *33*, 450-461, doi:10.1111/j.1539-6924.2012.01882.x.
6. Wright, J.P.; Dietrich, K.N.; Ris, M.D.; Hornung, R.W.; Wessel, S.D.; Lanphear, B.P.; Ho, M.; Rae, M.N. Association of Prenatal and Childhood Blood Lead Concentrations with Criminal Arrests in Early Adulthood. *PLoS Med* **2008**, *5*, e101, doi:10.1371/journal.pmed.0050101.
7. Haefliger, P.; Mathieu-Nolf, M.; Locicero, S.; Ndiaye, C.; Coly, M.; Diouf, A.; Faye, A.L.; Sow, A.; Tempowski, J.; Pronczuk, J.; et al. Mass Lead Intoxication from Informal Used Lead-Acid Battery Recycling in Dakar, Senegal. *Environ Health Perspect* **2009**, *117*, 1535-1540, doi:10.1289/ehp.0900696.
8. Lanphear, B.P.; Rauch, S.; Auinger, P.; Allen, R.W.; Hornung, R.W. Low-Level Lead Exposure and Mortality in US Adults: A Population-Based Cohort Study. *Lancet Public Health* **2018**, *3*, e177-e184, doi:10.1016/S2468-2667(18)30025-2.

9. GBD Compare Available online: <http://vizhub.healthdata.org/gbd-compare> (accessed on 28 June 2023).
10. Ericson, B.; Hu, H.; Nash, E.; Ferraro, G.; Sinitsky, J.; Taylor, M.P. Blood Lead Levels in Low-Income and Middle-Income Countries: A Systematic Review. *Lancet Planet Health* **2021**, *5*, e145-e153, doi:10.1016/S2542-5196(20)30278-3.
11. Hu, Q.; He, L.; Zhang, Y. Community Transmission via Indirect Media-To-Person Route: A Missing Link in the Rapid Spread of COVID-19. *Frontiers in Public Health* **2021**, *9*.
12. Zarmawi, R.; Haryanto, B. The Association of Children's Blood Lead Levels and Prevalence of Stunting in Tin Mining Area in Indonesia. *Ann Glob Health* *89*, 55, doi:10.5334/aogh.4119.
13. Gleason, K.M.; Valeri, L.; Shankar, A.H.; Hasan, M.O.S.I.; Quamruzzaman, Q.; Rodrigues, E.G.; Christiani, D.C.; Wright, R.O.; Bellinger, D.C.; Mazumdar, M. Stunting Is Associated with Blood Lead Concentration among Bangladeshi Children Aged 2-3 Years. *Environmental Health* **2016**, *15*, 103, doi:10.1186/s12940-016-0190-4.
14. Sitorum, E. Thesis: pengaruhnya pajanan timbal terhadap kejadian anemia pada ibu hamil didesa cinangka kecamatan ciampea kabupaten bogor tahun 2016. **2019**.
15. Guideline for Clinical Management of Exposure to Lead Available online: <https://www.who.int/publications-detail-redirect/9789240037045> (accessed on 14 October 2022).
16. Recommended Actions Based on Blood Lead Levels | Lead | CDC Available online: <https://www.cdc.gov/nceh/lead/advisory/acclpp/actions-blls.htm> (accessed on 19 November 2022).

17. Derau, K.V. Exposure Versus Poisoning: What's the Difference? *Washington Poison Center*.
18. About Exposure Available online: <https://www.health.ny.gov/environmental/about/exposure.htm> (accessed on 11 November 2022).
19. Human Biomonitoring: Facts and Figures. 104.
20. Definition of Contamination - Chemistry Dictionary Available online: <https://www.chemicool.com/definition/contamination.html> (accessed on 17 November 2022).
21. OECD Glossary of Statistical Terms - Toxicity Definition Available online: <https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=2734> (accessed on 17 November 2022).
22. Habashi, F. Lead, Physical and Chemical Properties. In *Encyclopedia of Metalloproteins*; Kretsinger, R.H., Uversky, V.N., Permyakov, E.A., Eds.; Springer: New York, NY, 2013; pp. 1196-1197 ISBN 978-1-4614-1533-6.
23. Lead (Pb) - Chemical Properties, Health and Environmental Effects Available online: <https://www.lenntech.com/periodic/elements/pb.htm> (accessed on 12 September 2022).
24. Lead (Pb) Toxicity: What Is Lead? | Environmental Medicine | ATSDR Available online: https://www.atsdr.cdc.gov/csem/leadtoxicity/what_lead.html (accessed on 17 November 2022).
25. How the World Eliminated Lead from Gasoline Available online: <https://ourworldindata.org/leaded-gasoline-phase-out> (accessed on 5 November 2022).
26. Nugraha, E.D.; Hosoda, M.; Kusdiana; Untara; Mellawati, J.; Nurokhim; Tamakuma, Y.; Ikram, A.; Syaifudin, M.; Yamada, R.; et al. Comprehensive

- Exposure Assessments from the Viewpoint of Health in a Unique High Natural Background Radiation Area, Mamuju, Indonesia. *Sci Rep* **2021**, *11*, 14578, doi:10.1038/s41598-021-93983-2.
27. Stevanović, V.; Gulan, L.; Milenković, B.; Valjarević, A.; Zeremski, T.; Penjišević, I. Environmental Risk Assessment of Radioactivity and Heavy Metals in Soil of Toplica Region, South Serbia. *Environ Geochem Health* **2018**, *40*, 2101-2118, doi:10.1007/s10653-018-0085-0.
 28. Disease Burden from Lead Exposure Available online: <https://ourworldindata.org/grapher/disease-burden-lead> (accessed on 5 November 2022).
 29. Exposure to Lead: A Major Public Health Concern, 2nd Edition Available online: <https://www.who.int/publications-detail-redirect/9789240037656> (accessed on 18 September 2023).
 30. Miranda, M.L.; Anthopolos, R.; Hastings, D. A Geospatial Analysis of the Effects of Aviation Gasoline on Childhood Blood Lead Levels. *Environ Health Perspect* **2011**, *119*, 1513-1516, doi:10.1289/ehp.1003231.
 31. Luo, K.; Wang, D.; Tan, J.; Wang, L.; Feng, F.; Li, R. [Lead emission amount from coal combustion and its environment effect in Xi'an City]. *Huan Jing Ke Xue* **2002**, *23*, 123-125.
 32. Debnath, B.; Singh, W.; Manna, K. Sources and Toxicological Effects of Lead on Human Health. *Indian J Med Spec* **2019**, *10*, 66, doi:10.4103/INJMS.INJMS_30_18.
 33. Lead Contaminated Soil - MN Dept. of Health Available online: <https://www.health.state.mn.us/communities/environment/lead/home/worksoil.html> (accessed on 18 September 2023).

34. Lead in Drinking-Water: Background Document for Development of WHO Guidelines for Drinking-Water Quality Available online: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/75370> (accessed on 18 September 2023).
35. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Meeting. 73th; Organization, W.H. *Safety Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants: Prepared by the Seventy-Third Meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA)*; World Health Organization, 2011;
36. US EPA, O. Integrated Science Assessment (ISA) for Lead Available online: <https://www.epa.gov/isa/integrated-science-assessment-isa-lead> (accessed on 18 September 2023).
37. Woolf, A.D.; Woolf, N.T. Childhood Lead Poisoning in 2 Families Associated with Spices Used in Food Preparation. *Pediatrics* **2005**, *116*, e314-318, doi:10.1542/peds.2004-2884.
38. Richter, P.A.; Bishop, E.E.; Wang, J.; Kaufmann, R. Trends in Tobacco Smoke Exposure and Blood Lead Levels Among Youths and Adults in the United States: The National Health and Nutrition Examination Survey, 1999-2008. *Prev Chronic Dis* **2013**, *10*, E213, doi:10.5888/pcd10.130056.
39. Metal and Silicate Particles Including Nanoparticles Are Present in Electronic Cigarette Cartomizer Fluid and Aerosol | PLOS ONE Available online: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0057987> (accessed on 18 September 2023).
40. World Health Organization *Inorganic Lead*; World Health Organization, 1995;
41. Ravi Raja, A.; Vishal Babu, G.N.; Menezes, G.; Venkatesh, T. Lead Toxicity as a Result of Herbal Medication. *Indian J Clin Biochem* **2008**, *23*, 200-203, doi:10.1007/s12291-008-0045-z.

42. Al-Saleh, I.; Nester, M.; DeVol, E.; Shinwari, N.; Al-Shahria, S. Determinants of Blood Lead Levels in Saudi Arabian Schoolgirls. *Int J Occup Environ Health* **1999**, *5*, 107-114, doi:10.1179/oeh.1999.5.2.107.
43. Haryanto, B. Lead Exposure from Battery Recycling in Indonesia. *Reviews on Environmental Health* **2016**, *31*, doi:10.1515/reveh-2015-0036.
44. Juharna, F.M.; Widowati, I.; Endrawati, H. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Dan Kromium (Cr) Pada Kerang Hijau (*Perna viridis*) Di Perairan Morosari, Sayung, Kabupaten Demak. *Buletin Oseanografi Marina* **2022**, *11*, 139-148, doi:10.14710/buloma.v11i2.41617.
45. Khaira, K. Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Cabai Merah (*Capsicum Annumm* L) Yang Beredar Di Pasar Batusangkar. *Journal of Sainstek* **2017**, *9*.
46. Pohan, D.D.; Chahaya, I.; Naria, E. ANALISIS KANDUNGAN TIMBAL (Pb) DAN TINGKAT PENGETAHUAN ORANG TUA DAN GURU TENTANG TIMBAL (Pb) PADA MAINAN EDUKATIF BALITA DI TAMAN KANAK-KANAK (TK) KECAMATAN MEDAN DENAI TAHUN 2014. *9*.
47. Amalullia, Diana Analisis Kadar Timbal (Pb) Pada Eyeshadow Dengan Variasi Zat Pengoksidasi Dan Metode Destruksi Basah Menggunakan Spektroskopi Serapan Atom. *Etheses.UIN Malang* **2016**.
48. Hay, S.I.; Abajobir, A.A.; Abate, K.H.; Abbafati, C.; Abbas, K.M.; Abd-Allah, F.; Abdulkader, R.S.; Abdulle, A.M.; Abebo, T.A.; Abera, S.F.; et al. Global, Regional, and National Disability-Adjusted Life-Years (DALYs) for 333 Diseases and Injuries and Healthy Life Expectancy (HALE) for 195 Countries and Territories, 1990-2016: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *The Lancet* **2017**, *390*, 1260-1344, doi:10.1016/S0140-6736(17)32130-X.
49. Albalak, R.; Noonan, G.; Buchanan, S.; Flanders, W.D.; Gotway-Crawford, C.; Kim, D.; Jones, R.L.; Sulaiman, R.; Blumenthal, W.; Tan, R.; et al. Blood Lead

- Levels and Risk Factors for Lead Poisoning among Children in Jakarta, Indonesia. *Sci Total Environ* **2003**, 301, 75-85, doi:10.1016/s0048-9697(02)00297-8.
50. Haryanto, B. Blood-Lead Monitoring Exposure to Leaded-Gasoline among School Children in Jakarta, Indonesia 2005. *Kesmas: Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional (National Public Health Journal)* **2007**, 1, 214-218, doi:10.21109/kesmas.v1i5.293.g293.
 51. Suherni, E. by D.J.R. Keracunan Timbal di Indonesia. https://lead.org.au/Lead_poisoning_in_Indonesia_20100905.pdf.
 52. Adriyani, Retno, Mukono Air Pb Level, Blood Lead Level and Its Effects on the Health Disorders of Street Vendors in Surabaya. , *Department of Environmental Health Public Health Faculty, Airlangga University.Mulyorejo Kampus C, Surabaya, East Java, Indonesia* www.cleanairnet.org/caiasia/1412/articles-71625_Poster_6.doc.
 53. Dessy Gusnita Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) Di Udara Dan Upaya Penghapusan Bensin Bertimbal. *Berita Dirgantara* **2012**, 13, 95-101.
 54. Hansen, H.; Habibi, M.; Rachman, A. Hubungan Lama Kerja Dengan Kadar Timbal (Pb) Pada Anak Jalanan Di Kota Samarinda. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia* **2019**, 18, 121-125, doi:10.14710/jkli.18.2.121-125.
 55. Irawan, A. Challenges and Opportunities for Small and Medium Enterprises in Eastern Indonesia in Facing the COVID-19 Pandemic and the New Normal Era. *TIJAB (The International Journal of Applied Business)* **2020**, 4, 79-89, doi:10.20473/tijab.V4.I2.2020.79-89.
 56. Ismanto, H. Hubungan Kadar Timbal (Pb) dengan Kadar Malondialdehid (MDA) dalam Darah pada Ibu Hamil di Wilayah Pantai Kabupaten Brebes. *MEDIA KESEHATAN MASYARAKAT INDONESIA* **2019**, 18, 28-34, doi:10.14710/mkmi.18.2.28-34.

57. Juliana, C.; Nurjazuli, N.; Suhartono, S. Hubungan Kadar Timbal dalam Darah dengan Jumlah Eritrosit, MCV dan MCH Pada Ibu Hamil di Daerah Pantai. *HIGIENE: Jurnal Kesehatan Lingkungan* **2017**, 3, 161-168.
58. Suhartono, S.; Kartini, A.; Budiyo, B.; Darundiati, Y.H. The Differences in Blood Lead Levels in Women with Gestational Hypertension or Pre-Eclampsia and Women with Normal Pregnancy (A Study in the North Coast of Java, Brebes District). *JURNAL KESEHATAN LINGKUNGAN* **2022**, 14, 27-36, doi:10.20473/jkl.v14i1.2022.27-36.
59. Karparkin, S. Lead Poisoning after Taking Pb Acetate with Suicidal Intent. Report of a Case with a Discussion of the Mechanism of Anemia. *Arch Environ Health* **1961**, 2, 679-684, doi:10.1080/00039896.1961.10662926.
60. Pelclová, D.; Šťastná, J.; Vlčková, Š.; Vlček, K.; Urban, M.; Laštovková, A.; Doležel, Z. Is Central Europe Safe from Environmental Lead Intoxications? A Case Series. *Cent Eur J Public Health* **2016**, 24, 120-122, doi:10.21101/cejph.a4640.
61. Committee on Potential Health Risks from Recurrent Lead Exposure of DOD Firing-Range Personnel; Committee on Toxicology; Board on Environmental Studies and Toxicology; Division on Earth and Life Studies; National Research Council *Potential Health Risks to DOD Firing-Range Personnel from Recurrent Lead Exposure*; National Academies Press (US): Washington (DC), 2012; ISBN 978-0-309-26736-6.
62. Goyer, R.A. Nutrition and Metal Toxicity. *Am J Clin Nutr* **1995**, 61, 646S-650S, doi:10.1093/ajcn/61.3.646S.
63. Nelson Textbook of Pediatrics, 2-Volume Set - 9780323529501 Available online: <https://www.us.elsevierhealth.com/nelson-textbook-of-pediatrics-2-volume-set-9780323529501.html> (accessed on 18 September 2023).

64. Lucas, J.-P.; Bellanger, L.; Le Strat, Y.; Le Tertre, A.; Glorennec, P.; Le Bot, B.; Etchevers, A.; Mandin, C.; Sébille, V. Source Contributions of Lead in Residential Floor Dust and Within-Home Variability of Dust Lead Loading. *Sci Total Environ* **2014**, 470–471, 768–779, doi:10.1016/j.scitotenv.2013.10.028.
65. Toxicological Profile for Lead., doi:10.15620/cdc:95222.
66. Wani, A.L.; Ara, A.; Usmani, J.A. Lead Toxicity: A Review. *Interdiscip Toxicol* **2015**, 8, 55–64, doi:10.1515/intox-2015-0009.
67. Rabinowitz, M.B.; Wetherill, G.W.; Kopple, J.D. Lead Metabolism in the Normal Human: Stable Isotope Studies. *Science* **1973**, 182, 725–727, doi:10.1126/science.182.4113.725.
68. RísovÁ, V. The Pathway of Lead through the Mother's Body to the Child. *Interdiscip Toxicol* **2019**, 12, 1–6, doi:10.2478/intox-2019-0001.
69. Lafond, J.; Hamel, A.; Takser, L.; Vaillancourt, C.; Mergler, D. Low Environmental Contamination by Lead in Pregnant Women: Effect on Calcium Transfer in Human Placental Syncytiotrophoblasts. *J Toxicol Environ Health A* **2004**, 67, 1069–1079, doi:10.1080/15287390490452263.
70. Health Effects of Low-Level Lead Available online: <https://ntp.niehs.nih.gov/whatwestudy/assessments/noncancer/completed/lead/index.html> (accessed on 15 October 2022).
71. Aizer, A.; Currie, J. Lead and Juvenile Delinquency: New Evidence from Linked Birth, School and Juvenile Detention Records. 61.
72. Reuben, A.; Elliott, M.L.; Abraham, W.C.; Broadbent, J.; Houts, R.M.; Ireland, D.; Knodt, A.R.; Poulton, R.; Ramrakha, S.; Hariri, A.R.; et al. Association of Childhood Lead Exposure With MRI Measurements of Structural Brain Integrity in Midlife. *JAMA* **2020**, 324, 1970–1979, doi:10.1001/jama.2020.19998.

73. Yu, C.-C.; Lin, J.-L.; Lin-Tan, D.-T. Environmental Exposure to Lead and Progression of Chronic Renal Diseases: A Four-Year Prospective Longitudinal Study. *J Am Soc Nephrol* **2004**, *15*, 1016-1022, doi:10.1097/01.asn.0000118529.01681.4f.
74. Carton, J.A.; Maradona, J.A.; Arribas, J.M. Acute-Subacute Lead Poisoning. Clinical Findings and Comparative Study of Diagnostic Tests. *Arch Intern Med* **1987**, *147*, 697-703, doi:10.1001/archinte.147.4.697.
75. IARC *Overall Evaluations of Carcinogenicity: An Updating of IARC Monographs Volumes 1–42*; ISBN 978-92-832-1411-3.
76. Ratnasari, D.M.; Sitaresmi, M.N.; Mulyani, N.S. Hubungan Kadar Timbal Darah dengan Tingkat Inteligensi Anak. *Sari Pediatri* **2017**, *18*, 265-269.
77. Ismael, S. Buku Ajar Neurologi Anak.
78. Gould, E. Childhood Lead Poisoning: Conservative Estimates of the Social and Economic Benefits of Lead Hazard Control. *Environ Health Perspect* **2009**, *117*, 1162-1167, doi:10.1289/ehp.0800408.
79. Managing Elevated Blood Lead Levels among Young Children : Recommendations from the Advisory Committee on Childhood Lead Poisoning Prevention Available online: <https://stacks.cdc.gov/view/cdc/26980> (accessed on 19 September 2023).
80. Liu, Z.; Yu, Y.; Li, X.; Wu, A.; Mu, M.; Li, N.; Deng, Y.; Jin, X.; Li, S.; Lin, Y.; et al. Maternal Lead Exposure and Risk of Congenital Heart Defects Occurrence in Offspring. *Reproductive Toxicology* **2015**, *51*, 1-6, doi:10.1016/j.reprotox.2014.11.002.
81. CDC Guidelines for the Identification and Management of Lead Exposure in Pregnant and Lactating Women. <https://www.cdc.gov/nceh/lead/publications/leadandpregnancy2010.pdf>.

82. List of Classifications – IARC Monographs on the Identification of Carcinogenic Hazards to Humans Available online: <https://monographs.iarc.who.int/list-of-classifications> (accessed on 19 September 2023).
83. Brief Guide to Analytical Methods for Measuring Lead in Blood, 2nd Edition Available online: <https://www.who.int/publications-detail-redirect/9789240009776> (accessed on 4 December 2022).
84. COUNCIL ON ENVIRONMENTAL HEALTH; Lanphear, B.P.; Lowry, J.A.; Ahdoot, S.; Baum, C.R.; Bernstein, A.S.; Bole, A.; Brumberg, H.L.; Campbell, C.C.; Lanphear, B.P.; et al. Prevention of Childhood Lead Toxicity. *Pediatrics* **2016**, *138*, e20161493, doi:10.1542/peds.2016-1493.
85. 2020 Annual Surveillance Report Final.Pdf | Mass.Gov Available online: <https://www.mass.gov/doc/2020-annual-childhood-lead-poisoning-surveillance-report> (accessed on 20 November 2022).
86. Iowa Department of Public Health Iowa Lead Poisoning Risk Questionnaire and Blood Lead Testing Guidelines 2021.
87. Sadasivam, K.; Chinnasami, B.; Hariharan, A.; Ramraj, B.; Saravanan, R.; Saravanan, A. Accuracy of Lead Risk Assessment Questionnaire in Predicting Elevated Blood Lead Levels in Children. *International Journal of Contemporary Pediatrics* **2019**, *6*, doi:10.18203/2349-3291.ijcp20191040.
88. Total Reflection X-Ray Fluorescence Spectroscopy Available online: <https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=102435> (accessed on 19 September 2023).
89. Kirschner, K.; Leinenkugel, K.; Makowski, M.; Fletcher, A.M.; Braun, C.R.; Alarcon, W.A.; Sweeney, M.H.; Calvert, G.M. Very High Blood Lead Levels Among Adults — United States, 2002-2011. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* **2013**, *62*, 967-971.

90. Zahran, S.; Keyes, C.; Lanphear, B. Leaded Aviation Gasoline Exposure Risk and Child Blood Lead Levels. *PNAS Nexus* **2023**, *2*, pgac285, doi:10.1093/pnasnexus/pgac285.
91. Amalia, A.; Tjiptaningrum, A. Diagnosis dan Tatalaksana Anemia Defisiensi Besi.
92. The Effect of Chelation Therapy with Succimer on Neuropsychological Development in Children Exposed to Lead | NEJM Available online: <https://www.nejm.org/doi/full/10.1056/nejm200105103441902> (accessed on 19 September 2023).
93. ICD-10 Version:2016 Available online:
<https://icd.who.int/browse10/2016/en#/Z57.3> (accessed on 16 August 2019).

LAMPIRAN

Lampiran 1.

DAFTAR LOKASI PEMANFAATAN B3 DAN/ATAU LIMBAH B3 BERBASIS
MASYARAKAT

No.	Provinsi	Kabupaten/ Kota	Lokasi	Kegiatan	Keterangan
1	Jawa Barat	Kab. Bogor	Desa Cinangka	Daur ulang aki bekas	Status nonaktif
2	Jawa Barat	Kab. Bogor	Desa Cinangneng	Peleburan aki bekas	Status nonaktif
3	Jawa Barat	Kab. Bogor	Desa Ciomas	Peleburan aki bekas	Status aktif
4	Jawa Barat	Kab. Bogor	Desa Jagabaya	Peleburan aki bekas	Status nonaktif
5	Jawa Barat	Kab. Bogor	Desa Tenjolaya,	Peleburan aki bekas	Status nonaktif
6	Jawa Barat	Kab. Bogor	Kec. Klapanunggal	Peleburan aki bekas	-
7	Jawa Barat	Kab. Bogor	Gorowong, Kec. Parungpanjang	Daur ulang aki bekas	-
8	Jawa Barat	Kab. Bekasi	Toyogiri,	Daur ulang aki bekas	-
9	Jawa Barat	Kab. Karawang	Munjul, Cibubur	Daur ulang aki bekas	-
10	Banten	Kab. Tangerang	Desa Pasar Kemis	Daur ulang aki bekas	-
11	Banten	Kab. Tangerang	Kec. Cipondoh	Daur ulang aki bekas	-
12	Banten	Kab. Tangerang	Periuk Jaya	Daur ulang aki bekas	-
13	Banten	Kab. Tangerang	Desa Dadap, Kosambi	Daur ulang aki bekas	-
14	Banten	Kab. Tangerang	Kec. Teluk Naga	Daur ulang aki bekas	-
15	Jawa Timur	Kab. Lamongan	Waru Kulon, Pucuk	Daur ulang aki bekas	-
16	Jawa Timur	Kab. Mojokerto	Wonosari, Sumbertanggul, Mojosari	Daur ulang aki bekas	-
17	Jawa Timur	Kab. Mojokerto	Banjarsari, Banjar Kedungmulyo	Daur ulang aki bekas	-
18	Jawa Timur	Kota Surabaya	Jl. Demak, Tembok Dukuh	Daur ulang aki bekas	-
19	Jawa Tengah	Kota Semarang	LIK Bugangan, Genuk,	Daur ulang aki bekas	
20	Jawa Tengah	Kab. Tegal	Desa Pesarean	Daur ulang aki bekas	-
21	DI Yogyakarta	Kota Yogyakarta	TPA Piyungan	Daur ulang aki bekas	
22	DKI Jakarta	Kota Adm. Jakarta Barat	Kalideres	Daur ulang aki bekas	-
23	DKI Jakarta	Kota Adm. Jakarta Barat	Rawa Buaya, Cengkareng	Daur ulang aki bekas	-
24	DKI Jakarta	Kota Adm. Jakarta Utara	Pegangsaan Dua, Kelapa Gading	Daur ulang aki bekas	-

25	DKI Jakarta	Kota Adm. Jakarta Utara	Cilincing	Daur ulang aki bekas	-
26	DKI Jakarta	Kota Adm. Jakarta Timur	Munjul, Cibubur	Daur ulang aki bekas	-
28	Sumatera Utara	Kota Medan	Percut Sei Tuan	Daur ulang aki bekas	-
29	Sumatera Utara	Kota Medan	Tanjung Morawa	Pengepul aki bekas	-
30	Riau	Kota Pekanbaru	Pasir Putih, Kampar	Daur ulang aki bekas	--
31	Riau	Kota Pekanbaru	Rumbai	Daur ulang aki bekas	

Lampiran 2

Formulir Kuesioner Pra Skrining Perkembangan

Formulir KPSP adalah alat/instrumen yang digunakan untuk mengetahui perkembangan anak normal atau ada penyimpangan.

Cara menggunakan KPSP :

1. Bila anak berusia di antaranya, maka KPSP yang digunakan adalah yang lebih kecil dari usia anak.

Contoh: bayi umur 7 bulan maka yang digunakan adalah KPSP 6 bulan. Bila anak kemudian berumur 9 bulan yang diberikan adalah KPSP 9 bulan.

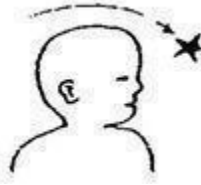
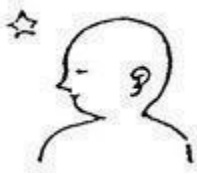
2. Tentukan umur anak dengan menjadikannya dalam bulan. Bila umur anak lebih dari 16 hari, dibulatkan menjadi 1 bulan.

Contoh: bayi umur 3 bulan 16 hari dibulatkan menjadi 4 bulan. Bila umur bayi 3 bulan 15 hari. dibulatkan menjadi 3 bulan.

3. Setelah menentukan umur anak, pilih KPSP yang sesuai dengan umur anak.
4. KPSP terdiri dari 2 macam pertanyaan, yaitu :
 - Pertanyaan yang dijawab oleh ibu/pengasuh anak. Contoh: "Dapatkah bayi makan kue sendiri?"
 - Perintah kepada ibu/pengasuh anak atau petugas untuk melaksanakan tugas yang tertulis pada KPSP. Contoh : "Pada posisi bayi Anda telentang, tariklah bayi pada pergelangan tangannya secara perlahan-lahan ke posisi duduk."
5. Baca dulu dengan baik pertanyaan-pertanyaan yang ada. Bila tidak jelas atau ragu-ragu, tanyakan lebih lanjut agar mengerti sebelum melaksanakan.
 - Pertanyaan dijawab berurutan satu per satu.
 - Setiap pertanyaan hanya mempunyai satu jawaban **YA** atau **TIDAK** .
 - Teliti kembali semua pertanyaan dan jawaban.
6. Interpretasi Hasil KPSP
 - Hitung jawaban ya (bila dijawab bisa atau sering atau kadang-kadang).
 - Hitung jawaban tidak (bila jawaban belum pernah atau tidak pernah).
 - Bila jawaban ya=9-10, perkembangan anak sesuai dengan tahapan perkembangan (S).
 - Bila jawaban ya= 7 atau 8, perkembangan anak meragukan (M).
 - Bila jawaban ya= 6 atau kurang, kemungkinan ada penyimpangan (P).
 - Rincilah jawaban tidak pada nomor berapa saja.

Kuesioner Praskrining untuk Bayi 6 bulan

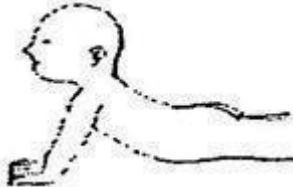
1. Pada waktu bayi telentang, apakah ia dapat mengikuti gerakan Anda dengan menggerakkan kepala sepenuhnya dari satu sisi ke sisi yang lain?



2. Dapatkah bayi mempertahankan posisi kepala dalam keadaan tegak dan stabil? Jawab TIDAK bila kepala bayi cenderung jatuh ke kanan/kiri atau ke dadanya.
3. Sentuhkan pensil di punggung tangan atau ujung jari bayi. (jangan meletakkan di atas telapak tangan bayi). Apakah bayi dapat menggenggam pensil itu selama beberapa detik? YA



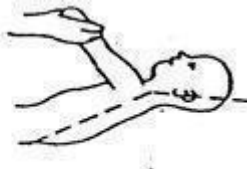
4. Ketika bayi telungkup di alas datar, apakah ia dapat mengangkat dada dengan kedua lengannya sebagai penyangga seperti pada gambar?



5. Pernahkah bayi mengeluarkan suara gembira bernada tinggi atau memekik tetapi bukan menangis? YA
6. Pernahkah bayi berbalik paling sedikit dua kali, dari telentang ke telungkup atau sebaliknya? TIDAK
7. Pernahkah Anda melihat bayi tersenyum ketika melihat mainan yang lucu, gambar atau binatang peliharaan pada saat ia bermain sendiri? YA
8. Dapatkah bayi mengarahkan matanya pada benda kecil sebesar kacang, kismis atau uang logam? Jawab TIDAK jika ia tidak dapat mengarahkan matanya. TIDAK
9. Dapatkah bayi meraih mainan yang diletakkan agak jauh namun masih berada dalam jangkauan tangannya?
10. Pada posisi bayi telentang, pegang kedua tangannya lalu tarik perlahan-lahan ke posisi duduk. Dapatkah bayi mempertahankan lehernya secara kaku seperti gambar di sebelah kiri? Jawab TIDAK bila kepala bayi jatuh kembali seperti gambar sebelah kanan.



Jawab: YA

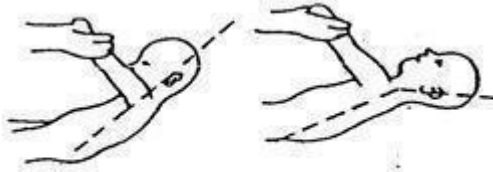


Jawab : TIDAK

Kuesioner Praskrining untuk Bayi 9 bulan

1. Pada posisi bayi telentang, pegang kedua tangannya lalu tarik perlahan-lahan ke posisi duduk. Dapatkah bayi mempertahankan lehernya secara kaku seperti gambar di sebelah kiri? Jawab TIDAK bila kepala bayi jatuh kembali seperti

gambar sebelah kanan.



Jawab: YA

Jawab : TIDAK

2. Pernahkah Anda melihat bayi memindahkan mainan atau kue kering dari satu tangan ke tangan yang lain? Benda-benda panjang seperti sendok atau kerincingan bertangkai, tidak ikut dinilai.
3. Tarik perhatian bayi dengan memperlihatkan selendang, sapu tangan atau serbet, kemudian jatuhkan ke lantai. Apakah bayi mencoba mencarinya? Misalnya mencari di bawah meja atau di belakang kursi?
4. Apakah bayi dapat memungut dua benda seperti mainan/kue kering, dan masing-masing tangan memegang satu benda pada saat yang sama? Jawab TIDAK bila bayi tidak pernah melakukan perbuatan ini.
5. Jika Anda mengangkat bayi melalui ketiaknyanya ke posisi berdiri, dapatkah ia menyangga sebagian berat badan dengan kedua kakinya? Jawab YA bila ia mencoba berdiri dan sebagian berat badan tertumpu pada kedua kakinya.
6. Dapatkah bayi memungut dengan tangannya benda-benda kecil seperti kismis, kacang-kacangan, potongan biskuit, dengan gerakan miring atau menggerapai seperti gambar?



7. Tanpa disangga oleh bantal, kursi atau dinding, dapatkah bayi duduk sendiri selama 60 detik?



8. Apakah bayi dapat makan kue kering sendiri?
9. Pada waktu bayi bermain sendiri dan Anda diam-diam datang berdiri di belakangnya, apakah ia menengok ke belakang seperti mendengar kedatangan Anda? Suara keras tidak ikut dihitung. Jawab YA hanya jika Anda melihat reaksinya terhadap suara yang perlahan atau bisikan.
10. Letakkan suatu mainan yang dinginkannya di luar jangkauan bayi, apakah ia mencoba mendapatkannya dengan mengulurkan lengan atau badannya?

Kuesioner Praskrining untuk Bayi 12 Bulan

1. Jika Anda bersembunyi di belakang sesuatu/di pojok, kemudian muncul dan menghilang secara berulang-ulang di hadapan anak, apakah ia mencari Anda atau mengharapka Anda muncul kembali?
2. Letakkan pensil di telapak tangan bayi. Coba ambil pensil tersebut dengan perlahan-lahan. Sulitkah Anda mendapatkan pensil itu kembali?
3. Apakah anak dapat berdiri selama 30 detik atau lebih dengan berpegangan pada kursi/meja?
4. Apakah anak dapat mengatakan 2 suku kata yang sama, misalnya: "ma-ma", "da-da" atau "pa-pa". Jawab YA bila ia mengeluarkan salah-satu suara tadi.
5. Apakah anak dapat mengangkat badannya ke posisi berdiri tanpa bantuan Anda?
6. Apakah anak dapat membedakan Anda dengan orang yang belum ia kenal? Ia akan menunjukkan sikap malu-malu atau ragu-ragu pada saat permulaan bertemu dengan orang yang belum dikenalnya.

7. Apakah anak dapat mengambil benda kecil seperti kacang atau kismis, dengan meremas di antara ibu jari dan jarinya seperti pada gambar?



8. Apakah anak dapat duduk sendiri tanpa bantuan?
9. Sebut 2-3 kata yang dapat ditiru oleh anak (tidak perlu kata-kata yang lengkap). Apakah ia mencoba meniru menyebutkan kata-kata tadi?
10. Tanpa bantuan, apakah anak dapat mempertemukan dua kubus kecil yang ia pegang? Kerincingan bertangkai dan tutup panel, tidak ikut dinilai.

Kuesioner Praskrining untuk Bayi 15 bulan

1. Tanpa bantuan, apakah anak dapat mempertemukan dua kubus kecil yang ia pegang? Kerincingan bertangkai dan tutup panci, tidak ikut dinilai
2. Apakah anak dapat jalan sendiri atau jalan dengan berpegangan?
3. Tanpa bantuan, apakah anak dapat bertepuk tangan atau melambai-lambai? Jawab TIDAK bila ia membutuhkan bantuan.
4. Apakah anak dapat mengatakan "papa" ketika ia memanggil/melihat ayahnya, atau mengatakan "mama" jika memanggil/melihat ibunya? Jawab YA bila anak mengatakan salah satu di antaranya.
5. Dapatkah anak berdiri sendiri tanpa berpegangan selama kira-kira 5 detik?
6. Dapatkan anak berdiri sendiri tanpa berpegangan selama 30 detik atau lebih?
7. Tanpa berpegangan atau menyentuh lantai, apakah anak dapat membungkuk untuk memungut mainan di lantai dan kemudian berdiri kembali?
8. Apakah anak dapat menunjukkan apa yang diinginkannya tanpa menangis atau merengek? Jawab YA bila ia menunjuk, menarik atau mengeluarkan suara yang menyenangkan.
9. Apakah anak dapat berjalan di sepanjang ruangan tanpa jatuh atau terhuyung-huyung?
10. Apakah anak dapat mengambil benda kecil seperti kacang, kismis, atau potongan biskuit dengan menggunakan ibu jari seperti pada gambar ini?



Kuesioner Praskrining untuk Anak 18 bulan

1. Tanpa bantuan, apakah anak dapat bertepuk tangan atau melambai-lambai? Jawab TIDAK bila ia membutuhkan bantuan.
2. Apakah anak dapat mengatakan "papa" ketika ia memanggil/melihat ayahnya, atau mengatakan "mama" jika memanggil/melihat ibunya?
3. Apakah anak dapat berdiri sendiri tanpa berpegangan selama kira-kira 5 detik?
4. Apakah anak dapat berdiri sendiri tanpa berpegangan selama 30 detik atau lebih?
5. Tanpa berpegangan atau menyentuh lantai, apakah anak dapat membungkuk untuk memungut mainan di lantai dan kemudian berdiri kembali?
6. Apakah anak dapat menunjukkan apa yang diinginkannya tanpa menangis atau merengek? Jawab YA bila ia menunjuk, menarik atau mengeluarkan suara yang menyenangkan.
7. Apakah anak dapat berjalan di sepanjang ruangan tanpa jatuh atau terhuyung-huyung?
8. Apakah anak dapat mengambil benda kecil seperti kacang, kismis, atau potongan biskuit dengan menggunakan ibu jari dan jari telunjuk seperti pada gambar ?



9. Jika Anda menggelindingkan bola ke anak, apakah ia menggelindingkan/melemparkan kembali bola kepada Anda?

10. Apakah anak dapat memegang sendiri cangkir/gelas dan minum dari tempat tersebut tanpa tumpah?

Kuesioner Praskrining untuk Anak 21 bulan

1. Tanpa berpegangan atau menyentuh lantai, apakah anak dapat membungkuk untuk memungut mainan di lantai dan kemudian berdiri kembali?
2. Apakah anak dapat menunjukkan apa yang diinginkannya tanpa menangis atau merengek? Jawab YA bila ia menunjuk, menarik atau mengeluarkan suara yang menyenangkan.
3. Apakah anak dapat berjalan di sepanjang ruangan tanpa jatuh atau terhuyung-huyung?
4. Apakah anak dapat mengambil benda kecil seperti kacang, kismis, atau potongan biskuit dengan menggunakan ibu jari dan jari telunjuk seperti pada gambar ?



5. Jika Anda menggelindingkan bola ke anak, apakah ia menggelindingkan/melemparkan kembali bola kepada Anda?
6. Apakah anak dapat memegang sendiri cangkir/gelas dan minum dari tempat tersebut tanpa tumpah?
7. Jika Anda sedang melakukan pekerjaan rumah tangga, apakah anak meniru apa yang Anda lakukan?
8. Apakah anak dapat meletakkan satu kubus di atas kubus yang lain tanpa menjatuhkan kubus itu? Kubus yang digunakan ukuran 2.5-5.0 cm.
9. Apakah anak dapat mengucapkan paling sedikit 3 kata yang mempunyai arti selain "papa" dan "mama"?
10. Apakah anak dapat berjalan mundur 5 langkah atau lebih tanpa kehilangan keseimbangan? (Anda mungkin dapat melihatnya ketika anak menarik mainannya)

Kuesioner Praskrining untuk Anak 24 bulan

1. Jika Anda sedang melakukan pekerjaan rumah tangga, apakah anak meniru apa yang Anda lakukan?
2. Apakah anak dapat meletakkan 1 buah kubus di atas kubus yang lain tanpa menjatuhkan kubus itu? Kubus yang digunakan ukuran 2.5 — 5 cm.
3. Apakah anak dapat mengucapkan paling sedikit 3 kata yang mempunyai arti selain "papa" dan "mama"?
4. Apakah anak dapat berjalan mundur 5 langkah atau lebih tanpa kehilangan keseimbangan? (Anda mungkin dapat melihatnya ketika anak menarik mainannya).
5. Dapatkah anak melepas pakaiannya seperti: baju, rok, atau celananya? (topi dan kaos kaki tidak ikut dinilai).
6. Dapatkah anak berjalan naik tangga sendiri? Jawab YA jika ia naik tangga dengan posisi tegak atau berpegangan pada dinding atau tangga. Jawab TIDAK jika ia naik tangga dengan merangkak atau Anda tidak membolehkan anak naik tangga atau anak harus berpegangan pada seseorang.
7. Tanpa bimbingan, petunjuk atau bantuan Anda, dapatkah anak menunjuk dengan benar paling sedikit satu bagian badannya (rambut, mata, hidung, mulut, atau bagian badan yang lain)?
8. Dapatkah anak makan nasi sendiri tanpa banyak tumpah?
9. Dapatkah anak membantu memungut mainannya sendiri atau membantu mengangkat piring jika diminta?
10. Dapatkah anak menendang bola kecil (sebesar bola tenis) ke depan tanpa berpegangan pada apapun? Mendorong tidak ikut dinilai.

Kuesioner Praskrining untuk Anak 30 bulan

1. Dapatkah anak melepas pakaiannya seperti: baju, rok, atau celananya? (topi dan kaos kaki tidak ikut dinilai)
2. Dapatkah anak berjalan naik tangga sendiri? Jawab YA jika ia naik tangga dengan posisi tegak atau berpegangan pada dinding atau tangga. Jawab TIDAK jika ia naik tangga dengan merangkak atau Anda tidak membolehkan anak naik tangga atau anak harus berpegangan pada seseorang.
3. Tanpa bimbingan, petunjuk atau bantuan Anda, dapatkah anak menunjuk dengan benar paling sedikit satu bagian badannya (rambut, mata, hidung, mulut, atau bagian badan yang lain)?
4. Dapatkah anak makan nasi sendiri tanpa banyak tumpah?
5. Dapatkah anak membantu memungut mainannya sendiri atau membantu mengangkat piring jika diminta?
6. Dapatkah anak menendang bola kecil (sebesar bola tenis) ke depan tanpa berpegangan pada apapun? Mendorong tidak ikut dinilai.
7. Bila diberi pensil, apakah anak mencoret-coret kertas tanpa bantuan/petunjuk?
8. Dapatkah anak meletakkan 4 buah kubus satu per satu di atas kubus yang lain tanpa menjatuhkan kubus itu? Kubus yang digunakan ukuran 2.5 – 5 cm.
9. Dapatkah anak menggunakan 2 kata pada saat berbicara seperti "minta minum", "mau tidur"? "Terima kasih" dan "Dadag" tidak ikut dinilai.
10. Apakah anak dapat menyebut 2 di antara gambar-gambar ini tanpa bantuan?

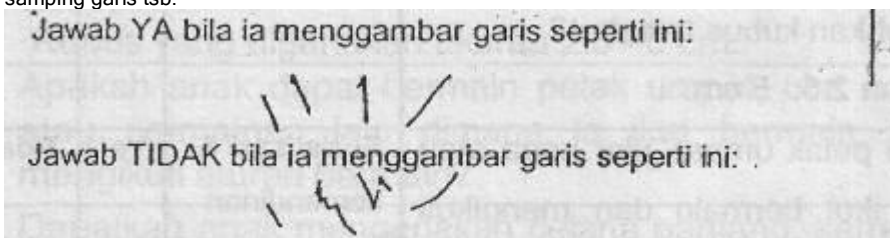


Kuesioner Praskrining untuk Anak 36 bulan

1. Bila diberi pensil, apakah anak mencoret-coret kertas tanpa bantuan/petunjuk?
2. Dapatkah anak meletakkan 4 buah kubus satu per satu di atas kubus yang lain tanpa menjatuhkan kubus itu? Kubus yang digunakan ukuran 2.5 – 5 cm.
3. Dapatkah anak menggunakan 2 kata pada saat berbicara seperti "minta minum"; "mau tidur"? "Terima kasih" dan "Dadag" tidak ikut dinilai.
4. Apakah anak dapat menyebut 2 di antara gambar-gambar ini tanpa bantuan?



5. Dapatkah anak melempar bola lurus ke arah perut atau dada anda dari jarak 1,5 meter?
6. Ikuti perintah ini dengan seksama. Jangan memberi isyarat dengan telunjuk atau mata pada saat memberikan perintah berikut ini:
"Letakkan kertas ini di lantai".
"Letakkan kertas ini di kursi".
"Berikan kertas ini kepada ibu".
Dapatkah anak melaksanakan ketiga perintah tadi?
7. Buat garis lurus ke bawah sepanjang sekurang-kurangnya 2.5 cm. Suruh anak menggambar garis lain di samping garis tsb.

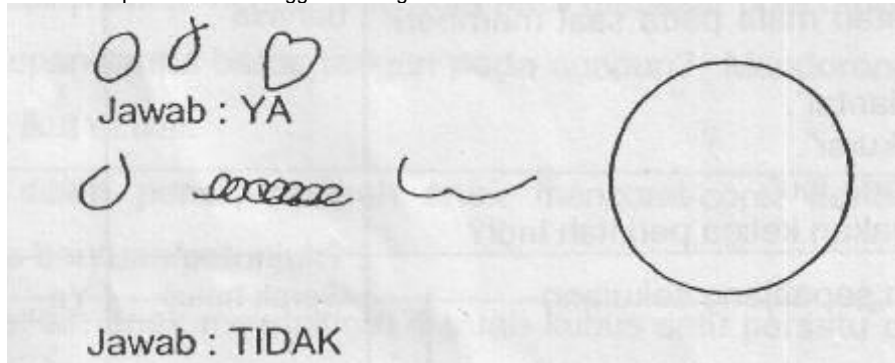


8. Letakkan selembar kertas seukuran buku di lantai. Apakah anak dapat melompati bagian lebar kertas dengan mengangkat kedua kakinya secara bersamaan tanpa didahului lari?
9. Dapatkah anak mengenakan sepatunya sendiri?
10. Dapatkah anak mengayuh sepeda roda tiga sejauh sedikitnya 3 meter?

Kuesioner Praskrining untuk Anak 42 bulan

1. Dapatkah anak mengenakan sepatunya sendiri?
2. Dapatkah anak mengayuh sepeda roda tiga sejauh sedikitnya 3 meter?
3. Setelah makan, apakah anak mencuci dan mengeringkan tangannya dengan baik sehingga Anda tidak perlu mengulanginya?

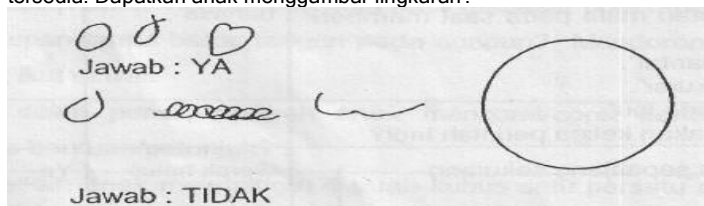
4. Suruh anak berdiri satu kaki tanpa berpegangan. Jika perlu tunjukkan caranya dan beri anak Anda kesempatan melakukannya 3 kali. Dapatkah ia mempertahankan keseimbangan dalam waktu 2 detik atau lebih?
5. Letakkan selembat kertas seukuran buku ini di lantai. Apakah anak dapat melompati panjang kertas ini dengan mengangkat kedua kakinya secara bersamaan tanpa didahului lari?
6. Jangan membantu anak dan jangan menyebut lingkaran. Suruh anak menggambar seperti contoh ini di kertas kosong yang tersedia. Dapatkah anak menggambar lingkaran?



7. Dapatkah anak meletakkan 8 buah kubus satu per satu di atas yang lain tanpa menjatuhkan kubus tersebut? Kubus yang digunakan ukuran 2.5 – 5 cm.
8. Apakah anak dapat bermain petak umpet, ular naga atau permainan lain di mana ia ikut bermain dan mengikuti aturan bermain?
9. Dapatkah anak mengenakan celana panjang, kemeja, baju atau kaos kaki tanpa dibantu? (Tidak termasuk kemandirian memasang kancing, gesper atau ikat pinggang)

Kuesioner Praskrining untuk Anak 48 bulan

1. Dapatkah anak mengenakan sepatunya sendiri?
2. Dapatkah anak mengayuh sepeda roda tiga sejauh sedikitnya 3 meter?
3. Setelah makan, apakah anak mencuci dan mengeringkan tangannya dengan baik sehingga Anda tidak perlu mengulangnya?
4. Suruh anak berdiri satu kaki tanpa berpegangan. Jika perlu tunjukkan caranya dan beri anak Anda kesempatan melakukannya 3 kali. Dapatkah ia mempertahankan keseimbangan dalam waktu 2 detik atau lebih?
5. Letakkan selembat kertas seukuran buku ini di lantai. Apakah anak dapat melompati panjang kertas ini dengan mengangkat kedua kakinya secara bersamaan tanpa didahului lari?
6. Jangan membantu anak dan jangan menyebut lingkaran. Suruh anak menggambar seperti contoh ini di kertas kosong yang tersedia. Dapatkah anak menggambar lingkaran?



7. Dapatkah anak meletakkan 8 buah kubus satu per satu di atas yang lain tanpa menjatuhkan kubus tersebut? Kubus yang digunakan ukuran 2.5 – 5 cm.
8. Apakah anak dapat bermain petak umpet, ular naga atau permainan lain di mana ia ikut bermain dan mengikuti aturan bermain?
9. Dapatkah anak mengenakan celana panjang, kemeja, baju atau kaos kaki tanpa dibantu? (Tidak termasuk kemandirian memasang kancing, gesper atau ikat pinggang)

Kuesioner Praskrining untuk Anak 54 bulan

1. Dapatkah anak meletakkan 8 buah kubus satu per satu di atas yang lain tanpa menjatuhkan kubus tersebut? Kubus yang digunakan ukuran 2.5 – 5 cm.
2. Apakah anak dapat bermain petak umpet, ular naga atau permainan lain di mana ia ikut bermain dan mengikuti aturan bermain?
3. Dapatkah anak mengenakan celana panjang, kemeja, baju atau kaos kaki tanpa dibantu? (Tidak termasuk memasang kancing, gesper atau ikat pinggang)
4. Dapatkah anak menyebutkan nama lengkapnya tanpa dibantu? Jawab TIDAK jika ia hanya menyebut sebagian namanya atau ucapannya sulit dimengerti.
5. Isi titik-titik di bawah ini dengan jawaban anak. Jangan membantu kecuali mengulangi pertanyaan.
"Apa yang kamu lakukan jika kamu kedinginan?"
"Apa yang kamu lakukan jika kamu lapar?"

"Apa yang kamu lakukan jika kamu lelah?"

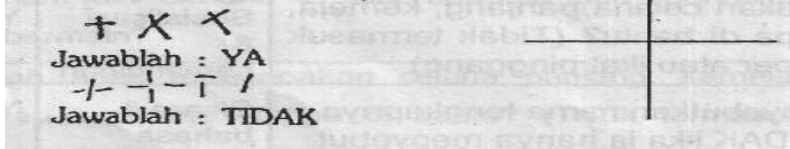
Jawab YA bila anak menjawab ketiga pertanyaan tadi dengan benar, bukan dengan gerakan atau isyarat.

Jika kedinginan, jawaban yang benar adalah "menggigil", "pakai mantel" atau "masuk ke dalam rumah".

Jika lapar, jawaban yang benar adalah "makan"

Jika lelah, jawaban yang benar adalah "mengantuk", "tidur", "berbaring/tidur-tiduran", "istirahat" atau "diam sejenak"

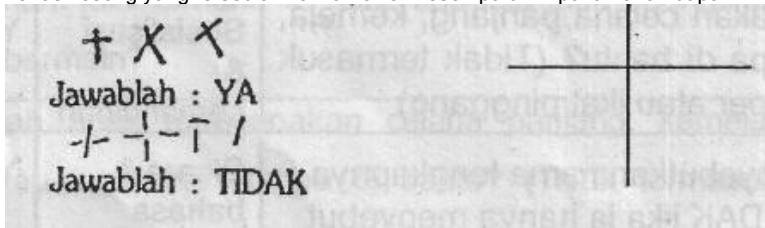
6. Apakah anak dapat mengancingkan bajunya atau pakaian boneka?
7. Suruh anak berdiri satu kaki tanpa berpegangan. Jika perlu tunjukkan caranya dan beri anak Anda kesempatan melakukannya 3 kali. Dapatkah ia mempertahankan keseimbangan dalam waktu 6 detik atau lebih?
8. Jangan mengoreksi/membantu anak. Jangan menyebut kata "lebih panjang".
Perlihatkan gambar kedua garis ini pada anak.
Tanyakan: "Mana garis yang lebih panjang?"
Minta anak menunjuk garis yang lebih panjang.
Setelah anak menunjuk, putar lembar ini dan ulangi pertanyaan tersebut.
Setelah anak menunjuk, putar lembar ini lagi dan ulangi pertanyaan tadi.
Apakah anak dapat menunjuk garis yang lebih panjang sebanyak 3 kali dengan benar?
9. Jangan membantu anak dan jangan memberi tahu nama gambar ini, suruh anak menggambar seperti contoh ini di kertas kosong yang tersedia. Berikan 3 kali kesempatan. Apakah anak dapat menggambar seperti contoh ini?



10. Ikuti perintah ini dengan seksama. Jangan memberi isyarat dengan telunjuk atau mata pada saat memberikan perintah berikut ini: "Letakkan kertas ini di atas lantai".
"Letakkan kertas ini di bawah kursi".
"Letakkan kertas ini di depan kamu"
"Letakkan kertas ini di belakang kamu"
Jawab YA hanya jika anak mengerti arti "di atas", "di bawah", "di depan" dan "di belakang"

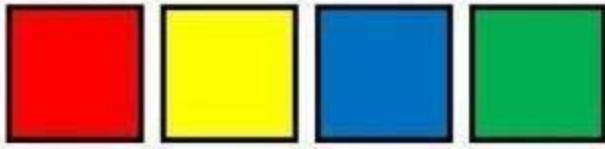
Kuesioner Praskrining untuk Anak 60 bulan

1. Isi titik-titik di bawah ini dengan jawaban anak. Jangan membantu kecuali mengulangi pertanyaan.
"Apa yang kamu lakukan jika kamu kedinginan?"
"Apa yang kamu lakukan jika kamu lapar?"
"Apa yang kamu lakukan jika kamu lelah?"
Jawab YA bila anak menjawab ketiga pertanyaan tadi dengan benar, bukan dengan gerakan atau isyarat.
Jika kedinginan, jawaban yang benar adalah "menggigil", "pakai mantel" atau "masuk ke dalam rumah".
Jika lapar, jawaban yang benar adalah "makan"
Jika lelah, jawaban yang benar adalah "mengantuk", "tidur", "berbaring/tidur-tiduran", "istirahat" atau "diam sejenak"
2. Apakah anak dapat mengancingkan bajunya atau pakaian boneka?
3. Suruh anak berdiri satu kaki tanpa berpegangan. Jika perlu tunjukkan caranya dan beri anak Anda kesempatan melakukannya 3 kali. Dapatkah ia mempertahankan keseimbangan dalam waktu 6 detik atau lebih?
4. Jangan mengoreksi/membantu anak. Jangan menyebut kata "lebih panjang".
Perlihatkan gambar kedua garis ini pada anak.
Tanyakan: "Mana garis yang lebih panjang?"
Minta anak menunjuk garis yang lebih panjang.
Setelah anak menunjuk, putar lembar ini dan ulangi pertanyaan tersebut.
Setelah anak menunjuk, putar lembar ini lagi dan ulangi pertanyaan tadi.
Apakah anak dapat menunjuk garis yang lebih panjang sebanyak 3 kali dengan benar?
5. Jangan membantu anak dan jangan memberi tahu nama gambar ini, suruh anak menggambar seperti contoh ini di kertas kosong yang tersedia. Berikan 3 kali kesempatan. Apakah anak dapat menggambar seperti contoh ini?



6. Ikuti perintah ini dengan seksama. Jangan memberi isyarat dengan telunjuk atau mata pada saat memberikan perintah berikut ini: "Letakkan kertas ini di atas lantai".
"Letakkan kertas ini di bawah kursi".
"Letakkan kertas ini di depan kamu"
"Letakkan kertas ini di belakang kamu"
Jawab YA hanya jika anak mengerti arti "di atas", "di bawah", "di depan" dan "di belakang"

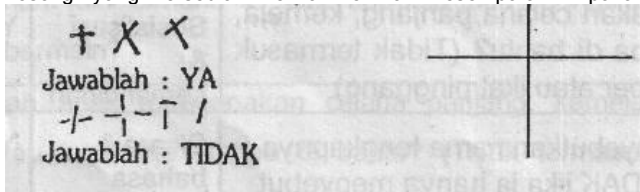
7. Apakah anak bereaksi dengan tenang dan tidak rewel (tanpa menangis atau menggelayut pada Anda) pada saat Anda meninggalkannya?
8. Jangan menunjuk, membantu atau membetulkan, katakan pada anak: "Tunjukkan segi empat merah"
"Tunjukkan segi empat kuning"
"Tunjukkan segi empat biru"
"Tunjukkan segi empat hijau"
Dapatkah anak menunjuk keempat warna itu dengan benar?



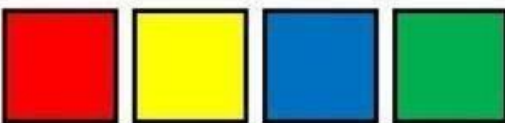
9. Suruh anak melompat dengan satu kaki beberapa kali tanpa berpegangan (lompatan dengan dua kaki tidak ikut dinilai). Apakah ia dapat melompat 2-3 kali dengan satu kaki?
10. Dapatkah anak sepenuhnya berpakaian sendiri tanpa bantuan?

Kuesioner Praskrining untuk Anak 66 bulan

1. Jangan membantu anak dan jangan memberi tahu nama gambar ini, suruh anak menggambar seperti contoh ini di kertas kosong yang tersedia. Berikan 3 kali kesempatan. Apakah anak dapat menggambar seperti contoh ini?



2. Ikuti perintah ini dengan seksama. Jangan memberi isyarat dengan telunjuk atau mata pada saat memberikan perintah berikut ini: "Letakkan kertas ini di atas lantai".
"Letakkan kertas ini di bawah kursi".
"Letakkan kertas ini di depan kamu"
"Letakkan kertas ini di belakang kamu"
Jawab YA hanya jika anak mengerti arti "di atas", "di bawah", "di depan" dan "di belakang"
3. Apakah anak bereaksi dengan tenang dan tidak rewel (tanpa menangis atau menggelayut pada Anda) pada saat Anda meninggalkannya?
4. Jangan menunjuk, membantu atau membetulkan, katakan pada anak :



"Tunjukkan segi empat merah"
"Tunjukkan segi empat kuning"
"Tunjukkan segi empat biru"
"Tunjukkan segi empat hijau"

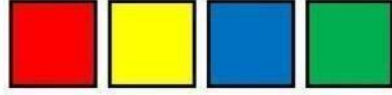
Dapatkah anak menunjuk keempat warna itu dengan benar?

5. Suruh anak melompat dengan satu kaki beberapa kali tanpa berpegangan (lompatan dengan dua kaki tidak ikut dinilai). Apakah ia dapat melompat 2-3 kali dengan satu kaki?
6. Dapatkah anak sepenuhnya berpakaian sendiri tanpa bantuan?
7. Suruh anak menggambar di tempat kosong yang tersedia. Katakan padanya: "Buatlah gambar orang".
Jangan memberi perintah lebih dari itu. Jangan bertanya/ mengingatkan anak bila ada bagian yang belum tergambar. Dalam memberi nilai, hitunglah berapa bagian tubuh yang tergambar. Untuk bagian tubuh yang berpasangan seperti mata, telinga, lengan dan kaki, setiap pasang dinilai satu bagian. Dapatkah anak menggambar sedikitnya 3 bagian tubuh?
8. Pada gambar orang yang dibuat pada nomor 7, dapatkah anak menggambar sedikitnya 6 bagian tubuh?
9. Tulis apa yang dikatakan anak pada kalimat-kalimat yang belum selesai ini, jangan membantu kecuali mengulang pertanyaan:
"Jika kuda besar maka tikus"
"Jika api panas maka es"
"Jika ibu seorang wanita maka ayah seorang"
Apakah anak menjawab dengan benar (tikus kecil, es dingin, ayah seorang pria)?

10. Apakah anak dapat menangkap bola kecil sebesar bola tenis/bola kasti hanya dengan menggunakan kedua tangannya? (Bola besar tidak ikut dinilai).

Kuesioner Praskrining untuk Anak 72 bulan

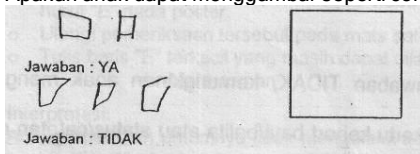
1. Jangan menunjuk, membantu atau membetulkan, katakan pada anak :



2. "Tunjukkan segi empat merah"
"Tunjukkan segi empat kuning"
"Tunjukkan segi empat biru"
"Tunjukkan segi empat hijau"

Dapatkan anak menunjuk keempat warna itu dengan benar?

3. Suruh anak melompat dengan satu kaki beberapa kali tanpa berpegangan (lompatan dengan dua kaki tidak ikut dinilai). Apakah ia dapat melompat 2-3 kali dengan satu kaki?
4. Dapatkan anak sepenuhnya berpakaian sendiri tanpa bantuan?
5. Suruh anak menggambar di tempat kosong yang tersedia. Katakan padanya: "Buatlah gambar orang".
Jangan memberi perintah lebih dari itu. Jangan bertanya/ mengingatkan anak bila ada bagian yang belum tergambar. Dalam memberi nilai, hitunglah berapa bagian tubuh yang tergambar. Untuk bagian tubuh yang berpasangan seperti mata, telinga, lengan dan kaki, setiap pasang dinilai satu bagian. Dapatkan anak menggambar sedikitnya 3 bagian tubuh?
6. Pada gambar orang yang dibuat pada nomor 7, dapatkan anak menggambar sedikitnya 6 bagian tubuh?
7. Tulis apa yang dikatakan anak pada kalimat-kalimat yang belum selesai ini, jangan membantu kecuali mengulang pertanyaan:
"Jika kuda besar maka tikus....."
"Jika api panas maka es....."
"Jika ibu seorang wanita maka ayah seorang....."
Apakah anak menjawab dengan benar (tikus kecil, es dingin, ayah seorang pria)?
8. Apakah anak dapat menangkap bola kecil sebesar bola tenis/bola kasti hanya dengan menggunakan kedua tangannya? (Bola besar tidak ikut dinilai).
9. Suruh anak berdiri satu kaki tanpa berpegangan. Jika perlu tunjukkan caranya dan beri anak Anda kesempatan melakukannya 3 kali. Dapatkan ia mempertahankan keseimbangan dalam waktu 11 detik atau lebih?
10. Jangan membantu anak dan jangan memberi tahu nama gambar ini. Suruh anak menggambar seperti contoh ini di kertas kosong yang tersedia. Berikan 3 kali kesempatan.
Apakah anak dapat menggambar seperti contoh ini?



11. Isi titik-titik di bawah ini dengan jawaban anak. Jangan membantu kecuali mengulangi pertanyaan sampai 3 kali bila anak menanyakannya.
"Sendok dibuat dari apa?"
"Sepatu dibuat dari apa?"
"Pintu dibuat dari apa?"
Apakah anak dapat menjawab ke 3 pertanyaan di atas dengan benar? Sendok dibuat dari besi, baja, plastik, kayu.
Sepatu dibuat dari kulit, karet, kain, plastik, kayu.
Pintu dibuat dari kayu, besi, kaca.

Lampiran 3

Fasilitas/laboratorium dengan kapasitas pemeriksaan timbal dalam darah antara lain:

- a. Laboratorium Kesehatan Daerah
- b. BRIN
- c. Balai Besar Teknik Penyehatan Lingkungan dan Pencegahan Penyakit
- d. Prodia OHI
- e. IMERI
- f. PT. SGS

ISBN 978-623-301-464-9 (PDF)



9

786233

014649