

Demes Nurmawanti
Marlik
Slamet Wardoyo
Avita Amalina



Buku Referensi

STUNTING DAN LINGKUNGAN



Editor: Ngadino



Buku Referensi

STUNTING DAN LINGKUNGAN

Buku Referensi Stunting dan Lingkungan yang berada di tangan pembaca ini terdiri dari 5 bab, yaitu :

Bab 1 Pendahuluan

Bab 2 Faktor Penyebab Stunting

Bab 3 Hubungan Lingkungan dengan Stunting

Bab 4 Intervensi Lingkungan Pencegahan Stunting

Bab 5 Studi Kasus



eureka
media aksara
Anggota IKAPI
No. 225/ITE/2021

☎ 0858 5343 1992
✉ eurekaediaaksara@gmail.com
📍 Jl. Banjaran RT.20 RW.10
Bojongsari - Purbalingga 53362

ISBN 978-623-516-431-1



9 786235 164311

**BUKU REFERENSI
STUNTING DAN LINGKUNGAN**

**Demes Nurmayanti
Marlik
Slamet Wardoyo
Avita Amalina**



eureka
media aksara

PENERBIT CV.EUREKA MEDIA AKSARA

**BUKU REFERENSI
STUNTING DAN LINGKUNGAN**

Penulis : Demes Nurmayanti
Marlik
Slamet Wardoyo
Avita Amalina

Editor : Ngadino

Desain Sampul : Eri Setiawan

Tata Letak : Endika Cahya Salsabila

ISBN : 978-623-516-431-1

Diterbitkan oleh : **EUREKA MEDIA AKSARA,
SEPTEMBER 2024
ANGGOTA IKAPI JAWA TENGAH
NO. 225/JTE/2021**

Redaksi:

Jalan Banjaran, Desa Banjaran RT 20 RW 10 Kecamatan Bojongsari
Kabupaten Purbalingga Telp. 0858-5343-1992
Surel : eurekamediaaksara@gmail.com
Cetakan Pertama : 2024

All right reserved

Hak Cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh
isi buku ini dalam bentuk apapun dan dengan cara apapun,
termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan teknik perekaman
lainnya tanpa seizin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, dengan segala kerendahan hati atas segala rachmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan referensi, dengan Judul " Buku Referensi Stunting dan Lingkungan".

Buku ini terbagi menjadi 5 bab yang terdiri dari:

Bab 1. Pendahuluan

Bab 2. Faktor Penyebab Stunting

Bab 3. Hubungan Lingkungan dengan Stunting

Bab 4. Intervensi Lingkungan Pencegahan Stunting

Bab 5. Studi Kasus

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Lutfi Rusyadi,SKM.,M.Sc
2. Bapak Hery Sumasto,S.Kep.Ns.,M.MKes
3. Bapak Irwan Sulistio,SKM.,M.Si,
4. Semua Pihak yang telah membantu proses penyusunan referensi.

Semoga Allah SWT memberikan Rahmat dan Inayah kepada semua pihak yang telah membantu proses penyusunan buku referensi hingga terselesaikan dengan baik. Demi kesempurnaan buku referensi tersebut, penulis menerima kritik dan saran yang bersifat membangun dan menyempurnakan buku referensi kami.

Surabaya, Nopember 2024

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
A. Pengertian Stunting.....	1
B. Permasalahan Stunting di Indonesia	2
BAB 2 FAKTOR PENYEBAB STUNTING	5
A. Pendahuluan.....	5
B. Faktor Gizi.....	5
C. Faktor Infeksi	8
D. Faktor Sosio-ekonomi	12
E. Faktor Lingkungan.....	13
F. Faktor Genetik dan Epigenetik.....	36
G. Faktor Budaya dan Praktik Sosial	40
BAB 3 HUBUNGAN LINGKUNGAN DENGAN STUNTING	42
A. Sanitasi dan Hubungannya dengan Stunting	42
B. Akses Air Bersih dan Dampaknya pada Pertumbuhan Anak.....	43
C. Polusi Udara dan Stunting.....	44
D. Intervensi Lingkungan untuk Mencegah Stunting....	45
BAB 4 INTERVENSI LINGKUNGAN PENCEGAHAN STUNTING	48
A. Sanitasi dan Akses Air Bersih.....	48
B. Program Sanitasi Total Berbasis Masyarakat (STBM)	51
C. Perbaikan Perumahan dan Akses Air Bersih	56
D. Pengurangan Polusi Udara	59
BAB 5 STUDI KASUS	64
A. Studi Kasus 1: Pengaruh Perbaikan Lingkungan di Daerah Perkotaan.....	64
DAFTAR PUSTAKA	68
TENTANG PENULIS	81

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Hubungan Frekuensi Infeksi Diare dengan Prevalensi Stunting.....	9
Tabel 2.2	Prevalensi Stunting Berdasarkan Status Infeksi Cacing.....	11
Tabel 2.3	Prevalensi Stunting Berdasarkan Akses Sanitasi	14
Tabel 2.4	Prevalensi Stunting Berdasarkan Tingkat Polusi Udara.....	17
Tabel 2.5	Contoh Gen dan Mekanisme Epigenetik yang Terlibat dalam Stunting	38
Tabel 2.6	Intervensi Nutrisi dan Dampaknya terhadap Pola Epigenetik.....	40
Tabel 3.1	Pengaruh Sanitasi terhadap Stunting Berdasarkan Beberapa Studi	43
Tabel 3.2	Dampak Akses Air Bersih terhadap Stunting	44
Tabel 3.3	Pengaruh Polusi Udara terhadap Stunting	45
Tabel 3.4	Efektivitas Program Intervensi Lingkungan terhadap Stunting	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sarana Prasarana Jamban Sehat Keluarga Ibu Hamil (a) di Wilayah Pontianak dan (b) Wilayah Sidoarjo.....	15
Gambar 2.2	Sarana Prasarana Air Bersih di Keluarga Ibu Hamil.....	20
Gambar 2.3	Sarana Prasarana Pembuangan Sampah di Keluarga Ibu Hamil.....	24
Gambar 2.4	Distribusi Penghasilan Keluarga Ibu Hamil (a) di Wilayah Pontianak.....	32

BAB

1

PENDAHULUAN

A. Pengertian Stunting

Stunting adalah kondisi yang terjadi pada anak-anak di mana pertumbuhan tinggi badan mereka lebih rendah dibandingkan standar pertumbuhan anak seusia mereka. Istilah medis yang digunakan untuk kondisi ini adalah "stunting". Stunting biasanya disebabkan oleh malnutrisi kronis dalam periode awal kehidupan, terutama dalam 1.000 hari pertama sejak konsepsi hingga usia dua tahun.

Stunting terjadi pada anak-anak, khususnya pada usia di bawah lima tahun. Periode yang paling kritis untuk menghindari stunting adalah dalam 1.000 hari pertama kehidupan anak, yang mencakup masa kehamilan ibu hingga anak berusia dua tahun. Pada periode ini, pertumbuhan dan perkembangan anak sangat cepat dan memerlukan asupan gizi yang cukup serta lingkungan yang sehat. (Sari et al., 2020; Widyaningrum et al., 2016)

Pada tahun 2017, terdapat 150,8 juta bayi di seluruh dunia yang menderita stunting, dan lebih dari separuh (55%) bayi stunting di dunia berasal dari Asia (Buletin Kementerian Kesehatan Indonesia, 2018). Angka stunting masih tinggi di Indonesia, dan hal ini perlu ditangani di sektor kesehatan (Prasetyo et al., 2023).

Ibu memiliki peran yang sangat penting terhadap tumbuh kembang anak. Masyarakat Indonesia mempercayai bahwa *stunting* merupakan faktor keturunan. Pada hakikatnya

stunting adalah salah satu masalah kesehatan yang dapat dipengaruhi oleh berbagai macam faktor seperti faktor lingkungan, faktor pangan yang dikonsumsi atau gizi buruk, faktor sosial ekonomi, faktor pendidikan dan pengetahuan orang tua (Auranissa et al., 2024).

B. Permasalahan Stunting di Indonesia

Data Kementerian Kesehatan (Kemenkes) menunjukkan bahwa Indonesia memiliki angka stunting yang relatif tinggi, berdasarkan data yang dipublikasikan oleh Organisasi Kesehatan Dunia (WHO). Data stunting selama tiga tahun terakhir adalah sebagai berikut. Berdasarkan data Survei Status Gizi Indonesia (SSGI) tahun 2022, angka kejadian stunting pada anak kecil sekitar 21,6%. Angka kejadian stunting menurun sekitar 3,2%. Angka kejadian ini berbeda dengan angka stunting pada tahun 2021 yang berkisar 24%. Sementara itu, prevalensi stunting di Indonesia pada tahun 2020 lebih tinggi dibandingkan tahun 2021 yaitu sebesar 26,92%. Hal ini menunjukkan angka kejadian stunting mengalami penurunan pada tahun tersebut sejak tahun 2021.

Tahun 2019, prevalensi stunting sangat tinggi, hampir 30% (27,7%). Pada tahun 2018, angka stunting berkisar 30,8% sehingga menjadi ancaman yang sangat menakutkan. Angka ini sangat tinggi, melebihi 30%, dalam kategori berdasarkan standar Organisasi Kesehatan Dunia. Sementara itu, tujuan pemerintah adalah mengurangi stunting sebesar 3% year-on-year pada tahun 2023. Dan pada tahun 2024, pemerintah menargetkan penurunan stunting pada anak balita sebesar 14% year-on-year, dengan penurunan yang lebih besar lagi.

Stunting ini menjadi masalah atau ancaman utama terhadap kualitas manusianya karena prevalensi *stunting* menurut data Riskesdas 2018 di Indonesia pada balita mencapai 30,8% dan pada anak yang berusia dibawah dua tahun (Baduta) mencapai 29,9%. *Stunting* dalam jangka pendek maupun jangka panjang dapat menimbulkan dampak negatif seperti gangguan perkembangan otak, gangguan pada pertumbuhan fisik, dan

penurunan imunitas tubuh. Anak yang terkena *stunting* juga berisiko terkena diabetes, stroke dan kanker. Secara skala besar, *stunting* dapat menurunkan kualitas sumber daya manusia, produktivitas, dan kerugian ekonomi (A. Rahmawati, Nurmawati, & Sari, 2019).

Stunting terjadi akibat kurangnya asupan gizi yang dimulai sejak anak masih dalam kandungan hingga dilahirkan, terutama jika ibu hamil mengalami kekurangan energi kronis (KEK). Dampak jangka panjang dari *stunting* adalah gangguan gagal tumbuh yang dapat mempengaruhi kualitas kesehatan anak di masa mendatang. Mekanisme terjadinya *stunting* dimulai sejak masa kehamilan, di mana kurangnya pemahaman tentang asupan gizi yang tepat bagi ibu hamil dapat menyebabkan kekurangan gizi pada janin. Kekurangan energi kronis (KEK) pada ibu hamil adalah salah satu faktor utama yang menyebabkan *stunting*. Selain itu, pola asuh yang kurang efektif dan perilaku hidup bersih dan sehat (PHBS) yang tidak optimal juga berkontribusi pada terjadinya *stunting* (Izza et al., 2022). Faktor-faktor ini mengakibatkan kurangnya asupan gizi yang memadai selama masa pertumbuhan dan perkembangan anak, yang pada akhirnya menyebabkan gangguan pertumbuhan atau kekurangan tinggi badan yang signifikan dibandingkan dengan standar pertumbuhan anak dari WHO. Selain itu, manajemen program di puskesmas yang tidak tercapai secara optimal juga mempengaruhi terjadinya *stunting*. Meskipun ada kebijakan untuk penurunan angka *stunting*, implementasinya belum dilakukan secara maksimal. Upaya-upaya seperti pemberian tablet tambah darah, pemeriksaan kehamilan setiap bulan, dan pemberian makanan tambahan (PMT) untuk ibu hamil dan balita telah dilakukan, namun partisipasi dari ibu hamil dan balita yang jarang berkunjung ke Posyandu menjadi hambatan dalam manajemen *stunting* (Izza et al., 2022).

Stunting merupakan gangguan pertumbuhan yang terjadi pada anak akibat mal-nutrisi, infeksi berulang, dan stimulasi psikososial yang tidak memadai (World Health Organization

(WHO), 2018). Stunting bisa terjadi sejak dalam kandungan dan baru muncul saat anak berusia dua tahun. Anak tergolong stunting apabila tinggi badan menurut umur atau tinggi badan menurut umur lebih rendah dari standar nasional yang berlaku. Kesehatan lingkungan, termasuk praktik sanitasi dan kebersihan berkontribusi 70% dalam mengurangi kejadian stunting sebagai intervensi yang sensitif. Praktik kebersihan yang buruk dapat menyebabkan hilangnya nutrisi yang penting untuk pertumbuhan anak, dan diare dapat terjadi. Stunting sulit dicapai karena kurangnya kepekaan masyarakat dalam mengukur tinggi dan berat badan anak. Balita yang mengalami *stunting* tidak memiliki tingkat kecerdasan yang optimal sehingga, menjadikan anak lebih rentan terhadap penyakit dan berisiko mengalami penurunan produktivitas di kemudian hari.

BAB 2

FAKTOR PENYEBAB STUNTING

A. Pendahuluan

Stunting merupakan salah satu masalah kesehatan masyarakat yang paling mendesak di seluruh dunia, terutama di negara-negara berkembang. Stunting, yang ditandai dengan tinggi badan yang lebih pendek dari standar untuk usia tertentu, adalah akibat dari malnutrisi kronis dan paparan berbagai faktor risiko selama periode kritis pertumbuhan anak, khususnya dalam 1.000 hari pertama kehidupan. Banyak faktor yang berkontribusi terhadap terjadinya stunting, yang dapat dikategorikan ke dalam faktor biologis, lingkungan, sosial, dan ekonomi. Terdapat dua faktor yang dapat menyebabkan terjadinya *stunting*, yakni faktor langsung dan tidak langsung. Faktor langsung *stunting* dapat disebabkan dari asupan makanan dan penyakit infeksi. Sementara itu, faktor tidak langsung dapat terjadi disebabkan oleh sanitasi lingkungan. Dalam bab ini, akan dibahas berbagai faktor penyebab stunting.

B. Faktor Gizi

Salah satu faktor utama penyebab stunting adalah kurangnya asupan gizi yang memadai selama masa pertumbuhan. Malnutrisi, khususnya kekurangan zat gizi mikro seperti zat besi, seng, vitamin A, dan protein, sangat berkontribusi terhadap terjadinya stunting. Sebuah penelitian oleh (Black et al., 2013) menunjukkan bahwa asupan gizi yang buruk, terutama pada 1.000 hari pertama kehidupan, secara

signifikan meningkatkan risiko stunting pada anak-anak. Penelitian ini menekankan pentingnya pemberian nutrisi yang adekuat selama masa kehamilan dan masa menyusui untuk mencegah stunting (Black et al., 2013).

Stunting, atau kondisi pertumbuhan terhambat pada anak, merupakan masalah kesehatan yang serius di banyak negara berkembang. Salah satu penyebab utama stunting adalah kurangnya asupan gizi yang memadai, terutama pada 1000 hari pertama kehidupan. Periode ini, yang dimulai dari konsepsi hingga anak berusia dua tahun, adalah masa kritis di mana pertumbuhan dan perkembangan otak serta organ-organ vital lainnya berlangsung sangat cepat. Kegagalan memenuhi kebutuhan gizi pada masa ini dapat menyebabkan dampak jangka panjang yang tak dapat dipulihkan, termasuk stunting.

1000 hari pertama kehidupan adalah masa yang sangat menentukan dalam perkembangan fisik dan kognitif anak. Pada masa ini, tubuh memerlukan berbagai zat gizi penting seperti protein, vitamin, mineral, dan asam lemak esensial untuk mendukung pertumbuhan sel-sel tubuh, terutama otak. Ketidakseimbangan atau kekurangan gizi pada periode ini dapat mengakibatkan gangguan pertumbuhan, yang dapat berdampak pada kemampuan belajar, kesehatan jangka panjang, dan produktivitas di masa dewasa.

Menurut UNICEF, nutrisi yang cukup selama 1000 hari pertama kehidupan dapat meningkatkan perkembangan otak, meningkatkan kapasitas belajar, dan mengurangi risiko terkena penyakit kronis di kemudian hari. Sebaliknya, kekurangan gizi pada periode ini dapat menyebabkan stunting, yang mempengaruhi sekitar 144 juta anak di seluruh dunia. Beberapa faktor yang menyebabkan kurangnya asupan gizi selama 1000 hari pertama kehidupan antara lain:

1. Kekurangan Gizi Ibu Selama Kehamilan

Ibu hamil yang mengalami kekurangan gizi lebih berisiko melahirkan bayi dengan berat badan lahir rendah, yang merupakan faktor risiko utama stunting. Kekurangan gizi pada ibu hamil juga dapat mempengaruhi kualitas dan

kuantitas ASI, yang merupakan sumber gizi utama bagi bayi setelah lahir.

2. Praktik Menyusui yang Tidak Optimal

Menyusui eksklusif selama enam bulan pertama kehidupan dianjurkan oleh WHO. Namun, di banyak negara berkembang, praktik ini tidak selalu dilakukan karena berbagai alasan seperti kurangnya pengetahuan, dukungan sosial, atau tekanan ekonomi yang memaksa ibu untuk kembali bekerja segera setelah melahirkan.

3. Kurangnya Pemberian Makanan Pendamping ASI yang Tepat

Setelah enam bulan, bayi memerlukan makanan pendamping ASI (MPASI) yang kaya akan zat gizi untuk mendukung pertumbuhan. Namun, di banyak daerah, makanan pendamping yang diberikan sering kali tidak memenuhi kebutuhan gizi bayi karena keterbatasan akses terhadap makanan bergizi atau kurangnya pengetahuan mengenai gizi yang baik.

4. Ketidakamanan Pangan dan Kemiskinan

Ketidakmampuan keluarga untuk menyediakan makanan bergizi karena kemiskinan atau ketidakamanan pangan merupakan penyebab utama kurangnya asupan gizi pada anak-anak. Kondisi ini diperburuk oleh masalah akses terhadap layanan kesehatan yang memadai.

Selain itu, pola pemberian makanan tambahan yang tidak tepat pada bayi dan balita juga menjadi penyebab utama stunting. Menurut penelitian oleh (Paulo et al., 2022), pemberian makanan pendamping ASI yang terlalu dini atau terlalu terlambat, serta kualitas makanan yang rendah, berdampak negatif pada pertumbuhan anak. Penelitian ini menemukan bahwa anak-anak yang tidak menerima makanan tambahan yang sesuai dengan kebutuhan gizi mereka memiliki risiko lebih tinggi untuk mengalami stunting (Paulo et al., 2022).

C. Faktor Infeksi

Infeksi adalah salah satu faktor utama yang berkontribusi terhadap stunting pada anak-anak, terutama di negara-negara berkembang. Infeksi yang berulang atau kronis dapat mengganggu penyerapan nutrisi, mengurangi nafsu makan, dan meningkatkan kebutuhan metabolik tubuh, yang semuanya berkontribusi pada pertumbuhan yang terhambat. Dalam sub bab ini, akan dibahas bagaimana infeksi berperan dalam menyebabkan stunting, dengan fokus pada infeksi saluran pencernaan, infeksi pernapasan, dan infeksi parasit.

Infeksi berulang, terutama infeksi saluran pencernaan seperti diare, juga berperan penting dalam terjadinya stunting. Infeksi ini mengganggu penyerapan nutrisi dan menyebabkan malnutrisi, yang pada akhirnya menghambat pertumbuhan anak. Sebuah studi oleh (William, 2017) menunjukkan bahwa anak-anak yang sering mengalami diare pada usia dini memiliki risiko yang jauh lebih tinggi untuk mengalami stunting dibandingkan dengan anak-anak yang jarang atau tidak pernah mengalami diare. Pentingnya pencegahan dan penanganan infeksi pada anak-anak untuk mengurangi risiko stunting (William, 2017).

Infeksi cacing usus juga merupakan penyebab signifikan dari stunting, terutama di daerah dengan sanitasi yang buruk. Penelitian oleh (Checkley et al., 2020) menunjukkan bahwa infeksi cacing dapat menyebabkan malabsorpsi nutrisi yang kritis selama masa pertumbuhan anak. Anak-anak yang terinfeksi cacing memiliki tingkat stunting yang lebih tinggi dibandingkan dengan anak-anak yang tidak terinfeksi. Oleh karena itu, intervensi untuk mengurangi infeksi cacing, termasuk program deworming dan peningkatan sanitasi, sangat penting untuk mencegah stunting (Checkley et al., 2020).

1. Infeksi Saluran Pencernaan

Infeksi saluran pencernaan, terutama diare, merupakan salah satu penyebab utama stunting pada anak-anak. Diare yang berulang menyebabkan malabsorpsi nutrisi, dehidrasi, dan kehilangan nutrisi penting yang dibutuhkan

untuk pertumbuhan. Sebuah studi oleh (Checkley et al., 2020) menunjukkan bahwa anak-anak yang mengalami diare lebih dari lima kali sebelum usia dua tahun memiliki risiko stunting yang signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan anak-anak yang jarang mengalami diare. Infeksi diare yang berulang juga dapat menyebabkan enteropati lingkungan, suatu kondisi di mana mukosa usus mengalami kerusakan sehingga mengurangi penyerapan nutrisi penting (Checkley et al., 2020).

Tabel 2.1 Hubungan Frekuensi Infeksi Diare dengan Prevalensi Stunting

Frekuensi Diare	Prevalensi Stunting (%)
< 2 kali/tahun	10%
2-4 kali/tahun	25%
> 5 kali/tahun	45%

Data diambil dari penelitian oleh Checkley et al. (2020)

Selain itu, infeksi rotavirus, yang merupakan penyebab utama diare berat pada anak-anak, telah terbukti berkontribusi terhadap peningkatan prevalensi stunting. Menurut penelitian oleh (Lamberti et al., 2018), vaksinasi rotavirus secara signifikan dapat mengurangi kejadian diare dan stunting pada anak-anak di negara berkembang. Vaksinasi ini berperan penting dalam upaya pencegahan stunting yang terkait dengan infeksi saluran pencernaan (Lamberti et al., 2018).

Hasil penelitian ini menjelaskan bahwa sebanyak 8 dari 41 rumah tangga balita stunting masih melakukan praktik buang air besar di sungai. Beberapa dari mereka sudah memiliki WC/jamban di rumah namun lebih memilih buang air besar di sungai yang jaraknya cukup dekat dari rumah. Buang air besar sembarangan dapat menjadi sarana masuknya bakteri *Eschericia coli* penyebab penyakit infeksi

diare pada balita. Praktik buang air besar sembarangan juga memiliki kontribusi positif terhadap *stunting* (Amalina et al., 2023).

2. Infeksi Saluran Pernapasan

Infeksi saluran pernapasan atas (ISPA) dan pneumonia juga merupakan faktor risiko signifikan untuk *stunting*. Anak-anak yang sering menderita ISPA atau pneumonia cenderung memiliki nafsu makan yang menurun, serta mengalami peningkatan penggunaan energi oleh tubuh untuk melawan infeksi, yang pada akhirnya mengurangi energi yang tersedia untuk pertumbuhan. Sebuah penelitian oleh (Jackson et al., 2019) menunjukkan bahwa anak-anak yang menderita pneumonia berulang memiliki risiko lebih tinggi untuk mengalami *stunting*. Penelitian ini menyoroti pentingnya pencegahan dan pengobatan infeksi pernapasan untuk mengurangi risiko *stunting* pada anak-anak (Jackson et al., 2019).

Penelitian lain oleh Van der Spek dan Sonneveld, (2024) juga menemukan bahwa anak-anak yang terpapar polusi udara dalam rumah tangga, seperti asap dari bahan bakar biomassa, memiliki risiko lebih tinggi untuk terkena infeksi pernapasan dan *stunting*. Polusi udara meningkatkan kerentanan terhadap infeksi pernapasan, yang pada gilirannya mempengaruhi status gizi dan pertumbuhan anak. Oleh karena itu, intervensi yang mengurangi polusi udara dalam rumah tangga dapat membantu menurunkan risiko infeksi pernapasan dan *stunting* (Van der Spek dan Sonneveld, 2024).

3. Infeksi Parasit

Infeksi parasit, terutama infeksi cacing usus, juga merupakan penyebab penting dari *stunting*, terutama di daerah dengan sanitasi yang buruk. Infeksi cacing menyebabkan malabsorpsi nutrisi, anemia, dan gangguan metabolisme yang dapat menghambat pertumbuhan anak. Sebuah studi oleh (Hall et al., 2019) menunjukkan bahwa anak-anak yang terinfeksi cacing gelang (*Ascaris*

lumbricoides) memiliki risiko lebih tinggi untuk mengalami stunting. Program deworming yang rutin dan peningkatan kondisi sanitasi telah terbukti efektif dalam mengurangi prevalensi infeksi cacing dan stunting (Hall et al., 2019).

Tabel 2.2 Prevalensi Stunting Berdasarkan Status Infeksi Cacing

Status Infeksi Cacing	Prevalensi Stunting (%)
Terinfeksi	35%
Tidak Terinfeksi	15%

Data diambil dari penelitian oleh (Hall et al., 2019)

Infeksi malaria juga telah dikaitkan dengan peningkatan risiko stunting, terutama di daerah endemik. Menurut penelitian oleh (Chandramohan et al., 2021), malaria yang berulang pada masa kanak-kanak dapat mengganggu pertumbuhan dan perkembangan anak. Malaria menyebabkan anemia dan stres oksidatif, yang berdampak negatif pada pertumbuhan linier anak. Pencegahan malaria melalui penggunaan kelambu berinsektisida dan pengobatan yang tepat dapat membantu mengurangi risiko stunting (Chandramohan et al., 2021).

4. Interaksi Infeksi dan Status Gizi

Infeksi dan malnutrisi sering kali terjadi bersamaan dan saling memperburuk satu sama lain dalam siklus yang berkelanjutan. Anak-anak yang kekurangan gizi lebih rentan terhadap infeksi, dan infeksi, pada gilirannya, memperburuk kondisi gizi. Sebuah penelitian oleh (Beluska-Turkan et al., 2019) menunjukkan bahwa anak-anak yang mengalami malnutrisi lebih cenderung menderita infeksi berat, yang meningkatkan risiko stunting. Penelitian ini menekankan pentingnya intervensi yang menangani baik infeksi maupun malnutrisi untuk mencegah stunting (Beluska-Turkan et al., 2019).

Selain itu, penelitian oleh (Guerrant et al., 2019) menunjukkan bahwa infeksi yang menyebabkan peradangan kronis dapat mengubah metabolisme tubuh dan menghambat penyerapan nutrisi, yang pada akhirnya mengarah pada stunting. Peradangan kronis yang disebabkan oleh infeksi juga dapat mempengaruhi hormon pertumbuhan dan fungsi usus, yang berdampak negatif pada pertumbuhan linier anak (Guerrant et al., 2019).

Infeksi memainkan peran penting dalam menyebabkan stunting, terutama di negara-negara dengan kondisi sanitasi yang buruk dan akses terbatas terhadap layanan kesehatan. Infeksi saluran pencernaan, infeksi pernapasan, dan infeksi parasit adalah beberapa infeksi utama yang berkontribusi terhadap stunting pada anak-anak. Oleh karena itu, intervensi yang efektif untuk mencegah dan mengobati infeksi, serta memperbaiki status gizi, sangat penting dalam upaya global untuk mengurangi prevalensi stunting.

D. Faktor Sosio-ekonomi

Faktor sosio-ekonomi, termasuk kemiskinan, pendidikan orang tua, dan akses terhadap layanan kesehatan, juga sangat mempengaruhi prevalensi stunting. Kemiskinan seringkali dikaitkan dengan kurangnya akses terhadap makanan bergizi, layanan kesehatan, dan pendidikan, yang semuanya berkontribusi pada tingginya angka stunting. Penelitian oleh (Dominguez-Salas et al., 2024) menemukan bahwa anak-anak yang berasal dari rumah tangga dengan status sosial ekonomi rendah memiliki risiko lebih tinggi untuk mengalami stunting. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa peningkatan status sosial ekonomi keluarga dapat secara signifikan mengurangi risiko stunting (Dominguez-Salas et al., 2024).

Pendidikan ibu juga memiliki pengaruh besar terhadap status gizi dan pertumbuhan anak. Ibu yang memiliki tingkat pendidikan yang lebih tinggi cenderung memiliki pengetahuan yang lebih baik tentang praktik pemberian makan dan kesehatan

anak, yang pada gilirannya berkontribusi pada pencegahan stunting. Sebuah studi oleh (Prasetyo et al., 2023) menunjukkan bahwa anak-anak yang ibunya memiliki pendidikan yang lebih tinggi memiliki risiko stunting yang lebih rendah dibandingkan dengan anak-anak yang ibunya memiliki pendidikan rendah atau tidak berpendidikan. Pendidikan ibu juga dikaitkan dengan peningkatan akses terhadap layanan kesehatan dan adopsi praktik pemberian makan yang lebih baik (Prasetyo et al., 2023).

E. Faktor Lingkungan

Lingkungan tempat anak tumbuh juga memainkan peran penting dalam menentukan risiko stunting. Lingkungan yang tidak sehat, termasuk sanitasi yang buruk dan akses terbatas terhadap air bersih, dapat meningkatkan risiko infeksi dan malnutrisi, yang pada akhirnya mengarah pada stunting. Sebuah penelitian oleh (Prendergast & Humphrey, 2014) menunjukkan bahwa paparan terhadap lingkungan yang tidak bersih, termasuk kontaminasi tinja dan air yang terkontaminasi, berkontribusi pada prevalensi tinggi stunting di negara-negara berkembang. Penelitian ini juga menekankan pentingnya intervensi untuk meningkatkan kondisi sanitasi dan akses air bersih dalam upaya pencegahan stunting (Prendergast & Humphrey, 2014).

Faktor lingkungan memiliki peran yang sangat penting dalam menentukan status kesehatan dan pertumbuhan anak-anak, termasuk risiko terjadinya stunting. Lingkungan yang buruk, seperti sanitasi yang tidak memadai, air bersih yang sulit diakses, dan polusi udara, telah terbukti secara signifikan berkontribusi terhadap peningkatan risiko stunting pada anak-anak. Dalam sub bab ini, akan dibahas berbagai faktor lingkungan yang berperan dalam terjadinya stunting, dengan fokus pada sanitasi, akses air bersih, dan polusi udara.

1. Sanitasi

Sanitasi yang buruk merupakan salah satu penyebab utama stunting di banyak negara berkembang. Anak-anak yang tinggal di lingkungan dengan akses terbatas terhadap

fasilitas sanitasi yang layak lebih rentan terkena penyakit infeksi seperti diare, yang secara langsung mempengaruhi status gizi dan pertumbuhan mereka. Menurut penelitian oleh (World Health Organization (WHO), 2018) sanitasi yang buruk berkontribusi pada sekitar 50% dari semua kasus stunting di seluruh dunia. Sanitasi yang tidak memadai sering kali dikaitkan dengan paparan kontaminasi fecal-oral yang menyebabkan infeksi usus dan mengganggu penyerapan nutrisi penting (World Health Organization (WHO), 2018).

Studi lain oleh Cumming et al., (2019) menunjukkan bahwa peningkatan akses terhadap toilet yang aman dan praktik cuci tangan dengan sabun dapat secara signifikan mengurangi insiden diare dan, pada akhirnya, menurunkan risiko stunting. Dalam studi tersebut, intervensi sanitasi yang dilakukan di komunitas pedesaan di Afrika sub-Sahara mengakibatkan penurunan prevalensi stunting hingga 13% dalam kurun waktu tiga tahun (Cumming et al., 2019). Hal ini menunjukkan bahwa sanitasi yang baik bukan hanya mempengaruhi kesehatan tetapi juga pertumbuhan fisik anak-anak.

Tabel 2.3 Prevalensi Stunting Berdasarkan Akses Sanitasi

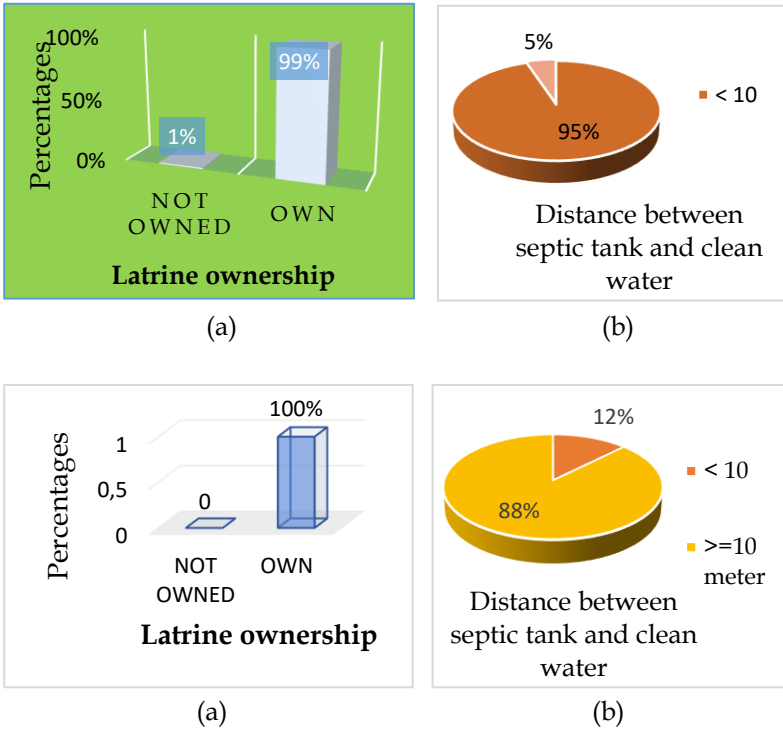
Akses Sanitasi	Prevalensi Stunting (%)
Sanitasi Layak	15%
Sanitasi Tidak Layak	35%

Sumber: Cumming et al. (2020)

2. Akses Air Bersih

Akses terhadap air bersih juga merupakan faktor lingkungan yang sangat penting dalam mencegah stunting. Air bersih yang tidak tercemar adalah kebutuhan dasar yang penting untuk menjaga kesehatan dan pertumbuhan anak-anak. Di banyak negara berkembang, akses air bersih yang terbatas menyebabkan anak-anak terpapar penyakit menular seperti diare dan infeksi usus lainnya, yang semuanya

berdampak negatif pada status gizi dan pertumbuhan mereka. Menurut WHO, 2019, sekitar 785 juta orang di seluruh dunia masih kekurangan akses terhadap air bersih yang aman, dan ini berkontribusi pada tingginya angka stunting di negara-negara tersebut (WHO, 2019).



Gambar 2.1 Sarana Prasarana Jamban Sehat Keluarga Ibu Hamil (a) di Wilayah Pontianak dan (b) Wilayah Sidoarjo

Tingkat kepemilikan jamban sehat yang tinggi (99%) menunjukkan bahwa sebagian besar masyarakat di Pontianak sudah memiliki akses terhadap fasilitas sanitasi yang memadai. Hal ini mencerminkan keberhasilan program sanitasi di daerah ini, meskipun masih ada sebagian kecil masyarakat yang belum memiliki jamban sehat. Di Sidoarjo, kepemilikan jamban sehat sudah mencapai 100%, menunjukkan kesadaran yang sangat baik dan akses universal terhadap fasilitas sanitasi yang layak.

Penelitian menunjukkan bahwa anak-anak yang tinggal di rumah tangga tanpa akses air bersih lebih mungkin mengalami stunting dibandingkan dengan anak-anak yang memiliki akses air bersih. Studi tersebut menemukan bahwa akses air bersih mengurangi risiko stunting hingga 20% pada populasi yang rentan. Air bersih juga penting dalam praktik kebersihan sehari-hari, seperti mencuci tangan, yang dapat mencegah penyebaran patogen yang menyebabkan penyakit (Omotayo et al., 2021).

Penelitian juga menunjukkan bahwa intervensi yang meningkatkan akses air bersih di komunitas-komunitas miskin di Asia Selatan mengurangi prevalensi stunting sebesar 25%. Mereka mencatat bahwa air bersih yang tersedia secara konsisten memainkan peran penting dalam mencegah diare dan penyakit lain yang dapat menghambat pertumbuhan anak (Omotayo et al., 2021).

3. Polusi Udara

Polusi udara, terutama di daerah perkotaan, adalah faktor lingkungan lain yang memiliki dampak signifikan terhadap kesehatan dan pertumbuhan anak. Anak-anak yang tinggal di lingkungan dengan tingkat polusi udara yang tinggi lebih rentan terhadap penyakit pernapasan, yang dapat mempengaruhi status gizi mereka dan menyebabkan stunting. Menurut World Health Organization (WHO, 2019), polusi udara bertanggung jawab atas kematian lebih dari 600.000 anak setiap tahunnya, sebagian besar disebabkan oleh infeksi pernapasan yang dapat berdampak pada pertumbuhan dan perkembangan anak.

Penelitian oleh (Heft-Neal et al., 2020) menunjukkan bahwa paparan jangka panjang terhadap polusi udara dapat menyebabkan peradangan kronis dan gangguan fungsi paru-paru pada anak-anak, yang pada akhirnya mengurangi asupan oksigen dan nutrisi yang diperlukan untuk pertumbuhan. Mereka menemukan bahwa anak-anak yang terpapar polusi udara tinggi di daerah perkotaan memiliki risiko stunting 1,4 kali lebih tinggi dibandingkan dengan

anak-anak yang tinggal di daerah dengan udara yang lebih bersih (Heft-Neal et al., 2020).

Tabel 2.4 Prevalensi Stunting Berdasarkan Tingkat Polusi Udara

Tingkat Polusi Udara (PM2.5)	Prevalensi Stunting (%)
< 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	12%
10-35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	25%
> 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	40%

Sumber: *Heft-Neal et al., 2020*

Polusi udara dalam ruangan, terutama dari pembakaran biomassa untuk memasak, juga telah dikaitkan dengan peningkatan risiko stunting. Sebuah studi oleh Balakrishnan et al., (2018) menunjukkan bahwa anak-anak yang terpapar asap dari pembakaran biomassa memiliki kemungkinan lebih besar untuk mengalami infeksi saluran pernapasan, yang merupakan faktor risiko utama untuk stunting (Balakrishnan et al., 2018).

4. Interaksi Antara Faktor Lingkungan

Faktor-faktor lingkungan seperti sanitasi, akses air bersih, dan polusi udara tidak berdiri sendiri tetapi saling berinteraksi dalam mempengaruhi risiko stunting pada anak-anak. Misalnya, sanitasi yang buruk dan akses air bersih yang terbatas sering kali terjadi bersamaan, yang memperburuk risiko infeksi diare dan stunting. Penelitian oleh (Collaborators, 2020) menekankan pentingnya pendekatan holistik yang mencakup peningkatan sanitasi, akses air bersih, dan pengurangan polusi udara untuk menurunkan prevalensi stunting secara signifikan. Intervensi terpadu ini penting terutama di daerah-daerah miskin di negara berkembang, di mana faktor-faktor lingkungan ini sering kali menjadi masalah yang sangat serius (Collaborators, 2020).

Faktor lingkungan memiliki peran yang kritis dalam menentukan risiko stunting pada anak-anak. Sanitasi yang buruk, akses air bersih yang terbatas, dan polusi udara semuanya merupakan faktor-faktor yang dapat secara signifikan meningkatkan risiko stunting. Oleh karena itu, intervensi yang berfokus pada perbaikan kondisi lingkungan sangat penting untuk menurunkan angka stunting, terutama di negara-negara berkembang. Pendekatan holistik yang mengintegrasikan peningkatan sanitasi, penyediaan air bersih, dan pengurangan polusi udara akan sangat efektif dalam mencegah stunting dan meningkatkan kesehatan serta kesejahteraan anak-anak.

Hubungan Stunting dengan Lingkungan (Air)

Air sungai yang tercemar oleh patogen seperti bakteri, virus, dan parasit dapat menyebabkan penyakit seperti *water borne disease* dan *water washed disease*. *Water borne diseases* adalah Penyakit yang disebabkan oleh air menular melalui air yang terkontaminasi kuman dan dikonsumsi oleh manusia, sehingga kuman masuk ke dalam saluran pencernaan mereka. *Water washed diseases* adalah Penyakit yang dibersihkan dengan air menular melalui lingkungan di sekitar sumber air bersih yang kurang terjaga kebersihannya (Pradana et al., 2023). Penyakit-penyakit ini dapat mengganggu penyerapan nutrisi, menyebabkan kekurangan gizi, yang berkontribusi pada *stunting*. Logam berat dan bahan kimia lainnya dapat berbahaya bagi kesehatan manusia jika ditemukan di air sungai. Paparan zat-zat ini dalam jangka panjang dapat mengganggu perkembangan fisik dan kognitif anak, menyebabkan stunting. Logam berat seperti Pb dapat memasuki tubuh melalui makanan, air, dan udara yang tercemar. Anak-anak lebih rentan terhadap keracunan Pb daripada orang dewasa. Balita dapat menelan Pb melalui ASI, makan makanan dan air yang mengandung Pb, dan biasanya memasukkan tangan ke mulut (Wardoyo et al., 2022). Infeksi seperti diare dan kecacingan, yang dapat

mengganggu pencernaan dan penyerapan nutrisi, dapat meningkat karena air sungai tercemar logam berat. Malfungsi nutrisi dan penurunan asupan makanan dapat terjadi karena infeksi kronis, yang dapat menyebabkan *stunting*.

Hubungan *Stunting* dengan Lingkungan (Air Bersih)

Sanitasi yang tidak layak adalah faktor terjadinya *stunting* yang berisiko terhadap terjadinya penyakit infeksi. Fasilitas dan sanitasi yang buruk dan air minum yang kurang baik adalah suatu kombinasi yang dapat menyebabkan *stunting*. Penyakit infeksi yang terjadi pada balita dapat terjadi karena akses sumber air bersih, kurangnya akses air bersih dapat mempengaruhi penyerapan nutrisi dan pertumbuhan balita karena air bersih merupakan kebutuhan dasar untuk keberlangsungan hidup dan kesehatan (Zahtamal et al., 2024). Balita yang tidak memiliki akses air bersih yang memadai akan berisiko tinggi mengalami dehidrasi. Fasilitas sanitasi yang buruk, seperti toilet yang tidak higienis atau buang air besar sembarangan juga dapat menyebabkan infeksi kronis terhadap balita. Sedangkan, cuci tangan yang tidak cukup dapat menyebabkan infeksi yang sering dapat mengganggu keseimbangan nutrisi dan menghambat pertumbuhan. Cuci tangan dengan sabun sebelum makan dan setelah buang air besar adalah praktik penting untuk mencegah infeksi (Adzura et al., 2021).

Sumber Air Bersih rumah harus memiliki akses ke sumber air bersih yang aman untuk digunakan dalam kehidupan sehari-hari, seperti untuk minum, memasak, dan keperluan kebersihan lainnya. Berdasarkan **regulasi Permenkes No. 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum** menetapkan standar kualitas air bersih yang harus dipenuhi. Sumber air bersih yang dimanfaatkan oleh keluarga ibu hamil dari 2(dua) Provinsi Kota Pontianak Kalimantan Barat dan Kabupaten Sidoarjo Jawa Timur adalah sebagai berikut :



Gambar 2.2 Sarana Prasarana Air Bersih di Keluarga Ibu Hamil

Responden yang mengalami status Kekurangan Energi Kronis (KEK) di Kota Pontianak, Kalimantan Barat, sebagian besar menggunakan air dari PDAM (Perusahaan Daerah Air Minum) sebagai sumber utama air bersih. PDAM menyediakan air yang diambil dari Sungai Kapuas, yang merupakan sumber utama air bersih bagi mayoritas masyarakat Pontianak. Air Sungai Kapuas ini harus melalui proses pengolahan sebelum didistribusikan ke masyarakat. Namun, kualitas air Sungai Kapuas sering kali terkontaminasi oleh limbah dan polutan lainnya, sehingga pengolahan air yang baik sangat diperlukan untuk memastikan keamanan dan kebersihan air yang dikonsumsi oleh masyarakat.

Kesehatan lingkungan yang buruk dapat meningkatkan risiko ibu hamil melahirkan anak yang mengalami stunting. Faktor-faktor seperti sanitasi yang buruk, akses air bersih yang terbatas, dan kebersihan yang tidak memadai dapat menyebabkan penyakit infeksi seperti diare dan kecacingan. Penyakit-penyakit ini dapat mengganggu penyerapan nutrisi pada proses pencernaan, yang sangat penting bagi perkembangan janin dan bayi. Selain itu, kondisi sanitasi yang buruk juga dapat meningkatkan risiko penyakit infeksi yang dapat menyebabkan stunting pada balita. Selain itu, akses yang terbatas ke air bersih juga berhubungan dengan kejadian

stunting. Balita yang tinggal di rumah dengan sumber air bersih tanpa pengolahan memiliki risiko lebih besar untuk mengalami stunting dibandingkan dengan balita yang tinggal dengan sumber air yang sudah diolah. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas air yang dikonsumsi oleh ibu hamil dan anak-anak sangat penting dalam mencegah stunting (Anggraini et al., 2023).

Air yang terkontaminasi dapat menjadi sumber penyakit infeksi yang mengganggu penyerapan nutrisi dan kesehatan secara keseluruhan. Meskipun tidak secara spesifik kandungan kimia tertentu yang ada dalam lingkungan yang tidak sehat, penting untuk diingat bahwa lingkungan yang tercemar dapat mengandung berbagai polutan seperti logam berat (misalnya timbal dan merkuri), dan bahan kimia industri lainnya. Paparan terhadap bahan kimia ini dapat berdampak negatif pada kesehatan ibu dan janin, mengganggu perkembangan normal dan meningkatkan risiko stunting. Oleh karena itu, menjaga kebersihan lingkungan dan memastikan akses ke air bersih yang terlindungi dari kontaminasi adalah langkah penting dalam mencegah stunting. (Anggaraini et al., 2023)

Hubungan *Stunting* dengan Lingkungan (Limbah)

Dr. Umi Fahmida, seorang peneliti dari Southeast Asian Ministers of Education Organization-Regional Centre for Food and Nutrition (SEAMEO RECFON), mengatakan bahwa pencemaran air dapat menyebabkan *stunting* dan kanker. Timbal dapat masuk ke lingkungan melalui limbah industri, pembakaran bahan bakar bertimbal, dan aktivitas penambangan. Air limbah juga dapat mengandung zat kimia beracun seperti timbal dan arsenik, serta bahan kimia industri lainnya. Anak-anak yang mengonsumsi air atau makanan yang terkontaminasi oleh timbal berisiko tinggi mengalami *stunting*. Air limbah yang dibuang sembarangan dapat mencemari sumber air minum dan air untuk kebutuhan sehari-hari seperti sumur, sungai, dan danau.

Kontaminasi ini mengurangi kualitas air yang tersedia untuk dikonsumsi dan digunakan setiap hari, yang berdampak negatif pada kesehatan dan nutrisi anak-anak. Kontaminasi ini mengurangi kualitas air yang tersedia untuk dikonsumsi dan digunakan setiap hari, yang berdampak negatif pada kesehatan dan nutrisi anak-anak.

Zat padat yang tersuspensi dalam air juga dapat berasal dari berbagai sumber. Ini dapat berupa zat anorganik dari tanah, pasir, pelapukan batuan, dan logam, atau zat organik dari pembusukan tumbuhan atau hewan yang dapat menjadi makanan bagi bakteri (Nisa et al., 2021).

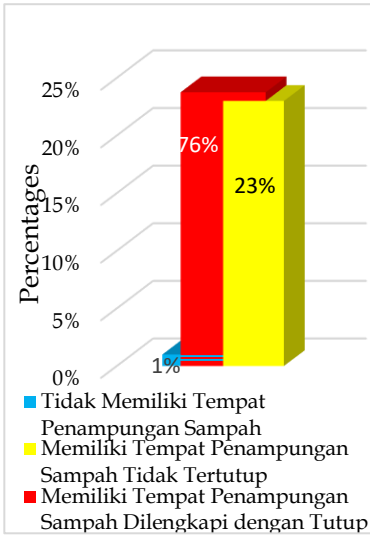
Hubungan *Stunting* dengan Lingkungan (Sampah)

Stunting disebabkan oleh masalah lingkungan dan penyakit infeksi. Faktor utama penyebab infeksi adalah ketidakbersihan lingkungan, seperti pengelolaan sampah yang salah. Penyakit infeksi dapat mengganggu pencernaan dan penyerapan nutrisi, menyebabkan penurunan berat badan balita. Misalnya, karena tidak ada pemisahan sampah organik dan anorganik dan tidak ada penutup tempat sampah, timbulan sampah dapat menjadi tempat vektor seperti lalat dan kecoa berkembang biak. Vektor-vektor ini kemudian berfungsi sebagai host perantara penyebaran penyakit lingkungan. Program Sanitasi Total Berbasis Masyarakat (STBM) adalah salah satu program pemerintah yang bertujuan untuk mengurangi angka *stunting*. Program ini bertujuan untuk menciptakan budaya hidup yang bersih dan sehat, mencegah penyebaran penyakit lingkungan, dan memenuhi komitmen pemerintah untuk memajukan akses air minum dan sanitasi dasar berkelanjutan. Untuk mencegah munculnya penyakit infeksi yang meningkatkan risiko *stunting*, ibu hamil dapat menawarkan metode pembuangan sampah di dalam rumah yang memenuhi syarat, seperti tempat sampah yang ditutup, kuat (tahan air), dan mudah dibersihkan. Ini akan mencegah vektor lalat berkembang biak dan menyebarkan penyakit. Selain itu, masyarakat juga dapat

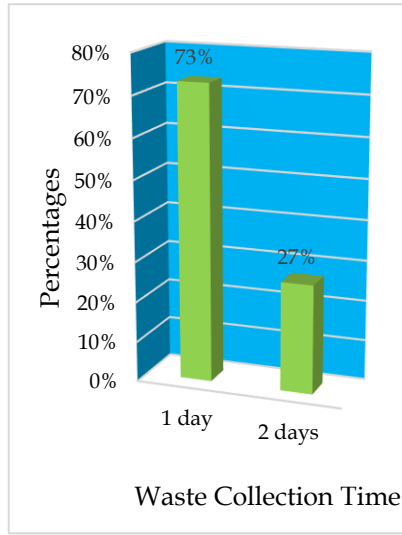
bekerja sama untuk menjaga kebersihan. Ini dapat dicapai dengan mengadakan kegiatan rutin di lingkungan setempat untuk meningkatkan kesadaran masyarakat akan pentingnya menjaga kebersihan (Junanda et al., 2022).

Hubungan *Stunting* dengan Lingkungan (Tanah)

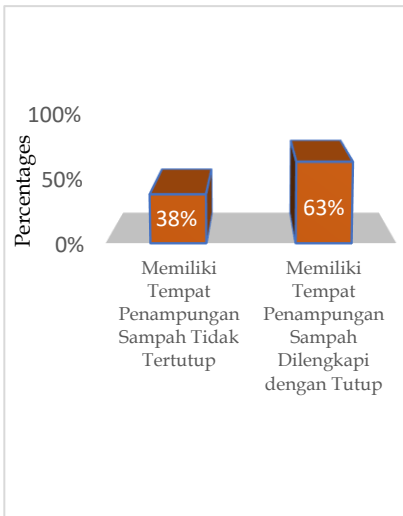
Rumah sehat harus memiliki tempat pembuangan sampah yang tertutup dan terpisah untuk sampah organik dan anorganik, berdasarkan **regulasi Undang-Undang No. 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah** mewajibkan rumah tangga untuk memilah sampah dan menyediakan fasilitas pengelolaan sampah yang tidak mencemari lingkungan. Hasil observasi pada rumah ibu hamil di Kota Pontianak Kalimantan Barat dan Kabupaten Sidoarjo Jawa Timur.



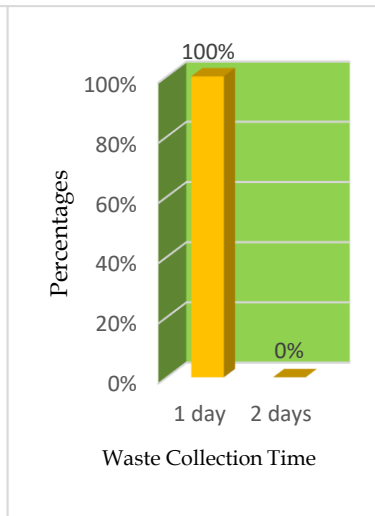
(a)



(b)



(a)



(b)

Gambar 2.3 Sarana Prasarana Pembuangan Sampah di Keluarga Ibu Hamil

Limbah rumah tangga dapat mencemari tanah, yang kemudian dapat masuk ke dalam tubuh melalui konsumsi makanan dan air. Karena bahan kimia dan mikroorganisme patogen yang terkandung dalam tanah dan air yang tercemar, pencemaran ini dapat meningkatkan risiko *stunting*. Bakteri dan virus patogen dapat menyebabkan infeksi, yang dapat menyebabkan *stunting* jika berlangsung lebih dari dua minggu. Mikroorganisme patogen dapat menyebabkan diare dan masalah gizi pada wanita hamil, janin, dan bayi. Logam berat seperti timbal (Pb), merkuri (Hg), arsenik (As), dan kadmium (Cd) sering ditemukan di tanah yang tercemar oleh limbah domestik, industri, dan pertanian. Karena logam-logam ini dapat mencemari tubuh manusia melalui berbagai jalur, seperti makanan yang ditanam di tanah tercemar. Selama kehamilan, ibu hamil dapat mengalami komplikasi seperti preeklampsia, kelahiran prematur, dan berat badan lahir rendah, yang meningkatkan risiko *stunting*. Tanah berfungsi untuk menjaga kebersihan lingkungan dengan melindungi dan menetralkan bahan berbahaya dalam sampah dan limbah. Ketika lingkungan tercemar, tanah adalah salah satu komponen yang sangat penting dalam mengatasi pencemaran, seperti pengendali biologi, penyaringan, pengendapan, penyangga kimia, dan pengalih ragaman.

Hubungan *Stunting* dengan Pangan

Fast food berbahaya bagi ibu hamil karena mengandung banyak zat yang tidak sehat dan minim nutrisi yang dibutuhkan untuk perkembangan janin. Fast food mengandung jumlah lemak yang besar, rendah serat, banyak mengandung garam, gula, zat aditif, dan kalori tinggi tetapi rendah nutrisi, vitamin, dan mineral. Konsumsi fast food yang berlebihan dapat menyebabkan kekurangan vitamin yang penting untuk pertumbuhan dan perkembangan janin, yang pada akhirnya dapat menyebabkan *stunting* pada anak. Kandungan kimia yang ada di dalam fast food meliputi

lemak jenuh, sodium (garam), gula, dan zat aditif. Lemak jenuh dan kolesterol yang tinggi dalam fast food dapat meningkatkan risiko penyakit jantung dan obesitas. Sodium yang berlebihan dapat menyebabkan tekanan darah tinggi dan masalah kesehatan lainnya. Gula yang tinggi dalam fast food dapat menyebabkan obesitas dan diabetes. Zat aditif yang digunakan untuk meningkatkan rasa dan memperpanjang masa simpan makanan juga dapat memiliki efek negatif pada kesehatan (Y. Rahmawati, 2019).

Dampak dari konsumsi *fast food* yang berlebihan pada ibu hamil tidak hanya terbatas pada risiko stunting pada anak, tetapi juga dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan lainnya seperti penurunan kapasitas mental, peningkatan frekuensi infeksi, dan tidak adekuatnya tumbuh kembang. Oleh karena itu, sangat disarankan bagi ibu hamil untuk mengurangi konsumsi fast food dan lebih fokus pada makanan yang kaya nutrisi, vitamin, dan mineral untuk memastikan kesehatan optimal bagi diri mereka sendiri dan perkembangan janin mereka (Y. Rahmawati, 2019).

Hubungan Stunting dengan Pangan (Air Minum)

Sebagian besar bukti hasil penelitian di Indonesia menunjukkan bahwa faktor air mencakup sumber air minum unimproved, pengolahan air minum dapat meningkatkan kejadian *stunting* pada balita. Sebagian besar balita stunting tinggal di wilayah pedesaan yang mengalami kesulitan dalam mengakses sumber air minum yang aman. Hasil penelitian Kuewa et al., (2021) mengungkapkan bahwa rumah tangga yang mengkonsumsi air minum bersumber dari air ledeng dapat meningkatkan kejadian *stunting* pada anak dibandingkan dengan rumah tangga yang menggunakan air tangki dan sumur. Hal ini dapat terjadi apabila kualitas air ledeng yang digunakan oleh rumah tangga, tidak memenuhi syarat kualitas fisik dibandingkan dengan air tangki dan sumur. Berdasarkan permenkes RI No. 32/2017, kualitas fisik air minum harus memenuhi syarat

kesehatan yaitu tidak keruh/ jernih, tidak memiliki rasa, tidak berbau, tidak kontaminasi dengan zat kimia serta bebas dari berbagai mikroorganisme yang dapat menyebabkan anak mengalami stunting. Beberapa bukti temuan di Indonesia, memiliki kesamaan dengan hasil temuan dari luar negeri yang mengungkapkan bahwa air (*water*) *unimproved* meningkatkan kejadian *stunting* pada balita.

Temuan di Ethiopia mengungkapkan bahwa sumber air minum berhubungan dengan kejadian stunting pada anak balita (Kuewa et al., 2021). Mengonsumsi air dari sumber *unimproved*, beresiko tujuh kali meningkatkan kejadian stunting pada anak. Penelitian lain mengatakan sumber air minum yang tidak aman, jarak sumber air dari tempat pembuangan, kuantitas, kualitas, penyimpanan, pengolahan dan keterjangkauan air berhubungan dengan kejadian *stunting* pada balita.

Faktor air dan sanitasi juga dapat membahayakan bagi ibu hamil karena dapat menyebabkan infeksi dan penyakit yang mengganggu penyerapan nutrisi penting, yang pada akhirnya dapat menyebabkan stunting pada balita. Sumber air minum yang tidak layak (*unimproved drinking water sources*) dan pengolahan air yang tidak sesuai dapat mengandung patogen dan kontaminan berbahaya, yang meningkatkan risiko penyakit diare dan infeksi lainnya. Selain itu, sanitasi yang buruk, termasuk penggunaan fasilitas jamban yang tidak memadai, perilaku buang air besar sembarangan (*open defecation*), dan pembuangan tinja balita yang tidak pada jamban, dapat menyebabkan kontaminasi lingkungan dengan patogen. Hal ini meningkatkan risiko infeksi dan penyakit yang dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan anak, terutama di wilayah pedesaan yang mengalami kesulitan dalam mengakses sumber air minum yang aman. Upaya promosi kesehatan dan kerja sama lintas sektoral dalam intervensi gizi sensitif perlu ditingkatkan untuk mencegah *stunting* di Indonesia (Olo et al., 2020).

Nama sampel	Titik pengambilan	Hasil pemeriksaan <i>Bakteri E.Coli</i> (PT/100ml)						Keterangan		
		<i>Stunting</i>		<i>Non stunting</i>		<i>Stunting</i>		<i>Non stunting</i>		
		1	2	1	2	1	2	1	2	
Pemeriksaan hari pertama (4 Agustus 2022)										
Sumur gali	Panci air	0	0	4	4	Memenuhi	Memenuhi	Tidak	Tidak	
PDAM	Teko Air	75	75	0	0	Tidak	Tidak	Memenuhi	Memenuhi	
Galon isi ulang	Galon Air	1100	460	460	460	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	
Pemeriksaan hari pertama (4 Agustus 2022 ulang)										
Sumur gali	Panci air	210	240	15	15	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	
PDAM	Teko air	0	0	0	0	memenuhi	memenuhi	Memenuhi	Memenuhi	
Galon isi ulang	Galon air	0	0	15	9	Memenuhi	Memenuhi	Tidak	Tidak	

Sumber : Amalina et al., (2023)

Berdasarkan dari hasil penelitian oleh Amalina et al., (2023) menunjukkan uji kualitas air konsumsi atau air minum rumah tangga secara mikrobiologi khususnya yang dikonsumsi Balita ditemukan bahwa semua air minum yang bersumber dari sumur gali, PDAM, dan galon isi ulang pada kelompok kasus (*stunting*) mengandung bakteri *Escherichia coli* yang menyimpulkan bahwa air minum tidak memenuhi syarat untuk dikonsumsi. Sedangkan pada kelompok kontrol (*non stunting*) bakteri *Escherichia coli* ditemukan pada air konsumsi yang bersumber dari sumur gali dan PDAM. Pada saat penelitian, peneliti juga mengkaji kualitas air rumah tangga yang dilihat dari sanitasi sumur gali yakni jarak sumur dengan sumber air bersih ternyata berjarak kurang dari 10 meter. Hasil penelitian ini mengungkap 45% kelompok kasus dan 40% kelompok kontrol masih menggunakan sumur gali yang berjarak <10 meter dari sumber pencemar (Amalina et al., 2023).

Hubungan *Stunting* dengan Pestisida

Pestisida memiliki sifat endokrin-disruptor, dapat mengganggu sistem endokrin pada manusia. Gangguan endokrin ini dapat mempengaruhi produksi hormon pertumbuhan dan pengaturan hormonal lainnya yang esensial untuk perkembangan normal. Beberapa pestisida memiliki kemampuan untuk menyebabkan kerusakan pada DNA dan sel-sel tubuh manusia. Paparan jangka panjang terhadap pestisida ini dapat mengakibatkan kerusakan struktural dalam gen, yang pada gilirannya dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan sel.

Anak-anak, terutama yang tinggal di daerah pertanian, mungkin terpapar pestisida melalui air minum, makanan, dan udara. Paparan lingkungan ini dapat meningkatkan risiko *stunting* karena anak-anak lebih rentan terhadap efek toksik pestisida pada masa perkembangan mereka. Paparan pestisida juga dapat berinteraksi dengan aspek nutrisi. Beberapa pestisida dapat mengganggu penyerapan nutrisi

yang penting untuk pertumbuhan, seperti zat besi dan seng, yang dapat memperburuk masalah *stunting*. Aspek sosial dan ekonomi juga dapat berperan dalam hubungan antara paparan pestisida dan *stunting*. Anak-anak yang tinggal di lingkungan yang miskin atau kurang mendapatkan akses ke nutrisi yang baik mungkin lebih rentan terhadap efek negatif pestisida.

Anak-anak yang hidup di daerah pertanian memiliki potensi yang tinggi untuk mengalami paparan pestisida sejak dalam kandungan, dan hal ini membuat mereka berisiko mengalami *stunting*. Adanya gangguan pertumbuhan yang diakibatkan oleh paparan pestisida terjadi lewat beberapa mekanisme, seperti adanya gangguan pada hormon yang berfungsi dalam proses pertumbuhan. Beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya menjelaskan tentang dampak paparan pestisida yang terlalu berlebihan menjadi faktor risiko hipotiroidisme. Menurunnya hormon hipotiroidisme dapat mengakibatkan terganggunya metabolisme tubuh dan menyebabkan gangguan tumbuh kembang pada anak-anak (Jasman et al., 2020). Beberapa penelitian sebelumnya telah menjelaskan dampak paparan pestisida sebagai faktor risiko hipotiroidisme. Kurangnya hormon hipotiroidisme dapat menimbulkan adanya gangguan metabolisme dan berdampak pada gangguan tumbuh kembang pada anak (Jasman et al., 2020).

Hubungan *Stunting* dengan Sosial Ekonomi (Demografi, Status Ekonomi, Status Gizi)

a. Hubungan *Stunting* dengan Demografi

Demografi merupakan suatu kondisi pada negara, dimana negara tersebut memiliki angka penduduk usia produktif (15-64 tahun) yang lebih tinggi dibandingkan dengan penduduk usia non-produktif. Dengan adanya bonus demografi, dapat menyebabkan tingkat sosial-ekonomi yang baik. Peluang tersebut juga bisa menjadi

faktor penyebab majunya suatu negara, dan meningkatnya kualitas sumber daya manusia.

Terdapat indikator penilaian untuk fenomena bonus demografi ini adalah Dependency Ratio atau Rasio Ketergantungan. Rasio Ketergantungan merupakan rasio yang menunjukkan perbandingan penduduk usia non-produktif sebagai beban tanggungan bagi penduduk usia produktif. Tingginya pertumbuhan penduduk, akan mempengaruhi *Gross Domestic Product* per kapita sebuah negara. Hal tersebut juga bisa berdampak pada hal-hal berikut yaitu:

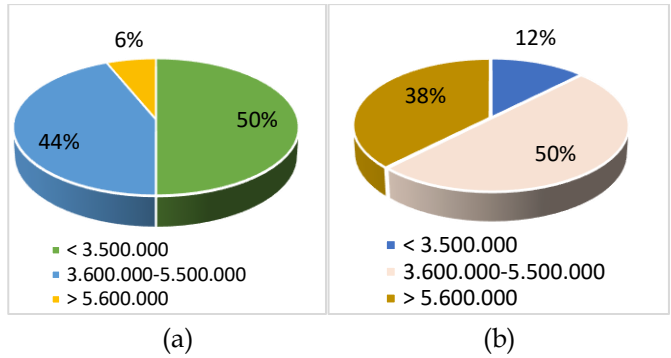
- 1) Jumlah penduduk usia produktif yang tinggi dan dapan diserap oleh pasar kerja.
- 2) Pertumbuhan penduduk usia produktif atau usia kerja yang selaras secara parallel dengan peningkatan Sumber Daya Manusia dari segi Kesehatan dan pendidikan.
- 3) Tersedianya lapangan pekerjaan yang dapat menyerap tenaga kerja.

b. Hubungan Stunting dengan Status Ekonomi

Kejadian *stunting* disebabkan oleh multifaktorial, tidak hanya disebabkan oleh faktor gizi buruk yang dialami oleh ibu saat hamil ataupun anak balita, salah satunya yaitu status sosial ekonomi keluarga. Status sosial ekonomi yang dapat memengaruhi proses pertumbuhan diantaranya yaitu pendapatan dan pendidikan. Pendapatan keluarga memengaruhi kemampuan seseorang untuk mengakses makanan tertentu yang akan berpengaruh pada status gizi anak.

Seseorang dengan status sosial ekonomi rendah memiliki keterbatasan kemampuan dalam mengakses makanan tertentu, sehingga beresiko mengonsumsi makanan dengan jumlah yang kurang. Ketahanan pangan yang tidak memadai pada keluarga dapat mengakibatkan masalah gizi pada anak, salah satunya *stunting*.

Menurut Sulastri dalam Kristanto mengatakan bahwa tingkat pendidikan seseorang akan memengaruhi konsumsi pangan melalui cara pemilihan bahan pangan. Orang yang berpendidikan lebih tinggi akan cenderung untuk memilih bahan makanan yang lebih baik dalam hal kualitas dan kuantitas hidangan dibandingkan yang berpendidikan rendah atau sedang. Semakin tinggi tingkat pendidikan, semakin baik status gizi anaknya.



Gambar 2.4 Distribusi Penghasilan Keluarga Ibu Hamil (a) di Wilayah Pontianak

Hasil analisis hubungan Kekurangan Energi Kronis (KEK) dengan Penghasilan, menunjukkan bahwa tidak ada hubungan yang signifikan antara penghasilan dan KEK. Nilai Chi-Square adalah 2,221 dengan signifikansi 0,329. Ini berarti bahwa variasi penghasilan tidak berpengaruh signifikan terhadap kejadian KEK.

Menurut hasil penelitian Tongkonoo et al., (2021) mengatakan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antara pendapatan keluarga dengan kejadian *stunting*. Hal ini menunjukkan bahwa tidak adanya hubungan antara pendapatan keluarga dengan status gizi balita dapat disebabkan karena pendapatan tidak berpengaruh positif terhadap status gizi secara langsung, tetapi melalui variabel distribusi makanan, pengetahuan, dan keterampilan orang tua (pola asuh). Dengan pendapatan yang rendah, biasanya seseorang

mengonsumsi makanan yang lebih murah dan menu yang kurang bervariasi, sebaliknya pendapatan yang tinggi umumnya mengonsumsi makanan yang lebih tinggi harganya, namun penghasilan yang tinggi belum tentu menjamin tercapainya gizi yang baik. Terdapat keluarga dengan pendapatan tinggi kurang baik dalam mengatur belanja keluarga, mereka membeli pangan dalam jumlah sedikit serta mutu yang kurang, sehingga dapat mempengaruhi keadaan gizi anak.

c. Hubungan Stunting dengan Status Gizi

Asupan zat gizi merupakan kebutuhan dasar dalam proses tumbuh kembang anak, terutama tumbuh kembang otaknya di trimester ketiga kehamilan sampai usia tiga tahun. Asupan zat gizi yang penting untuk fungsi motorik meliputi energi, protein, besi, dan seng. *Stunting* mempunyai hubungan dengan perkembangan motorik anak balita. Akan tetapi pada penelitian ini menunjukkan hasil yang berbeda yaitu tidak terdapat hubungan yang bermakna antara derajat *stunting* dengan perkembangan motorik halus dan kasar anak balita. Tidak adanya hubungan tersebut mungkin disebabkan oleh terbatasnya keragaman data dikarenakan subyek dalam penelitian ini hanya terdiri dari anak balita dengan status gizi menurut TB/U z-score < -1SD atau dengan kategori *mild stunting*, *moderate stunting* dan *severe stunting*. Keragaman data yang baik akan diperoleh apabila subyek juga terdiri dari anak balita dengan status gizi menurut TB/U z-score \geq -1SD atau dengan kategori normal, sehingga akan lebih jelas apakah terdapat hubungan antara derajat *stunting* dengan perkembangan motorik halus dan kasar anak balita.

Alasan di atas didukung dengan penelitian *cross-sectional* di Cirebon pada anak *stunting* dan normal usia 1-5 tahun yang menunjukkan bahwa terdapat hubungan status *stunting* dengan perkembangan motorik balita.¹

Pada umumnya, *Stunting* dapat muncul pada berbagai tahap perkembangan anak. *Stunting* dapat terjadi pada trimester kedua kehamilan dan dapat berlanjut hingga tahun kedua dan ketiga. Kesehatan ibu saat hamil, menyusui, dan ketahanan pangan dapat menjadi penyebab gangguan gizi (Wasaraka et al., 2015). Asupan zat besi, asam folat, vitamin B kompleks, tembaga, selenium, zinc, kalsium, dan magnesium adalah faktor gizi yang juga berkontribusi pada *stunting*. Faktor-faktor ini dikenal sebagai faktor prenatal, sedangkan faktor postnatal termasuk kekurangan nutrisi, infeksi, dan ASI. Hal ini adalah beberapa kemungkinan prenatal dan postnatal yang mungkin mempengaruhi *stunting*. Infeksi, pemberian kolostrum, durasi pemberian ASI, pemberian makanan selain ASI sejak awal bayi, jenis makanan yang diberikan pada anak, dan metode pemberian makanan untuk anak adalah penyebab malnutrisi pada anak (termasuk *stunting*) yang berusia di bawah lima tahun. Asupan vitamin A juga mempengaruhi *stunting*. Anak dengan asupan vitamin A lebih tinggi daripada anak yang tidak. Makanan yang baik untuk ibu hamil dapat membantu mencegah *stunting*. Zinc, zat besi, asam folat, dan kalsium adalah beberapa suplemen yang dapat diberikan kepada ibu hamil. Setelah bayi lahir, intervensi *stunting* terus dilakukan, yaitu dengan memberikan ASI eksklusif selama enam bulan. Selama menyusui, bayi menerima nutrisi yang sama seperti saat hamil. Setelah bayi berusia enam bulan, makanan mereka harus dilengkapi dengan mikronutrien seperti zat besi, asam folat, magnesium, kalsium, zinc, dan selenium (Y. Rahmawati, 2019).

Hubungan Pendidikan dan Pengetahuan Orang Tua Terhadap Terjadinya Stunting

Di Indonesia *stunting* masih menjadi masalah gizi yang utama, tetapi hal ini menyebabkan kesalahpahaman masyarakat yang menganggap *stunting* hanya sekedar kondisi wajar di mana tentang tinggi badan yang kurang dan beberapa orang tua belum mengetahui tentang *stunting* (A. Rahmawati, Nurmawati, & Permata Sari, 2019). Masalah *stunting* berdampak serius terhadap sumber daya masyarakat di mana Indonesia termasuk 47 negara dari 122 negara yang mempunyai masalah *stunting* pada balita sebesar 37,2% (Mu'minah & Suryaningsih, 2020). Prevalensi *stunting* menurut data Riskesdas 2018 di Indonesia pada balita mencapai 30,8% dan pada anak yang berusia dibawah dua tahun (Baduta) mencapai 29,9%.

Pada pola penyapihan yang terlalu dini pada usia 0-6 bulan menimbulkan masalah pada aspek hubungan sebab-akibat dimana pemberian MP-ASI yang kurang tepat menyebabkan terjadinya gizi buruk pada bayi. Pemberhentian pemberian ASI pada umur dibawah 6 bulan juga mengakibatkan gizi buruk. Seharusnya, pada usi 0-6 bulan bayi hanya diberi ASI secara eksklusif karena pada usia tersebut produksi ASI sudah mencukupi kebutuhan gizi bayi untuk tumbuh kembangnya (Mu'minah & Suryaningsih, 2020).

Dalam hal ini pendidikan dan pengetahuan orang tua tentang gejala, dampak dan cara pencegahan *stunting* sangat berpengaruh karena dapat menentukan sikap dan perilaku orang tua terhadap pencegahan *stunting*. Pengetahuan ibu adalah salah satu faktor resiko *stunting* terjadi karena anak yang mengalami *stunting* cenderung terjadi pada ibu yang mempunyai pendidikan dan pengetahuan yang kurang (A. Rahmawati, Nurmawati, & Permata Sari, 2019).

Pada dasarnya, upaya pencegahan *stunting* tidak bisa lepas dari pendidikan dan pengetahuan orang tua karena berkaitan satu sama lain. Dengan pendidikan dan

pengetahuan yang baik akan menimbulkan kesadaran orang tua tentang betapa pentingnya pencegahan *stunting*. Kesadaran orang tua dapat membentuk perilaku sehat terutama dalam pencegahan *stunting* contohnya seperti konsumsi tablet tambah darah selama kehamilan, pemenuhan gizi di mulai dari ibu hamil, menjaga lingkungan dan sanitasi rumah, dan perilaku hidup bersih dan sehat (A. Rahmawati, Nurmawati, & Permata Sari, 2019). Jadi, faktor yang menyebabkan tingginya *stunting* adalah tingkat pendidikan dan pengetahuan yang kurang serta praktik yang tidak memadai perawatan anak dengan *stunting* di mana kejadian *stunting* perlu adanya penanganan dalam meningkatkan pengetahuan serta meningkatkan kemampuan praktik ibu dalam perawatan anak dengan *stunting* (Munir & Audyna, 2022).

F. Faktor Genetik dan Epigenetik

Meskipun faktor lingkungan dan sosio-ekonomi memainkan peran besar dalam *stunting*, faktor genetik dan epigenetik juga tidak dapat diabaikan. Studi terbaru menunjukkan bahwa predisposisi genetik dapat mempengaruhi kemampuan tubuh anak untuk menyerap nutrisi dan mengatasi stres lingkungan, yang pada gilirannya dapat mempengaruhi pertumbuhan. Penelitian oleh Dominguez-Salas et al., (2024) menemukan bahwa variasi genetik tertentu dapat meningkatkan risiko *stunting*, terutama pada anak-anak yang terpapar kondisi lingkungan yang buruk. Selain itu, faktor epigenetik, yang mengacu pada perubahan ekspresi gen yang disebabkan oleh faktor lingkungan, juga dapat berkontribusi pada terjadinya *stunting* (Dominguez-Salas et al., 2024).

Stunting, atau pendeknya pertumbuhan anak secara signifikan di bawah standar, tidak hanya dipengaruhi oleh faktor nutrisi dan lingkungan, tetapi juga oleh faktor biologis yang melibatkan gen dan ekspresi gen. Dalam sub bab ini, akan dibahas bagaimana faktor genetik dan epigenetik berkontribusi

terhadap stunting, serta bagaimana interaksi antara gen, lingkungan, dan nutrisi mempengaruhi pertumbuhan anak.

1. Pengaruh Faktor Genetik terhadap Stunting

Faktor genetik merupakan salah satu determinan utama dalam menentukan potensi pertumbuhan seseorang. Variasi genetik antarindividu dan antarpopulasi dapat menjelaskan sebagian dari variasi tinggi badan dan risiko stunting. Menurut penelitian oleh Wood et al. (2018), lebih dari 700 lokus genetik telah diidentifikasi sebagai terkait dengan variasi tinggi badan pada manusia. Beberapa di antaranya juga berkaitan dengan risiko stunting, menunjukkan bahwa predisposisi genetik dapat mempengaruhi seberapa besar seorang anak cenderung untuk mengalami pertumbuhan yang terhambat.

Studi genetik pada kembar dan keluarga juga menunjukkan bahwa faktor genetik dapat menjelaskan sekitar 80% dari variasi tinggi badan pada populasi umum (Wan et al., 2024). Namun, meskipun faktor genetik memainkan peran penting, interaksi dengan lingkungan sangat menentukan manifestasi dari predisposisi genetik tersebut. Sebagai contoh, anak-anak yang memiliki risiko genetik tinggi untuk stunting tetapi tumbuh di lingkungan dengan nutrisi yang cukup dan kondisi kesehatan yang baik mungkin tidak mengalami stunting, sementara anak-anak dengan risiko genetik rendah tetapi terpapar kondisi lingkungan yang buruk mungkin tetap mengalami stunting.

2. Mekanisme Epigenetik dalam Stunting

Epigenetik merujuk pada perubahan dalam ekspresi gen yang tidak melibatkan perubahan dalam urutan DNA tetapi disebabkan oleh faktor lingkungan dan gaya hidup. Mekanisme epigenetik seperti metilasi DNA, modifikasi histon, dan RNA non-coding dapat mengubah ekspresi gen yang terkait dengan pertumbuhan dan perkembangan. Penelitian oleh Ramsteijn et al., (2024) menunjukkan bahwa paparan lingkungan selama periode perkembangan awal, seperti dalam rahim atau selama 1000 hari pertama

kehidupan, dapat mengubah pola metilasi DNA yang berhubungan dengan pertumbuhan, yang pada akhirnya mempengaruhi risiko stunting (Ramsteijn et al., 2024).

Tabel 2.5 Contoh Gen dan Mekanisme Epigenetik yang Terlibat dalam Stunting

Gen yang Terlibat	Mekanisme Epigenetik	Dampak terhadap Pertumbuhan
IGF1R	Metilasi promoter	Mengurangi ekspresi gen, mempengaruhi pertumbuhan linear
LEP	Modifikasi histon	Mengganggu regulasi energi dan pertumbuhan
H19	Metilasi imprinting	Memengaruhi perkembangan plasenta dan pertumbuhan janin

Sumber: (Ramsteijn et al., 2024)

Paparan nutrisi yang tidak memadai atau stres selama masa kehamilan dan awal kehidupan dapat memicu perubahan epigenetik yang menghambat ekspresi gen-gen penting yang mengatur pertumbuhan. Sebagai contoh, penelitian oleh Li et al., (2020) menemukan bahwa anak-anak yang mengalami malnutrisi kronis cenderung memiliki tingkat metilasi yang lebih tinggi pada gen IGF1, yang berfungsi dalam jalur sinyal pertumbuhan. Metilasi yang berlebihan ini mengurangi ekspresi gen IGF1, yang pada akhirnya menghambat pertumbuhan linear dan meningkatkan risiko stunting (Li et al., 2020).

3. Interaksi Genetik dan Epigenetik dengan Lingkungan

Faktor genetik dan epigenetik tidak beroperasi secara terpisah tetapi berinteraksi dengan lingkungan dalam menentukan risiko stunting. Penelitian oleh Uddin et al., (2021) menunjukkan bahwa anak-anak yang terpapar lingkungan dengan risiko tinggi stunting, seperti sanitasi

yang buruk atau akses terbatas ke nutrisi, cenderung mengalami perubahan epigenetik yang lebih signifikan yang mempengaruhi ekspresi gen pertumbuhan. Studi ini juga menemukan bahwa anak-anak dengan latar belakang genetik tertentu lebih rentan terhadap efek negatif dari lingkungan, menunjukkan adanya interaksi antara genetik, epigenetik, dan faktor lingkungan (Uddin et al., 2021).

Penelitian oleh (Dominguez-Salas et al., 2024) menunjukkan bahwa status gizi ibu selama kehamilan dapat memengaruhi pola epigenetik pada janin, yang kemudian mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan setelah lahir. Anak-anak yang ibunya mengalami defisiensi nutrisi selama kehamilan menunjukkan pola metilasi DNA yang berbeda pada gen-gen yang mengatur pertumbuhan, yang meningkatkan risiko mereka untuk mengalami stunting (Dominguez-Salas et al., 2024).

Penelitian oleh Dunn et al., (2019) menunjukkan bahwa lingkungan postnatal, seperti asupan nutrisi dan paparan patogen, dapat mengubah pola epigenetik yang telah ditentukan sejak dalam rahim. Misalnya, anak-anak yang menderita infeksi berulang cenderung memiliki pola metilasi DNA yang mengurangi ekspresi gen pertumbuhan, yang meningkatkan risiko stunting (Dunn et al., 2019).

4. Implikasi Klinis dan Pencegahan

Pemahaman tentang faktor genetik dan epigenetik dalam stunting memiliki implikasi penting untuk pencegahan dan intervensi. Intervensi nutrisi yang tepat selama masa kehamilan dan 1000 hari pertama kehidupan dapat memodifikasi pola epigenetik yang berisiko dan meningkatkan pertumbuhan anak. Penelitian oleh Nemerimana et al., (2023) menunjukkan bahwa suplementasi mikronutrien seperti asam folat selama kehamilan dapat mengurangi metilasi DNA yang merugikan pada gen-gen pertumbuhan, yang pada akhirnya mengurangi risiko stunting (Nemerimana et al., 2023).

Tabel 2.6 Intervensi Nutrisi dan Dampaknya terhadap Pola Epigenetik

Intervensi Nutrisi	Dampak Epigenetik	Pengaruh terhadap Stunting
Suplementasi asam folat	Mengurangi metilasi DNA pada gen IGF1	Mengurangi risiko stunting
Suplementasi vitamin D	Modifikasi histon pada gen pertumbuhan	Meningkatkan pertumbuhan linear
Pemberian asupan protein yang cukup	Meningkatkan ekspresi gen pertumbuhan	Mengurangi prevalensi stunting

Sumber: Nemerimana et al., (2023)

Selain intervensi nutrisi, penting juga untuk mempertimbangkan faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi ekspresi genetik dan epigenetik. Lingkungan yang mendukung dengan sanitasi yang baik, akses air bersih, dan pengurangan polusi udara dapat membantu meminimalkan perubahan epigenetik yang merugikan dan mendukung pertumbuhan anak yang optimal (Dominguez-Salas et al., 2024).

G. Faktor Budaya dan Praktik Sosial

Budaya dan praktik sosial juga berkontribusi terhadap stunting. Di beberapa komunitas, praktik tradisional yang tidak mendukung kesehatan ibu dan anak, seperti tabu makanan atau kepercayaan tentang pemberian makan bayi, dapat meningkatkan risiko stunting. Sebuah penelitian oleh (Kimani-Murage et al., 2011) menunjukkan bahwa praktik budaya yang membatasi asupan makanan tertentu selama kehamilan atau masa menyusui dapat berdampak negatif pada status gizi ibu

dan anak, yang pada gilirannya meningkatkan risiko stunting (Kimani-Murage et al., 2011).

Selain itu, status perempuan dalam keluarga dan masyarakat juga mempengaruhi pola pemberian makan dan kesehatan anak. Di banyak komunitas, perempuan seringkali memiliki akses terbatas terhadap sumber daya dan keputusan terkait kesehatan anak. Penelitian oleh Leroy et al., (2019) menemukan bahwa pemberdayaan perempuan dan peningkatan peran mereka dalam pengambilan keputusan keluarga berhubungan dengan penurunan prevalensi stunting. Pemberdayaan perempuan dapat meningkatkan akses keluarga terhadap makanan bergizi dan layanan kesehatan, yang penting untuk mencegah stunting (Leroy et al., 2019).

Stunting adalah hasil dari interaksi kompleks antara berbagai faktor, termasuk faktor gizi, infeksi, sosio-ekonomi, lingkungan, genetik, dan budaya. Untuk mengurangi prevalensi stunting, pendekatan yang holistik dan terkoordinasi diperlukan, yang melibatkan perbaikan gizi, pengendalian infeksi, peningkatan kondisi sosial ekonomi, dan perbaikan lingkungan. Intervensi yang difokuskan pada faktor-faktor ini dapat secara signifikan mengurangi risiko stunting dan meningkatkan kesehatan serta perkembangan anak di seluruh dunia.

BAB 3

HUBUNGAN LINGKUNGAN DENGAN STUNTING

Stunting, atau pertumbuhan linear yang terhambat pada anak-anak, merupakan masalah kesehatan global yang dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk lingkungan. Lingkungan tempat anak tumbuh, terutama dalam hal sanitasi, akses air bersih, dan kualitas udara, memiliki dampak yang signifikan terhadap risiko stunting. Kondisi lingkungan yang buruk dapat meningkatkan paparan anak terhadap infeksi, mengganggu penyerapan nutrisi, dan pada akhirnya, menghambat pertumbuhan fisik dan kognitif mereka. Sub bab ini akan membahas secara mendalam bagaimana faktor-faktor lingkungan berkontribusi terhadap stunting dan pentingnya intervensi untuk memperbaiki kondisi lingkungan demi mencegah stunting.

A. Sanitasi dan Hubungannya dengan Stunting

Sanitasi yang buruk merupakan salah satu faktor lingkungan yang paling terkait dengan stunting. Anak-anak yang tumbuh di lingkungan dengan sanitasi yang tidak memadai, seperti kurangnya akses ke toilet yang layak dan praktik kebersihan yang buruk, lebih rentan terhadap infeksi gastrointestinal. Infeksi ini, terutama diare, dapat menyebabkan malabsorpsi nutrisi yang kritis bagi pertumbuhan anak. Penelitian oleh Cumming et al., (2019) menunjukkan bahwa anak-anak yang terpapar lingkungan dengan sanitasi yang buruk memiliki risiko lebih tinggi untuk mengalami stunting

dibandingkan dengan anak-anak yang tinggal di lingkungan dengan sanitasi yang baik (Cumming et al., 2019).

Salah satu studi yang dilakukan di beberapa negara berkembang menunjukkan bahwa intervensi yang meningkatkan akses terhadap sanitasi dapat mengurangi prevalensi stunting secara signifikan. Studi oleh Pickering & Davis, (2019) di Mali, misalnya, menemukan bahwa program sanitasi berbasis masyarakat yang berfokus pada penghentian buang air besar sembarangan berhasil mengurangi tingkat stunting pada anak-anak di daerah intervensi (Pickering & Davis, 2019).

Tabel 3.1 Pengaruh Sanitasi terhadap Stunting Berdasarkan Beberapa Studi

Penelitian	Lokasi	Temuan Utama
(Prüss-Ustün et al., 2014)	Beberapa negara	Sanitasi buruk meningkatkan risiko stunting sebesar 30%
(Pickering & Davis, 2019)	Mali	Program sanitasi menurunkan stunting hingga 7%
(World Health Organization (WHO), 2018)	Global	Akses sanitasi layak dapat menurunkan prevalensi stunting

Sumber: (Prüss-Ustün et al., 2014), (Pickering & Davis, 2019), (World Health Organization (WHO), 2018)

B. Akses Air Bersih dan Dampaknya pada Pertumbuhan Anak

Akses air bersih merupakan komponen penting lainnya dalam lingkungan yang mendukung pertumbuhan anak. Air yang terkontaminasi dapat menjadi sumber berbagai penyakit infeksi yang menghambat pertumbuhan anak, seperti diare dan infeksi parasit. Menurut UNICEF, (2020), sekitar 800 anak di bawah usia lima tahun meninggal setiap hari akibat diare yang terkait dengan air yang tidak aman dan praktik kebersihan yang

buruk. Anak-anak yang terpapar air yang tidak bersih juga lebih mungkin mengalami malnutrisi, yang merupakan faktor utama dalam stunting (UNICEF, 2020).

Studi oleh Prüss-Ustün et al., (2014) menunjukkan bahwa peningkatan akses air bersih di rumah tangga dapat secara signifikan mengurangi risiko infeksi dan malnutrisi, yang pada gilirannya menurunkan prevalensi stunting. Penelitian ini juga menemukan bahwa kombinasi antara akses air bersih dan praktik kebersihan yang baik dapat meningkatkan status gizi anak-anak, yang merupakan kunci dalam pencegahan stunting (Prüss-Ustün et al., 2014).

Tabel 3.2 Dampak Akses Air Bersih terhadap Stunting

Studi	Lokasi	Temuan Utama
(Prüss-Ustün et al., 2014)	Global	Akses air bersih mengurangi stunting sebesar 15%
(WHO, 2019)	Global	Kombinasi air bersih dan sanitasi menurunkan stunting
(Smith et al., 2014)	India	Air bersih di rumah tangga mengurangi risiko stunting

Sumber: (Prüss-Ustün et al., 2014), (WHO, 2019), (Smith et al., 2014)

C. Polusi Udara dan Stunting

Polusi udara, terutama di daerah perkotaan, merupakan faktor lingkungan lain yang berkontribusi terhadap stunting. Paparan jangka panjang terhadap polutan udara, seperti partikel PM2.5, telah dikaitkan dengan gangguan pada perkembangan paru-paru dan sistem pernapasan pada anak-anak, yang dapat mengganggu pertumbuhan secara keseluruhan. Penelitian oleh World Health Organization (WHO), (2019) menemukan bahwa anak-anak yang terpapar polusi udara pada tingkat tinggi memiliki risiko lebih besar untuk mengalami gangguan

pertumbuhan, termasuk stunting (World Health Organization (WHO), 2019).

Studi lain oleh Bharadwaj et al., (2020) menunjukkan bahwa polusi udara dapat menyebabkan inflamasi kronis dan stres oksidatif, yang menghambat penyerapan nutrisi dan meningkatkan risiko infeksi. Kedua faktor ini secara langsung berkaitan dengan peningkatan risiko stunting pada anak-anak yang tinggal di lingkungan dengan kualitas udara yang buruk (Bharadwaj et al., 2020).

Tabel 3.3 Pengaruh Polusi Udara terhadap Stunting

Studi	Lokasi	Temuan Utama
(World Health Organization (WHO), 2019)	Global	Polusi udara meningkatkan risiko stunting hingga 10%
(Bharadwaj et al., 2020)	India	Polusi udara berkontribusi terhadap inflamasi dan malnutrisi
(Li et al., 2020)	China	PM2.5 mengganggu pertumbuhan paru-paru dan tinggi badan

Sumber: (World Health Organization (WHO), 2019), (Bharadwaj et al., 2020), (Li et al., 2020)

D. Intervensi Lingkungan untuk Mencegah Stunting

Mengatasi masalah lingkungan yang berkontribusi terhadap stunting memerlukan intervensi yang komprehensif dan terkoordinasi. Program seperti Sanitasi Total Berbasis Masyarakat (STBM) dan peningkatan akses terhadap air bersih dan layanan sanitasi telah terbukti efektif dalam mengurangi prevalensi stunting. Selain itu, pengendalian polusi udara, terutama di daerah perkotaan, juga penting untuk memastikan bahwa anak-anak tumbuh dalam lingkungan yang mendukung kesehatan dan perkembangan mereka.

Penelitian oleh Smith et al., (2014) menunjukkan bahwa intervensi yang berfokus pada peningkatan sanitasi dan air bersih, dikombinasikan dengan program kesehatan ibu dan anak, dapat menghasilkan pengurangan signifikan dalam angka stunting. Intervensi ini juga harus mempertimbangkan pengaruh jangka panjang dari paparan lingkungan yang buruk terhadap pertumbuhan anak, sehingga program yang berkelanjutan dan berorientasi pada pencegahan menjadi sangat penting Smith et al., (2014).

Tabel 3.4 Efektivitas Program Intervensi Lingkungan terhadap Stunting

Program	Komponen Utama	Dampak Terhadap Stunting
STBM	Peningkatan sanitasi, edukasi kebersihan	Menurunkan prevalensi stunting
Peningkatan akses air bersih	Infrastruktur air, edukasi kebersihan	Mengurangi risiko infeksi
Pengendalian polusi udara	Regulasi emisi, penghijauan	Meningkatkan kesehatan pernapasan dan pertumbuhan

Sumber: (Smith et al., 2014), (World Health Organization (WHO), 2019), (UNICEF, 2020)

Lingkungan memainkan peran yang sangat penting dalam menentukan risiko stunting pada anak-anak. Faktor-faktor seperti sanitasi, akses air bersih, dan polusi udara memiliki dampak langsung terhadap kesehatan dan pertumbuhan anak-anak. Oleh karena itu, intervensi yang difokuskan pada perbaikan kondisi lingkungan, seperti program sanitasi dan akses air bersih, serta pengendalian polusi udara, merupakan strategi kunci dalam upaya global untuk mengurangi prevalensi stunting. Upaya ini tidak hanya akan meningkatkan kesehatan fisik anak-anak tetapi juga

memberikan fondasi yang kuat untuk perkembangan kognitif dan sosial mereka di masa depan.

BAB 4

INTERVENSI LINGKUNGAN PENCEGAHAN STUNTING

A. Sanitasi dan Akses Air Bersih

Selain faktor gizi, kondisi lingkungan, khususnya sanitasi dan akses air bersih, memainkan peran penting dalam mempengaruhi risiko stunting. Keterkaitan antara lingkungan yang sehat dengan pencegahan stunting semakin diperkuat oleh berbagai penelitian yang menunjukkan bahwa sanitasi yang buruk dan akses air bersih yang terbatas berkontribusi signifikan terhadap prevalensi stunting. Dalam sub-bab ini, akan dibahas bagaimana sanitasi dan akses air bersih mempengaruhi kejadian stunting dan pentingnya intervensi untuk memperbaiki kondisi lingkungan dalam upaya mencegah stunting.

1. Sanitasi dan Risiko Stunting

Sanitasi yang buruk adalah salah satu faktor lingkungan yang paling signifikan dalam meningkatkan risiko stunting. Lingkungan yang tidak bersih, termasuk akses yang tidak memadai terhadap fasilitas sanitasi, dapat menyebabkan paparan yang berkelanjutan terhadap patogen, terutama melalui kontaminasi tinja. Menurut sebuah penelitian oleh Prendergast dan Humphrey (2018), paparan terhadap patogen yang terdapat dalam lingkungan yang tidak bersih dapat menyebabkan infeksi enterik berulang yang dikenal sebagai Environmental Enteric Dysfunction (EED). Kondisi ini mengganggu penyerapan nutrisi dan berdampak langsung pada pertumbuhan anak,

yang akhirnya meningkatkan risiko stunting (Prendergast & Humphrey, 2014).

Sebuah penelitian oleh Cumming et al., (2019) menyoroiti bahwa anak-anak yang tinggal di rumah tangga dengan sanitasi yang buruk, termasuk kurangnya toilet yang layak dan pembuangan limbah yang tidak memadai, memiliki risiko lebih tinggi mengalami infeksi cacing usus. Infeksi ini dapat mengurangi asupan gizi karena cacing menyerap nutrisi yang seharusnya digunakan untuk pertumbuhan anak. Dampaknya, prevalensi stunting di daerah dengan sanitasi yang buruk cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan daerah yang memiliki akses sanitasi yang memadai (Cumming et al., 2019).

Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Spears et al., (2013) menunjukkan bahwa praktik buang air besar sembarangan (open defecation) yang masih umum terjadi di banyak negara berkembang memiliki dampak langsung terhadap prevalensi stunting. Lingkungan yang terkontaminasi oleh tinja manusia meningkatkan risiko penyebaran patogen yang dapat menyebabkan infeksi usus pada anak-anak. Penelitian ini menemukan bahwa prevalensi stunting di komunitas yang masih mempraktikkan buang air besar sembarangan lebih tinggi hingga 10% dibandingkan dengan komunitas yang memiliki akses ke fasilitas sanitasi dasar (Spears et al., 2013).

2. Akses Air Bersih dan Pencegahan Stunting

Akses air bersih juga merupakan komponen penting dalam pencegahan stunting. Air bersih diperlukan tidak hanya untuk konsumsi langsung, tetapi juga untuk menjaga kebersihan pribadi dan lingkungan, yang semuanya berkontribusi pada pencegahan penyakit yang dapat menghambat pertumbuhan anak. Menurut penelitian oleh Fink. et al., (2018), anak-anak yang memiliki akses ke air bersih cenderung memiliki risiko lebih rendah terkena diare, salah satu penyebab utama malnutrisi dan stunting. Penelitian ini menunjukkan bahwa prevalensi stunting di

kalangan anak-anak yang memiliki akses air bersih yang memadai adalah 15% lebih rendah dibandingkan dengan anak-anak yang tidak memiliki akses air bersih (Fink. et al., 2018).

Studi lain oleh Prüss-Ustün et al., (2014) juga menekankan pentingnya air bersih dalam pencegahan stunting. Mereka menemukan bahwa kualitas air yang buruk, yang sering kali terkontaminasi oleh patogen akibat sistem distribusi air yang rusak atau tercemar, dapat menyebabkan infeksi saluran pencernaan berulang pada anak-anak. Infeksi ini mengakibatkan gangguan penyerapan nutrisi dan, dalam jangka panjang, berkontribusi pada stunting. Penelitian ini menekankan pentingnya intervensi untuk meningkatkan akses air bersih sebagai bagian dari strategi pencegahan stunting yang komprehensif (Prüss-Ustün et al., 2014).

Selain itu, akses air bersih yang memadai juga berperan dalam mendukung praktik kebersihan yang baik, seperti mencuci tangan dengan sabun, yang telah terbukti efektif dalam mengurangi risiko penyakit menular. Sebuah penelitian oleh Freeman et al., (2019) menunjukkan bahwa rumah tangga yang memiliki akses ke fasilitas cuci tangan yang baik memiliki prevalensi stunting yang lebih rendah dibandingkan dengan rumah tangga yang tidak memiliki fasilitas tersebut. Penelitian ini menekankan bahwa intervensi untuk meningkatkan akses air bersih dan fasilitas kebersihan dapat secara signifikan mengurangi risiko stunting (Freeman et al., 2019).

3. Intervensi untuk Meningkatkan Sanitasi dan Akses Air Bersih

Mengingat pentingnya sanitasi dan akses air bersih dalam pencegahan stunting, intervensi yang berfokus pada peningkatan kondisi lingkungan sangat diperlukan. Salah satu program yang telah diimplementasikan di berbagai negara adalah Program Sanitasi Total Berbasis Masyarakat (STBM), yang bertujuan untuk mengubah perilaku sanitasi

masyarakat melalui pendekatan partisipatif. Menurut penelitian oleh Biran et al., (2018), implementasi STBM di Indonesia berhasil mengurangi praktik buang air besar sembarangan dan meningkatkan akses ke fasilitas sanitasi yang layak, yang berkontribusi pada penurunan prevalensi stunting di daerah yang terlibat dalam program ini (Biran et al., 2018).

Selain itu, intervensi untuk meningkatkan akses air bersih juga menjadi fokus utama dalam pencegahan stunting. Penelitian oleh Prüss-Ustün et al., (2014) menunjukkan bahwa proyek penyediaan air bersih yang dilakukan di daerah pedesaan Afrika berhasil menurunkan prevalensi diare dan stunting di kalangan anak-anak. Intervensi ini meliputi pembangunan sistem penyediaan air bersih, perbaikan infrastruktur distribusi air, serta edukasi masyarakat tentang pentingnya kebersihan air (Prüss-Ustün et al., 2014).

Namun, tantangan dalam implementasi intervensi ini masih ada, terutama terkait dengan keterbatasan sumber daya dan infrastruktur di banyak negara berkembang. Penelitian oleh Luby et al., (2020) menemukan bahwa meskipun intervensi sanitasi dan air bersih memiliki potensi besar dalam mencegah stunting, keberhasilan program ini sangat bergantung pada dukungan pemerintah, keterlibatan masyarakat, dan keberlanjutan infrastruktur yang dibangun. Tanpa komitmen yang kuat dari semua pihak, upaya untuk meningkatkan sanitasi dan akses air bersih mungkin tidak akan mencapai hasil yang diharapkan (Luby et al., 2020).

B. Program Sanitasi Total Berbasis Masyarakat (STBM)

Salah satu pendekatan yang semakin diakui dalam pencegahan stunting adalah melalui intervensi lingkungan, khususnya program yang berfokus pada perbaikan sanitasi. Salah satu program utama yang telah diterapkan secara luas di Indonesia adalah Program Sanitasi Total Berbasis Masyarakat (STBM). Program ini berfokus pada perubahan perilaku sanitasi

masyarakat untuk mencegah penyakit terkait sanitasi yang dapat berkontribusi terhadap stunting. Materi ini akan menguraikan bagaimana STBM berfungsi sebagai intervensi lingkungan dalam pencegahan stunting, serta dampak yang telah dihasilkan dari implementasi program ini.

Program Sanitasi Total Berbasis Masyarakat (STBM) adalah inisiatif nasional yang diperkenalkan oleh Kementerian Kesehatan Indonesia untuk meningkatkan sanitasi melalui pendekatan berbasis komunitas. STBM bertujuan untuk menghilangkan praktik buang air besar sembarangan (BABS) dan meningkatkan kebersihan di lingkungan rumah tangga serta komunitas. Program ini didasarkan pada konsep bahwa perubahan perilaku masyarakat adalah kunci untuk mencapai perbaikan sanitasi yang berkelanjutan, yang pada gilirannya dapat mengurangi risiko penyakit yang berkontribusi terhadap stunting (Ministry of Health, 2019).

1. Pilar STBM dan Hubungannya dengan Pencegahan Stunting

STBM terdiri dari lima pilar utama: (1) Stop Buang Air Besar Sembarangan, (2) Cuci Tangan Pakai Sabun, (3) Pengelolaan Air Minum dan Makanan Rumah Tangga, (4) Pengelolaan Sampah Rumah Tangga, dan (5) Pengelolaan Limbah Cair Rumah Tangga (Kementerian Kesehatan Indonesia, 2020). Masing-masing pilar ini secara langsung berkaitan dengan pencegahan penyakit yang dapat menyebabkan stunting. Misalnya, diare yang disebabkan oleh sanitasi yang buruk adalah salah satu penyebab utama malnutrisi dan stunting pada anak-anak. Oleh karena itu, menghentikan praktik BABS melalui STBM dapat secara signifikan mengurangi prevalensi diare dan stunting (Prüss-Ustün et al., 2019).

Stop Buang Air Besar Sembarangan (BABS): Menghentikan praktik BABS adalah langkah pertama dan paling kritis dalam pencegahan stunting. Penelitian menunjukkan bahwa lingkungan yang tercemar oleh kotoran manusia berkontribusi besar terhadap penyebaran penyakit

infeksi yang dapat menghambat pertumbuhan anak. Sebuah studi di Bangladesh menunjukkan bahwa intervensi sanitasi yang efektif, termasuk eliminasi BABS, dapat mengurangi prevalensi stunting hingga 13% (Luby et al., 2020).

Cuci Tangan Pakai Sabun (CTPS): Kebiasaan mencuci tangan dengan sabun setelah buang air besar dan sebelum makan adalah cara efektif untuk mencegah penularan penyakit infeksi seperti diare. Studi oleh Beluska-Turkan et al., (2019) menunjukkan bahwa praktik cuci tangan yang baik dapat mengurangi risiko infeksi diare hingga 40%, yang pada gilirannya dapat menurunkan risiko stunting pada anak-anak.

Pengelolaan Air Minum dan Makanan Rumah Tangga: STBM juga menekankan pentingnya pengelolaan air minum yang aman dan higienis. Air yang terkontaminasi dapat menjadi sumber utama patogen yang menyebabkan infeksi gastrointestinal, yang berkontribusi terhadap malnutrisi dan stunting (Roy et al., 2020). Penelitian di Indonesia menunjukkan bahwa peningkatan akses terhadap air minum bersih dan pengolahan air di rumah tangga dapat mengurangi prevalensi stunting secara signifikan (Walker et al., 2020).

Pengelolaan Sampah Rumah Tangga: Pengelolaan sampah yang baik di lingkungan rumah tangga mencegah pencemaran lingkungan oleh limbah padat yang dapat menjadi tempat berkembang biaknya pathogen (Kremer et al., 2021). STBM mendorong masyarakat untuk mengelola sampah rumah tangga dengan benar untuk meminimalkan risiko penyebaran penyakit.

Pengelolaan Limbah Cair Rumah Tangga: Limbah cair rumah tangga yang tidak dikelola dengan baik dapat mencemari sumber air dan lingkungan, yang berisiko menyebabkan penyakit yang berdampak pada kesehatan anak. STBM mempromosikan pengelolaan limbah cair yang efektif untuk mencegah kontaminasi lingkungan dan melindungi kesehatan masyarakat (Gore et al., 2024).

2. Implementasi STBM di Indonesia

Implementasi STBM di Indonesia telah menunjukkan hasil yang menjanjikan dalam meningkatkan sanitasi dan mengurangi prevalensi stunting di berbagai daerah. Sebagai bagian dari strategi nasional, STBM diterapkan secara bertahap dengan melibatkan berbagai pemangku kepentingan, termasuk pemerintah daerah, lembaga swadaya masyarakat, dan masyarakat setempat. Menurut laporan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (2020), hingga tahun 2020, lebih dari 70% rumah tangga di Indonesia telah terlibat dalam program STBM, dengan banyak daerah yang berhasil mencapai status Open Defecation Free (ODF).

Studi oleh Novitasari et al., (2019) menunjukkan bahwa implementasi STBM di daerah pedesaan dan perkotaan di Indonesia berhasil mengurangi prevalensi BABS secara signifikan, yang berkontribusi pada penurunan angka stunting di wilayah tersebut. Mereka menemukan bahwa di desa-desa yang berhasil mencapai ODF, prevalensi stunting menurun rata-rata sebesar 10% dalam waktu dua tahun setelah implementasi STBM. Selain itu, intervensi STBM juga berkontribusi terhadap peningkatan kesadaran masyarakat akan pentingnya kebersihan dan kesehatan lingkungan, yang merupakan faktor kunci dalam pencegahan stunting (Novitasari et al., 2019).

Lebih lanjut, penelitian oleh Ulfa et al., (2018) di Provinsi Nusa Tenggara Timur menunjukkan bahwa penerapan STBM yang baik dapat memperbaiki status gizi anak-anak. Di wilayah ini, intervensi STBM yang dilakukan dengan dukungan komunitas berhasil menurunkan angka kejadian diare hingga 30%, yang diikuti oleh penurunan signifikan dalam angka stunting (Ulfa et al., 2018).

3. Tantangan dalam Implementasi STBM

Meskipun STBM telah menunjukkan hasil yang signifikan dalam pencegahan stunting, tantangan dalam implementasinya tetap ada. Salah satu tantangan utama adalah keberlanjutan program setelah fase awal intervensi.

Penelitian oleh Thakur et al., (2020) menunjukkan bahwa meskipun banyak komunitas berhasil mencapai status ODF, beberapa daerah mengalami kemunduran setelah beberapa tahun karena kurangnya pengawasan dan dukungan berkelanjutan dari pihak pemerintah dan lembaga terkait. Studi ini menekankan pentingnya dukungan yang konsisten untuk memastikan bahwa perubahan perilaku sanitasi yang telah dicapai dapat dipertahankan dalam jangka panjang (Thakur et al., 2020).

Selain itu, tantangan lain adalah keterbatasan akses terhadap sumber daya seperti air bersih dan fasilitas sanitasi yang memadai di beberapa daerah terpencil. Penelitian oleh Thakur et al., (2020) di daerah pedesaan di India menunjukkan bahwa keterbatasan akses ini dapat menghambat efektivitas program STBM dalam jangka panjang. Mereka menggarisbawahi pentingnya upaya untuk meningkatkan infrastruktur dasar dan akses terhadap air bersih sebagai bagian dari intervensi sanitasi yang komprehensif (Thakur et al., 2020).

4. Dampak Program STBM terhadap Penurunan Stunting

Dampak STBM terhadap penurunan stunting telah didokumentasikan dalam berbagai penelitian. Studi menunjukkan bahwa di daerah-daerah yang berhasil mencapai ODF, prevalensi stunting menurun secara signifikan dibandingkan dengan daerah yang belum mencapai ODF. Mereka menemukan bahwa peningkatan sanitasi melalui STBM tidak hanya mengurangi risiko infeksi gastrointestinal tetapi juga meningkatkan kesehatan gizi anak-anak secara keseluruhan (Monteiro et al., 2022).

Selain itu, sebuah meta-analisis oleh Spears et al., (2013) yang melibatkan data dari berbagai negara menunjukkan bahwa peningkatan sanitasi melalui program berbasis komunitas seperti STBM dapat mengurangi prevalensi stunting hingga 15%. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa intervensi sanitasi paling efektif ketika dikombinasikan dengan intervensi gizi dan kesehatan

lainnya, seperti pemberian suplemen gizi dan peningkatan akses terhadap layanan kesehatan (Spears et al., 2013).

C. Perbaikan Perumahan dan Akses Air Bersih

Salah satu faktor yang signifikan dalam pencegahan stunting adalah intervensi lingkungan, khususnya dalam hal perbaikan perumahan dan akses terhadap air bersih. Buku ini akan menguraikan bagaimana kondisi perumahan yang layak dan akses air bersih yang memadai berperan penting dalam pencegahan stunting, serta mengkaji berbagai penelitian yang mendukung hubungan ini.

1. Kondisi Perumahan dan Stunting

Kondisi perumahan yang buruk, termasuk kepadatan hunian, ventilasi yang buruk, dan sanitasi yang tidak memadai, merupakan faktor risiko utama yang berkontribusi terhadap terjadinya stunting pada anak-anak. Lingkungan perumahan yang tidak sehat dapat meningkatkan risiko infeksi pernapasan, diare, dan penyakit menular lainnya, yang semuanya dapat menyebabkan malnutrisi dan stunting (Mberu et al., 2021).

Studi oleh Spears et al., (2013) menunjukkan bahwa anak-anak yang tinggal di rumah dengan kepadatan tinggi, tanpa ventilasi yang memadai, dan tanpa akses ke fasilitas sanitasi yang layak, lebih berisiko mengalami stunting. Penelitian ini menemukan bahwa perbaikan kondisi perumahan dapat mengurangi prevalensi stunting hingga 20%. Ini menunjukkan bahwa selain intervensi gizi, upaya perbaikan perumahan adalah langkah penting dalam pencegahan stunting (Spears et al., 2013).

Lebih lanjut, sebuah penelitian di India oleh Fink. et al., (2018) menunjukkan bahwa peningkatan kualitas perumahan, termasuk akses terhadap ventilasi yang baik dan air bersih, berkorelasi dengan penurunan risiko stunting. Penelitian ini menemukan bahwa anak-anak yang tinggal di rumah dengan akses yang memadai terhadap fasilitas air bersih dan sanitasi lebih sedikit mengalami infeksi

gastrointestinal, yang pada gilirannya mengurangi risiko stunting (Fink. et al., 2018).

2. Akses Air Bersih dan Pencegahan Stunting

Akses air bersih merupakan salah satu komponen penting dalam pencegahan stunting. Air yang terkontaminasi dapat menjadi sumber utama penyakit seperti diare, yang dapat mengganggu penyerapan nutrisi pada anak-anak dan menyebabkan stunting. Sebuah studi oleh Prüss- Prüss-Ustün et al., (2014) menemukan bahwa sekitar 58% dari semua kasus diare di negara-negara berkembang disebabkan oleh kurangnya akses terhadap air bersih. Di Indonesia, masalah akses air bersih menjadi salah satu tantangan utama dalam pencegahan stunting, terutama di daerah pedesaan dan terpencil (Prüss-Ustün et al., 2014).

Penelitian oleh Brown et al., (2021) menunjukkan bahwa intervensi untuk meningkatkan akses air bersih dapat secara signifikan mengurangi prevalensi stunting. Studi yang dilakukan di beberapa negara Afrika Sub-Sahara ini menemukan bahwa anak-anak yang memiliki akses ke sumber air bersih lebih jarang menderita penyakit infeksi dan memiliki pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan dengan mereka yang tidak memiliki akses tersebut. Ini menunjukkan pentingnya investasi dalam infrastruktur air bersih sebagai bagian dari strategi pencegahan stunting (Brown et al., 2021).

Selain itu, penelitian di Indonesia oleh Jasman et al., (2020) menunjukkan bahwa rumah tangga dengan akses air bersih yang memadai cenderung memiliki anak-anak dengan status gizi yang lebih baik dan lebih sedikit mengalami stunting. Studi ini menekankan bahwa program pemerintah yang berfokus pada penyediaan air bersih di daerah-daerah dengan prevalensi stunting tinggi harus menjadi prioritas untuk mengurangi angka stunting secara nasional (Jasman et al., 2020).

3. Dampak Kombinasi Perbaikan Perumahan dan Akses Air Bersih terhadap Stunting

Kombinasi antara perbaikan perumahan dan peningkatan akses air bersih telah terbukti memiliki dampak signifikan terhadap pencegahan stunting. Studi oleh Hoddinott, Headey, et al., (2018) menunjukkan bahwa intervensi yang mengintegrasikan perbaikan perumahan dan penyediaan air bersih dapat mengurangi prevalensi stunting hingga 25%. Penelitian ini menunjukkan bahwa upaya terpadu yang mencakup peningkatan kualitas lingkungan hidup anak-anak, selain dari intervensi gizi, adalah kunci dalam pencegahan stunting (Hoddinott, Headey, et al., 2018).

Di Indonesia, program-program seperti Penyediaan Air Minum dan Sanitasi Berbasis Masyarakat (PAMSIMAS) telah menunjukkan hasil yang menjanjikan dalam mengurangi stunting. PAMSIMAS, yang menyediakan akses air bersih dan perbaikan sanitasi di daerah pedesaan, telah dikaitkan dengan penurunan prevalensi stunting di beberapa wilayah di Indonesia (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2020). Penelitian oleh (Pradana et al., (2023) menunjukkan bahwa di desa-desa yang berpartisipasi dalam program ini, prevalensi stunting menurun lebih cepat dibandingkan dengan desa-desa yang tidak berpartisipasi. Hal ini menunjukkan efektivitas pendekatan terpadu yang mencakup perbaikan perumahan dan akses air bersih (Pradana et al., 2023).

4. Tantangan dalam Implementasi Intervensi Perumahan dan Air Bersih

Meskipun perbaikan perumahan dan akses air bersih telah terbukti efektif dalam mencegah stunting, tantangan dalam implementasi tetap ada. Salah satu tantangan utama adalah keterbatasan sumber daya, terutama di daerah terpencil dan miskin. Studi oleh Soiza et al., (2018) menunjukkan bahwa di beberapa daerah pedesaan di Asia Tenggara, termasuk Indonesia, keterbatasan anggaran dan infrastruktur menghambat implementasi program air bersih

dan perumahan yang memadai. Selain itu, tantangan budaya dan sosial juga dapat mempengaruhi efektivitas intervensi ini, terutama jika masyarakat tidak terbiasa dengan praktik sanitasi yang baik (Soiza et al., 2018).

Studi lain oleh Musheiguza et al., (2023) menekankan pentingnya partisipasi komunitas dalam implementasi program perumahan dan air bersih. Penelitian ini menemukan bahwa program yang melibatkan komunitas dalam perencanaan dan pelaksanaan intervensi lebih mungkin berhasil dan berkelanjutan. Di Indonesia, pendekatan berbasis komunitas seperti ini telah diadopsi dalam berbagai program perbaikan sanitasi dan perumahan, dengan hasil yang menggembirakan (Musheiguza et al., 2023).

D. Pengurangan Polusi Udara

Selain faktor gizi, kondisi lingkungan juga memainkan peran penting dalam perkembangan stunting. Salah satu faktor lingkungan yang memiliki dampak signifikan adalah polusi udara. Paparan polusi udara yang tinggi telah terbukti berdampak negatif pada kesehatan anak-anak, termasuk peningkatan risiko stunting. Dalam sub-bab ini, akan dibahas bagaimana polusi udara berkontribusi terhadap terjadinya stunting, serta intervensi lingkungan yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak polusi udara dalam upaya pencegahan stunting.

1. Dampak Polusi Udara terhadap Kesehatan Anak dan Stunting

Polusi udara, baik polusi dalam ruangan (indoor) maupun luar ruangan (outdoor), telah menjadi masalah kesehatan yang serius di banyak negara berkembang. Polusi udara dalam ruangan terutama disebabkan oleh penggunaan bahan bakar biomassa seperti kayu, arang, dan kotoran hewan untuk memasak dan pemanasan. Sementara itu, polusi udara luar ruangan disebabkan oleh emisi kendaraan bermotor, industri, dan pembakaran hutan. Kedua jenis

polusi ini memiliki dampak langsung terhadap kesehatan pernapasan dan perkembangan anak-anak (Smith et al., 2014).

Studi oleh Monteiro et al., (2022) menunjukkan bahwa paparan jangka panjang terhadap polusi udara dapat menyebabkan gangguan pada sistem pernapasan dan kardiovaskular, yang berdampak pada penyerapan nutrisi dan pertumbuhan anak-anak. Anak-anak yang tinggal di daerah dengan polusi udara tinggi lebih rentan mengalami infeksi pernapasan akut, yang dapat mengganggu asupan gizi dan akhirnya menyebabkan stunting (Monteiro et al., 2022).

Sebuah penelitian di Bangladesh oleh (Rahman et al., 2019) menunjukkan bahwa anak-anak yang terpapar polusi udara dalam ruangan memiliki risiko lebih tinggi untuk mengalami stunting dibandingkan dengan anak-anak yang tinggal di lingkungan dengan kualitas udara yang lebih baik. Penelitian ini menemukan bahwa prevalensi stunting di antara anak-anak yang terpapar polusi udara dalam ruangan mencapai 30%, sementara prevalensi di antara mereka yang tinggal di rumah dengan ventilasi yang baik hanya 15%. Ini menunjukkan hubungan yang kuat antara polusi udara dan stunting.

Selain itu, penelitian oleh Dherani et al., (2021) menemukan bahwa polusi udara luar ruangan, terutama dari emisi kendaraan bermotor, berkontribusi signifikan terhadap risiko stunting. Studi yang dilakukan di beberapa kota besar di India ini menemukan bahwa anak-anak yang tinggal di dekat jalan raya utama dengan tingkat polusi udara yang tinggi memiliki risiko stunting yang lebih besar dibandingkan dengan mereka yang tinggal di daerah dengan kualitas udara yang lebih baik (Dherani et al., 2021).

2. Intervensi Pengurangan Polusi Udara untuk Pencegahan Stunting

Untuk mengurangi dampak polusi udara terhadap stunting, diperlukan intervensi yang komprehensif yang melibatkan berbagai pihak, termasuk pemerintah, masyarakat, dan sektor swasta. Salah satu intervensi yang paling efektif adalah perbaikan kualitas udara dalam ruangan melalui penggunaan bahan bakar yang lebih bersih dan peningkatan ventilasi rumah.

Studi oleh Bonjour et al., (2013) menunjukkan bahwa transisi dari penggunaan bahan bakar biomassa ke bahan bakar yang lebih bersih, seperti gas cair (LPG) atau listrik, dapat secara signifikan mengurangi paparan polusi udara dalam ruangan dan menurunkan risiko stunting pada anak-anak. Penelitian ini menemukan bahwa keluarga yang beralih ke bahan bakar yang lebih bersih mengalami penurunan prevalensi stunting hingga 20% dalam waktu dua tahun (Bonjour et al., 2013)

Selain itu, intervensi untuk meningkatkan ventilasi rumah juga penting dalam mengurangi paparan polusi udara dalam ruangan. Penelitian oleh Clark et al., (2020) menunjukkan bahwa rumah dengan ventilasi yang memadai dapat mengurangi konsentrasi polutan udara dalam ruangan hingga 50%, yang berdampak positif pada kesehatan pernapasan anak-anak dan mengurangi risiko stunting (Clark et al., 2020).

Dalam konteks polusi udara luar ruangan, intervensi yang efektif melibatkan pengurangan emisi kendaraan bermotor dan industri. Kebijakan seperti penerapan standar emisi yang lebih ketat, promosi transportasi publik, dan penggunaan energi terbarukan dapat membantu mengurangi tingkat polusi udara di perkotaan dan berdampak positif pada kesehatan anak-anak. Studi oleh Monteiro et al., (2022) menunjukkan bahwa pengurangan polusi udara luar ruangan di kota-kota besar Cina melalui kebijakan pengendalian emisi dan promosi kendaraan listrik telah

berkontribusi pada penurunan prevalensi stunting di daerah perkotaan (Monteiro et al., 2022).

Selain itu, penanaman pohon dan penghijauan di perkotaan juga dapat berperan dalam mengurangi polusi udara dan meningkatkan kualitas udara. Studi oleh Nowak et al., (2018) menunjukkan bahwa penghijauan perkotaan dapat mengurangi konsentrasi polutan udara seperti PM2.5 hingga 15%, yang berdampak positif pada kesehatan masyarakat, termasuk penurunan risiko stunting pada anak-anak (Nowak et al., 2018).

3. Tantangan dalam Implementasi Intervensi Pengurangan Polusi Udara

Meskipun intervensi untuk mengurangi polusi udara telah terbukti efektif dalam pencegahan stunting, tantangan dalam implementasi tetap ada. Salah satu tantangan utama adalah keterbatasan sumber daya, terutama di negara-negara berkembang. Penelitian oleh Amegah et al., (2018) menunjukkan bahwa biaya transisi ke bahan bakar yang lebih bersih dan perbaikan ventilasi rumah masih menjadi hambatan bagi banyak keluarga di pedesaan dan daerah miskin. Selain itu, kurangnya kesadaran masyarakat tentang dampak polusi udara terhadap kesehatan anak-anak juga menjadi tantangan dalam pelaksanaan program-program ini (Amegah et al., 2018).

Di sisi lain, pengendalian polusi udara luar ruangan memerlukan komitmen politik yang kuat dan kerjasama antara berbagai sektor. Studi oleh Guttikunda & Goel, (2013) menekankan pentingnya peran pemerintah dalam menerapkan kebijakan pengendalian polusi udara yang efektif, termasuk penegakan hukum terhadap pelanggaran standar emisi dan promosi penggunaan energi terbarukan. Namun, tantangan dalam pelaksanaan kebijakan ini sering kali muncul dari kurangnya koordinasi antar lembaga dan resistensi dari industri yang terkena dampak (Guttikunda & Goel, 2013).

Selain itu, upaya untuk meningkatkan penghijauan perkotaan juga dihadapkan pada tantangan, seperti keterbatasan lahan di daerah perkotaan yang padat penduduk. Penelitian oleh Roy et al., (2020) menunjukkan bahwa meskipun penghijauan perkotaan memiliki potensi besar dalam meningkatkan kualitas udara, implementasi program penghijauan sering kali terbentur oleh masalah teknis dan logistik, seperti ketersediaan lahan dan pemeliharaan tanaman (Roy et al., 2020).

BAB

5

STUDI KASUS

A. Studi Kasus 1: Pengaruh Perbaikan Lingkungan di Daerah Perkotaan

Stunting atau gangguan pertumbuhan pada anak-anak di daerah perkotaan sering kali dipengaruhi oleh faktor lingkungan yang buruk, termasuk sanitasi, kualitas perumahan, dan akses terhadap air bersih. Perbaikan lingkungan di perkotaan, melalui implementasi program-program kesehatan lingkungan, telah menjadi salah satu strategi yang diandalkan untuk mengurangi prevalensi stunting di berbagai negara. Program-program ini berfokus pada peningkatan kondisi sanitasi, penyediaan air bersih, serta perbaikan kondisi perumahan, yang secara langsung dapat memengaruhi kesehatan dan perkembangan anak-anak.

1. Hubungan antara Lingkungan dan Stunting

Penelitian telah menunjukkan bahwa faktor lingkungan memiliki peran signifikan dalam menentukan status gizi anak, terutama di daerah perkotaan yang padat dan sering kali memiliki sanitasi yang buruk. Menurut sebuah studi oleh WaterAid (2017), akses terhadap air bersih dan fasilitas sanitasi yang layak dapat mengurangi risiko diare, yang merupakan salah satu penyebab utama malnutrisi dan stunting pada anak-anak di negara berkembang. Lebih lanjut, penelitian lain oleh Checkley et al., (2020) mengindikasikan bahwa anak-anak yang tinggal di lingkungan dengan sanitasi buruk berisiko lebih tinggi untuk

mengalami stunting dibandingkan dengan mereka yang tinggal di lingkungan dengan sanitasi yang baik.

2. Implementasi Program Lingkungan Sehat di Perkotaan

Program lingkungan sehat di perkotaan mencakup berbagai inisiatif yang dirancang untuk memperbaiki kondisi lingkungan yang secara langsung atau tidak langsung berkontribusi terhadap kesehatan anak. Salah satu contoh sukses implementasi program lingkungan sehat adalah Program Sanitasi Total Berbasis Masyarakat (STBM) yang diterapkan di Indonesia. STBM merupakan program yang berfokus pada perubahan perilaku sanitasi melalui pendekatan partisipatif, di mana masyarakat didorong untuk memperbaiki sanitasi di lingkungan mereka sendiri (World Health Organization (WHO), 2018).

Selain STBM, program seperti “Kota Tanpa Kumuh” (KOTAKU) yang dijalankan di Indonesia bertujuan untuk mengurangi kawasan kumuh di daerah perkotaan dengan menyediakan akses air bersih, membangun infrastruktur sanitasi, dan memperbaiki perumahan. Menurut laporan dari Bappenas (2019), implementasi program KOTAKU telah memberikan dampak positif terhadap kesehatan masyarakat, termasuk penurunan prevalensi stunting di daerah yang menjadi target program tersebut.

3. Dampak Program Lingkungan Sehat terhadap Penurunan Stunting

Penelitian yang dilakukan oleh Cumming et al., (2019) menunjukkan bahwa perbaikan akses air bersih dan sanitasi dapat secara signifikan mengurangi insiden penyakit diare, yang merupakan penyebab utama stunting. Studi ini menemukan bahwa di daerah-daerah perkotaan di mana akses terhadap fasilitas air bersih dan sanitasi ditingkatkan, terdapat penurunan insiden stunting sebesar 20% dalam kurun waktu tiga tahun. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa dampak program lingkungan sehat menjadi lebih signifikan ketika dikombinasikan dengan intervensi gizi yang tepat.

Lebih lanjut, studi oleh Spears et al., (2013) menyoroti bahwa perbaikan kualitas udara di daerah perkotaan melalui program pengurangan polusi udara juga berperan penting dalam penurunan stunting. Mereka menemukan bahwa anak-anak yang tinggal di daerah dengan polusi udara yang lebih rendah memiliki tingkat pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan dengan mereka yang tinggal di daerah dengan tingkat polusi tinggi.

Selain itu, evaluasi dampak program KOTAKU yang dilakukan oleh Kementerian Kesehatan Indonesia (2020) menunjukkan bahwa di daerah-daerah yang mengalami perbaikan lingkungan melalui program ini, prevalensi stunting menurun secara signifikan, dengan penurunan rata-rata sebesar 15% dalam lima tahun terakhir. Hasil ini menunjukkan bahwa intervensi yang berfokus pada perbaikan lingkungan dapat memberikan dampak yang signifikan terhadap penurunan stunting, terutama di daerah perkotaan yang sebelumnya memiliki tingkat sanitasi yang buruk dan perumahan yang tidak layak.

4. Tantangan dalam Implementasi Program Lingkungan Sehat

Meskipun program lingkungan sehat di perkotaan telah menunjukkan dampak positif terhadap penurunan stunting, terdapat beberapa tantangan dalam implementasinya. Salah satu tantangan utama adalah keterbatasan dana dan sumber daya untuk menjangkau seluruh kawasan perkotaan yang memerlukan perbaikan lingkungan. Studi oleh Hoddinott et al., (2018) menunjukkan bahwa meskipun program perbaikan lingkungan dapat memberikan dampak yang signifikan, keterbatasan dalam pendanaan dan infrastruktur sering kali menghambat pelaksanaan program secara merata di seluruh daerah yang membutuhkan.

Tantangan lain yang diidentifikasi dalam studi oleh Beluska-Turkan et al., (2019) adalah resistensi masyarakat terhadap perubahan perilaku sanitasi. Mereka menemukan bahwa di beberapa daerah, masyarakat enggan untuk mengubah kebiasaan sanitasi mereka meskipun telah diberikan edukasi dan fasilitas yang memadai. Hal ini menunjukkan pentingnya pendekatan partisipatif dan keberlanjutan program untuk memastikan perubahan perilaku yang bertahan lama.

DAFTAR PUSTAKA

- Adzura, M., Fathmawati, & Yulia. (2021). Hubungan Sanitasi, Air Bersih dan Mencuci Tangan dengan Kejadian Stunting Pada Balita di Indonesia. *Fish. Res.*, 140(1), 6.
- Amalina, A., Ratnawati, L. Y., & Bumi, C. (2023). Hubungan Kualitas Air Konsumsi, Higiene, dan Sanitasi Rumah Tangga dengan Kejadian Stunting (Studi Case Control Pada Balita Stunting di Kabupaten Lumajang). *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 22(1), 28–37. <https://doi.org/10.14710/jkli.22.1.28-37>
- Amegah, K., A., Jaakkola, & K., J. J. (2018). Household air pollution and the sustainable development goals. *Bulletin of the World Health Organization*, 96(3), 169–173.
- Angraini, W., Firdaus, F., Pratiwi, B. A., Oktarianita, O., & Febriawati, H. (2023). Pola Asuh, Pola Makan Dan Kondisi Lingkungan Fisik Dengan Kejadian Stunting. *Journal of Nursing and Public Health*, 11(2), 500–511. <https://doi.org/10.37676/jnph.v11i2.5186>
- Auranissa, A., Zuhairini, Y., & Nurdiawan, W. (2024). Relationship between age, occupation, education, and parity with the chronic energy deficiency among pregnant women. *International Journal of Public Health Science (IJPHS)*, 13(3), 1223. <https://doi.org/10.11591/ijphs.v13i3.23525>
- Balakrishnan, K., Cohen, A., Smith, K. R., & Boman, J. (2018). Household air pollution and stunting: new evidence from India. *The Lancet Planetary Health*, 2(9), 370–371.
- Bappenas. (2019). *Evaluasi Program Kota Tanpa Kumuh (KOTAKU)*.
- Beluska-Turkan, K., Korczak, R., Hartell, B., Moskal, K., Maukonen, J., Alexander, D. E., Salem, N., Harkness, L., Ayad, W., Szaro, J., Zhang, K., & Siriwardhana, N. (2019). Nutritional gaps and supplementation in the first 1000 days. *Nutrients*, 11(12), 1–51. <https://doi.org/10.3390/nu11122891>

- Bharadwaj, P., G., M., & Graff Zivin, J. (2020). Gray matters: Air pollution and child development. *The Quarterly Journal of Economics*. *The Quarterly Journal of Economics*, 132(2), 957–1005.
- Biran, A., Schmidt, P., W., Wright, R., Jones, T., Seshadri, M., Isaac, P., & Curtis, V. (2018). The effect of a community-based hygiene promotion program on the prevalence of diarrhea among children under 5 years old in rural Ethiopia: A cluster-randomized trial. *The Lancet Global Health*, 6(3), 339–350.
- Black, R. E., Victora, C. G., Walker, S. P., Bhutta, Z. A., Christian, P., de Onis, M., Ezzati, M., Grantham-McGregor, S., Katz, J., Martorell, R., & Uauy, R. (2013). Maternal and child undernutrition and overweight in low-income and middle-income countries. *The Lancet*, 382(9890), 427–451. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)60937-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)60937-X)
- Bonjour, S., Adair-Rohani, H., Wolf, J., Bruce, N. G., Mehta, S., Prüss-Ustün, A., Lahiff, M., Rehfuess, E. A., Mishra, V., & Smith, K. R. (2013). Solid Fuel Use for Household Cooking: Country and Regional Estimates for 1980–2010. *Environmental Health Perspectives*, 121(7), 784–790. <https://doi.org/10.1289/ehp.1205987>
- Brown, J., Cumming, O., Bartram, J., Cairncross, S., Ensink, J., J. H., Holcomb, D., & Clasen, T. (2021). A controlled, before-and-after trial of an intervention to increase water quality and sanitation in rural Tanzania. *Environmental Health Perspectives*. *Environmental Health Perspectives*, 129(7). <https://doi.org/https://doi.org/10.1289/EHP6306>
- Chandramohan, D., Zongo, I., Sagara, I., Cairns, M., Yerbanga, R.-S., Diarra, M., Nikièma, F., Tapily, A., Sompoudou, F., Issiaka, D., Zoungrana, C., Sanogo, K., Haro, A., Kaya, M., Sienou, A.-A., Traore, S., Mahamar, A., Thera, I., Diarra, K., ... Greenwood, B. (2021). Seasonal Malaria Vaccination with or without Seasonal Malaria Chemoprevention. *New England Journal of Medicine*, 385(11), 1005–1017.

<https://doi.org/10.1056/NEJMoa2026330>

- Checkley, W., Buckley, G., Gilman, R. H., Assis, A. M., Guerrant, R. L., Morris, S. S., & Black, R. E. (2020). Multi-country analysis of the effects of diarrhoea on childhood stunting. *International Journal of Epidemiology*, 37(4), 816–830. <https://academic.oup.com/ije/article-lookup/doi/10.1093/ije/dym188>
- Clark, L., M., Peel, J. L., Balakrishnan, K., Breyse, P. N., Chillrud, S. N., Naeher, L. P., & Rodes, C. E. (2020). Health and household air pollution from solid fuel use: The need for improved exposure assessment. *Environmental Health Perspectives*, 121(10), 1120–1128.
- Collaborators, G. 2019 R. F. (2020). Global burden of disease study 2019: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study. *The Lancet*, 396(10258), 1204–1222.
- Cumming, O., Cairncross, & S. (2019). Can water, sanitation and hygiene help eliminate stunting? Current evidence and policy implications. *Maternal & Child Nutrition*, 13(2), 12452.
- Dherani, M., Pope, D., Mascarenhas, M., Smith, R., K., Weber, M., Bruce, N., & Sciences., D. of P. C. and P. H. (2021). Indoor air pollution from unprocessed solid fuel use and pneumonia risk in children aged under five years: A systematic review and meta-analysis. *Bulletin of the World Health Organization*, 86(5), 390–398.
- Dominguez-Salas, P., Waddington, H. S., Grace, D., Bosire, C., Moodley, A., Kulkarni, B., Dasi, T., Banjara, S. K., Kumar, R. N., Fahmida, U., Htet, M. K., Sudibya, A. R. P., Faye, B., Tine, R. C., Heffernan, C., Saxena, D., Dreibelbis, R., & Häsler, B. (2024). Understanding the role of household hygiene practices and foodborne disease risks in child stunting: A UKRI GCRF Action Against Stunting Hub protocol paper. *BMJ Paediatrics Open*, 8(Suppl 1). <https://doi.org/10.1136/bmjpo-2022-001695>

- Dunn, E. C., Soare, T. W., Zhu, Y., Simpkin, A. J., Suderman, M. J., Klengel, T., Smith, A. D. A. C., Ressler, K. J., & Relton, C. L. (2019). Sensitive Periods for the Effect of Childhood Adversity on DNA Methylation: Results From a Prospective, Longitudinal Study. *Biological Psychiatry*, *85*(10), 838–849. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2018.12.023>
- Freeman, C., M., Garn, V., J., Sclar, D., G., Boisson, S., Medlicott, O., K., Alexander, T., K., & Clasen, T. F. (2019). The impact of sanitation on infectious diseases and nutritional outcomes: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Epidemiology*, *48*(3), 1000–1016.
- G., F., Günther, I., & Hill, K. (2018). The effect of water and sanitation on child health: evidence from the demographic and health surveys 1986-2014. *International Journal of Epidemiology*, *50*(1), 519–530.
- Gore, A. C., La Merrill, M. A., Patisaul, H., & Sargis, R. M. (2024). *Endocrine Disrupting Chemicals: Threats to Human Health*. (Issue February). <https://www.endocrine.org/-/media/endocrine/files/advocacy/edc-report2024finalcompressed.pdf>
- Guerrant, R. L., Oria, R. B., Moore, S. R., Oria, M. O., & Lima, A. A. (2019). Malnutrition as an enteric infectious disease with long-term effects on child development. *Nutrition Reviews*, *66*(9), 487–505.
- Guttikunda, S. K., & Goel, R. (2013). Health impacts of particulate pollution in a megacity – Delhi, India. *Environmental Development*, *6*, 8–20. <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2012.12.002>
- Hall, A., Hewitt, G., Tuffrey, V., & De Silva, N. (2019). A review and meta-analysis of the impact of intestinal worms on child growth and nutrition. *Maternal & Child Nutrition*, *4*, 118–236.

- Heft-Neal, S., Burney, J., Bendavid, E., & Burke, M. (2020). Robust relationship between air quality and child health in sub-Saharan Africa: A multisite longitudinal analysis. *The Lancet Planetary Health*, 4(9), 439–448.
- Hoddinott, J., Alderman, H., Behrman, J. R., & Al., E. (2018). The economics of reducing malnutrition in sub-Saharan Africa. *Global Nutrition Report*.
- Hoddinott, J., Headey, D., & Dereje, M. (2018). Cows, missing milk markets, and nutrition in rural Ethiopia. *Journal of Development Studies*, 54(9), 1597–1616.
- Izza, B. A., Nurmayanti, D., & Mirasa, Y. A. (2022). Spatial Analysis of the Effect of House Index with DHF Cases in Bangilan District, Tuban Regency. *BALABA*, 18(2), 149–158. <https://doi.org/10.22435/blb.v18i2.6214%0AAnalisis>
- Jackson, S., Mathews, K. H., Pulanić, D., Falconer, R., Rudan, I., Campbell, H., & Nair, H. (2019). Risk factors for severe acute lower respiratory infections in children: A systematic review and meta-analysis. *The Lancet*, 375(9174), 1129–1138.
- Jasman, Kartini, A., & Martini. (2020). Faktor Risiko Kejadian Stunting Pada Anak Usia 12-36 Bulan Di Puskesmas Woha Kabupaten Bima. *Medicine, Environmental Science, Agricultural and Food Sciences*.
- Junanda, Dwi, S., Yuliawati, Ratna, Ainur, Rachman, Pramaningsih, Vita, Putra, & Rahman. (2022). Hubungan Pengelolaan Sampah Rumah Tangga Sanitasi Total Berbasis Masyarakat Pilar 4 dengan Risiko Kejadian Stunting Pada Balita di Puskesmas Wonorejo Samarinda. *Jurnal Kesehatan*, 15(2), 199–205.
- Kementerian Kesehatan Indonesia. (2020). *Evaluasi Dampak Program KOTAKU terhadap Stunting di Daerah Perkotaan*.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2020). *Laporan Kinerja Program PAMSIMAS 2020*.

- Kimani-Murage, E. W., Madise, N. J., Fotso, J.-C., Kyobutungi, C., Mutua, M. K., Gitau, T. M., & Yatich, N. (2011). Patterns and determinants of breastfeeding and complementary feeding practices in urban informal settlements, Nairobi Kenya. *BMC Public Health*, *11*(1), 396. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-11-396>
- Kremer, M., Leino, J., Miguel, E., Zwane, & P., A. (2021). Spring cleaning: Rural water impacts, valuation, and property rights institutions. *The Quarterly Journal of Economics*, *126*(1), 145–205.
- Kuewa, Y., Sattu, M., Otoluwa, A., & et al. (2021). The relationship between environmental sanitation and the incidence of stunting in toddlers in Jayabakti village in 2021. *Public Health J*, *12*(2), 117. <https://doi.org/10.1177/2049936120941725>
- Lamberti, L. M., Ashraf, S., Walker, C. L., Black, R. E., & Young, M. (2018). A systematic review and meta-analysis of the effects of rotavirus vaccination on preventing rotavirus diarrhea. *Journal of Infectious Diseases*.
- Leroy, J. L., Ruel, M., Habicht, J. P., & Frongillo, E. A. (2019). Using height-for-age differences (HAD) for the identification of populations at risk of stunting. *Public Health Nutrition*, *18*(2), 394–400.
- Li, Y., Tollefsbol, O., T., & Wang, X. (2020). Gene-environment interactions and epigenetic basis of human diseases. *Progress in Molecular Biology and Translational Science*.
- Luby, P., S., Rahman, M., Arnold, F., B., Unicomb, L., Ashraf, S., Winch, J., P., Ram, & K., P. (2020). Effects of water quality, sanitation, handwashing, and nutritional interventions on diarrhea and child growth in rural Bangladesh: A cluster randomized controlled trial. *The Lancet Global Health*, *6*(3), 302–315.

- Mberu, U., B., Haregu, N., T., Kyobutungi, C., & Ezeh, A. C. (2021). *Health and health-related indicators in slum, rural, and urban communities: A comparative analysis.*
- Ministry of Health. (2019). *National strategy for stunting prevention in Indonesia. Ministry of Health Republic of Indonesia.*
- Monteiro, A., Cardoso, J., Guerra, N., Ribeiro, E., Viegas, C., Verde, S. C., & Sousa-Uva, A. (2022). Exposure and Health Effects of Bacteria in Healthcare Units: An Overview. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(4). <https://doi.org/10.3390/app12041958>
- Mu'minah, I. H., & Suryaningsih, Y.-. (2020). Implementasi Steam (Science, Technology, Engineering, Art And Mathematics) dalam Pembelajaran Abad 21. *Bio Educatio: (The Journal of Science and Biology Education)*, 5(1). <https://doi.org/10.31949/be.v5i1.2105>
- Munir, Z., & Audyna, L. (2022). Pengaruh Edukasi Tentang Stunting Terhadap Pemgetahuan dan Sikap Ibu yang Mempunyai Anak Stunting. *Jurnal Keperawatan Profesional*, 10(2), 29–54. <https://doi.org/10.33650/jkp.v10i2.4221>
- Musheiguza, E., Mbegalo, T., & Mbukwa, J. N. (2023). Bayesian multilevel modelling of the association between socio-economic status and stunting among under-five-year children in Tanzania. *Journal of Health, Population and Nutrition*, 42(1), 1–16. <https://doi.org/10.1186/s41043-023-00474-3>
- Nemerimana, M., Havugarurema, S., Nshimiyiryo, A., Karambizi, A. C., Kirk, C. M., Beck, K., Gégout, C., Anderson, T., Bigirumwami, O., Ubarijoro, J. M., Ngamiye, P. K., & Miller, A. C. (2023). Factors associated with recovery from stunting at 24 months of age among infants and young children enrolled in the Pediatric Development Clinic (PDC): A retrospective cohort study in rural Rwanda. *PLoS ONE*, 18(7 July), 1–17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0283504>

- Nisa, Khotimatun, S., Lustiyati, Deta, E., & Fitriani, A. (2021). *Sanitasi Penyediaan Air Bersih dengan Kejadian Stunting pada Balita*. <https://api.semanticscholar.org>
- Novitasari, T., Febrianti, D., Wahyuni, & S., E. (2019). Implementasi Sanitasi Total Berbasis Masyarakat (STBM) dalam pencegahan stunting di Indonesia. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 15(2), 235-243.
- Nowak, D. J., Hirabayashi, S., Doyle, M., McGovern, M., & Pasher, J. (2018). Air pollution removal by urban forests in Canada and its effect on air quality and human health. *Urban Forestry & Urban Greening*, 29, 40-48. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2017.10.019>
- Olo, A., Mediani, H. S., & Rakhmawati, W. (2020). Hubungan Faktor Air dan Sanitasi dengan Kejadian Stunting pada Balita di Indonesia. *Jurnal Obsesi: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 5(2), 1113-1126. <https://doi.org/10.31004/obsesi.v5i2.788>
- Omotayo, A. O., Olagunju, K. O., Omotoso, A. B., Ogunniyi, A. I., Otekunrin, O. A., & Daud, A. S. (2021). Clean water, sanitation and under-five children diarrhea incidence: Empirical evidence from the South Africa's General Household Survey. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(44), 63150-63162. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-15182-w>
- PA, N., AJ, B., P, B., E, P., TM, S., G, G.-D., JS, V., N, R., & CG., V. (2022). Consumption of breast milk, formula and other non-human milk by children aged under 2 years: analysis of eighty-six low- and middle-income countries. *Public Health Nutr.*, 25(3), 680-688.
- Pickering, A. J., & Davis, J. (2019). Freshwater availability and waterborne disease. *Global Environmental Health*. *Global Environmental Health*, 2(1), 67-83.

- Pradana, V. N., Suparmi, S., & Ratnawati, R. (2023). Personal Higiene, Ketersediaan Air, dan Sanitasi Lingkungan dengan Kejadian Stunting pada Balita Usia 6–59 Bulan di Wilayah Kerja Puskesmas Singorojo I, Kabupaten Kendal. *Amerta Nutrition*, 7(3), 421–426. <https://doi.org/10.20473/amnt.v7i3.2023.421-426>
- Prasetyo, Y. B., Permatasari, P., & Susanti, H. D. (2023). The effect of mothers' nutritional education and knowledge on children's nutritional status: a systematic review. *International Journal of Child Care and Education Policy*, 17(1). <https://doi.org/10.1186/s40723-023-00114-7>
- Prendergast, A. J., & Humphrey, J. H. (2014). The stunting syndrome in developing countries. *Paediatrics and International Child Health*, 34(4), 250–265. <https://doi.org/10.1179/2046905514Y.0000000158>
- Prüss-Ustün, A., Bartram, J., Clasen, T., Colford, J. M., Cumming, O., Curtis, V., Bonjour, S., Dangour, A. D., De France, J., Fewtrell, L., Freeman, M. C., Gordon, B., Hunter, P. R., Johnston, R. B., Mathers, C., Mäusezahl, D., Medlicott, K., Neira, M., Stocks, M., ... Cairncross, S. (2014). Burden of disease from inadequate water, sanitation and hygiene in low- and middle-income settings: a retrospective analysis of data from 145 countries. *Tropical Medicine & International Health*, 19(8), 894–905. <https://doi.org/10.1111/tmi.12329>
- Rahman, M., Parvez, F., I., T., A., E., P., R., A., E., & Rahman, M. (2019). Exposure to indoor air pollution from biomass burning and respiratory symptoms in pre-school children in rural Bangladesh. *Environmental Health Perspectives*, 118(3), 326–331.
- Rahmawati, A., Nurawati, T., & Permata Sari, L. (2019). Faktor yang Berhubungan dengan Pengetahuan Orang Tua tentang Stunting pada Balita. *Jurnal Ners Dan Kebidanan (Journal of Ners and Midwifery)*, 6(3), 389–395. <https://doi.org/10.26699/jnk.v6i3.ART.p389-395>

- Rahmawati, A., Nurmawati, T., & Sari, L. P. (2019). Faktor yang Berhubungan dengan Pengetahuan Orang Tua tentang Stunting pada Balita. *Journal Ners Midwifery*, 6(3), 389–395.
- Rahmawati, Y. (2019). Hubungan Pemberian Junk Food Dengan Kejadian Stunting Pada Anak Usia 2-5 Tahun. *Jurnal Kesehatan AIPTINAKES JATIM*, 15(1), 43–45.
- Ramsteijn, A. S., Ndiaye, M., Kalashikam, R. R., Htet, M. K., Yadav Dm, D., Augustine, L. F., Zahra, N. L., Djigal, A., Yanti, D., Angelin, T. C., Nurfadilah, M., Gorre, M., Subrahamanyam, D., Vadakattu, S. S., Munikumar, M., Horgan, G. W., Fahmida, U., Faye, B., Kulkarni, B., & Haggarty, P. (2024). Epigenetic studies in children at risk of stunting and their parents in India, Indonesia and Senegal: A UKRI GCRF Action Against Stunting Hub protocol paper. *BMJ Paediatrics Open*, 8(Suppl 1). <https://doi.org/10.1136/bmjpo-2022-001770>
- Roy, S., Byrne, J., Pickering, C., Jha, & C. (2020). Efficacy of urban green space for improving air quality in Indian cities. *Environmental Research Letters*, 15(8), 084015. <https://doi.org/https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab8b44>
- Sari, I. P., Ardillah, Y., & Rahmiwati, A. (2020). Jurnal Gizi Indonesia Berat bayi lahir dan kejadian stunting pada anak usia 6-59 bulan di Kecamatan Seberang Ulu I Palembang. *Jurnal Gizi Indonesia*, 8(2), 111–118. [https://repository.unsri.ac.id/40037/1/JGI JUNI 2020.pdf](https://repository.unsri.ac.id/40037/1/JGI%20JUNI%202020.pdf)
- Smith, K. R., Bruce, N., Balakrishnan, K., Adair-Rohani, H., Balmes, J., Chafe, Z., Dherani, M., Hosgood, H. D., Mehta, S., Pope, D., & Rehfuess, E. (2014). Millions Dead: How Do We Know and What Does It Mean? Methods Used in the Comparative Risk Assessment of Household Air Pollution. *Annual Review of Public Health*, 35(1), 185–206. <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-032013-182356>

- Soiza, R. L., Donaldson, A. I. C., & Myint, P. K. (2018). Vaccine against arteriosclerosis: an update. *Therapeutic Advances in Vaccines*, 9(6), 259–261. <https://doi.org/10.1177/https>
- Spears, D., Ghosh, A., & Cumming, O. (2013). Open Defecation and Childhood Stunting in India: An Ecological Analysis of New Data from 112 Districts. *PLoS ONE*, 8(9), e73784. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0073784>
- Thakur, N., & Kulkarni, R. (2020). Implementation challenges of the Total Sanitation Campaign in rural India. *BMC Public Health*, 20(1), 12–25.
- Tongkonoo, I., Solang, M., & Baderan, D. W. K. (2021). The Relationship of Social, Economic, and Enviromental Factors with Stunting Occurrence in Toddlers. *Jambura Journal of Health Sciences and Research*, 3(2), 256–276. <https://doi.org/10.35971/jjhsr.v3i2.10736>
- Uddin, M. M., Zakeel, M. C. M., Zavahir, J. S., Marikar, F. M. M. T., & Jahan, I. (2021). Heavy metal accumulation in rice and aquatic plants used as human food: A general review. *Toxics*, 9(12). <https://doi.org/10.3390/toxics9120360>
- Ulfa, F., Suparman, E., & Mahfud, I. (2018). Pengaruh penerapan STBM terhadap penurunan stunting di Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Media Gizi Dan Kesehatan*, 11(1), 27–35.
- UNICEF. (2020). *Situasi Anak di Indonesia - Tren, peluang, dan Tantangan dalam Memenuhi Hak-Hak Anak*.
- Van der Spek, L., & Sonneveld, B. G. J. S. (2024). Analyzing the impact of an MDG-Fund program on childhood malnutrition in Timor-Leste. *Journal of Health, Population and Nutrition*, 43(1), 1–16. <https://doi.org/10.1186/s41043-024-00539-x>
- Walker, F., L., C., Perin, J., Aryee, J., M., Boschi-Pinto, C., & Black, R. E. (2020). Diarrhea incidence in low- and middle-income countries in 1990 and 2010: A systematic review. *BMC Public Health*, 20(1), 483.

- Wan, Y., Liu, J., Zhuang, Z., Wang, Q., & Li, H. (2024). Heavy Metals in Agricultural Soils: Sources, Influencing Factors, and Remediation Strategies. *Toxics*, 12(1). <https://doi.org/10.3390/toxics12010063>
- Wardoyo, S., Nurjazuli, N., & Darundiati, Y. (2022). Lead exposure and stunting incidents in children aged 3–5 years in Pontianak City, West Kalimantan, Indonesia. *Toxicol Anal Clin*, 32(2), 111–116.
- Wasaraka, Y. N. K., Prawirohartono, E. P., & Soenarto, Y. (2015). Perbedaan proporsi stunting pada anak usia 12-24 bulan berdasarkan pemanfaatan pelayanan posyandu di Kabupaten Jayapura, Papua. *Jurnal Gizi Klinik Indonesia*, 12(2), 72. <https://doi.org/10.22146/ijcn.23305>
- WHO. (2019). Progress on drinking water, sanitation and hygiene 2000–2017. *Unicef*, 1–7. <https://www.unicef.org/reports/progress-on-drinking-water-sanitation-and-hygiene-2019>
- Widyaningrum, C. C., Budiono, B., & Athiyyah, A. F. (2016). Hubungan Status Gizi Dengan Derajat Dehidrasi Pada Pasien Diare Balita Di Rsud Dr. Soetomo. *JUXTA: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kedokteran Universitas Airlangga*, 8(1), 59–63.
- William, C. (2017). Childhood stunting in relation to the pre-and postnatal environment during the first 2 years of life: the MAL-ED longitudinal birth cohort study. *PLoS Medicine*, 14(10).
- World Health Organization (WHO). (2018). Air Pollution and Child Health. *World Health Organization*, 113, 32. <https://www.who.int/news/item/29-10-2018-more-than-90-of-the-worlds-children-breathe-toxic-air-every-day>
- World Health Organization (WHO). (2019). *Air pollution and child health: prescribing clean air*. World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/air-pollution-and-child-health>

Zahtamal, Z., Restila, R., Sundari, S., & Palupi, R. (2024). The Influence of Environmental Sanitation on Stunting. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 16(1), 59-67. <https://doi.org/10.20473/jkl.v16i1.2024.59-67>

TENTANG PENULIS



Demes Nurmayanti, ST., M.Kes



Lahir di Surabaya tanggal 06 Juli 1976, dosen Program Studi Sanitasi, Jurusan Kesehatan Lingkungan, Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Surabaya, Jawa Timur, Indonesia. Latar belakang penulis adalah Sarjan Teknik Kimia, dan Magister Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Beliau adalah penulis buku Kimia Lingkungan, monografi Resistensi Nyamuk *Aedes aegypti* Terhadap Cypermethrin, Pengantar Kesehatan Lingkungan, Toksikologi Lingkungan dan Industri, Status Resistensi *Aedes aegypti* Terhadap Insektisida Dalam Pengendalian Vektor Penyakit Demam Berdarah dan telah menerbitkan artikel ilmiah di jurnal internasional dan jurnal nasional di Indonesia. Sebagai reviewer jurnal nasional. Beliau dapat dihubungi via email : demes@poltekkesdepkes-sby.ac.id



Marlik



Adalah Dosen Program Studi Sanitasi Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Surabaya, Jawa Timur Indonesia. Latar belakang penulis adalah Sarjana Statistika, dan Magister Statistika. Dia sebagai penulis monograf Resistensi Nyamuk *Aedes aegypti* Terhadap Cypermethrin dan penulis telah menerbitkan artikel ilmiah di jurnal internasional dan jurnal nasional di Indonesia. Sebagai review artikel di jurnal Gema Lingkungan Kesehatan. Dia dapat dihubungi melalui email : marlik@poltekkesdepkes-sby.ac.id



Slamet Wardoyo, SST, M. Kes lahir 08 Juli 1991 di Kubu Raya, Kalimantan Bara. Saat ini bekerja sebagai Pranata Laboratorium Pendidikan di Poltekkes Kemenkes Surabaya, di mana berperan penting dalam mendukung kegiatan riset dan pengembangan pendidikan. Dengan pengalaman luas di bidang laboratorium, Beliau aktif terlibat dalam penelitian ilmiah yang berfokus pada kesehatan lingkungan, pengembangan biolarvisida, serta pemanfaatan bahan alami untuk kesehatan masyarakat. Selain itu, juga memiliki rekam jejak yang kuat dalam publikasi ilmiah, berkontribusi pada berbagai jurnal akademik dan Pengelolaan Jurnal Ilmiah. Memiliki komitmen terhadap pendidikan dan penelitian telah membawa dampak signifikan dalam meningkatkan pengetahuan ilmiah dan penerapan praktis di lapangan.



Avita Amalina, S.Tr.Keb., M.Kes.



Lahir di Lumajang tanggal 27 Mei 1997, dosen Program Studi Sanitasi, Jurusan Kesehatan Lingkungan, Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Surabaya, Jawa Timur, Indonesia. Latar belakang penulis adalah Sarjana Terapan Kebidanan, dan Magister Ilmu Kesehatan Masyarakat. Beliau dapat dihubungi via email : avita.amalina@gmail.com