



# PERENCANAAN PENGAMANAN SANITASI (SSP)

Langkah-langkah manajemen risiko untuk pengelolaan sistem sanitasi yang aman



# PERENCANAAN PENGAMANAN SANITASI (SSP)

Langkah-langkah manajemen risiko untuk pengelolaan sistem sanitasi yang aman

Perencanaan pengamanan sanitasi: Langkah-langkah manajemen risiko untuk pengelolaan sistem sanitasi yang aman

Publikasi ini merupakan pembaruan dari dokumen yang diterbitkan pada tahun 2015 berjudul "Perencanaan pengamanan sanitasi: panduan penggunaan dan pembuangan air limbah, limbah nonkaku (*greywater*), dan tinja yang aman". ISBN 978-92-4-006288-7 (versi elektronik)

ISBN 978-92-4-006289-4 (versi cetak)

© World Health Organization 2022

Sejumlah hak cipta dilindungi undang-undang. Karya ini tersedia di bawah lisensi Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 IGO (CC BY-NC-SA 3.0 IGO; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo>).

Berdasarkan ketentuan lisensi ini, Anda dapat menyalin, mendistribusikan ulang, dan mengadaptasi karya untuk tujuan non-komersial, asalkan karya tersebut dikutip dengan tepat, seperti yang ditunjukkan di bawah ini. Dalam setiap penggunaan karya ini, seharusnya tidak ada pemahaman bahwa WHO mendukung organisasi, produk, atau layanan tertentu. Penggunaan logo WHO tidak diizinkan. Jika Anda mengadaptasi karya tersebut, maka Anda harus melisensikan karya Anda di bawah lisensi Creative Commons yang sama atau setara. Jika Anda membuat terjemahan dari karya ini, Anda harus menambahkan penafian berikut bersama dengan kutipan yang disarankan: "Terjemahan ini tidak dibuat oleh World Health Organization (WHO). WHO tidak bertanggung jawab atas isi atau keakuratan terjemahan ini. Edisi bahasa Inggris asli akan menjadi edisi yang mengikat dan otentik".

Setiap mediasi yang berkaitan dengan sengketa yang timbul berdasarkan lisensi harus dilakukan sesuai dengan aturan mediasi World Intellectual Property Organization (<http://www.wipo.int/amc/en/mediation/rules/>).

Kutipan yang disarankan. Perencanaan pengamanan sanitasi: Langkah-langkah manajemen risiko untuk sistem sanitasi yang dikelola dengan aman. Jenewa: World Health Organization; 2022. Lisensi: [CC BY-NC-SA 3.0 IGO](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo).

Data Katalogisasi dalam Publikasi (CIP). Data CIP tersedia di <http://apps.who.int/iris>.

Penjualan, hak, dan lisensi. Untuk membeli publikasi WHO, lihat <http://apps.who.int/bookorders>. Untuk mengirimkan permintaan penggunaan komersial dan pertanyaan tentang hak dan lisensi, lihat <https://www.who.int/copyright>.

**Materi pihak ketiga.** Jika Anda ingin menggunakan kembali materi dari karya ini yang dikaitkan dengan pihak ketiga, seperti tabel, gambar, atau gambar, Anda bertanggung jawab untuk menentukan apakah izin diperlukan untuk penggunaan kembali tersebut dan untuk mendapatkan izin dari pemegang hak cipta. Risiko klaim akibat pelanggaran komponen milik pihak ketiga dalam karya sepenuhnya berada pada pengguna.

**Penafian umum.** Penunjukan yang digunakan dan penyajian materi dalam publikasi ini tidak menyiratkan ekspresi pendapat apa pun dari pihak WHO mengenai status hukum negara, wilayah, kota atau wilayah atau otoritasnya, atau mengenai penetapan batas atau batas-batasnya. Garis putus-putus dan putus-putus pada peta mewakili perkiraan garis batas yang mungkin belum ada kesepakatan penuh.

Penyebutan perusahaan tertentu atau produk produsen tertentu tidak menyiratkan bahwa mereka didukung atau direkomendasikan oleh WHO dalam preferensi kepada orang lain yang sifatnya serupa yang tidak disebutkan. Kesalahan dan kelalaian dikecualikan, nama-nama produk paten dibedakan dengan huruf kapital awal.

Semua tindakan pencegahan yang wajar telah diambil oleh WHO untuk memverifikasi informasi yang terkandung dalam publikasi ini. Namun, materi yang dipublikasikan didistribusikan tanpa jaminan apa pun, baik tersurat maupun tersirat. Tanggung jawab untuk interpretasi dan penggunaan materi terletak pada pembaca. Dalam keadaan apa pun WHO tidak bertanggung jawab atas kerusakan yang timbul dari penggunaannya.

Desain oleh L'IV Com Sarl

# DAFTAR ISI

DAFTAR ISI .....	3
UCAPAN TERIMA KASIH .....	8
DAFTAR SINGKATAN .....	11
DAFTAR ISTILAH .....	12
PENGANTAR PERENCANAAN PENGAMANAN SANITASI (SSP) .....	16
Mengapa perencanaan keselamatan sanitasi diperlukan? .....	16
Apa yang dimaksud dengan perencanaan pengamanan sanitasi? .....	16
Menavigasi panduan ini .....	3
Siapa target audiens? .....	4
Bagaimana perencanaan keselamatan sanitasi berkontribusi pada implementasi pedoman WHO?.....	4
Mengapa risiko terkait iklim harus ditangani dalam perencanaan keselamatan sanitasi? .....	5
Apa yang dibutuhkan untuk perencanaan keselamatan sanitasi? .....	6
<b>MENYIAPKAN PERENCANAAN PENGAMANAN SANITASI .....</b>	<b>7</b>
MEMPERSIAPKAN PERENCANAAN KESELAMATAN SANITASI .....	7
Gambaran Umum .....	8
1.1 Menentukan area SSP dan organisasi utama ( <i>Lead Organization</i> ) .....	9
1.2 Membentuk tim SSP .....	10

Daftar periksa masalah yang perlu dipertimbangkan saat mengidentifikasi tim SSP.....	11
1.3 Menetapkan prioritas SSP .....	15
Cara menggunakan diagram alir ekskreta untuk mengidentifikasi prioritas SSP .....	16
Cara menggunakan SaniPath untuk mengidentifikasi prioritas SSP .....	17
MENGGAMBARAKAN SISTEM SANITASI .....	18
MENGGAMBARAKAN SISTEM SANITASI.....	19
Gambaran Umum .....	19
2.1 Memetakan sistem .....	21
Daftar periksa masalah yang perlu dipertimbangkan saat menyusun peta sistem .....	22
2.2 Mengkarakterisasi aliran sistem.....	25
Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan saat mengkarakterisasi aliran sistem.....	26
2.3 Mengidentifikasi kelompok terpapar .....	28
Kategori kelompok terpapar .....	28
2.4 Mengumpulkan informasi pendukung .....	30
Menyusun informasi pendukung untuk deskripsi sistem .....	31
Mengumpulkan informasi bahaya mikroba .....	32
Mengumpulkan informasi bahaya kimia .....	33
Mengumpulkan informasi bahaya fisik.....	34
Mengumpulkan informasi iklim utama.....	34
2.5 Mengonfirmasi deskripsi sistem .....	35
MENGIDENTIFIKASI KEJADIAN BAHAYA SERTA MENILAI TINDAKAN PENGENDALIAN DAN RISIKO PAPARAN YANG ADA .....	37

3.1 Mengidentifikasi bahaya dan kejadian bahaya .....	39
Gambaran Umum .....	39
Cara menggambarkan bahaya dan contoh jenis bahaya yang khas dalam sistem sanitasi .....	40
.....	42
Kejadian bahaya yang disebabkan oleh bahan kimia berbahaya .....	43
Efek perubahan iklim utama dan kejadian bahaya yang dihasilkan.....	45
3.2 Mengidentifikasi dan menilai langkah-langkah pengendalian yang sudah ada .....	47
Pertanyaan yang disarankan untuk memvalidasi efektivitas praktik tindakan pengendalian yang ada .....	49
3.3 Menilai dan memprioritaskan risiko paparan .....	50
Persyaratan data untuk pendekatan penilaian risiko.....	51
Penilaian risiko untuk perubahan iklim dan variabilitas iklim .....	59
MENGEMBANGKAN DAN MENERAPKAN RENCANA PENINGKATAN BERTAHAP.....	60
Gambaran Umum .....	61
4.1 Mempertimbangkan opsi untuk mengendalikan risiko yang teridentifikasi .....	63
Opsi mekanisme pengaturan untuk rantai layanan sanitasi .....	64
Contoh tindakan teknis peningkatan bertahap .....	65
Prosedur operasional standar.....	66
Rencana tanggap darurat.....	67
Mengurangi risiko bahaya kimia .....	69
Memahami pengurangan log dan Pendekatan <i>Multibarrier</i> .....	70
Contoh opsi adaptasi iklim untuk sistem sanitasi tertentu.....	74

4.2	Menyusun rencana peningkatan bertahap .....	75
4.3	Menerapkan rencana peningkatan .....	76
	MEMANTAU TINDAKAN PENGENDALIAN DAN MEMVERIFIKASI KINERJA .....	77
	Gambaran Umum .....	78
5.1	Menentukan dan menerapkan pemantauan operasional .....	79
	Pemantauan operasional umum di SSP .....	79
5.2	Verifikasi performa sistem .....	82
	Verifikasi Umum di SSP .....	82
	Rekomendasi pemantauan dan verifikasi dalam WHO (2006) .....	82
5.3	Audit sistem .....	84
	Pertanyaan-pertanyaan yang dapat dipertimbangkan untuk audit .....	84
	MENYUSUN PROGRAM PENDUKUNG DAN MENGAJAI ULANG RENCANA .....	85
	Gambaran umum .....	86
6.1	Mengidentifikasi dan melaksanakan program pendukung .....	87
6.2	Mengkaji ulang dan memperbarui keluaran/ <i>output</i> SSP secara berkala .....	88
	DAFTAR PUSTAKA .....	92
	LAMPIRAN 1 .....	96
	Contoh tindakan pengendalian untuk bahaya biologi .....	96
	LAMPIRAN 2 .....	108
	Ringkasan risiko kesehatan mikroba yang terkait dengan penggunaan air limbah untuk irigasi .....	108
	LAMPIRAN 3 .....	109

Bahaya kimia untuk air limbah di pertanian dan akuakultur ..... 109

# UCAPAN TERIMA KASIH

Pendekatan perencanaan pengamanan sanitasi ini disusun dengan mengikuti kerangka Stockholm untuk penilaian dan manajemen risiko preventif dan menggunakan metode dan prosedur analisis bahaya dan titik kontrol kritis (HACCP). Selain itu, panduan ini juga menggabungkan pengalaman penerapan perencanaan pengamanan sanitasi di lebih dari 25 negara di berbagai wilayah dan disusun di bawah bimbingan kelompok penasihat strategis dan melalui proses tinjauan oleh para ahli dan praktisi.

Edisi terbaru ini disiapkan oleh Leonellha Barreto Dillon (Seecon), Sophie Boisson dan Kate Medlicott (*World Health Organization*, dengan kontribusi pada ketahanan iklim dari Juliet Willetts, Jeremy Kohlitz dan Freya Mills (University of Technology Sydney), dan tinjauan teknis oleh Darryl Jackson (konsultan independen), Samuel Fuhrmann, Mirko Winkler, Lena Breitenmoser (Swiss Tropical and Public Health Institute (STPH) dan Julio Moscoso (konsultan independen).

Edisi pertama dokumen ini ditulis bersama oleh Darryl Jackson, Mirko Winkler, Thor-Axel Stenström, dan Kate Medlicott di bawah arahan strategis Bruce Gordon dan Robert Bos dari *World Health Organization* (WHO), dan Profesor Guéladio Cissé dari STPH.

Panduan ini juga disusun bersama dengan model bisnis untuk pemulihan dan penggunaan kembali sumber daya yang aman dalam kemitraan dengan *International Water Management Institute* (IWMI), Swiss TPH, *Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology* (Eawag) dan *Center for Entrepreneurship in Water and Sanitation* (cewas), serta diujicobakan dengan mitra dan otoritas nasional. Kontributor-kontributor yang berperan dalam penulisan panduan tercantum di bawah ini:

Mallik Aradhya  
Karnataka Urban Water Supply and Drainage Board, India

Akiça Bahri  
African Water Facility, Tunisia (pensiun)

Leonellha Barreto Dillon  
cewas, Switzerland

Sophie Boisson  
WHO, Switzerland

Robert Bos  
WHO, Switzerland (pensiun)

Gueladio Cissé  
Swiss TPH, Swiss

Anders Dalsgaard  
University of Copenhagen, Denmark

Pay Drechsel  
IWMI, Sri Lanka

Jennifer De France  
WHO, Swiss

Jonathan Drewry  
Pan American Health Organization (PAHO), Peru

Luca Di Mario  
University of Cambridge, Inggris Raya

Phuc Pam Duc  
Hanoi School of Public Health, Vietnam

Samuel Fuhrmann,  
wiss TPH, Swiss

Bruce Gordon  
WHO, Swiss

Ramakrishna Goud  
St John's Medical College, Karnataka, India

Abdullah Ali Halage  
School of Public Health, Makerere University, Uganda

Johannes Heeb  
cewas, Swiss

Darryl Jackson  
Konsultan independen, Australia

Ghada Kassab  
University of Jordan, Jordan

Bernard Keraita  
University of Copenhagen, Denmark

Avinash Krishnamurthy  
Biome Environmental Trust, Karnataka, India

Jeremy Kohlitz  
Institute for Sustainable Futures, University of Technology Sydney, Australia

M Shashi Kumar  
St. John's Medical College, Karnataka, India

Bonifacio Magtibay  
WHO, Filipina

Duncan Mara  
Leeds University, Inggris Raya (pensiun)

Cristina Martinho  
independent consultant, Portugal

Kate Medlicott  
WHO, Swiss

Freya Mills  
Institute for Sustainable Futures, University of Technology Sydney, Australia

Raquel Mendes  
Konsultan independen, Portugal

Babu Mohammed  
National Water and Sewerage Corporation, Uganda

Teofilo Montiero  
PAHO/ETRAS (Regional Technical Team on Water and Sanitation), Peru

Chris Morger  
Helvetas, Swiss

Julio Moscoso  
Konsultan independen, Peru

Ashley Murray  
formerly Waste Enterprisers, Ghana

Collins Mwesigye  
WHO, Uganda

Ton Tuan Nghia  
WHO, Vietnam

Charles Niwagaba  
Makerere University, Uganda

Miriam Otoo  
IWMI, Sri Lanka

Jonathan Parkinson  
sebelumnya bekerja di International Water Association

Oliver Schmoll  
WHO Regional Office untuk Eropa

Lars Schoebitz  
Eawag, Swiss

Ms Ma. Victoria E Signo  
Baliwag Water District, Filipina

Thor-Axel Stenström  
Durban University of Technology, Afrika Selatan

Linda Strande  
Eawag, Swiss

Marinus van Veenhuizen  
ETC Foundation, Belanda

S Vishwanath  
Biome Environmental Trust, Karnataka, India

Tuan Anh Vuong  
WHO, Vietnam

Juliet Willetts  
Institute for Sustainable Futures, University of Technology Sydney, Australia

Mirko Winkler  
Swiss TPH, Swiss

Christian Zurbrügg  
Eawag, Swiss

# DAFTAR SINGKATAN

<b>DALY</b>	<i>Disability-adjusted life year</i> (tahun hidup yang disesuaikan dengan disabilitas)	<b>WC</b>	Kelompok masyarakat terpapar yang lebih luas
<b>DRR</b>	<i>Disaster risk reduction</i> (pengurangan risiko bencana)	<b>WHO</b>	<i>World Health Organization</i>
<b>F</b>	<i>Farmers exposure group</i> (kelompok petani yang terpapar)	<b>WSP</b>	Rencana pengamanan air minum
<b>HACCP</b>	<i>Hazard analysis and critical control point</i> (analisis bahaya dan titik pengendalian kritis)	<b>WWTP</b>	Instalasi pengolahan air limbah
<b>IPCC</b>	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i> (Panel Antar-Pemerintah untuk Perubahan Iklim)	<b>W</b>	Kelompok pekerja yang terpapar
<b>LC</b>	<i>Local community exposure group</i> (kelompok masyarakat setempat terpapar)		
<b>LRV</b>	<i>Log<sub>10</sub> reduction value</i> (nilai pengurang Log <sub>10</sub> )		
<b>LSM</b>	Lembaga swadaya masyarakat		
<b>QMRA</b>	<i>Quantitative microbial risk assessment</i> (penilaian risiko mikroba kuantitatif)		
<b>SFD</b>	<i>Excreta Flow Diagrams</i> (Diagram Alir Ekskreta)		
<b>S</b>	<i>System flows</i> (alur sistem)		
<b>SOP</b>	Prosedur operasional standar		
<b>SS</b>	<i>Suspended solid</i> (padatan tersuspensi)		
<b>SSP</b>	<i>Sanitation safety planning</i> (perencanaan pengamanan sanitasi)		
<b>TDS</b>	<i>Total dissolved solids</i> (total padatan terlarut)		
<b>TSS</b>	<i>Total suspended solids</i> (total padatan tersuspensi)		
<b>U</b>	Kelompok pengguna yang terpapar		

# DAFTAR ISTILAH

Istilah	Definisi
Budidaya air ( <i>aquaculture</i> )	Pemeliharaan tanaman atau hewan di air ( <i>water farming</i> ).
Perubahan iklim	Perubahan iklim yang dikaitkan secara langsung atau tidak langsung dengan aktivitas manusia dan mengubah komposisi atmosfer global. Perubahan iklim merupakan tambahan dari variabilitas iklim alami yang diamati selama periode waktu yang sebanding (PBB, 1992).
Perencanaan Pengamanan Sanitasi Tahan Iklim	Langkah demi langkah pendekatan berbasis risiko guna membantu penilaian dan manajemen risiko tingkat lokal untuk rantai layanan sanitasi (toilet, penampungan/ <i>containment</i> -penyimpanan/pengolahan, pengangkutan, pengolahan, dan penggunaan akhir atau pembuangan air limbah), dengan mempertimbangkan implikasi variabilitas iklim dan perubahan iklim. Metodologi ini mengidentifikasi peluang untuk meningkatkan proses dan hasil perencanaan keselamatan sanitasi dengan mempertimbangkan penyediaan sanitasi yang aman dalam kondisi masa depan yang berubah-ubah dan peristiwa cuaca ekstrem, seperti kekeringan berkepanjangan dan hujan lebat, yang mungkin menjadi lebih sering dan parah seiring dengan terjadinya perubahan iklim.
Variabilitas iklim	Variasi dalam keadaan rata-rata dan statistik lainnya (misalnya standar deviasi, terjadinya ekstrem) dari iklim pada semua skala spasial dan temporal di luar peristiwa cuaca individu.
Penampungan/ <i>containment</i> -penyimpanan/perawatan	Relevan dengan sistem pengolahan sanitasi non-perpipaan, mengacu pada wadah, biasanya terletak di bawah permukaan tanah, yang terhubung dengan toilet. Beberapa teknologi terkait dengan langkah ini, termasuk tangki septik, jamban kering dan basah, toilet kompos, ruang pengeringan feses ( <i>dehydration vault</i> ) dan tangki penyimpanan urin, serta teknologi penampungan/ <i>containment</i> dan penyimpanan tanpa pengolahan, seperti tangki yang sepenuhnya dilapisi dan sanitasi berbasis kontainer.
Tindakan pengendalian	Setiap tindakan dan kegiatan (atau penghambat) yang dapat digunakan untuk mencegah atau menghilangkan bahaya terkait sanitasi atau menguranginya hingga ke tingkat yang dapat diterima
Pengangkutan ( <i>conveyance</i> )	Pengangkutan produk baik dari toilet atau langkah penampungan ke langkah pengolahan rantai layanan sanitasi, misalnya, ketika teknologi berbasis perpipaan mengangkut air limbah dari toilet ke instalasi pengolahan air limbah. Teknologi ini mencakup saluran limbah dengan gravitasi konvensional, saluran dengan lubang kecil dan saluran yang disederhanakan, serta pengosongan dan pengangkutan baik dengan menggunakan tenaga manusia dan maupun kendaraan/alat bermotor.
Tahun hidup yang disesuaikan dengan disabilitas (DALY)	Metrik populasi tahun kehidupan yang hilang karena penyakit, sebagai akibat dari morbiditas dan mortalitas.
Vektor penyakit	Agen hidup (misalnya, nyamuk, tikus) yang membawa penyakit dari satu hewan atau manusia ke hewan lain.
Penggunaan akhir /pembuangan	Metode ketika produk akhir dikembalikan ke lingkungan sebagai bahan berisiko rendah atau digunakan dalam pemulihan sumber daya. Metode ini mencakup aplikasi kompos untuk penyuburan tanah; penggunaan air untuk irigasi dan akuakultur; pembangkit energi melalui insinerasi; dan produksi bahan bakar padat (pelet, briket, bubuk yang dibakar untuk bahan bakar), bahan bangunan, dan pakan ternak. Juga termasuk teknologi pembuangan seperti lubang rendaman, lahan lindi, dan air permukaan, dan resapan air tanah.
<i>Escherichia</i> ( <i>E.coli</i> )	Bakteri yang ditemukan di usus. Bakteri ini digunakan sebagai indikator kontaminasi feses dalam air.
Ekskreta	Kotoran dan urin. <i>Lihat juga</i> lumpur feses, lumpur tinja, dan <i>nightsoil</i> .
Paparan	Kontak agen kimia, fisik atau biologis dengan batas luar suatu organisme (misalnya melalui inhalasi, konsumsi atau kontak dermal [kulit]).

Istilah	Definisi
Rute paparan	Jalur atau rute yang membuat seseorang terkena bahaya.
Lumpur feses	Lumpur dengan konsistensi variabel yang dikumpulkan dari sistem sanitasi di tempat, seperti jamban, toilet umum yang tidak dihubungkan dengan saluran, tangki septik, dan <i>aqua privies</i> ( <i>toilet atau tempat pembuangan limbah yang menggunakan air untuk membilas kotoran</i> ). <i>Septage</i> , lumpur tinja yang dikumpulkan dari tangki septik, termasuk dalam istilah ini. Lihat juga ekskreta, <i>nightsoil</i> .
Greywater	Air dari dapur, bak mandi atau cucian, yang, umumnya, tidak mengandung konsentrasi kotoran yang signifikan.
Bahaya	Konstituen biologis, kimia atau fisik yang dapat membahayakan kesehatan manusia.
Kejadian bahaya	Suatu peristiwa ketika orang terkena bahaya dalam sistem sanitasi yang mungkin mencakup insiden atau situasi yang: <ul style="list-style-type: none"> <li>• memasukkan atau melepaskan bahaya terhadap lingkungan tempat manusia tinggal atau bekerja;</li> <li>• memperkuat konsentrasi bahaya; atau</li> <li>• gagal menghilangkan bahaya dari lingkungan manusia.</li> </ul>
Target berbasis kesehatan	Tingkat perlindungan kesehatan yang ditentukan untuk paparan tertentu. Target ini dapat didasarkan pada ukuran penyakit, atau tidak adanya penyakit spesifik yang terkait dengan paparan itu. Dalam WHO 2006 <i>Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater in agriculture and aquaculture</i> , target berbasis kesehatan yang direkomendasikan adalah $10^{-6}$ DALYs per orang per tahun.
Cacing	Berbagai organisme yang termasuk dalam kelompok cacing parasit usus: trematoda (cacing pipih, juga dikenal sebagai <i>flukes</i> ; misalnya <i>Schistosoma</i> ), nematoda (cacing gelang; misalnya <i>Ascaris</i> , <i>Trichuris</i> , cacing tambang manusia) dan cestodes (cacing pita; misalnya <i>Taenia solium</i> , "cacing pita babi").
Tanaman tinggi	Tanaman yang tumbuh di atas tanah dan bagian pohon biasanya tidak menyentuh tanah (misal sebagian besar tanaman buah).
Pertanian yang sangat mekanis	Praktik pertanian di mana pekerja pertanian biasanya membajak, menabur dan memanen menggunakan traktor dan peralatan terkait, dan dapat diharapkan untuk memakai sarung tangan ketika bekerja di sawah beririgasi. Pertanian ini mewakili kondisi paparan di negara-negara industri.
Infeksi	Masuknya dan berkembangnya atau penggantian agen infeksi pada inang. Infeksi mungkin, atau tidak mungkin menyebabkan, atau tidak menyebabkan, munculnya gejala penyakit (misalnya diare). Infeksi dapat diukur dengan mendeteksi agen infeksi di ekskreta atau area koloni, atau melalui pengukuran respons imun inang (yaitu adanya antibodi terhadap agen yang menginfeksi).
Inang perantara	Inang ditempati oleh parasit yang belum dewasa sebelum masuk ke inang definitifnya dan merupakan tempat reproduksi aseksual sering terjadi. Misalnya, spesies siput tertentu adalah inang perantara untuk <i>Schistosoma</i> , yaitu cacing pipih parasit yang menyebabkan schistosomiasis.
Pertanian padat karya	Praktik pertanian khas di negara-negara berkembang yang menempatkan orang dalam kontak dekat dengan tanah, air, dan hasil bumi.
Organisasi utama	Organisasi atau lembaga yang memimpin dalam proses perencanaan pengamanan sanitasi.
Tanaman daun	Tanaman yang bagian daunnya dipanen dan dimakan mentah atau dimasak (misalnya selada, seledri, bayam, salad hijau).
Irigasi lokal	Teknologi aplikasi irigasi yang menerapkan air langsung ke tanaman, baik melalui irigasi tetes atau irigasi pemancar gelembung) Umumnya sistem irigasi lokal menggunakan lebih sedikit air sehingga mengurangi kontaminasi tanaman dan mengurangi kontak manusia dengan air irigasi.

Term	Definition
Pengurangan log	Efisiensi pengurangan organisme: 1 unit log = 90%; 2 unit log = 99%; 3 unit log = 99,9%; dan sebagainya.
Tanaman rendah	Tanaman yang tumbuh di bawah, atau tepat di atas tanah tetapi sebagian pohonnya berkontak dengan, tanah (misalnya wortel, selada, tomat atau paprika, tergantung pada kondisi pertumbuhan).
<i>Night soil</i>	Kotoran yang tidak diolah dan diangkut tanpa air (misalnya dengan menggunakan wadah atau ember).
Pemantauan operasional	Tindakan urutan pengamatan yang direncanakan atau pengukuran parameter kontrol guna menilai apakah tindakan pengendalian telah beroperasi dalam spesifikasi yang telah dirancang sebelumnya (misalnya kekeruhan pengolahan air limbah). Penekanan diberikan pada parameter pemantauan yang dapat diukur dengan cepat dan mudah dan yang dapat menunjukkan apakah suatu proses berfungsi dengan baik. Data pemantauan operasional harus membantu manajer untuk melakukan koreksi yang dapat mencegah masuknya bahaya.
Patogen	Organisme penyebab penyakit (misalnya bakteri, cacing, protozoa, virus).
Penilaian risiko mikroba kuantitatif (QMRA)	Metode untuk menilai risiko dari bahaya tertentu melalui jalur paparan yang berbeda. QMRA memiliki empat komponen: identifikasi bahaya, penilaian paparan, penilaian dosis-respons, dan karakterisasi risiko.
Irigasi terbatas	Penggunaan air limbah untuk menanam tanaman yang tidak dimakan mentah oleh manusia, tetapi dimasak sebelum dimakan (misalnya kentang).
Risiko	Kemungkinan dan konsekuensi bahwa sesuatu dengan dampak negatif akan terjadi.
Tanaman umbi-umbian	Tanaman yang bagian akar tanamannya dapat dimakan (misalnya wortel, kentang, bawang, bit).
Sistem sanitasi aman	Sebuah sistem yang dirancang dan digunakan untuk memisahkan kotoran manusia dari kontak manusia di semua langkah rantai layanan sanitasi, dari penampungan di toilet dan penyimpanan kotoran melalui pengosongan, transportasi, pengolahan (langsung di tempat atau dibawa ke tempat lain), dan pembuangan atau penggunaan akhir. Sistem sanitasi aman harus memenuhi persyaratan ini dengan menggunakan cara yang konsisten dengan hak asasi manusia seraya menangani pembuangan bersama <i>greywater</i> , praktik kebersihan terkait, dan layanan-layanan penting yang diperlukan untuk berfungsinya teknologi.
Inspeksi sanitasi	Inspeksi di lokasi oleh individu yang memenuhi syarat system sanitasi, biasanya mencakup inspeksi toilet dan langkah-langkah penampungan, kesalahan sistem, dan bahaya yang menimbulkan risiko kesehatan bagi pengguna dan masyarakat setempat. Inspeksi sanitasi mencakup identifikasi langkah-langkah perbaikan yang harus dilakukan oleh rumah tangga penyedia layanan.
Surveilans sanitasi	Program surveilans, sering menggabungkan inspeksi sanitasi, yang memberikan penilaian kesehatan masyarakat yang berkelanjutan dan waspada terhadap pengamanan dan keberterimaan sistem sanitasi.
Sanitasi	Akses ke, dan penggunaan, fasilitas dan layanan untuk pembuangan urin dan feses manusia dengan aman.
Rantai layanan sanitasi	Semua komponen dan proses yang terdiri dari sistem sanitasi, mulai dari pengumpulan dan penampungan toilet melalui pengosongan, transportasi, pengolahan (di lokasi atau di luar lokasi), dan pembuangan akhir, atau penggunaan akhir.
Penyedia layanan sanitasi	Penyedia layanan dapat berupa perusahaan swasta, utilitas milik pemerintah atau swasta, dinas pemerintah daerah, atau (dalam banyak kasus) kombinasi dari semua komponen tersebut. Penyedia layanan sanitasi berkisar dari usaha kecil yang menawarkan pasokan perangkat keras, konstruksi toilet atau pembuangan lumpur tinja, hingga operator saluran pembuangan limbah atau pabrik pengolahan lumpur tinja, dan perusahaan teknik yang merancang dan membangun pekerjaan pengolahan (misalnya untuk memastikan bahwa produk dan layanan yang ditawarkan tidak menimbulkan risiko kesehatan).

Term	Definition
Langkah sanitasi	Unsur atau balok pembangun sistem perencanaan pengamanan sanitasi untuk membantu menganalisis sistem sanitasi. Biasanya, unsur-unsur ini dapat terdiri dari toilet, penampungan-penyimpanan/pengolahan, alat angkut, pengolahan, dan penggunaan akhir/pembuangan.
Sistem sanitasi	Rantai layanan sanitasi gabungan dari limbah yang timbul hingga penggunaan akhir dan pembuangan.
Lumpur tinja	Lihat lumpur feses
Keparahan	Tingkat dampak pada kesehatan jika keadaan bahaya terjadi.
Area perencanaan pengamanan sanitasi (SSP)	Area tempat SSP dilakukan.
Penilaian sistem perencanaan pengamanan sanitasi (SSP)	Penilaian bahaya dan risiko dalam sistem SSP.
Toilet	Antarmuka pengguna dengan sistem sanitasi, di mana kotoran ditampung. Dapat menggabungkan semua jenis toilet jongkok atau jamban, toilet duduk, wadah (pan) atau urinoir. Ada beberapa jenis toilet, misalnya, <i>pour and cistern-flush toilet (toilet yang dilengkapi dengan bak penyimpanan air yang dapat diisi kembali)</i> , toilet kering, dan toilet pengalih urin.
Risiko kesehatan yang dapat ditoleransi	Tingkat risiko kesehatan yang ditentukan dari paparan atau penyakit tertentu yang dapat ditoleransi oleh masyarakat. Ukuran ini digunakan untuk menetapkan target berbasis kesehatan
Pengolahan	Proses yang mengubah karakteristik fisik, kimia dan biologi, atau komposisi lumpur tinja atau air limbah sehingga diubah menjadi produk yang aman untuk penggunaan akhir atau pembuangan. Termasuk di dalamnya teknologi untuk penampungan-penyimpanan/pengolahan air limbah dan lumpur tinja di lokasi ( <i>on-site</i> ), teknologi untuk pengolahan air limbah (mengandung satu atau lebih <i>blackwater, brownwater, greywater</i> , atau limbah) di luar lokasi ( <i>off-site</i> ) dan teknologi untuk pengolahan lumpur <i>off-site</i> .
Irigasi tidak terbatas	Penggunaan air limbah yang diolah untuk menanam tanaman yang biasanya dimakan mentah.
Validasi	Membuktikan bahwa sistem dan komponen individual mampu memenuhi target yang ditentukan (yaitu target pengurangan mikroba). Validasi harus menjadi bagian dari dokumentasi ketika sistem baru dikembangkan, proses baru ditambahkan, atau informasi baru (misalnya proyeksi iklim) diperoleh yang dapat mempengaruhi kinerja tindakan pengendalian.
Penyakit tular vektor	Penyakit (misalnya malaria, leishmaniasis) yang dapat ditularkan dari manusia ke manusia melalui vektor serangga (misalnya nyamuk, lalat).
Verifikasi	Penerapan metode, prosedur, pengujian dan evaluasi lainnya, selain yang digunakan dalam pemantauan operasional, untuk menentukan kepatuhan terhadap parameter desain sistem dan apakah sistem memenuhi persyaratan yang ditentukan (misalnya pengujian kualitas mikroba air untuk E.coli atau telur cacing, analisis mikroba atau kimia tanaman irigasi).
Kolam stabilisasi limbah	Cekungan dangkal yang menggunakan faktor alam seperti sinar matahari, suhu, sedimentasi, dan biodegradasi untuk mengolah air limbah atau lumpur tinja. Sistem pengolahan kolam stabilisasi limbah biasanya terdiri dari kolam anaerobik, fakultatif dan pematangan yang dihubungkan secara seri.

# PENGANTAR PERENCANAAN PENGAMANAN SANITASI (SSP)

## Mengapa perencanaan keselamatan sanitasi diperlukan?

Perencanaan pengaman sanitasi (*Sanitation safety Planning*, SSP) mendukung implementasi *Guidelines on sanitation and health* dari *World Health Organization* (WHO) tentang sanitasi dan kesehatan (WHO, 2018) di tingkat otoritas lokal. SSP adalah pendekatan yang direkomendasikan oleh WHO untuk peningkatan bertahap yang mengarah ke layanan sanitasi yang dikelola dengan aman untuk semua.

Tujuan mendasar dari sistem sanitasi adalah untuk melindungi kesehatan masyarakat. Namun, intervensi sanitasi tidak selalu meningkatkan kesehatan secara berkelanjutan seperti yang telah diantisipasi yang terutama disebabkan oleh perpaduan teknologi, perubahan perilaku, dan pendekatan manajemen yang digunakan dalam intervensi yang tidak secara sistematis mengatasi penularan penyakit yang relevan secara lokal. Beban penyakit ini sering menimpa orang-orang termiskin di masyarakat dan daerah yang paling terpengaruh perubahan iklim. Sering kali, analisis risiko lokal tidak memadai dan manajemen sistem berkelanjutan yang diperlukan untuk mempertahankan layanan yang aman tidak tersedia.

Investasi besar, tetapi hemat biaya, diperlukan untuk mencapai layanan sanitasi yang dikelola dengan aman. Target kesehatan lainnya, seperti pengendalian kolera dan penyakit diare lainnya, penyakit tropis yang terabaikan, dan resistensi antimikroba, sangat bergantung pada layanan tersebut. Demikian pula, target pekerjaan yang layak dan ekonomi sirkular bergantung pada pengelolaan bahaya yang berasal dari sistem sanitasi bagi pekerja dan lingkungan.

Untuk mencapai layanan yang dikelola secara aman dengan menggunakan satu intervensi saja bisa menjadi tantangan, terutama di daerah perkotaan. Oleh karena itu, investasi diperlukan untuk peningkatan bertahap dengan dampak terbesar bagi kebanyakan orang, yang dilakukan secara bersamaan dengan pengelolaan layanan yang sudah ada dengan baik untuk mengurangi risiko dan mencegah kemunduran.

## Apa yang dimaksud dengan perencanaan pengaman sanitasi?

SSP adalah alat manajemen berbasis risiko untuk sistem sanitasi yang:

- membantu mengidentifikasi dan memprioritaskan risiko kesehatan secara sistematis di sepanjang rantai sanitasi, yaitu, toilet, penampungan-penyimpanan/ pengolahan, pengangkutan, pengolahan, dan penggunaan akhir, atau pembuangan;
- memandu manajemen dan investasi dalam sistem sanitasi sesuai risiko;
- mengidentifikasi prioritas pemantauan operasional dan mekanisme pengawasan peraturan yang menargetkan risiko tertinggi; dan
- memberikan jaminan kepada pihak berwenang dan masyarakat terkait keamanan produk dan layanan terkait sanitasi.

Pembaruan utama dalam edisi *perencanaan pengaman sanitasi* ini meliputi:

- penyederhanaan proses SSP;
- reorientasi untuk mendukung rekomendasi penilaian dan manajemen risiko tingkat lokal dalam Pedoman WHO tentang *sanitasi dan kesehatan*, yang mencakup semua langkah rantai sanitasi, dengan atau tanpa penggunaan akhir yang aman; dan
- penyertaan risiko iklim.



Edisi ini memberikan informasi yang lebih mendalam untuk memperkuat ketahanan iklim, termasuk identifikasi risiko terkait iklim (seperti yang disebabkan oleh kelangkaan air, kenaikan permukaan laut dan peristiwa cuaca ekstrem), serta opsi manajemen dan pemantauan terkait (Kohlitz, 2019). Manajemen proaktif sangat penting bagi SSP. Pertimbangan dampak iklim akan meningkatkan kesiapan otoritas lokal untuk masa depan yang tidak pasti. Prinsip-prinsip ini juga berlaku untuk guncangan dan keadaan darurat lainnya di masa depan, seperti bencana, epidemi, dan pandemi.

SSP menyediakan struktur koordinasi untuk menyatukan para aktor di sepanjang rantai layanan sanitasi untuk mengidentifikasi risiko dan menyepakati peningkatan dan pemantauan rutin. Pendekatan ini memastikan bahwa pengendalian dan investasi menargetkan risiko kesehatan terbesar dan menekankan peningkatan bertahap dari waktu ke waktu. SSP berlaku dalam pengaturan sumber daya tinggi dan rendah. Pendekatan ini dapat digunakan pada tahap perencanaan untuk skema baru dan untuk meningkatkan kinerja sistem yang ada. Metodologi dan instrumen dalam panduan SSP ini dapat diterapkan untuk semua sistem sanitasi (misalnya sistem perpipaan, sistem tanpa perpipaan terdesentralisasi). Idealnya, SSP mencakup semua jenis layanan dalam wilayah administratif.

SSP menggarisbawahi peran sektor kesehatan dalam sanitasi dan membantu membawa perspektif kesehatan manusia ke sanitasi, serta mendukung peran pemerintah daerah, perumahan, teknik sanitasi, dan sektor pertanian.

SSP melengkapi pendekatan perencanaan pengamanan air (Rencana Pengamanan Air Minum, RPAM). Baik SSP dan RPAM didasarkan pada Kerangka Stockholm untuk penilaian risiko, pencegahan, dan pengelolaan penyakit terkait air. Kedua metodologi tersebut menggunakan metode dan prosedur analisis bahaya dan titik kontrol kritis (*Hazard Analysis and Critical Control Points*, HACCP).

#### KOTAK 1. Keterkaitan antara perencanaan pengamanan sanitasi dan rencana pengamanan air minum

Pengelolaan sanitasi yang buruk dapat berdampak besar pada kualitas air minum, terutama yang berkaitan dengan perlindungan sumber air di daerah tangkapan air minum. Rencana pengamanan air minum (RPAM) adalah alat manajemen berbasis risiko untuk sistem pasokan air yang membantu manajer pasokan air dalam menilai sumber kontaminasi dan memprioritaskan risiko kesehatan masyarakat dari tangkapan ke konsumen.

SSP melengkapi RPAM, dan dapat diterapkan secara paralel dengan implementasi RPAM. SSP dapat mendukung pengelolaan risiko terkait sanitasi di seluruh rantai pasok air minum, termasuk di:

- tingkat tangkapan air (misalnya tangki septik bocor yang mencemari sumber air tanah)
- tingkat pengolahan (misalnya sistem desinfeksi terganggu karena kandungan patogen yang tinggi dalam air baku)
- tingkat distribusi (misalnya saluran pembuangan terbuka yang meluap ke katup udara jaringan selama peristiwa banjir)
- tingkat pengguna (misalnya buang air besar sembarangan yang mengakibatkan bahan feces di sekitar jamban umum yang mencemari tempat penampungan).

RPAM, seperti SSP, menyediakan kerangka kerja yang kuat untuk mengelola ancaman saat ini dan masa depan dari variabilitas dan perubahan iklim serta dapat membangun ketahanan terhadap peristiwa yang tidak terduga dan ketidakpastian di masa depan.

Jika kedua pendekatan tersebut diterapkan dalam pengaturan tertentu, Tim RPAM dan Tim SSP harus dianggap sebagai pemangku kepentingan penting dalam proses masing-masing. Dalam konteks tertentu, pertimbangan dapat diberikan untuk melaksanakan perencanaan keselamatan air dan sanitasi secara terpadu. Untuk informasi lebih lanjut, lihat <https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/water-sanitation-and-health/water-safety-and-quality/water-safety-planning>

# Menavigasi panduan ini

Panduan ini menyajikan proses SSP dalam enam modul (Gbr. 1) yang didukung oleh catatan panduan, contoh, dan instrumen serta contoh kerja yang lengkap.

## Panduan langkah demi langkah

**Modul 1** menjawab pertanyaan Di mana SSP harus dilakukan? Siapa yang harus terlibat dan apa peran mereka? Area SSP dan prioritas SSP dari sistem sanitasi ditentukan, bersama dengan keanggotaan tim SSP.

**Modul 2** menjawab pertanyaan Bagaimana cara kerja rantai layanan sanitasi? Siapa yang berisiko? Jawaban ini menghasilkan deskripsi lengkap tentang sistem sanitasi.

**Modul 3** menjawab pertanyaan Apa yang mungkin salah? Apa langkah-langkah pengendalian yang sudah ada dan seberapa efektif langkah-langkah tersebut? Seberapa signifikan risikonya? Dalam modul ini, tim SSP mengidentifikasi bahaya dan kejadian berbahaya, termasuk bahaya terkait iklim. Mereka kemudian melakukan penilaian risiko kesehatan yang memprioritaskan risiko tertinggi.

**Modul 4** menjawab pertanyaan Apa yang perlu ditingkatkan dan bagaimana? Langkah-langkah peningkatan yang mengatasi risiko tertinggi dipilih dan diatur dalam rencana peningkatan bertahap.

**Modul 5** menjawab pertanyaan: Apakah sistem sanitasi beroperasi sebagaimana yang diharapkan? Apakah sistem efektif? Dengan demikian, rencana pemantauan operasional dan rencana verifikasi disiapkan.

**Modul 6** menjawab pertanyaan Bagaimana seharusnya SSP didukung? Bagaimana kita bisa beradaptasi dengan perubahan? Tim SSP mengidentifikasi program pendukung utama, serta merencanakan peninjauan dan pembaruan SSP.

Gambar 1. Modul perencanaan keselamatan sanitasi



## Catatan panduan dan contoh

Berisi informasi lebih lanjut tentang konsep-konsep kunci dan penerapannya dalam contoh dan kasus dunia nyata untuk setiap modul



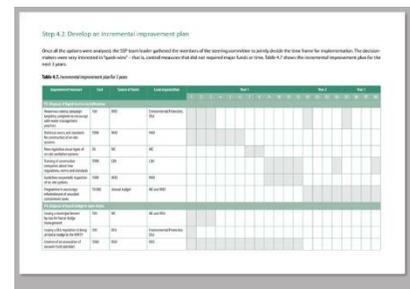
## Instrumen

Memulai SSP pertama secara cepat untuk dengan menggunakan templat yang disediakan dengan menyesuikannya dengan konteks lokal Anda.



## Contoh yang berhasil

Contoh kerja lengkap dari awal hingga akhir proses SSP dengan menggunakan instrumen dan dengan penjelasan poin keputusan di sepanjang proses.



## Siapa target audiens?

Panduan SSP ini terutama ditargetkan untuk:

- otoritas lokal, sebagai instrumen untuk mengkoordinasikan, merencanakan peningkatan, dan memantau layanan di wilayah administratifnya;
- penyedia layanan sanitasi, sebagai instrumen untuk mengelola kualitas layanan, dan memberikan jaminan kepada otoritas dan regulator setempat; dan
- Regulator kesehatan masyarakat, sebagai instrumen pengawasan untuk mengidentifikasi dan memverifikasi efektivitas langkah-langkah pengaturan berbasis risiko yang diterapkan pada otoritas lokal dan penyedia layanan.

## Bagaimana perencanaan keselamatan sanitasi berkontribusi pada implementasi pedoman WHO?

Panduan SSP ini memberikan panduan langkah demi langkah untuk implementasi Pedoman WHO 2018 tentang sanitasi dan kesehatan (WHO, 2018) dan Pedoman WHO 2006 yaitu *Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater in agriculture and aquaculture* (WHO, 2006). Panduan ini menawarkan saran praktis untuk menerapkan rekomendasi berikut dalam Pedoman sanitasi dan kesehatan:

- **Rekomendasi 1** - Memastikan akses universal dan penggunaan toilet yang menampung kotoran dengan aman. Panduan ini dapat digunakan untuk merencanakan dan mempromosikan peningkatan berdasarkan pendekatan kemajuan tambahan untuk mencapai akses universal.
- **Rekomendasi 2** - Memastikan akses universal ke sistem yang aman di sepanjang rantai layanan sanitasi. Panduan ini menawarkan penilaian risiko tingkat lokal dan metodologi manajemen untuk memastikan bahwa peningkatan progresif dalam sistem dan layanan sanitasi bersifat spesifik konteks dengan menanggapi kondisi fisik dan kelembagaan lokal. Panduan ini mengusulkan langkah-langkah kesehatan dan keselamatan yang memadai untuk melindungi pekerja sanitasi dari paparan pekerjaan.

- **Rekomendasi 3** - Sanitasi harus ditangani sebagai bagian dari layanan yang diberikan secara lokal dan program serta kebijakan pembangunan yang lebih luas. Panduan ini mengundang pengguna, untuk mempertimbangkan pendekatan *multibarrier* untuk mengatasi semua jalur penularan patogen feses, termasuk pasokan air yang aman, promosi kebersihan dan program pengendalian vektor, serta layanan lokal terkait lainnya sambil memilih langkah-langkah peningkatannya.
- **Rekomendasi 4** - Sektor kesehatan harus memenuhi fungsi intinya untuk memastikan sanitasi aman guna melindungi kesehatan manusia. Panduan ini menunjukkan fungsi-fungsi utama yang harus dilakukan oleh otoritas kesehatan lokal, termasuk penetapan target sesuai dengan pertimbangan kesehatan masyarakat, koordinasi, penetapan standar dan norma, promosi sanitasi, dan pemantauan dalam sistem pengawasan kesehatan.

## Mengapa risiko terkait iklim harus ditangani dalam perencanaan keselamatan sanitasi?

Panduan SSP ini mengintegrasikan pertimbangan variabilitas iklim dan perubahan iklim berdasarkan semakin banyaknya bukti bahwa peristiwa iklim mempengaruhi risiko kesehatan yang terkait dengan sistem sanitasi (lihat Kotak 2).

### KOTAK 2. Iklim, sanitasi, dan kesehatan

Pemanasan global yang terutama didorong oleh emisi gas rumah kaca antropogenik menyebabkan perubahan iklim yang signifikan di seluruh dunia. Sangat mungkin bahwa gelombang panas akan terjadi lebih sering dan berlangsung lebih lama, peristiwa curah hujan ekstrem akan menjadi lebih intens dan sering di banyak wilayah, dan permukaan laut rata-rata global akan terus meningkat (IPCC, 2014a). Di banyak daerah, perubahan curah hujan sudah mempengaruhi kuantitas dan kualitas sumber daya air (IPCC, 2014b). Meskipun ada tingkat ketidakpastian tentang bagaimana iklim, khususnya di tingkat lokal, akan berubah, jelas bahwa perubahan ini menimbulkan risiko signifikan terhadap keberlanjutan sistem sanitasi.

Perubahan variabilitas iklim, peristiwa cuaca ekstrem, dan peristiwa cuaca musiman dapat secara langsung dan tidak langsung memengaruhi sistem sanitasi dengan berbagai cara di sepanjang rantai layanan. Banjir yang menyebabkan unit penampungan meluap, korosi dan genangan infrastruktur pengolahan air limbah dari kenaikan permukaan laut, dan kenaikan suhu yang memungkinkan patogen di saluran air berkembang biak merupakan beberapa dari banyak contoh bagaimana iklim dapat mempengaruhi sanitasi. Meskipun keadaan bahaya terkait iklim selalu ada, perubahan iklim memiliki potensi untuk meningkatkan tingkat keparahan dan kemungkinan risiko kesehatan masyarakat. Kelompok yang kurang beruntung cenderung secara tidak proporsional menanggung beban peningkatan risiko ini.

Proses SSP menyediakan kerangka kerja untuk mengidentifikasi, memprioritaskan dan mengelola risiko terkait iklim dan untuk mengintegrasikan pertimbangan ini ke dalam manajemen, kebijakan, dan pemrograman lokal. Perubahan iklim dipertimbangkan dalam proses penilaian, perencanaan, dan pengelolaan risiko SSP berdasarkan pengetahuan terkini tentang dampak potensial yang diidentifikasi dalam literatur ilmiah, khususnya laporan terbaru Panel Antarpemerintah tentang Perubahan Iklim/*Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, 2021).



## Apa yang dibutuhkan untuk perencanaan keselamatan sanitasi?

Negara membutuhkan fungsi dan kapasitas kelembagaan dan peraturan untuk sistem sanitasi dengan perpipaan dan non-perpipaan. SSP dapat membantu mengidentifikasi dan memperjelas peran dan koordinasi kelembagaan dan mengidentifikasi tindakan prioritas untuk regulasi dan pengembangan kapasitas. Pada akhirnya, lembaga-lembaga dan fungsi-fungsi pengaturan ini mempertahankan implementasi penilaian dan manajemen risiko tingkat lokal. Kerangka kerja SSP harus menyediakan empat fungsi terpisah yang terkait dengan SSP.

- **Pembuatan kebijakan** - penilaian risiko berbasis kesehatan dan pendekatan manajemen sanitasi harus ditangani dalam kebijakan, undang-undang, peraturan, dan standar nasional.
- **Perencanaan lokal** - penilaian risiko berbasis kesehatan tingkat lokal di sepanjang rantai layanan sanitasi harus diwajibkan dengan tujuan memprioritaskan peningkatan dan, dengan demikian, investasi dalam sistem sanitasi.
- **Pengoperasian sistem sanitasi** - penyedia layanan sanitasi harus menerapkan langkah-langkah untuk mengurangi risiko kesehatan, dan mengikuti kriteria dan standar kinerja untuk melindungi kesehatan masyarakat.
- **Pemantauan** - Surveilans SSP harus diawasi oleh otoritas independen.

Sistem sanitasi sering memiliki banyak penyedia layanan di sepanjang rantai layanan sanitasi, terutama untuk layanan non-perpipaan. Kondisi ini mungkin memerlukan diskusi kebijakan yang berkepanjangan untuk mencapai dukungan di seluruh sektor dan kerja sama lintas sektor. Mengintegrasikan pertimbangan perubahan iklim mungkin mengharuskan pihak berwenang yang bertanggung jawab atas meteorologi dan adaptasi iklim dimasukkan ke dalam proses.

Bab 4 ("Memungkinkan pemberian layanan sanitasi yang aman") dari Pedoman WHO tahun 2018: *Guidelines on sanitation and health* (WHO, 2018) menyajikan kerangka kerja untuk intervensi sanitasi, menggambarkan komponen fungsi tata kelola nasional dan lokal, dan tanggung jawab lembaga.

Mengingat sifat kompleks dari perubahan peraturan dan kebijakan, SSP dapat dilakukan untuk menginformasikan dialog kebijakan dengan memberikan panduan praktis tentang penilaian risiko dan manajemen di tingkat lokal. Penilaian SSP seperti pengawasan rutin atau audit harus memastikan manajemen sistem sanitasi berkualitas tinggi yang berkelanjutan dan memberikan umpan balik tentang kinerja.

# MENYIAPKAN PERENCANAAN PENGAMANAN SANITASI

# 1 MODUL

# PENGAMANAN SANITASI

*Dimana SSP harus dilakukan?*

*Siapa yang harus terlibat dan apa peran mereka?*

## LANGKAH

- 1.1 Menentukan area SSP dan organisasi utama
- 1.2 Mengumpulkan tim SSP
- 1.3 Menetapkan prioritas SSP

## Instrumen

Instrumen 1.1. Formulir catatan usulan keanggotaan tim SSP

Instrumen 1.2. Analisis pemangku kepentingan

## KELUARAN/OUTPUT

- Area, kepemimpinan, dan prioritas SSP yang disepakati
- Tim multidisiplin yang mewakili rantai sanitasi untuk pengembangan dan implementasi SSP

## Gambaran Umum

SSP membutuhkan kejelasan tentang area tempat SSP akan diterapkan dan terkait organisasi koordinasi mana yang akan memimpin proses SSP. SSP dapat diimplementasikan oleh otoritas lokal atau dalam operasi penyedia layanan sanitasi seperti utilitas, layanan pengelolaan lumpur tinja atau entitas yang mengolah dan menggunakan limbah tinja yang diolah. Implementasi di seluruh wilayah administrasi oleh otoritas lokal adalah tujuannya. Namun, ketika memulai SSP, sub area tertentu, dan tantangan khusus untuk kesehatan masyarakat dan rantai layanan sanitasi dapat diprioritaskan. Dalam semua kasus, tim perlu diidentifikasi yang mewakili berbagai langkah rantai sanitasi.

**Langkah 1.1 Menentukan area SSP dan organisasi utama** - membantu mendorong dan mempertahankan proses SSP, dan memastikan bahwa ruang lingkungannya dapat dikelola dan dipahami oleh semua pemangku kepentingan.

**Langkah 1.2 Membentuk tim SSP** - memastikan komitmen pemangku kepentingan yang luas untuk merancang dan mengimplementasikan seluruh proses SSP. Ini sangat penting dalam sistem sanitasi, karena tanggung jawab di sepanjang rantai sanitasi jarang dipegang oleh satu organisasi.

**Langkah 1.3 Menetapkan prioritas SSP** - menetapkan tantangan sanitasi prioritas untuk SSP.

Meskipun dipaparkan secara berurutan, pada praktiknya langkah 1.1-1.3 dapat dilaksanakan sebagai proses berulang. Ketua tim SSP dapat mengkaji kembali dan memperbarui area, prioritas, dan keanggotaan tim SSP saat lebih banyak informasi telah tersedia, pemangku kepentingan baru telah diidentifikasi, dan keputusan diambil oleh komite pengarah (lihat bagian 1.2).

## 1.1 Menentukan area SSP dan organisasi utama (*Lead Organization*)

SSP dilakukan dalam wilayah administratif, atau area layanan utilitas sanitasi, atau penyedia layanan.

- Ketika SSP dimulai di kota/kabupaten atau unit administratif lainnya (misalnya RT/RW), area SSP ditentukan berdasarkan area yang dikelola oleh otoritas lokal (lihat contoh 1.1). Dalam hal ini, semua sistem sanitasi yang ada (misalnya sistem saluran pembuangan, *on-site*, desentralisasi) dan semua langkah sanitasi dalam rantai layanan sanitasi (yaitu toilet, penampungan-penyimpanan/pengolahan, pengangkutan, pengolahan, dan penggunaan akhir atau pembuangan) harus dimasukkan. Organisasi utama harus berupa otoritas lokal dengan mandat mengawasi penyediaan layanan sanitasi, karena SSP digunakan sebagai alat untuk mengoordinasikan sanitasi, penyedia layanan, program, dan investasi. Ketua tim harus ditunjuk untuk mendorong proses SSP, yaitu mengidentifikasi, melibatkan, dan mengoordinasikan perwakilan penyedia layanan utama (misalnya tukang bangunan toilet, utilitas sanitasi, penyedia layanan penyedotan) dan pemangku kepentingan lainnya, seperti departemen dan lembaga pemerintah daerah lainnya.

### CONTOH 1.1. Wilayah pinggiran kota di Karnataka, India: Area SSP dan organisasi utama

**Lokasi:** Kota peri-urban di Karnataka, India, populasi sekitar 25.000.

**Area SSP:** Area SSP didefinisikan sebagai wilayah administratif kota. Sistem sanitasi di daerah tersebut mencakup sistem sanitasi di tempat (toilet, tangki septik, penampungan lumpur tinja, dan pembuangan formal dan informal) dan sistem sanitasi di luar lokasi (toilet, sistem saluran pembuangan gabungan - saluran pembuangan terbuka/saluran pembuangan air hujan dan sistem saluran pembuangan - dan penggunaan formal dan informal dari saluran pembuangan gabungan/air dari perpipaan untuk produksi pertanian).

**Organisasi utama:** Departemen kesehatan dewan kota

Sistem sanitasi di bawah tanggung jawabnya dioperasikan dengan aman dan produknya (misalnya air limbah yang diolah, lumpur kering, pupuk) tidak menimbulkan risiko kesehatan selama pembuangan atau penggunaan (lihat contoh 1.2, 1.3 dan 1.4). Area ditentukan oleh operasi penyedia layanan, dan ketua tim diidentifikasi dalam struktur organisasinya.

### CONTOH 1.2. Penyedia layanan air dan sanitasi antarkota di Portugal: area SSP dan organisasi utama

**Lokasi:** Tujuh kotamadya di Portugal dengan total populasi 160 000 dan luas 3300 km<sup>2</sup>. SSP dikembangkan untuk sistem air limbah perusahaan antarkota yang bertanggung jawab atas pasokan air dan sistem sanitasi.

**Area SSP:** Area sistem terdiri dari seluruh infrastruktur air limbah yang dikelola oleh penyedia layanan antar kota, termasuk koneksi rumah tangga ke sistem saluran pembuangan, sistem saluran pembuangan gabungan (*stormwater* dan air limbah), stasiun pompa, instalasi pengolahan air limbah (IPAL), pengolahan lumpur IPAL, pembuangan air limbah yang diolah di badan air dan penggunaan kembali secara tidak langsung di pertanian, dan pembuangan lumpur IPAL yang diolah. Karena beberapa rumah dilayani dengan sistem di tempat (misalnya tangki septik), sistem pengelolaan lumpur tinja, yang dioperasikan oleh penyedia layanan yang sama, juga disertakan.

### CONTOH 1.3. Sistem sanitasi berbasis kontainer (CBS) di daerah padat penduduk di Cap Haiti di Haiti: area dan organisasi utama (SOIL 2019)

**Lokasi:** 1000 rumah tangga di daerah padat penduduk di Cap Haiti di Haiti.

**Area SSP:** Area sistem SSP mencakup semua kegiatan dalam rantai layanan sanitasi rumah tangga bisnis CBS, dan selanjutnya pengolahan dan transformasi limbah yang dikumpulkan oleh layanan sanitasi rumah tangga. Ini termasuk pembangunan toilet, penyediaan layanan untuk rumah tangga di daerah tersebut, transportasi dan pengolahan limbah di lokasi pengomposan yang dikumpulkan melalui layanan rumah tangga, dan penggunaan kembali kompos.

**Organisasi utama:** Perusahaan CBS; seorang petugas program ditunjuk sebagai ketua tim.

#### CONTOH 1.4. Perusahaan yang memproduksi dan mengomersialkan kompos yang diproduksi dengan lumpur tinja dan limbah padat organik

**Area SSP:** Dalam hal ini, hanya langkah-langkah pengolahan dan penggunaan kembali rantai layanan sanitasi yang dimasukkan sebagai bagian dari sistem SSP. SSP dilakukan oleh bisnis ini untuk memastikan bahwa kompos yang dihasilkan dari lumpur tinja dan limbah padat organik aman untuk digunakan kembali di lahan pertanian. Karena perusahaan menerima lumpur tinja dan limbah organik dari pasar dari penyedia layanan lain, area SSP dimulai dengan penerimaan bahan baku (lumpur tinja dan limbah organik) di lokasi perusahaan.

Selain pelakuan, SSP juga mencakup titik penjualan kompos yang dihasilkan dan aplikasi kompos di lapangan.

**Organisasi utama:** Perusahaan swasta yang memproduksi kompos; ketua tim SSP adalah manajer jaminan mutu.

Dalam beberapa kasus, bagian dari kegiatan sanitasi mungkin berada di luar wilayah administratif, atau mandat dari penyedia layanan, misalnya instalasi pengolahan air limbah di daerah perkotaan ditambah dengan penggunaan kembali limbah di lahan pertanian yang terletak di wilayah administrasi yang berbeda dan diawasi oleh otoritas yang berbeda. Dalam hal ini, tim koordinasi yang terdiri dari otoritas yang paling relevan harus dibentuk untuk memimpin proses SSP. Contoh 1.5 menunjukkan area SSP dan organisasi utama dalam sistem yang kompleks.

#### CONTOH 1.5. Sistem pengelolaan air limbah perkotaan dan aplikasi pertanian, Kampala, Uganda: area dan organisasi

**Lokasi:** Kampala, Uganda.

**Area SSP:** Jaringan saluran pembuangan, pabrik pengolahan dan saluran lahan basah Nakivubo, di mana pertanian berlangsung menggunakan limbah pabrik pengolahan sebelum dibuang ke Danau Victoria (yang digunakan sebagai pasokan air minum untuk kota Kampala).

**Organisasi utama (tim koordinasi):** National Water and Sewerage Corporation (perusahaan air yang bertanggung jawab atas penyediaan layanan air dan pembuangan limbah di Uganda), bekerja sama dengan Otoritas Ibu Kota Kampala.

## 1.2 Membentuk tim SSP

### Menunjuk ketua tim SSP

SSP membutuhkan kepemimpinan yang jelas dan aktif untuk berhasil. Seorang ketua tim harus diidentifikasi dan ditunjuk sejak awal yang akan memainkan peran penting dalam mengkomunikasikan tujuan SSP; memobilisasi pemangku kepentingan; dan memimpin pengembangan, implementasi, dan pembaruan SSP. Ketua tim harus memiliki otoritas, keterampilan organisasi dan interpersonal, serta sumber daya waktu dan manajemen yang cukup untuk memastikan bahwa proses dapat dilaksanakan secara efektif. Waktu yang digunakan untuk kerja sebagai ketua tim harus direncanakan sebagai bagian dari beban kerja resmi dan bukan dianggap menjadi tugas paralel tambahan.

Jika keterampilan yang dibutuhkan tidak tersedia secara lokal, organisasi utama dapat mengeksplorasi peluang untuk dukungan eksternal dari organisasi mitra nasional atau internasional dan konsultan. Tindakan ini dapat membantu memastikan bahwa SSP didefinisikan dengan baik dan kapasitas internal dapat terbangun.

### Membentuk tim SSP

Untuk membuat implementasi SSP berhasil, ketua tim SSP akan membutuhkan dukungan dari orang-orang yang mewakili seluruh sistem dan yang memiliki keterampilan untuk mengidentifikasi bahaya, memahami bagaimana risiko dapat dikendalikan, dan mendorong perbaikan di area masing-masing (lihat contoh 1.6). Anggota tim tersebut mungkin mencakup:

- manajer dalam organisasi yang relevan untuk mengalokasikan waktu dan sumber daya staf;
- Sebuah tim yang mewakili berbagai keterampilan teknis, manajerial dan sosial/perilaku di sepanjang rantai sanitasi (misalnya pengelolaan lumpur tinja, proses pengolahan, pertanian). Semua langkah sanitasi di luar tanggung jawab lembaga utama harus diwakili;
- orang dengan keahlian kesehatan masyarakat; dan
- perwakilan kelompok terpapar utama (misalnya pekerja sanitasi), jika sesuai.

**CONTOH 1.6.** Keanggotaan tim SSP yang disarankan di Polokwane, Limpopo, Afrika Selatan

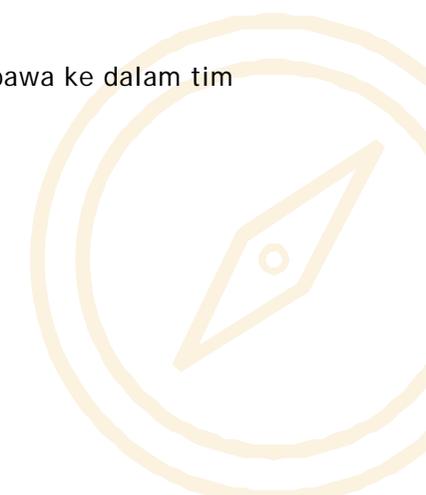
Dengan tujuan memulai proses SSP di Polokwane, Afrika Selatan, para pemangku kepentingan di sepanjang rantai layanan sanitasi non-perpipaan dipetakan sesuai dengan kegiatan yang mereka lakukan. Contoh kegiatan mencakup mengeluarkan peraturan untuk pembangunan tangki septik, membangun toilet, memberikan lisensi, dan melakukan pengawasan truk sedot. Para pemangku kepentingan berikut ini diusulkan sebagai anggota tim SSP.

LANGKAH SANITASI	ANGGOTA TIM SSP YANG DISARANKAN DAN PERWAKILAN
Toilet dan penampungan-penyimpanan/pengolahan	Insinyur senior dari departemen air dan sanitasi kotamadya Praktisi kesehatan lingkungan kota Asosiasi bangunan lokal Lembaga swadaya masyarakat yang bekerja dengan sanitasi untuk populasi rentan Asosiasi pemilik rumah
Alat angkut (pengosongan dan pengangkutan lumpur tinja)	Asosiasi operator truk swasta dan pemerintah Asosiasi pekerja sanitasi, termasuk perwakilan dari penyedia layanan pengosongan informal dan/atau pekerja manual Otoritas layanan kota untuk penegakan hukum dan lisensi lalu lintas
Pengolahan dan pembuangan	Insinyur senior dari departemen air dan sanitasi kotamadya Departemen Perlindungan Lingkungan Fakultas Teknik universitas lokal
Pemakaian kembali	Departemen Pertanian dan Pembangunan Pedesaan Fakultas Pertanian dari universitas setempat Asosiasi petani
Seluruh rantai layanan sanitasi	Pejabat departemen air dan sanitasi kotamadya (ketua SSP) Pejabat atau pakar kesehatan masyarakat Pejabat adaptasi perubahan iklim atau ahli Perwakilan dewan setempat

## CATATAN PANDUAN 1.1.

### Daftar periksa masalah yang perlu dipertimbangkan saat mengidentifikasi tim SSP

- Apakah organisasi (atau pemangku kepentingan) untuk semua langkah di rantai sanitasi telah terwakili?
- Apakah keterampilan operasional teknis sehari-hari disertakan?
- Apakah satu atau lebih anggota memahami sistem manajemen dan prosedur darurat?
- Apakah satu atau lebih anggota memahami keadaan bahaya terkait iklim dan bagaimana perubahan iklim memengaruhi mereka?
- Apakah anggota memiliki kewenangan untuk melaksanakan rekomendasi yang berasal dari SSP?
- Apakah pekerjaan akan diatur? Apakah kegiatan akan bersifat teratur atau berkala?
- Dapatkah kegiatan tim dilakukan sebagai bagian dari kegiatan rutin?
- Bagaimana pendokumentasian akan diatur?
- Dukungan teknis eksternal apa yang dapat dibawa ke dalam tim untuk mendukung kerja tim?



Penting untuk memasukkan otoritas kesehatan lingkungan dan kesehatan masyarakat dalam tim SSP untuk memastikan bahwa investasi yang diusulkan merespons tantangan kesehatan dan menghasilkan peningkatan kesehatan masyarakat. Tim juga harus mencakup (atau terlibat secara ad hoc) orang-orang dengan pengetahuan khusus tentang iklim, hidrologi, dan manajemen bencana atau darurat, yang dapat memahami proyeksi dan bagaimana iklim dapat mempengaruhi sistem sanitasi (lihat Kotak 3). Ketika memang sulit untuk melibatkan ahli iklim (misalnya masyarakat kecil atau daerah pedesaan), orang-orang dengan pengalaman dalam pengelolaan sumber daya lingkungan atau pengurangan risiko bencana dapat membantu. Tim harus mencakup keseimbangan keterampilan teknis dan perspektif pemangku kepentingan, termasuk keseimbangan gender dan representasi dari kelompok rentan (lihat contoh 1.7).

### KOTAK 3. Keahlian iklim yang perlu dipertimbangkan ketika memasukkan pertimbangan perubahan iklim dalam SSP

- Ahli iklim yang mengkhususkan diri dalam dampak lokal dari proyeksi iklim
- Ahli hidrologi atau hidrometeorologi untuk memberi saran tentang kemungkinan dampak pada sumber daya air untuk wilayah yang diminati
- Ahli perencanaan darurat atau perlindungan sipil untuk memberi saran tentang rencana dan tanggapan bencana atau darurat
- Perencana adaptasi dengan pengalaman di wilayah di tempat yang memiliki iklim saat ini yang mirip dengan yang mungkin dihadapi di masa depan di wilayah fokus.

Sumber: WHO (2017a)

Penyertaan beberapa jenis pemangku kepentingan penting dalam tim SSP mungkin tidak dapat dilakukan karena kurangnya ketersediaan atau tingkat keterampilan. Selain itu, jumlah orang dalam tim harus dapat dikelola. Dalam kasus seperti ini, bantuan eksternal dan spesialis dapat melengkapi keahlian tim. Pakar eksternal dapat dilibatkan untuk masalah tertentu secara ad hoc dan jangka pendek.

Mungkin akan tepat jika anggota independen dimasukkan ke dalam tim (misalnya dari universitas dan lembaga penelitian). Pakar independen juga dapat dilibatkan dalam surveilans kesehatan berkala oleh otoritas kesehatan dan penilaian eksternal.

### CONTOH 1.7. Pengalaman pembentukan tim, Portugal

Tim koordinasi proyek tiga orang dibentuk untuk menjaga proyek tetap pada jalurnya dan untuk memastikan bahwa semua masalah utama ditangani dalam batasan waktu.

Tim SSP terdiri dari perwakilan dari semua departemen perusahaan air yang memiliki dampak langsung pada pengelolaan dan pengoperasian subsistem drainase dan pengolahan air limbah: dewan administrasi, departemen mutu, departemen produksi dan pengolahan, departemen manajemen jaringan, komersial (pelanggan) dan departemen teknologi informasi/sistem informasi geografis, dan departemen keuangan dan sumber daya manusia. Ketua tim SSP adalah manajer mutu perusahaan air, yang memiliki hubungan dengan semua pemangku kepentingan dan juga ketua tim proyek RPAM perusahaan.

Tim *multistakeholder* terdiri dari pemangku kepentingan yang dapat memberikan masukan atau dukungan untuk keberhasilan penyelesaian proyek. Para pemangku kepentingan ini dipilih karena mereka dapat mempengaruhi, atau terpengaruh dengan, kegiatan yang dilakukan dalam kaitannya dengan sistem sanitasi, atau karena mereka dapat terlibat dalam pelaksanaan langkah-langkah pengurangan risiko. Mereka mewakili spesialisasi dalam manajemen kebijakan, pengetahuan teknis dan pengalaman praktis.

Tim ini termasuk perwakilan dari otoritas lingkungan, otoritas pertanian, regulator, otoritas tangkapan air, direktorat jenderal kesehatan, otoritas kesehatan setempat, kotamadya, perlindungan sipil dan layanan tanggap darurat, organisasi nonpemerintah, struktur organisasi lokal, mitra penelitian, asosiasi petani dan asosiasi sektor air.

Seorang konsultan berperan sebagai fasilitator SSP dan penyedia keahlian teknis. Kegiatan fasilitasi melibatkan perencanaan dan memfasilitasi pertemuan, berhubungan dengan anggota tim SSP dan tim multi-pemangku kepentingan, mengidentifikasi kesenjangan informasi, mengumpulkan dan memvalidasi informasi yang dikumpulkan, dan memberikan keahlian teknis dalam mengidentifikasi bahaya dan kejadian berbahaya, dan penilaian risiko.

Untuk latar belakang proyek, lihat [contoh 1.2](#).

## Menentukan dan mencatat peran individu dalam tim

Tanggung jawab harus dibagi di antara anggota tim pada awal proses, dan peran didefinisikan dan dicatat dengan jelas. Untuk tim besar, tabel dapat digunakan untuk menguraikan aktivitas dan tanggung jawab SSP (instrumen 1.1).

### INSTRUMEN 1.1. Formulir pencatatan keanggotaan tim SSP yang disarankan

NAMA	PEKERJAAN	PERWAKILAN	PERAN DALAM TIM SSP	INFORMASI KONTAK

Contoh 1.8 menunjukkan alokasi peran kepada para anggota sesuai dengan pengetahuan dan keterampilan mereka untuk SSP daerah resapan air irigasi. Total area berdekatan dengan salah satu tepi sungai, yang terkontaminasi dengan air limbah dan kotoran dari masyarakat terdekat, dan area SSP terkonsentrasi pada lokasi tertentu dengan lebih dari 300 kepemilikan lahan.

### CONTOH 1.8. Tim SSP, Peru: penggunaan air

ANGGOTA SSP	PENGETAHUAN, KETERAMPILAN, DAN PERAN UTAMA DALAM TIM SSP
Dewan Pengguna Sungai	<p><b>Pengetahuan/keterampilan:</b> Manajemen sistem irigasi di daerah pertanian yang berdekatan dengan sungai</p> <p><b>Peranan:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ketua tim</li> <li>• Memberikan informasi tentang penggunaan, praktik, dan informasi lainnya kepada tim</li> </ul>
Institusi akademik dalam area SSP	<p><b>Pengetahuan/keterampilan:</b> Pengguna air, informasi proses teknis</p> <p><b>Peranan:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Memberikan informasi proses teknis</li> <li>• Contoh air dan air limbah</li> </ul>
Perwakilan petani di daerah tersebut	<p><b>Pengetahuan/keterampilan:</b> Pemilik lahan pertanian dan waduk di plot</p> <p><b>Peranan:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Memberikan informasi tentang praktik dan informasi lainnya kepada tim</li> <li>• Izin pengambilan sampel air, tanah, sayuran, dan ikan</li> <li>• Menerapkan langkah-langkah pengendalian di pertanian (misalnya pemilihan tanaman, periode pemotongan )</li> </ul>
Kementerian Kesehatan, dan Badan Kesehatan Lingkungan Nasional	<p><b>Pengetahuan/keterampilan:</b> Memantau dan melaporkan kesehatan penggunaan dan konsumen</p> <p><b>Peranan:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Memberikan informasi dan pengambilan sampel tentang masalah yang berhubungan dengan kesehatan</li> <li>• Melaksanakan pelatihan dan pengawasan keamanan pangan produk di pasar</li> </ul>
Badan kesehatan masyarakat internasional Perserikatan Bangsa-Bangsa (sponsor SSP)	<p><b>Pengetahuan/keterampilan:</b> Kerjasama teknis dan mobilisasi kemitraan di bidang kesehatan</p> <p><b>Peranan:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Memberikan dukungan teknis kepada tim</li> </ul>

## Analisis pemangku kepentingan dan pembentukan komite pengarah untuk SSP besar atau kompleks

Area SSP yang besar atau kompleks dapat mengambil manfaat dari analisis pemangku kepentingan guna memastikan bahwa semua pemangku kepentingan terkait terlibat dan termotivasi, dan komite pengarah memberikan pengawasan strategis terhadap proses tersebut.

### Analisis pemangku kepentingan

Melibatkan orang yang tepat pada waktu yang tepat memastikan bahwa keahlian, dukungan politik dan sumber daya keuangan yang dibutuhkan tersedia untuk menerapkan SSP. Pemangku kepentingan adalah individu atau organisasi yang:

- memiliki **kontrol langsung** atas beberapa aspek yang terkait dengan sistem sanitasi (misalnya otoritas pengatur);
- memiliki **pengaruh** terhadap praktik yang memengaruhi keamanan sistem sanitasi (misalnya koperasi petani);

- dipengaruhi oleh tindakan yang diambil dalam sistem untuk melindungi keamanan sistem sanitasi (misalnya masyarakat setempat); atau
- tertarik pada sistem sanitasi (misalnya organisasi nonpemerintah yang bekerja dengan orang-orang yang menggunakan sistem sanitasi).

Analisis pemangku kepentingan adalah proses mengidentifikasi dan mengkarakterisasi pemangku kepentingan dan merencanakan partisipasi mereka. Tergantung pada karakteristik mereka, seperti kepentingan dan pengaruh mereka, beberapa pemangku kepentingan utama harus diundang untuk menjadi anggota komite pengarah. Lainnya, seperti staf dengan keahlian teknis dan manajerial, diperlukan sebagai anggota tim SSP. Instrumen 1.2 menyediakan tabel untuk melakukan analisis pemangku kepentingan dan merencanakan keterlibatan pemangku kepentingan.

### INSTRUMEN 1.2. Analisis pemangku

LANGKAH SANITASI <sup>a</sup> (Misalnya, toilet, penampungan – penyimpanan/pengolahan, pengangkutan, pengolahan, penggunaan akhir atau pembuangan)	PEMANGKU KEPENTINGAN <sup>a</sup> (Nama organisasi)	PERAN PEMANGKU KEPENTINGAN <sup>a</sup> (Misalnya, kontrol langsung, pengaruh, dipengaruhi oleh, minat dalam)	FAKTOR PENDORONG <sup>a</sup> (Faktor-faktor yang dapat memotivasi pemangku kepentingan dalam mengadopsi sistem yang aman)	FAKTOR PENGHAMBAT <sup>a</sup> (Faktor-faktor yang dapat menurunkan motivasi pemangku kepentingan dalam mengadopsi sistem yang aman)	KEPENTINGAN <sup>b</sup> (Pentingnya melibatkan pemangku kepentingan ini dalam proses SSP untuk mencapai hasil yang diinginkan)	PENGARUH/KEKUASAAN <sup>b</sup> (Kemampuan pemangku kepentingan untuk mempengaruhi pelaksanaan SSP)	PARTISIPASI DIPERLUKAN <sup>b</sup> (Misalnya, informasi, konsultasi, kolaborasi, pemberdayaan/ pendelegasian)
---	--	--	---	---	--	--	---

Diadaptasi dari WHO (2006), vol. 4, bagian 10.2.2.

Diadaptasi dari Strande, Ronteltap & Brdjanovic (2014), dan Lienert (2011).

<sup>a</sup> Informasi memberi pemangku kepentingan informasi yang seimbang dan obyektif untuk memungkinkan orang memahami masalah, alternatif, dan solusi. Konsultasi memungkinkan umpan balik pemangku kepentingan tentang analisis, alternatif, dan keputusan. Pemangku kepentingan yang

<sup>e</sup> termasuk dalam kategori ini dapat dianggap sebagai bagian dari tim atau penasihat SSP yang diperluas. Kolaborasi berarti bekerja sebagai mitra dengan pemangku kepentingan pada setiap keputusan SSP utama, termasuk prioritas dan pemilihan tindakan pengendalian. Pemangku kepentingan

<sup>e</sup> dalam kategori ini dapat diundang untuk menjadi anggota komite pengarah. Pemberdayaan/delegasi adalah proses membangun kapasitas pemangku kepentingan melalui pelatihan, keterlibatan dan kolaborasi sehingga mereka dapat mempersiapkan dan menerapkan SSP. Pemangku

<sup>b</sup> kepentingan dalam kategori ini mungkin menjadi bagian dari tim SSP.

## Komite pengarah SSP

Setelah analisis pemangku kepentingan, komite pengarah SSP harus dibentuk (lihat contoh 1.9). Komite ini harus menjadi badan perwakilan dengan pengawasan gabungan dari setiap langkah rantai layanan sanitasi, dari toilet, termasuk penampungan di lokasi tersebut, hingga ke pengangkutan melalui perpipaan atau truk sedot, ke pengolahan dan pembuangan atau penggunaan kembali. Komite pengarah harus mencakup perwakilan senior dari otoritas lokal yang relevan (misalnya pemerintah kota; dewan setempat dan badan perencanaan; departemen perumahan, lingkungan, kesehatan, dan pertanian), serta mitra implementasi (misalnya penyedia layanan sanitasi, dewan konstruksi, asosiasi petani). *Output* yang dihasilkan akan mencakup:

- kepemimpinan dan pengawasan seluruh proses;
- prioritas yang disepakati untuk SSP;
- keterlibatan dengan, dan komitmen, manajemen senior dari organisasi utama, dan komitmen keuangan dan sumber daya yang terjamin; dan
- dialog dan amandemen kebijakan yang diperlukan untuk menciptakan lingkungan yang memungkinkan untuk pemberian layanan sanitasi yang aman.

**CONTOH 1.9.** Pembentukan komite pengarah SSP, Peru: penggunaan langsung air limbah yang diolah untuk mengairi ruang hijau taman umum yang besar

Kriteria pertama untuk memilih anggota komite pengarah adalah memasukkan semua sektor yang terlibat dalam penggunaan air limbah domestik. Oleh karena itu, perwakilan dari departemen yang bertanggung jawab atas pengumpulan dan pengolahan limbah, kesehatan, lingkungan, pertanian dan ruang hijau, dan badan pengatur sanitasi dimasukkan dalam komite pengarah yang dipimpin oleh Otoritas Air Nasional. Di Lima, tempat prioritas diberikan pada penggunaan air limbah yang diolah untuk mengairi taman kota, Kota Lima dimasukkan sebagai perwakilan dewan distrik, yang merupakan pengguna air. Akademisi juga dimasukkan sebagai mitra strategis, untuk memantau kualitas ilmiah penelitian dan untuk memasukkan prosedur penyusunan dan pengelolaan SSP dalam program akademik mereka.

Komite pengarah memilih area prioritas untuk menerapkan SSP, dan berfungsi sebagai platform untuk membahas interoperabilitas undang-undang dan peraturan untuk digunakan kembali dalam konteks prioritas perencanaan kota.

## Pertimbangan manajemen dan keuangan

Upaya SSP akan membutuhkan komitmen waktu dalam bentuk barang dan beberapa biaya langsung selama fase persiapan (misalnya pengambilan sampel dan pengujian, pengumpulan data, investigasi lapangan). Selama Modul 1, perkiraan sementara dapat dibuat dengan mempertimbangkan kemungkinan kebutuhan data pada Modul 2 dan kemungkinan pengujian tambahan yang diperlukan dari penerapan Modul 5. Dukungan manajemen akan diperlukan untuk proses SSP untuk mengalokasikan waktu staf dan dana awal yang dibutuhkan.

### 1.3 Menetapkan prioritas SSP

Tim yang bertanggung jawab atas beberapa sistem sanitasi (misalnya sistem saluran pembuangan dengan pengolahan dan penggunaan kembali, sistem di tempat dengan tangki septik, sistem di tempat dengan jamban lubang) dalam area administrasi, atau tim dengan dana dan kapasitas terbatas mungkin perlu menetapkan prioritas sehingga proses SSP dapat dikelola.

Alat berbasis risiko dapat digunakan untuk menganalisis situasi, untuk mengidentifikasi dan mencapai kesepakatan tentang prioritas SSP. Alat diagnostik berikut mungkin sudah digunakan di daerah tersebut.

- **Diagram alir ekskreta (SFD)** membantu menetapkan prioritas dengan menunjukkan proporsi kotoran di kota atau kota kecil yang tidak dikelola dengan aman di setiap langkah rantai sanitasi secara grafis (SFD Alliance, 2018). Panah merah atau hijau menandakan di mana letak risiko terbesar dan membantu pemangku kepentingan kota dalam mengidentifikasi risiko tertinggi untuk manajemen menggunakan SSP (lihat catatan panduan 1.2).
- **Alat Penilaian Paparan SaniPath** membantu menetapkan prioritas dengan mengidentifikasi jalur utama (misalnya saluran terbuka, hasil bumi, air minum) paparan dan besarnya kontaminasi di suatu wilayah (Emory University, 2020) (lihat catatan panduan 1.3).

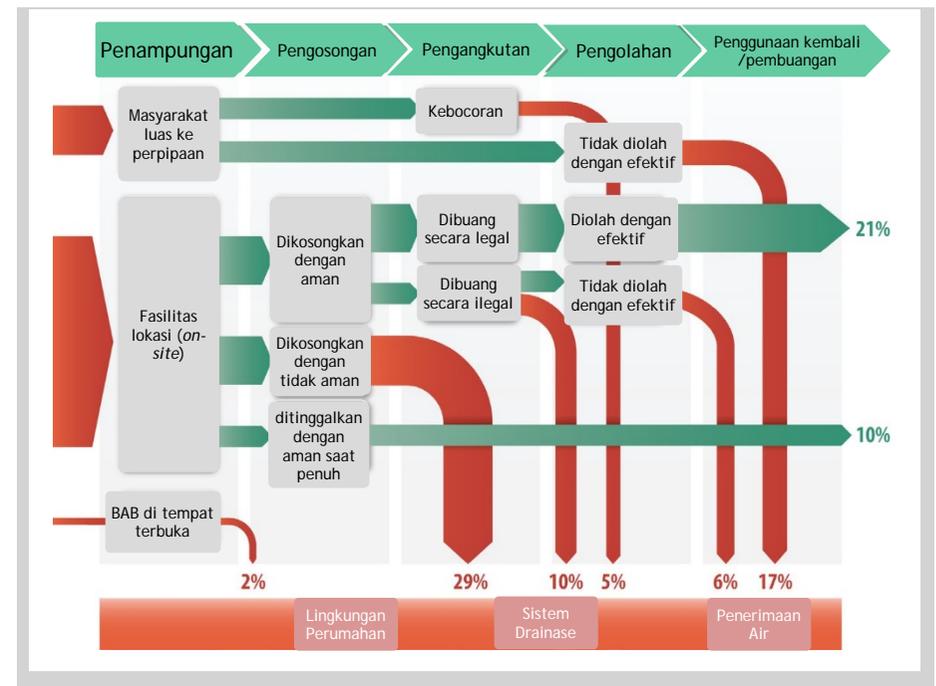
Komite pengarah, dengan dukungan tim SSP, mungkin juga memprioritaskan risiko tertinggi terhadap kesehatan dengan mempertimbangkan faktor-faktor berikut, dengan mengingat bahwa, dalam semua kasus, rantai layanan sanitasi penuh harus dicakup:

- wilayah dan lingkungan dengan penyakit terkait sanitasi yang dilaporkan atau dicurigai tinggi (misalnya kolera dan wabah penyakit diare berulang lainnya, cacing yang ditularkan melalui tanah, schistosomiasis);
- komunitas di mana toilet dibangun dengan buruk dan tidak aman, sistem penampung tidak dapat menampung kotoran dengan aman (misalnya tidak disegel, atau memiliki pembuangan limbah langsung dari sistem di tempat ke saluran terbuka), atau sistem drainase tidak memadai;
- rantai layanan sanitasi yang tidak diatur (misalnya pengelolaan lumpur tinja), dan aliran limbah yang menerima pengolahan yang tidak memadai atau tidak diketahui;
- sistem sanitasi yang secara historis, atau dapat dibayangkan, memiliki kerentanan tinggi terhadap peristiwa terkait iklim (misalnya saluran pembuangan meluap di dekat area rekreasi atau persediaan air, meluapnya jamban lubang);
- tangkapan pasokan air dan *intake* yang dipengaruhi oleh air limbah, kotoran atau *greywater*; dan
- daerah dengan kegiatan penggunaan air limbah formal atau informal yang tinggi (misalnya pertanian, akuakultur).

## CATATAN PANDUAN 1.2.

### Cara menggunakan diagram alir ekskreta untuk mengidentifikasi prioritas SSP

Diagram alir ekskreta (SFD) adalah cara sederhana dan efektif untuk memvisualisasikan jenis layanan di kota dan nasib aliran ekskreta yang berbeda. Panah hijau mewakili proporsi kotoran yang "dikelola dengan aman" di sepanjang rantai sanitasi. Panah merah menunjukkan di mana aliran kotoran tidak dikelola dengan aman. Contoh SFD menunjukkan panah merah paling tebal (29%) mewakili jasa ilegal pembuangan lumpur di tanah, sistem drainase, dan perairan terbuka, diikuti dengan pengolahan yang efektif di instalasi pengolahan air limbah. Dengan mengidentifikasi panah merah paling tebal, komite pengarah SSP dapat dengan cepat menyetujui prioritas berbasis risiko.



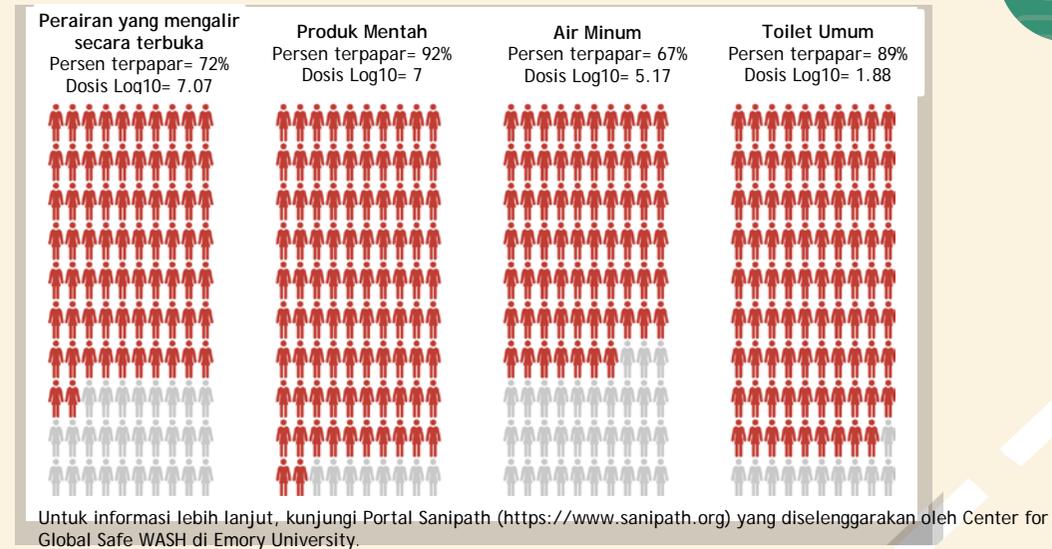
Untuk informasi lebih lanjut, kunjungi SFD Alliance Portal (<https://sfd.susana.org>).  
Sumber: Blackett, Hawkins & Heymans (2014) (contoh SFD di Dakar, Senegal).

## CATATAN PANDUAN 1.3.

### Cara menggunakan SaniPath untuk mengidentifikasi prioritas SSP

Alat Penilaian Paparan SaniPath dikembangkan untuk mengidentifikasi dan membandingkan risiko paparan kontaminasi tinja di 10 jalur paparan berikut yang terkait dengan sanitasi yang tidak memadai dalam domain publik: air permukaan, hasil bumi, air kota, jamban umum, air banjir, saluran terbuka, air mandi, tanah, makanan jalanan, dan air laut. SaniPath memberikan panduan untuk pengumpulan data primer standar. Data tersebut kemudian digunakan untuk secara otomatis menghasilkan analisis penilaian paparan, termasuk plot orang, yang ditunjukkan di bawah ini.

Plot orang memungkinkan perbandingan paparan secara visual yang mudah di berbagai alur, lingkungan, atau populasi berbeda. Setiap angka merah mewakili 1% populasi yang terpapar kontaminasi feses melalui suatu alur spesifik. Warna merah gelap mewakili besaran dosis rata-rata E. coli yang masuk ke tubuh via mulut (Raj dkk., 2020). Dengan menggunakan hasil SaniPath, anggota komite pengarah SSP dapat memprioritaskan suatu lingkungan tertentu atau jalur paparan tertentu. Dalam contoh di atas, pengambil keputusan akan cenderung memprioritaskan kontaminasi produk mentah dan bahaya di perairan yang mengalir secara terbuka.



# 2

# MODUL

## MENGGAMBARKAN SISTEM SANITASI

## MODUL 2

# MENGGAMBARAKAN SISTEM SANITASI

*Bagaimana rantai layanan sanitasi bekerja? Siapa yang berisiko?*

## LANGKAH-LANGKAH

- 2.1 Memetakan sistem
- 2.2 Mengkarakterisasi alur sistem
- 2.3 Mengidentifikasi kelompok paparan
- 2.4 Mengumpulkan informasi pendukung
- 2.5 Mengkonfirmasi deskripsi sistem

## INSTRUMEN

- Instrumen 2.1. Templat untuk mengkarakterisasi alur sistem
- Instrumen 2.2. Templat untuk mengkarakterisasi kelompok terpapar

## KELUARAN/OUTPUT

- Peta dan deskripsi sistem sanitasi
- Pemahaman konstituen (ekskreta dan limbah campuran) dalam aliran pada semua langkah dalam sistem
- Identifikasi dan karakterisasi kelompok paparan
- Pemahaman mengenai faktor-faktor yang memengaruhi kinerja dan kerentanan sistem
- Kompilasi informasi teknis, hukum, dan peraturan yang relevan

## Gambaran Umum

Modul 2 menghasilkan deskripsi lengkap tentang sistem sanitasi. Pemahaman menyeluruh tentang semua bagian dari sistem sanitasi dan persyaratan kerjanya dalam mendukung proses penilaian risiko selanjutnya.

Keluaran atau *output* dari Modul 2 harus memberikan informasi yang cukup untuk memungkinkan tim SSP mengidentifikasi titik-titik di mana sistem rentan terhadap kejadian berbahaya, dan untuk memvalidasi efektivitas tindakan pengendalian yang ada (untuk diidentifikasi dalam Modul 3).

Sebagian besar informasi yang dibutuhkan mungkin telah dikumpulkan jika sistem telah menjalani investigasi seperti penilaian paparan SFD atau SaniPath.

**Langkah 2.1 Memetakan sistem** - membantu memahami sumber dan jalur aliran melalui sistem.

**Langkah 2.2 Mengkarakterisasi aliran sistem** - melibatkan pengumpulan informasi kuantitatif kunci, dan memeriksa konstituen mikrobiologis, fisik, dan kimia aliran di sepanjang sistem sanitasi.

**Langkah 2.3 Mengidentifikasi kelompok terpapar** - mengidentifikasi dan mengkarakterisasi kelompok yang terpapar dalam hal siapa mereka, berapa jumlahnya, di posisi mereka dalam sistem dan bagaimana paparan terjadi.

**Langkah 2.4 Mengumpulkan informasi pendukung** - melibatkan pengumpulan dan dokumentasi konteks sistem, seperti persyaratan hukum dan peraturan; pemantauan historis dan data kepatuhan; dan informasi tentang iklim, penggunaan lahan, praktik budaya, demografi, kemungkinan konsentrasi polutan dan patogen, dan efisiensi sistem dan komponen sistem. Setiap kesenjangan atau perbedaan antara persyaratan yang ada dan potensi bahaya kesehatan harus diprioritaskan untuk dialog kebijakan.

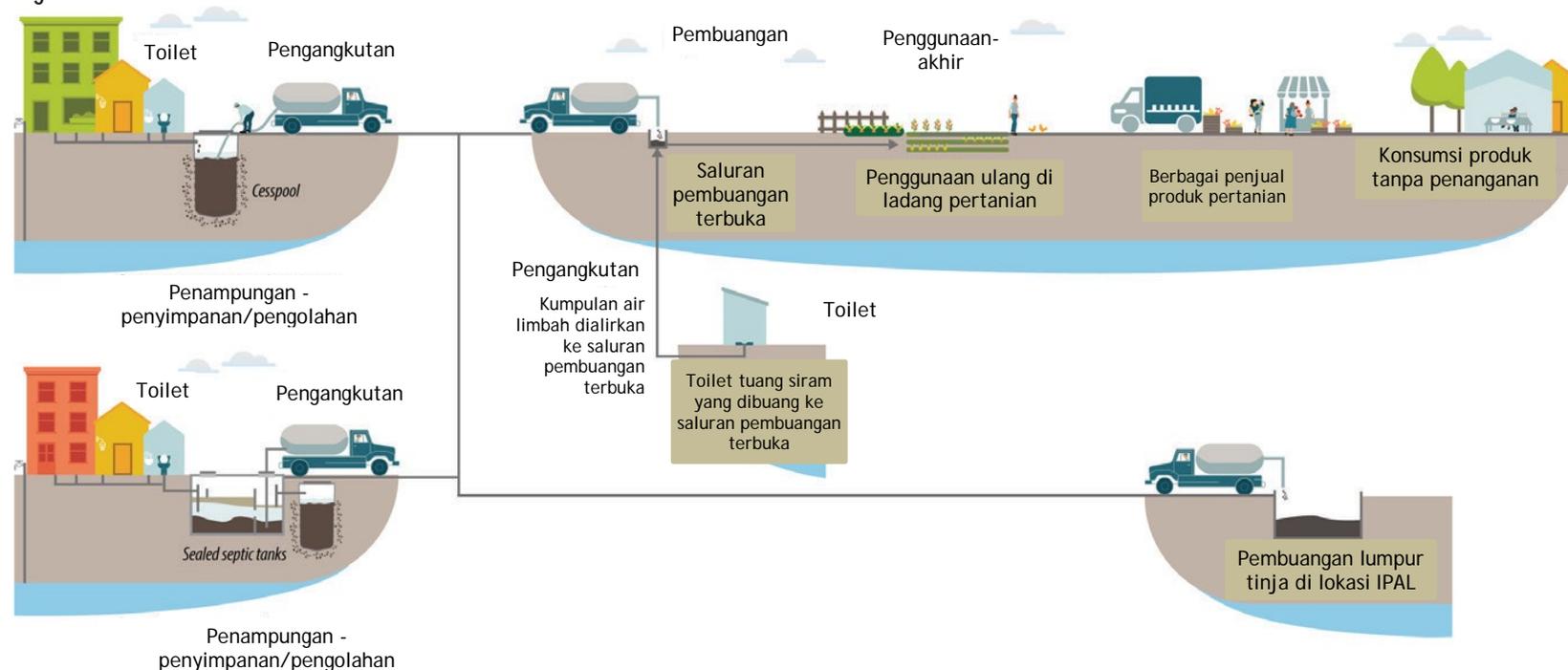
**Langkah 2.5 Mengonfirmasi deskripsi sistem** - memastikan bahwa deskripsi sistem lengkap dan akurat. Kebutuhan data dan potensi kesenjangan kelembagaan dapat diidentifikasi.



## 2.1 Memetakan sistem

Sistem sanitasi yang aman didefinisikan sebagai sistem yang memisahkan kotoran manusia dari kontak manusia di semua langkah rantai layanan sanitasi dari penampungan dan penyimpanan toilet melalui pengosongan, transportasi, perawatan (di lokasi yang sama atau di lokasi lain), dan pembuangan akhir atau penggunaan akhir, untuk fraksi cair dan padat (WHO, 2018). Gambar 2.1 menunjukkan unsur-unsur rantai layanan sanitasi.

Fig. 2.1 Sanitation service chain



Catatan: Tergantung pada desain sistem, fraksi cair dan padat dapat mengikuti jalur terpisah dalam peta sistem di semua langkah, terutama untuk pengangkutan, pengolahan, dan penggunaan/pembuangan akhir. Lihat glosarium untuk definisi setiap langkah.  
Sumber: WHO (2018)

Kombinasi teknologi dapat digunakan pada setiap langkah rantai. Ketika dihubungkan dan dikelola dengan baik, kombinasi tersebut dapat membentuk rantai aman. Jenis teknologi yang dibutuhkan sangat spesifik berdasarkan konteks serta bergantung pada faktor-faktor teknis, ekonomi, dan sosial setempat (WHO, 2018).

Setiap sistem sanitasi bersifat unik dan, dengan demikian, harus spesifik. Metode

yang dipilih untuk pemetaan akan bergantung pada skala dan kompleksitas sistem. Daftar aset rinci dan pernyataan rinci kondisi aset tidak selalu diperlukan. Biasanya, gambar sederhana atau sketsa bebas yang dapat menggambarkan berbagai proses sanitasi sudah memadai (lihat contoh 2.1).

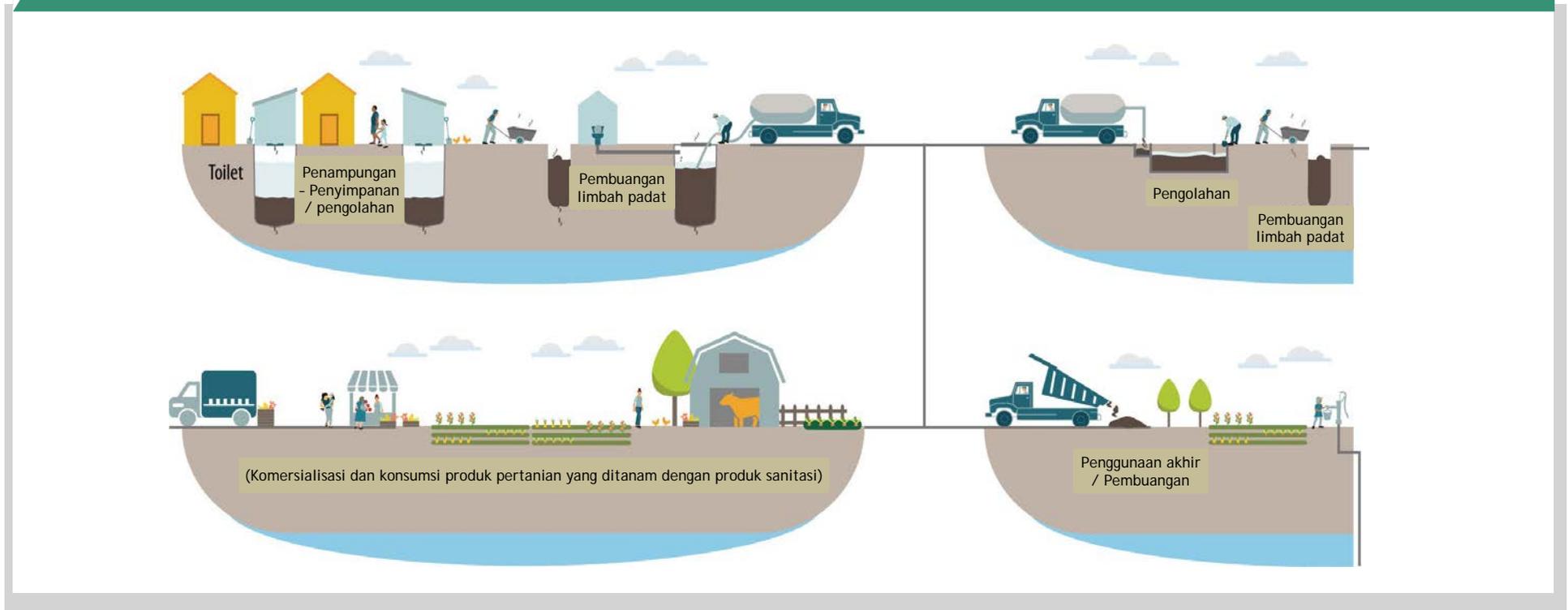
Ikuti daftar periksa pada catatan panduan 2.1 ketika menyusun peta sistem.

## CATATAN PANDUAN 2.1.

### Daftar periksa masalah yang perlu dipertimbangkan saat menyusun peta sistem

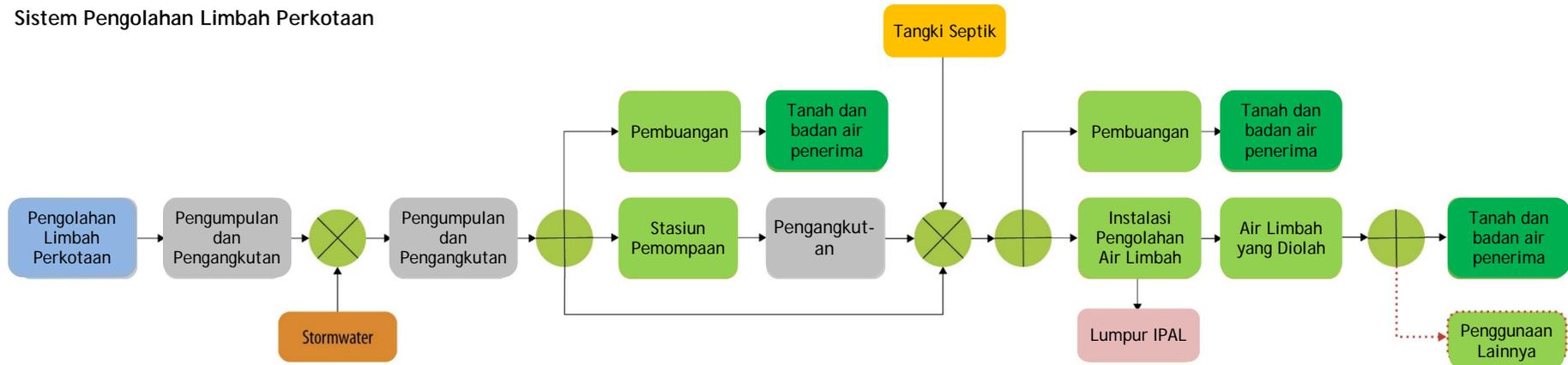
- Identifikasi semua langkah rantai layanan sanitasi (misalnya toilet, penampungan-penyimpanan/pengolahan, pengangkutan, pengolahan, dan penggunaan akhir atau pembuangan) Sertakan semua sumber aliran sistem - baik sumber titik maupun sumber non-titik seperti limpasan.
- Pastikan bahwa nasib semua bagian aliran sistem yang digunakan dan dibuang telah diperhitungkan (misalnya kebocoran atau pembuangan dari langkah penampungan, fraksi limbah padat yang diperoleh selama pengosongan langkah penampungan, fraksi limbah padat disaring sebelum pengolahan air limbah, produk - seperti tanaman).
- Identifikasi area tempat lumpur tinja dibuang secara legal dan ilegal.
- Identifikasi area tempat buang air besar sembarangan diketahui terjadi.
- Identifikasi toilet umum dan bersama yang melayani sebagian besar masyarakat.
- Masukkan sumber air minum jika sumber tersebut relevan dengan sistem atau dapat dipengaruhi oleh sistem sanitasi.

CONTOH 2.1. Peta sistem yang terdiri dari toilet kering atau siram dengan lubang, infiltrasi limbah cair, dan pengolahan lumpur tinja di luar lokasi untuk digunakan kembali

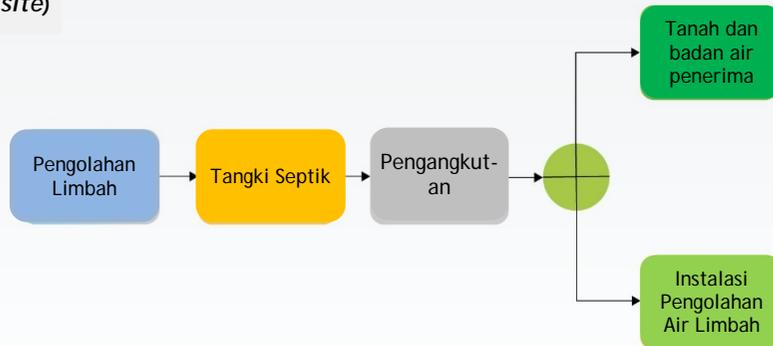


Tim SSP mungkin memilih untuk memetakan sistem dengan menggunakan diagram proses sistem dan simbol alur proses standar. Mereka juga dapat menggunakan skema yang disederhanakan, merujuk informasi aliran proses yang lebih rinci yang disimpan dalam gambar lain untuk sistem yang lebih besar, seperti yang ditunjukkan pada contoh 2.2. Peta geografis terperinci mungkin lebih berguna untuk SSP skala kecil.

### Sistem Pengolahan Limbah Perkotaan



### Sistem Septik Lokasi (On-site)

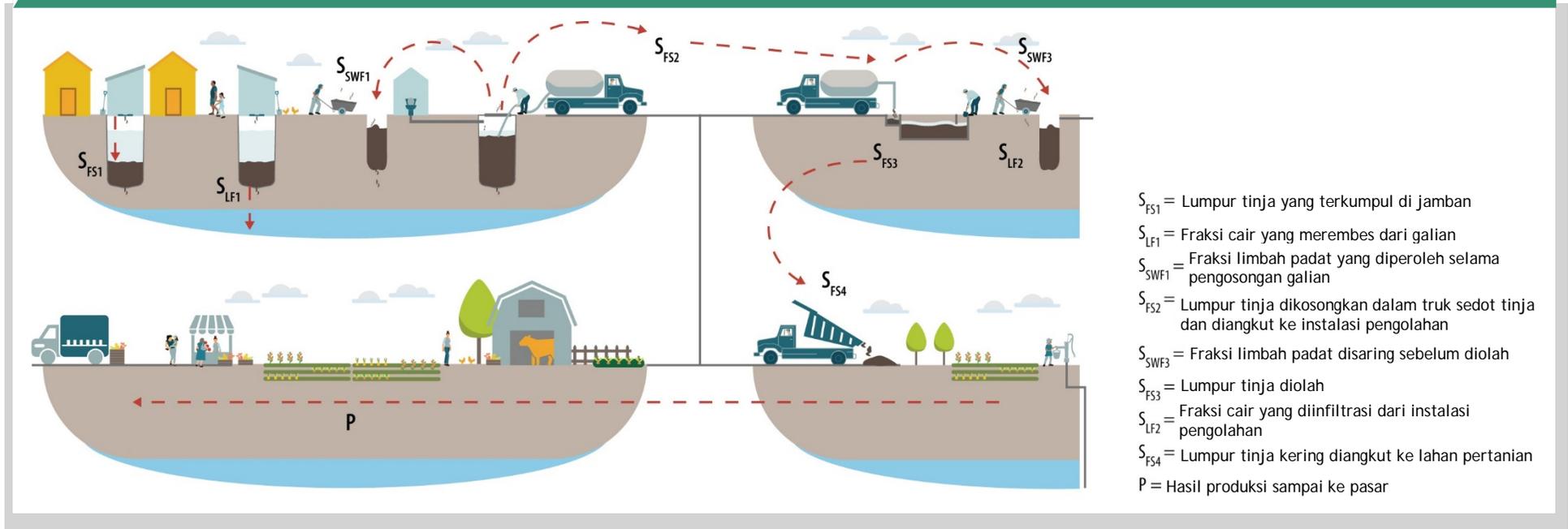


Note: Based on the Portugal experience.

Setelah peta sistem siap, tim SSP harus menunjukkan jalur aliran yang berbeda melalui sistem sanitasi, dari titik dihasilkannya aliran (yaitu toilet dalam berbagai pengaturan) untuk digunakan atau dibuang (yaitu digunakan dalam pertanian atau akuakultur; atau pembuangan ke sungai, laut, dan TPA). Tim harus

memetakan aliran terkait kotoran, seperti urin dan feces yang terkumpul, kebocoran dari lubang, lumpur tinja yang diangkat, air limbah di pipa dan limbah yang diolah. limbah lainnya, seperti limbah industri, limpasan pestisida atau limbah spesifik yang mungkin berdampak pada sistem sanitasi, juga dapat dipetakan. Contoh 2.3 menunjukkan gambar yang disederhanakan untuk memetakan aliran sistem (S).

### CONTOH 2.3. Ilustrasi aliran sistem yang ditunjukkan dalam peta sanitasi



Tim harus mempertimbangkan efek musiman dan iklim pada jalur (misalnya potensi peningkatan penggunaan kembali air limbah selama kekeringan, potensi banjir) atau perubahan potensial lainnya, seperti perubahan pertumbuhan populasi atau penggunaan lahan. Beberapa peta mungkin diperlukan untuk menunjukkan bagaimana kondisi yang lebih kering atau lebih basah (mengingat ketidakpastian dalam prediksi iklim) mengubah jalur aliran sistem.

Penting untuk memastikan bahwa pemetaan ini akurat dan bukan hanya didasarkan penilaian di atas meja saja. Untuk alasan ini, kunjungan lapangan harus dilakukan untuk memvalidasi peta dan mengumpulkan informasi untuk langkah 2.4.

Peta harus disertai dengan deskripsi tertulis tentang kondisi sistem sanitasi. Setiap langkah harus dijelaskan, dengan fakta-fakta kunci seperti praktik saat ini, malfungsi dan kegagalan tercakup di dalamnya, guna membantu analisis risiko kesehatan dalam Modul 3.

## 2.2 Mengkarakterisasi aliran sistem

Pada langkah ini, tim SSP mengumpulkan dan menambah peta informasi kuantitatif yang tersedia tentang sistem sanitasi (misalnya laju aliran, komposisi aliran, kapasitas desain elemen pengolahan; Lihat catatan panduan 2.2). Tim juga harus mencatat variabilitas dalam kuantitas beban dan konsentrasi, termasuk variasi saat hujan lebat atau banjir.

## CATATAN PANDUAN 2.2.

### Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan saat mengkarakterisasi aliran sistem

Ketika mengkarakterisasi aliran sistem, tim harus fokus pada aliran masuk dan limbah terkait kotoran dari setiap langkah sistem sanitasi, yaitu apa yang masuk dan apa yang keluar. Aliran masuk dan limbah sistem yang khas disebut produk sanitasi: kotoran, urin, *blackwater*, kompos, kotoran kering, bahan pembersih kering, limbah, kotoran, *greywater*, humus galian, produk pra-pengolahan (lemak, gemuk, minyak, dan padatan), lumpur dan urin yang disimpan (Tilley et al., 2014). Informasi harus dikumpulkan tentang;

- sistem sanitasi tempat aliran dihasilkan atau dilewati;
- laju aliran, jika diketahui, termasuk untuk musim yang berbeda, atau tingkat curah hujan yang berbeda, dalam konteks potensi dampak perubahan iklim; dan kapasitas atau desain pemuatan komponen, jika diketahui (misalnya aliran instalasi pengolahan atau batas pemuatan, kapasitas sistem transfer).

Karena terdapat potensi pencampuran dengan fraksi limbah lainnya, penting untuk diingat:

- potensi komponen limbah yang tercampur secara tidak sengaja yang dapat menimbulkan risiko (misalnya kontaminasi limbah tinja pada pertanian, pisau cukur dan baterai dalam lumpur tinja);
- potensi bahaya biologis, kimia, atau fisik yang ada dalam aliran (lihat catatan panduan 2.5, 2.6 dan 2.7); dan
- Bagaimana perubahan musim atau cuaca memengaruhi aliran sistem.

Tim SSP juga harus mengidentifikasi konstituen mikrobiologi, fisika dan kimia dari aliran sistem untuk memungkinkan identifikasi potensi bahaya pada langkah 3.1 dan faktor-faktor yang akan mempengaruhi kinerja sistem. Istilah "air limbah" dan "lumpur" sangat luas; istilah ini menggambarkan campuran air siraman jamban, *greywater*, feses urin, dan pembersihan dubur dan bahan kebersihan menstruasi. Istilah ini juga dapat mencakup limbah padat yang dibuang lainnya, *stormwater* (air hujan), dan air limbah industri

Alat 2.1. menawarkan templat sederhana untuk mengkarakterisasi aliran sistem.

### INSTRUMEN 2.1. Templat untuk mengkarakterisasi alur sistem

LANGKAH- LANGKAH SANITASI	DESKRIPSI ALUR SISTEM (Fokus pada alur yang terkait ekskreta, seperti air limbah atau lumpur. Juga daftar aliran limbah ketika relevan dengan sistem sanitasi)	INFORMASI KUNCI PADA ALUR SISTEM (Volume, alur, konsentrasi, dan sebagainya)	VARIASI YANG DIHARAPKAN (Variasi musiman atau kejadian yang tidak biasa, seperti komponen yang tidak sengaja tercampur atau peristiwa iklim)	TIPE POTENSI BAHAYA (Biologi, kimia, atau fisika)

## 2.3 Mengidentifikasi kelompok terpapar

Identifikasi kelompok terpapar mengkategorikan kelompok orang yang mungkin terpapar bahaya tertentu dengan menggunakan klasifikasi luas seperti ditunjukkan dalam catatan panduan 2.3. Kelompok terpapar dapat diidentifikasi pada peta sistem yang disusun pada langkah 2.1, menggunakan simbol U, L, W, dan seterusnya seperti yang ditunjukkan pada contoh 2.4.

### CATATAN PANDUAN 2.3.

#### Kategori kelompok terpapar

Menurut Pedoman WHO 2018 tentang sanitasi dan kesehatan (WHO, 2018), orang-orang yang paling mungkin terpapar bahaya selama keadaan bahaya pada berbagai langkah rantai layanan sanitasi adalah sebagai berikut.

**U pengguna sistem sanitasi** semua orang yang menggunakan toilet.

**L Masyarakat setempat:** orang-orang yang tinggal dan/atau bekerja di dekat sistem (yang belum tentu pengguna sistem sanitasi) dan mungkin terpapar.

**W Pekerja sanitasi:** semua orang yang dipekerjakan secara formal atau terlibat secara informal yang bertanggung jawab untuk memelihara, membersihkan, atau mengoperasikan (misalnya mengosongkan) toilet atau peralatan (misalnya pompa, kendaraan) pada setiap langkah rantai layanan sanitasi.

**WC Masyarakat yang lebih luas:** populasi yang lebih luas (misalnya petani, masyarakat di daerah dataran rendah) yang terpapar produk penggunaan akhir sanitasi (misalnya melalui rekreasi atau banjir), menggunakan produk penggunaan akhir sanitasi, atau mengonsumsi produk (misalnya ikan, tanaman) yang diproduksi menggunakan produk penggunaan akhir sanitasi, baik secara sengaja maupun tidak sengaja. Produk penggunaan akhir sanitasi termasuk kompos, lumpur tinja, dan air limbah.

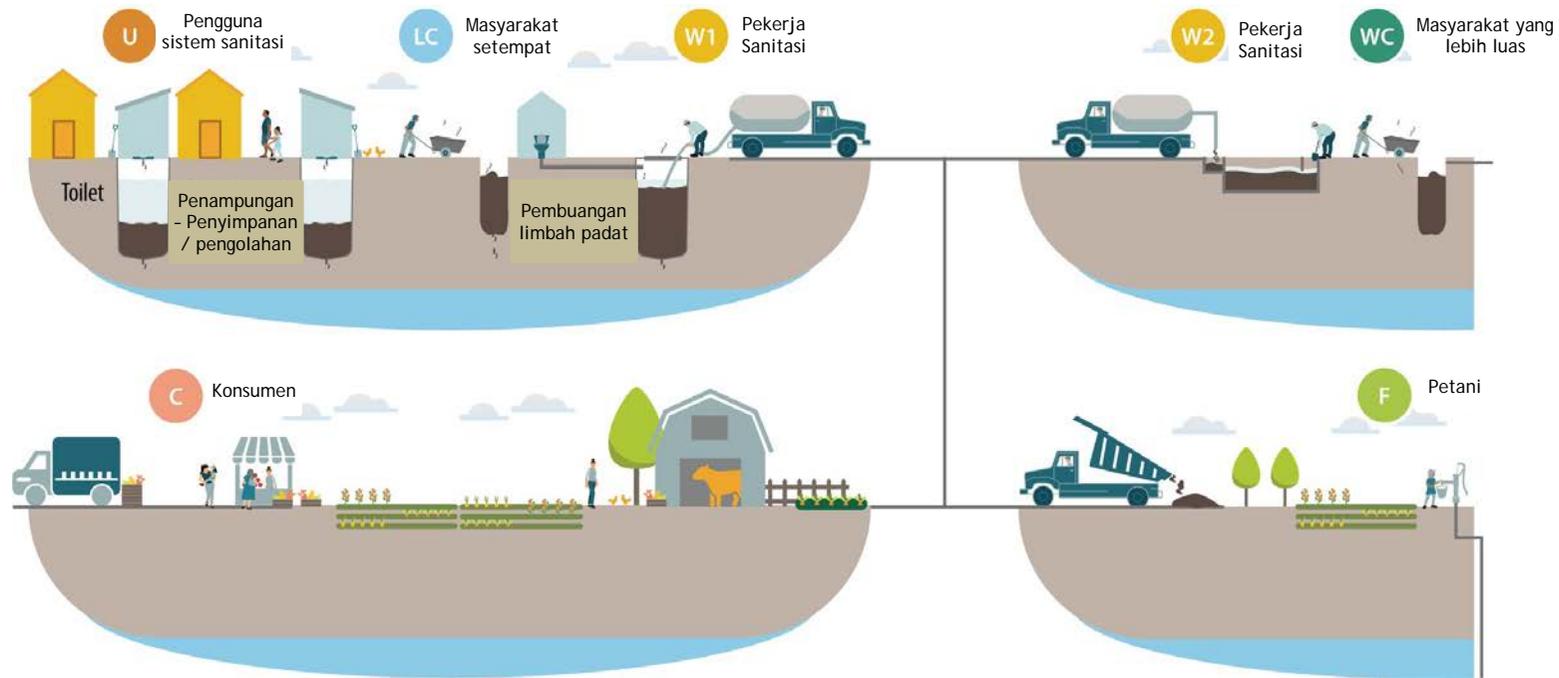
Tergantung pada rantai layanan sanitasi di mana SSP berlaku, mungkin perlu untuk memperlakukan kelompok terpapar berikut secara terpisah karena mereka terkena keadaan bahaya yang sangat spesifik selama langkah penggunaan akhir (misalnya penggunaan kembali dalam pertanian atau akuakultur, konsumsi produk).

**F Petani:** orang yang menggunakan produk penggunaan akhir sanitasi (misalnya air limbah yang tidak diolah, diolah sebagian atau diolah sepenuhnya, biosolid, lumpur tinja).

**C Konsumen:** siapa saja yang mengonsumsi atau menggunakan produk (misalnya tanaman, ikan, kompos) yang diproduksi dengan menggunakan produk sanitasi.

Huruf U, L, W, WC, F dan C digunakan sebagai simbol untuk mengidentifikasi kelompok terpapar dalam peta dan tabel untuk memfasilitasi penilaian risiko kesehatan dalam modul berikutnya.

### CONTOH 2.4. Ilustrasi kelompok terpapar yang ditunjukkan dalam peta sanitasi



Kelompok terpapar luas (U, F, C, dll.) dapat disempurnakan dan didefinisikan menjadi subkelompok untuk membantu penilaian risiko bahaya terperinci, seperti yang ditunjukkan pada alat 2.2. Misalnya, kelompok terpapar "U: pengguna sistem sanitasi" dapat dibagi menjadi U1: pengguna jamban lubang, U2: pengguna toilet siram dengan tangki septik, dan U3: pengguna toilet yang terhubung sistem saluran

pembuangan. Penting untuk memperkirakan jumlah individu di setiap subkelompok, bagaimana mereka bersentuhan dengan aliran sistem (misalnya air limbah, kotoran) dan frekuensi paparan.

## INSTRUMEN 2.2. Templat untuk mengkarakterisasi kelompok terpapar

LANGKAH SANITASI	KELOMPOK TERPAPAR	SIAPA SAJA KELOMPOK TERPAPAR ? (Deskripsi orang-orang dalam kelompok)	ADA BERAPA JUMLAHNYA? (Angka aktual, jika diketahui; jika tidak, maka estimasi)	APA YANG MEREKA LAKUKAN DI SANA? (Keadaan ketika mereka mungkin terkena bahaya dalam aliran sistem)	APA YANG MEREKA HADAPI? (Sistem mana yang mengalir dan jenis bahaya apa yang bersentuhan dengan mereka)	SEBERAPA SERING MEREKA TERKENA? (Frekuensi paparan: harian, mingguan, setahun sekali, dll.)
Penampungan-penyimpanan/ pengolahan	U1	Pengguna toilet siram yang terhubung ke tangki septik di properti mereka	400 rumah tangga (sekitar 2000 orang); sekitar setengahnya adalah anak-anak	Tangki septik biasanya berada di luar rumah, di halaman belakang. Anak-anak bermain dan orang dewasa melakukan kegiatan yang berbeda di sekitar tangki.	Mereka bisa memiliki kontak dengan air limbah selama luapan. Mereka terkena mikroorganisme.	Bisa terjadi setiap 3 tahun, tetapi lebih sering terjadi saat hujan lebat.
Pembuangan	WC1	Pengunjung ke sungai terdekat	Sekitar 5000 orang; Sekitar 70% adalah anak-anak	Mereka adalah wisatawan lokal yang datang ke sungai untuk rekreasi. Mereka berenang dan berkumpul di sepanjang sungai selama akhir pekan.	Kontaminasi mikroba ketika kolam pengolahan meluap. Mereka bisa menelan air sungai yang terkontaminasi.	Kontak harian selama bulan-bulan musim panas.

Meskipun beberapa kelompok terpapar, seperti pekerja formal, relatif mudah diidentifikasi, yang lain akan lebih sulit, misalnya masyarakat yang mengakses sumber air tanah terdekat, pekerja musiman dan informal, dan orang-orang yang tinggal di pemukiman informal atau populasi imigran. Demografi kelompok terpapar, seperti jenis kelamin, usia dan potensi pengucilan sosial, harus diperhatikan. Perlu diingat bahwa perubahan iklim atau variabilitas iklim dapat meningkatkan atau menurunkan frekuensi paparan.

## 2.4 Mengumpulkan informasi pendukung

Tim SSP harus mengumpulkan dan meringkas informasi yang akan mempengaruhi pengembangan dan implementasi SSP (lihat catatan panduan 2.4). Jika tidak ada informasi yang tersedia, tim harus mencatat kekurangannya, misalnya, data, standar atau spesifikasi nasional. Komite pengarah harus mempertimbangkan apakah ada kebutuhan untuk menyusun instrumen pemantauan atau peraturan yang kurang.

Informasi harus dikumpulkan untuk:

- standar kualitas yang relevan, dan persyaratan sertifikasi dan audit;
- manajemen dan kinerja sistem, termasuk selama dan setelah kejadian berbahaya;
- demografi dan pola serta rencana penggunaan lahan; dan
- perubahan yang diketahui atau dicurigai berkaitan dengan cuaca atau kondisi musiman lainnya, termasuk proyeksi perubahan iklim; Ini termasuk informasi dari penilaian risiko yang ada (misalnya rencana pengurangan risiko bencana; kerentanan perubahan iklim, penilaian ketahanan atau adaptasi).

### Menyusun informasi pendukung untuk deskripsi sistem

Informasi berikut dapat dikumpulkan untuk mendukung deskripsi sistem.

a) Standar kualitas yang relevan, serta persyaratan sertifikasi dan audit.

Contohnya termasuk:

- hukum perundangan dan anggaran rumah tangga yang relevan;
- peraturan pembuangan limbah atau bau;
- spesifikasi dan pembatasan perencanaan yang berkaitan dengan perencanaan tata ruang wilayah perkotaan, wilayah lingkungan rentan dan lahan pertanian/padang rumput;
- peraturan nasional khusus yang berkaitan dengan produk pertanian;
- pedoman nasional khusus untuk kesiapsiagaan perubahan iklim atau perencanaan bencana;
- peraturan yang berkaitan dengan pemantauan kualitas, pengawasan dan audit sistem (bukan keuangan); dan
- persyaratan sertifikasi yang berkaitan dengan produk akhir pertanian.

b) Manajemen dan kinerja sistem.

- Dokumentasi pendukung yang berkaitan dengan tindak lanjut dan penegakan poin-poin yang disebutkan dalam a) di atas harus disediakan. Tindakan terdokumentasi dan tidak terdokumentasi harus diperhatikan.

Pertimbangkan:

- data yang berkaitan dengan pemantauan dan surveilans sebelumnya;
- frekuensi dokumentasi;
- apakah kesalahan dan/atau penyimpangan ditindaklanjuti;
- data epidemiologi;
- penilaian kerentanan, ketahanan atau adaptasi yang ada di daerah tersebut; dan
- jenis dan jumlah produk yang dihasilkan;

c) Demografi dan pola penggunaan lahan.

Pertimbangkan:

- pola penggunaan lahan, permukiman (termasuk permukiman informal) di daerah, populasi dan kegiatan khusus yang dapat mempengaruhi sanitasi dan produksi air limbah;;
- pertimbangan keadilan khusus, seperti etnis, agama, populasi migran dan kelompok yang kurang beruntung; dan
- daerah yang diprediksi untuk pertumbuhan atau perubahan populasi yang signifikan.

d) Perubahan yang diketahui atau dicurigai berkaitan dengan cuaca atau kondisi musiman lainnya.

Pertimbangkan:

- variabilitas rata-rata beban ke instalasi pengolahan sepanjang tahun;
- variasi penggunaan musiman yang terkait dengan jenis tanaman dan panen;
- area aliran masuk tambahan selama hujan lebat dan implikasi untuk langkah-langkah pengolahan;
- proyeksi perubahan iklim (lihat catatan panduan 2.8);
- perubahan pola penggunaan pada saat kelangkaan air.

Catatan: Tidak semua informasi di atas mungkin berguna dan relevan untuk setiap sistem.

Potensi bahaya kesehatan menjadi jelas melalui penentuan alur sistem pada langkah 2.2. Potensi bahaya biologis, kimia, dan fisik, termasuk bahaya terkait iklim, dapat dikarakterisasi dengan menggunakan catatan panduan 2.5, 2.6, 2.7 dan 2.8. Data epidemiologi dan lingkungan lebih disukai untuk bahaya biologis, jika tersedia.

Misalnya, jika cacing telah diidentifikasi sebagai bahaya kesehatan potensial, karakterisasi bertujuan untuk menentukan spesies mana yang endemik dan sejauh mana.

Kualitas data yang dibutuhkan dan sumber informasi yang mungkin bervariasi di antara kategori bahaya.

## CATATAN PANDUAN 2.5.

### Mengumpulkan informasi bahaya mikroba

Bahaya mikroba dikelompokkan menjadi empat kelas patogen: virus, bakteri, protozoa dan cacing. Informasi tentang patogen terkait kotoran dan metode pendeteksiannya di lingkungan dapat ditemukan di Bab 6 Pedoman WHO 2018 tentang sanitasi dan kesehatan (WHO, 2018).

#### Pertimbangan

- **Pengujian lingkungan patogen**

Pengujian mikroba sampel lingkungan sering bergantung pada indikator kontaminasi feces, seperti *Escherichia coli*, enterococci dan, baru-baru ini, fage *Bacteroides*. Pengujian untuk organisme indikator lebih mudah dan lebih murah daripada pengujian untuk setiap patogen individu yang mungkin ada dalam sampel. Namun, dalam situasi tertentu, seperti wabah penyakit (misalnya kolera), mungkin berguna untuk mengidentifikasi sumber dan pergerakan patogen tertentu di lingkungan. Konsentrasi *E. coli* biasanya digunakan untuk menilai beban patogen dalam limbah feces dan efisiensi pengolahan pada tindakan pengendalian.

#### Cacing

Spesies dan konsentrasi telur cacing dalam limbah mempengaruhi desain tindakan pengendalian. Ketika akuakultur yang diberi makan limbah menjadi perhatian di sistem sanitasi, perhatian khusus perlu

diberikan pada trematoda bawaan makanan dan trematoda *Schistosoma* (yang menyebabkan schistosomiasis), karena penularan agen penyakit ini melibatkan ikan, tanaman air atau paparan air permukaan yang terkontaminasi (lihat WHO, 2006, vol. 3).

- **Perkembangbiakan vektor**  
Sanitasi yang tidak aman, dan drainase yang tidak tepat yang menyebabkan genangan air atau kolam dapat berkontribusi pada perkembangbiakan nyamuk dan memfasilitasi penularan penyakit bawaan nyamuk. Pembuangan kotoran yang tidak aman juga dapat memfasilitasi perkembangbiakan serangga seperti lalat dan kecoak, yang secara mekanis dapat mengangkut patogen di lingkungan dan mencemari makanan.

Contoh sumber data tentang kemungkinan bahaya mikroba di area SSP

Beberapa sumber data harus dikonsultasikan untuk mendapatkan informasi yang dapat diandalkan, termasuk:

- Tinjauan literatur desktop
- otoritas kesehatan masyarakat yang memiliki akses ke sistem informasi kesehatan rutin; dan
- personel yang bekerja di fasilitas kesehatan di dalam, atau di dekat, area SSP.

## CATATAN PANDUAN 2.6.

### Mengumpulkan informasi bahaya kimia

#### Pertimbangan

- Konstituen kimia yang memasuki sistem sanitasi dapat mencakup bahan kimia organik, elemen jejak anorganik (misalnya kadmium, timbal, tembaga, nikel, merkuri) dan nutrisi (nitrogen, kalium dan fosfor). Konstituen ini dapat menimbulkan risiko kesehatan dan lingkungan, merusak sistem pembuangan limbah, mengganggu proses pengolahan, dan membatasi pilihan potensial untuk penggunaan kembali produk akhir. Oleh karena itu, sejauh mungkin, kontaminasi bahan kimia harus dihilangkan atau diolah di sumbernya (misalnya meskipun pra-pengolahan limbah industri dibuang ke saluran pembuangan).
- Sebagian besar sistem saluran pembuangan mengumpulkan air limbah dari tempat domestik, bangunan komersial dan publik, dan tempat industri (kadang tidak berlisensi dan tidak diatur) dan juga air hujan.
- Industri biasanya menyumbang polusi kimia paling berbahaya terhadap air limbah. Contohnya termasuk surfaktan, pelarut organik, pewarna, logam berat, zat pemutih, asam dan surfaktan dari manufaktur tekstil; tingkat tinggi senyawa organik dari pembuatan karet, plastik dan kertas.
- Polutan kimia juga ditemukan dalam air limbah domestik yang timbul dari greywater dari wastafel dapur, cucian dan bak mandi bertanggung jawab atas sebagian besar logam (misalnya tembaga, kadmium, timbal, seng) dan total padatan terlarut dalam air limbah rumah tangga yang berasal dari deterjen, desinfektan, dan produk perawatan pribadi. Urin adalah sumber utama nitrogen (75%), fosfor (50%), dan kalium (54%) dalam air limbah domestik.
- Saluran pembuangan gabungan juga mengumpulkan air hujan termasuk zat yang disimpan pada permukaan kedap air dari kendaraan bermotor (misalnya bahan bakar bocor), partikel yang menetap di atmosfer dan tumpahan limbah industri ke dalam sistem *stormwater* (air hujan) (WHO, 2007). Sifat dan konsentrasi limpasan perkotaan dapat sangat bervariasi dalam waktu singkat.
- Obat-obatan untuk perawatan kesehatan hewan dan manusia, seperti analgesik, antimikroba, dan kontrasepsi, juga merupakan sumber polusi kimia dari lokasi manufaktur dan dalam air limbah yang mengandung kotoran individu yang menggunakan obat-obatan. Polusi antimikroba merupakan pendorong potensial resistensi antimikroba (WHO, FAO & OIE, 2020).
- Sistem sanitasi di tempat, seperti jamban lubang dan tangki septik, dapat menjadi sumber bahaya kimia ketika posisinya buruk, dibangun atau dipelihara. Konsentrasi nitrat dalam air tanah dangkal umumnya melebihi pedoman air minum di daerah dengan sanitasi di tempat (Lawrence dkk., 2001). Di beberapa pengaturan perkotaan, bahan kimia lain (misalnya hidrokarbon minyak bumi, bahan kimia rumah tangga, pelarut) dapat dibuang melalui jamban, yang menyebabkan kontaminasi air lokal (WHO, 2007).

#### Contoh sumber data tentang kemungkinan bahaya kimia di area SSP

- Dalam contoh pertama, otoritas lingkungan harus dihubungi untuk informasi tentang sumber data potensial (misalnya program pemantauan lingkungan yang ada) untuk konsentrasi kimia di media yang berbeda (misalnya air limbah, air sungai). Instalasi pengolahan air limbah mungkin memiliki kegiatan pemantauan berkelanjutan yang dapat memberikan data berharga tentang bahaya kimia. Entitas industri atau perpustakaan yang dipublikasikan dan membahas limbah industri (misalnya Thompson dkk., 2007) juga dapat dikonsultasikan. Jika data yang tersedia terbatas, sampel lingkungan dari fraksi limbah tertentu atau media lingkungan dapat dikumpulkan dan dianalisis. Peraturan dan standar nasional juga harus dijadikan rujukan.

## CATATAN PANDUAN 2.7.

### Mengumpulkan informasi bahaya fisik

Bahaya fisik seperti benda tajam (misalnya pecahan kaca, pisau cukur, jarum suntik), bahan anorganik, dan bau tidak sedap sering kali menjadi karakteristik umum dari suatu sampah atau terkait dengan campuran aliran sampah yang berbeda (misalnya, pisau cukur dan kantong plastik yang tercampur dalam lumpur tinja). Karena ada atau tidaknya bahaya fisik memiliki implikasi penting bagi mitigasi risiko kesehatan, maka penting untuk membangun pemahaman yang menyeluruh tentang komposisi dan karakteristik sampah sebagai bagian dari karakterisasi sampah.

Sumber data tambahan hanya perlu dikonsultasikan berdasarkan kebutuhan spesifik yang diidentifikasi

## CATATAN PANDUAN 2.8.

### Mengumpulkan informasi iklim utama

Informasi mengenai iklim lokal dan variabilitasnya perlu dikumpulkan untuk memahami penyebab-penyebab kejadian berbahaya yang berkaitan dengan iklim. Di tingkat lokal, hal ini dapat mencakup catatan kejadian cuaca ekstrem (misalnya banjir, kekeringan), proyeksi iklim di masa depan, data historis kualitas air, tren pasokan air dan penggunaan lahan (terutama yang berkaitan dengan sumber-sumber baru, pertumbuhan penduduk atau pertanian), dan penilaian kejadian berbahaya terkait iklim yang dapat mempengaruhi layanan air dan sanitasi. Untuk wilayah pesisir dan dataran rendah, ketinggian dan potensi genangan akibat kenaikan permukaan air laut atau banjir juga harus dipertimbangkan.

Karena informasi ini tidak selalu mudah untuk disintesis dan ditafsirkan di tingkat lokal, pendekatan Rencana Pengamanan Air Minum yang Berketahanan Iklim mengusulkan penilaian kerentanan iklim regional untuk menginformasikan deskripsi sistem (WHO 2017a). Karena ketidakpastian tentang prediksi perubahan iklim, variasi skenario yang mungkin terjadi, dan terkadang ketersediaan data yang terbatas di tingkat lokal, disarankan untuk fokus pada data yang tersedia atau memiliki kepastian yang lebih tinggi dan memasukkan data baru atau data yang telah diperbarui ketika tersedia (Rickert et al., 2019). Selain data yang dikumpulkan, pengetahuan dan pengalaman masyarakat mengenai kejadian di masa lalu dan dampaknya dapat disertakan untuk menginformasikan penilaian risiko dalam berbagai skenario perubahan iklim (misalnya melalui lokakarya konsultasi masyarakat atau pertemuan dengan para tetua masyarakat).

## 2.5 Mengonfirmasi deskripsi sistem

Deskripsi sistem dikonfirmasi melalui investigasi lapangan atau saat melakukan langkah 2.1, 2.2, 2.3 dan 2.4 untuk memastikan bahwa informasi tersebut lengkap dan akurat. Proses ini juga harus memberikan bukti karakteristik dan kinerja sistem (misalnya efisiensi pengolahan yang diklaim).

Beberapa metode dapat digunakan untuk investigasi lapangan, seperti inspeksi sanitasi, pengkajian catatan penyedia layanan, diskusi kelompok terfokus (FGD) atau wawancara informan kunci, dan pengumpulan sampel untuk pengujian laboratorium (lihat contoh 2.5).

### CONTOH 2.5. Pendekatan yang digunakan untuk konfirmasi deskripsi sistem di Kampala, Uganda

Tim memetakan dan menggambarkan sistem menggunakan catatan dan kunjungan lapangan. Data tambahan dikumpulkan untuk konfirmasi oleh orang-orang independen yang tidak terlibat langsung dalam deskripsi sistem awal. Data jaringan dikumpulkan oleh staf non-jaringan. Pendekatan ini memastikan kerahasiaan, dan menghindari bias dalam resons dan analisis data. Petugas pengumpul data (setidaknya dua orang) mengamati tindakan tim operator jaringan selama kunjungan lapangan.

Sebelum dan sesudah akuisisi data, instrumen dan hasil pengumpulan data dianalisis dan didiskusikan dalam tim teknis, dan pendapat yang muncul dikumpulkan.

Tonton: Health risk assessment along the wastewater and faecal sludge management and reuse chain of Kampala, Uganda: a visualization | Geospatial Health

Mengikuti langkah konfirmasi, peta sistem, deskripsi sistem, karakterisasi aliran sistem, dan faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja dan kerentanan sistem harus diperbarui.

# 3

# MODUL

MENGIDENTIFIKASI KEJADIAN BAHAYA SERTA  
MENILAI TINDAKAN PENGENDALIAN DAN RISIKO  
PAPARAN YANG ADA



World Health  
Organization

## MODUL3

# MENGIDENTIFIKASI KEJADIAN BAHAYA SERTA MENILAI TINDAKAN PENGENDALIAN DAN RISIKO PAPARAN YANG ADA

*Apa yang bisa salah?*

*Apa langkah-langkah pengendalian yang ada dan seberapa efektif langkah-langkah tersebut?*

*Seberapa signifikan risikonya?*

## LANGKAH

- 3.1 Mengidentifikasi bahaya dan kejadian bahaya
- 3.2 Mengidentifikasi dan menilai tindakan pengendalian yang ada
- 3.3 Menilai dan memprioritaskan risiko paparan

## INSTRUMEN

Instrumen 3.1. Templat untuk mengidentifikasi bahaya dan kejadian bahaya serta memvalidasi pengendalian yang ada  
Instrumen 3.2. Formulir pemeriksaan sanitasi sederhana  
Instrumen 3.3. Gambaran kategori risiko yang disarankan untuk penilaian risiko deskriptif berbasis tim  
Instrumen 3.4. Tempat untuk penilaian risiko deskriptif berbasis tim  
Instrumen 3.5. Definisi risiko yang disarankan untuk penilaian risiko semi kuantitatif

## INSTRUMEN lanjutan

Instrumen 3.6. Matriks penilaian risiko semi kuantitatif  
Instrumen 3.7. Tempat untuk penilaian risiko semi kuantitatif  
Instrumen 3.8. Templat untuk memprioritaskan keadaan bahaya berdasarkan hasil penilaian risiko semi kuantitatif

## KELUARAN/OUTPUT

- Tabel penilaian risiko yang mencakup daftar bahaya menyeluruh dan merangkum keadaan bahaya, kelompok terpapar, dan tindakan pengendalian yang ada saat ini serta efektivitasnya
- Daftar prioritas keadaan bahaya untuk memandu peningkatan sistem



## Gambaran Umum

Modul 3 memastikan bahwa investasi dalam pemantauan dan peningkatan sistem merespons keadaan bahaya yang menimbulkan risiko tertinggi bagi kesehatan sebagai hal pertama yang dilaksanakan.

Setelah menyelesaikan Modul 3, tim SSP akan mengidentifikasi kejadian bahaya dengan risiko tertinggi. Dalam Modul 4, rencana peningkatan akan disusun untuk mengatasi kejadian yang memiliki risiko tinggi karena tindakan pengendalian saat ini tidak ada atau tidak efektif. Jika langkah-langkah pengendalian yang ada memadai, hanya pemantauan operasional yang akan dilakukan guna memastikan bahwa pengendalian terus berfungsi sebagaimana mestinya, seperti yang dijelaskan dalam Modul 5.

**Langkah 3.1 Identifikasi bahaya dan kejadian bahaya** - daftar keadaan bagaimana risiko muncul selama penggunaan, operasional, dan pemeliharaan sistem sanitasi untuk kelompok terpapar.

**Langkah 3.2 Mengidentifikasi dan menilai langkah-langkah pengendalian yang** sudah ada dan menentukan seberapa baik sistem sanitasi yang ada saat ini melindungi mereka yang berisiko.

**Langkah 3.3 Menilai dan memprioritaskan risiko paparan** - menggunakan pendekatan terstruktur untuk mengidentifikasi dan memprioritaskan risiko tertinggi yang memerlukan peningkatan sistem.

Dalam praktiknya, mungkin ada tumpang tindih dan pengulangan antara langkah 3.1-3.3. Misalnya, mungkin tepat untuk menyesuaikan kembali penilaian awal bahaya dan kejadian bahaya ketika pemikiran mendalam telah dilakukan terkait jenis kelompok terpapar dan rute paparan, serta posisi mereka dalam sistem.

## 3.1 Mengidentifikasi bahaya dan kejadian bahaya

Identifikasi bahaya dan kejadian bahaya (lihat catatan panduan 3.1) memfokuskan upaya kepada penilaian risiko berikutnya. Penting untuk memahami perbedaan antara bahaya dan kejadian bahaya.

- **Bahaya** adalah unsur biologi, kimia, atau fisik atau aspek keberterimaan yang menyebabkan bahaya bagi kesehatan manusia.
- **Kejadian bahaya** adalah insiden atau situasi yang:
  - Memunculkan atau melepaskan bahaya terhadap lingkungan tempat manusia tinggal atau bekerja, atau
  - memperkuat konsentrasi bahaya di lingkungan tempat orang tinggal atau bekerja, atau gagal menghilangkan bahaya dari lingkungan manusia.

## CATATAN PANDUAN 3.1.

### Cara menggambarkan bahaya dan contoh jenis bahaya yang khas dalam sistem sanitasi

JENIS BAHAYA	DESKRIPSI DAN CONTOH
Mikroba	Mikroorganisme (bakteri patogen, virus dan parasit, seperti protozoa dan cacing) yang terbukti menimbulkan penyakit akibat paparan kotoran, lumpur dan air limbah (misalnya <i>Vibrio cholerae</i> , <i>Giardia intestinalis</i> , <i>coxsackievirus</i> , virus hepatitis E, <i>Ascaris lumbricoides</i> , cacing tambang) atau tempat kotoran, lumpur dan air limbah mendorong adanya patogen yang ditularkan melalui vektor (misalnya virus demam berdarah, <i>Schistosoma spp.</i> ).
Kimia	Konstituen kimia yang dapat menyebabkan sistem sanitasi tidak berfungsi dan/atau menyebabkan efek kesehatan yang merugikan, biasanya setelah paparan jangka panjang. Contohnya adalah logam berat (misalnya arsenik, kadmium, merkuri) dalam lumpur dan biosolid dari sumber industri, herbisida dan pestisida, nitrat yang terakumulasi dalam air tanah dari sistem sanitasi di tempat, dan ganggang berbahaya dalam air tawar yang disebabkan oleh pembuangan air limbah yang tidak diolah.
Fisik	Karakteristik fisik yang dapat menyebabkan cedera atau iritasi. Contohnya adalah benda tajam seperti jarum dan silet yang dibuang di toilet, cedera pada pekerja karena peralatan yang tidak aman atau penggunaan berulang, dan iritasi kulit.
Keberterimaan	Aspek-aspek yang mempengaruhi penerimaan pengguna terhadap fasilitas sanitasi, yang dapat menyebabkan penolakan layanan yang mendukung atau praktik yang lebih dapat diterima secara budaya tetapi kurang aman (seperti buang air besar sembarangan) oleh pengguna dan pekerja. Contohnya adalah bau, keamanan, privasi, dan aksesibilitas.

Dalam keadaan bahaya, orang terkena bahaya dalam sistem sanitasi. Satu bahaya dapat terjadi melalui beberapa kejadian bahaya, dan setiap keadaan mungkin memiliki penyebab yang berbeda-beda dan membutuhkan pendekatan yang berbeda untuk meminimalkan risiko. Kelompok orang yang terpapar bahaya mungkin berbeda untuk setiap kejadian bahaya. Kejadian bahaya yang dijelaskan dengan baik akan mencakup komentar singkat tentang kejadian ketika peristiwa itu terjadi atau penyebabnya (lihat contoh 3.1.).

### CONTOH 3.1. Contoh kejadian bahaya dan penyebabnya

BAHAYA	KEJADIAN BAHAYA	PENYEBAB KEJADIAN BAHAYA YANG MEMPENGARUHI FREKUENSI ATAU TINGKAT KEPARAHANNYA	PENDEKATAN UNTUK MENGENDALIKAN KEJADIAN BAHAYA	KELOMPOK ORANG YANG TERPAPAR BAHAYA
Patogen dalam air limbah	Paparan dermal terhadap air limbah dari luapan pipa saluran pembuangan jika terjadi hujan lebat	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sistem pengangkutan berukuran terlalu kecil untuk kejadian curah hujan yang terjadi</li> <li>Kurangnya penyaringan luapan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Standar desain untuk menetapkan frekuensi luapan</li> <li>Perawatan rutin sistem saluran pembuangan sebelum musim hujan</li> </ul>	Orang yang tinggal berdekatan dengan perpipaan atau hilir luapan
	Limbah tertelan setelah kontak dengan air limbah selama perbaikan dan pemeliharaan pompa limbah	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pompa dalam kondisi buruk atau tidak cocok untuk kondisi operasi mengakibatkan seringnya kejadian pompa tersumbat</li> <li>Pelatihan atau kemampuan staf yang buruk, atau peralatan yang buruk</li> <li>Kurangnya jalur putar (<i>bypass</i>) selama pekerjaan pemeliharaan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pemeliharaan aset terencana untuk mengurangi frekuensi kegagalan pompa</li> <li>Pemilihan jenis pompa dan saringan (<i>screen</i>) selama fase desain dan konstruksi</li> <li>Alat pelindung diri untuk pekerja</li> <li>Prosedur operasi standar</li> <li>Standar desain stasiun pompa</li> </ul>	Pekerja pemeliharaan limbah

Tim harus mengidentifikasi bahaya dan kejadian bahaya yang terkait pada setiap langkah rantai sanitasi. Saat melakukan ini, mereka harus mempertimbangkan:

- kejadian bahaya yang terkait dengan penggunaan normal, operasi, dan pemeliharaan sistem (misalnya infrastruktur yang salah, kelebihan beban sistem, kurangnya pemeliharaan, perilaku tidak aman);
- kejadian bahaya karena kegagalan atau kecelakaan sistem (misalnya kegagalan perawatan sebagian atau seluruhnya, kegagalan daya, kerusakan peralatan, kesalahan operator);
- kejadian bahaya yang terkait dengan variasi musiman (misalnya pekerja pertanian musiman, perubahan cuaca; perubahan perilaku musiman);
- bahaya tidak langsung dan kejadian bahaya, yaitu, bahaya yang berpotensi mempengaruhi orang-orang yang tidak terlibat langsung dalam rantai sanitasi (misalnya melalui hama atau vektor, efek pada masyarakat hilir); dan
- bahaya kumulatif (misalnya bahan kimia dalam tanah).

Deskripsi kejadian bahaya harus menggambarkan bagaimana kelompok terpapar bahaya. Deskripsi ini memerlukan pemahaman tentang rute paparan (lihat catatan panduan 3.2). Rute paparan untuk patogen terkait ekskreta dapat berupa primer (misalnya melalui kontak langsung atau penularan udara jarak pendek) atau sekunder (misalnya melalui konsumsi produk yang terkontaminasi). Tercakupnya informasi mengenai rute paparan eksplisit dalam deskripsi keadaan bahaya membantu pemahaman tentang risiko dan identifikasi pengendalian yang akan memutus penularan.



## CATATAN PANDUAN 3.2.

### Rute paparan yang umum ditemui untuk dipertimbangkan dalam SSP

RUTE PAPARAN	DESKRIPSI
Tertelan setelah kontak dengan air limbah atau kotoran	Perpindahan kotoran (urin atau feces) melalui kontak langsung dengan mulut dari tangan atau benda yang bersentuhan dengan mulut, termasuk menelan tanah yang terkontaminasi melalui kontak dengan tangan (misalnya petani, anak-anak).
Menelan air tanah atau air permukaan yang terkontaminasi	Menelan air, diambil dari tanah atau sumber permukaan, yang terkontaminasi air limbah atau kotoran/lumpur, termasuk konsumsi air rekreasi yang tidak disengaja oleh perenang.
Konsumsi produk yang terkontaminasi (sayuran)	Konsumsi tanaman (misalnya selada) yang telah ditanam di lahan irigasi atau dipupuk dengan produk sanitasi.
Kontak kulit dengan kotoran atau air limbah	Infeksi ketika patogen (misalnya cacing tambang) masuk melalui kulit melalui kaki atau bagian tubuh lain yang terbuka setelah kontak dengan air limbah, kotoran, buang air besar sembarangan atau isi teknologi sanitasi yang bocor, atau selama operasi (misalnya pengosongan lubang).
Ditularkan melalui vektor (melalui lalat atau nyamuk)	Rute penularannya mencakup perpindahan mekanis kotoran oleh lalat ke seseorang atau makanan, dan gigitan dari nyamuk atau serangga menggigit lainnya yang membawa patogen.
Menghirup aerosol dan partikel	Menghirup tetesan mikro air dan partikel (yang mungkin tidak terlihat) yang berasal atau dihasilkan dari teknologi sanitasi yang dapat membawa patogen.

*Catatan:* Penularan primer mencakup kontak langsung dengan feces atau permukaan kotoran yang kotor, dan kontak orang-ke-orang, yang, dalam konteks ini, berkaitan dengan kebersihan pribadi. Penularan sekunder meliputi penularan yang ditularkan melalui perantara (makanan, air) dan penularan yang ditularkan melalui vektor. Penularan yang ditularkan melalui perantara adalah melalui kontaminasi, misalnya, tanaman atau sumber air. Penularan yang ditularkan melalui vektor terutama melalui pembuatan tempat berkembang biak untuk vektor. Penularan melalui udara juga dapat terjadi (misalnya selama irigasi air limbah).

*Sumber:* Berdasarkan Stenström et al. (2011).

## CONTOH 3.2. Contoh kejadian bahaya di setiap langkah rantai layanan

LANGKAH SANITASI	CONTOH KEJADIAN BAHAYA
Toilet	<ul style="list-style-type: none"> <li>Penularan patogen yang ditularkan melalui vektor kepada pengguna, karena desain dan/ atau konstruksi toilet yang salah (misalnya kurangnya segel atau tutup air)</li> <li>Menelan patogen setelah kontak dengan kotoran di toilet, karena kurangnya perawatan dan pembersihan</li> </ul>
Penampungan - penyimpanan/ pengolahan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Konsumsi air tanah yang terkontaminasi melalui lindi yang meresap dari lubang atau tank septik</li> <li>Tertelan air tanah yang terkontaminasi melalui kebocoran dari tank septik yang retak/rusak</li> <li>Kontak kulit dengan patogen karena pembuangan limbah ke saluran terbuka atau badan air</li> <li>Trauma atau sesak napas yang disebabkan oleh jatuh ke lubang yang runtuh sebagai akibat dari berkurangnya stabilitas tanah atau kegagalan struktural struktur penampungan</li> </ul>
Kendaraan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menelan patogen setelah kontak dengan kotoran selama pengosongan lubang secara manual menggunakan ember</li> <li>Menelan patogen setelah kontak dengan tanah yang terkontaminasi, disebabkan oleh pembuangan lumpur tinja tanpa pengolahan ke lahan terbuka</li> <li>Kontak kulit dengan patogen di saluran terbuka dan air permukaan yang disebabkan oleh pembuangan lumpur tinja yang tidak diberi perlakuan</li> <li>Konsumsi patogen setelah kontak dengan air limbah selama pembersihan dan pemeliharaan saluran pembuangan</li> </ul>
Pengolahan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menelan air permukaan yang terkontaminasi limbah dari instalasi pengolahan yang belum dirancang berdasarkan prinsip eliminasi, pengurangan, atau inaktivasi patogen</li> <li>Menghirup aerosol saat penanganan lumpur tinja kering secara manual</li> <li>Menelan patogen dalam limbah yang tidak diolah secara sempurna, yang dihasilkan dari pembuangan lumpur tinja segar di kolam pengolahan air limbah, menyebabkan kelebihan beban dan kegagalan fungsi</li> </ul>
Penggunaan akhir atau pembuangan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Konsumsi patogen di perairan permukaan karena pembuangan limbah yang diolah sebagian atau tidak diolah</li> <li>Menghirup partikel dan aerosol yang mengandung patogen selama irigasi semprot dengan air limbah yang diolah sebagian atau tidak diolah di pertanian terdekat</li> <li>Konsumsi patogen setelah kontak dengan lumpur tinja selama aplikasi di lahan pertanian untuk peningkatan kualitas tanah</li> </ul>

Identifikasi kejadian bahaya dapat mencakup pertimbangan kesenjangan peraturan dan kebijakan. Misalnya, pembuangan lumpur tinja secara ilegal di badan air atau lahan terbuka mungkin disebabkan (seluruhnya atau sebagian) karena kurangnya penegakan peraturan pembuangan.

Identifikasi kejadian bahaya yang disebabkan oleh bahan kimia (lihat catatan panduan 3.3) dapat menjadi tantangan karena informasi sering kali langka. Banyak keadaan bahaya yang ditemui memiliki kaitan dengan bahan kimia yang disiram ke toilet atau dimasukkan melalui pembuangan industri ke saluran pembuangan. *Input* kimia semacam itu dapat menyebabkan teknologi pengolahan tidak berfungsi, yang menyebabkan kejadian bahaya mikroba dan penyakit dari air limbah dan lumpur yang tidak diolah serta akumulasi bahan kimia di tanah, tanaman, dan produk penggunaan akhir.

## CATATAN PANDUAN 3.3.

### Kejadian bahaya yang disebabkan oleh bahan kimia berbahaya

Seperti yang telah dipaparkan dalam catatan panduan 2.6, bahaya kimia dapat ditemui dalam sistem sanitasi dari sumber, seperti pembuangan industri, dan pembuangan bahan kimia rumah tangga (misalnya produk pembersih, bahan kimia kadaluwarsa/tidak terpakai) ke dalam sistem sanitasi dan gas beracun yang dipancarkan oleh air limbah dan lumpur yang membusuk.

Senyawa kimia dalam sistem sanitasi dapat berdampak negatif terhadap fungsi sistem saluran pembuangan dan proses pengolahan air limbah, meningkatkan risiko paparan limbah yang tidak diolah bagi masyarakat setempat dan menimbulkan risiko langsung bagi pekerja sanitasi. Contohnya termasuk: (Bennett, 1989).

- PH rendah dapat menyebabkan degradasi saluran pembuangan, dan pH tinggi dapat menyebabkan luka bakar pada pekerja sanitasi.
- Hidrogen sulfida dapat terbentuk dari sulfat, yang menyebabkan kematian pekerja sanitasi.
- Minyak dan lemak dapat menyebabkan penyumbatan atau kebakaran, atau mengganggu pengoperasian instalasi pengolahan air limbah.
- Logam berat dan senyawa organik dapat menghambat proses biologi atau mencemari lumpur.

Bahan kimia beracun dan logam berat bertahan dan dapat terakumulasi di badan air, tanah dan hewan. Nitrat dan nitrit dapat memiliki efek buruk pada kesehatan jika mereka masuk persediaan air minum setelah terakumulasi dalam air tanah karena lubang dan tangki lindi. Pedoman WHO untuk kualitas air minum (WHO, 2017b) memberikan informasi tentang kontaminan kimia dalam air minum, termasuk nilai panduan, kinerja pengolahan, dan efek kesehatan.

Penggunaan air limbah di pertanian biasanya menimbulkan risiko rendah bagi kesehatan manusia yang dikaitkan bahaya kimia karena konsentrasi untuk kelangsungan hidup dan pertumbuhan tanaman biasanya jauh lebih rendah daripada ambang batas untuk efek kesehatan manusia dan efek dari paparan bahan kimia biasanya bersifat kumulatif dalam jangka waktu yang lama (WHO, 2006).

Dalam mengidentifikasi bahaya dan kejadian bahaya, tim SSP harus menggunakan Bagian A dari Instrumen 3.3.

### INSTRUMEN 3.1. Templat untuk identifikasi bahaya dan kejadian bahaya serta memvalidasi pengendalian yang ada

KOMPONEN	Bagian A IDENTIFIKASI BAHAYA			Bagian B PENGENDALIAN YANG ADA		PENILAIAN RISIKO (Akan tergantung pada metodologi penilaian risiko yang dipilih oleh tim SSP)
	Kejadian bahaya	Bahaya	Kelompok terpapar	Deskripsi tindakan pengendalian yang ada	Validasi pengendalian	
Langkah sanitasi						

Identifikasi bahaya dan kejadian bahaya harus dilakukan sebagai kombinasi dari upaya di atas kertas dengan menggunakan informasi deskriptif yang dikumpulkan dalam Modul 2 dan investigasi lapangan (langkah 2.5).

Perubahan iklim dapat menciptakan kejadian bahaya baru atau belum pernah terjadi sebelumnya. Tim SSP dapat memanfaatkan proyeksi iklim, dan kerentanan, ketahanan, dan kerentanan yang ada serta penilaian adaptasi untuk mengidentifikasi kejadian bahaya yang kemungkinan besar timbul sebagai akibat dari perubahan iklim (lihat Catatan Panduan 3.4). Tim SSP dapat menentukan kejadian bahaya tertentu yang disebabkan oleh perubahan iklim, atau memperkirakan bagaimana risiko dalam kondisi saat ini (diidentifikasi pada langkah 3.3) meningkat, menurun, atau tetap sama dalam skenario perubahan iklim yang berbeda (lihat catatan panduan 3.8.).

## CATATAN PANDUAN 3.4.

### Efek perubahan iklim utama dan kejadian bahaya yang dihasilkan

Di bawah ini adalah contoh dampak perubahan iklim dan kejadian bahaya yang dihasilkan yang dapat dikaji secara relevan dengan konteks lokal dan sistem sanitasi.

EFEK PERUBAHAN IKLIM	PENYEBAB KEJADIAN BAHAYA	EFEK PADA SISTEM SANITASI	CONTOH KEJADIAN BAHAYA	BAHAYA	KELOMPOK TERPAPAR
Hujan yang lebih intens atau berkepanjangan	Peningkatan banjir	Kerusakan infrastruktur yang menjadi andalan sistem sanitasi (misalnya jaringan listrik untuk pemompaan, jaringan jalan yang digunakan oleh kendaraan FSM)	Konsumsi air permukaan yang terkontaminasi dengan limbah mentah karena instalasi pengolahan air limbah yang tidak berfungsi	Semua patogen	LC, WC
		Banjir sistem di lokasi, menyebabkan luapan dan kontaminasi	Menelan patogen setelah kontak dengan lumpur tinja selama meluapnya sistem di tempat	Semua patogen	U, LC
			Kontak kulit dengan lumpur feces karena meluapnya sistem di tempat	Cacing tambang	U
		Instalasi pengolahan menerima aliran yang melebihi kapasitas desainnya, sehingga aliran yang masuk melampaui kapasitas proses pengolahan	Konsumsi air yang terkontaminasi dengan limbah mentah karena melewati instalasi pengolahan air limbah	Semua patogen	LC
	Peningkatan erosi dan tanah longsor	Musnahnya atau rusaknya infrastruktur sanitasi	Konsumsi air yang terkontaminasi dengan limbah mentah karena instalasi pengolahan air limbah yang tidak berfungsi	Semua patogen	LC
	Kontaminasi, dan kerusakan, pasokan air permukaan dan air tanah	Instalasi pengolahan menerima aliran dengan konsentrasi polutan yang melebihi kapasitas desainnya, menghasilkan kinerja pengolahan yang lebih rendah	Konsumsi air yang terkontaminasi dengan limbah yang diolah sebagian karena konsentrasi polutan yang lebih tinggi	Semua patogen	LC
	Perubahan resapan air tanah dan tingkat air tanah	Sistem septik terapung karena permukaan air tanah	Tertelan patogen setelah kontak dengan lumpur tinja karena terapungnya tank septik	Semua patogen	U, LC
Rusaknya jamban lubang akibat air tanah		Cedera pada tubuh dan kemungkinan sesak napas, setelah jatuh ke dalam lubang karena struktur jamban yang runtuh	Cedera pada tubuh, termasuk tenggelam	U, W	
Periode kering dan kekeringan yang lebih intens atau berkepanjangan	Air tidak mencukupi untuk menyiram dan membersihkan	Toilet menjadi tersumbat, kotor, atau tidak dapat digunakan	Kontak kulit dengan kotoran di toilet yang tidak bersih. Kontak kulit dan konsumsi kotoran dan hilangnya privasi dan keamanan jika pengguna terpaksa buang air besar sembarangan	Semua patogen, keselamatan pribadi dan martabat	U, WC
	Air tidak mencukupi untuk mengalirkan air limbah dan lumpur	Tersumbatnya sistem sanitasi, terutama saluran pembuangan karena laju aliran yang rendah	Kontak kulit dengan air limbah dan lumpur, cedera pada tubuh dan kemungkinan sesak napas karena memasuki saluran pembuangan untuk menangani sumbatan.	Semua patogen, cedera dan sesak napas	W
	Meningkatnya permintaan air limbah sebagai sumber air irigasi	Air limbah yang tidak diolah (jika dialihkan sebelum pengolahan) atau air limbah yang tidak diolah dengan cukup (digunakan untuk tujuan pengolahan yang diproses tidak sesuai) digunakan untuk mengairi tanaman	Konsumsi kotoran dilakukan pada tanaman irigasi, terutama untuk tanaman yang dimakan mentah. Kontak kulit dan menghirup air irigasi	Semua patogen	W, LC, WC

EFEK PERUBAHAN IKLIM	PENYEBAB KEJADIAN BAHAYA	EFEK PADA SISTEM SANITASI	CONTOH KEJADIAN BAHAYA	BAHAYA	KELOMPOK TERPAPAR
Kenaikan permukaan laut	Intrusi garam di zona pantai/dataran rendah	Kerusakan pada pekerjaan pengolahan air limbah (yang sering dilakukan di pantai/dataran rendah) akibat paparan air asin	Konsumsi patogen dalam air permukaan yang terkontaminasi dengan limbah sebagian atau tidak diolah	Semua patogen	LC
		Berkurangnya efektivitas proses pengolahan biologi akibat paparan air asin dari intrusi garam ke dalam influen air limbah	Konsumsi patogen dalam air permukaan yang terkontaminasi dengan limbah yang diolah sebagian karena konsentrasi polutan yang lebih tinggi	Semua patogen	LC
	Naiknya permukaan air tanah di zona pesisir/dataran rendah	Kerusakan infrastruktur bawah tanah akibat naiknya permukaan air tanah	Konsumsi air tanah yang terkontaminasi patogen feces	Semua patogen	LC
	Risiko genangan yang lebih tinggi, terutama dari peristiwa cuaca ekstrem (berpotensi berkontribusi terhadap banjir, erosi, tanah longsor)	Kerusakan infrastruktur yang menjadi andalan sistem sanitasi (misalnya jaringan listrik untuk pemompaan, jaringan jalan yang digunakan oleh kendaraan FSM)	Konsumsi air permukaan yang terkontaminasi dengan limbah mentah karena instalasi pengolahan air limbah yang tidak berfungsi	Semua patogen	LC WC
		Banjir sistem di lokasi, menyebabkan luapan dan kontaminasi	Menelan patogen setelah kontak dengan lumpur tinja selama meluapnya sistem di tempat	Semua patogen	U, LC
		Instalasi pengolahan menerima aliran yang melebihi kapasitas desainnya, sehingga aliran melampaui kapasitas proses pengolahan	Kontak kulit dengan lumpur feces karena meluapnya sistem di tempat	Cacing tambang	U
Lebih banyak variabel atau peningkatan suhu	Suhu air tawar yang lebih tinggi	Proliferasi ganggang mekar atau mikroba yang dibawa oleh vektor dalam air	Tertelannya air permukaan yang terkontaminasi selama mandi	Semua patogen	LC, WC
		Penurunan efisiensi pengolahan air limbah biologi (jika suhu melebihi atau turun di bawah batas operasional)	Konsumsi air yang terkontaminasi dengan limbah yang diolah sebagian karena konsentrasi polutan yang lebih tinggi	Semua patogen	LC
	Peningkatan korosi saluran pembuangan	Menelan air tanah yang terkontaminasi patogen feces yang bocor dari perpipaan yang rusak	Semua patogen	LC	
Badai atau siklon yang lebih sering atau intens	Peningkatan banjir	Kerusakan infrastruktur yang menjadi andalan sistem sanitasi (misalnya jaringan listrik untuk pemompaan, jaringan jalan yang digunakan oleh kendaraan FSM)	Konsumsi air permukaan yang terkontaminasi dengan limbah mentah karena instalasi pengolahan air limbah yang tidak berfungsi	Semua patogen	LC
		Banjir sistem di lokasi, menyebabkan luapan dan kontaminasi	Menelan patogen setelah kontak dengan lumpur tinja selama meluapnya sistem di tempat	Semua patogen	U, LC
	Angin yang lebih ekstrem	Kontak kulit dengan lumpur feces karena meluapnya sistem di tempat	Cacing tambang	U	
		Kerusakan infrastruktur yang menjadi sandaran sistem sanitasi (misalnya jaringan listrik untuk pemompaan, jaringan jalan yang digunakan oleh kendaraan FSM)	Konsumsi air permukaan yang terkontaminasi dengan limbah mentah karena instalasi pengolahan air limbah yang tidak berfungsi	Semua patogen	LC, WC

FSM: pengelolaan lumpur tinja.

Catatan: Tabel ini telah diadaptasi dari Tabel 4 ("Contoh variabilitas iklim dan efek perubahan pada sistem sanitasi") di WHO (2019a). Contoh yang diberikan tergantung pada konteks; Yang disediakan di sini bersifat ilustratif dan tidak lengkap.

## 3.2 Mengidentifikasi dan menilai langkah-langkah pengendalian yang sudah ada

Untuk setiap kejadian bahaya yang diidentifikasi pada langkah 3.1, tim SSP harus mengidentifikasi tindakan pengendalian apa yang sudah ada untuk mengurangi risiko terkait kejadian bahaya tersebut.

Tindakan pengendalian adalah setiap tindakan atau kegiatan (atau penghambat) yang dapat digunakan untuk mengurangi, mencegah atau menghilangkan bahaya terkait sanitasi atau untuk menguranginya ke tingkat yang dapat diterima. Tindakan pengendalian mengurangi jumlah patogen secara substansial di sepanjang jalur atau berkontribusi terhadap pengurangan penularan bahaya. Pengendalian ini terkait dengan semua bagian rantai sanitasi (termasuk toilet, penyimpanan/pengolahan penampungan, pengangkutan, transportasi, pengolahan, dan penggunaan akhir atau pembuangan).

Setelah langkah-langkah pengendalian yang ada diidentifikasi, tim SSP harus menentukan seberapa efektif mereka dalam mengurangi risiko kejadian bahaya. Saat menilai seberapa efektif tindakan pengendalian yang ada, pertimbangkan:

- seberapa efektif tindakan pengendalian **yang ada** (secara teoritis, dengan asumsi itu selalu bekerja dengan baik, termasuk dalam skenario perubahan iklim); dan
- seberapa efektif tindakan pengendalian yang ada **dalam praktiknya** (mengingat kondisi lokasi aktual, penegakan aktual aturan, dan peraturan yang ada, dan praktik operasi aktual).

Menetapkan efektivitas teoritis dan praktis dari tindakan pengendalian, dengan bukti atau dengan penilaian dari pengalaman, disebut sebagai validasi tindakan pengendalian. Bagian B dari instrumen 3.1 dapat digunakan untuk identifikasi dan validasi tindakan pengendalian.

Penilaian seberapa efektif tindakan pengendalian yang ada seringkali didasarkan pada literatur atau penilaian teknis terperinci. Lampiran 1 publikasi ini, WHO (2006; Bab 5 dalam volume 2, 3 dan 4) dan WHO (2018; Bab 3) merangkum potensi efektivitas dari berbagai tindakan pengolahan dan pengendalian manajemen.

Nilai pengurangan log dapat digunakan untuk menilai efektivitas tindakan pengendalian tertentu asalkan tersedia data yang andal (lihat catatan panduan 4.6).

Data operasional dalam jangka panjang juga dapat membantu dalam memahami kemampuan kinerja. Catatan panduan 3.5 memberikan rekomendasi tentang cara memvalidasi tindakan pengendalian.

### CATATAN PANDUAN 3.5.

#### Dokumen yang perlu diperiksa untuk memvalidasi tindakan pengendalian yang ada

Validasi tindakan pengendalian membuktikan bahwa tindakan pengendalian mampu dalam praktiknya memenuhi target yang ditentukan (misalnya target pengurangan mikroba). Untuk sistem sanitasi, validasi tindakan pengendalian dapat berarti:

- memeriksa pemuatan sistem dibandingkan dengan kapasitas desainnya;
- memeriksa literatur untuk kemampuan kinerja unit proses pengolahan individu;
- memeriksa kinerja historis dalam kondisi yang tidak biasa;
- memeriksa WHO (2018) untuk tingkat pengurangan patogen untuk sistem yang dirancang dengan baik dan berfungsi dengan baik (misalnya lihat Tabel 3.1, 3.2 dan 3.3 untuk kinerja pengolahan teknologi dan proses penampungan, pengolahan air limbah dan pengolahan lumpur, masing-masing, dan Tabel 3.4 untuk tingkat patogen dalam produk sanitasi penggunaan akhir).
- memeriksa WHO (2006) untuk pengurangan patogen untuk tindakan pengendalian nonteknis dalam sistem penggunaan kembali (misalnya lihat volume 2, Tabel 4.3 dan Bab 5; volume 3, Bab 5; dan volume 4, Bab 5).
- memeriksa lembar fakta patogen WHO dan/atau database Proyek Patogen Air Global, bagian 4 ("Manajemen risiko dari kotoran dan air limbah"), yang memiliki bab yang menjelaskan pengurangan patogen dalam teknologi sistem non-perpipaan dan perpipaan.

Untuk sejumlah besar tindakan pengendalian, efektivitas dalam praktik tindakan pengendalian yang ada mungkin berbeda dari efektivitas teoretis (lihat contoh 3.3). Misalnya, instalasi pengolahan mungkin tidak dioperasikan dengan benar karena kesalahan operator atau periode kelebihan beban.

Beberapa tindakan pengendalian, seperti penggunaan alat pelindung diri, bergantung pada perilaku pengguna. Pertimbangkan potensi perubahan iklim dalam mempengaruhi efektivitas tindakan pengendalian.

### CONTOH 3.3. Contoh tindakan pengendalian, kinerja pengendalian yang diharapkan, dan kegagalan kinerja umum

TINDAKAN PENGENDALIAN	TINGKAT PENGENDALIAN YANG DIHARAPKAN	KEGAGALAN PENGENDALIAN UMUM DIIDENTIFIKASI MELALUI VALIDASI
Toilet siram dipasang di tingkat rumah tangga	Toilet yang tinggi dan rata dengan aman menghilangkan kotoran dari rumah, menghindari kontak aktif (menyentuh) atau kontak pasif (melalui lalat atau vektor) dengan pengguna. <sup>a</sup>	Kurangnya air untuk menyiram menciptakan fokus kontaminasi di dalam rumah tangga.
Siram toilet dengan lubang kembar untuk penggunaan bergantian	Tingkat pengurangan patogen tinggi $\geq 2 \log_{10}$ (kecuali telur <i>Ascaris</i> ) <sup>a</sup>	Operasi tidak konsisten dengan desain teknologi. Dalam hal ini, satu lubang harus ditutup selama 2 tahun, sedangkan lubang kedua sedang digunakan. Namun, kedua lubang telah digunakan pada saat yang bersamaan.
PPE	Penghalang kontak kulit dan aerosol untuk pekerja <sup>b</sup>	Petugas penanganan limbah hanya menggunakan APD selama musim dingin yang menyebabkan adanya risiko paparan selama 7 bulan dalam setahun.
Kolam stabilisasi limbah	Mengolah limbah ke sejumlah <i>coliform</i> tertentu per 100 mL <sup>b</sup> Pengurangan telur cacing menjadi kurang dari 1/L <sup>b</sup>	Desain yang buruk, kelebihan beban atau korsleting, menyebabkan berkurangnya waktu retensi dan limbah berkualitas rendah.
Aplikasi irigasi: penggunaan irigasi tetes lokal	Tingkat perlindungan pekerja yang tinggi (potensi pengurangan 2 log) <sup>b</sup>	Penyumbatan pipa berarti bahwa pekerja berpotensi terkena air limbah selama perbaikan.
Aplikasi irigasi: patogen mati setelah irigasi terakhir dan sebelum panen	Pengurangan log aktual tergantung pada jenis dan suhu tanaman, dan spesifik lokasi. <sup>b</sup>	Penggunaan yang tidak konsisten di lapangan dalam kondisi kering ketika pasokan air tawar alternatif terbatas. Karena tingkat penurunannya sangat bervariasi, jika telur cacing tetap hidup untuk waktu yang lama (misalnya dalam cuaca dingin dengan sedikit sinar matahari langsung), air irigasi dengan jumlah telur cacing maksimum yang lebih dari target rentan akibat kegagalan pengendalian.
Metode persiapan makanan: mencuci tanaman selada berdaun kasar dengan kuat	1 pengurangan log <sup>b</sup>	Penggunaan yang tidak konsisten oleh rumah tangga, terutama orang miskin dan mereka yang memiliki persediaan air terbatas.

APD: alat pelindung diri.

<sup>a</sup> Lihat Bab 3 WHO (2018).

<sup>b</sup> Berdasarkan WHO (2006), vol. 2, bagian 3.1.1 dan 5.

*Catatan:* Lihat Modul 4 dan Lampiran 1 untuk informasi lebih lanjut tentang cara menilai efektivitas atau hasil yang diharapkan dari tindakan pengendalian.

## CATATAN PANDUAN 3.6.

### Pertanyaan yang disarankan untuk memvalidasi efektivitas praktik tindakan pengendalian yang ada

Bab 3 WHO (2018) memberikan pedoman untuk manajemen yang aman di setiap langkah sistem sanitasi, termasuk pada aspek desain, konstruksi, operasi, dan pemeliharaan. Untuk memvalidasi langkah-langkah pengendalian yang ada, tim SSP harus mempertimbangkan seberapa efektif langkah-langkah pengendalian dalam praktiknya. Tabel ini menyajikan contoh tindakan pengendalian dan pertanyaan yang dapat digunakan untuk memvalidasi efektivitasnya.

LANGKAH SANITASI	CONTOH TINDAKAN PENGENDALIAN	CONTOH PERTANYAAN UNTUK VALIDASI
Toilet	Pemasangan toilet	Apakah toilet dirancang dengan benar? Apakah mereka dibangun dengan baik? Apakah jamban terbuat dari bahan yang tahan lama?
	Perawatan toilet	Apakah toilet retak atau rusak?
	Pembersihan toilet	Apakah toilet bersih? Apakah bahan pembersih tersedia?
	Akses ke sanitasi bersama	Apakah toilet umum digunakan? Apakah lokasinya dekat? Apakah toilet ini dapat diterima dan terbuka?
Penampungan- penyimpanan/ pengolahan	Tangki septik	Apakah disegel? Apakah limbah masuk ke lubang rendaman, bidang pelindian, atau saluran pembuangan pipa? Apakah dapat diakses untuk dikosongkan?
	Lubang tunggal	Apakah dasar lubang terletak setidaknya 1,5-2,0 m di atas permukaan air? Apakah ditinggikan?
	Lubang kembar untuk penggunaan bergantian	Apakah digunakan sebagaimana mestinya (bergantian)? Apakah waktu penyimpanan/idle setiap pit minimal 2 tahun?
Kendaraan	Pengosongan preventif	Apakah rumah tangga memanggil truk pengosongan sebelum tangki penuh?
	Penggunaan APD	Apakah petugas sanitasi menggunakan APD?
	Penugasan ke tempat pembuangan lumpur tinja yang legal	Apakah truk lumpur tinja membawa lumpur tinja ke lokasi yang dicantumkan dalam penugasan? Apakah ada pembuangan ilegal?
	Pembersihan sistem saluran pembuangan	Apakah saluran pembuangan bebas dari limbah padat?
Pengolahan	Instalasi pengolahan air limbah	Apakah instalasi dirancang dengan tujuan menghilangkan patogen? Apakah bekerja seperti yang direncanakan? Apakah kelebihan beban? Bisakah staf mengoperasikannya?
	Pengendalian kualitas limbah	Apakah laboratorium tersedia? Apakah laboratorium menjalankan tes kandungan patogen?
	Penggunaan APD	Apakah petugas sanitasi menggunakan APD?
Penggunaan akhir atau pembuangan	Pengolahan air limbah untuk digunakan kembali	Apakah dirancang dengan tujuan menghilangkan patogen? Apakah bekerja seperti yang direncanakan? Apakah kelebihan beban? Bisakah staf mengoperasikannya?
	Pembatasan produk	Apakah petani hanya menanam produk yang ditunjukkan?
	Penggunaan APD	Apakah petani menggunakan APD?

APD: alat pelindung diri.

Validasi tindakan pengendalian membantu tim SSP menilai secara kritis tindakan pengendalian secara rinci. Pemahaman tersebut sangat mendukung penilaian risiko berikutnya (pada langkah 3.3).

Penilaian akal sehat oleh anggota tim SSP yang berpengalaman atau profesional lainnya mungkin cukup untuk memvalidasi efektivitas tindakan pengendalian. Setelah lebih banyak data tersedia, penilaian risiko dapat dan harus ditinjau kembali, dan validasi formal dilakukan jika diinginkan dan sesuai.

### 3.3 Menilai dan memprioritaskan risiko paparan

Identifikasi bahaya pada langkah 3.1 akan menghasilkan informasi mengenai sejumlah besar bahaya dan kejadian bahaya yang beberapa di antaranya akan serius, sedangkan yang lain akan bersifat sedang atau tidak signifikan. Langkah 3.3 menetapkan risiko yang terkait dengan masing-masing bahaya tersebut, sehingga tim SSP dapat memprioritaskan peningkatan sistem yang akan dilakukan.

Pendekatan yang berbeda untuk penilaian risiko dimungkinkan dengan berbagai tingkat kompleksitas dan persyaratan data (lihat catatan panduan 3.7).

- **Inspeksi sanitasi sederhana** - sesuai untuk sistem sanitasi sederhana, terutama sistem di tempat, dengan fokus pada toilet dan langkah-langkah penampungan.
- **Penilaian risiko deskriptif berbasis tim** - sesuai untuk sistem yang lebih kompleks dengan data terbatas dan tim yang relatif baru dalam melakukan penilaian risiko
- **Penilaian risiko semi-kuantitatif** - menggunakan matriks kemungkinan dan tingkat keparahan; sesuai untuk sistem yang lebih kompleks dan tim yang lebih berpengalaman atau memiliki sumber daya yang baik.
- **Metode kuantitatif** (misalnya penilaian risiko mikroba kuantitatif) - penilaian khusus yang dapat melengkapi SSP; umumnya tidak digunakan oleh tim SSP.

## CATATAN PANDUAN 3.7.

### Persyaratan data untuk pendekatan penilaian risiko

Tabel ini menunjukkan jenis data pendukung yang dikumpulkan pada langkah 2.4 yang mungkin relevan untuk menerapkan pendekatan penilaian risiko yang berbeda. Jika beberapa informasi tidak ada, tim dapat mempertimbangkan untuk menggunakan metode berbasis tim atau semi-kuantitatif.

	INSPEKSI SANITASI SEDERHANA	DESKRIPTIF BERBASIS TIM	SEMI-KUANTITATIF
<b>STANDAR KUALITAS YANG RELEVAN, SERTA PERSYARATAN SERTIFIKASI DAN AUDIT</b>			
Peraturan perundangan dan anggaran rumah tangga yang relevan	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Peraturan pembuangan limbah dan penghilangan bau		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Peraturan yang berkaitan dengan pemantauan, pengawasan, dan audit kualitas		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Peraturan nasional khusus yang berkaitan dengan produk pertanian			<input type="checkbox"/>
Persyaratan sertifikasi yang berkaitan dengan produk penggunaan akhir pertanian			<input type="checkbox"/>
<b>INFORMASI YANG BERKAITAN DENGAN MANAJEMEN DAN KINERJA SISTEM</b>			
Data yang berkaitan dengan pemantauan dan pengawasan sebelumnya			<input type="checkbox"/>
Data epidemiologi		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Penilaian kerentanan, ketahanan, atau adaptasi yang ada di area tersebut		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>DEMOGRAFI DAN POLA PENGGUNAAN LAHAN</b>			
Pola penggunaan lahan	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Permukiman (termasuk permukiman informal) di daerah tersebut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Populasi dan jumlah rumah tangga yang dilayani oleh sistem sanitasi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kegiatan khusus yang dapat mempengaruhi sanitasi/produksi air limbah			<input type="checkbox"/>
Pertimbangan kesetaraan khusus, seperti etnis, agama, populasi migran, dan kelompok yang kurang beruntung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Area yang diprediksi untuk pertumbuhan atau perubahan populasi yang signifikan			<input type="checkbox"/>
<b>PERUBAHAN YANG DIKETAHUI ATAU DICURIGAI BERKAITAN DENGAN CUACA ATAU KONDISI MUSIMAN LAINNYA</b>			
Variabilitas rata-rata beban ke instalasi pengolahan sepanjang tahun			<input type="checkbox"/>
Variasi penggunaan musiman karena jenis tanaman dan panen			<input type="checkbox"/>
Implikasi untuk pengolahan aliran masuk tambahan selama hujan lebat		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Proyeksi perubahan iklim			<input type="checkbox"/>
Perubahan pola penggunaan pada saat kelangkaan air	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Penilaian risiko harus dilakukan oleh tim SSP, baik secara individu atau sebagai kelompok, untuk meningkatkan objektivitas penilaian risiko dan menghasilkan peringkat konsolidasi. Tim harus spesifik dalam penilaian risiko dan menghubungkannya dengan keadaan bahaya. Tim dapat memperlakukan kegagalan tindakan pengendalian sebagai keadaan bahaya terpisah secara mandiri, dengan kemungkinan dan konsekuensinya sendiri.

Tim harus memanfaatkan proyeksi perubahan iklim untuk mempertimbangkan potensi perubahan iklim untuk meningkatkan kemungkinan, keparahan, atau jangkauan geografis keadaan bahaya. Jika proyeksi perubahan iklim tidak tersedia atau memiliki ketidakpastian yang signifikan (misalnya perubahan curah hujan di masa depan), tim SSP dapat mempertimbangkan bagaimana risiko akan berubah dalam skenario iklim yang berbeda (misalnya kondisi yang lebih kering, kondisi yang lebih basah, kondisi dengan badai yang lebih parah).

Tingkat risiko harus diperiksa secara real untuk memastikan bahwa tingkat risiko yang ada masuk akal. Jika ragu, periksa kembali informasi dan tingkatannya.

### Inspeksi sanitasi sederhana

Formulir inspeksi sanitasi WHO, yang terdiri dari daftar periksa observasi standar yang singkat, dapat digunakan dan disesuaikan selama investigasi lapangan untuk menilai risiko. Formulir inspeksi sanitasi paling sesuai untuk daerah pedesaan dengan kepadatan lebih rendah. Formulir ini dapat dengan mudah digunakan oleh perwakilan masyarakat, inspektur kesehatan lingkungan, dan petugas lapangan (lihat instrumen 3.2).

## INSTRUMEN 3.2. Formulir inspeksi sanitasi sederhana

Formulir inspeksi sanitasi adalah daftar periksa observasi standar singkat yang dapat disesuaikan dan digunakan untuk menilai faktor risiko dalam sistem sanitasi. WHO (2019b) menyediakan formulir inspeksi sanitasi untuk jenis sistem sanitasi yang paling umum.

Formulir ini digunakan selama investigasi lapangan untuk mengidentifikasi adanya risiko yang telah ditentukan. Sebagai langkah pertama, anggota tim SSP harus mencatat informasi umum tentang lokalitas, termasuk jumlah fasilitas.

Mereka kemudian menilai risiko yang telah ditentukan, seperti risiko banjir. Formulir sanitasi menyajikan beberapa pertanyaan; Respons "ya" menunjukkan adanya risiko. Setelah semua pertanyaan dijawab, tim SSP akan mengetahui risiko apa yang ditimbulkan sistem sanitasi terhadap masyarakat.

Formulir inspeksi sanitasi WHO dilengkapi dengan seperangkat lembar saran manajemen yang memberikan panduan tentang operasi dan pemeliharaan sistem sanitasi dan kemungkinan tindakan perbaikan untuk risiko yang diidentifikasi. Tim SSP dapat menggunakannya untuk memilih tindakan yang diperlukan untuk mengurangi risiko yang teridentifikasi. Langkah-langkah pengendalian yang diprioritaskan ini dapat digunakan untuk mengembangkan rencana peningkatan yang lebih rinci dalam Modul 4. Sebagai ilustrasi, gambar berikut menunjukkan kutipan formulir inspeksi sanitasi WHO.

Sanitation inspection form		SANITATION	
<b>Flush toilet with a single pit</b>			
<b>I. GENERAL INFORMATION</b>			
<b>A. Location</b> <small>Date specific information on the location. Add "Nil" where information is not applicable.</small>			
Village/hamlet	District	Province	State
National grid reference coordinates	GPS coordinates	Additional location information	Number of households served by this facility
<b>B. Setting</b> <small>Circle the relevant option: low, medium or high.</small>			
Population density	Accessibility for mechanical emptying	Risk to groundwater used for drinking	Water availability
Low   Medium   High	Low   Medium   High	Low   Medium   High	Low   Medium   High
Risk of flooding	Soil hardness (rocky soil)	Soil permeability	Land availability
Low   Medium   High	Low   Medium   High	Low   Medium   High	Low   Medium   High
<b>II. SANITATION SAFETY INSPECTION</b>			
<b>IMPORTANT: Read the following notes before undertaking the sanitary inspection</b>			
1. Answer the questions by ticking (✓) the appropriate box. For guidance, refer to the illustration overlay.			
2. If there is no risk present, or a question does not apply to the pit being inspected, tick the <b>NO</b> box.			
3. If a risk is present, tick <b>YES</b> . For important situations that require attention, note the actions to be taken. These notes can be used to develop a more detailed improvement plan, outlining what will be done, by whom, by when and what resources are required. For guidance, refer to the Management Advice Sheet.			
<b>Sanitary inspection questions</b>		<b>NO</b> <small>(tick)</small>	<b>YES</b> <small>(tick)</small>
<b>TOILET</b>			
1. Is the toilet not accessible for all intended users? <small>The location (e.g. covering cables and secure access path) and design should make it easy to use by all users including those with special needs or reduced physical mobility (e.g. the elderly, disabled, sick). This may include adding features like an access ramp, handrail etc.</small>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Is the toilet superstructure absent, incomplete, damaged and/or does not provide privacy and security to the intended users? <small>Signs of concrete creep cause the pit to fill up and over-flow, while animals, rodents, insects etc. entering the toilet and/or pit can damage the facility and carry excreta to the community. A door lockable from the inside and a working light will help provide privacy and security to the user.</small>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Is the toilet dirty with visible excreta on surfaces? <small>If the toilet is not kept clean, the users may be exposed to excreta when using the toilet and/or this may discourage toilet use.</small>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Is local cleaning material (e.g. toilet paper, leaves, waste) absent or inappropriate for the technology? <small>If culturally appropriate facilities are not provided, users could be exposed to excreta. If used cleaning material is not appropriate for the technology used, this may cause blockages or damages to the system.</small>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
IDraft: 10 June 2019 12:18 PMG <span style="float:right">... continued overleaf</span>			

Sanitation inspection form		SANITATION	
<b>Sanitation inspection questions</b>		<b>NO</b>	<b>YES</b> <small>(tick)</small>
<b>TOILET</b>			
1. Are handwashing facilities absent inside or next to the toilet? <small>Handwashing facilities consist of the presence of water and soap. They may be fixed or mobile and include a sink with tap water, buckets with soap, paper basin, and soap or basins designated for handwashing. Soap includes bar soap, liquid soap, powder detergent, and soapy water.</small>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Can flies and other insects easily enter and leave the pit/container/lid? <small>Flies can carry diseases from the excreta in the pit/container/lid to the local community.</small>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Are there excreta overflowing from the squat hole, pan or pedestal, and/or are there ponds of effluent visible on the ground outside the toilet? <small>If there are, users may be exposed to excreta.</small>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Is the pit poorly maintained such that the cover slab is cracked or damaged, and/or the side walls are not stable? <small>If the walls are not stable and/or the slab cracked, there may be a risk that the pit will collapse putting users at risk (e.g. falling into pit).</small>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Is the bottom of the pit less than 1.5 m from the water table where groundwater supply is used for drinking? <small>If the pit may contaminate groundwater (e.g. by infiltration), this may pose health risks since groundwater is used for drinking.</small>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Is the toilet and pit located within 10 m of a well or hand source that is used for drinking? <small>Toilets close to groundwater supplies may affect water quality (e.g. by infiltration) and pose health risks to those relying on the water source for drinking.</small>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>CONTAINMENT</b>			
7. Is the pit/sepac tank located on higher ground from the drinking water source? <small>Pollution on higher ground poses a risk, especially in the wet season, as faecal material may flow towards the water source below.</small>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Is effluent flowing from the tank outlet to an open drain, water body or to open ground? <small>If so, the local community may be exposed to excreta.</small>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Are the toilet and/or pit/sepac poorly maintained with broken components, visible cracks or defects in the side walls? <small>If the walls are cracked, this may pose a risk that the pit/sepac will leak, depositing water, sanitation workers, and the local community at risk.</small>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Is the container/pit/sepac tank not accessible for emptying? <small>Workers need to be able to access the pit with tools and emptying equipment to safely remove faecal sludge. There should be at least one removable access hatch/cover/lid over a hole large enough for hoses to be inserted for emptying the pit/sepac tank.</small>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Is the pit/container/sepac tank airtight? <small>Airtightness is important to prevent odours and flies from escaping the pit/container/sepac tank.</small>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Total number of risks identified: ____/13			
<small>** These are general rules. Where groundwater is used for drinking, a risk assessment should take the following factors into account: type of containment technology (e.g. septic tank), depth to groundwater table and soil type, horizontal and vertical distance from drinking-water source to containment technology, level of treatment if any applied to contaminated water before use.</small>			
<small>*** N/A - The question/risk factor is not applicable.</small>			
Flush toilet with a single pit IDraft: 10 June 2019 12:18 PMG <span style="float:right">2</span>			

Sanitation inspection form		SANITATION	
<b>III. ADDITIONAL DETAILS — remarks, observations, photographs and recommendations</b>			
<b>IV. CORRECTIVE ACTIONS AGREED TO BE UNDERTAKEN</b>			
<small>(Where possible, corrective actions should focus on addressing the most serious risks first. Use additional sheets if required.)</small>			
<b>Action No. 1:</b>			
Date action should be completed: _____			
Name of person responsible for action: _____			
Signature of person responsible for action: _____ Date: _____			
<b>Action No. 2:</b>			
Date action should be completed: _____			
Name of person responsible for action: _____			
Signature of person responsible for action: _____ Date: _____			
<b>Action No. 3:</b>			
Date action should be completed: _____			
Name of person responsible for action: _____			
Signature of person responsible for action: _____ Date: _____			
<b>V. INSPECTION DETAILS</b>			
Name of inspector: _____			
Designation of inspector: _____			
Signature: _____ Date: _____			
Name of sanitation representative: _____			
Signature: _____ Date: _____			
<small>Water, Sanitation, Hygiene and Health Unit Avenue Appia 20, 1211 Geneva 27, Switzerland Telephone: +41 22 791 2111 Website: <a href="http://www.who.int/water_sanitation_health">www.who.int/water_sanitation_health</a> </small> 			
Flush toilet with a single pit IDraft: 10 June 2019 12:18 PMG <span style="float:right">4</span>			

Formulir inspeksi sanitasi untuk sistem sanitasi dan lembar saran manajemen dapat diunduh dari situs web WHO.

## Penilaian risiko deskriptif berbasis tim

Penilaian risiko deskriptif berbasis tim menggunakan penilaian tim SSP untuk menilai risiko dengan mengklasifikasikan kejadian bahaya sebagai risiko tinggi, sedang, atau rendah. Definisi dalam [instrumen 3.3](#) dapat digunakan, atau tim SSP dapat mengembangkan definisi kesehatan mereka sendiri.

### INSTRUMEN 3.3. Deskripsi kategori risiko yang disarankan untuk penilaian risiko deskriptif berbasis tim

DESKRIPTOR RISIKO	CATATAN
Tinggi	Peristiwa ini dapat mengakibatkan cedera, penyakit akut dan/atau kronis atau hilangnya nyawa. Tindakan perlu diambil untuk meminimalkan risiko.
Sedang	Peristiwa ini dapat mengakibatkan efek kesehatan sedang (misalnya demam, sakit kepala, diare, cedera ringan) atau ketidaknyamanan (misalnya kebisingan, bau busuk). Setelah risiko prioritas tinggi dikendalikan, tindakan perlu diambil untuk meminimalkan risiko.
Rendah	Tidak ada pengaruh kesehatan yang diantisipasi. Tidak ada tindakan yang diperlukan saat ini. Risiko harus dikaji kembali di masa depan sebagai bagian dari proses pengkajian.

Tim dapat memperhitungkan dampak perubahan iklim untuk setiap keadaan bahaya dengan mencatat apakah risikonya cenderung meningkat, menurun, atau tetap sama di bawah skenario perubahan iklim yang diantisipasi (lihat [catatan panduan 3.8](#) dan gunakan [instrumen 3.4](#)).

Jika pendekatan deskriptif berbasis tim digunakan, tim dapat memilih untuk melakukan penilaian risiko semi-kuantitatif dalam revisi SSP berikutnya.

### INSTRUMEN 3.4. Templat untuk penilaian risiko deskriptif

KOMPONEN	IDENTIFIKASI BAHAYA (Termasuk kejadian bahaya baru atau belum pernah terjadi sebelumnya yang terkait dengan skenario perubahan iklim; lihat <a href="#">contoh 3.2</a> dan <a href="#">catatan panduan 3.4</a> )				PENGENDALIAN YANG ADA		PENILAIAN RISIKO DESKRIPTIF BERBASIS TIM			DASAR KEPUTUSAN (Justifikasi penilaian risiko, dalam kondisi saat ini atau skenario perubahan iklim, atau efektivitas pengendalian)
	DALAM KONDISI SAAT INI, MEMUNGKINKAN UNTUK PENGENDALIAN YANG ADA	DI BAWAH SKENARIO PERUBAHAN IKLIM YANG PALING MUNGKIN (Pada sel di bawah ini, catat dua skenario, misalnya kekeringan, hujan lebat. + berarti peningkatan risiko, - berarti penurunan risiko, = berarti risiko yang sama)								
Langkah sanitasi	Kejadian bahaya	Bahaya	Kelompok terpapar	Jumlah orang yang berisiko	Deskripsi tindakan pengendalian yang ada	Validasi pengendalian	Prioritas risiko (misalnya tinggi, sedang, rendah)	Skenario 1	Skenario 2	

### Penilaian risiko semi-kuantitatif

Penilaian risiko semi-kuantitatif lebih ketat daripada penilaian risiko deskriptif berbasis tim. Penilaian jenis ini sesuai untuk organisasi di lingkungan peraturan yang lebih terdefinisi dengan baik dan untuk tim SSP yang sudah terbiasa dengan analisis bahaya dan titik pengendalian kritis (HACCP) atau metodologi RPAM, atau tim SSP yang bekerja pada revisi proses SSP.

Tim SSP secara konsisten menetapkan kemungkinan dan tingkat keparahan untuk setiap kejadian bahaya yang diidentifikasi dengan menggunakan matriks risiko untuk sampai pada kategori atau skor risiko. Matriks risiko yang disarankan dan definisi kemungkinan (misalnya tidak mungkin, mungkin, sangat mungkin) dan tingkat keparahan (misalnya minor, mayor) disediakan dalam instrumen 3.5 dan 3.6. Saat menilai tingkat keparahan kejadian bahaya, pertimbangkan karakteristik aliran sistem (ditentukan dalam Modul 2), serta besarnya hasil kesehatan terkait.

**INSTRUMEN**

Definisi risiko yang disarankan untuk penilaian risiko semi-kuantitatif

**3.5.**

	DESKRIPTOR	DESKRIPSI
<b>Kemungkinan (L)</b>		
1	Sangat tidak mungkin	Belum pernah terjadi di masa lalu dan <b>sangat tidak mungkin</b> itu akan terjadi dalam 12 bulan ke depan (atau periode wajar lainnya).
2	Kecil kemungkinan	Belum pernah terjadi di masa lalu tetapi <b>bisa terjadi dalam keadaan luar biasa dalam</b> 12 bulan ke depan (atau periode wajar lainnya).
3	Mungkin	Mungkin telah terjadi di masa lalu dan/ atau <b>dapat terjadi dalam keadaan teratur dalam</b> 12 bulan ke depan (atau periode wajar lainnya).
4	Sangat mungkin	Telah diamati di masa lalu dan/ atau <b>kemungkinan akan</b> terjadi dalam 12 bulan ke depan (atau periode wajar lainnya).
5	Hampir pasti	Sering diamati di masa lalu dan/ atau <b>hampir pasti akan terjadi</b> di sebagian besar keadaan dalam 12 bulan ke depan (atau periode wajar lainnya).
<b>Tingkat keparahan (S)</b>		
1	Tidak signifikan	Bahaya atau kejadian bahaya yang mengakibatkan <b>tidak ada atau efek kesehatan yang dapat diabaikan</b> dibandingkan dengan tingkat latar belakang.
2	Kecil	Bahaya atau kejadian bahaya yang berpotensi mengakibatkan <b>efek kesehatan ringan</b> (misalnya gejala sementara iritasi, mual, sakit kepala).
4	Moderat	Bahaya atau kejadian bahaya yang berpotensi mengakibatkan <b>efek kesehatan yang membatasi diri atau penyakit</b> ringan (misalnya diare akut, muntah, infeksi saluran pernapasan atas, trauma ringan).
8	Mayor	Bahaya atau kejadian bahaya yang berpotensi mengakibatkan <b>penyakit atau cedera</b> (misalnya malaria, schistosomiasis, trematodiase bawaan makanan, diare kronis, masalah pernapasan kronis, gangguan neurologis, patah tulang), dan/atau dapat menyebabkan keluhan dan kekhawatiran <b>hukum</b> , dan/atau <b>ketidapatuhan terhadap peraturan</b> utama.
16	Katastropik	Bahaya atau keadaan bahaya yang berpotensi mengakibatkan <b>penyakit atau cedera serius, atau bahkan kehilangan nyawa</b> (misalnya keracunan parah, kehilangan ekstremitas, luka bakar parah, tenggelam), dan/atau akan menyebabkan <b>penyelidikan besar oleh regulator</b> , dengan kemungkinan penuntutan.

**INSTRUMEN**

Templat untuk penilaian risiko semi-kuantitatif

**3.6.**

		TINGKAT KEPARAHAN (S)				
		Tidak signifikan	Kecil	Sedang	Mayor	Katastropik
		1	2	4	8	16
KEMUNGKINAN (L)	Sangat tidak mungkin	1	2	4	8	16
	Kecil kemungkinan	2	4	8	16	32
	Mungkin	3	6	12	24	48
	Sangat mungkin	4	8	16	32	64
	Hampir pasti	5	10	20	40	80
Skor risiko R = L x S		<6	6-12	13-32	>32	
Tingkat risiko		Risiko Rendah	Risiko Sedang	Risiko Tinggi	Risiko Sangat Tinggi	

Tim SSP dapat memilih untuk mengembangkan definisi sendiri untuk kemungkinan dan tingkat keparahan, berdasarkan sistem dan konteks lokal. Definisi tersebut dapat mencakup aspek-aspek yang berkaitan dengan potensi dampak kesehatan, dampak peraturan, dan dampak pada persepsi masyarakat atau pelanggan. Namun, prinsip menjaga kesehatan masyarakat tidak boleh dikompromikan dalam definisi apa pun.

Instrumen 3.7 dapat digunakan untuk merekam hasil. Tim harus memperhitungkan dampak perubahan iklim untuk setiap keadaan bahaya dengan mencatat apakah risikonya cenderung meningkat, menurun, atau tetap sama di bawah skenario perubahan iklim yang diantisipasi (lihat catatan panduan 3.8).

Instrumen 3.8 memungkinkan tim untuk merangkul risiko tertinggi. Penting untuk mempertimbangkan jumlah orang yang berisiko saat memprioritaskan kejadian bahaya. Ini akan dibahas dalam tindakan peningkatan yang dipilih dalam Modul 4.

Lampiran 2 memberikan rangkuman pernyataan tentang risiko kesehatan mikroba untuk membantu penilaian tingkat keparahan kejadian bahaya yang berkaitan dengan penggunaan air limbah untuk pertanian.

### INSTRUMEN 3.7. Templat untuk penilaian risiko

KOMPONEN	IDENTIFIKASI BAHAYA				PENGENDALIAN YANG ADA		PENILAIAN RISIKO				KOMENTAR MEMBENARKAN PENILAIAN RISIKO (Dalam kondisi saat ini, skenario perubahan iklim, atau efektivitas pengendalian)	
							DALAM KONDISI SAAT INI, MEMUNGKINKAN PENGENDALIAN YANG ADA L = kemungkinan; S = tingkat keparahan; R = tingkat risiko (misalnya tinggi)					DI BAWAH SKENARIO PERUBAHAN IKLIM YANG PALING MUNGKIN (Pada sel di bawah ini, catat dua skenario, misalnya kekeringan, hujan lebat. + berarti peningkatan risiko, - berarti penurunan risiko, = berarti risiko yang sama)
Langkah sanitasi	Kejadian bahaya	Bahaya	Kelompok terpapar	Jumlah orang yang berisiko	Deskripsi tindakan pengendalian yang ada	Validasi pengendalian	L	S	Skor (LxS)	R	Skenario 1	Skenario 2

**INSTRUMEN 3.8.** Templat untuk memprioritaskan kejadian bahaya sesuai dengan hasil penilaian risiko semi-kuantitatif

Langkah sanitasi	Kejadian bahaya	Kelompok paparan	Jumlah orang yang berisiko	Risiko (Rendah, sedang, tinggi atau sangat tinggi)	Proyeksi perubahan risiko dengan skenario perubahan iklim	Prioritas (Rendah, sedang, tinggi atau sangat tinggi)

## CATATAN PANDUAN 3.8.

### Penilaian risiko untuk perubahan iklim dan variabilitas iklim

Perubahan iklim dan variabilitas iklim dapat mengubah kemungkinan dan tingkat keparahan bahaya dan kejadian bahaya. Kemungkinan bahwa bahaya atau keadaan bahaya tertentu akan terjadi dapat meningkat atau menurun sebagai akibat dari perubahan iklim. Misalnya, dalam kondisi kekeringan, frekuensi luapan saluran pembuangan dapat menurun, tetapi penggunaan air limbah yang tidak diolah dapat meningkat. Meskipun sulit untuk menempatkan nilai yang benar-benar mantap pada kemungkinan skenario masa depan, kemungkinan masa depan ini harus dipertimbangkan dalam penilaian risiko.

Demikian pula, konsekuensi dari bahaya dan kejadian bahaya dapat menjadi lebih atau kurang parah. Misalnya, pembuangan limbah ke sungai lebih signifikan dalam kondisi kekeringan ketika menerima tingkat air rendah, dibandingkan dengan peristiwa curah hujan tinggi ketika ada pengenceran yang lebih besar. Jika proyeksi iklim memiliki ketidakpastian yang signifikan, pertimbangkan bagaimana skenario iklim yang berbeda akan memengaruhi skor keparahan. Skenario iklim yang menghasilkan peningkatan risiko terbesar harus diprioritaskan.

Untuk menyederhanakan penilaian risiko di bawah perubahan iklim dan variabilitas iklim, tim SSP dapat memilih skenario perubahan iklim yang paling mungkin dan memutuskan apakah risiko akan meningkat, menurun atau tetap sama. Tabel menunjukkan contoh penilaian risiko semi-kuantitatif menggunakan pendekatan ini.

KOMPONEN	IDENTIFIKASI BAHAYA				PENGENDALIAN YANG ADA		PENILAIAN RISIKO						KOMENTAR JUSTIFIKASI PENILAIAN RISIKO (Dalam kondisi saat ini, skenario perubahan iklim, atau efektivitas pengendalian)
							DALAM KONDISI SAAT INI, MEMUNGKINKAN PENGENDALIAN YANG ADA L = kemungkinan; S = tingkat keparahan; R = tingkat risiko (misalnya tinggi)				DI BAWAH SKENARIO PERUBAHAN IKLIM YANG PALING MUNGKIN (Pada sel di bawah ini, catat dua skenario, misalnya kekeringan, hujan lebat. + berarti peningkatan risiko, - berarti penurunan risiko, = berarti risiko yang sama)		
Langkah sanitasi	Kejadian bahaya	Bahaya	Kelompok terpapar	Jumlah orang yang berisiko	Deskripsi tindakan pengendalian yang ada	Validasi pengendalian	L	S	Skor (LxS)	R	Skenario 1 Kekeringan	Skenario 2 Curah hujan lebih intens, banjir	
Kendaraan	Konsumsi air tanah yang terkontaminasi karena kebocoran dari saluran pembuangan ke air tanah dangkal	Semua patogen	Masyarakat setempat	50 000	Kampanye peningkatan kesadaran untuk mendorong keluarga menggunakan pengolahan air rumah tangga (HWTS) seperti filter dan klorinasi	Tidak efektif - survei tingkat rumah tangga menunjukkan bahwa keluarga tidak menggunakan HWTS	4	4	16	H	+	+	Dalam kondisi kekeringan, kemungkinan mengumpulkan air untuk minum dari sumber dangkal meningkat. Dalam skenario banjir, kualitas air tanah dipengaruhi oleh polutan.

Contoh lain dapat ditemukan dalam contoh kerja: SSP di Newtown.

# 4

# MODUL

## MENGEMBANGKAN DAN MENERAPKAN RENCANA PENINGKATAN BERTAHAP

## MODUL 4

# MENGEMBANGKAN DAN MENERAPKAN RENCANA PENINGKATAN BERTAHAP

*Apa yang perlu ditingkatkan dan bagaimana?*

## LANGKAH

- 4.1 Mempertimbangkan opsi untuk mengendalikan risiko yang telah diidentifikasi
- 4.2 Menyusun rencana peningkatan bertahap
- 4.3 Mengimplementasikan rencana peningkatan

Instrumen 4.1. Templat untuk daftar dan analisis opsi pengendalian

Instrumen 4.2. Templat untuk rencana peningkatan SSP bertahap

## KELUARAN/OUTPUT

- Rencana peningkatan bertahap yang melindungi semua kelompok terpapar di sepanjang rantai sanitasi
- • Investasi progresif untuk penerapan rencana

## Gambaran Umum

Pada Modul 3, tim SSP mengidentifikasi risiko prioritas tertinggi. Modul 4 memilih langkah-langkah pengendalian baru (perubahan kebijakan/peraturan, peningkatan teknologi, perubahan manajemen atau perilaku) yang mengatasi risiko ini di tempat yang paling efektif dalam sistem. Proses ini membantu memastikan bahwa pendanaan dan upaya menargetkan risiko tertinggi dengan urgensi terbesar.

Rencana peningkatan yang dikembangkan dan diimplementasikan di bawah Modul 4, dan rencana pemantauan yang dikembangkan dan diimplementasikan di bawah Modul 5, adalah *output* utama SSP. Jika penilaian risiko dan peringkat dalam Modul 3 mengidentifikasi tidak perlu peningkatan, lanjutkan ke Modul 5 dan 6.

**Langkah 4.1 Mempertimbangkan opsi untuk mengendalikan risiko yang telah diidentifikasi** - mempertimbangkan opsi untuk mengendalikan risiko tertinggi di sepanjang rantai sanitasi, termasuk peningkatan teknologi, perubahan dalam manajemen dan operasi, tindakan perubahan perilaku, serta tindakan kebijakan dan peraturan.

**Langkah 4.2 Menyusun rencana peningkatan bertahap** - mengonsolidasikan opsi yang dipilih ke dalam rencana tindakan yang jelas.

**Langkah 4.3 Mengimplementasikan rencana peningkatan** - memobilisasi investasi dan tindakan oleh entitas yang bertanggung jawab untuk mengimplementasikan rencana peningkatan.



## 4.1 Mempertimbangkan opsi untuk mengendalikan risiko yang teridentifikasi

Setelah Modul 3, tim SSP akan memiliki daftar lengkap bahaya dan kejadian bahaya yang diprioritaskan.

Tim SSP harus mempertimbangkan opsi untuk mengendalikan kejadian bahaya yang diprioritaskan untuk mengurangi tingkat risiko. Opsi peningkatan dapat dimasukkan ke dalam kategori-kategori berikut.



**Langkah-langkah pengaturan** adalah mekanisme untuk mengatur rantai layanan sanitasi. Karena sanitasi bersifat lintas sektor dan melibatkan banyak sektor, undang-undang dan peraturan yang relevan dapat ditemukan dalam kode dan standar bangunan dan perencanaan, undang-undang pemerintah daerah, peraturan utilitas publik, perjanjian perizinan, dan sebagainya. Langkah-langkah SSP harus fokus pada tata cara dan peraturan daerah yang disahkan oleh otoritas setempat. Dalam beberapa kasus, pemerintah daerah dapat mengadvokasi perubahan dalam peraturan nasional.

Bab 4 WHO (2018) menyajikan ruang lingkup kerangka kerja legislatif dan peraturan untuk sanitasi, serta mekanisme untuk mengatur sistem sanitasi. Catatan panduan 4.1 memperkenalkan beberapa opsi mekanisme pengaturan.

## CATATAN PANDUAN 4.1.

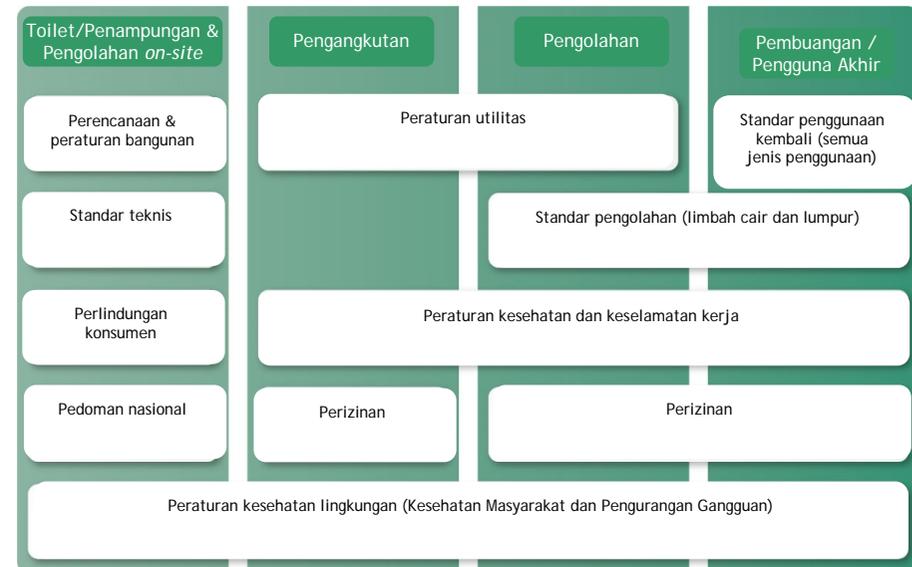
### 4 Opsi mekanisme pengaturan untuk rantai layanan sanitasi

Diagram ini menyajikan mekanisme pengaturan di mana langkah-langkah rantai layanan sanitasi dapat diatur (WHO, 2018).

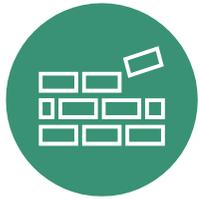
Undang-undang dan peraturan yang relevan dapat ditemukan terkait dengan:

- Peraturan kesehatan masyarakat, kesehatan dan keselamatan kerja, lingkungan, sumber daya air, dan undang-undang perlindungan konsumen;
- undang-undang dan peraturan yang mencakup pertanian, energi dan keamanan pangan sehubungan dengan penggunaan lumpur tinja yang aman;
- perda setempat;
- kode dan standar bangunan dan perencanaan;
- dan peraturan utilitas publik.

Untuk rincian lengkapnya, lihat bagian 4.4 ("Legislasi, peraturan, standar, dan pedoman") di WHO (2018).



Sumber: Gambar 4.4 dalam WHO (2018).



Langkah-langkah pengendalian teknis, juga disebut peningkatan teknologi, mengacu pada pembangunan atau perbaikan sistem sanitasi. Contohnya termasuk membangun atau memperbaiki toilet di rumah tangga atau pengaturan lainnya, meningkatkan atau memperbaiki teknologi penampungan (misalnya lubang, tangki septik), menyediakan atau meningkatkan pengosongan lumpur tinja dan peralatan transportasi, memperbaiki saluran pembuangan, membangun stasiun pemindahan lumpur tinja dan stasiun pembuangan saluran pembuangan, dan menyediakan instalasi pengolahan tambahan atau baru atau elemen proses.

Bab 3 ("Sistem sanitasi aman") dari WHO (2018) menunjukkan fitur teknis dan manajerial utama untuk memastikan bahwa risiko masyarakat, sebagai akibat dari paparan kotoran, diminimalkan pada setiap langkah rantai layanan sanitasi. Catatan panduan 4.2 menyoroti beberapa rekomendasi untuk mengurangi risiko dan contoh tindakan pengendalian tambahan untuk setiap langkah rantai layanan sanitasi.



Tindakan pengendalian manajemen dan operasional mengacu pada metode, prosedur, dan rutinitas untuk melakukan aktivitas tertentu dalam rantai layanan sanitasi. Tindakan ini mencakup pengaturan terkait bagaimana orang diatur dan dilatih untuk melaksanakan pekerjaan mereka. Contohnya termasuk pengembangan, dan kepatuhan terhadap, prosedur operasi standar dan rencana tanggap darurat; pelatihan aktor kunci dalam pemberian layanan; pembentukan sistem manajemen informasi; program pengendalian vektor; dan langkah-langkah operasional khusus untuk penggunaan kembali, seperti pembatasan tanaman dan waktu pemotongan.

Catatan panduan 4.3 dan 4.4 menyajikan lebih banyak informasi tentang dua tindakan pengendalian manajemen utama yang harus diintegrasikan dalam semua SSP.

## CATATAN PANDUAN 4.2.

### Contoh tindakan teknis peningkatan bertahap

Contoh tindakan pengendalian tambahan berikut telah diambil dari Bab 3 WHO (2018), dan mungkin berfungsi sebagai kiat untuk tim SSP di daerah dengan sumber daya terbatas.

- **Toilet:** "Di daerah pedesaan terpencil, misalnya, di mana ketersediaan bahan merupakan faktor pembatas dan/atau biaya pengangkutan jamban tahan lama dari kota setempat dianggap terlalu tinggi, rumah tangga setidaknya harus menutupi jamban jongkok kayu dengan lapisan mortar. Oleh karena itu, pendekatan ini harus membatasi paparan" (WHO, 2018).
- **Penampungan:** Tidak ada tindakan pengendalian tambahan untuk penampungan. Namun, jika ada risiko kontaminasi air tanah, pertimbangkan untuk meninggikan lubang atau menerapkan sanitasi berbasis wadah.
- **Pengangkutan:** Pilihan termasuk "meminimalkan risiko dari pengosongan manual", yang mengacu pada membuat pompa bermotor dan/atau panduan tersedia bagi pekerja; dan pembangunan "stasiun pemindahan dan stasiun pembuangan saluran pembuangan".
- **Pengolahan:** Pengolahan lumpur tinja dalam pengolahan air limbah yang ada dimungkinkan. Namun, pastikan bahwa langkah pengeringan pertama disertakan, sehingga dimungkinkan "untuk mengolah fraksi cair bersama dengan air limbah kota, dan memperlakukan fraksi padat bersama dengan lumpur air limbah dari teknologi pengolahan air limbah" (WHO, 2018).
- **Penggunaan akhir atau pembuangan:** Pilihan termasuk metode irigasi kontak rendah (misalnya irigasi tetes).

## CATATAN PANDUAN 4.3.

### Prosedur operasional standar

Semua sistem memerlukan instruksi tentang cara mengoperasikannya. Prosedur operasi standar (*Standard Operating Procedure*, SOP) adalah instruksi tertulis yang menjelaskan langkah-langkah atau tindakan yang harus diambil selama kondisi operasi normal, dan untuk tindakan korektif ketika parameter pemantauan operasional mencapai atau melanggar batas operasional. Jika tidak ditulis dengan benar, SOP memiliki nilai terbatas. Selain itu, SOP yang ditulis terbaik akan gagal jika tidak diikuti.

SOP dan panduan harus tersedia untuk masing-masing komponen teknis sistem, seperti untuk pompa atau proses perawatan. Selain informasi teknis yang diperlukan untuk menjalankan sistem, prosedur manajemen harus dikembangkan menguraikan tugas-tugas yang harus dilakukan dalam mengelola semua aspek sistem sanitasi, termasuk selama situasi darurat. Contoh prosedur manajemen adalah:

- jadwal operasi dan pemeliharaan;
- prosedur untuk semua aspek perawatan sistem (misalnya aerasi skrining/saringan, filtrasi, klorinasi);
- prosedur untuk selama dan setelah peristiwa cuaca ekstrem atau bencana;
- prosedur pemantauan operasional (sebagaimana diidentifikasi dalam Modul 5);
- prosedur yang berkaitan dengan pengelolaan masukan ke sistem sanitasi; dan
- jadwal dan prosedur untuk memantau kualitas dan penggunaan kembali air limbah, dan persyaratan hukum

Salinan SOP saat ini harus mudah diakses untuk referensi di area kerja orang yang melakukan kegiatan, baik dalam format cetak atau elektronik. Personil perlu dilatih dengan baik untuk menerapkan prosedur dan protokol manajemen lainnya.

Anggota tim manajemen, sebaiknya atasan langsung, harus secara berkala meninjau SOP (misalnya setiap 1-2 tahun), untuk memastikan bahwa kebijakan dan prosedur tetap terkini dan sesuai. Jika SOP menggambarkan proses yang tidak lagi diikuti, SOP harus ditarik dan diarsipkan. Setiap kali prosedur diubah, SOP harus diperbarui dan disetujui kembali. Setelah penilaian ulang risiko, periksa apakah SOP terkait masih sesuai.

Mendokumentasikan prosedur operasi, pemeliharaan, dan inspeksi merupakan hal yang penting karena:

- membantu membangun kepercayaan diri bahwa operator dan dukungan cadangan mengetahui tindakan apa yang harus diambil, serta bagaimana dan kapan harus mengambil tindakan tersebut;
- mendukung kinerja tugas yang konsisten dan efektif;
- menangkap pengetahuan dan pengalaman yang mungkin hilang ketika anggota staf berganti;
- membantu dalam pelatihan dan pengembangan kompetensi operator baru dan membentuk dasar untuk peningkatan berkelanjutan.

## CATATAN PANDUAN 4.4.

### Rencana tanggap darurat

Rencana tanggap darurat (*Emergency response plan*, ERP) dirancang untuk mencakup keadaan darurat yang tidak ada SOP-nya secara khusus. Rencana ini juga harus dipertimbangkan sebagai bagian dari langkah-langkah pengendalian operasional. Misalnya, operator harus tahu bagaimana merespons luapan dan banjir yang dapat mengakibatkan pelepasan lumpur tinja yang tidak terkendali, atau air limbah mentah atau yang diolah sebagian.

ERP memungkinkan diterapkannya kesiapsiagaan dan proses manajemen adaptif yang sesuai untuk menanggapi kondisi yang muncul dan tidak terduga, seperti bahaya terkait iklim. Sanitasi harus dimasukkan sebagai bagian dari kesiapsiagaan bencana dan, oleh karena itu, bahan sanitasi dan kebersihan harus dibeli bersama dengan persediaan darurat lainnya.

Penting untuk menilai efektivitas ERP dan kesiapan aktor kunci dalam rantai layanan sanitasi untuk menanggapi keadaan darurat dengan melakukan pelatihan dan latihan rutin (misalnya sekali setahun). ERP memerlukan pengkajian ulang setelah situasi terjadi, dan SSP harus diperbarui sesuai berdasarkan pelajaran yang diperoleh.



Langkah-langkah perubahan perilaku mengacu pada program yang dirancang untuk mendorong perubahan perilaku di tingkat individu, rumah tangga, masyarakat dan pemangku kepentingan utama yang terlibat dalam layanan sanitasi. Sejumlah pendekatan perubahan perilaku dapat digunakan: pendekatan pesan berbasis informasi, edukasi dan komunikasi; pendekatan berbasis masyarakat; pendekatan sosial dan komersial-pemasaran; dan pendekatan berdasarkan teori psikologis dan sosial. Contoh utama dalam SSP adalah penggunaan alat pelindung diri oleh pekerja sanitasi dan petani.

Kampanye komunikasi memainkan peran penting dalam menyebarkan pesan perubahan perilaku, dan pemasaran produk dan layanan terkait sanitasi kepada anggota masyarakat. Warga negara bertanggung jawab untuk menerapkan dan mempertahankan tindakan pengendalian SSP, terutama di toilet dan dalam langkah-langkah penampungan. Oleh karena itu, mereka perlu diberitahu tentang tanggung jawab mereka dan mengapa mereka perlu memenuhinya; cara mengakses produk dan layanan (termasuk subsidi, jika berlaku) untuk konstruksi, pemeliharaan, dan pemantauan; dan konsekuensi dari tidak adanya tindakan (yaitu penegakan hukum). Otoritas lokal yang menerapkan SSP harus mencari kemitraan dengan media lokal untuk meningkatkan dampak dari upaya komunikasi mereka. Program komunikasi yang ada mungkin perlu dipertimbangkan kembali mengingat sejauh mana program tersebut mendukung prioritas peningkatan SSP.

Sistem sanitasi harus menyediakan serangkaian hambatan terhadap berbagai jenis bahaya. Artinya, pendekatan *multibarrier* direkomendasikan. Dengan kata lain, sistem sanitasi yang baik menyediakan beberapa pengendalian di sepanjang jalur untuk mengurangi risiko terhadap kesehatan manusia. Contoh 4.1 menunjukkan contoh opsi peningkatan di sepanjang rantai layanan sanitasi untuk sistem pengelolaan lumpur tinja.

CONTOH 4.1. Contoh opsi peningkatan di sepanjang rantai layanan sanitasi

LANGKAH RANTAI LAYANAN SANITASI	JENIS OPSI PENINGKATAN			
	PERATURAN <sup>a</sup>	TECHNICAL <sup>b</sup>	PERATURAN <sup>a</sup>	BEHAVIOUR CHANGE <sup>c</sup>
Toilet	Standar teknis tentang material, dimensi, dan lokasi	Pemasangan toilet siram	Pelatihan tukang untuk pemasangan yang benar	Kampanye komunikasi untuk mendorong penggunaan dan pemeliharaan toilet yang benar
Penampungan-penyimpanan/pengolahan	Pedoman tentang inspeksi berkala sistem di tempat	Pemasangan tank septik tertutup dan kedap air	Membangun <i>database</i> infrastruktur sanitasi di tempat	Program untuk mendorong perbaikan tangki penampungan yang tidak disegel
Kendaraan pengangkut	Lisensi penyedia layanan pengosongan	Pemasangan stasiun pemindahan lumpur tinja	Membangun <i>call center</i> untuk pengosongan tangki septik	Program perlindungan konsumen yang menunjukkan hak dan tanggung jawab pengguna layanan pengosongan lumpur tinja
Pengolahan	Standar limbah cair; Pedoman pengendalian gangguan (bau, lalat, kebisingan) dari fasilitas pengolahan.	Pembangunan, atau peningkatan, instalasi pengolahan lumpur tinja	Menyusun prosedur operasi standar untuk operasi dan pemeliharaan	Program peningkatan kesadaran internal untuk memastikan kesehatan dan keselamatan kerja
Penggunaan akhir atau pembuangan	Standar untuk produk lumpur, dikategorikan berdasarkan jenis penggunaan	Pengolahan tambahan lumpur kering (misalnya pengomposan bersama)	Melatih petani dalam pemilihan tanaman (misalnya hanya tanaman yang tidak dimakan mentah)	Program keamanan pangan rumah tangga (untuk mendorong pencucian produk pertanian)

<sup>a</sup> WHO (2018) menyediakan: panduan untuk memperkuat kerangka kerja legislatif, khususnya mekanisme pengaturan (Bab 4);

<sup>b</sup> rekomendasi untuk mengurangi risiko pada setiap langkah rantai layanan sanitasi (Bab 3); dan Prinsip tentang perubahan perilaku sanitasi di tingkat individu, rumah tangga dan masyarakat (Bab 5).

Kekhawatiran berulang dari tim SSP berkaitan dengan pengelolaan bahaya kimia dalam sistem sanitasi. Sebagaimana dijelaskan dalam catatan panduan 2.6 dan 3.3, bahaya kimia dapat datang dari berbagai sumber, mengingat meluasnya penggunaan bahan kimia di pemukiman manusia, serta sistem industri dan pertanian. Dengan mengikuti pendekatan *multibarrier*, catatan panduan 4.5 menyajikan rekomendasi tentang bagaimana mempertimbangkan berbagai jenis tindakan pengendalian untuk mengurangi risiko yang ditimbulkan oleh bahaya kimia.

Lampiran 1 memberikan banyak contoh tindakan pengendalian terkait penggunaan kembali (sebagian besar bersifat teknis) dan komentar tentang efektivitasnya dalam mengurangi risiko. Catatan panduan 4.6 memberikan informasi tentang cara-cara untuk mencapai pengurangan patogen untuk perlindungan konsumen dalam sistem di mana air limbah digunakan dalam pengaturan pertanian.

## CATATAN PANDUAN 4.5.

### Mengurangi risiko bahaya kimia

Meningkatnya produksi dan penggunaan zat kimia menyebabkan paparan yang lebih tinggi dan risiko yang lebih tinggi terhadap kesehatan manusia. Untuk mengurangi risiko bahaya kimia yang terkait dengan sistem sanitasi, kombinasi langkah-langkah peraturan, teknis, manajemen, operasional dan perubahan perilaku harus diadopsi.

Salah satu ukuran manajemen utama mengacu pada ketersediaan data dan pengumpulan data (Weiss dkk., 2016). Pengembangan kebijakan membutuhkan data dan bukti yang komprehensif, termasuk informasi tentang siklus hidup bahan kimia lengkap dan penilaian efek pada kesehatan manusia pada berbagai skala, Weiss dkk. (2016) menyarankan bahwa data yang ada tentang rute dan konsentrasi paparan dan bukti dampak pada kesehatan manusia harus tersedia. Selanjutnya, data tambahan harus dikumpulkan yang akan berkontribusi pada identifikasi polutan yang paling berbahaya, proses dengan risiko besar, area di mana kesadaran kurang, area kapasitas dan pengetahuan manusia yang terbatas, praktik penanganan yang buruk atau bahkan terdapat kesenjangan undang-undang (Weiss dkk., 2016).

Tindakan pengendalian utama lainnya adalah regulasi. Lembaga perlindungan lingkungan, serta kementerian kesehatan, harus mengeluarkan peraturan yang mengatur pembuangan industri logam berat, minyak dan lemak, asam dan basa, dan bahan kimia organik beracun ke saluran pembuangan kota. Peraturan harus disertai dengan penegakan pemerintah untuk mengurangi pengabaian umum terhadap undang-undang atau peraturan untuk penerapan, produksi dan pembuangan bahan kimia dan bahan limbah lainnya, yang telah mengakibatkan sejumlah besar bahan kimia memasuki lingkungan (UNEP, 2013).

Koordinasi dan kapasitas di antara berbagai lembaga pemerintah untuk membangun dan mempertahankan sistem pemantauan bahaya bahan kimia merupakan persyaratan dasar untuk manajemen risiko bahan kimia yang tepat. Strategi dan program pelatihan yang jelas untuk mengatasi kekurangan kapasitas manusia untuk mengawasi penggunaan bahan kimia berbahaya dalam kegiatan industri adalah tindakan pengendalian operasional utama. Langkah-langkah perubahan perilaku, untuk mempromosikan tanggung jawab sosial perusahaan dan kesadaran masyarakat tentang dampak aktivitas manusia terhadap kualitas air, harus disertai dengan langkah-langkah pengendalian lainnya.

WHO (2017b) menyajikan beberapa langkah pengendalian untuk mengendalikan kontaminan kimia dalam air minum.

## CATATAN PANDUAN 4.6.

### Memahami pengurangan log dan Pendekatan *Multibarrier*

Efisiensi sistem sanitasi tertentu dapat dinyatakan sebagai pengurangan log<sup>10</sup> nilai (LRV), yang didefinisikan sebagai perbedaan antara konsentrasi patogen yang ditransformasikan log dari influen dan limbah di seluruh teknologi sanitasi tertentu atau di seluruh sistem (von Sperling, Verbyla & Mihelcic, 2018). Misalnya, jika konsentrasi influen adalah  $1,00 \times 10^7$  *Escherichia coli*/100 mL dan konsentrasi efluen adalah  $1,00 \times 10^5$  *E.*/100 mL, LRV teknologi sanitasi itu adalah  $7 - 5 = 2$ .

Dalam sistem sanitasi terpusat, seperti instalasi pengolahan air limbah canggih yang ditemukan di permukiman berpenghasilan tinggi, konsentrasi yang diinginkan dicapai dengan menempatkan langkah-langkah pengolahan secara seri. Efisiensi keseluruhan dari sistem perawatan dihasilkan dari penambahan langkah-langkah perawatan individu:  $LRV_{\text{keseluruhan}} = LRV_{\text{UNIT A}} + LRV_{\text{UNIT B}} + LRV_{\text{UNIT C}}$ . Misalnya, sistem pengolahan air limbah lengkap dapat terdiri dari tiga teknologi sanitasi (sedimentasi, lumpur aktif dan mikrofiltrasi) ditempatkan secara seri, dengan efisiensi pengurangan sebagai berikut: Unit A = 90% (LRV = 1), Unit B = 99,9% (LRV = 3) dan Unit C = 99,9% (LRV = 3). Dalam situasi ini, efisiensi pengurangan patogen secara keseluruhan adalah:

$LRV_{\text{keseluruhan}} = LRV_{\text{UNIT A}} + LRV_{\text{UNIT B}} + LRV_{\text{UNIT C}} = 1 + 3 + 3 = 7$ . Sistem perawatan ini biasanya sangat mahal dan mungkin tidak layak di daerah dengan sumber daya yang langka.

Untuk mengurangi risiko patogen dalam sistem sanitasi, pendekatan *multibarrier* harus diterapkan. Di sini, kombinasi berurutan dari langkah-langkah pengendalian harus direncanakan, dengan mempertimbangkan penggunaan akhir atau pembuangan yang dimaksudkan, dan batas dan standar limbah nasional.

pengurangan patogen keseluruhan dari sistem ini tergantung pada banyak faktor, seperti waktu tinggal hidrolis, operasi dan pemeliharaan yang tepat, karakteristik geologi, dan karakteristik tanah dan fungsi sistem penyerapan tanah. Adegoke & Stenstrom (2019), sebagai kontributor Proyek Patogen Air Global, menggambarkan berbagai LRV dalam sistem septik - mereka bisa setinggi 8 dan rendah 0. Oleh karena itu, sistem ini harus disertai dengan beberapa hambatan, seperti standar teknis untuk konstruksi, program perubahan perilaku untuk rumah tangga, dan langkah-langkah manajemen untuk membangun sistem pemantauan di tingkat kotamadya.

Di banyak negara berpenghasilan rendah dan negara berpenghasilan menengah, air limbah yang tidak diolah, diolah sebagian dan diolah secara langsung dan tidak langsung digunakan dalam pertanian. Dalam kasus ini, target pengurangan patogen harus bertujuan untuk melindungi petani dan konsumen, dan harus direncanakan tergantung pada jenis tanaman yang ditanam, praktik irigasi dan praktik pertanian, seperti dalam contoh berikut.

- Dalam sistem penggunaan kembali air limbah, di mana tanaman yang ditanam dimakan matang, prioritasnya harus melindungi petani. Menurut WHO (2006), LRV 4 mengurangi jumlah dari  $10^7$  menjadi  $10^3$  (1000) *E.coli*/100 mL, yang merupakan standar limbah yang sangat aman untuk melindungi petani (lihat WHO, 2006, vol. 2, Tabel 2). Hal ini dapat dicapai dengan kolam stabilisasi limbah (LRV = 2-3) ditambah langkah-langkah pengendalian paparan seperti alat pelindung diri, mencuci tangan dan kebersihan pribadi.
- Dalam sistem penggunaan kembali air limbah, di mana tanaman yang ditanam dimakan mentah, petani dan konsumen harus dilindungi (lihat WHO, 2006, vol. 2, Gambar 4). Dalam hal ini, LRV 6-7 harus menjadi target. Hal ini dapat dicapai dengan kombinasi pilihan perawatan tingkat rendah (misalnya kolam sedimentasi dan penampungan; LRV = 1-2); opsi di pertanian, seperti irigasi lokal (misalnya irigasi tetes tanaman yang tumbuh rendah; LRV = 2) dan kematian patogen sebelum dikonsumsi (LRV = 2); dan hambatan di luar pertanian (misalnya

mencuci tanaman dengan air sebelum dikonsumsi; LRV = 1).

Lihat Lampiran 1 dan WHO (2006), vol. 2, Tabel 4.3.

Batas verifikasi kualitas air irigasi kurang dari 1 telur nematoda usus manusia per liter (lihat WHO, 2006, vol. 2, hlm. 66-8 untuk rincian lebih lanjut tentang penggunaan di lahan pertanian; vol. 3, bagian 4.2; dan vol. 4, bagian 4.1 dan 5 untuk digunakan dalam akuakultur atau penggunaan kotoran).

Saat menganalisis langkah-langkah pengendalian, pertimbangkan:

- potensi untuk meningkatkan pengendalian yang ada;
- biaya opsi pengendalian relatif terhadap kemungkinan efektivitasnya;
- lokasi yang paling tepat dalam rantai sanitasi untuk mengendalikan risiko (misalnya di sumber bahaya, di titik lain kemudian dalam rantai sanitasi);
- efektivitas teknis dari opsi pengendalian baru yang diusulkan;
- penerimaan dan keandalan pengendalian dalam kaitannya dengan kebiasaan budaya dan perilaku lokal;

- tanggung jawab untuk menerapkan, mengelola dan memantau pengendalian baru yang diusulkan;
- latihan, komunikasi, konsultasi dan pelaporan diperlukan untuk mengimplementasikan tindakan pengendalian yang diusulkan;
- sejauh mana tindakan pengendalian akan memberikan manfaat di bawah perubahan iklim yang diharapkan atau, ketika perubahan iklim di masa depan tidak pasti, memberikan manfaat dalam skenario iklim apa pun (sering disebut sebagai opsi "tidak ada penyesalan" atau "penyesalan rendah"); dan
- Potensi tindakan pengendalian gagal jika iklim berubah dengan cara yang tidak terduga.

Instrumen 4.1 mengusulkan templat untuk membuat daftar dan menganalisis opsi pengendalian untuk kejadian bahaya yang diprioritaskan, sesuai dengan tanggung jawab, efektivitas, tingkat sumber daya yang dibutuhkan dan efektivitas dalam skenario perubahan iklim.

### INSTRUMEN 4.1. Templat untuk mencantumkan dan menganalisis opsi pengendalian

Langkah rantai layanan sanitasi: \_\_\_\_\_

Deskripsi kejadian bahaya: \_\_\_\_\_

Kelompok terpapar: \_\_\_\_\_

Opsi					
Opsi tindakan pengendalian baru atau yang dimodifikasi untuk kejadian bahaya ini	Apa kemungkinan efektivitas opsi tindakan pengendalian ini? (Tinggi, sedang, rendah)	Berapa tingkat sumber daya yang dibutuhkan? (Termasuk keuangan, sumber daya manusia, dukungan politik; tinggi, sedang, rendah)	Sejauh mana tindakan pengendalian ini akan efektif di bawah skenario perubahan iklim yang paling mungkin? (Efektif, tidak efektif, merugikan)	Komentar/ diskusi	Prioritas untuk rencana peningkatan (Segera, jangka pendek, jangka menengah, jangka panjang)

Contoh 4.2 menunjukkan metode prioritas untuk opsi pengendalian berdasarkan potensi untuk meningkatkan kesehatan, efektivitas teknis, dan kemungkinan diterima oleh mereka yang terlibat. Setiap tim harus memutuskan bagaimana memilih langkah-langkah peningkatan yang paling tepat untuk mengendalikan kejadian bahaya berisiko tertinggi.

**CONTOH 4.2.** Perbandingan opsi pengendalian

Untuk memprioritaskan langkah-langkah yang diusulkan, opsi dievaluasi sesuai dengan potensi mereka untuk meningkatkan kesehatan manusia dan lingkungan dari sistem, efektivitas teknis mereka dan kemungkinan mereka diterima oleh mereka yang terlibat. Tabel di bawah ini menunjukkan nilai yang ditetapkan untuk masing-masing kategori, dan pembobotan yang dikaitkan dengan setiap kategori.

POTENS I	EFEKTIVITAS TEKNIS	PENERIMA AN
<i>Pembobotan: 1.5</i>	<i>Pembobotan: 1</i>	<i>Pembobotan: 1.5</i>
Tinggi = 3	Tinggi = 3	Tinggi = 3
Sedang = 2	Sedang = 2	Sedang = 2
Rendah = 1	Rendah = 1	Rendah = 1

Skor prioritas = (potensi × bobotnya) × (efektivitas × pembobotannya) × (penerimaan × pembobotannya).  
 Prioritas tertinggi diberikan pada opsi dengan skor tertinggi.

Hal ini memungkinkan tim SSP untuk memprioritaskan langkah-langkah peningkatan sesuai dengan keterbatasan keuangan dan sumber daya

Jika memungkinkan, akar penyebab masalah harus ditangani dalam rencana peningkatan. Prinsip berbasis risiko yang penting adalah mencegah kejadian bahaya, atau menemukan tindakan pengendalian atau peningkatan sedekat mungkin dengan sumber risiko. Ini tidak selalu memungkinkan. Sering kali, kombinasi kejadian bahaya mungkin paling efektif dikelola melalui pengendalian tunggal di bagian lain dari sistem. Perhatikan bahwa beberapa tindakan pengendalian mungkin hanya berlaku untuk jangka waktu pendek (misalnya selama peristiwa banjir parah) atau periode tertentu (misalnya kondisi kekeringan) dan perlu diterapkan secara selektif. Ini adalah kasus, misalnya, untuk beberapa tindakan perubahan perilaku.

**CONTOH 4.3.** Opsi rencana peningkatan untuk pengendalian telur

**Bahaya:** Telur cacing

**Kejadian bahaya:** Paparan air limbah yang diolah sebagian di lapangan untuk petani atau anak-anak (di bawah usia 15 tahun), menyebabkan infeksi cacing

**Opsi dan pertimbangan tindakan pengendalian:**

- Mengenakan sepatu atau sepatu boot dapat mengurangi kemungkinan paparan bahaya. Namun, karena tindakan pengendalian ini sering kali tidak praktis atau tidak dilakukan oleh petani atau anak-anak di lapangan, maka tidak bisa diandalkan.
- Menyediakan beberapa pengolahan air limbah sederhana di hulu daerah irigasi (misalnya kolam penampungan sederhana dengan ukuran sesuai untuk mengurangi konsentrasi telur cacing menjadi kurang dari 0,1 telur/L) dapat secara andal mengurangi jumlah telur cacing ke konsentrasi yang diinginkan (lihat WHO, 2006, vol. 2, hlm. 84-6).
- Secara teratur memberikan obat cacing kepada penanganan limbah (misalnya pekerja yang terpapar lumpur tinja) dapat mengurangi durasi dan intensitas infeksi. Dalam pengaturan di mana infeksi cacing sangat umum, obat cacing juga dapat didistribusikan secara rutin di tingkat masyarakat (misalnya untuk anak-anak sekolah) untuk mengurangi tingkat prevalensi.

#### CONTOH 4.4. Opsi rencana peningkatan dalam pertanian padat karya khas dalam pengaturan sumber daya rendah

Dalam contoh ini, irigasi saat ini menggunakan air limbah yang tidak diolah. Produknya adalah sayuran berdaun untuk pasar lokal. Tanaman selada sering bersentuhan dengan tanah dan umumnya dimakan mentah. Praktik pertanian manual dan padat karya digunakan di tempat ini.

Pertanian ini menggunakan pengaturan sumber daya yang rendah, dan air limbah sangat penting untuk mata pencaharian para petani. Para petani menghargai nutrisi dalam air irigasi. Pengolahan air limbah terpusat tidak dianggap layak dalam jangka pendek hingga menengah. Konsumen biasanya mencuci produk pertanian sebelum dikonsumsi.

Catatan panduan 4.5 menunjukkan bahwa, dengan praktik yang ada, target pengurangan log total adalah 6. Dari total ini, pengurangan log 3 dalam air irigasi harus ditunjukkan untuk melindungi pekerja pertanian. Praktik yang ada tidak memenuhi target dalam kaitannya dengan kualitas mikroba air irigasi (termasuk telur cacing), dan pekerja pertanian berisiko tinggi.

Pilihan yang dipertimbangkan untuk melindungi pekerja pertanian meliputi:

- kolam anaerob dengan waktu retensi pendek di peternakan untuk mengurangi telur cacing dan, sampai batas tertentu, beban patogen lainnya;
- irigasi tetes (mencatat bahwa pengurangan 4 log tambahan masih diperlukan untuk sepenuhnya melindungi konsumen); dan
- Peningkatan pengendalian perlindungan pribadi petani (misalnya alat pelindung diri, cuci tangan, kebersihan pribadi).

Opsi yang dipertimbangkan untuk melindungi konsumen produk meliputi:

- pengendalian irigasi pra-panen (misalnya penghentian irigasi sebelum panen);
- patogen mati sebelum dikonsumsi (memberikan interval antara irigasi akhir dan konsumsi);
- mencuci produk dalam air tawar sebelum mengangkutnya ke pasar; dan
- program edukasi untuk memastikan praktik yang baik dan konsisten dalam persiapan makanan.

Mengingat kendala pengaturan ini, target tidak mungkin terpenuhi dalam jangka pendek hingga menengah, tetapi kombinasi dari opsi di atas dapat mengurangi risiko kesehatan bagi petani dan konsumen.

Contoh 4.5 menunjukkan rencana peningkatan dengan opsi perbaikan jangka pendek dan menengah untuk sistem di lokasi dengan pengumpulan lumpur tinja dari jamban dengan lubang dan pengomposan bersama dengan limbah padat organik sebagai pengolahan.

#### CONTOH 4.5. Rencana peningkatan SSP untuk sistem sanitasi di tempat, Vietnam

Beberapa komponen kunci dari rencana peningkatan untuk sistem ini adalah sebagai berikut.

##### Rencana jangka pendek:

- Pelatihan internal tentang pentingnya kesehatan dan keselamatan di tempat kerja, khususnya yang berkaitan dengan risiko yang diidentifikasi.
- Pengkajian operasional dan prosedur teknis untuk mengurangi risiko yang terkait dengan operasi tangki sedot dan penambahan limbah ke kompos dari instalasi pengolahan di tempat (misalnya pemulihan pompa yang rusak untuk mentransfer limbah yang diolah dari instalasi limbah ke tumpukan kompos, daripada menggunakan tangki sedot).

##### Rencana jangka menengah hingga panjang:

- Meningkatkan dan meningkatkan perawatan kendaraan dan peralatan untuk mengurangi kemungkinan kerusakan mekanis (di mana pekerja lebih rentan terhadap bahaya).
- Peningkatan toilet untuk mengurangi risiko bagi pekerja dan masyarakat yang menggunakan fasilitas.

Ketika penilaian risiko kesehatan menunjukkan peningkatan risiko selama skenario perubahan iklim yang paling mungkin, seperti kekeringan berkepanjangan dan hujan lebat, tim SSP harus memasukkan langkah-langkah adaptasi khusus untuk membangun ketahanan (lihat catatan panduan 4.7).

## CATATAN PANDUAN 4.7.

### Contoh opsi adaptasi iklim untuk sistem sanitasi tertentu

Tabel ini menunjukkan beberapa contoh opsi adaptasi untuk membangun ketahanan iklim dalam teknologi sanitasi tertentu (WHO, 2018).

TEKNOLOGI SANITASI	SKENARIO PERUBAHAN IKLIM YANG PALING MUNGKIN	EFEK PADA SISTEM SANITASI	KEJADIAN BAHAYA	CONTOH OPSI ADAPTASI
Toilet siram kering dan rendah	Hujani yang lebih intens atau berkepanjangan	Berkurangnya stabilitas tanah, yang menyebabkan stabilitas lubang lebih rendah	Cedera pada tubuh, kemungkinan sesak napas, disebabkan oleh jatuh ke dalam lubang karena struktur jamban yang runtuh	Melapisi lubang jamban menggunakan bahan lokal. Menggunakan desain toilet yang disesuaikan secara lokal: toilet yang ditinggikan; lubang yang lebih kecil dan sering dikosongkan; toilet rongga; alas lubang yang ditinggikan; memadatkan tanah di
Tangki septik	Hujan yang lebih intens atau berkepanjangan	Naiknya permukaan air tanah, menyebabkan kerusakan struktural pada tangki	Konsumsi air tanah yang terkontaminasi patogen feses	Pasang penutup tertutup untuk tank septik dan katup non-balik pada pipa untuk mencegah aliran balik.
Pembuangan limbah konvensional	Kenaikan permukaan laut	Naiknya permukaan air di perpipaan pinggir pantai, menyebabkan banjir kembali	Konsumsi patogen dalam air permukaan yang terkontaminasi dengan limbah yang diolah sebagian	Gunakan saringan khusus dan pipa aliran keluar terbatas. Pasang katup non-balik pada pipa untuk mencegah aliran balik.
Pengolahan lumpur/air limbah feses	Badai atau siklon yang lebih sering atau intens	Penghancuran dan kerusakan sistem pengolahan, menyebabkan pembuangan aliran kotoran yang tidak diobati dan kontaminasi lingkungan	Menelan air permukaan yang terkontaminasi dengan limbah mentah/lumpur tinja karena instalasi pengolahan yang tidak berfungsi	Pasang penampung banjir, genangan, dan limpasan (misalnya tanggul), dan lakukan manajemen tangkapan air yang baik. Berinvestasi dalam sistem peringatan dini dan peralatan tanggap darurat (misalnya pompa bergerak yang disimpan di luar lokasi, sistem pengolahan berbasis non-listrik). Jika memungkinkan, temukan sistem di tempat yang tidak terlalu rentan terhadap banjir, erosi, ...
Penggunaan kembali air limbah untuk produksi makanan	Kekeringan berkepanjangan	Peningkatan kelangkaan air, menyebabkan meningkatnya ketergantungan pada air limbah untuk irigasi	Konsumsi patogen setelah kontak dengan limbah instalasi pengolahan air limbah selama irigasi atau praktik pertanian di lapangan	Memperbaiki pemilihan tanaman, jenis irigasi, waktu pemotongan. Termasuk perubahan iklim dan variabilitas iklim dalam menilai, memantau dan menetapkan nennendalian

*Catatan:* Tabel ini telah diadaptasi dari Tabel 3.6 WHO (2018).

## 4.2 Menyusun rencana peningkatan bertahap

Setelah tindakan pengendalian yang paling tepat untuk setiap risiko diidentifikasi, Tim SSP dapat mengatur pengendalian baru yang dipilih dalam rencana peningkatan (lihat instrumen 4.2 untuk versi bagan Gantt). Rencana ini harus menunjukkan bagaimana sistem sanitasi yang ada saat ini, atau campuran sistem sanitasi, harus berubah sejalan waktu sesuai dengan kemajuan yang terjadi. Tindakan-tindakan peningkatan harus diprioritaskan dan diurutkan untuk memaksimalkan dampak positifnya terhadap kesehatan dan kesejahteraan masyarakat. Tim SSP dapat juga memilih dan menerapkan tindakan pengendalian perantara yang lebih terjangkau sampai dana yang memadai untuk opsi yang lebih mahal tersedia. Pendekatan ini akan dapat mencapai peningkatan yang jauh lebih besar dalam jangka pendek hingga panjang dibandingkan pendekatan perencanaan induk yang menetapkan target-target jangka panjang tetapi cenderung melupakan langkah-langkah perantara (WHO, 2018).

Rencana peningkatan bertahap harus memungkinkan kesiapsiagaan dan proses manajemen adaptif yang cocok untuk menanggapi kondisi yang muncul dan tidak terduga. Misalnya, mungkin menggabungkan rencana manajemen darurat untuk bahaya terkait iklim tertentu.

Agar rencana peningkatan dapat dilaksanakan dan dikelola, orang atau lembaga yang bertanggung jawab atas tindakan yang diusulkan, kerangka waktu penyelesaian, biaya dan, jika memungkinkan, sumber pendanaan harus diidentifikasi. Beberapa opsi perbaikan mungkin memerlukan tindakan dari lebih dari satu organisasi yang diwakili dalam tim SSP atau pemangku kepentingan lainnya. Organisasi utama SSP harus bertanggung jawab untuk mengoordinasikan bagian-bagian berbeda yang terlibat, dan memastikan bahwa tanggung jawab implementasi dipahami dan diterima oleh semua pihak yang bertanggung jawab.

Sangat penting bahwa rencana peningkatan inkremental SSP selaras dengan program pembangunan daerah yang ada. Langkah-langkah peningkatan, dan layanan sanitasi dan sistem yang dihasilkan dari SSP harus disampaikan bersama dengan layanan lokal lainnya untuk meningkatkan efisiensi dan dampak kesehatan. Oleh karena itu, SSP harus dimasukkan dalam keseluruhan proses perencanaan lokal untuk penggunaan lahan, pasokan air dan drainase, transportasi, komunikasi, dan pengelolaan limbah padat.

### INSTRUMEN 4.2. Templat untuk rencana peningkatan

Ukuran	Biaya	Sumber dana	Organisasi	Tahun 1												Tahun 2				Tahun 3			
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8

## 4.3 Menerapkan rencana peningkatan

4 Segera setelah rencana peningkatan bertahap siap, koordinasi besar-besaran, dan upaya implementasi perlu dilakukan untuk menerapkan pengendalian yang menjadi prioritas.

Idealnya, sebagian dari dana harus diamankan sejak awal untuk memastikan bahwa tindakan segera akan dilakukan. Namun, banyak kegiatan akan lebih membutuhkan komitmen dari organisasi yang bertanggung jawab dibandingkan dana khusus. Kondisi ini ditemui pada tindakan pengendalian melalui peraturan dan manajerial, karena peraturan dan panduan setempat dapat disiapkan dalam kerja sehari-hari pihak berwenang yang terlibat. Untuk tindakan-tindakan perubahan perilaku yang menargetkan penduduk secara umum, koordinasi dibutuhkan dengan dinas-dinas setempat yang bekerja dalam mobilisasi masyarakat dan kampanye peningkatan kesadaran agar pesan-pesan SSP dapat dimasukkan.

Langkah-langkah peningkatan lainnya akan membutuhkan dana khusus, terutama langkah-langkah teknis seperti infrastruktur fisik. Beban penggalangan dana seharusnya tidak hanya bergantung pada organisasi utama SSP, dan komite pengarah harus mengadvokasi dan mengamankan sumber daya untuk implementasi.

Sumber pembiayaan dapat berupa dana nasional publik (misalnya melalui jalur dan program anggaran WASH [Air, Sanitasi dan Higiene] khusus), anggaran provinsi untuk pemberian layanan kota, pajak dari warga dan bisnis lokal, transfer seperti bantuan dan pinjaman internasional, dan tarif yang dibayarkan oleh pengguna layanan. Tim SSP dapat mempertimbangkan untuk memperkuat pasar barang dan jasa sanitasi, sehingga rumah tangga memberikan kontribusi penuh atau sebagian terhadap pembelian, pembangunan, peningkatan dan/atau pemeliharaan sistem sanitasi mereka dari penyedia layanan (utilitas dan aktor informal swasta, seperti operator truk sedot) (UNICEF, 2020). Misalnya, utilitas sanitasi dapat memutuskan untuk meningkatkan sistem saluran pembuangan dan meneruskan biaya ke rumah tangga yang terhubung dalam tagihan bulanan mereka.

Seperti intervensi lainnya, implementasi SSP membutuhkan keterampilan dan alat manajemen proyek. Pemimpin SSP harus hati-hati merencanakan, mendelegasikan, memantau dan mengendalikan semua aspek implementasi, memotivasi individu yang terlibat untuk mencapai tujuan, sambil memenuhi target kinerja yang diharapkan untuk waktu, biaya, kualitas dan ruang lingkup. Pemimpin SSP harus secara berkala memantau dan melaporkan kemajuan implementasi dan, jika berlaku, memberi pengarahan kepada komite pengarah secara teratur.

# 5 MODUL

## MEMANTAU TINDAKAN PENGENDALIAN DAN MEMVERIFIKASI KINERJA

## MODUL 5

# MEMANTAU TINDAKAN PENGENDALIAN DAN MEMVERIFIKASI KINERJA

*Apakah sistem sanitasi beroperasi  
sebagaimana dimaksud?  
Apakah ini efektif?*

## LANGKAH

- 5.1 Menentukan dan menerapkan pemantauan operasional
- 5.2 Memverifikasi kinerja sistem
- 5.3 Mengaudit sistem

## INSTRUMEN

- Instrumen 5.1. Templat untuk rencana gambaran umum pemantauan operasional
- Instrumen 5.2. Templat untuk pemantauan operasional

## KELUARAN/OUTPUT

- Rencana pemantauan operasional yang berfungsi baik
- Rencana verifikasi yang berfungsi baik, yang mungkin mencakup penilaian independen

## Gambaran Umum

Sistem sanitasi bersifat dinamis. Bahkan sistem yang dirancang dengan paling baik pun dapat berkinerja buruk sehingga mengakibatkan risiko kesehatan yang tidak dapat diterima dan hilangnya kepercayaan pada layanan atau produk. Modul 5 memaparkan penyusunan rencana pemantauan yang secara rutin memeriksa bahwa sistem beroperasi sebagaimana dimaksud dan menentukan apa yang harus dilakukan jika sistem tidak beroperasi dengan baik. Pemantauan operasional oleh penyedia layanan dan verifikasi oleh otoritas pengawas memberikan jaminan kepada publik tentang kinerja sistem yang memadai dan memicu tindakan korektif ketika hasil pemantauan melebihi batas kritis.

Rencana peningkatan dalam Modul 4 dan pemantauan dan verifikasi dalam Modul 5 adalah output utama SSP. Output pemantauan juga menghasilkan bukti spesifik sistem untuk menjustifikasi operasi yang ada atau kebutuhan untuk peningkatan berkelanjutan dalam iterasi lanjutan dari Modul 4.

**Langkah 5.1 Menentukan dan menerapkan pemantauan operasional** - secara teratur memantau langkah-langkah pengendalian kritis untuk memberikan umpan balik sederhana dan cepat tentang seberapa efektif pengendalian beroperasi sehingga koreksi dapat dilakukan dengan cepat, jika diperlukan.

**Langkah 5.2 Memverifikasi kinerja sistem** - secara berkala memverifikasi apakah sistem memenuhi hasil kinerja yang diinginkan, seperti kualitas limbah atau produk. Verifikasi dapat dilakukan oleh operator atau lembaga pengawas. Verifikasi akan lebih intensif dalam situasi dengan persyaratan sumber daya yang lebih besar dan/atau persyaratan peraturan yang ketat.

**Langkah 5.3 Mengaudit sistem** - memberikan bukti independen tambahan tentang kinerja sistem dan kualitas SSP. Audit dapat menjadi bagian dari fungsi pemantauan di atas. Audit dan sertifikasi akan paling relevan di negara-negara di mana persyaratan semacam itu diterapkan (misalnya persyaratan sertifikasi untuk produk irigasi air limbah).

## 5.1 Menentukan dan menerapkan pemantauan operasional

Dalam Modul 3 dan 4, berbagai tindakan pengendalian yang ada dan yang diusulkan diidentifikasi. Tujuan dari langkah 5.1 adalah untuk memilih titik pemantauan dan parameter guna memberikan umpan balik sederhana dan cepat bahwa langkah-langkah pengendalian yang dipilih beroperasi sebagaimana mestinya dan untuk memberikan informasi tren kinerja dari waktu ke waktu.

Biasanya, pemantauan operasional mengumpulkan data dari:

- pengamatan dan tindakan sederhana (misalnya laju aliran untuk memeriksa waktu penampungan, suhu pengomposan, pengamatan praktik di pertanian, frekuensi pengeringan tangki septik, penggunaan toilet dan teknologi penampungan yang tepat); dan
- pengambilan sampel dan pengujian (misalnya permintaan oksigen kimia, permintaan oksigen biokimia, padatan tersuspensi, padatan total).

Catatan panduan 5.1 memberikan beberapa contoh pemantauan operasional khas pada setiap langkah rantai layanan sanitasi.

### CATATAN PANDUAN 5.1.

#### Pemantauan operasional umum di SSP

Pemantauan operasional adalah pemantauan rutin parameter yang dapat diukur dengan cepat (melalui pengujian yang dapat dilakukan dengan cepat atau melalui inspeksi visual) untuk menginformasikan keputusan manajemen guna mencegah timbulnya kondisi berbahaya. Tabel ini menunjukkan contoh parameter pemantauan operasional dan sumber informasinya untuk setiap langkah rantai layanan sanitasi.

LANGKAH RANTAI LAYANAN SANITASI	PARAMETER PEMANTAUAN OPERASIONAL	SUMBER DATA
Toilet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ketersediaan, aksesibilitas, dan privasi fasilitas toilet</li> <li>• Keadaan superstruktur (misalnya tidak ada, tidak lengkap, rusak)</li> <li>• Kebersihan (kotoran terlihat di permukaan)</li> <li>• Ketersediaan bahan pembersih dan fasilitas cuci tangan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspeksi sanitasi (lihat Instrumen 3.2)</li> <li>• Inspeksi dapat dilakukan secara rutin, dalam survei berkala/ khusus atau dalam sensus nasional.</li> </ul>
Penampungan - penyimpanan/ pengolahan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Status pelat penutup (misalnya retak/rusak)</li> <li>• Luapan yang terlihat/dilaporkan</li> <li>• Waktu istirahat (teknologi sanitasi kering)</li> </ul>	
Kendaraan pengangkut	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penggunaan alat pelindung diri oleh petugas sanitasi</li> <li>• Penggunaan jalan yang telah ditentukan untuk mengangkut lumpur tinja</li> <li>• Kebersihan saluran pembuangan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspeksi</li> <li>• Program pengawasan</li> <li>• Inspeksi visual</li> </ul>
Pengolahan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laju aliran</li> <li>• Waktu penyimpanan</li> <li>• Kebutuhan oksigen kimia, kebutuhan oksigen biokimia dan padatan tersuspensi</li> <li>• Suhu pengomposan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Data dikumpulkan dari operator dan diverifikasi dengan pengambilan sampel sesekali dan analisis laboratorium independen</li> </ul>
Penggunaan akhir atau pembuangan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplikasi dan proses irigasi yang benar</li> <li>• Durasi periode penahanan/penampungan</li> <li>• Hambatan fisik di tempat</li> <li>• Frekuensi petani memakai alat pelindung diri dengan benar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspeksi pertanian terdekat</li> <li>• Secara rutin, dalam survei berkala</li> </ul>

Pemantauan semua tindakan pengendalian mungkin tidak praktis. Titik pemantauan yang paling kritis, berdasarkan pengendalian risiko tertinggi, harus diprioritaskan. Aspek-aspek berikut harus diidentifikasi untuk masing-masing titik pemantauan:

- parameter (dapat diukur atau observasional)
- metode pemantauan
- frekuensi pemantauan
- siapa yang akan memantau
- tahap kritis
- tindakan yang harus dilakukan ketika batas kritis terlampaui.

Batas kritis biasanya berupa batas numerik berdasarkan pengukuran parameter. Dalam beberapa kasus, batas kualitatif akan sesuai untuk diterapkan (misalnya "semua bau dapat diterima", "lalat bukan gangguan").

Tim SSP dapat menggunakan format yang ditunjukkan pada alat 5.1 dan 5.2 untuk merekam rencana pemantauan operasional. Mereka juga dapat beradaptasi dan menggunakan formulir inspeksi sanitasi WHO untuk sistem sanitasi yang diperkenalkan dalam Modul 3 (lihat catatan panduan 3.2).

Contoh 5.1 menunjukkan rencana pemantauan operasional tipikal untuk kinerja tumpukan pengomposan bersama di instalasi pengolahan lumpur tinja. Perhatikan bahwa patogen tidak aktif pada suhu tinggi sehingga produk aman digunakan di bidang pertanian. Oleh karena itu, suhu dipilih sebagai parameter utama.

### INSTRUMEN 5.1. Templat untuk rencana gambaran umum pemantauan operasional

Langkah sanitasi	Langkah-langkah pengendalian untuk menyusun rencana pemantauan operasional yang terperinci
	Buat daftar langkah-langkah pengendalian yang memerlukan rencana pemantauan operasional terperinci, dan gunakan instrumen 5.2 untuk tiap langkah).
Toilet	
Penampungan-penyimpanan/perawatan	
Kendaraan transportasi	
Pengolahan	
Penggunaan akhir atau pembuangan	

### INSTRUMEN 5.2. Templat untuk pemantauan operasional

RENCANA PEMANTAUAN OPERASIONAL			
Rencana pemantauan operasional untuk:			
(Berikan deskripsi singkat tindakan pengendalian)			
Batas operasional	Pemantauan operasional tindakan pengendalian	Tindakan korektif ketika batas operasional terlampaui	
	Apa yang dipantau?		Tindakan apa yang harus diambil?
	Bagaimana cara memantaunya?		
	Dimana pemantauan dilakukan?		Siapa yang mengambil tindakan?
	Siapa yang memantaunya?		Kapan tindakan diambil?
	Kapan dipantau?		Siapa yang perlu diberitahu tentang tindakan tersebut ?

a Jika pemantauan berada di luar batas ini, tindakan pengendalian dianggap tidak berfungsi sebagaimana mestinya.

**CONTOH 5.1.** Rencana pemantauan operasional untuk langkah pengomposan bersama di instalasi pengolahan

**RENCANA PEMANTAUAN OPERASIONAL**

Rencana pemantauan operasional untuk: Suhu dicapai dalam tumpukan pengomposan bersama untuk mengolah lumpur tinja yang dikeringkan dengan limbah padat organik

Batas operasional	Pemantauan operasional tindakan pengendalian: Langkah pengomposan bersama dari instalasi pengolahan lumpur tinja		Tindakan korektif ketika batas operasional terlampaui	
>60 °C (suhu tidak boleh turun di bawah 60 °C)	Apa yang dipantau?	Suhu	Tindakan apa yang harus diambil?	Beri tahu Manajer Kualitas.
	Bagaimana cara memantaunya?	Menggunakan termometer tumpukan		Tindakan: periksa rasio C: N dan kadar air dengan mencampur aliran limbah yang berbeda bersama-sama. Sirami tumpukan dan balikkan tumpukan.
	Dimana pemantauan dilakukan	Di tengah dan di luar tumpukan	Siapa yang mengambil tindakan?	Manajer mutu
	Siapa yang memantaunya?	Pekerja pengomposan bersama	Kapan tindakan diambil?	Segera ketika suhu tumpukan turun.
	Kapan dipantau?	Setiap hari pukul 09.00 dan 16.00 selama 30 hari pertama proses pengomposan (langkah eksotermik)	Siapa yang perlu diberitahu tentang tindakan tersebut ?	Manajer mutu harus membubuhkan keterangan dalam buku catatan untuk dibahas dalam rapat manajemen.

\* Jika pemantauan berada di luar batas ini, tindakan pengendalian dianggap tidak berfungsi sebagaimana mestinya

Rencana pemantauan operasional biasanya dilaksanakan oleh penyedia layanan. Oleh karena itu, penyedia layanan harus memimpin pengembangan rencana pemantauan sesuai dengan kapasitas dan sumber daya mereka. Otoritas kesehatan lingkungan mungkin terlibat dalam memantau langkah-langkah pengendalian di toilet dan langkah-langkah penampungan. Tim SSP harus mendukung mereka dengan pelatihan dan tabel pemantauan yang ramah lapangan, buku catatan atau sistem perekaman lainnya. Pemantauan harus diarusutamakan ke dalam tugas operasi normal. Pelatihan tentang penggunaan buku catatan dan lembar kerja juga harus dilakukan.

Operator harus menerima informasi dari sistem peringatan dini meteorologi (misalnya peringatan kekeringan dan siklon) dan mempertimbangkan kemungkinan dampaknya terhadap parameter sedang dipantau. Kemungkinan dampak dapat dinilai berdasarkan pengalaman masa lalu dengan keadaan bahaya terkait iklim. Jika ada cukup data, kemungkinan dampaknya mungkin dapat diukur (misalnya berapa banyak laju aliran akan berkurang beberapa hari tanpa hujan).

Data pemantauan operasional memberikan umpan balik penting tentang bagaimana sistem bekerja dan harus sering dinilai. Penyedia layanan atau pihak lain yang bertanggung jawab atas pemantauan operasional harus secara teratur memeriksa, meneliti, dan meninjau secara kritis hasil pemantauan, dan memastikan bahwa tindakan korektif dilakukan, jika diperlukan. Setiap tren operasional juga harus diperhatikan.



## 5.2 Verifikasi performa sistem

Verifikasi dilakukan secara berkala untuk menunjukkan apakah sistem bekerja sebagaimana dimaksud, dan untuk memberikan tren dari waktu ke waktu sesuai dengan standar dan kualitas yang disepakati. Langkah 5.2 melibatkan verifikasi pencapaian hasil yang diinginkan dari sistem. Catatan panduan 5.2 menyajikan rencana verifikasi khas dari rantai layanan sanitasi yang telah ditingkatkan melalui langkah-langkah pengendalian baru.

### CATATAN PANDUAN 5.2.

#### Verifikasi Umum di SSP

Verifikasi memeriksa efektivitas tindakan pengendalian yang diterapkan. Verifikasi menunjukkan apakah sistem mencapai tujuan yang diinginkan (misalnya penggunaan toilet, untuk memblokir rute infeksi; penghapusan mikrobiologis). Tabel ini menunjukkan contoh tujuan tindakan pengendalian dan parameter verifikasinya untuk setiap langkah rantai layanan sanitasi.

LANGKAH SISTEM SANITASI	TUJUAN TINDAKAN PENGENDALIAN	PARAMETER VERIFIKASI
Toilet	Fasilitas toilet umum dipasang untuk mengurangi buang air besar sembarangan di suatu daerah.	Penggunaan, kebersihan, keamanan dan fungsionalitas fasilitas toilet
Penampungan-penyimpanan/ pengolahan	Pembuangan limbah tangki septik ke permukaan tanah dan saluran terbuka ditingkatkan ke pengolahan/pembuangan di lubang resapan.	Pengujian kualitas air mikroba (misalnya <i>E. coli</i> ) dari pasokan air minum air tanah terdekat untuk memeriksa potensi kontaminasi dari tangki septik
Kendaraan pengangkut	Pengemudi truk penyedot tinja dilisensikan dan dilatih untuk menghilangkan pembuangan kotoran ilegal di lahan terbuka.	Jumlah lumpur feses yang diangkat ke lokasi pengolahan
Pengolahan	Proses pengolahan tambahan dimasukkan untuk mengurangi konsentrasi patogen dalam limbah.	Pengujian mikroba limbah (misalnya <i>E.coli</i> )
Penggunaan akhir atau pembuangan	Pemilihan tanaman, proses irigasi baru dan periode pemotongan dilaksanakan untuk mengurangi keberadaan patogen pada tanaman.	Pengujian mikroba tanaman

Poin utama (kritis) di sepanjang rantai sanitasi harus dipilih untuk memverifikasi kinerja sistem. Dibandingkan dengan pemantauan operasional, verifikasi dilakukan pada lebih sedikit titik dan berfokus pada titik akhir sistem seperti kualitas air limbah atau produk akhir, pengujian mikroba dan kimia produk, dan status kesehatan kelompok yang terpapar. Seperti halnya pemantauan operasional, parameter, metode, frekuensi, lembaga yang bertanggung jawab, batas kritis, dan tindakan perbaikan ketika batas terlampaui semuanya harus diidentifikasi. Verifikasi mungkin memerlukan bentuk analisis yang lebih rumit (misalnya *E. coli*, telur cacing) dibandingkan pemantauan operasional. Verifikasi dapat dilakukan oleh tim SSP atau otoritas eksternal, seperti regulator sanitasi, sebagai bagian dari fungsi pengawasan yang dijelaskan dalam bab pengantar.

Catatan panduan 5.3 memberikan informasi tambahan tentang pemantauan dan verifikasi operasional.

### CATATAN PANDUAN 5.3.

#### Rekomendasi pemantauan dan verifikasi dalam WHO (2006)

WHO (2006) memberikan panduan tentang parameter, frekuensi, dan batas yang biasa digunakan untuk pemantauan operasional dan verifikasi untuk sistem penggunaan kembali. Letak panduan ini dalam pedoman WHO dapat ditemukan dalam tabel.

VOLUME PEDOMAN	BAGIAN YANG RELEVAN UNTUK PEMANTAUAN
Volume 2 (Penggunaan air limbah dalam pertanian)	Bagian 4.3 (Pemantauan verifikasi), Tabel 4.6 (Frekuensi pemantauan verifikasi minimum untuk tindakan pengendalian perlindungan kesehatan) Bagian 6.4 (Pemantauan operasional) Bagian 6.5 (Pemantauan verifikasi)
Volume 3 (Penggunaan air limbah dan kotoran dalam akuakultur)	Bagian 6.5 (Pemantauan operasional) Bagian 6.6 (Pemantauan verifikasi)
Volume 4 (Penggunaan kotoran dan <i>greywater</i> dalam pertanian)	Bagian 6.4 (Pemantauan operasional) Bagian 6.5 (Pemantauan verifikasi)

Contoh 5.2 menunjukkan contoh rencana verifikasi yang umum.

### Contoh 5.2. Rencana verifikasi hipotetis

LANGKAH SANITASI	VERIFIKASI				
	Apa	Batas	Kapan	Siapa	Metode
Kendaraan pengangkut	Jumlah luapan per tahun	Tergantung pada konteks lokal dan data latar belakang yang berlaku	Tahunan	Perusahaan atau regulator saluran pembuangan limbah	Laporan tahunan
Alat angkut (pagar dan tanda peringatan di lokasi kritis)	Kasus kecelakaan, jatuh ke kanal/saluran	Tidak	Tahunan	Perusahaan atau regulator saluran pembuangan limbah	Survei tahunan
Pengolahan	Pengujian kualitas limbah (misalnya kualitas air limbah instalasi pengolahan): <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>E.coli</i></li> <li>• telur cacing</li> </ul>	<10 000/100 mL <1/100 mL	Dua kali per bulan	Operator instalasi pengolahan air limbah	Metode pengujian standar
Penggunaan kembali	Status kesehatan petani: <ul style="list-style-type: none"> <li>• persentase petani dan anggota keluarga dengan infeksi cacing</li> <li>• terjadinya infeksi kulit</li> </ul>	Tergantung pada konteks lokal dan data latar belakang yang berlaku	Tahunan	Dinas kesehatan kabupaten	Survei tahunan
Penggunaan kembali atau pembuangan	Kontaminan kimia di tanah	Batas tanah - lihat Lampiran 3	Setiap 2 tahun	Dinas kesehatan atau pertanian	Survei pengambilan sampel dan pengujian
Penggunaan kembali (aplikasi limbah, termasuk waktu)	Konsentrasi patogen tanaman mikroba saat panen dan di tempat penjualan	Tidak ada telur cacing atau <i>E.coli</i> dalam sayuran, sesuai kriteria nasional	Setiap 3 bulan	Seksi kebersihan dan keamanan pangan - departemen kesehatan	Survei pengambilan sampel dan pengujian
Penggunaan kembali (menghasilkan persiapan dan konsumsi)	Pengujian mikroba ruang persiapan makanan higienis di pasar dan restoran, dan pengujian produk	Tidak ada telur cacing atau <i>E.coli</i> dalam sayuran, sesuai kriteria nasional	Tahunan	Seksi kebersihan dan keamanan pangan - departemen kesehatan	Survei
Penggunaan kembali (menghasilkan persiapan dan konsumsi)	Kejadian di tingkat rumah tangga dari langkah-langkah pengendalian persiapan makanan	Tidak ada telur cacing atau <i>E.coli</i> dalam sayuran, sesuai kriteria nasional	Tahunan	Seksi kebersihan dan keamanan pangan - dinas kesehatan	Survei tahunan

## 5.3 Audit sistem

Audit sistem adalah elemen penting dari SSP. Mereka mungkin merupakan persyaratan peraturan untuk pendekatan manajemen penilaian risiko.

Audit memastikan bahwa SSP terus berkontribusi pada hasil kesehatan yang positif dengan memeriksa kualitas dan efektivitas implementasi SSP. Audit dapat dilakukan oleh auditor internal, regulator atau independen. Personil yang terampil dan berpengalaman untuk audit perlu diidentifikasi.

Audit harus menunjukkan bahwa SSP telah dirancang dengan benar, dilaksanakan dengan benar dan efektif. Hasil audit dapat membantu implementasi dengan mengidentifikasi peluang untuk meningkatkan akurasi, kelengkapan dan kualitas implementasi SSP; meningkatkan penggunaan sumber daya yang terbatas; dan mengidentifikasi kebutuhan untuk pelatihan dan dukungan motivasi.

Catatan panduan 5.4 memberikan saran pertanyaan-pertanyaan kunci yang dapat dipertimbangkan dalam audit.

Frekuensi audit harus sesuai dengan tingkat keyakinan yang diharuskan oleh pihak regulator yang berwenang.

Prinsip-prinsip yang digunakan dalam audit RPAM (WHO & IWA, 2015) dapat diadaptasi untuk digunakan dalam SSP.

### CATATAN PANDUAN 5.4.

#### Pertanyaan-pertanyaan yang dapat dipertimbangkan untuk audit

- Apakah semua bahaya dan kejadian bahaya yang signifikan telah diidentifikasi?
- Apakah langkah-langkah pengendalian yang tepat telah dimasukkan?
- Apakah prosedur pemantauan operasional yang tepat telah ditetapkan?
- Apakah batas operasional atau kritis yang tepat telah ditentukan?
- Apakah tindakan korektif telah diidentifikasi?
- Apakah prosedur verifikasi yang tepat telah ditetapkan?
- Apakah keadaan bahaya yang paling berpotensi mempengaruhi kesehatan manusia telah diidentifikasi, dan apakah tindakan yang tepat telah diambil?

# 6 MODUL

## MENYUSUN PROGRAM PENDUKUNG DAN MENGKAJI ULANG RENCANA

# MODUL 6

## MENYUSUN PROGRAM PENDUKUNG DAN MENGKAJI ULANG RENCANA

*Bagaimana SSP harus didukung?  
Bagaimana kita dapat beradaptasi dengan  
perubahan?*

### LANGKAH

- 6.1 Mengidentifikasi dan menerapkan program-program pendukung
- 6.2 Secara berkala mengkaji ulang dan memperbarui keluaran/output SSP

### KELUARAN/OUTPUTS

- Program-program pendukung yang meningkatkan penerapan SSP dan menginformasikan kebijakan tingkat nasional, perencanaan, dan instrumen-instrumen regulasi
- Keluaran/output SSP yang mutakhir dan sesuai dengan perubahan-perubahan internal dan eksternal

### Gambaran umum

Modul 6 mendukung penanaman SSP dalam operasi sehari-hari otoritas lokal, dan memastikan keterlibatan pemangku kepentingan seperti penyedia layanan, sektor swasta, pembuat keputusan dan akademisi. Modul ini juga menunjukkan bagaimana tim SSP menggunakan pengalaman SSP untuk menginformasikan kebijakan, perencanaan, dan regulasi berbasis bukti di tingkat nasional.

Program pendukung dan tinjauan rutin akan memastikan bahwa SSP tetap relevan dan merespons kondisi operasi saat ini atau yang diantisipasi.

**Langkah 6.1 Mengidentifikasi dan menerapkan program-program pendukung** - memastikan bahwa implementasi SSP didukung dengan perusahaan sanitasi berkelanjutan, program penelitian, dan keterlibatan berbasis bukti dalam kebijakan dan perencanaan tingkat nasional.

**Langkah 6.2 Secara berkala mengkaji ulang dan memperbarui keluaran/output SSP** - menanggapi lingkungan yang dinamis, mengadaptasi SSP saat pengendalian baru diterapkan, atau bahaya baru dan keadaan bahaya muncul.

## 6.1 Mengidentifikasi dan melaksanakan program pendukung

Program pendukung mencakup berbagai kegiatan dan kemitraan yang memungkinkan implementasi peningkatan bertahap yang diidentifikasi. Program-program ini berbeda dari tindakan pengendalian karena tidak secara langsung mengendalikan keadaan bahaya. Namun, program-program tersebut mendukung adaptasi, pengembangan, dan pengambilan langkah-langkah pengendalian yang dipilih dalam Modul 4. Program pendukung dapat mencakup hal-hal berikut.

Dukungan penyedia layanan sanitasi. Pelaku sanitasi yang secara langsung menyediakan produk dan layanan kepada pengguna - seperti pasokan perangkat keras, konstruksi toilet atau pengosongan lubang jamban/tangki septik - sering kali dapat berfungsi dengan baik sebagai bisnis swasta, asalkan diatur untuk memastikan keamanan dan keterjangkauan (WHO, 2018). Di banyak daerah, operator swasta, seperti penyedia layanan tradisional dan pengusaha sanitasi yang berinovasi adalah aktor kunci dalam rantai layanan sanitasi, dan pemerintah daerah harus bertujuan untuk bekerja sama dengan mereka. Program pendukung untuk bisnis sanitasi harus memastikan bahwa langkah-langkah pengendalian dan pemantauan SSP dimasukkan dalam operasi bisnis mereka. Program-program ini dapat diperluas ke mekanisme tambahan, seperti formalisasi penyedia layanan informal, kontribusi ekuitas atau hibah, bantuan dalam memperoleh peralatan dan modal, perjanjian pembelian di muka, pelatihan keterampilan bisnis dan teknis, dan pembentukan asosiasi penyedia layanan (misalnya truk penyedot lumpur tinja, pekerja sanitasi) untuk memfasilitasi dialog antara penyedia layanan dan pihak berwenang. Kegiatan sisi penawaran harus diaktifkan bersamaan dengan inisiatif sisi permintaan yang berkelanjutan (seperti yang dijelaskan dalam Modul 4) dan penegakan peraturan yang bijaksana (WHO, 2018).

Penggunaan hasil SSP sebagai bukti untuk merevisi kebijakan, rencana, dan peraturan nasional. Implementasi SSP dapat mengidentifikasi kesenjangan atau inkonsistensi dalam kebijakan, perencanaan, dan regulasi nasional yang menghambat manajemen risiko tingkat lokal. Ini juga dapat mengidentifikasi pendekatan implementasi yang ditingkatkan yang dapat diadopsi di tingkat nasional dan diskalakan untuk daerah lain. Hasil SSP harus dipresentasikan kepada para pembuat kebijakan di tingkat nasional untuk menunjukkan aspek mana yang relevan untuk tinjauan dan adaptasi kebijakan dan rencana sanitasi. Hasil SSP berfungsi sebagai bukti spesifik konteks tingkat lokal untuk menginformasikan perubahan.

**Program penelitian.** Kemitraan dengan institusi akademik dapat mendukung pengembangan awal dan adaptasi layanan yang berkelanjutan. Program penelitian dan inovasi dengan universitas lokal mendukung adaptasi teknologi dan model layanan dengan konteks lokal. Program penelitian juga dapat mengisi kesenjangan pengetahuan, seperti dampak perubahan iklim saat ini dan masa depan di daerah setempat (lihat contoh 6.1).

### CONTOH 6.1. Program penelitian: penggunaan air limbah pertanian tidak langsung, Peru

- Penentuan batas maksimum yang diizinkan untuk berbagai kontaminan tanah dan rumput yang ditemukan di ruang hijau dan area pertanian, terutama coliform dan parasit tahan panas.
- Penggunaan waduk yang efisien untuk mencapai kualitas air yang dibutuhkan untuk mengairi sayuran, sebagai fungsi dari periode penahanan/penampungan di musim yang berbeda sepanjang tahun dan pengelolaan limbah.

## 6.2 Mengkaji ulang dan memperbarui keluaran/output SSP secara berkala

SSP harus dikaji ulang dan direvisi secara sistematis secara berkala. Pembaruan diperlukan karena SSP dapat menjadi tidak sesuai lagi sebagai akibat dari perubahan dalam sistem sanitasi (melalui perubahan dalam konteks dan implementasi peningkatan), perubahan dalam tim SSP atau perubahan dalam lembaga-lembaga utama. Ini semua mempengaruhi deskripsi sistem, penilaian risiko, implementasi, dan pemantauan tindakan pengendalian.

Pengkajian ulang SSP biasanya dilakukan dalam pertemuan tim SSP rutin, pertemuan kaji ulang terencana dan berkala, dan pertemuan untuk membahas insiden yang terjadi atau peristiwa nyaris terjadi.

- **Pembaruan selama rapat tim SSP tim.** Anggota tim SSP harus bertemu secara rutin untuk memeriksa kemajuan dengan implementasi rencana peningkatan dan kinerja langkah-langkah pengendalian. Yang terakhir dapat mencakup meninjau data pemantauan operasional untuk mengidentifikasi ketidakpatuhan dengan batas kritis operasional. Frekuensi pertemuan rutin akan tergantung pada tahap operasi SSP.
- **Pembaruan selama pertemuan kaji ulang yang direncanakan dan berkala.** Pertemuan tim SSP ini terjadi pada tanggal yang telah direncanakan sebelumnya - misalnya setelah audit atau evaluasi untuk memasukkan temuan dan rekomendasi, atau sebagai tanggapan terhadap situasi seperti perubahan anggota tim SSP atau penyedia layanan, pemasangan infrastruktur atau peralatan baru, atau data baru tentang risiko kesehatan atau iklim yang tersedia.
- **Pembaruan selama rapat untuk membahas insiden atau nyaris celaka.** Setelah insiden apa pun, peristiwa nyaris celaka atau darurat (misalnya disebabkan oleh peristiwa cuaca ekstrem), sangat penting untuk mengkaji ulang SSP untuk memastikan bahwa semua risiko dikelola secara memadai dan bahwa frekuensi atau tingkat keparahan peristiwa berulang adalah realistis dan dampak negatif diminimalkan. Investigasi juga harus dilakukan untuk membahas kinerja dan pelajaran utama yang dipetik, menilai apakah prosedur saat ini memadai, dan mengatasi masalah atau masalah apa pun.

Sebagai praktik yang baik, semua rapat tim SSP harus didokumentasikan dalam berita acara, yang dapat digunakan untuk tindakan tindak lanjut dalam pertemuan berikutnya dan oleh auditor.

Contoh 6.2 menunjukkan beberapa pemicu pengkajian ulang SSP yang digunakan dalam SSP di Peru.

### CONTOH 6.2. Program penelitian: penggunaan air limbah pertanian tidak langsung, Peru

Pengkajian ulang setelah insiden, seperti:

- seringnya tumpahan air limbah mentah dan padatan dari bak penampung pasir (*grit chamber*) dan sistem pembuangan lumpur;
- pelepasan gas berbau busuk secara signifikan yang sering menyebabkan gangguan bagi pengunjung taman, tetangga dan rumah sakit;
- peningkatan yang signifikan dalam tingkat *E. coli* dan parasit dalam limbah dari tanaman yang digunakan untuk mengairi ruang hijau taman;
- akumulasi lumpur yang berlebihan yang dihasilkan oleh instalasi yang tidak dapat dibuang dengan cepat; dan
- kematian ikan di danau berperahu, menunjukkan situasi serius dan mengharuskan danau ditutup untuk pengunjung.

Pengkajian ulang setelah peningkatan atau perubahan signifikan dalam sistem, seperti:

- perubahan dalam proses pengolahan air limbah; dan
- Setiap perubahan signifikan dalam sistem irigasi, seperti menggunakan danau berperahu sebagai reservoir untuk air limbah yang diolah.



# DAFTAR PUSTAKA

- Adegoke A, Stenstrom T (2019). Septic systems. In: Rose JB, Jiménez-Cisneros B, editors. Water and sanitation for the 21st century: health and microbiological aspects of excreta and wastewater management (Global Water Pathogen Project). Part 4: Management of risk from excreta and wastewater. East Lansing, Michigan: Michigan State University, UNESCO (<https://www.waterpathogens.org/book/septic-systems>, diakses pada tanggal 20 Juni 2021).
- Amoah P, Keraita B, Akple M, Drechsel P, Abaidoo RC, Konradsen F (2011). Low-cost options for reducing consumer health risks from farm to fork where crops are irrigated with polluted water in west Africa. Colombo: International Water Management Institute ([https://www.iwmi.cgiar.org/Publications/IWMI\\_Research\\_Reports/PDF/PUB141/RR141.pdf](https://www.iwmi.cgiar.org/Publications/IWMI_Research_Reports/PDF/PUB141/RR141.pdf), diakses pada tanggal 20 Juni 2021).
- Bennett GF (1989). Impact of toxic chemicals on local wastewater treatment plant and the environment. *Environ Geol Water Sci.* 13:201-12 (<https://www.osti.gov/biblio/5764187>).
- Blackett I, Hawkins P, Heymans C (2014). The missing link in sanitation service delivery: a review of fecal sludge management in 12 cities. Washington, DC: Water and Sanitation Program, International Bank for Reconstruction and Development/World Bank (<https://www.wsp.org/sites/wsp/files/publications/WSP-Fecal-Sludge-12-City-Review-Research-Brief.pdf>, diakses pada tanggal 20 Juni 2021).
- Emory University (2020). SaniPath: assessing public health risks from unsafe fecal sludge management [website] (<https://www.sanipath.net/sanipath-approach>, diakses pada tanggal 3 Maret 2021).
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2014a) (<https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>). Climate change: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [core writing team, Pachauri RK, Meyer LA, editors]. Jenewa, Swiss: IPCC.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2014b). Summary for policymakers. In: Climate change: impacts, adaptation, and vulnerability. Part A: Global and sectoral aspects. Contribution of Working Group II to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [Field CB, Barros VR, Dokken DJ, Mach KJ, Mastrandrea MD, Bilir TE, et al., editors]. Cambridge University Press ([https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar5\\_wgII\\_spm\\_en.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar5_wgII_spm_en.pdf)).
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2021). Climate change 2021: the physical science basis. Contribution of Working Group I to the sixth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte V, Zhai P, Pirani A, Connors SL, Péan C, Berger S, et al., editors]. Cambridge University Press (<https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-i/>).9
- Kengne IM, Akoa A, Koné D (2009). Recovery of biosolids from constructed wetlands used for fecal sludge dewatering in tropical regions. *Environ Sci Technol.* 43:6816-21 (<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/es803279y>).

- Kohlitz J, Willetts J, Gero A (2019). Discussion paper: climate, sanitation and health. Jenewa: World Health Organization.
- Koné D, Cofie O, Zurbrügg C, Gallizzi K, Moser D, Drescher S, et al. (2007). Helminth eggs inactivation efficiency by fecal sludge dewatering and co-composting in tropical climates. *Water Res.* 41:4397-402 (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17624391/>).
- Kümmerer K (2009). Antibiotics in the aquatic environment: a review - Part I. *Chemosphere.* 75:417-34 (<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045653508015105>).
- Lawrence AR, Macdonald DMJ, Howard AG, Barrett MH, Pedley S, Ahmed KM, et al. (2001). Guidelines for assessing the risk to groundwater from on-site sanitation. Nottingham: British Geological Survey (British Geological Society Commissioned Report CR/01/142) (<https://nora.nerc.ac.uk/id/eprint/20757/1/ARGOSS%20Manual.PDF>).
- Lienert J (2011). Factsheets: Stakeholder identification, importance and influence, interests and strategy plan. In: SSWM - Sustainable Sanitation and Water Management Toolbox. Willisau: seecon (<https://sswm.info/index.php/humanitarian-crisis/prolonged-encampments/planning-process-tools/exploring-tools/stakeholder-interests>).
- Mahassen MMED, Senousy WME, Aatty AMA, Kamel M (2008). Performance evaluation of a waste stabilization pond in a rural area in Egypt. *Am J Environ Sci.* 4:316-25 (<https://thescpub.com/abstract/10.3844/ajessp.2008.316.325>).
- Momba M, Ebdon J, Kamika I, Verbyla M (2019). Using indicators to assess microbial treatment and disinfection efficacy. In: Rose JB, Jiménez-Cisneros B, editors. *Water and sanitation for the 21st century: health and microbiological aspects of excreta and wastewater management (Global Water Pathogen Project)*. Part 2: Indicators and microbial source tracking markers. East Lansing, Michigan: Michigan State University, UNESCO. (<https://www.waterpathogens.org/book/using-indicators-assess-microbial-treatment-and-disinfection-efficacy>, diakses pada tanggal 16 Juni 2021).
- Nielsen S (2007). Helsingør sludge reedbeds systems: reduction of pathogenic organisms. *Water Sci Technol.* 56(3):175-82 (<https://iwaponline.com/wst/article-abstract/56/3/175/13060/Helsingør-sludge-reed-bed-system-reduction-of?redirectedFrom=fulltext>).
- Raj SJ, Wang Y, Yakubu H, Robb K, Siesel C, Green J, et al. (2020). The SaniPath Exposure Assessment Tool: a quantitative approach for assessing exposure to fecal contamination through multiple pathways in low resource urban settlements. *PLoS One.* 15(6):e0234364.
- Rickert B, van den Berg H, Bekure K, Girma S, de Roda Husman AM (2019). Including aspects of climate change into water safety planning: literature review of global experience and case studies from Ethiopian urban supplies. *Int J Hyg Environ Health.* 222(5):744-55.
- Rose JB, Jiménez-Cisneros B, editors (2015). *Global Water Pathogen Project [website]* (<https://www.waterpathogens.org>, diakses pada tanggal 17 Juni 2021).
- SFD Alliance (2018). *Shit flow diagrams*. Eschborn: SFD Promotion Initiative c/o Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH (<https://sfd.susana.org>, diakses pada tanggal 15 Oktober 2020).
- Stenström TA, Seidu R, Ekane N, Zurbrügg C (2011). *Microbial exposure and health assessments in sanitation technologies and systems*. Stockholm: Stockholm Environment Institute (SEI report, EcoSanRes Series 2011-1; <https://www.sei.org/publications/microbial-exposure-and-health-assessments-in-sanitation-technologies-and-systems/>, diakses pada tanggal 20 Juni 2021).
- Strande L, Ronteltap M, Brdjanovic D, editors (2014)). *Fecal sludge management: systems approach for implementation and operation*. London: IWA Publishing.

Sustainable Organic Integrated Livelihoods (2019). Sanitation safety planning: applying the WHO methodology to SOIL's operations in northern Haiti. Haiti: SOIL ([https://www.who.int/docs/default-source/wash-documents/sanitation-safety-planning-case-studies/haiti.pdf?sfvrsn=a055006e\\_4](https://www.who.int/docs/default-source/wash-documents/sanitation-safety-planning-case-studies/haiti.pdf?sfvrsn=a055006e_4), diakses pada tanggal 20 Juni 2021).

Thompson T, Fawell J, Kunikane S, Jackson D, Appleyard S, Callan P (2007). Chemical safety of drinking-water: assessing priorities for risk management. Jenewa: World Health Organization ([http://whqlibdoc.who.int/publications/2007/9789241546768\\_eng.pdf](http://whqlibdoc.who.int/publications/2007/9789241546768_eng.pdf), diakses pada tanggal 15 Juni 2021).

Tilley E, Ulrich L, Lüthi C, Reymond P, Zurbrügg C (2014). Compendium of sanitation systems and technologies, second revised edition. Dübendorf: Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag) (<https://www.eawag.ch/en/departement/sandec/publications/compendium/>, diakses pada tanggal 15 Juni 2021).

Tjadraatmadja G, Diaper C (2006). Sources of critical contaminants in domestic wastewater: a literature review. Australia: CSIRO Water for a Healthy Country National Research Flagship (<https://publications.csiro.au/rpr/download?pid=procite:e8e1f460-b821-4c47-871c-3a2eb7a77c5d&dsid=DS1>, diakses pada tanggal 20 Juni 2021).

UN (United Nations) (1992). United Nations Framework Convention on Climate Change ([https://unfccc.int/files/essential\\_background/background\\_publications\\_htmlpdf/application/pdf/conveng.pdf](https://unfccc.int/files/essential_background/background_publications_htmlpdf/application/pdf/conveng.pdf), diakses pada tanggal 23 April 2021).

UNEP (United Nations Environment Programme) (2013). Costs of inaction on the sound management of chemicals. Nairobi: UNEP (DTI/1551/GE; [https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8412/-Costs%20of%20inaction%20on%20the%20sound%20management%20of%20chemicals-2013Report\\_Cost\\_of\\_Inaction\\_Feb2013.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8412/-Costs%20of%20inaction%20on%20the%20sound%20management%20of%20chemicals-2013Report_Cost_of_Inaction_Feb2013.pdf?sequence=3&isAllowed=y), diakses pada tanggal 20 Juni 2021).

UNICEF (United Nations Children's Fund) (2020). Guidance on market-based sanitation. New York: UNICEF.

USEPA (United States Environmental Protection Agency) (1992). Sewage sludge use and disposal rule (40 CFR Part 503). Washington, DC: USEPA (Publication No. 822F92002). von Sperling M, Verbyla ME, Mihelcic JR (2018). Understanding pathogen reduction in sanitation systems: units of measurement, expressing changes in concentrations, and kinetics. In: Rose JB, Jiménez-Cisneros B, editors. Water and sanitation for the 21st century: health and microbiological aspects of excreta and wastewater management (Global Water Pathogen Project). Part 4: Management of risk from excreta and wastewater. East Lansing, Michigan, USA: Michigan State University, UNESCO (<https://www.waterpathogens.org/book/understanding-pathogen-reduction-sanitation-systems-units-measurement-expressing-changes>, diakses pada tanggal 16 Juni 2021).

Weiss FT, Leuzinger M, Zurbrügg C, Eggen RIL (2016). Chemical pollution in low- and middle-income countries. Dübendorf: Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag) (<https://www.eawag.ch/en/departement/sandec/publications/chemical-pollution/>, diakses pada tanggal 15 Juni 2021).

WHO (World Health Organization) (2006). Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater in agriculture and aquaculture. Jenewa: WHO (<https://apps.who.int/iris/handle/10665/78265>, diakses pada tanggal 23 April 2021).

WHO (World Health Organization) (2007). Chemical safety of drinking-water: assessing priorities for risk management. Jenewa: WHO ([https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43285/9789241546768\\_eng.pdf](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43285/9789241546768_eng.pdf), diakses pada tanggal 24 May 2020).

WHO (World Health Organization) (2017a). Climate-resilient water safety plans: managing health risks associated with climate variability and change. Jenewa: WHO ([https:// apps.who.int/iris/handle/10665/258722](https://apps.who.int/iris/handle/10665/258722), diakses pada tanggal 15 Februari 2021).

WHO (World Health Organization) (2017b). Guidelines for drinking-water quality, fourth edition, incorporating the first addendum. Jenewa: WHO ([https://www.who.int/ publications/i/item/9789241549950](https://www.who.int/publications/i/item/9789241549950), diakses pada tanggal 3 Juni 2021).

WHO (World Health Organization) (2018). Guidelines on sanitation and health. Jenewa: WHO ([https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/274939/9789241514705- eng.pdf](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/274939/9789241514705-eng.pdf), diakses pada tanggal 24 November 2020).

WHO (World Health Organization) (2019a). Discussion paper: climate, sanitation and health. Jenewa: WHO (<https://www.who.int/publications/m/item/discussion-paper-climate-sanitation-and-health>).

WHO (World Health Organization) (2019b). Sanitation inspections for sanitation systems [website]. Jenewa: WHO (<https://www.who.int/teams/environment-climate-change-and-health/water-sanitation-and-health/sanitation-safety/sanitation-inspection-packages>).

WHO (World Health Organization), IWA (International Water Association) (2015). A practical guide to auditing water safety plans. Jenewa: WHO, London: IWA ([https://www. who.int/publications/i/item/9789241509527](https://www.who.int/publications/i/item/9789241509527), diakses pada tanggal 24 April 2021).

WHO (World Health Organization), FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), OIE (World Organisation for Animal Health) (2020). Technical brief on water, sanitation, hygiene and wastewater management to prevent infections and reduce the spread of antimicrobial resistance. Jenewa: WHO ([https://apps.who.int/iris/ handle/10665/332243](https://apps.who.int/iris/handle/10665/332243), diakses pada tanggal 4 Juni 2021).

# LAMPIRAN 1

## Contoh tindakan pengendalian untuk bahaya biologi

Tabel berikut memberikan contoh tindakan pengendalian, sebagian besar bersifat teknis dan manajerial, untuk digunakan dalam SSP di sepanjang rantai layanan sanitasi: toilet, penyimpanan-penampungan/pengolahan, pengangkutan, pengolahan, dan penggunaan akhir atau pembuangan. Efektivitas tindakan pengendalian dinilai sangat rendah hingga tinggi, tergantung pada pengolahan dan, jika tersedia, nilai pengurangan log mikroba.

### A1-1 Toilet

Tabel A1-1. Langkah-langkah pengendalian di langkah toilet

Tindakan	Efektivitas dan pengurangan log	Komentar	Bacaan Lebih Lanjut
Desain dan konstruksi toilet yang benar (toilet kering, toilet siram, dan toilet pengalihan urin)	Bervariasi tergantung pada desain dan konstruksi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toilet kompatibel dengan ketersediaan air untuk pembilasan (jika diperlukan), pembersihan dan kebersihan tangan.</li> <li>• Toilet kompatibel dengan teknologi penampungan, pengangkutan, dan pengolahan (di dalam atau di luar lokasi).</li> <li>• Toilet dapat diakses (misalnya jumlah fasilitas yang memadai).</li> <li>• Toilet memberikan keamanan dan privasi (misalnya pencahayaan, pintu dapat dikunci dari dalam, terutama untuk toilet bersama).</li> <li>• Superstruktur mencegah intrusi air hujan, <i>stormwater</i> (air hujan), hewan (misalnya hewan pengerat).</li> <li>• Jamban sesuai untuk semua pengguna yang dituju (termasuk anak-anak dan orang tua).</li> <li>• <i>Stormwater</i> (air hujan) dicegah agar tidak menginfiltrasi teknologi penampungan.</li> <li>• Toilet siram dilengkapi dengan segel air atau pintu jebakan; toilet kering dilengkapi dengan tutup yang dapat dilepas dan rapat untuk mengendalikan bau dan mencegah hewan pengerat atau serangga memasuki teknologi penampungan.</li> </ul>	WHO (2018), Chapter 3, section 3.2. Tilley et al. (2014), section U (user interface), pp. 42-54.
Operasi dan pemeliharaan toilet yang benar	Bervariasi tergantung pada operasi dan pemeliharaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bahan pembersih untuk setelah buang air besar tersedia.</li> <li>• Tempat sampah tersedia untuk manajemen kebersihan menstruasi.</li> <li>• Pengaturan pembersihan (terutama untuk fasilitas toilet umum atau bersama):</li> <li>• Bahan pembersih dan alat pelindung diri tersedia.</li> <li>• Jadwal pembersihan rutin diberlakukan. <ul style="list-style-type: none"> <li>o Prosedur operasi standar tersedia bagi petugas kebersihan untuk praktik kerja yang aman.</li> </ul> </li> </ul>	WHO (2018), Chapter 3, section 3.2. Tilley et al. (2014), Section U (user interface), pp. 42-54.



## A1-2 Penampungan-penyimpanan/pengolahan

Tabel A1-2.1. Langkah-langkah pengendalian yang berkaitan dengan penampungan toilet dan ekskreta-penyimpanan/pengolahan

Tindakan	Efektivitas dan pengurangan log	Komentar	Bacaan lebih lanjut
Toilet kering dengan jamban lubang tunggal (ditinggalkan saat penuh)	Tinggi >2 log	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tujuan pengolahan adalah pengurangan patogen dan stabilisasi/manajemen nutrisi.</li> <li>Lubang tunggal tidak boleh dikosongkan dengan tangan.</li> <li>Hasilnya adalah humus dengan kandungan patogen rendah.</li> </ul>	<p>WHO (2018), Bab 3, bagian 3.3.</p> <p>Tilley dkk. (2014), Bagian S (penampungan dan penyimpanan/pengolahan), hlm. 60-3.</p>
Toilet siram atau tuang dengan lubang tunggal atau tangki terbuka	Rendah <1 log	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bahan untuk pengolahan adalah lumpur cair dengan kandungan patogen tinggi.</li> <li>Cairan (lindi) tinggi patogen diserap secara aerobik ke dalam tanah. Eliminasi patogen tergantung pada kondisi tanah.</li> <li>Kematian patogen terjadi seiring waktu. Risiko berkaitan dengan praktik pengosongan. Kontaminasi di tempat berkaitan dengan penempatan, tanah dan hidrologi.</li> <li>Lubang tanpa pelapis (atau tanpa <i>liner</i> di pangkal) terletak setidaknya 1,5 m di atas permukaan air untuk mencegah kontaminasi air tanah dan jarak horizontal hidrologi yang memadai.</li> <li>Diperlukan ventilasi lubang yang memadai, sesuai dengan jenis toilet. Bau dapat mencegah penggunaan, dan basah dapat meningkatkan perkembangbiakan lalat.</li> </ul>	<p>Stenström dkk. (2011), hlm. 14, 28-9, 32.</p> <p>WHO (2006), vol. 4, hlm. 80, 83.</p> <p>Tilley dkk. (2014), bagian S (penampungan dan penyimpanan/pengolahan), hlm. 60-3.</p>
Toilet siram dengan lubang kembar untuk penggunaan bergantian	Tinggi >2 log (kecuali telur <i>Ascaris</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dua lubang di toilet memungkinkan penyimpanan tambahan tanpa ada tambahan baru (dirancang untuk penyimpanan &gt;1,5-2 tahun).</li> <li>Pergantian lubang harus dipastikan.</li> <li>Penyimpanan yang diperluas untuk melindungi penanganan limbah.</li> <li>Lubang tanpa pelapis (atau tanpa <i>liner</i> di pangkal) terletak setidaknya 2 m di atas permukaan air untuk mencegah kontaminasi air tanah.</li> <li>Diperlukan ventilasi lubang yang memadai, sesuai dengan jenis toilet. Bau dapat mencegah penggunaan, dan basah dapat meningkatkan perkembangbiakan lalat.</li> <li>Amati penanganan air untuk pembersihan setelah buang air besar.</li> <li>Efektivitas "tinggi" mengacu pada: <ul style="list-style-type: none"> <li>1,5-2 tahun penyimpanan pada suhu 2-20 °C di mana infeksi cacing lazim terjadi, atau</li> <li>penyimpanan minimal 1 tahun pada suhu &gt;20 °C, atau penyimpanan minimal 6 bulan jika pH disesuaikan menjadi &gt;9 (misalnya dengan kapur atau abu).</li> </ul> </li> </ul>	<p>Stenström dkk. (2011), hlm. 34-6, 87, 96.</p> <p>WHO (2006), vol. 4, hlm. 69, 80, 82-3.</p> <p>Tilley dkk. (2014), bagian S (penampungan dan penyimpanan/pengolahan), hlm. 68.</p>
Toilet kering dengan lubang kembar ( <i>fossa alterna</i> )	Tinggi >2 log (kecuali telur <i>Ascaris</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dua lubang di toilet memungkinkan penyimpanan tambahan tanpa ada tambahan baru.</li> <li>Mekanisme pengurangan patogen adalah penyimpanan minimal 2 tahun.</li> <li>Penyimpanan yang diperpanjang memberikan perlindungan kepada pekerja.</li> <li>Tergantung suhu dan pH.</li> <li>Diperlukan ventilasi lubang yang memadai, sesuai dengan jenis toilet.</li> </ul>	<p>Stenström dkk. (2011), hlm. 87.</p> <p>WHO (2006), vol. 4, hlm. 69, 82-3.</p> <p>Tilley dkk. (2014), bagian S (penampungan dan penyimpanan/pengolahan), hlm. 66.</p>

Toilet kompos	Lumpur: sedang 1-2 log Lindi: rendah <1 log	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kadar air di ruang pengomposan yang terlalu tinggi memberikan kondisi anaerob; kadar air yang terlalu rendah akan memperlambat degradasi biologi.</li> <li>• Lumpur stabil yang dikeringkan (kompos) dengan jumlah patogen sedang.</li> <li>• Lindi dengan kandungan patogen tinggi.</li> </ul>	Stenström dkk. (2011), hlm. 19-20, 38-9, 43-4, 96. WHO (2018), Bab 3. Tilley dkk. (2014), bagian S (penampungan dan penyimpanan/pengolahan), hlm. 72-5.
Toilet siram dengan tank septik yang terhubung ke lubang rendam atau bidang resapan	Rendah <1 log	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ketersediaan air dapat memengaruhi kesesuaian (misalnya jika pasokan air terbatas, operasi mungkin terpengaruh dan mungkin ada kondisi yang tidak higienis di toilet).</li> <li>• Cegah penyumbatan untuk meminimalkan paparan pekerja pemeliharaan selama operasi pembersihan. Misalnya, jamban siram tuang tidak akan sesuai jika praktik umum untuk buang air besar adalah dengan menggunakan untuk menggunakan bahan padat untuk pembersihan setelah buang air besar. Pekerja pemeliharaan harus memakai peralatan pelindung yang diperlukan (misalnya sarung tangan).</li> <li>• Eliminasi patogen dalam tank septik buruk, dan bakteri dan virus tetap bertahan dalam fase cair dan padat. Eliminasi telur cacing dapat diharapkan menjadi &lt;0,5 log.</li> </ul>	Adegoke & Stenstrom (2019). Tilley dkk. (2014), bagian S (penampungan dan penyimpanan/pengolahan), hlm. 74.

Tabel A1-2.2. Langkah-langkah pengendalian yang berkaitan dengan penampungan-penyimpanan/pengolahan urin

Tindakan	Efektivitas dan pengurangan log	Komentar	Bacaan lebih lanjut
Penyimpanan urin dalam wadah tertutup untuk mencegah kontak manusia atau hewan	Rendah ke tinggi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengamati apakah kontaminasi silang feces dapat terjadi.</li> <li>• Pengurangan mikroba tergantung pada waktu. Waktu untuk 90% pengurangan konsentrasi awal (T90) adalah &lt;5 hari untuk bakteri gram negatif, 1 bulan untuk Cryptosporidium, sekitar 1-2 bulan untuk virus.</li> <li>• Mengurangi kehilangan nitrogen.</li> <li>• Mengurangi kontak manusia.</li> <li>• Mengurangi bau.</li> </ul>	Stenström dkk. (2011), hlm. 40-1. WHO (2006), vol. 4, hlm. 70-1. Tilley dkk. (2014), bagian S (penampungan dan penyimpanan/pengolahan), hlm. 58.

## A1-3 Pengangkutan

**Tabel A1-3.1.** Langkah-langkah pengendalian yang berkaitan dengan pengangkutan air limbah

Tindakan	Efektivitas dan pengurangan log	Komentar	Bacaan lebih lanjut
Sistem saluran pembuangan (saluran pembuangan yang disederhanakan, saluran pembuangan bebas padatan, dan saluran pembuangan gravitasi konvensional)	Rendah ke tinggi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jika dirancang, dibangun, dioperasikan dan dipelihara dengan baik, saluran pembuangan adalah sarana yang efisien untuk mengangkut air limbah, membutuhkan perawatan yang relatif sedikit.</li> <li>• Namun, semua pipa saluran pembuangan dapat tersumbat oleh limbah padat dan padatan lainnya, yang membutuhkan pembuangan dengan cara rodding, pembilasan, pengaliran atau pengurasan. Jika digunakan, pompa, tangki pencegat, dan ruang akses memerlukan perawatan.</li> <li>• Melakukan pemeliharaan saluran pembuangan dapat membuat pekerja terkena air limbah berbahaya dan/atau gas beracun.</li> <li>• Kebocoran dari perpipaan menimbulkan risiko eksfiltrasi air limbah dan infiltrasi air tanah. Eksfiltrasi ke air tanah dan pasokan air dapat mencemari masyarakat setempat dan masyarakat luas terhadap patogen feses melalui konsumsi.</li> </ul>	<p>WHO (2018), Bab 3, bagian 3.4.</p> <p>Tilley dkk. (2014), bagian C (alat angkut), hlm. 90-4.</p>

**Tabel A1-3.2.** Langkah-langkah pengendalian yang berkaitan dengan ekskreta dan pengangkutan urin

Tindakan	Efektivitas dan pengurangan log	Komentar	Bacaan lebih lanjut
Pengosongan dan transportasi bertenaga manusia	Sedang ke tinggi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transportasi limbah yang diolah daripada limbah segar.</li> <li>• Lihat langkah-langkah pengendalian untuk pekerja dan komunitas lokal di bagian A1-6.</li> </ul>	<p>Stenström dkk. (2011), hlm. 57.</p> <p>WHO (2006), vol. 4, hlm. 89.</p> <p>Tilley dkk. (2014), bagian C (alat angkut), hlm. 86.</p> <p>WHO (2018), Bab 3, bagian 3.4.</p>
Pengosongan bermotor (misalnya pengurangan lumpur tinja dengan pompa hisap dan transportasi)	Bervariasi tergantung pada kelompok terpapar dan praktik penanganan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transportasi limbah yang diolah daripada limbah segar.</li> <li>• Lihat langkah-langkah pengendalian untuk pekerja dan komunitas lokal di bagian A1-6.</li> </ul>	<p>WHO (2006), vol. 4, hlm. 89.</p> <p>Stenström dkk. (2011), hlm. 59.</p> <p>Tilley dkk. (2014), bagian C (alat angkut), hlm. 88.</p> <p>WHO (2018), Bab 3, bagian 3.4.</p>
Stasiun pemindahan	Bervariasi tergantung pada kelompok terpapar dan praktik penanganan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Stasiun transfer/pemindahan dan stasiun pembuangan saluran pembuangan bertindak sebagai titik pembuangan perantara untuk lumpur tinja ketika tidak dapat dengan mudah diangkut ke fasilitas pengolahan jarak jauh.</li> <li>• Stasiun transfer memiliki potensi untuk secara signifikan meningkatkan kesehatan masyarakat dengan menyediakan solusi lokal yang murah untuk pembuangan lumpur tinja.</li> <li>• Dengan menyediakan stasiun transfer, penyedia layanan independen atau skala kecil tidak lagi dipaksa untuk membuang lumpur secara ilegal, dan pemilik rumah lebih termotivasi untuk mengosongkan lubang mereka.</li> <li>• Lokasi harus dipilih dengan cermat untuk memaksimalkan efisiensi, dan meminimalkan bau dan masalah bagi penduduk sekitar.</li> </ul>	<p>WHO (2018), Bab 3, bagian 3.4.</p> <p>Tilley dkk. (2014), bagian C (alat angkut), hlm. 96-7.</p>

## A1-4 Pengolahan

Tabel A1-4.1. Langkah-langkah pengendalian yang berkaitan dengan pengolahan air limbah

Tindakan	Efektivitas dan pengurangan log	Komentar	Bacaan lebih lanjut
Kolam stabilisasi limbah, kolam aerasi, penyimpanan air limbah dan waduk	Tinggi 2-5 log	Efektivitas tergantung pada konfigurasi, waktu penyimpanan, laju pemuatan, waktu retensi, detail desain hidraulik, dan efisiensi sedimentasi. Masalah terkait yang perlu dipertimbangkan untuk manajemen risiko bagi pekerja dan masyarakat setempat meliputi: <ul style="list-style-type: none"> <li>• potensi perkembangbiakan vektor nyamuk;</li> <li>• potensi siput inang <i>Schistosoma</i> spp. Dan pengendalian vegetasi terkait;</li> <li>• pemagaran; dan</li> <li>• Kemungkinan eksfiltrasi dari kolam yang memengaruhi air tanah (misalnya penggunaan <i>liner</i> kolam dengan tanah liat atau bahan lainnya).</li> </ul>	Mahassen dkk. (2008). Stenström dkk. (2011), hlm. 68-70, 79, 129-30. WHO (2006), vol. 2, hlm. 84-7. Tilley dkk. (2014), bagian T (pengolahan (semi-) terpusat), hlm. 110-13.
Lahan basah yang dibangun	Sedang 1-3 log	Efektivitas tergantung pada konfigurasi desain (misalnya aliran permukaan atau aliran bawah permukaan lahan basah), pemuatan dan waktu retensi. Masalah terkait yang perlu dipertimbangkan untuk manajemen risiko bagi pekerja dan masyarakat setempat meliputi: <ul style="list-style-type: none"> <li>• potensi perkembangbiakan vektor nyamuk;</li> <li>• potensi siput inang <i>Schistosoma</i> spp.;</li> <li>• pengendalian vegetasi;</li> <li>• dampak kotoran satwa liar; dan</li> <li>• Kemungkinan kebocoran dari lahan basah yang memengaruhi air tanah.</li> </ul>	Stenström dkk. (2011), hlm. 71-2, 79, 131-2. WHO (2006), vol. 2, hlm. 87. WHO (2018), Bab 3, bagian 3.5. Tilley dkk. (2014), bagian T (pengolahan (semi-) terpusat), hlm. 114-19.
Tangki sedimentasi	Rendah <1 log	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pengolahan primer dicapai dengan pengurangan padatan tersuspensi.</li> <li>• Waktu retensi bervariasi dari 2 hingga 6 jam.</li> <li>• Pengolahan primer dapat menghilangkan sejumlah besar telur cacing.</li> </ul>	WHO (2006), vol. 2, hlm. 87. Tilley dkk. (2014), bagian T (pengolahan (semi-) terpusat), hlm. 102-3.
Sedimentasi lanjutan atau ditingkatkan secara kimia	Sedang 2-4 log	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menggunakan bahan kimia tertentu (misalnya kapur atau besi klorida, seringkali dengan polimer anionik bermassa molekul tinggi) untuk memfasilitasi koagulasi partikel dan flokulasi.</li> <li>• Meningkatkan penghilangan padatan tersuspensi dari 30% menjadi 70-80%.</li> <li>• Meningkatkan eliminasi telur cacing.</li> </ul>	WHO (2006), vol. 2, hlm. 87. WHO (2018), Bab 3, bagian 3.5.
<i>Blanket reactor</i> lumpur aliran atas anaerobik	Rendah <2 log	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Waktu retensi hidrolis 6-12 jam.</li> <li>• Air limbah diolah selama perjalanannya melalui lapisan lumpur ("selimut" lumpur) oleh bakteri anaerob.</li> <li>• Terutama dirancang untuk menghilangkan bahan organik (<i>biochemical oxygen demand</i> - BOD).</li> <li>• <i>Blanket reactor</i> lumpur anaerob aliran atas mengurangi telur cacing sebesar 1-2 unit log.</li> </ul>	WHO (2006), vol. 2, hlm. 88. WHO (2018), Bab 3, bagian 3.5.
Reaktor penyekat anaerobik	Rendah <2 log	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ruang aliran atas memberikan peningkatan eliminasi dan pencernaan bahan organik.</li> <li>• Waktu retensi hidraulik bervariasi antara 48 dan 72 jam.</li> <li>• BOD dapat dikurangi hingga 90%, yang jauh lebih unggul daripada pemindahannya di tank septik konvensional.</li> <li>• Reaktor penyekat anaerobik menghasilkan lumpur cair serta limbah dengan tingkat patogen yang tinggi.</li> </ul>	WHO (2018), Bab 3, bagian 3.5. Tilley dkk. (2014), bagian T (pengolahan (semi-) terpusat), hlm. 114-19.

Tindakan	Efektivitas dan pengurangan log	Komentar	Bacaan lebih lanjut
Lumpur aktif	Sedang 2-4 log	<ul style="list-style-type: none"> <li>Melibatkan unit reaktor <i>multichamber</i> yang memanfaatkan mikroorganisme yang sangat terkonsentrasi untuk mendegradasi organik dan menghilangkan nutrisi dari air limbah untuk menghasilkan limbah berkualitas tinggi.</li> <li>Untuk menjaga kondisi aerobik dan menjaga lumpur aktif tersuspensi, pasokan oksigen yang berkelanjutan dan tepat waktu diperlukan.</li> <li>Meskipun dirancang terutama untuk menghilangkan BOD, padatan tersuspensi dan seringkali nutrisi (nitrogen dan fosfor), BOD dapat, dengan kinerja yang dioptimalkan, mengurangi patogen.</li> <li>Itu juga bisa mengurangi telur cacing sekitar 2 unit log.</li> </ul>	WHO (2006), vol. 2, hlm. 88. Tilley dkk. (2014), bagian T (pengolahan (semi-) terpusat), hlm. 124-5. WHO (2018), Bab 3, bagian 3.5.
Filter tetesan	Sedang 2-4 log	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reaktor biologi <i>fixed-bed</i> yang beroperasi di bawah (kebanyakan) kondisi aerobik. Air limbah yang sudah diendapkan sebelumnya terus menerus "menetes" atau disemprotkan ke atas filter. Saat air bermigrasi melalui pori-pori filter, organik terdegradasi oleh biofilm yang menutupi bahan filter.</li> <li>Meskipun limbah yang dihasilkan berkualitas tinggi, namun tetap menimbulkan risiko kesehatan dan tidak boleh ditangani secara langsung.</li> <li>Dalam lumpur berlebih, patogen berkurang secara substansial, tetapi tidak dihilangkan.</li> </ul>	Tilley dkk. (2014), bagian T (pengolahan (semi-) terpusat), hlm. 120-1. WHO (2018), Bab 3, bagian 3.5.
Metode pengolahan tersier	Tinggi >3 log	<ul style="list-style-type: none"> <li>Termasuk proses seperti penghapusan padatan tambahan dengan flokulasi, koagulasi dan sedimentasi, dan/atau filtrasi media granular; desinfeksi (dengan iradiasi klorin, ozon atau ultraviolet); dan filtrasi dengan membran.</li> </ul>	WHO (2006), vol. 2, hlm. 88-9. Tilley dkk. (2014), bagian T (pengolahan (semi-) terpusat), hlm. 136-7. WHO (2018), Bab 3, bagian 3.5.

**Tabel A1-4.2** Tindakan pengendalian yang berkaitan dengan pengolahan ekskreta

Tindakan	Efektivitas dan pengurangan log	Komentar	Bacaan lebih lanjut
Insinerasi penuh (<10% karbon dalam abu)	Tinggi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Suhu harus cukup untuk memastikan pengurangan patogen.</li> </ul>	WHO (2006), vol. 4, hlm. 68.
Pengomposan minimal selama 1 minggu jika suhu kompos >50°C dapat dipertahankan	Sedang ke tinggi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tinggi jika suhu dapat dipastikan untuk semua bahan; sedang jika tidak sepenuhnya dipastikan.</li> <li>Untuk pengomposan mesofilik, validasi dan pemantauan verifikasi berlaku.</li> <li>Untuk kompos &lt;50 °C, lihat periode penyimpanan untuk kotoran (di atas).</li> <li><i>Ascaris</i> spp.: &gt;1,5-2 pengurangan log (pengomposan bersama termofilik).</li> </ul>	Koné dkk. (2007). Stenström dkk. (2011), hlm. 77. WHO (2006), vol. 4, hlm. 68. Tilley dkk. (2014), bagian T (pengolahan (semi-) terpusat), hlm. 132.
Hanya penyimpanan		Waktu dan suhu lingkungan untuk proses pengolahan primer berlaku.	
Pengolahan dan penyimpanan alkali	Sedang ke tinggi	<ul style="list-style-type: none"> <li>pH &gt;9 untuk &gt;6 bulan (suhu &gt;35 °C; kelembaban &lt;25%).</li> <li>Waktu eliminasi diperpanjang pada pH yang lebih rendah atau untuk bahan yang lebih basah.</li> <li>Waktu menjadi jauh lebih pendek pada pH 11 (misalnya pengolahan kapur).</li> </ul>	WHO (2006), vol. 4, hlm. 68.

<p><i>Bed</i> pengeringan dan iradiasi ultraviolet</p>	<p>Sedang ke tinggi</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Telur cacing: pengurangan 3 log (1 bulan).</li> <li>• Bakteri: 2,5-6 log pengurangan (penyimpanan 4 bulan).</li> </ul>	<p>Kengne, Akoa &amp; Koné (2009). Nielsen 2007).          Stenström dkk. (2011), hlm. 77, 137. Tilley dkk. (2014), bagian T (pengolahan (semi-) terpusat), hlm. 128-31.</p>
--	-------------------------	---	--

Tabel A1-4.3. Langkah-langkah pengendalian yang berkaitan dengan pengolahan urin

Tindakan	Efektivitas dan pengurangan log	Komentar	Bacaan lebih lanjut
Penyimpanan urin: tidak ada pengenceran urin untuk memaksimalkan kematian patogen	Tidak berlaku	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Urin murni memiliki pH sekitar 8,8, yang meningkatkan kematian bakteri.</li> <li>• Perkembangbiakan nyamuk dapat terjadi dalam urin encer, tetapi tidak dalam urin murni.</li> <li>• Inaktivasi <i>Schistosoma haematobium</i>, jika berlaku.</li> </ul>	WHO (2006), vol. 4, hlm. 70-1.
Tidak ada penyimpanan urin sebelum aplikasi; diterapkan pada satu sistem keluarga - pemupukan plot keluarga	Tidak berlaku	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Untuk sistem satu keluarga individu dan ketika urin digunakan semata-mata untuk pembuahan pada plot individu, tidak diperlukan penyimpanan.</li> <li>• Kemungkinan penularan patogen antara anggota keluarga jauh lebih tinggi pada penularan dari orang ke orang daripada melalui siklus pemupukan-tanaman.</li> </ul>	WHO (2006), vol. 4, hlm. 70.
Penyimpanan urin sebelum aplikasi, untuk tanaman yang dikonsumsi mentah	Tinggi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penyimpanan selama minimal 6 bulan pada suhu &gt;20 °C dikombinasikan dengan periode pemotongan 1 bulan (tidak diperlukan tindakan pengendalian lebih lanjut jika limbah diolah ke tingkat ini).</li> </ul>	Stenström dkk. (2011), hlm. 85. WHO (2006), vol. 4, hlm. 70.
Penyimpanan urin sebelum aplikasi, untuk makanan olahan dan tanaman pakan ternak	Sedang ke tinggi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penyimpanan minimal 1 bulan pada suhu &gt;20 °C atau minimal 6 bulan pada suhu 4 °C.</li> </ul>	Stenström dkk. (2011), hlm. 85.

Tabel A1-4.4. Langkah-langkah pengendalian yang berkaitan dengan pengolahan *greywater*

Tindakan	Efektivitas dan pengurangan log	Komentar	Bacaan lebih lanjut
Aspek umum: lihat WHO (2006), vol. 4, Gambar 5.11	Sedang hingga tinggi 1-4 log	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beban feces biasanya 3-5 log lebih rendah daripada di air limbah.</li> <li>• Bahan organik yang mudah terdegradasi dapat menyebabkan pertumbuhan kembali bakteri indikator.</li> <li>• Metode pengolahan air limbah umumnya berlaku untuk <i>greywater</i>.</li> <li>• Melindungi fasilitas pengolahan dan penyimpanan <i>greywater</i> dari vektor hewan dan serangga.</li> <li>• Irigasi bawah permukaan direkomendasikan ketika <i>greywater</i> sangat terkontaminasi, kemungkinan perkembangbiakan vektor atau perawatan kolam tidak memungkinkan.</li> </ul>	WHO (2006), vol. 4, hlm. 66, 77, 93-9, dan Gambar 5.

## A1-5 Penggunaan akhir atau pembuangan

Dalam semua aplikasi air limbah pertanian, masalah yang perlu dipertimbangkan untuk manajemen risiko bagi pekerja, petani, dan masyarakat setempat meliputi:

- perlindungan fasilitas pengolahan dan penyimpanan air limbah dari vektor hewan dan serangga; dan
- pencegahan kolam air limbah yang diolah pada titik aplikasi, yang akan mempromosikan pemuliaan vektor.

Tingkat aplikasi air limbah harus dikelola untuk memenuhi permintaan tanaman.

**Tabel A1-5.1.** Langkah-langkah pengendalian yang berkaitan dengan air limbah di pertanian

Tindakan	Efektivitas dan pengurangan log	Komentar	Bacaan lebih lanjut
Penggunaan air limbah tanpa pengolahan	Sangat rendah ke rendah	Sehubungan dengan konsentrasi patogen, air limbah tanpa perlakuan tidak boleh dianggap aman. Masalah terkait yang perlu dipertimbangkan untuk manajemen risiko untuk kelompok terpapar meliputi: <ul style="list-style-type: none"> <li>• pembatasan tanaman;</li> <li>• irigasi lokal (misalnya tetesan);</li> <li>• pengendalian irigasi prapanen (misalnya penghentian irigasi sebelum panen) untuk memungkinkan kematian patogen sebelum konsumsi tanaman (memberikan interval antara irigasi akhir dan konsumsi);</li> <li>• langkah-langkah panen dan pasca panen; dan</li> <li>• peningkatan perawatan atau perawatan baru berbiaya rendah.</li> </ul>	WHO (2006), vol. 2, hlm. 89-91.
Pemilihan tanaman sesuai dengan kualitas air limbah	Tinggi	Efektivitas tergantung pada: <ul style="list-style-type: none"> <li>• penggunaan tanaman - tanaman yang tidak dimaksudkan untuk konsumsi manusia, seperti tanaman kapas dan minyak, menghilangkan beberapa potensi risiko;</li> <li>• akses manusia ke area tanam dan irigasi - area dengan akses yang lebih terbuka menimbulkan lebih banyak potensi risiko; dan</li> <li>• kepatuhan terhadap pembatasan tanaman yang disepakati.</li> </ul>	WHO (2006), vol. 1, hlm. 24. WHO (2006), vol. 2, hlm. 76.
Aplikasi air limbah: irigasi bawah permukaan	Tinggi	Teknik ini: <ul style="list-style-type: none"> <li>• meminimalkan kontak oleh petani;</li> <li>• memfasilitasi penyerapan <i>root</i>;</li> <li>• sangat efisien dengan penggunaan air irigasi; dan</li> <li>• membutuhkan pemilihan emitor dan/atau filtrasi non-penyumbatan untuk mencegah penyumbatan emitor.</li> </ul> <p>Irigasi bawah permukaan memiliki potensi besar untuk meminimalkan kontak manusia dan mengurangi kehilangan air di daerah yang langka air. Namun, entri permukaan dan pembentukan genangan/kolam (misalnya sebagai akibat dari penyumbatan pipa atau pecah) harus dikontrol dan dikelola. Jika entri permukaan terjadi, pengurangan risiko kesehatan manusia yang lebih rendah akan tercapai.</p>	WHO (2006), vol. 1, hlm. 26. WHO (2006), vol. 2, hlm. 76.

Tindakan	Efektivitas dan pengurangan log	Komentar	Bacaan lebih lanjut
Aplikasi air limbah: irigasi tetes lokal (tanaman yang tumbuh tinggi) - Misalnya irigasi gelembung ( <i>bubbler</i> )	Tinggi 4 log	<p>Teknik ini:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• perlu mempertimbangkan meminimalkan penyumbatan lubang tetesan;</li> <li>• perlu mengontrol dan meminimalkan penyimpanan tanah sementara tanaman yang dipanen untuk menghindari kemungkinan kontaminasi tanaman;</li> <li>• perlu mengurangi dan mengelola kolam permukaan (lihat keterangan untuk irigasi bawah permukaan); dan</li> <li>• telah meningkatkan efisiensi dan efektivitas dengan tempat tidur mulsa, yang membatasi dan mengontrol entri permukaan.</li> </ul> <p>Produk yang disimpan di tanah dapat terkontaminasi sedemikian rupa sehingga dampak positif dari hambatan lain dinegasikan.</p>	Stenström dkk. (2011), hlm. 93. WHO (2006), vol. 1, hlm. 26.
Aplikasi air limbah: irigasi tetes lokal (tanaman yang tumbuh rendah)	Log sedang 2	<p>Efektivitas teknik dalam mengurangi risiko bervariasi sesuai dengan jenis tanaman (misalnya akar atau sayuran berdaun, dimakan mentah atau dimasak) dan teknik pertanian (tingkat mekanisasi).</p> <p>Teknik ini:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ditingkatkan dengan tempat tidur mulsa, yang membatasi dan mengontrol masuknya permukaan;</li> <li>• meminimalkan penyumbatan lubang tetesan;</li> <li>• perlu mengurangi dan mengelola kolam permukaan (lihat keterangan untuk irigasi bawah permukaan);</li> <li>• perlu membatasi kontak tanaman langsung dengan titik irigasi; dan</li> <li>• perlu mengontrol dan meminimalkan penyimpanan tanah sementara tanaman yang dipanen untuk menghindari kemungkinan kontaminasi tanaman. Produk yang disimpan di tanah dapat terkontaminasi sedemikian rupa sehingga dampak positif dari hambatan lain dinegasikan.</li> </ul>	Stenström dkk. (2011), hlm. 93. WHO (2006), vol. 1, hlm. 26.
Aplikasi air limbah: irigasi alur	Rendah hingga sedang	<p>Efektivitas teknik dalam mengurangi risiko bervariasi sesuai dengan jenis tanaman (misalnya akar atau sayuran berdaun, dimakan mentah atau dimasak) dan teknik pertanian (tingkat mekanisasi). Masalah yang perlu dipertimbangkan untuk manajemen risiko untuk kelompok terpapar meliputi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• pengendalian praktik beban irigasi untuk meminimalkan pencucian tanah dan drainase ke air permukaan penerima;</li> <li>• pengendalian waktu penahanan antara irigasi terakhir dan panen; dan</li> <li>• bahwa teknik ini dapat terganggu saat hujan.</li> </ul> <p>Kehati-hatian harus dilakukan untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mencegah pembentukan genangan/kolam; dan</li> <li>• mengontrol penyimpanan tanah sementara tanaman yang dipanen.</li> </ul> <p>Produk yang disimpan di tanah dapat terkontaminasi sedemikian rupa sehingga dampak positif dari hambatan lain dinegasikan.</p>	WHO (2006), vol. 1, hlm. 23.
Aplikasi air limbah: irigasi semprot (tekanan tinggi)	Rendah hingga sedang	<p>Efektivitas teknik dalam mengurangi risiko bervariasi menurut:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• jenis tanaman (misalnya akar atau sayuran berdaun, dimakan mentah atau dimasak);</li> <li>• lokasi irigasi semprot dalam kaitannya dengan masyarakat setempat dan petani; dan</li> <li>• Kualitas/praperawatan air irigasi. Pengolahan dilakukan untuk:</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• menyediakan zona penyangga semprotan 50-100 m dari masyarakat setempat; Ini dapat memberikan pengurangan 1 log;</li> <li>• pengendalian semprotan <i>drift</i> (misalnya melarang penyemprotan pada hari-hari ketika kecepatan dan arah angin melebihi batas yang disepakati);</li> <li>• mengontrol waktu penahanan antara irigasi terakhir dan panen;</li> <li>• mengontrol penyimpanan tanah sementara tanaman yang dipanen; dan</li> <li>• mengontrol tingkat pemuatan dan praktik pemupukan untuk meminimalkan limpasan ke permukaan air.</li> </ul> <p>Produk yang disimpan di tanah dapat terkontaminasi sedemikian rupa sehingga dampak positif dari hambatan lain dinegasikan.</p>	Stenström dkk. (2011), hlm. 91-3. WHO (2006), vol. 2, hlm. 64.

Tindakan	Efektivitas dan pengurangan log	Komentar	Bacaan lebih lanjut
Aplikasi air limbah: irigasi semprot (tekanan rendah)	Rendah hingga sedang	Efektivitas teknik dalam mengurangi risiko bervariasi menurut: <ul style="list-style-type: none"> <li>• jenis tanaman (misalnya akar atau sayuran berdaun, dimakan mentah atau dimasak);</li> <li>• lokasi irigasi semprot dalam kaitannya dengan masyarakat setempat dan petani sekitar; dan</li> <li>• Kualitas/praperawatan air irigasi. Kehati-hatian harus dilakukan untuk: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pengendalian beban per area;</li> <li>• mengontrol waktu penahanan antara irigasi terakhir dan panen;</li> <li>• mengontrol penyimpanan tanah sementara tanaman yang dipanen; dan</li> <li>• mengendalikan praktik pemupukan;</li> </ul> </li> </ul>	Stenström dkk. (2011), hlm. 91-3. WHO (2006), vol. 2, hlm. 64.
Aplikasi air limbah: kolam di lokasi pertanian dan kaleng penyiraman (sayuran dan tanaman umbi-umbian)	Rendah	Efektivitas teknik dalam mengurangi risiko bervariasi menurut: <ul style="list-style-type: none"> <li>• kualitas/prapengolahan air irigasi;</li> <li>• cara penggunaan dan paparan petani terhadap air irigasi; dan</li> <li>• praktik aplikasi yang digunakan oleh masing-masing petani yang berbeda.</li> </ul> Kehati-hatian harus dilakukan untuk: <ul style="list-style-type: none"> <li>• mengontrol waktu penahanan antara irigasi terakhir dan panen;</li> <li>• mengontrol penyimpanan tanah sementara tanaman yang dipanen; dan</li> <li>• mengontrol tingkat pemuatan dan praktik pemupukan untuk meminimalkan limpasan ke permukaan air. Kolam di lokasi peternakan memiliki potensi pengurangan 1-1,5 log dalam <i>coliform feces</i>. Filtrasi pasir lokal memiliki potensi untuk pengurangan 2 log pada <i>coliform feces</i> dan pengurangan 0,5-1,5 log pada telur <i>Ascaris</i> spp.</li> </ul>	Amoah dkk. (2011).
Periode kematian patogen 1 minggu: menahan aplikasi air limbah sebelum panen	Sedang ke tinggi	Pengurangan log aktual tergantung pada jenis dan suhu tanaman, dan spesifik lokasi. Lihat contoh 3.3 untuk komentar lainnya.	Stenström dkk. (2011), hlm. 93. WHO (2006), vol. 1, hlm. 32.
Pangkas penyimpanan sebelum dijual	Sedang	Efektivitas teknik dalam mengurangi risiko bervariasi menurut: <ul style="list-style-type: none"> <li>• kondisi penyimpanan (misalnya kontaminasi tambahan selama penyimpanan dan kondisi iklim);</li> <li>• akses hama; dan</li> <li>• waktu penyimpanan.</li> </ul> Jika dikombinasikan dengan periode kematian patogen 1 minggu, efektivitasnya tinggi.	
Keamanan penanganan tambahan	Penting tetapi tidak dikuantifikasi	Lihat bagian A1-6. Pengurangan risiko belum dikuantifikasi, tetapi tindakan tersebut diharapkan memiliki efek positif yang penting.	WHO (2006), vol. 2, Bab 5.5.
Langkah-langkah pengendalian paparan pasca panen	2-7 log sedang hingga tinggi	Lihat bagian A1-6. Termasuk penyimpanan yang diperpanjang, mencuci produk, desinfeksi, mengupas dan memasak.	WHO (2006), vol. 2, Bab 5.4.

Tabel A1-5.2. Langkah-langkah pengendalian yang berkaitan dengan penggunaan air limbah dalam budidaya

Alternatif	Efektivitas	Komentar	Bacaan lebih lanjut
Kualitas air kolam: <10 <sup>3</sup> E.coli per 100 mL; <1 telur cacing per liter	Tinggi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ini umumnya akan melindungi pekerja dan konsumen, dan tidak ada tindakan pengendalian lebih lanjut yang diperlukan jika air limbah diolah ke tingkat ini.</li> <li>• Memberikan pengendalian fisik, kimia atau biologi populasi siput inang di mana <i>Schistosoma</i> spp. endemik.</li> <li>• Pertimbangkan vektor nyamuk dan langkah-langkah untuk mengurangi habitat perkembangbiakan vektor.</li> <li>• Lihat WHO (2006), vol. 3, hlm. 40 untuk catatan tentang pengujian telur trematoda yang layak.</li> </ul>	WHO (2006), vol. 3, hlm. 39-45.
Kualitas air kolam: <104 E.cili per 100 mL; <1 telur cacing per liter	Sedang ke tinggi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ini biasanya akan melindungi konsumen produk; Namun, langkah-langkah pengendalian pekerja dan petani tambahan diperlukan.</li> <li>• Memberikan pengendalian fisik, kimia atau biologi populasi siput inang di mana <i>Schistosoma</i> spp. endemik.</li> <li>• Pertimbangkan vektor nyamuk dan langkah-langkah untuk mengurangi habitat perkembangbiakan vektor.</li> <li>• Sebagai aturan umum, pengujian telur trematoda yang layak dalam air limbah, ekskreta atau air kolam harus dilakukan pada tahap validasi sistem. Jika spesies tanaman dan ikan yang dibesarkan di daerah setempat selalu dimakan setelah dimasak secara menyeluruh, pengujian telur trematoda yang layak tidak akan diperlukan.</li> <li>• Lihat WHO (2006), vol. 3, hlm. 40 untuk catatan tentang pengujian telur trematoda yang layak.</li> </ul>	Bagian A1-6. WHO (2006), vol. 3, hlm. 39-45.
Air limbah tanpa perlakuan atau sebagian diolah	Sedang (jika tindakan pengendalian dan penegakan hukum dilakukan; jika tidak rendah)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Batasi produk untuk spesies ikan yang hanya dimakan dimasak.</li> <li>• Membutuhkan pengolahan produk ikan sebelum dijual.</li> <li>• Lihat langkah-langkah pengendalian untuk pekerja dan petani di bagian A1-6.</li> <li>• Memberikan pengendalian fisik, kimia atau biologi populasi siput inang di mana <i>Schistosoma</i> spp. endemik.</li> <li>• Pertimbangkan vektor nyamuk dan langkah-langkah untuk mengurangi habitat perkembangbiakan vektor.</li> <li>• Batasi akses ke fasilitas akuakultur yang diberi makan limbah.</li> <li>• Lihat WHO (2006), vol. 3, hlm. 40 untuk catatan tentang pengujian telur trematoda yang layak.</li> </ul>	WHO (2006), vol. 3, hlm. 21, 41, 47-68.
Menghasilkan pembatasan	Rendah ke tinggi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Batasi produk untuk tanaman dan ikan yang dimakan hanya setelah dimasak.</li> <li>• Pastikan perawatan ekstra untuk infeksi trematoda dalam produksi anakan.</li> </ul>	WHO (2006), vol. 3, hlm. 55.
Periode pemotongan antara aplikasi limbah dan panen	Sedang	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efektivitas risiko tergantung pada waktu, dan pengurangan terkait dengan fungsi kolam fakultatif atau kolam pematangan.</li> <li>• Untuk kematian patogen optimal sebelum panen ikan atau tanaman, proses pemberian makan <i>batch</i> (yaitu semua air limbah memasuki sistem pengolahan pada satu waktu, dan tidak ada air limbah baru ditambahkan sampai tanaman dipanen) dapat digunakan. Namun, di daerah perkotaan, kolam air yang lebih besar akan sering menerima air limbah yang tidak diolah dan limbah jamban dari rumah tangga di sekitarnya secara terus menerus.</li> </ul>	WHO (2006), vol. 3, hlm. 57.
Pengendapan (sebelum pemasaran, menahan ikan di air bersih untuk mengurangi kontaminasi)	Sedang	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tergantung waktu; 2-3 minggu direkomendasikan.</li> <li>• Tidak akan memengaruhi konsentrasi trematoda.</li> </ul>	WHO (2006), vol. 3, hlm. 57.
Penanganan dan persiapan makanan	Sedang	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mencegah kontaminasi daging ikan.</li> <li>• Usus ikan harus dikeluarkan sebelum menangani daging ikan.</li> <li>• Pastikan pisau dan talenan bersih digunakan.</li> </ul>	WHO (2006), vol. 3, hlm. 58.
Menghasilkan pencucian dan desinfeksi	Sedang	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Berhubungan dengan tanaman air.</li> </ul>	WHO (2006), vol. 3, hlm. 58.
Memasak	Tinggi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Berkaitan dengan semua produk.</li> <li>• Kontaminasi selama penyimpanan setelah memasak dapat terjadi.</li> </ul>	WHO (2006), vol. 3, hlm. 58.

Langkah-langkah perlindungan kesehatan terhadap trematoda	Rendah ke tinggi	<ul style="list-style-type: none"><li>• Untuk ringkasan, lihat WHO (2006), vol. 3, Tabel 5.4.</li></ul>	WHO (2006), vol. 3, hlm. 63-8.
---	------------------	---	--------------------------------

**Tabel A1-5.3.** Langkah-langkah pengendalian yang berkaitan dengan penggunaan kotoran di pertanian

Alternatif	Efektivitas dan pengurangan log	Komentar	Bacaan lebih lanjut
Penanganan kotoran		<ul style="list-style-type: none"> <li>Lihat langkah-langkah pengendalian untuk pekerja di bagian A1-6.</li> <li>Tidak ada tindakan pengendalian lebih lanjut yang diperlukan jika kotoran diperlakukan dengan &lt;1 telur cacing per gram total padatan.</li> <li>Mengandung lumpur tinja/biosolid selama penyimpanan untuk mencegah limpasan ke saluran air setempat.</li> <li>Pertimbangkan daya tarik hama/vektor.</li> </ul>	Stenström dkk. (2011), hlm. 99. WHO (2006), vol. 4, hlm. 66.
Aplikasi di lahan pertanian: pencampuran penuh dari tinja (ekskreta) yang diolah dengan tanah	Tidak dapat diukur (kurangi kontak)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Penggunaan ini juga bermanfaat bagi penyerapan nutrisi tanaman.</li> <li>Kebersihan pribadi yang baik selama aplikasi harus diikuti.</li> </ul>	Stenström dkk. (2011), hlm. 87, 97. WHO (2006), vol. 4, hlm. 78.
Aplikasi pada lahan pertanian pada saat penaburan benih/penanaman	Sedang ke tinggi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Efektivitas terkait dengan mati, dan menahan waktu antara aplikasi dan panen.</li> </ul>	
Pembatasan tanaman: membatasi aplikasi kotoran yang diolah untuk tanaman non-pangan atau tanaman yang dimasak atau diproses sebelum dikonsumsi	Tinggi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Membatasi paparan petani selama aplikasi, penanganan dan panen.</li> <li>Petani harus menggunakan kebersihan pribadi yang baik selama aplikasi.</li> </ul>	Stenström dkk. (2011), hlm. 87. WHO (2006), vol. 4, hlm. 77.
Memberlakukan kematian patogen selama 1 bulan: menahan aplikasi limbah sebelum panen	Sedang ke tinggi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lihat langkah-langkah pengendalian untuk pekerja dan masyarakat setempat di bagian A1-6.</li> <li>Dapat dikombinasikan dengan penyimpanan tanaman sebelum dijual untuk periode yang ditentukan (rendah hingga sedang) atau kombinasi total 1 bulan.</li> </ul>	USEPA (1992). WHO (2006), vol. 4, hlm. 78.
Langkah-langkah pengendalian paparan pasca panen : mencuci dengan atau tanpa disinfektan (misalnya mengupas, memasak)	Sedang ke tinggi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ini adalah langkah-langkah perlindungan konsumen.</li> <li>Langkah-langkah pengendalian sulit untuk diverifikasi.</li> <li>Pengurangan risiko 1-7 log dapat dilakukan, tergantung pada ukurannya.</li> </ul>	WHO (2006), vol. 4, hlm. 78-9.

**Tabel A1-5.4.** Langkah-langkah pengendalian yang berkaitan dengan penggunaan kotoran dalam akuakultur

Alternatif	Efektivitas dan pengurangan log	Komentar	Bacaan lebih lanjut
Penanganan kotoran		<ul style="list-style-type: none"> <li>Lihat langkah-langkah pengendalian untuk pekerja di bagian A1-6.</li> <li>Tidak ada tindakan pengendalian lebih lanjut yang diperlukan jika kotoran diperlakukan dengan &lt;1 telur cacing per gram total padatan.</li> <li>Mengandung lumpur tinja/biosolid selama penyimpanan untuk mencegah limpasan ke saluran air setempat.</li> <li>Pertimbangkan daya tarik hama/vektor.</li> </ul>	Stenström dkk. (2011), hlm. 99. WHO (2006), vol. 4, hlm. 66.
Penyimpanan kotoran sebelum penambahan ke kolam	Sedang ke tinggi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Efek tergantung waktu.</li> <li>Waktu penyimpanan dihitung hanya setelah penambahan feses segar terakhir (yaitu sebagai operasi <i>batch</i>).</li> <li>Penyimpanan selama 4 minggu mengurangi risiko trematoda secara substansial; penyimpanan selama 10 minggu diperlukan untuk <i>Fasciola</i> spp.</li> <li>Pengurangan bakteri dan virus patogen akan terjadi.</li> </ul>	WHO (2006), vol. 3, hlm. 50.
Ekskreta prapengolahan dalam fermentasi biogas	Rendah hingga sedang	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tergantung pada waktu dan suhu perawatan.</li> <li>Kombinasi dengan langkah-langkah perlindungan lainnya dianjurkan.</li> </ul>	WHO (2006), vol. 3, hlm. 51.

Tabel A1-5.5. Langkah-langkah pengendalian yang berkaitan dengan penggunaan urin di pertanian

Alternatif	Efektivitas dan pengurangan log	Komentar	Bacaan lebih lanjut
Penyimpanan urin sebelum aplikasi: mencampur urin yang disimpan dengan tanah atau mengaplikasikannya dekat dengan tanah	Tidak dapat diukur (kurangi kontak)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manfaat penyerapan nutrisi tanaman.</li> <li>• Kebersihan pribadi diperlukan selama aplikasi.</li> </ul>	WHO (2006), vol. 4, hlm. 66, 70.
Penyimpanan urin sebelum aplikasi: penghentian aplikasi urin 1 bulan sebelum panen untuk tanaman yang dikonsumsi mentah	Tinggi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tingkat risiko di bawah <i>disability-adjusted life years</i> (DALYs) <math>10^{-6}</math> jika dikombinasikan dengan rekomendasi penyimpanan.</li> </ul>	WHO (2006), vol. 4, hlm. 70.

Tabel A1-5.6. Langkah-langkah pengendalian yang berkaitan dengan penggunaan *greywater* di bidang pertanian

Alternatif	Efektivitas dan pengurangan log	Komentar	Bacaan lebih lanjut
Irigasi <i>greywater</i> : metode pengolahan air limbah berlaku	Rendah ke tinggi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pembatasan tanaman biasanya tidak diperlukan jika kontaminasi feses rendah dan pengolahan diterapkan.</li> <li>• Aplikasi <i>greywater</i> menggunakan metode <i>close-to-the-ground</i> dianjurkan.</li> <li>• Cegah munculnya genangan/kolam <i>greywater</i> pada titik aplikasi yang bisa menjadi tempat berkembang biak vektor.</li> </ul>	WHO (2006), vol. 4, hlm. 78.

## A1-6 Contoh tindakan pengendalian untuk melindungi kelompok terpapar

Beberapa pengendalian ini juga telah dicatat dalam Tabel A1-1 hingga A1-5.

**Tabel A1-6.** Langkah-langkah pengendalian yang berkaitan dengan perlindungan pengguna, pekerja, petani, konsumen, dan masyarakat setempat dan lebih luas

Jenis tindakan	Pengguna (U)	Pekerja (W)	Petani (F)
 Peraturan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Standar teknis tentang bahan, dimensi dan lokasi toilet</li> <li>Pedoman tentang inspeksi berkala sistem di tempat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peraturan daerah yang mengakui dan memprofesionalkan tenaga kerja sanitasi di sepanjang rantai layanan sanitasi</li> <li>Lisensi penyedia layanan pengosongan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peraturan daerah atau undang-undang yang mensyaratkan norma kesehatan dan keselamatan kerja untuk melindungi petani</li> </ul>
 Teknis	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pemasangan toilet</li> <li>Peningkatan sistem yang ada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Penyediaan alat yang membantu membatasi paparan (misalnya tangki sedot)</li> <li>Perawatan yang dioptimalkan sebelum penanganan</li> <li>Desain fasilitas penampungan di tempat yang mengoptimalkan pembuangan limbah yang aman</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Irigasi bawah permukaan</li> <li>Menyediakan pengolahan air limbah sederhana di hulu daerah irigasi (misalnya kolam penampungan berukuran tepat)</li> <li>Alat yang membantu membatasi paparan (misalnya selang vs kaleng penyiraman).</li> </ul>
 Manajerial dan operasional	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pelatihan tukang untuk pemasangan toilet yang benar (misalnya segel air)</li> <li>Membangun <i>call center</i> untuk pengosongan tangki septik dan keadaan darurat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Imunisasi untuk tifoid</li> <li>Pengobatan untuk infeksi cacing (2-3 kali setahun) dan schistosomiasis, di tempat keduanya endemik; Perawatan lecet dan luka kulit</li> <li>Prosedur operasi standar untuk tindakan pencegahan penanganan umum</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Membatasi akses pekerja ke lapangan selama aplikasi mekanis air limbah</li> <li>Akses ke air minum dan toilet yang aman di tempat kerja</li> </ul>
 Perubahan perilaku	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kampanye komunikasi untuk mendorong penggunaan dan pemeliharaan toilet dan sistem di tempat yang benar</li> <li>Program perlindungan konsumen yang menunjukkan hak dan tanggung jawab pengguna layanan pengosongan lumpur tinja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Program peningkatan kesadaran staf untuk memastikan kesehatan dan keselamatan kerja</li> <li>Alat pelindung diri (misalnya sarung tangan, masker, alas kaki tahan air tertutup)</li> <li>Pelatihan penanganan kotoran yang aman</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peralatan perlindungan personal</li> <li>Kebersihan pribadi dan pelatihan untuk mempromosikan kebersihan bagi petani.</li> </ul>

Jenis tindakan	Konsumen (C)	Komunitas lokal (L)	Komunitas yang lebih luas (WC)
 Peraturan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Standar untuk produk lumpur, dikategorikan berdasarkan jenis penggunaan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peraturan daerah yang melarang pembuangan lumpur tinja segar secara ilegal di ladang terbuka dan aliran air</li> <li>Akses publik terbatas ke ladang atau fasilitas budidaya limbah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Standar limbah instalasi pengolahan air limbah</li> <li>Larangan kegiatan rekreasi di badan air yang diduga terkontaminasi</li> </ul>
 Teknis	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pengolahan tambahan lumpur kering (misalnya pengomposan bersama)</li> <li>Langkah aplikasi tambahan di instalasi pengolahan air limbah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Memagari fasilitas pengolahan limbah untuk mencegah masuknya anak-anak dan hewan</li> <li>Peningkatan sistem di tempat yang dapat meresap lindi ke air tanah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Instalasi atau peningkatan instalasi pengolahan air limbah untuk menghindari pembuangan limbah yang tidak diolah</li> </ul>
 Manajerial dan operasional	<ul style="list-style-type: none"> <li>Masa mati patogen 1 bulan, baik dengan:</li> <li>menahan aplikasi limbah sebelum panen;</li> <li>penyimpanan tanaman sebelum dijual; atau</li> <li>kombinasi di atas berjumlah 1 bulan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Di mana air limbah diterapkan dengan irigasi semprot, pemeliharaan zona penyangga 50-100 m dari penduduk</li> <li>Pengobatan untuk infeksi cacing 2-3 kali setahun untuk orang yang rentan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pengembangan prosedur operasi standar untuk operasi dan pemeliharaan instalasi pengolahan air limbah</li> </ul>
 Perubahan perilaku	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pelatihan petani tentang pemilihan tanaman (misalnya hanya tanaman yang tidak dimakan mentah)</li> <li>Program keamanan pangan rumah tangga (untuk mendorong pencucian produk)</li> <li>Kebersihan pasar melalui pendidikan vendor dan menyediakan air bersih di pasar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kampanye edukasi untuk penduduk</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kampanye edukasi untuk penduduk kota-kota terdekat</li> </ul>

Sumber: Stenström dkk. (2011), hlm. 74-8, 93, 100; WHO (2006), vol. 2, hlm. 79-80; WHO (2006), vol. 3, hlm. 21, 43-5, 47-68; WHO (2006), vol. 4, hlm. 74-8.

# LAMPIRAN 2

## Ringkasan risiko kesehatan mikroba yang terkait dengan penggunaan air limbah untuk irigasi

Tabel A2-1. Ringkasan risiko kesehatan mikroba yang terkait dengan penggunaan air limbah untuk irigasi

Kelompok terpapar	Infeksi bakteri/virus	Infeksi protozoa	Infeksi cacing
Pekerja pertanian dan keluarganya	<p>Peningkatan risiko penyakit diare pada anak-anak dengan kontak air limbah, jika air memiliki <math>&gt;10^4</math> <i>coliform feces</i>/100 mL.</p> <p>Peningkatan risiko infeksi <i>Salmonella</i> pada anak-anak yang terpapar air limbah yang tidak diolah.</p> <p>Peningkatan respons serologi terhadap norovirus pada orang dewasa yang terpapar air limbah yang diolah sebagian.</p>	<p>Risiko infeksi <i>Giardia intestinalis</i> signifikan untuk kontak dengan air limbah yang tidak diolah dan diolah. Satu studi di Pakistan memperkirakan peningkatan tiga kali lipat dalam risiko infeksi <i>Giardia</i> bagi petani yang menggunakan air limbah tanpa perlakuan dibandingkan dengan air tawar.</p> <p>Peningkatan risiko amoebiasis diamati dengan kontak dengan air limbah yang tidak diolah.</p>	<p>Risiko signifikan infeksi cacing pada orang dewasa dan anak-anak untuk air limbah yang tidak diolah.</p> <p>Peningkatan risiko infeksi cacing tambang bagi pekerja tanpa sepatu.</p> <p>Risiko tetap ada untuk anak-anak, tetapi tidak untuk orang dewasa, bahkan ketika air limbah diolah menjadi <math>&lt;1</math> telur cacing/L.</p>
Populasi yang tinggal di dalam atau di dekat lokasi irigasi air limbah	<p>Irigasi <i>sprinkler</i> menggunakan air berkualitas rendah (dengan total <math>10^6</math>-<math>10^8</math> <i>coliform</i>/100 mL) dan paparan aerosol yang tinggi dikaitkan dengan peningkatan infeksi.</p> <p>Penggunaan air yang diolah sebagian (<math>\leq 10^4</math>-<math>10^5</math> <i>coliform feces</i>/100 mL) untuk irigasi <i>sprinkler</i> tidak terkait dengan peningkatan tingkat infeksi virus.</p>	<p>Tidak ada data tentang penularan infeksi protozoa selama irigasi <i>sprinkler</i> dengan air limbah.</p>	<p>Penularan infeksi cacing tidak dipelajari untuk irigasi <i>sprinkler</i>, tetapi sama seperti di atas untuk irigasi banjir atau alur dengan kontak berat.</p>
Konsumen produk irigasi dengan air limbah	<p>Wabah kolera, tipus dan shigellosis dilaporkan dari penggunaan air limbah yang tidak diolah.</p> <p>Tanggapan seropositif untuk <i>Helicobacter pylori</i> dengan penggunaan air limbah yang tidak diolah.</p> <p>Peningkatan diare non spesifik ketika air memiliki <math>&gt;10^4</math> <i>coliform feces</i>/100 mL.</p>	<p>Bukti protozoa parasit ditemukan pada permukaan sayuran yang telah diairi dengan air limbah, tetapi tidak ada bukti langsung penularan penyakit.</p>	<p>Risiko infeksi cacing yang signifikan untuk orang dewasa dan anak-anak dengan air limbah yang tidak diolah.</p>

Sumber: Stenström dkk. (2011), hlm. 92; lihat sumber ini untuk komentar tambahan yang berkaitan dengan bukti risiko kesehatan.

# LAMPIRAN 3

## Bahaya kimia untuk air limbah di pertanian dan akuakultur

### Bahan kimia air limbah di pertanian

Sering kali, batas konsentrasi banyak bahan kimia dalam air limbah akan ditentukan oleh kebutuhan tanaman, bukan oleh masalah kesehatan manusia. Konsentrasi di mana bahan kimia dalam air limbah menjadi racun bagi tanaman atau tidak cocok untuk produksi pertanian biasanya lebih rendah daripada konsentrasi yang akan menjadi perhatian bagi kesehatan manusia.

Konsentrasi kimia dalam air irigasi digunakan untuk menentukan kesesuaian air limbah untuk pertumbuhan tanaman. Kualitas fisikokimia air limbah olahan yang digunakan untuk irigasi tanaman harus sesuai dengan nilai-nilai pedoman yang ditetapkan oleh Organisasi Pangan dan Pertanian Perserikatan Bangsa-Bangsa, dirangkum dalam Lampiran 1 WHO (2006), vol. 2.

Konsentrasi kimia dalam tanah digunakan untuk menentukan kesesuaian untuk kesehatan manusia, karena paparan manusia terhadap bahan kimia dinilai melalui transfer bahan kimia melalui rantai makanan (dari air limbah ke tanah), penyerapan oleh tanaman dan konsumsi oleh manusia. Selama irigasi air limbah, konsentrasi unsur anorganik dalam tanah perlahan-lahan akan meningkat dengan aplikasi berturut-turut. Namun, bagi banyak polutan organik, tidak mungkin mereka akan menumpuk di tanah hingga konsentrasi ambang batasnya karena konsentrasi mereka dalam air limbah biasanya sangat rendah.

### Bahan kimia air limbah dalam akuakultur

Informasi spesifik tentang bahan kimia dalam kaitannya dengan akuakultur yang diberi makan limbah disajikan dalam bagian 3.3 dari WHO (2006), vol. 3.

Codex Alimentarius Commission (<http://www.codexalimentarius.org/>) menetapkan toleransi untuk bahan kimia tertentu dalam produk makanan. Pengguna juga harus memeriksa referensi sumber untuk pembaruan potensial terhadap standar dan batasan dari waktu ke waktu, dan standar nasional apa pun.

Konsentrasi bahan kimia beracun yang dapat ditoleransi pada ikan dan sayuran dapat digunakan dalam beberapa program verifikasi. Pemantauan verifikasi konsentrasi kimia dalam produk akuakultur yang diberi makan limbah harus dilakukan pada interval 6 bulan di titik penjualan. Perbandingan antara ikan atau tanaman yang diberi limbah dan produk yang tidak diberi makan limbah yang dijual di pasar dapat memberikan wawasan tentang kontaminan spesifik yang terkait dengan penggunaan air limbah atau kotoran. Kontaminan yang berada pada konsentrasi tinggi dapat dipilih untuk pemantauan yang lebih rutin, jika diperlukan.

DEPARTEMEN LINGKUNGAN, PERUBAHAN IKLIM, DAN KESEHATAN  
KEBERSIHAN SANITASI AIR DAN KESEHATAN  
WORLD HEALTH ORGANIZATION  
20, AVENUE APPIA  
1211 JENEWA 27  
SWISS  
[www.who.int/water\\_sanitation\\_health/en/](http://www.who.int/water_sanitation_health/en/)

-

