

# Mengungkap Ancaman Tersembunyi: *Antimicrobial Resistance* di Peternakan dan Solusi *One Health*

## Policy brief

Y.V. Paramitadevi<sup>1,2</sup>, C.R. Priadi<sup>3</sup>, I. Rahmatika<sup>2</sup>, A. Rukmana<sup>4</sup>, U. Sehabuddin<sup>5</sup>, A. Hidayat<sup>6</sup>

### Summary

Resistensi antimikroba (AMR) di peternakan Indonesia mengancam kesehatan masyarakat, terutama pekerja kandang. Pemerintah mengadopsi pendekatan *One Health* melalui RAN-AMR 2020-2024 untuk mengatasi AMR. Penelitian di TEFA IPB Sukabumi menggunakan pendekatan *integrated inbound logistics* (I2L) untuk menentukan titik *sampling* ESBL *E. coli*. Konsentrasi tertinggi ditemukan di peternakan unggas, khususnya pada pakan broiler, feses broiler, dan feses unggas yang bercampur tanah. Pendekatan *One Health* berbasis OSHA diusulkan untuk mengurangi paparan ESBL *E. coli* melalui intervensi sanitasi, higiene, dan biosekuriti. Keberlanjutan program WASH-biosekuriti memerlukan analisis multidimensi dan perbaikan teknis di TEFA IPB Sukabumi.



Foto Closed house broiler  
TEFA IPB Sukabumi

### Context

Resistensi antimikroba (AMR) merupakan ancaman serius yang mempengaruhi berbagai aspek Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs). Peternakan intensif di Indonesia tumbuh 3,63% per tahun selama 10 tahun terakhir, dengan tantangan utama berupa penggunaan antimikroba yang berlebihan. Hal ini menyebabkan AMR, termasuk *E. coli* penghasil enzim beta-laktamase (ESBL *E. coli*), yang dapat menyebar ke manusia melalui rantai makanan atau kontak langsung, mengancam kesehatan masyarakat (SDG 3). Limbah peternakan yang mengandung ESBL *E. coli* juga dapat mencemari sumber air, mengancam kualitas air bersih (SDG 6).

Pemerintah mengadopsi pendekatan *One Health* melalui RAN-AMR 2020-2024 untuk mengatasi AMR dengan meningkatkan pengawasan di sektor peternakan. Pemantauan lingkungan di sekitar peternakan penting untuk mencegah penyebaran ESBL-*E. coli* ke air permukaan. Saat ini, pemantauan ARB dilakukan intensif hanya dilakukan terhadap hewan ternak, namun belum mencakup lingkungan sekitar peternakan. Pemantauan air limbah dan feses ternak sangat penting untuk mencegah penyebaran ESBL *E. coli*. Diperkirakan terdapat 13 juta peternak di Indonesia [1] yang terdampak langsung selama penanganan feses ternak dan air limbah.

<sup>1</sup> Program Doktor, Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok 16424, Indonesia

<sup>2</sup> Sekolah Vokasi, Program Studi Teknik dan Manajemen Lingkungan, Institut Pertanian Bogor, Bogor 16151, Jawa Barat, Indonesia

<sup>3</sup> Program Studi Teknik Lingkungan, Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok 16424, Indonesia

<sup>4</sup> Departemen Mikrobiologi, Fakultas Kedokteran, Rumah Sakit Umum dr Cipto Mangunkusumo, Universitas Indonesia, Jakarta 12120, Indonesia

<sup>5</sup> Program Studi Magister Ilmu Ekonomi Pertanian, Departemen Ekonomi Sumberdaya dan Lingkungan, Fakultas Ekonomi dan Manajemen, Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680, Jawa Barat, Indonesia

<sup>6</sup> Program Studi Magister Ekonomi Kelautan Tropika, Departemen Ekonomi Sumberdaya dan Lingkungan, Fakultas Ekonomi dan Manajemen, Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680, Jawa Barat, Indonesia

Pemantauan ESBL *E. coli* terhadap lingkungan di sekitar peternakan melibatkan pengambilan sampel dari titik-titik pembuangan limbah dan feses ternak. Pengelolaan aliran barang dan pergerakan hewan untuk menentukan titik *sampling* dikenal dengan istilah *integrated inbound logistics* (I2L), serta diadopsi sebagai irisan antara logistik dengan lingkungan mulai tahun 2021 [2]. Bagaimana pendekatan I2L dilakukan untuk penentuan titik-titik *sampling* lingkungan di area peternakan?

**Bagaimana pendekatan I2L untuk penentuan titik-titik *sampling* lingkungan di area peternakan dilakukan?**

Penelitian ini, dilakukan dari Agustus 2023 hingga Juni 2024, dilakukan di kawasan pertanian *Teaching Factory* (TEFA) Kampus Sekolah Vokasi, IPB University di Sukabumi mencakup area seluas ±14,1 Ha, dengan 21,4% merupakan kawasan peternakan. Peternakan ini terdiri dari ruminansia (sapi, kambing, domba) dan unggas (ayam petelur, itik, puyuh, angsa, broiler). Pendekatan I2L dilakukan melalui pengumpulan data wawancara, data sekunder, dan identifikasi titik *sampling* ESBL *E. coli* serta parameter fisika-kimia.

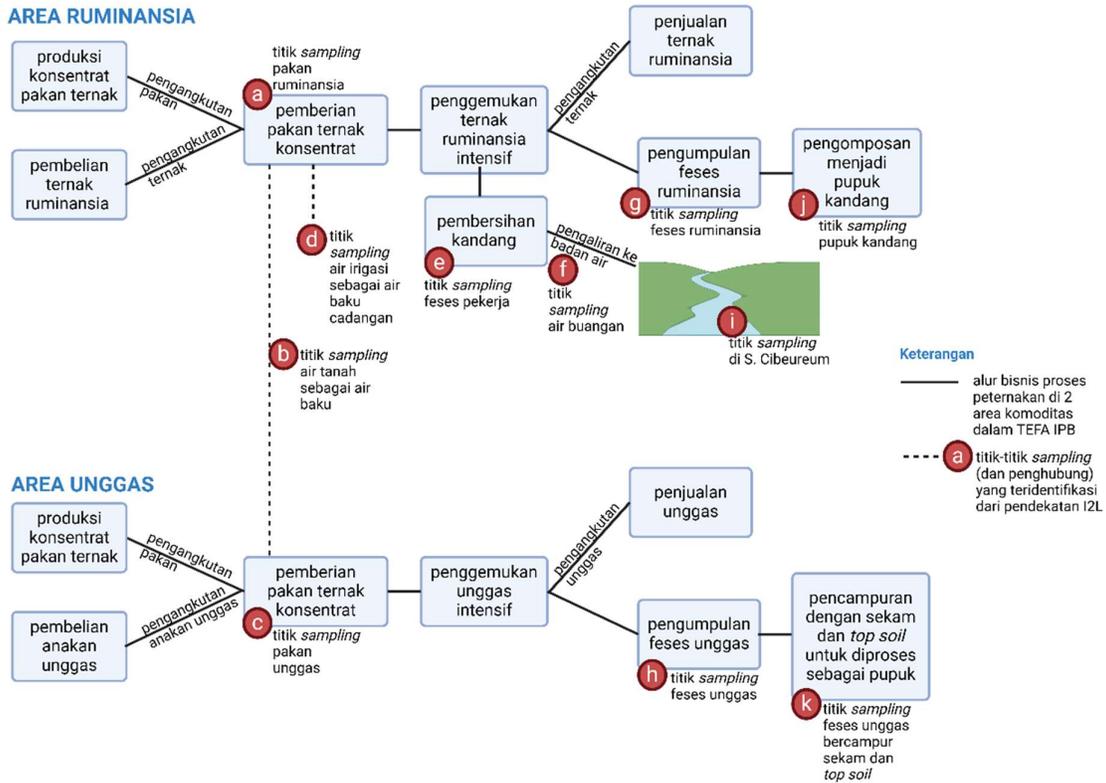
Komposisi pakan ternak dan obat-obatan dicatat secara kualitatif karena perekaman *logbook* kesehatan ternak dan pencatatan aliran pakan belum dilakukan secara terpusat. Pakan ternak dibeli sesuai komoditas yang dipelihara, mayoritas dari merek dagang terdaftar. Konsentrat pakan sebagian besar berasal dari limbah peternakan, kecuali tanaman jagung sebagai campuran konsentrat (**Tabel 1**).

Penjual bertanggung jawab atas transportasi pakan tanpa kebocoran; ruminansia kecil dibudidayakan secara *in-breeding*, sementara ruminansia besar (±60 km) dan *day-of-chicks*/DOC didatangkan dari lokasi lain (±180 km) serta tersertifikasi sehat. Komoditas unggulan TEFA IPB adalah ternak broiler dan ruminansia kecil. Antibiotik diberikan sesuai rekomendasi dokter hewan, selanjutnya ternak dijual atau dikonsumsi setelah pengecekan kesehatan. Feses ternak kemudian diolah menjadi kompos, dan air buangan dialirkan menuju digester sebelum dibuang ke badan air. Lingkungan TEFA dikelilingi oleh S. Cibereum yang bermuara ke Sungai Cibereum, yang mengalami penurunan indeks kualitas air (IKA) sebesar 1,7% per tahun dari 2021-2023 (<https://opendata.sukabumikota.go.id/>). Hal ini menunjukkan telah terjadi pencemaran air permukaan di rona lingkungan sungai sekitar TEFA.

**Tabel 1** Komposisi konsentrat pakan ternak dari pabrik dan jenis-jenis antibiotik untuk hewan ternak yang digunakan dari catatan tenaga kesehatan

	Sapi dan ruminansia kecil	Broiler dan unggas lainnya
Komposisi konsentrat pakan ternak	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bungkil sawit</li> <li>Bungkil kelapa</li> <li>Kulit kopi</li> <li>Onggok sisa penyaringan tapioka</li> <li>Dedak dari penggilingan padi</li> <li>Polard dari penggilingan gandum</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dedak padi</li> <li>Jagung</li> <li>Bekatul dari penggilingan padi</li> <li>Bungkil kelapa sisa proses pembuatan minyak kelapa</li> <li>Tepung ikan dari industri perikanan</li> <li>Tepung tulang dan daging dari limbah industri pengolahan daging</li> </ul>
Jenis-jenis veterinary antibiotics yang digunakan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pengobatan sapi roboh: Amoksisilin dari Beta-Laktam</li> <li>Pengobatan infeksi kulit: Gentamisin dari Aminoglikosida</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pengobatan <i>coccidiosis</i> dan <i>avian pathogenic E. coli</i>: Amoksisilin dari golongan Beta-laktam dan Oksitetrasiklin dari golongan Tetrakisiklin</li> <li>Pengobatan <i>avian influenza</i>: Fluorokuinolon dari golongan Kuinolon</li> </ul>

Berdasarkan triangulasi data hasil wawancara, hasil survei, data sekunder, maka titik-titik *sampling* ESBL *E. coli* diambil dari feses ternak, feses pekerja, dan lingkungan (**Gambar 1**). Adapun jalur paparan ESBL *E. coli* yang terkait dengan titik-titik *sampling* diperhitungkan melalui jalur fekal-oral atau ingesti. Langkah berikutnya adalah analisis titik-titik *sampling* tersebut sesuai pedoman SNI dan WHO *Tricycle* (2021). Dengan demikian, setelah ESBL *E. coli* dianalisis, seberapa besar titik-titik *sampling* memaparkan ESBL *E. coli* terhadap pekerja peternakan? Apakah ditemukan titik panas ESBL *E. coli* dari peternakan TEFA IPB? dan Bagaimana hubungan antara konsentrasi ESBL *E. coli* dengan parameter fisik-kimia di Sungai Cibereum?



**Gambar 1** Titik titik *sampling* ESBL *E. coli* menurut pendekatan I2L

### Identifikasi titik panas ESBL *E. coli* dari peternakan TEFA IPB

Konsentrasi ESBL *E. coli* dari titik-titik *sampling* beserta titik panasnya

Konsentrasi ESBL *E. coli* (**Gambar 2.A**) tertinggi hingga terendah dari area ruminansia adalah pupuk kandang, feses sapi pedaging, pakan ruminansia, feses kambing, feses anak kandang ruminansia dan feses sapi perah. Sedangkan konsentrasi ESBL *E. coli* tertinggi hingga terendah dari area unggas adalah pakan broiler, feses unggas dicampur tanah dan sekam, feses broiler, feses itik, pakan itik, feses angsa, pakan ayam petelur, pakan burung puyuh, dan feses burung puyuh. Berikutnya **Gambar 2.B** menunjukkan konsentrasi ESBL *E. coli* dari lingkungan perairan sekitar peternakan TEFA berturut-turut tertinggi hingga terendah yakni air irigasi, air buangan dan air keran.

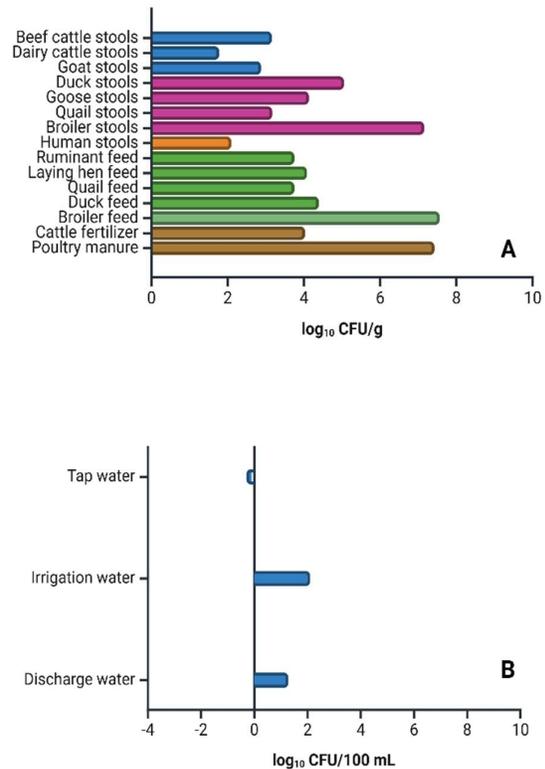


**Foto** Pengambilan sampel feses broiler melalui swab

Titik-titik dengan konsentrasi ESBL *E. coli* tertinggi atau disebut titik panas ada di area unggas yakni pakan broiler, feses unggas dicampur tanah dan sekam, serta feses broiler. Sedangkan titik-titik pengambilan sampel di area ruminansia dan di sumber air bukan merupakan titik panas. sehingga upaya-upaya pengelolaan titik panas yang dapat memaparkan ESBL *E. coli* terhadap pekerja perlu difokuskan di area unggas melalui pendekatan *One health*.

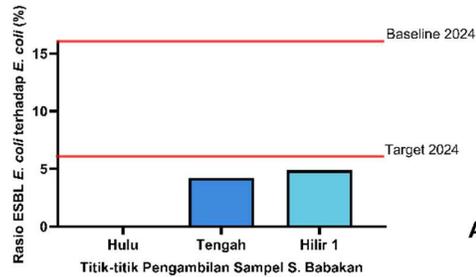
Sampel yang diambil dari feses ternak di dalam peternakan TEFA IPB Sukabumi memiliki resistensi terhadap 2–5 jenis antibiotik selain jenis beta-laktam (Paramitadevi et al., 2024). Peternakan lain di Amerika Serikat juga memiliki resistensi terhadap lebih dari 3 jenis antibiotik (Kyakuwaire et al., 2019). Dengan demikian, selain ESBL *E. coli*, terdapat bahaya *multidrug resistance E. coli* yang mengancam kesehatan para pekerja di peternakan TEFA IPB pada masa mendatang.

**Gambar 2** Median konsentrasi ESBL *E. coli* di titik-titik *sampling* lingkungan sekitar area peternakan, **A:** Titik-titik sumber feses, pakan ternak dan pupuk (satuan  $\log_{10}$  CFU/g), **B:** Titik-titik sumber air (satuan  $\log_{10}$  CFU/100 mL).

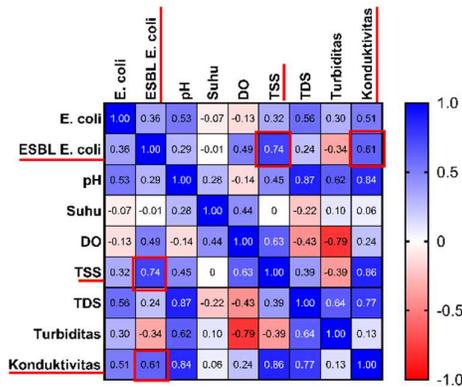


Konsentrasi ESBL *E. coli* di titik-titik perairan S. Cibereum dikaitkan dengan parameter fisika-kimianya

Rasio ESBL *E. coli* terhadap *E. coli* masih berada jauh di bawah *baseline* RAN-AMR 2020-2024 (**Gambar 3.A**, 4.2 di titik tengah sungai dan 4.9 di titik hilir sungai). Di air, meskipun terdeteksi dalam konsentrasi yang rendah atau di bawah target RAN AMR 2020-2024 yang ditetapkan, risiko paparan ESBL *E. coli* dapat terjadi [3]. Risiko paparan akan terjadi jika masyarakat sekitar sehari-harinya menggunakan air permukaan untuk melakukan aktivitas higienitas pribadi atau sekedar memandikan hewan ternaknya. Dengan demikian, populasi yang rentan seperti ibu menyusui dan balita masih dimungkinkan terpapar ESBL *E. coli* melalui jalur ingesti, seperti penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh tim gabungan Indonesia-Amerika Serikat dan Australia di Bekasi [4].



A



B

Parameter terkorelasi positif kuat dengan ESBL *E. coli* dalam penelitian ini menurut **Gambar 3.B** adalah TSS (0.74) dan konduktivitas (0.61). Korelasi positif antara TSS dan ESBL *E. coli* menunjukkan peningkatan TSS sebanding dengan peningkatan konsentrasi ESBL *E. coli*. TSS yang tinggi menyediakan lebih banyak permukaan bagi bakteri untuk menempel dan berkembang biak, sehingga meningkatkan konsentrasi bakteri dalam air (Petersen & Hubbard, 2020). Penurunan TSS dan konduktivitas mengakibatkan partikel-partikel tersuspensi mengendap lebih cepat dan membawa bakteri ESBL *E. coli* bersamanya, sehingga mengurangi jumlah bakteri yang tersisa dalam air. Pemantauan kualitas air di TEFA IPB Sukabumi untuk ESBL *E. coli* diperlukan dengan mempertimbangkan bahaya ESBL *E. coli* yang berpotensi memengaruhi masyarakat sekitar TEFA melalui S. Cibereum di tahun-tahun mendatang.

**Gambar 3** Hasil analisis antar parameter di titik-titik *sampling* lingkungan sekitar area peternakan. **A:** Rasio ESBL *E. coli* terhadap *E. coli* di titik *sampling* S. Cibereum, **B:** *Heatmap* korelasi antar parameter fisika dan kimia dari titik *sampling* S. Cibereum. *Baseline* 2021 dan target 2024 diambil dari dokumen RAN-AMR Kemenkes (2021) untuk air permukaan (A)

Titik panas yang dapat memaparkan ESBL *E. coli* terhadap pekerja ditemukan di area unggas, apa saja intervensi yang perlu dilakukan untuk mengurangi konsentrasi ESBL *E. coli* tersebut?

### Alternatif intervensi untuk mengurangi konsentrasi ESBL *E. coli* melalui pendekatan *One Health*

Pendekatan *One health* dapat mengurangi bahaya paparan ESBL *E. coli* dan multi obat *E. coli*. Dalam mitigasinya, pendekatan ini membutuhkan kolaborasi multidisiplin ilmu, termasuk keteknikan, kedokteran dan ekonomi. Di area peternakan, program biosekuriti lebih dikenal dibandingkan program WASH. Berdasarkan Paramitadevi *et al.* (2023), parameter *odds ratio* (OR) paparan bakteri ESBL *E. coli* terhadap manusia dari literatur sebelumnya didominasi oleh intervensi higiene (45,4%), intervensi air (27,3%), intervensi biosekuriti (18,2%) dan sisanya intervensi sanitasi [5]. Saat ini di seluruh dunia, masing-masing intervensi berjalan terpisah. Intervensi higiene umum dijalankan bersama dengan intervensi air dan biosesekuriti, sementara intervensi sanitasi lebih sering dijalankan bersama intervensi biosekuriti.

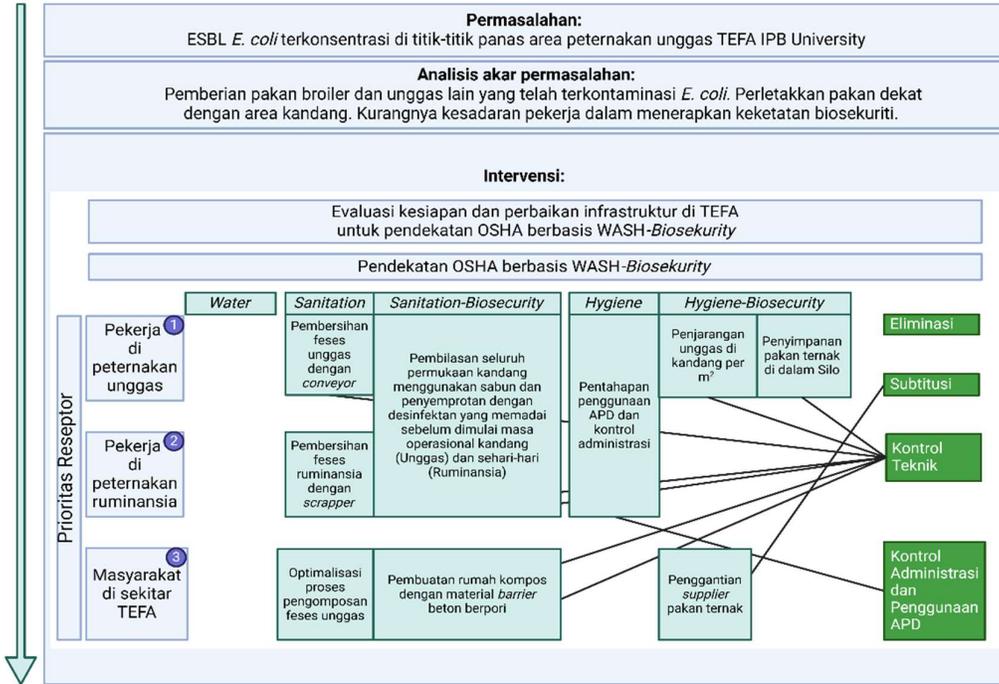
Tindakan intervensi *One Health* dapat diterapkan melalui kerangka *theory of change* (**Gambar 4**), adapun studi evaluasi kesiapan fasilitas di TEFA IPB Sukabumi dapat memudahkan identifikasi area yang perlu ditingkatkan untuk mendukung implementasi strategi *One health*. TEFA Sekolah Vokasi IPB di Sukabumi mampu menyediakan fasilitas WASH-biosekuriti, namun terdapat aspek teknis bidang WASH yang belum terpenuhi seperti:

- 1) Jarak kandang ruminansia dengan *closed house broiler* < 50 m,
- 2) *Manure pit* tidak diberi tutup,
- 3) Tipe sumur dangkal untuk mencukupi kebutuhan air,
- 4) Kapasitas tandon air atas perlu ditambah, dan
- 5) Saluran drainase yang kurang terpelihara.

Dengan memperbaiki aspek-aspek ini, TEFA IPB Sukabumi dapat meningkatkan standar program WASH-biosekuriti, mengurangi risiko penyebaran penyakit, dan mendukung kesehatan masyarakat serta lingkungan sekitar.

Integrasi antara pendekatan *Occupational Safety Health and Administration* (OSHA) dan program WASH-Biosekuriti (**Gambar 4**) dapat diterapkan di peternakan TEFA IPB karena prioritas reseptor adalah para pekerja yang bersinggungan dengan titik panas. Tindakan sanitasi berupa pekerjaan pembersihan feses unggas dapat dilakukan menggunakan bantuan *conveyor* agar pekerja tidak terekspos langsung ESBL *E. coli*. Langkah integrasi sanitasi dan *biosecurity* dapat dilakukan sebelum operasional DOC melalui pembilasan

seluruh permukaan kandang menggunakan protokol *cleaning and disinfecting*. Adapun pakan yang selama ini diletakkan dekat area kandang dapat disimpan dalam Silo untuk mengurangi kontaminasi (pendekatan integrasi hygiene-biosecurity) dilanjutkan upaya menempatkan DOC secara merata di semua lajur (pendekatan hygiene). Pendekatan krusial hygiene yang dapat mencegah paparan langsung adalah pengetahuan penggunaan APD oleh pekerja dan penyadaran pekerja supaya menjalankan OSHA *plan* melalui pemberian *reward-punishment* oleh pengelola kandang.



**Gambar 4** Kerangka pikir intervensi tiap prioritas reseptor melalui pendekatan OSHA dan WASH-Biosecurity

Apabila intervensi program WASH-biosekuriti sudah berlangsung, keberlanjutannya di TEFA IPB Sukabumi pada tahun-tahun mendatang perlu dianalisis secara multidimensi keberlanjutan. Analisis multidimensi keberlanjutan dapat mencakup analisis dimensi lingkungan, dimensi sosial dan dimensi kesehatan; masing-masing dimensi saling mempengaruhi satu sama lain, yang artinya kondisi buruk salah satu elemen keberlanjutan akan menghambat terwujudnya keberlanjutan yang lainnya [6]. Dimensi lingkungan yang dapat dipertimbangkan adalah elemen kualitas lingkungan di sekitar TEFA dan elemen keamanan bisnis proses peternakan TEFA, sedangkan dimensi kesehatan adalah elemen keuntungan penerapan program WASH-biosekuriti ditinjau dari pencatatan rekam medis kesehatan pekerja. Elemen terakhir dimensi sosial yakni elemen pengetahuan program WASH-biosekuriti dan elemen kesadaran mengenai paparan bakteri ESBL *E. coli* bagi pekerja.

**References**

1. BPS B. Indikator Pertanian 2022 [Internet]. Vol. 36. BPS; 2023. Available from: <https://webapi.bps.go.id/download.php>.
2. Chen J, Wang K, Huang Y. An integrated inbound logistics mode with intelligent scheduling of milk-run collection, drop and pull delivery and LNG vehicles. *J Intell Manuf.* 2021 Dec 1;32(8):2257–65.
3. Gusti LH, Priadi CR, Rahmatika I, Paramitadevi YV. Analysis of the presence of the blaCTX-M genes in *Escherichia coli* isolated from downstream of the Bekasi River. *E3S Web of Conf.* 2024;485:04002.
4. Daly SW, Foster T, Willetts J, Putri GL, Priadi C, Harris AR. Exposure Assessment of Antimicrobial Resistant *E. coli* via Self-Supplied Drinking Water in Indonesia: Evaluating Boiling and Storage Practice Effectiveness. *ACS EST Water.* 2024 Oct 11;4(10):4423–32.
5. Paramitadevi Y, Priadi C, Rahmatika I, Rukmana A, Moersidik S. Integration of water, sanitation, and hygiene program with biosecurity: A One Health approach to reduce the prevalence and exposure of antibiotic-resistant bacteria in the livestock community. *International Journal of One Health.* 2023 Dec 28;181–93.
6. Hidayat A, Annisa Z, Gandhi P. Policy For Ecological, Social, Economic Sustainability Of The Reservoir And Floating Net Cage Cultivation In The Cirata Reservoir, West Java, Indonesia. *RISALAH KEBIJAKAN PERTANIAN DAN LINGKUNGAN Rumusan Kajian Strategis Bidang Pertanian dan Lingkungan.* 2017 Apr 28;3:174.