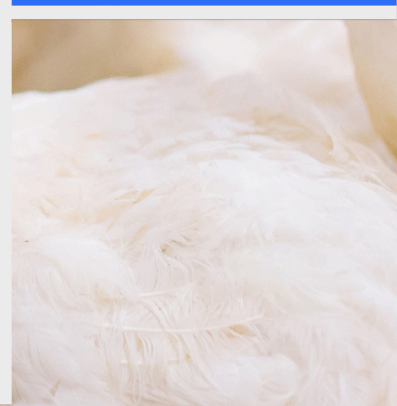
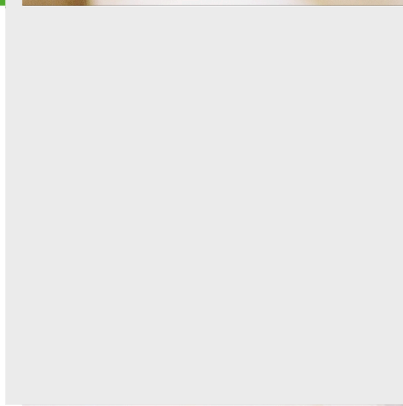
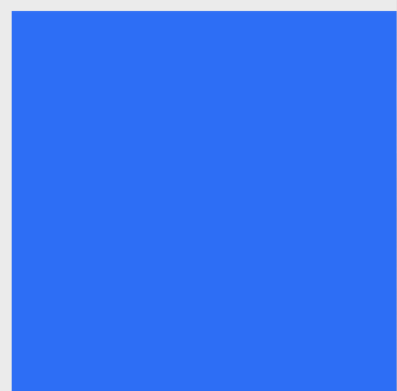
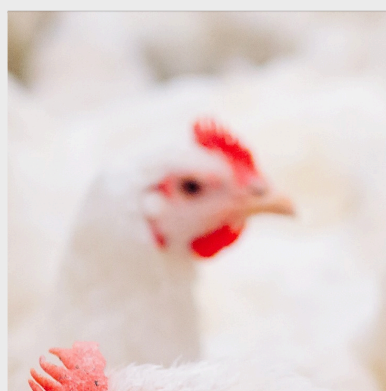




Program Surveilans Nasional Penggunaan Antimikroba dan Resistansi Antimikroba pada Hewan Darat di Indonesia

Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan
Kementerian Pertanian, Republik Indonesia

Temuan 2020 - 2022





Program Surveilans Nasional Penggunaan Antimikroba dan Resistansi Antimikroba pada Hewan Darat di Indonesia

Temuan 2020 - 2022

Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan
Kementerian Pertanian, Republik Indonesia

Untuk mendapatkan informasi lebih lanjut, silakan hubungi:

Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan

Jl. Harsono RM No. 3 Gedung C, Lantai 6–9, Jakarta Selatan 12550

E-mail: ditjen.pkh@pertanian.go.id

Kontributor:

**Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan
Kementerian Pertanian, Republik Indonesia**

Dr. Ir. Nasrullah, M.Sc

Direktorat Kesehatan Hewan
Dr. Drh. Nuryani Zainuddin, M.Si

Direktorat Kesehatan Masyarakat Veteriner
Drh. Syamsul Ma'arif, M.Si

Pengawasan Obat Hewan
Drh. Ni Made Ria Isriyanthi, Ph.D
Drh. Liys Desmayanti
Drh. Muhammad Fauzi M.I

Pengawasan Keamanan Produk Hewan
Drh. Imron Suandy, M.VPH
Drh. Nuraini Triwijayanti
Drh. Aji Barbora

Balai Besar Veteriner Wates
Balai Besar Veteriner Denpasar
Balai Besar Veteriner Maros
Balai Veteriner Medan
Balai Veteriner Bukittinggi
Balai Veteriner Lampung
Balai Veteriner Banjarbaru
Balai Veteriner Subang
Laboratorium Pelaksana Surveilans AMR

Balai Pengujian Mutu dan Sertifikasi Produk Hewan (BPMSPH)
Laboratorium Referensi AMR untuk sektor Kesehatan Hewan



The Fleming Fund Country Grant to Indonesia

Prof. Jaap Wagenaar (Utrecht University)
Thomas R.D. Weaver, PhD
Drh. Albertus T. Muljono, M.Sc (Prevalensi Nusantara)
Drh. Dealita Munichasari (Prevalensi Nusantara)
Drh. Chandraone Putra Kefi Amtiran (Prevalensi Nusantara)
Rani Elsanti (Penerjemah)



Food and Agriculture
Organization of the
United Nations

FAO ECTAD Indonesia

Drh. Luuk Schoonman, Ph.D
Drh. Farida Camallia Zenal, M.Sc
Drh. Gunawan Budi Utomo
Drh. Erianto Nugroho
Ady Harja Sukarno, SE
Rallya Telussa, B.Sc., MSPH

Program Surveilans Nasional Penggunaan Antimikroba dan Resistansi Antimikroba pada Hewan Darat di Indonesia

Edisi Pertama, 2024

Buku ini merupakan hasil upaya bersama, yang dibuat oleh Kelompok Pengawasan Obat Hewan, Direktorat Kesehatan Hewan dan Kelompok Pengawasan Keamanan Produk Hewan Direktorat Kesehatan Masyarakat Veteriner, Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan, Kementerian Pertanian; the Fleming Fund Country Grant to Indonesia (FFCGI), dan Organisasi Pangan dan Pertanian PBB, Pusat Kedaruratan Penyakit Hewan Lintas-Batas (FAO-ECTAD), Indonesia.

Foto-foto yang ditampilkan pada sampul buku merupakan milik Kementerian Pertanian Republik Indonesia dan FFCGI.

Desain dan tata letak : Nathasa Mayandra

Ucapan Terima Kasih

Program Surveilans Nasional tentang Penggunaan dan Resistansi Antimikroba pada Hewan Darat di Indonesia terlaksana dengan baik berkat dukungan dari berbagai pihak.

Kami ingin menyampaikan terima kasih kepada tim Fleming Fund Country Grant to Indonesia (FFCGI) yang telah berkontribusi secara teknis dan finansial dalam persiapan dan pelaksanaan surveilans, penyusunan laporan, dan publikasi laporan ini. Bersama-sama dengan konsultan-konsultan yang kepakarannya telah memberikan panduan berharga dalam terlaksananya laporan ini secara profesional. Pendanaan untuk publikasi ini disediakan oleh Fleming Fund dari Departemen Kesehatan dan Layanan Sosial Inggris melalui UK Aid.

Kami juga ingin berterima kasih kepada tim Organisasi Pangan dan Pertanian PBB, Pusat Kedaruratan Penyakit Hewan Lintas-Batas (FAO-ECTAD) Indonesia yang telah membantu dalam pelaksanaan program percontohan surveilans pada 2018-2019. Bersama-sama dengan konsultan yang ditunjuk, Prof. Jaap Wagenaar, yang telah memberikan berbagai masukan berharga dalam pelaksanaan program surveilans ini.

Terima kasih kepada semua tim yang telah terlibat, baik pada tingkat nasional dan daerah, serta semua yang telah memberikan data, informasi, serta dukungan pada setiap tahap program surveilans ini. Laporan ini merupakan hasil dari kerja keras dan kami berharap dapat menjadi landasan bagi upaya pengendalian resistansi antimikroba di Indonesia, demi kesehatan manusia dan hewan.

Kata Pengantar

Program Surveilans Nasional Penggunaan dan Resistansi Antimikroba pada Hewan Darat di Indonesia merupakan langkah penting dalam upaya nasional untuk mengendalikan resistansi antimikroba, yang menjadi ancaman global. Surveilans melibatkan pengumpulan, analisis, dan penafsiran data tentang penggunaan antimikroba (AMU) dan resistansi antimikroba (AMR), dengan fokus pada spesies hewan pangan yang paling banyak dikonsumsi.

Kami menyadari bahwa ada berbagai tantangan rumit dalam menerapkan dan membangun kapasitas surveilans untuk mengendalikan resistansi antimikroba, yang memerlukan kolaborasi lintas-sektor. Karena itu, laporan ini juga mencerminkan sinergi antara berbagai pihak, termasuk pemerintah, mitra pembangunan, akademisi, praktisi, serta seluruh masyarakat. Kolaborasi ini terwujud dalam suatu upaya kolaboratif untuk memantau penggunaan antimikroba dan memetakan resistansi antimikroba pada hewan darat di Indonesia.

Laporan ini bertujuan memberikan selang pandang tentang berbagai temuan AMU dan AMR pada ayam pedaging di Indonesia pada periode 2020-2022. Diharapkan agar laporan ini menjadi suatu awalan, dan akan dikembangkan seiring waktu, dengan menambahkan berbagai komponen data surveilans dan komoditas baru. Dengan demikian, data ini berkontribusi pada surveilans terintegrasi AMU-AMR. Data serta temuan yang dirangkum dalam laporan ini ditujukan untuk memberikan dasar bagi penyusunan kebijakan yang lebih efektif dan tertarget dalam mengelola penggunaan antimikroba pada hewan di Indonesia. Semoga laporan ini dapat membawa manfaat sebanyak-banyaknya bagi kesehatan hewan dan masyarakat di Indonesia.

Jakarta, Oktober 2024

Direktur Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan



Dr. Drh. Agung Suganda, M.Si

Daftar Isi

Ikhtisar	7
Singkatan	9
Daftar Gambar	10
Pengantar	12
Kegiatan Surveilans Nasional AMR-AMU Indonesia	12
Rancangan Surveilans AMU	12
Rancangan Surveilans AMR	14
Temuan Surveilans Penggunaan Antimikroba	18
Deskripsi Set Data	18
Persentase Penggunaan Antimikroba, 2020-2022	18
Temuan Surveilans Resistansi Antimikroba	27
Cara Membaca Temuan	27
Temuan Resistansi E. coli (n = 3.419)	27
Profil Resistansi Salmonella (n = 82)	41
Pembahasan	45
Kelas Antimikroba	45
MDRMultidrug Resistance	49
Tantangan dan Mitigasi	50
Kemungkinan Hubungan antara Hasil AMR dan AMU	51
Rekomendasi	52
Referensi	53
Lampiran	54

Ikhtisar

Surveilans merupakan salah satu prioritas dalam Rencana Aksi Nasional Pengendalian Resistansi Antimikroba (RAN PRA). Sasaran surveilans penggunaan antimikroba (AMU) dan resistansi antimikroba (AMR) pada hewan adalah untuk: (1) Memantau resistansi antimikroba pada sejumlah indikator dan bakteri bawaan makanan dari hewan pangan di Indonesia, serta (2) Memperoleh data untuk memberikan masukan bagi penatagunaan antimikroba.

Antara 2020 dan 2022, Indonesia mengumpulkan sampel sekum dari ayam-ayam pedaging komersial sehat yang dipotong pada rumah-rumah pemotongan di delapan provinsi. Sampel diproses di laboratorium veteriner yang ditunjuk (n=8), yang berdekatan dengan lokasi tempat hewan dipelihara atau dipotong. Secara keseluruhan, 3.482 isolat *Escherichia coli* dan 82 isolat *Salmonella* ditemukan dari sampel ayam pedaging selama kerangka waktu surveilans dan diuji sensitivitasnya terhadap panel yang terdiri dari 14 antimikroba.

Pada baik *E. coli* maupun *Salmonella*, terdeteksi resistansi terhadap Antimikroba Kritis Penting Prioritas Tertinggi dari Organisasi Kesehatan Dunia (HPCIA WHO) pada saat laporan ini ditulis¹, termasuk terhadap sefalosporin generasi ketiga, fluorokuinolon, makrolida, dan polimiksin. Pada kedua organisme tersebut, resistansi terhadap fluorokuinolon merupakan resistansi tertinggi yang teramati dalam kelas-kelas antimikroba HPCIA WHO. Di antara berbagai antimikroba yang penting secara medis, resistansi terhadap ampisilin, tetrasiklin, sulfametoksazol, dan trimetoprim terdeteksi mulai dari tingkat sangat tinggi sampai tinggi secara ekstrem.

Laporan ini menggambarkan kecenderungan temporal dalam hal resistansi terhadap 14 antimikroba yang dicakup dalam panel, antara 2020 dan 2022, baik pada *E. coli* maupun *Salmonella* spp. yang diambil dari ayam pedaging di Indonesia. Akan tetapi, untuk *Salmonella*, datanya digabungkan akibat rendahnya jumlah isolat yang diuji.

¹ WHO 2016. Critically Important Antimicrobials for Human Medicine 6th Edition.
<https://www.who.int/groups/advisory-group-on-the-who-list-of-critically-important-antimicrobials>

Temuan Utama

Resistensi Antimikroba pada *E. coli* (n= 3.419)

- Teramati resistansi tingkat tinggi terhadap sefotaksim selama kerangka waktu surveilans, dengan tercatatnya peningkatan yang signifikan antara 2020 (21%) dan 2021 (30%).
- Teramati terdapat tingkat resistansi tingkat rendah (8%) sampai menengah (12%) terhadap seftazidim.
- Pada awalnya, tercatat resistansi tingkat menengah (11%) terhadap kolistin pada 2020. Tingkat tersebut turun secara signifikan ke 5% pada 2021 dan 4% pada 2022.
- Resistansi terhadap siprofloksasin tingkat tinggi (49%) teramati pada 2020, dan teramati ada peningkatan yang tidak signifikan pada 2021 (61%) dan 2022 (59%).
- Di tingkat masing-masing laboratorium/provinsi, teramati fluktuasi dalam hal resistansi seiring waktu; akan tetapi, ada tahun-tahun saat tidak ada sampel/isolat yang diuji, yang bisa jadi berpengaruh terhadap perkiraan persentase resistansi.
- Pada kombinasi semua tahun (2020-2022), sebagian besar isolat ($\geq 93\%$) menunjukkan resistansi terhadap setidaknya 1 kelas antimikroba. Selama kerangka waktu surveilans, teramati beragam fenotipe resistansi dengan 498 pola fenotipik yang khas. Tengah dilakukan uji konfirmasi hasil AMR pada isolat yang resistan terhadap beragam obat.

Resistensi antimikroba pada *Salmonella* spp. (n = 82)

- Terdeteksi resistansi tingkat menengah terhadap sefotaksim (13%) dan seftazidim (15%).
- Tercatat resistansi tingkat tinggi terhadap kolistin (48%).
- Teramati resistansi tingkat sangat tinggi terhadap siprofloksasin (57%).
- Sebagian besar isolat (95%) menunjukkan resistansi terhadap setidaknya 1 kelas antimikroba.

Penggunaan Antimikroba

- Keberagaman kelas antimikroba, jumlah bahan aktif, dan jenis produk unik menurun seiring waktu.
- Aminopenisilin, kuinolon, polimiksin, trimetoprim, sulfonamida, serta makrolida merupakan kelas antimikroba yang sering digunakan pada ayam pedaging di Indonesia.
- Terdapat penurunan yang signifikan dalam penggunaan kolistin yang dilaporkan, dari 22% pada 2020 ke 1% pada 2022. Pelarangan kolistin yang ketat di Indonesia yang diberlakukan pada 2019 efektif menurunkan penggunaan kolistin di tingkat peternakan, dari lebih dari setengah jumlah peternak melaporkan penggunaannya, sampai ke tingkat yang tampaknya dapat diabaikan pada 2022.
- Terdapat penurunan yang dilaporkan dalam penggunaan kuinolon (dengan menggabungkan semua bahan aktif), dari 51% pada 2020 ke 28% pada 2021 dan 2022.

Pada waktu laporan ini dituliskan, sedang dilakukan penelaahan menyeluruh terhadap set data AMR dan pemilihan isolat dengan pola resistansi pada beragam obat; secara khusus, isolat-isolat yang menunjukkan resistansi terhadap kolistin diidentifikasi untuk diuji ulang. Dukungan eksternal dibutuhkan untuk pengujian ulang fenotipik terhadap berbagai isolat, mungkin dilengkapi dengan WGS sebagaimana disarankan oleh para pakar, agar dapat dilakukan pengamatan mendalam terhadap mekanisme resistansi, hubungan filogenetik, kemungkinan jalur penularan serta penyebaran dalam populasi dan antarpopulasi, serta guna mengonfirmasi pola fenotipik AMR yang dilaporkan oleh balai. Berbagai upaya tersebut selaras dengan sasaran *Fleming Fund Country Grant* Fase II dan dapat diteruskan pada 2024 dan 2025.

Singkatan

AMC	Antimicrobial Consumption - Konsumsi Antimikroba
AMU	Antimicrobial Use - Penggunaan Antimikroba
AMR	Antimicrobial Resistance - Resistansi Antimikroba
AST	Antimicrobial Susceptibility Testing - Uji Sensitivitas Antimikroba
BPMSPH	Balai Pengujian Mutu dan Sertifikasi Produk Hewan
CBP	Clinical Breakpoint
CLSI	Clinical & Laboratory Standards Institute
Ditkeswan	Direktorat Kesehatan Hewan
Ditjen PKH	Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan
BVet	Balai Veteriner
ECDC	European Centre for Disease Prevention and Control
ECOFF	Epidemiological Cut-off
EFSA	European Food Safety Authority
FAO	Food and Agriculture Organization
FFCGI	Fleming Fund Country Grant to Indonesia
HPCIA	High Priority Critically Important Antimicrobial - Antimikroba Penting Kritis Prioritas Tinggi
MDR	Multidrug Resistance
MIC	Minimal Inhibitory Concentration - Konsentrasi Hambat Minimum
NWT	Non-Wild Type
RIS	Resistant, Intermediate, Susceptible
RPU	Rumah Potong Unggas
WHO	World Health Organization
WOAH	World Organisation of Animal Health
WT	Wild Type

Daftar Gambar

Gambar 1 Antimikroba yang digunakan di peternakan ayam pedaging komersial berdasarkan kelas antimikroba dan kategorisasi WHO, 2020-2022	19
Gambar 2 Persentase peternakan (dengan identifikasi unik) yang menggunakan Makrolida pada setiap masa kajian, 2020-2022	20
Gambar 3 Persentase peternakan (dengan identifikasi unik) yang menggunakan Poliimiksin pada setiap masa kajian, 2020-2022	21
Gambar 4 Persentase peternakan (dengan identifikasi unik) yang menggunakan Kuinolon pada setiap masa kajian, 2020-2022	21
Gambar 5 Persentase peternakan (dengan identifikasi unik) yang menggunakan Aminoglikosida pada setiap masa kajian, 2020-2022.....	22
Gambar 6 Persentase peternakan (dengan identifikasi unik) yang menggunakan Aminopenisilin pada setiap masa kajian, 2020-2022	23
Gambar 7 Persentase peternakan (dengan identifikasi unik) yang menggunakan Linkosamida pada setiap masa kajian, 2020-2022	24
Gambar 8 Persentase peternakan (dengan identifikasi unik) yang menggunakan Tetrasiklin pada setiap masa kajian, 2020-2022	24
Gambar 9 Persentase peternakan (dengan identifikasi unik) yang menggunakan Trimetoprim dan Sulfonamida pada setiap masa kajian, 2020-2022	25
Gambar 10 Persentase peternakan (dengan identifikasi unik) yang menggunakan Aminosiklitol pada setiap masa kajian, 2020-2022	26
Gambar 11 Persentase resistansi terhadap gentamisin pada setiap kajian, 2020-2022	29
Gambar 12 Persentase resistansi terhadap ampisilin pada setiap kajian, 2020-2022	29
Gambar 13 Persentase resistansi terhadap meropenem pada setiap kajian, 2020-2022.....	30
Gambar 14 Persentase resistansi terhadap sefotaksim pada setiap kajian, 2020-2022	30
Gambar 15 Persentase resistansi terhadap ceftazidime pada setiap kajian, 2020-2022	31
Gambar 16 Persentase resistansi terhadap siprofloksasin pada setiap kajian, 2020-2022	31
Gambar 17 Persentase resistansi terhadap asam nalidiksat pada setiap kajian, 2020-2022.....	32
Gambar 18 Persentase resistansi terhadap azitromisin pada setiap kajian, 2020-2022	32
Gambar 19 Persentase resistansi terhadap kloramfenikol pada setiap kajian, 2020-2022	33
Gambar 20 Persentase resistansi terhadap kolistin pada setiap kajian, 2020-2022	33
Gambar 21 Persentase resistansi terhadap tetrasiklin pada setiap kajian, 2020-2022.....	34
Gambar 22 Persentase resistansi terhadap tigesiklin pada setiap kajian, 2020-2022	34
Gambar 23 Persentase resistansi terhadap sulfametoksazol pada setiap kajian, 2020-2022	35
Gambar 24 Persentase resistansi terhadap trimetoprim pada setiap kajian, 2020-2022.....	35
Gambar 25 Distribusi persentase pola resistansi terhadap sejumlah kelas antimikroba, 2020-2022	36
Gambar 26 Distribusi terperinci jumlah antimikroba dalam pola resistansi beragam kelas pada E. coli dari ayam pedaging	37
Gambar 27 Distribusi jumlah antimikroba dalam pola resistansi E. coli dari ayam pedaging, 2020-2022 (n = 3.419 isolat).....	38
Gambar 28 Persentase resistansi terhadap antimikroba pada Salmonella spp. dari ayam pedaging secara keseluruhan (2020-2022)	41
Gambar 29 Distribusi terperinci jumlah antimikroba dalam pola resistansi Salmonella dari ayam pedaging, 2020-2022 (n = 82 isolat)	43
Gambar 30 Analisis terpadu terhadap penggunaan fluorokuinolon di tingkat peternakan dan resistansi siprofloksasin pada karkas ayam sehat di Indonesia, selama 2020-2022 (n = jumlah total peternakan yang disurvei atau isolat E. coli yang diuji; CIP = siprofloksasin).	47
Gambar 31 Distribusi konsentrasi hambat minimum (MIC) terhadap siprofloksasin pada Escherichia coli dari ayam pedaging di Indonesia, 2020-2022	48

Daftar Tabel

Tabel 1 Clinical Break Point (CBP) dan Epidemiological Cut-Offs (ECOFFs)	17
Tabel 2 Rangkuman kajian penggunaan antimikroba di tingkat peternakan, dilaksanakan pada peternakan ayam pedaging komersial di Indonesia, 2020-2022	18
Tabel 3 Antimikroba yang digunakan di peternakan ayam pedaging komersial berdasarkan kelas antimikroba, 2020-2022	19
Tabel 4 Keragaman bahan aktif Makrolida yang digunakan	20
Tabel 5 Beragam bahan aktif Kuinolon/Fluorokuinolon yang digunakan	21
Tabel 6 Keberagaman bahan aktif Aminoglikosida yang digunakan	22
Tabel 7 Keberagaman bahan aktif Aminopenisilin yang digunakan	23
Tabel 8 Keragaman bahan aktif tetrasiklin yang digunakan	24
Tabel 9 Keberagaman bahan aktif trimetoprim dan sulfonamida yang digunakan.....	25
Tabel 10 Daftar nama dan kelas antimikroba	27
Tabel 11 Referensi tingkat resistansi berdasarkan pada penjabaran Otoritas Keamanan Pangan Eropa (EFSA) tentang tingkat resistansi.....	27
Tabel 12 Persentase resistansi pada <i>Escherichia coli</i> dari ayam pedaging, 2020-2022.	28
Tabel 13 Distribusi persentase pola resistansi terhadap sejumlah kelas antimikroba, 2020-2022 .	36
Tabel 14 Persentase isolat tanpa resistansi dan sepuluh pola resistansi yang secara keseluruhan paling sering muncul, 2020-2022.....	38
Tabel 15 Distribusi MIC pada <i>Escherichia coli</i> dari ayam pedaging, 2020-2022	39
Tabel 16 Persentase resistansi terhadap antimikroba pada <i>Salmonella</i> spp. dari ayam pedaging (2020-2022).....	42
Tabel 17 Pola resistansi <i>Salmonella</i> spp. dari ayam pedaging secara keseluruhan (2020-2022) ...	42
Tabel 18 Distribusi konsentrasi hambat minimum pada <i>Salmonella</i> spp. dari ayam pedaging secara keseluruhan (2020-2022)	44

Pengantar

Surveilans penggunaan antimikroba (AMU) dan resistansi antimikroba (AMR) yang dilaksanakan selama 2020-2022 terdiri atas telaah yang didukung oleh para mitra pembangunan, Organisasi Pangan dan Pertanian (FAO) dan Fleming Fund *Country Grant to Indonesia* (FFCGI), atas nama Kementerian Pertanian Republik Indonesia, dengan tujuan untuk mengembangkan kapasitas surveilans AMU dan AMR Indonesia di tingkat peternakan. Telaah surveilans ditujukan untuk memahami situasi AMU dan AMR di tingkat nasional, dan berfokus pada spesies hewan pangan yang paling sering dikonsumsi.

Ayam pedaging merupakan salah satu sumber utama protein hewani bagi rakyat Indonesia. Dengan demikian, Indonesia memiliki sejumlah besar peternakan dan populasi ayam pedaging setiap tahunnya, guna memenuhi permintaan pelanggan. Ayam pedaging biasanya dipelihara pada situasi komersial dan memerlukan masa pertumbuhan yang relatif singkat (<40 hari). Penggunaan antimikroba yang meluas dianggap dapat memastikan pertumbuhan normal dan kesehatan *flock*/kelompok. Sementara itu, untuk awal pelaksanaan strategi surveilans AMR di dalam negeri, fokus surveilans AMU dan AMR di Indonesia adalah pada sektor ayam pedaging. Provinsi-provinsi sentra produksi unggas disertakan dalam lokasi ukuran sampel, baik untuk AMU dan AMR.

Laporan ini bertujuan memberikan selang pandang tentang berbagai temuan AMU dan AMR pada ayam pedaging di Indonesia pada periode 2020-2022. Diharapkan agar laporan awal ini akan dikembangkan secara bertahap seiring waktu, dan berbagai komponen data surveilans dan komoditas baru akan ditambahkan kemudian. Data tersebut akan berkontribusi pada surveilans terpadu AMU-AMR di Indonesia untuk memantau kemajuan intervensi yang menasar pada pengendalian AMR di seluruh bidang *One Health*, seraya menjaga keberlangsungan antimikroba yang digunakan pada kesehatan hewan serta kesehatan manusia, selain juga mempertahankan daya saing industri.

Kegiatan Surveilans Nasional AMR-AMU Indonesia

Rancangan Surveilans AMU

Direktorat Kesehatan Hewan (Ditkeswan), Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan (Ditjen PKH), Kementerian Pertanian Republik Indonesia melaksanakan tiga telaah terpisah pemantauan AMU dengan dukungan FFCGI dan FAO pada tahun 2017/2018 sebagai percontohan, dan kemudian pada 2020 (Kajian 1), 2021 (Kajian 2), dan 2022 (Kajian 3). Rancangan studi tersebut mempertimbangkan sentra-sentra produksi ayam pedaging di Indonesia, ketersediaan sumber daya manusia, dan alokasi pendanaan. Laporan ini akan berfokus hanya pada set data dari 2020 sampai 2022. Terdapat variasi dalam rancangan studi (kohort pada Kajian 1 dan potong-lintang atau *cross-sectional* pada Kajian 2), rentang informasi yang dikumpulkan, serta cakupan geografisnya.

- Kajian 1 (2020) : Lampung, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Kalimantan Barat, Sulawesi Utara.
- Kajian 2 (2021) : Riau, Sumatra Utara, Sumatra Barat, Lampung, Banten, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur, Kalimantan Barat, Sulawesi Selatan.
- Kajian 3 (2022) : Sumatera Utara, Sumatra Barat, Lampung, Banten, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Bali, Sulawesi Selatan.

Konteks Kajian

Enam provinsi dipilih dalam studi yang dilaksanakan pada 2020 (Kajian 1). Kabupaten yang dipilih merupakan kabupaten dengan populasi ayam pedaging tertinggi serta memiliki petugas dinas yang aktif, yang dapat memberikan supervisi dan terlibat dalam pengumpulan data. Survei berfokus pada

peternakan ayam pedaging skala kecil, khususnya yang dikategorikan sebagai sektor tiga, dengan populasi sedikitnya 3.000 ayam dan menggunakan metode biosekuriti tradisional. Kuesioner kajian, yang disusun secara kolaboratif antara FAO ECTAD dan Direktorat Kesehatan Hewan, disampaikan kepada para peternak di lokasi peternakan mereka oleh enumerator terlatih (petugas lapangan). Kajian ini merupakan studi kohort yang mendokumentasikan informasi AMU dari dua siklus *flock* berurutan.

Secara keseluruhan, dipilih 12 provinsi pada studi 2021 (Kajian 2), dan setiap provinsi terdiri atas 3 kabupaten/kota. Dalam setiap kabupaten/kota, disurvei 30 peternakan, menghasilkan total 1.080 peternakan yang diambil sampelnya. Unit pengambilan sampel pada survei adalah peternakan ayam pedaging skala kecil, khususnya yang dikategorikan sebagai sektor tiga, dengan populasi sedikitnya 3.000 ayam. Kuesioner yang digunakan sama dengan yang dipakai pada Kajian 1, tetapi menggunakan metodologi pengumpulan data secara elektronik. Kuesioner terlampir dan tautan untuk sistem pengumpulan data dapat dilihat [di sini](#)². Saat pelaksanaan, 1.066 peternakan secara sukarela memberikan data AMU dan data lain yang relevan di tingkat peternakan.

Pada kajian 2022 (Kajian 3), secara keseluruhan 9 provinsi berperan-serta dalam program survei penggunaan antimikroba. Di masing-masing provinsi, dipilih 3 kabupaten/kota untuk berpartisipasi. Di setiap kabupaten/kota, 30 peternakan ayam pedaging disurvei, dengan target sampel survei total sebanyak 270. Seperti pada kajian-kajian sebelumnya, unit pengambilan sampel pada survei adalah peternakan ayam pedaging skala kecil, khususnya yang dikategorikan sebagai sektor tiga, dengan populasi sedikitnya 3.000 ayam. Kuesioner yang digunakan serupa dengan yang dipakai pada Kajian 1 dan 2. Kuesioner terlampir dan tautan untuk sistem pengumpulan data dapat dilihat [di sini](#)². Saat pelaksanaan, secara keseluruhan 391 peternakan secara sukarela memberikan data AMU dan data lain yang relevan di tingkat peternakan.

Manajemen dan Analisis Data

Data yang dikumpulkan dari formulir dan kuesioner elektronik digabungkan dalam lembar kerja atau *spreadsheet* Microsoft Excel. Setiap baris dalam lembar kerja tersebut mewakili satu *flock* atau satu peternakan terpisah. Data AMU ditelaah dengan teliti untuk mengecek adanya kesalahan apa pun, termasuk nomenklatur bahan aktif antimikroba dan bahan aktif yang sesungguhnya terkandung dalam produk, dengan mencocokkan nama produk serta bahan aktif yang dilaporkan. Untuk setiap paparan antimikroba, data dikategorikan dalam ukuran hasil biner, misalnya “diberi pengobatan” adalah “ya” (1), atau “tidak diberi pengobatan” adalah “tidak” (0). Selain itu, hasil biner juga dibuat pada tingkat kelas antimikroba berdasarkan bahan aktif.

Untuk menilai pola penggunaan secara keseluruhan dari setiap antimikroba dalam *flock* ayam pedaging yang diteliti, digunakan metode sederhana yang dikenal sebagai “pengukuran AMU berbasis hitungan” (Sanders *et al.* 2020) guna menggambarkan seberapa ekstensif setiap antimikroba digunakan di keseluruhan peternakan ayam pedaging yang ditelaah. Ditentukan frekuensi peternakan/*flock* yang telah terpapar terhadap setiap antimikroba, dengan berfokus pada bahan aktif, produk, dan kelas antimikroba.

$$\frac{\text{Numerator}}{\text{Denominator}} = \text{Persentase (\%)} \text{ peternakan atau flock yang melaporkan penggunaan antimikroba } X$$

Misalnya, selama Tahun 1, dari 300 ID unik *flock* dalam set data, 45 ID dilaporkan telah menggunakan amoksisilin setidaknya satu kali selama masa pemeliharaan, merepresentasikan tingkat paparan sebesar 15% untuk tahun tersebut.

$$\frac{45}{300} = 15\% \text{ Antimikroba } X$$

²<https://form.collect.dai.com/x/y3qi2h1K>

Dilakukan telaah deskriptif terhadap bahan aktif dan produk antimikroba yang digunakan pada setiap kajian. Tidak dilakukan analisis deret waktu atau analisis temporal resmi karena adanya perbedaan dalam rancangan kajian. Untuk analisis data, digunakan Microsoft Excel dan Stata V17.

Keterbatasan Studi

Berbagai temuan dalam studi ini spesifik untuk konteks peternakan ayam pedaging komersial di sektor 3 pada beberapa provinsi terpilih. Penting untuk mengakui kemungkinan keterbatasan dalam mengekstrapolasi analisis yang dilakukan saat ini untuk mengambil kesimpulan terhadap situasi AMU nasional di Indonesia. Populasi terpilih dari peternakan ayam pedaging tersebut tidak secara penuh mewakili keseluruhan model peternakan ayam pedaging dari sektor 1 sampai sektor 3, ataupun seluruh populasi peternakan ayam pedaging di semua provinsi di Indonesia. Kepraktisan dalam hal adanya akses ke para peternak sektor 3 bagi para petugas pemerintah merupakan pendorong utama disertakannya peternakan tersebut dalam survei ini.

Selain itu, ada juga keterbatasan dalam hal pendanaan dan kelangkaan data terkait profil peternakan di wilayah tertentu yang dipilih. Dengan demikian, pemilihan peternakan tidak didasarkan pada lokasi geografis atau ukuran populasi peternakan, melainkan pada seberapa jauh para petugas lapangan di wilayah itu mengenal peternakan tersebut dan kesediaan para peternak Sektor 3 untuk ikut serta. Meskipun telah dilakukan upaya untuk menekankan pada pentingnya metodologi pemilihan peternakan, serta kriteria inklusi dan eksklusi, ketiadaan randomisasi dalam kerangka pengambilan sampel dapat berdampak pada hasil studi. Kami mengimbau para pembaca untuk menafsirkan data studi secara berhati-hati.

Kajian ini bergantung pada data AMU yang diberikan oleh para pengelola atau pemilik peternakan (pengguna akhir), dan penting sekali mengakui kurangnya pencatatan pemberian obat dan pakan dalam peternakan ayam pedaging komersial sektor 3. Sebagai akibatnya, pengukuran AMU bisa jadi tidak sepenuhnya akurat dan rentan terhadap kesalahan pengukuran. Kajian ini mengakui adanya kemungkinan keterbatasan dalam hal ketepatan dan kelengkapan data, meskipun telah dilakukan upaya untuk melatih petugas lapangan/enumerator serta menggunakan kuesioner dengan panduan yang jelas. Selain itu, untuk pelaksanaan surveilans pengguna akhir AMU di masa depan, akan diperlukan upaya guna meningkatkan kesadaran peternak mengenai manfaat praktik-praktik terbaik dalam hal manajemen peternakan, termasuk pencatatan data.

Rancangan Surveilans AMR

Surveilans AMR Indonesia pada sektor kesehatan hewan darat dirancang untuk mengumpulkan data secara tahunan dan memantau pola resistansi *E. coli* dan *Salmonella spp.* pada hewan, khususnya ayam pedaging, yang dikumpulkan dari seluruh rantai pasokan produk hewan. Kegiatan surveilans AMR dilaksanakan oleh Balai Pengujian Mutu dan Sertifikasi Produk Hewan (BPMSPH) dan delapan balai/balai besar veteriner dalam lingkup Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan (Ditjen PKH) dalam Kementerian Pertanian. Terdapat dua sistem dalam surveilans AMR nasional pada hewan: pemantauan hewan dan produk hewan.

Untuk pemantauan AMR yang berbasis pada hewan darat, populasi targetnya adalah ayam pedaging di seluruh Indonesia dan unit pengambilan sampelnya adalah peternakan; lokasi pengambilan sampelnya adalah rumah potong hewan unggas (RPH-U) serta tempat pemotongan unggas (TPU). Dalam konteks ini, program pemantauan tidak secara langsung mengambil sampel ayam pedaging individu, melainkan memilih fasilitas produksi daging ayam sebagaimana disebutkan di atas. Pendekatan ini dianggap lebih praktis dan efisien untuk mengambil sampel yang mencerminkan populasi ayam yang lebih luas dari berbagai peternakan, menyederhanakan proses pengumpulan data dibandingkan mengunjungi setiap peternakan di seluruh daerah. Pengambilan sampel rutin melibatkan pengumpulan spesimen sekum berpasangan, dengan mengikuti Panduan Nasional

Surveilans AMR di Indonesia³, yang mengacu kepada protokol yang direkomendasikan secara internasional.

Ukuran sampel tingkat nasional dialokasikan secara proporsional pada kedelapan balai veteriner. Spesimen tunggal yang diambil dari sekelompok ayam yang berasal dari satu peternakan di RPU menunjukkan satu peternakan. Informasi terkait peternakan atau perincian peternakan asal dari setiap kelompok ayam diperoleh dari RPU saat sampel diambil. Metodologi yang sama diikuti (pengambilan satu sampel) dari sekelompok ayam yang dipotong yang berasal dari berbagai peternakan. Hal ini dirancang untuk memastikan independensi sampel dan strain yang dihasilkan.

Dilakukan percontohan survei resistansi antimikroba yang menggunakan metode pengenceran agar (*agar dilution*) untuk uji sensitivitas antibiotik (AST) berkolaborasi dengan Balai Veteriner Subang pada 2017. Setelah panduan survei AMR nasional diterbitkan pada 2018, metodologi isolasi dan identifikasi distandarkan dan dilakukan kegiatan survei yang melibatkan delapan laboratorium regional. Metode AST masih menggunakan metode pengenceran agar, tetapi tidak semua isolat diuji karena proses pengujian yang panjang. Kemudian, pada 2019, evaluasi terhadap protokol operasional 2018 merekomendasikan perubahan metode AST menjadi *broth microdilution* dan laboratorium referensi nasional memperoleh pelatihan dari FAO. Pada 2020, semua laboratorium regional dan laboratorium referensi nasional telah teroptimalkan dalam pelaksanaan uji sehingga data 2020-2022 dapat dianalisis.

Prosedur Pengiriman

Setelah isolasi dan identifikasi bakteri oleh Balai/Balai Besar Veteriner, isolat dikirimkan ke BPMSPH-Bogor sebagai laboratorium referensi nasional untuk uji sensitivitas antimikroba (AST). Sebelum dikirimkan, sampel isolat diberi label sesuai dengan standar pelabelan isolat bakteri dengan format berikut: Jenis Bakteri/Jenis Sampel>Nama Laboratorium Pengirim/Bulan/Tahun/Nomor ID (urutan isolat). Selanjutnya, spesimen dikemas dan diberikan label identitas yang mencakup informasi tentang Nomor ID Spesimen (RPH-U/TPU/TPnU - Kode Spesimen), informasi tentang apakah sampel telah terpapar panas, tanggal pengiriman sampel ke laboratorium, dan nama petugas yang menerima spesimen⁴.

Pengiriman isolat ke BPMSPH-Bogor menggunakan media *Nutrient Agar* (agar miring) atau *Nutrient Broth* + 15-20% media gliserol. Sampel harus dijaga dalam rantai dingin selama pengiriman ke laboratorium dengan menyimpannya dalam kotak pendingin yang diisi dengan es selama maksimum 12 jam (tanpa dibuka) pada 2-4°C. Selain itu, sampel harus dikirimkan ke laboratorium dalam 12 jam setelah pengambilan. Apabila sampel tidak dapat dikirimkan ke laboratorium dalam 12 jam setelah pengambilan, sampel dapat disimpan dalam lemari pendingin atau menambahkan es ke dalam wadah kotak pendingin setiap 12 jam selama penyimpanan.

Metode Mikrobiologi

Penanganan sampel, pengayaan, isolasi, dan identifikasi *E. coli* dan *Salmonella* spp. mengikuti metodologi yang dikembangkan oleh Ditjen PKH⁵. Setiap Balai melakukan isolasi dan identifikasi bakteri di laboratoriumnya masing-masing. Isolat *E. coli* dibuat dari metode kultur langsung ke media selektif (agar MacConkey) dan diikuti dengan uji konfirmasi biokimia. Isolat *Salmonella* spp. dibuat dengan menggunakan metode pengayaan dan diikuti dengan uji konfirmasi biokimia serta uji serotipe. Setiap isolat *E. coli* dan *Salmonella* spp. yang sudah dikonfirmasi kemudian disimpan dalam media *nutrient broth* (NB) ditambahkan dengan gliserol 50% pada suhu penyimpanan -80°C, atau di dalam media NB ditambahkan dengan gliserol 20% pada suhu penyimpanan -20°C, sebelum dikirim ke BPMSPH-Bogor untuk uji sensitivitas antimikroba (AST).

³Ditjen PKH 2023 Panduan Surveilans Resistansi Antimikroba 2023. Direktorat Kesehatan Masyarakat Veteriner.

⁴Ibid.

⁵Ditjen PKH 2023 Op. cit.

AST dilakukan menurut protokol Ditjen PKH. Singkatnya, setiap isolat diuji dengan menggunakan metodologi *broth microdilution* dengan panel yang terdiri atas 14 antimikroba dari 10 kelas antimikroba dan mengikuti praktik yang direkomendasikan oleh *Clinical Laboratory Standard Institute* (CLSI) untuk AST termasuk dalam hal penjaminan mutu (CLSI M100 Edisi ke-31 atau sesudahnya). Ditjen PKH telah dinilai dengan menggunakan perangkat ATCLASS FAO dan secara bertahap meningkatkan kapasitasnya dalam hal AST. Untuk setiap Balai, data AST dan informasi terkait setiap spesimen dan isolat disimpan dalam lembar kerja Microsoft Excel. Data dari semua Balai yang ikut serta digabungkan dan diperiksa selama proses validasi untuk mencegah terjadinya kesalahan, termasuk pengamatan yang terlewat, rentang nilai yang tidak tepat, dan kesalahan penulisan.

Analisis Data

Data MIC (*minimum inhibitory concentration*) ditafsirkan sebagai *susceptible*, *intermediate*, dan *resistant* (RIS) sesuai dengan *clinical breakpoint* (CBP) berdasarkan CLSI M100 edisi ke-31. Untuk setiap antimikroba, hasil RIS diubah menjadi ukuran hasil biner (0 untuk *susceptible* atau *intermediate*, dan 1 untuk *resistant*). Variabel hasil biner juga digunakan untuk memperoleh pengukuran AMR tambahan termasuk jumlah bahan aktif antimikroba dalam pola resistansi, serta jumlah kelas antimikroba dalam pola resistansi. Pengukuran AMR biner tambahan (NWT-*non-wild type* dan WT-*wild type*) juga diperoleh dengan menerapkan nilai *epidemiological cut-off* (ECOFF) menurut *European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing* (EUCAST)⁶ untuk menentukan persentase populasi NWT dalam set data.

Nilai ECOFF membedakan 2 jenis mikroba, yaitu WT – yang memiliki nilai MIC sama dengan atau lebih rendah daripada nilai ECOFF, dan NWT – yang memiliki nilai MIC lebih tinggi daripada nilai ECOFF. Kategori WT mengacu pada galur mikroorganisme yang sensitif/tidak memiliki mekanisme resistansi terhadap beberapa antimikroba tertentu. Sementara, NWT mengacu pada galur mikroorganisme yang telah mengalami perubahan genetik/telah memiliki mekanisme resistansi terhadap antimikroba.

Semua analisis dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel (Microsoft 365) dan perangkat lunak komersial, SAS versi 9.4 (Cary, North Carolina) dan Stata SE V17 (College Station, Texas). Untuk pengukuran AMR rutin, diperoleh statistik deskriptif dengan menggunakan hasil biner untuk setiap kombinasi bahan aktif (atau kelas) antimikroba. Diperoleh pula selang kepercayaan 95% untuk setiap antimikroba dan ditunjukkan dalam beberapa tabel (perkiraan resistansi keseluruhan). Profil resistansi AMR berdasarkan bahan aktif dan kelas antimikroba ditentukan dengan menggunakan fungsi CONCATENATE dalam SAS atau Microsoft Excel. Diperoleh persentase setiap fenotipe resistansi AMR yang unik.

Untuk data kuantitatif, ditentukan nilai-nilai MIC dengan menghitung statistik deskriptif (MIC₅₀, MIC₉₀) dan distribusi MIC ditentukan dengan menggunakan fungsi tabel pivot dan diplotkan pada Microsoft Excel untuk visualisasi. Tabel MIC merangkum statistik deskriptif terkait dan atribut surveilans dasar (% resistansi, %NWT, jumlah isolat, nilai tengah dan 90% persentil, lokasi *clinical breakpoint* resistan). Bilamana relevan, ditentukan uji signifikansi dengan menggunakan uji *Chi square* atau model regresi logistik (misalnya analisis untuk menentukan waktu atau variasi antarprovinsi/wilayah).

⁶EUCAST 2024. Distribusi mikroorganisme *wild-type* antimikroba. Online query: Salmonella, E. coli. <https://mic.eucast.org/>

Tabel 1 Clinical Break Point (CBP) dan Epidemiological Cut-Offs (ECOFFs)

Organisme & antimikroba <i>Enterobacteriaceae</i>	Rentang yang direkomendasikan (FAO)	<i>Clinical Breakpoints (CLSI)⁷</i>			ECOFFs	
		Sensitif	<i>Intermediate</i>	Resistan	<i>Salmonella</i>	<i>E. coli</i>
Ampisillin	0,5–128	≤ 8	16	≥ 32	> 8	> 8
Azitromisin	1–64	≤ 16	-	≥ 32	> 16	> 16
Sefotaksim	0,064–16	≤ 1	2	≥ 4	> 0,5	> 0,25
Seftazidim	0,064–32	≤ 4	8	≥ 16	> 2	> 0,5
Kloramfenikol	1–256	≤ 8	16	≥ 32	> 16	> 16
Siprofloksasin	0,008–16	≤ 0,06	0,12–0,5	≥ 1	> 0,064	> 0,064
Kolistin	0,125–16	-	≤ 2	≥ 4	> 2	> 2
Gentamisin	0,25–128	≤ 4	8	≥ 16	> 2	> 2
Meropenem	0,008–16	≤ 1	2	≥ 4	> 0,125	> 0,125
Asam nalidiksat	1–128	≤ 16	-	≥ 32	> 16	> 16
Sulfametoksazol	1–2.048	≤ 256	-	≥ 512	> 256	> 64
Streptomisin	1–256	≤ 16	-	≥ 32	> 16	> 16
Tetrasiklin	1–256	≤ 4	8	≥ 16	> 8	> 8
Tigesiklin	NA	-	-	> 0,5	> 0,5	> 0,5
Trimetoprim	0,25–256	≤ 8	-	≥ 16	> 2	> 2

Visualisasi Data

Hasil AMR yang digunakan dalam gambar dan tabel konsisten dengan pengukuran AMR sebagaimana direkomendasikan dalam panduan pengamatan dan surveilans AMR regional FAO Volume 1, atau pengukuran yang digunakan oleh sistem surveilans AMR nasional lainnya. Kelompok antimikroba pada tingkat kelasnya ditunjukkan dalam Lampiran. Untuk tujuan deskriptif, tingkat resistansi (jarang sampai sangat tinggi) mengikuti kategori resistansi Otoritas Keamanan Pangan Eropa (EFSA) dan Pusat Pencegahan dan Pengendalian Penyakit Eropa (ECDC).

Keterbatasan Studi

Telaah ini terus menemui berbagai tantangan selama masa surveilans, khususnya dalam memperoleh informasi terkait lokasi dan asal peternakan unggas, selain juga permasalahan pencatatan yang tidak memadai dalam hal variabel data, seperti tanggal pengambilan sampel dan unit Rumah Potong Unggas. Keterbatasan ini menghambat pembentukan korelasi yang kuat antara temuan AMR dan kemungkinan faktor risiko. Selain itu, metode uji purifikasi ulang MALDI-TOF tidak diterapkan pada tahun percontohan 2018-2019, dan hanya digunakan oleh laboratorium referensi nasional pada 2020. Dengan demikian, hasil isolasi dan identifikasi isolat yang diambil pada 2020-2022 lebih andal untuk dianalisis. Data yang diperoleh dari pengujian pada 2018 sampai 2019 tidak diikutsertakan dalam laporan, karena data tersebut tidak andal dan tidak dapat diuji ulang karena biaya pengujian ulang yang sangat tinggi.

Salah satu upaya yang harus diprioritaskan di masa depan adalah diterapkannya sistem registrasi peternakan yang menyeluruh. Sistem tersebut akan membantu dokumentasi yang akurat terhadap perincian peternakan, memungkinkan pemetaan yang presisi terkait asal sampel dan meningkatkan keandalan data secara keseluruhan, tetapi tetap mempertimbangkan kerahasiaan guna menjaga anonimitas peternak dan RPU yang ikut serta dalam program. Selain itu, perlu ada upaya untuk memperkuat praktik pengemasan dan protokol pengiriman sampel, protokol isolasi dan identifikasi, protokol penyimpanan sampel, protokol akurasi perekaman data, menekankan dokumentasi yang teliti dalam hal tanggal pengambilan sampel dan pengidentifikasi yang relevan guna menjamin set data yang lebih menyeluruh serta informatif untuk dianalisis dan diinterpretasi lebih lanjut.

⁷CLSI 2021. M100—Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing, 31st Edition.

Temuan Surveilans Penggunaan Antimikroba

Berikut ini adalah wawasan terpenting yang diperoleh dari analisis data surveilans:

1. Keberagaman kelas antimikroba, jumlah bahan aktif, dan jenis produk unik menurun seiring waktu; akan tetapi, karena adanya variasi dalam cakupan surveilans, kecenderungan ini harus ditafsirkan secara berhati-hati.
2. Aminopenisilin, kuinolon, polimiksin, trimetoprim, sulfonamida, serta makrolida merupakan kelas antimikroba yang paling sering dilaporkan dalam hal paparan AMU pada ayam pedaging di Indonesia.
3. Terdapat penurunan signifikan dalam penggunaan kolistin yang dilaporkan, dari 22% pada 2020 ke 1% pada 2022.
4. Dilaporkan terdapat penurunan dalam hal penggunaan kuinolon, yang turun dari 51% pada 2020 menjadi 28% pada 2021 dan 2022.

Deskripsi Set Data

Data AMU diambil dari peternakan ayam pedaging komersial di Indonesia dari 2017 sampai 2022. Laporan ini berfokus pada data yang diambil di antara 2020 dan 2022, yang merupakan lanjutan dari tahap percontohan awal yang dilaksanakan pada 2017 sampai 2019. Digunakan tiga set data yang berbeda, sesuai telaah-telaah terpisah, yang masing-masing menunjukkan keberagaman dalam hal cakupan geografis, struktur data, dan informasi yang diambil. Tabel 2 memberikan selang pandang terperinci terkait telaah dalam hal praktik penggunaan antimikroba di peternakan ayam pedaging Indonesia. Meskipun telah diambil berbagai parameter input untuk kuantifikasi penggunaan antimikroba (seperti mg/kg biomassa hewan atau mg/unit koreksi populasi), parameter-parameter tersebut tidak dapat ditarik dari data yang tersedia.

Tabel 2 Rangkuman kajian penggunaan antimikroba di tingkat peternakan, dilaksanakan pada peternakan ayam pedaging komersial di Indonesia, 2020-2022

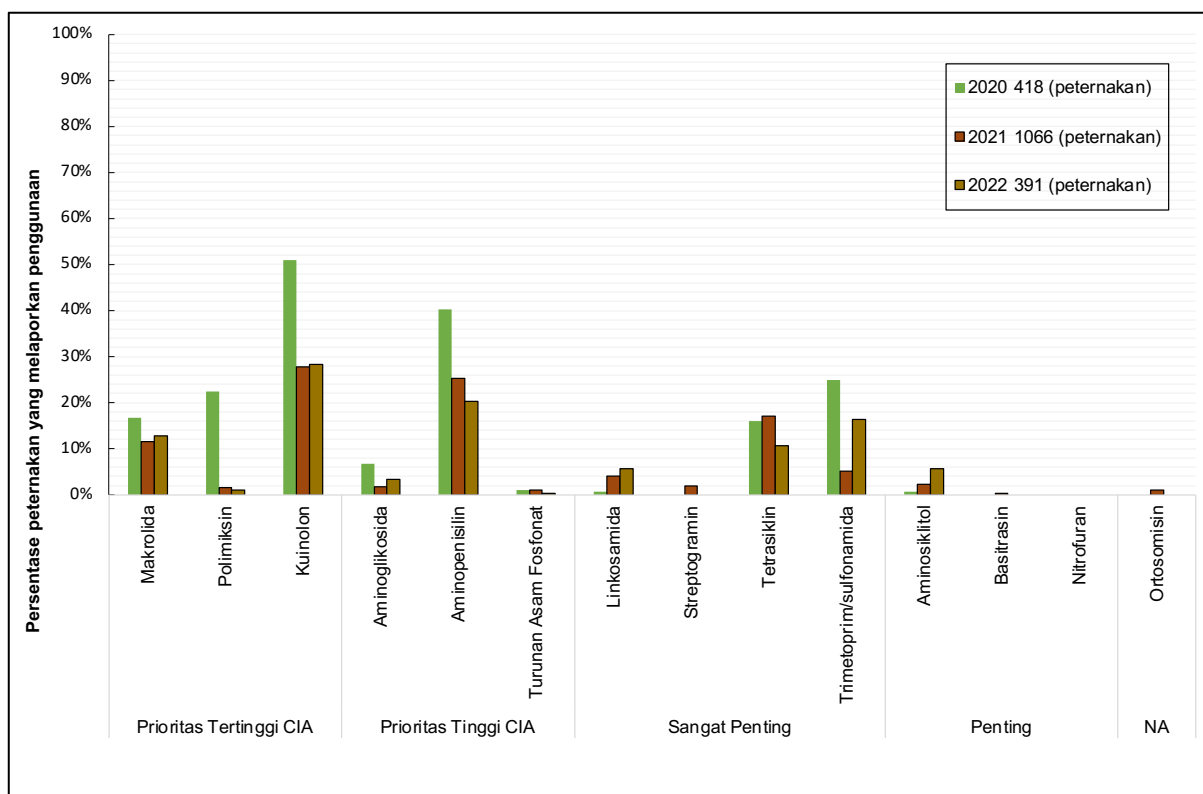
Nomor kajian: tahun	Jumlah kelas	Jumlah bahan aktif	Jumlah produk unik	Catatan:
Kajian 1: 2020	10 kelas	28 bahan	47 produk	Sebagian besar penggunaan melalui air minum; kadang-kadang melalui pakan dan injeksi
Kajian 2: 2021	13 kelas	29 bahan	45 produk	Sebagian besar penggunaan melalui air minum; pakan pengobatan
Kajian 3: 2022	9 kelas	20 bahan	23 produk	Sebagian besar melalui air minum

Persentase Penggunaan Antimikroba, 2020-2022

Gambar 1 menunjukkan persentase peternakan ayam pedaging komersial yang melaporkan penggunaan kelas antimikroba dari 2020 sampai 2022. Kelas antimikroba dikategorikan dalam lima kelompok berdasarkan daftar antimikroba WHO (pada saat analisis) yang diklasifikasikan sebagai "Antimikroba Penting Kritis/CIA", "CIA Prioritas Tertinggi", "Sangat Penting", "Penting", dan "Antimikroba Penting Nonmedis/NA" (WHO 2019)⁸. Jumlah titik pengamatan unik⁹ atau peternakan adalah 418 (2020), 1.066 (2021), dan 391 (2022).

⁸ WHO 2016. Critically Important Antimicrobials for Human Medicine 6th Edition. <https://www.who.int/groups/advisory-group-on-the-who-list-of-critically-important-antimicrobials>

⁹ Berhubungan dengan pengidentifikasi kelompok atau peternakan unik dalam set data. 2017 sampai 2021 merupakan desain kohort yang mendokumentasikan antimikroba dari dua siklus berturut-turut. Dua masa observasi digabungkan agar selaras dengan metodologi tahun surveilans lainnya.



Gambar 1 Antimikroba yang digunakan di peternakan ayam pedaging komersial berdasarkan kelas antimikroba dan kategorisasi WHO, 2020-2022

Tabel 3 Antimikroba yang digunakan di peternakan ayam pedaging komersial berdasarkan kelas antimikroba, 2020-2022

Kategorisasi WHO	Kelas Antimikroba	Kajian 1 2020 (418 peternakan)	Kajian 2 2021 (1.066 peternakan)	Kajian 3 2022 (391 peternakan)
Antibiotik Kritis Penting (CIA) prioritas tertinggi	Makrolida	17%	12%	13%
	Polimiksin	22%	2%	1%
	Kuinolon	51%	27%	28%
Antibiotik Kritis Penting (CIA) prioritas tinggi	Aminoglikosida	7%	2%	3%
	Aminopenisilin	40%	25%	20%
	Turunan asam fosfonat	1%	1%	0%
Sangat Penting	Linkosamida	1%	4%	6%
	Streptogramin	0%	2%	0%
	Tetrasiklin	16%	17%	11%
	Trimetoprim/sulfonamida	25%	5%	16%
Penting	Aminosiklitol	1%	2%	6%
	Basitrasin	0%	0,4%	0%
	Nitrofurantoin	0%	0%	0%
Penting non-medis	Ortosomisin	0%	1%	0%

Critically important antimicrobials (CIA) for human medicine: 6th revision

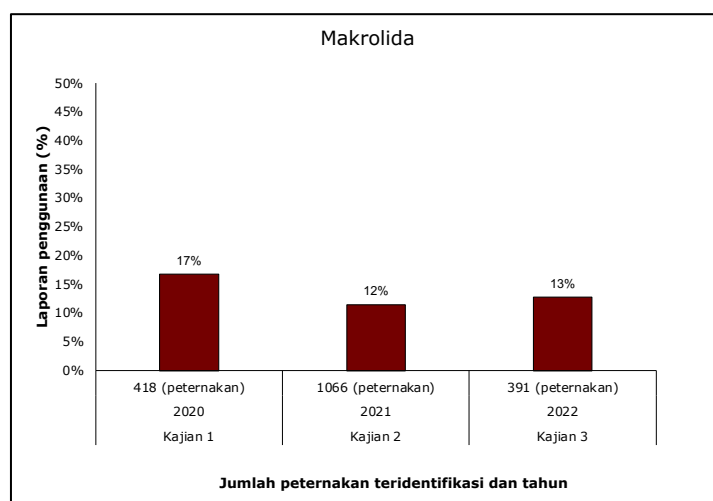
(<https://www.who.int/publications/i/item/9789241515528>)

Catatan: Persentase bahan aktif tidak dijumlahkan apabila digunakan lebih daripada satu kali atau kelas antibiotik yang sama digunakan di peternakan selama masa pengamatan (peternakan - terkait dengan satu pengidentifikasi unik peternakan dalam set data).

Antimikroba Penting Kritis Prioritas Tertinggi – *Highest Priority Critically Important Antimicrobials* (PCIA Tertinggi)

Makrolida

Penggunaan makrolida menurun seiring waktu dari 17% pada 2020 ke 13% pada 2022 (Gambar 2). Dicatat terdapat penurunan 3% dalam hal penggunaan tilosin. Penggunaan eritromisin tetap stabil seiring waktu. Keberagaman bahan aktif menurun seiring waktu, dengan tilosin dan eritromisin dilaporkan digunakan setiap tahun.



Gambar 2 Persentase peternakan (dengan identifikasi unik) yang menggunakan Makrolida pada setiap masa kajian, 2020-2022

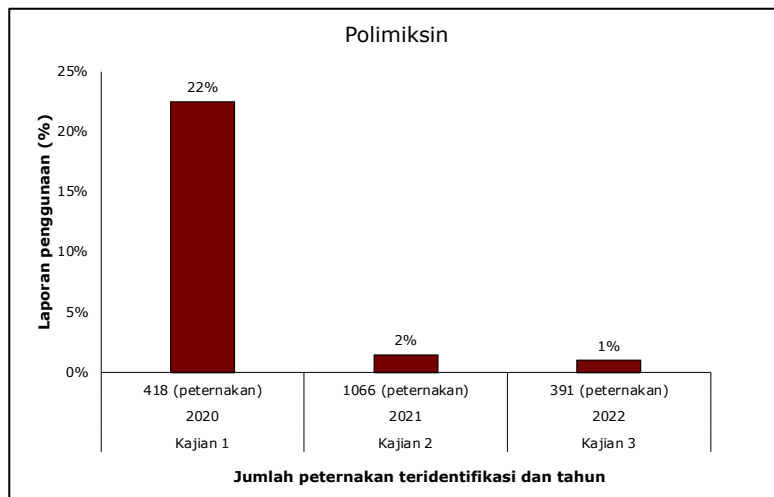
Beragam bahan aktif makrolida (n= 5) yang digunakan selama masa kajian dituliskan pada Tabel 4.

Tabel 4 Keragaman bahan aktif Makrolida yang digunakan

Makrolida	2020 (418 peternakan)	2021 (1.066 peternakan)	2022 (391 peternakan)
Eritromisin	8%	5%	7%
Josamisin	0%	0,1%	0%
Spiramisin	0%	0,1%	0%
Tilmikosin	0,2%	0,4%	0%
Tilosin	8%	6%	5%
Semua makrolida	17%	12%	13%

Polimiksin

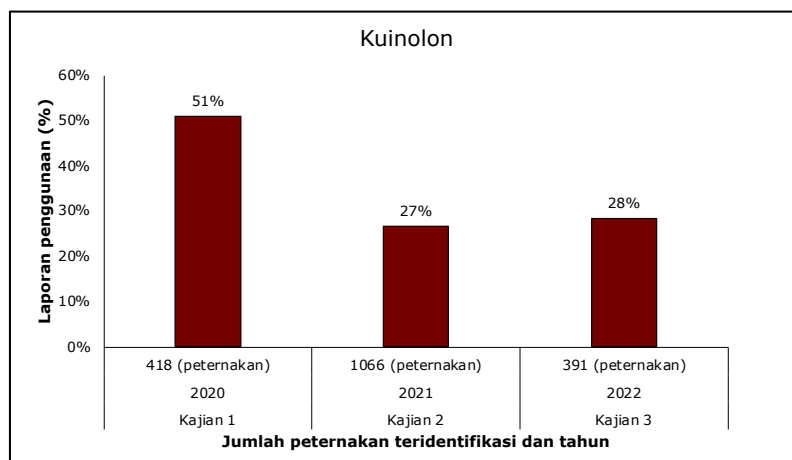
Kolistin merupakan satu-satunya bahan aktif yang termasuk dalam kelas polimiksin yang digunakan di Indonesia. Teramati penurunan signifikan dalam penggunaan kolistin, dari 22% peternakan (identitas unik peternakan) yang melaporkan penggunaannya pada 2020, menjadi 1% pada 2022 (Gambar 3).



Gambar 3 Persentase peternakan (dengan identifikasi unik) yang menggunakan Polimiksin pada setiap masa kajian, 2020-2022

Kuinolon

Penggunaan kuinolon/fluorokuinolon menurun secara substansial dari 51% pada 2020 ke 28% pada 2022. Pada 2021 dan 2022, penggunaan yang dilaporkan stabil dan sebagian besar didorong oleh baik siprofloksasin maupun enrofloksasin. Secara keseluruhan, ada 6 bahan aktif yang dilaporkan, tetapi keragaman antimikroba kuinolon yang digunakan pada ayam pedaging menurun dari 5 bahan aktif pada 2020/2021 menjadi 4 bahan aktif pada 2022.



Gambar 4 Persentase peternakan (dengan identifikasi unik) yang menggunakan Kuinolon pada setiap masa kajian, 2020-2022

Beragam bahan aktif kuinolon yang digunakan selama masa kajian dituliskan pada Tabel 5.

Tabel 5 Beragam bahan aktif Kuinolon/Fluorokuinolon yang digunakan

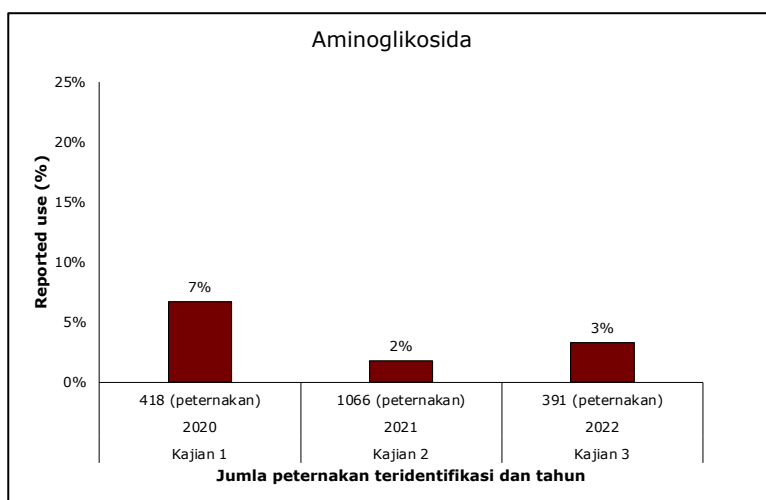
Kuinolon/Fluorokuinolon	2020 (418 peternakan)	2021 (1.066 peternakan)	2022 (391 peternakan)
Siprofloksasin	8%	6%	5%
Enrofloksasin	38%	19%	23%
Flumekuoin	4%	0%	0%
Levofloksasin	0,2%	1%	0%
Norfloksasin	1%	1%	2%
Ofloksasin	0%	0,1%	0,3%
Semua Kuinolon/Fluorokuinolon	51%	27%	28%

Antimikroba Penting Kritis Prioritas Tinggi – *High Priority Critically Important Antimicrobials* (HPCIA)

Terdapat tiga kelas antimikroba HPCIA yang dilaporkan selama masa kajian, terdiri atas aminoglikosida, aminopenisilin, dan derivat asam fosfonat. Derivat asam fosfonat (fosfomisin) dilaporkan digunakan pada 2020 dan 2021 (tidak diperlihatkan).

Aminoglikosida

Penggunaan aminoglikosida berfluktuasi seiring waktu dan penggunaan tertinggi yang dilaporkan adalah pada 2020 (Gambar 5). Persentase peternakan yang melaporkan penggunaannya tetap stabil pada 2021 dan 2022 (hanya terdapat 1% peningkatan).



Gambar 5 Persentase peternakan (dengan identifikasi unik) yang menggunakan Aminoglikosida pada setiap masa kajian, 2020-2022

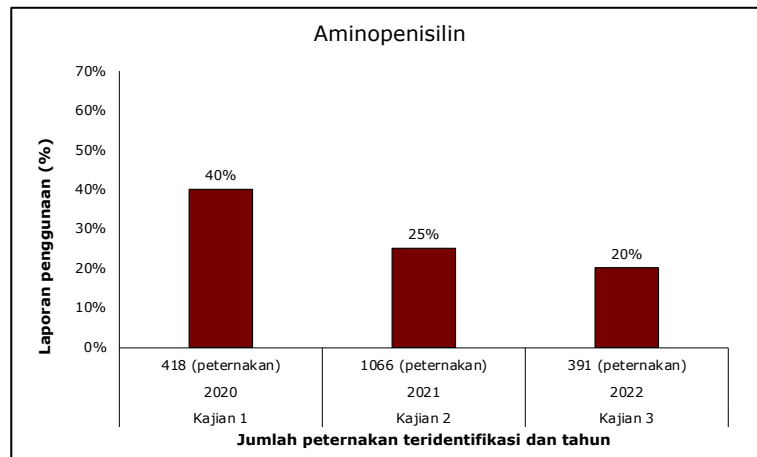
Tiga bahan aktif digunakan selama masa kajian. Neomisin merupakan bahan aktif aminoglikosida yang paling banyak digunakan (Tabel 6).

Tabel 6 Keberagaman bahan aktif Aminoglikosida yang digunakan

Aminoglikosida	2020 (418 peternakan)	2021 (1.066 peternakan)	2022 (391 peternakan)
Gentamisin	2%	0%	3%
Neomisin	4%	2%	0%
Streptomisin	0,5%	0%	0%
Semua Aminoglikosida	7%	2%	3%

Aminopenisilin

Penggunaan aminopenisilin yang dilaporkan antara 2021 dan 2022 menurun 5% (Gambar 6).



Gambar 6 Persentase peternakan (dengan identifikasi unik) yang menggunakan Aminopenisilin pada setiap masa kajian, 2020-2022

Aminopenisilin terdiri atas amoksisilin dan ampisiliin, dan merupakan salah satu antimikroba yang paling banyak digunakan (Tabel 7).

Tabel 7 Keberagaman bahan aktif Aminopenisilin yang digunakan

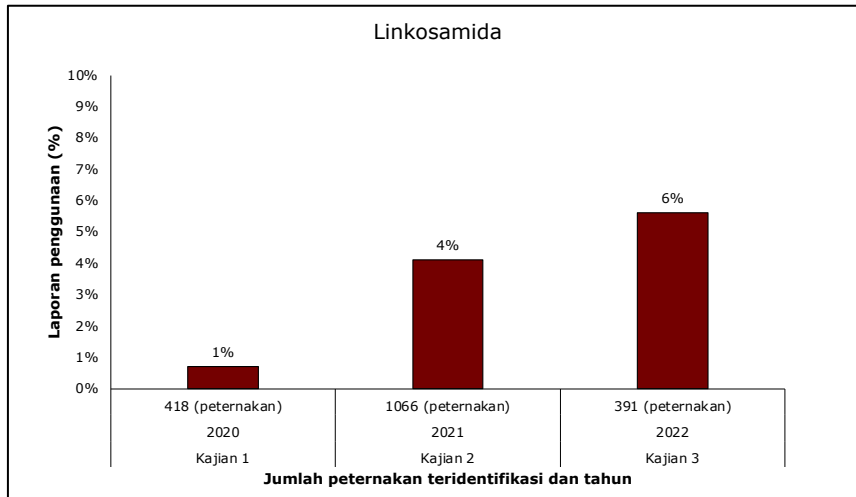
Aminopenisilin	2020 (418 peternakan)	2021 (1.066 peternakan)	2022 (391 peternakan)
Amoksisilin	37%	24%	20%
Ampisillin	3%	1%	0%
Semua aminopenisilin	40%	25%	20%

Antimikroba Sangat Penting - *Highly Important Antimicrobials* (HIA)

HIA terdiri atas linkosamida dan kelas antimikroba sangat penting lainnya, streptogramin (virginiamisin), yang dilaporkan digunakan pada 2021 hanya saat pengumpulan data mencakup pengobatan pada pakan (tidak diperlihatkan).

Linkosamida

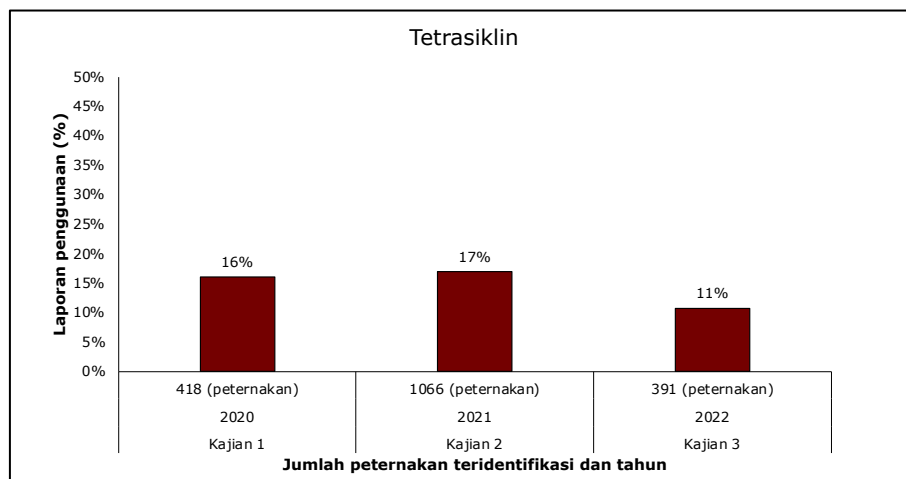
Kecenderungan penggunaan linkosamida, sering bersama-sama dengan aminosiklitol (spektinomisin), tetap relatif stabil seiring waktu (Gambar 7).



Gambar 7 Persentase peternakan (dengan identifikasi unik) yang menggunakan Linkosamida pada setiap masa kajian, 2020-2022

Tetrasiklin

Penggunaan tetrasiklin tetap relatif stabil selama masa kajian (Gambar 8).



Gambar 8 Persentase peternakan (dengan identifikasi unik) yang menggunakan Tetrasiklin pada setiap masa kajian, 2020-2022

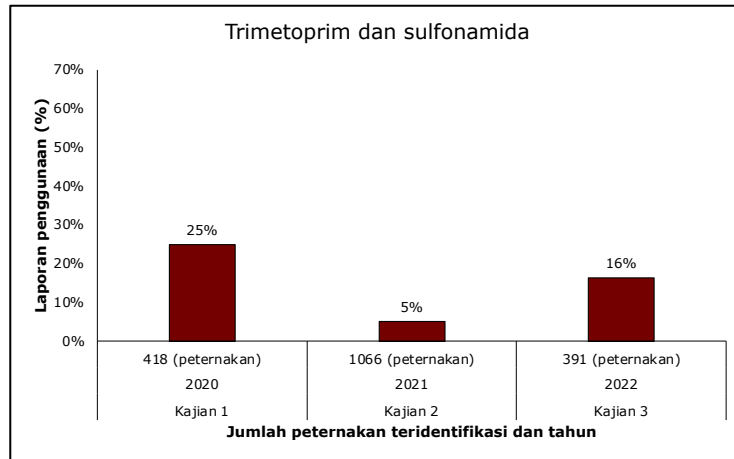
Tetrasiklin terdiri atas doksisisiklin, oksitetrasiklin, dan tetrasiklin, dan penggunaannya menurun dari 16%/17% pada 2020/2021 menjadi 11% pada 2022 (Tabel 8). Penggunaan tetrasiklin didominasi oleh doksisisiklin dan oksitetrasiklin.

Tabel 8 Keragaman bahan aktif tetrasiklin yang digunakan

Tetrasiklin	2020 (418 peternakan)	2021 (1.066 peternakan)	2022 (391 peternakan)
Doksisisiklin	8%	5%	6%
Oksitetrasiklin	7%	11%	4%
Tetrasiklin	1%	2%	1%
Semua tetrasiklin	16%	17%	11%

Trimetoprim dan Sulfonamida

Trimetoprim dan sulfonamida berfluktuasi seiring waktu, dan penggunaan yang dilaporkan mencapai tingkat tertinggi pada 2020 (25%)



Gambar 9 Persentase peternakan (dengan identifikasi unik) yang menggunakan Trimetoprim dan Sulfonamida pada setiap masa kajian, 2020-2022

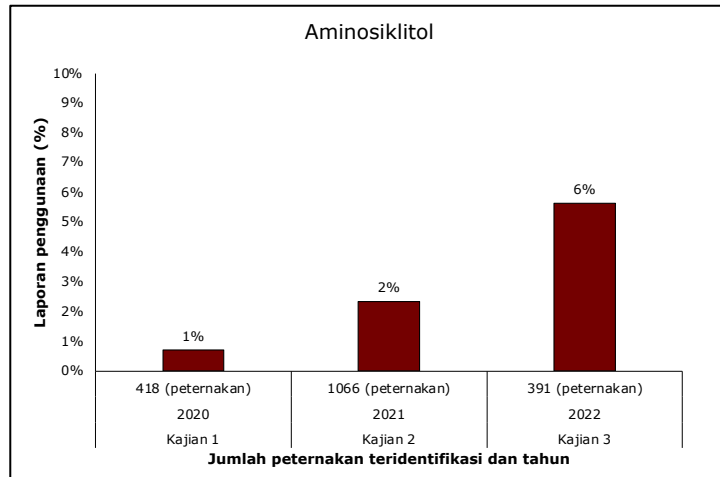
Terdapat tujuh bahan aktif trimetoprim dan sulfonamida yang dilaporkan digunakan dan terkandung dalam beberapa produk kombinasi selama masa kajian (Tabel 9). Jumlah bahan aktif menurun dari 7 pada 2020 menjadi 3 bahan aktif pada 2021 dan 5 bahan aktif pada 2022.

Tabel 9 Keberagaman bahan aktif trimetoprim dan sulfonamida yang digunakan

Trimetoprim dan Sulfonamida	2020 (418 peternakan)	2021 (1.066 peternakan)	2022 (391 peternakan)
Sulfadiazin	14%	4%	1%
Sulfakloropiridazin	4%	0%	0,3%
Sulfadimetoksin	0,5%	0%	0%
Sulfametoksazol	0,5%	0%	0%
Sulfamonometoksin	1%	0%	7%
Sulfakuinoksalin	4%	0,2%	0,3%
Trimetoprim	17%	5%	16%
Semua Trimetoprim dan Sulfonamida	25%	5%	16%

Antimikroba Penting

Terdapat beberapa bahan aktif antimikroba penting yang dilaporkan selama masa kajian: aminosiklitol dan basitrasin. Sebagaimana telah digambarkan sebelumnya, aminosiklitol sering digunakan bersamaan dengan linkosamida dan selaras dengan pelaporan penggunaannya untuk kelas ini (Gambar 10).



Gambar 10 Persentase peternakan (dengan identifikasi unik) yang menggunakan Aminosiklitol pada setiap masa kajian, 2020-2022

Antimikroba lain yang penting, basitrasin, dilaporkan digunakan dalam frekuensi terbatas. Ortosomisin (avilamisin), yang dianggap antimikroba penting non-medis, juga dilaporkan penggunaannya pada 2021 saat dikumpulkan data mengenai penggunaan antimikroba pada pakan.

Temuan Surveilans Resistansi Antimikroba

Cara Membaca Temuan

Antimikroba yang diacu dalam laporan dikelompokkan berdasarkan kelas antimikroba.

Tabel 10 Daftar nama dan kelas antimikroba

Kelas antimikroba (akronim yang digunakan)	Antimikroba (kode WHONET)
<i>E. coli</i> dan <i>Salmonella</i> spp.	
Sefalosporin generasi ketiga (3GCs)	Sefotaksim (CTX), seftazidim (CAX)
Kuinolon/Fluorokuinolon (QU)	Siprofloksasin (CIP), asam nalidixat (NAL)
Polimiksin (PX)	Kolistin (COL)
Makrolida (MC)	Azitromisin (AZM)
Aminoglikosida (AG)	Gentamisin (GEN)
Penisilin beta-laktam (BL)	Ampisilin (AMP)
Karbapenem (CR)	Meropenem (MEM)
Fenikol (PH)	Kloramfenikol (CHL)
Tetrasiklin dan glisilsiklin (TC)	Tetrasiklin (TCY), tigesiklin (TGC)
Trimetoprim dan Sulfonamida (TS)	Sulfametoksazol (SMX), trimetoprim (TMP)

Deskripsi tingkat persentase resistansi yang diacu dalam laporan ini menggunakan definisi EFSA. Hal ini terkait dengan rata-rata persentase resistansi.

Tabel 11 Referensi tingkat resistansi berdasarkan pada penjabaran Otoritas Keamanan Pangan Eropa (EFSA) tentang tingkat resistansi

Deskripsi tingkat resistansi (nilai rata-rata)	Rentang persentase resistansi ekuivalen
<10 bakteri diuji	Tidak dilaporkan/dicakup dalam gambar ¹⁰
<0,1%	Jarang
0,1% sampai 1%	Sangat rendah
>1 sampai 10%	Rendah
>10% sampai 20%	Menengah
>20 sampai 50%	Tinggi
>50% sampai 70%	Sangat tinggi
>70%	Ekstrem tinggi

Temuan Resistansi *E. coli* (n = 3.419)

Persentase Resistansi di Tingkat Nasional – masing-masing antimikroba

Tabel 12 merangkum persentase resistansi tahunan secara keseluruhan (semua balai/balai besar atau provinsi). Diamati terdapat variasi temporal signifikan dalam 5 antimikroba (ampisilin, sefotaksim, kolistin, asam nalidixat, dan tetrasiklin) antara 2020 (tahun referensi) dan 2022. Hal penting yang dicatat, resistansi kolistin secara signifikan turun saat dibandingkan dengan 2021 dan 2022. Terlihat ada sebagian kecil isolat yang resistan terhadap meropenem pada 2021 dan 2022.

¹⁰ *Tidak secara independen dilaporkan dalam gambar atau tabel karena jumlah yang rendah. Harap diingat. Kategori ini digunakan hanya untuk tujuan deskriptif. Kemunculan resistansi bahkan pada tingkat sangat rendah sampai rendah terhadap beberapa antimikroba tertentu, khususnya yang sangat penting untuk kedokteran manusia, bisa jadi mengindikasikan suatu permasalahan kesehatan masyarakat yang baru muncul.

Tabel 12 Persentase resistansi pada *Escherichia coli* dari ayam pedaging, 2020-2022.

Tahun	2020	2021	2022	Secara keseluruhan (n=3.419)			2021 vs. 2020	2022 vs. 2020
				Selang Kepercayaan				
Isolat total	701	1.539	1.179	Rata-rata	95%		% perubahan	% perubahan
Antimikroba								
Ampisillin	75%	83%	84%	80%	82%	83%	7%	9%
Azitromisin	28%	30%	30%	29%	29%	31%	2%	2%
Sefotaksim	21%	29%	30%	28%	28%	29%	8%	9%
Seftazidim	8%	12%	8%	12%	10%	10%	3%	0%
Kloramfenikol	16%	19%	18%	19%	18%	19%	3%	2%
Siprofloksasin	49%	61%	59%	57%	58%	59%	13%	10%
Kolistin	11%	5%	4%	10%	6%	7%	-5%	-7%
Gentamisin	45%	50%	50%	48%	49%	51%	5%	6%
Meropenem	0%	1%	1%	1%	1%	1%	0%	1%
Asam nalidixat	49%	63%	57%	59%	58%	60%	14%	8%
Sulfametoksazol	67%	76%	71%	70%	72%	74%	9%	4%
Tetrasiklin	58%	67%	61%	66%	63%	65%	9%	4%
Tigesiklin	3%	2%	2%	3%	2%	3%	0%	0%
Trimetoprim	58%	70%	64%	66%	66%	67%	12%	6%

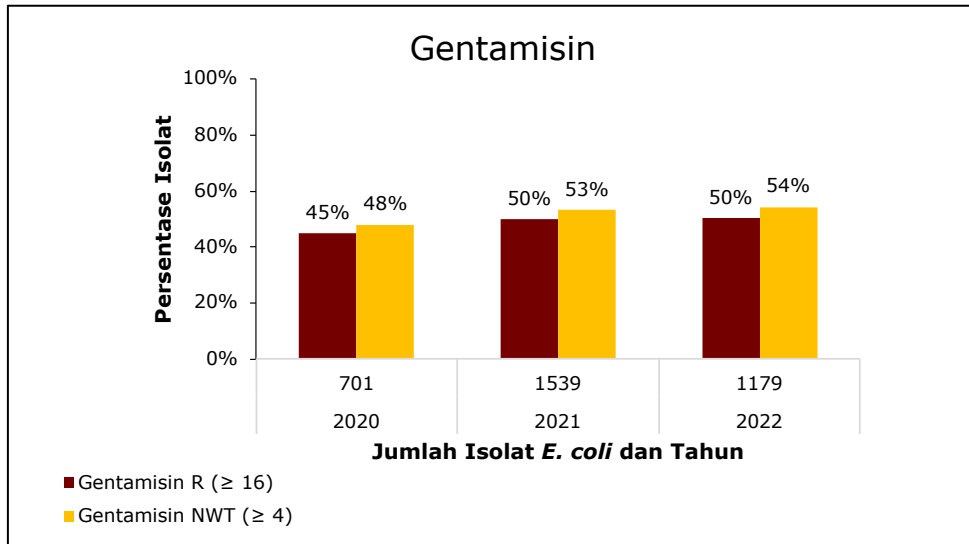
Tahun acuan dalam sel abu-abu

Analisis Temporal Berdasarkan Antimikroba (2020-2022)

Untuk setiap antimikroba, perkiraan prevalensi dan analisis temporalnya (d disesuaikan dengan pengelompokan di tingkat balai/balai besar untuk mempertimbangkan kemiripan berbagai karakteristik pengambilan sampel di tingkat balai) ditunjukkan di Gambar 1, diatur berdasarkan kelas antimikroba. Grafik di bawah ini menunjukkan visualisasi kecenderungan persentase resistansi (digambarkan dengan diagram merah bata) dan persentase jenis *non-wild* (jika ECOFF berbeda dari *clinical breakpoint* CLSI, yang digambarkan dengan diagram jingga) untuk setiap antimikroba pada 2020-2022.

Aminoglikosida

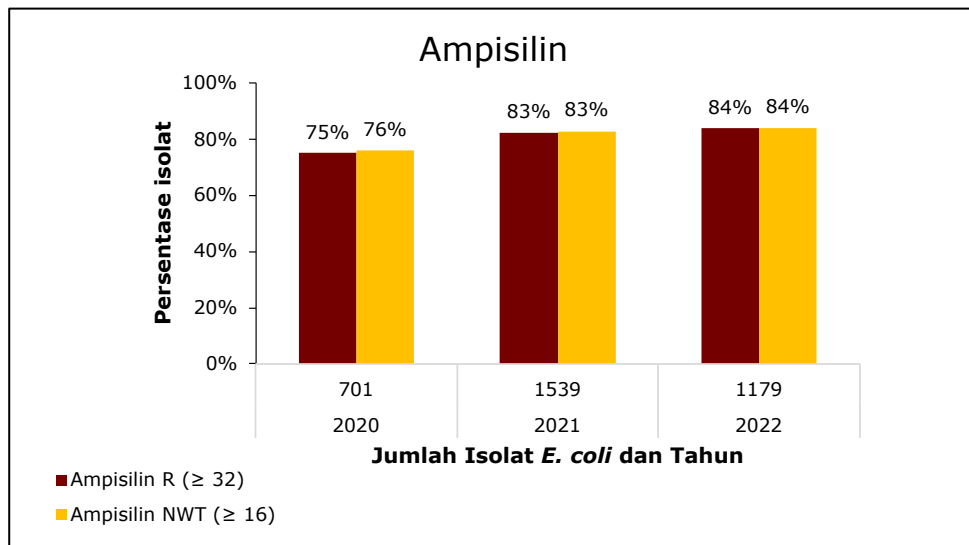
Gentamisin merupakan antimikroba yang merepresentasikan aminoglikosida dalam panel. Secara keseluruhan, diamati ada resistansi tingkat tinggi (49%, Selang Kepercayaan 95%: 47-51%) terhadap gentamisin. Baik persentase resistan maupun NWT tampak stabil, berkisar pada rentang 45% sampai 50% (resistan) dan 48% sampai 54% (NWT).



Gambar 11 Persentase resistansi terhadap gentamisin pada setiap kajian, 2020-2022

Penisilin beta-laktam

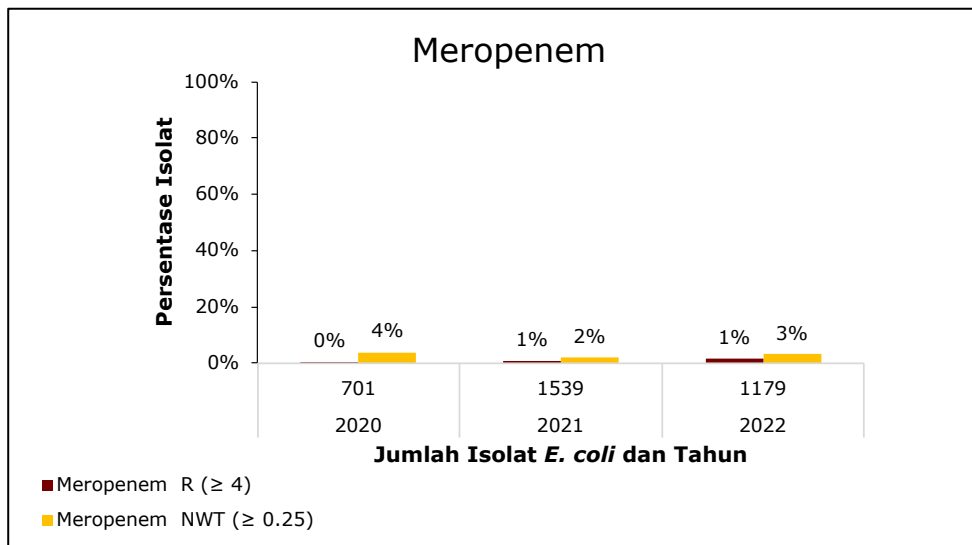
Ampisilin, satu aminopenisilin dimasukkan dalam panel AST. Secara keseluruhan, diamati ada resistansi tingkat ekstrem tinggi (82%, Selang Kepercayaan 95%: 80-83%). Dicatat terdapat peningkatan sebesar 8% pada 2021 dan 9% pada 2022 dibandingkan dengan 2020 dan tingkat resistansi tetap berada pada tingkat ekstrem tinggi selama masa surveilans. Kecenderungan dalam hal persentase NWT serupa dengan temuan persentase resistansi sebagaimana ditunjukkan di bawah ini.



Gambar 12 Persentase resistansi terhadap ampisilin pada setiap kajian, 2020-2022

Karbapenem

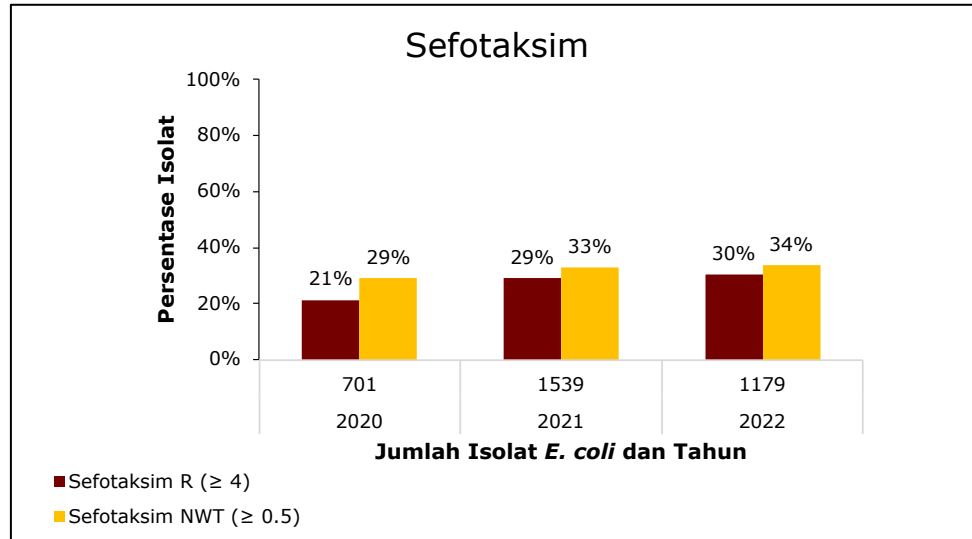
Meropenem merupakan indikator untuk resistansi karbapenem yang diikutsertakan dalam panel. Secara keseluruhan, terdeteksi resistansi pada tingkat sangat rendah (1%). Tidak ada isolat resistan yang dideteksi pada 2020 dan terdeteksi pada tingkat sangat rendah (1%) pada 2021 dan 2022. Akan dipertimbangkan karakterisasi lebih lanjut dari isolat yang resistan.



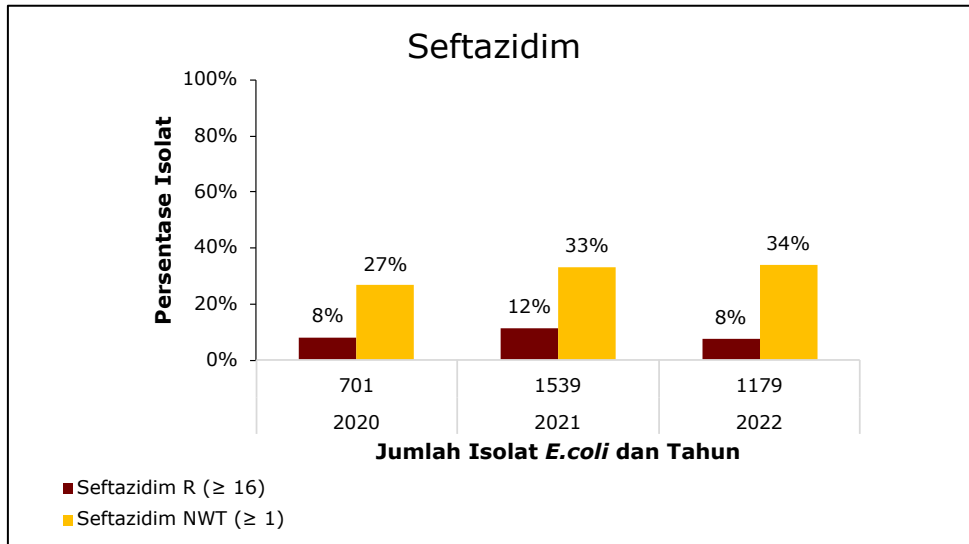
Gambar 13 Persentase resistansi terhadap meropenem pada setiap kajian, 2020-2022

Sefalosporin Generasi Ketiga

Dua antimikroba sefalosporin generasi ketiga, sefotaksim dan seftazidim, diikutsertakan dalam panel. Untuk sefotaksim, diamati terdapat resistansi tinggi secara keseluruhan (28%, Selang Kepercayaan 95%: 26–29%). Tercatat terdapat peningkatan signifikan di antara 2020 (21%) dan 2022 (30%). Untuk seftazidim, secara keseluruhan teramati resistansi tingkat rendah (10%, Selang Kepercayaan 95%: 9–10%). Resistansi yang diamati tertinggi adalah pada 2021 (12%), yang turun pada 2022 (8%), serupa dengan tingkat resistansinya pada 2020.



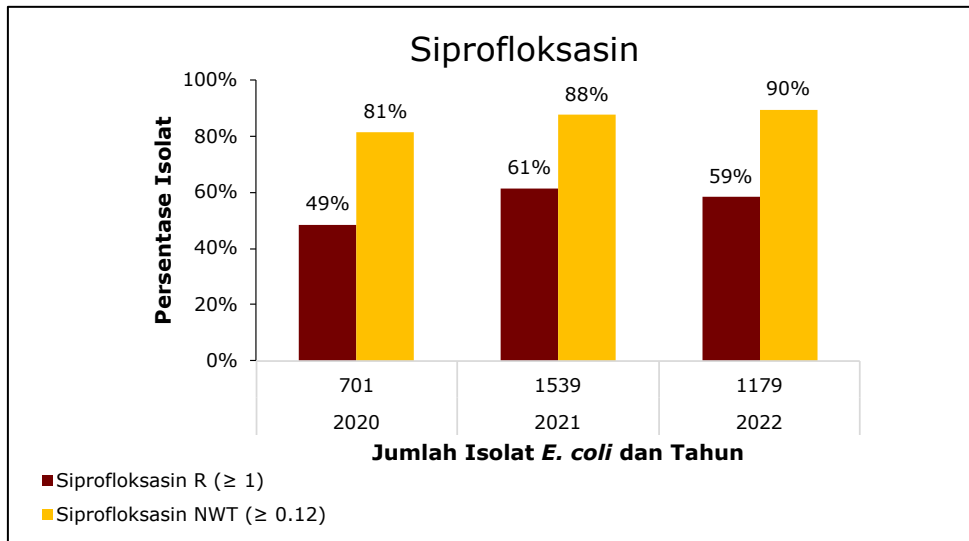
Gambar 14 Persentase resistansi terhadap sefotaksim pada setiap kajian, 2020-2022



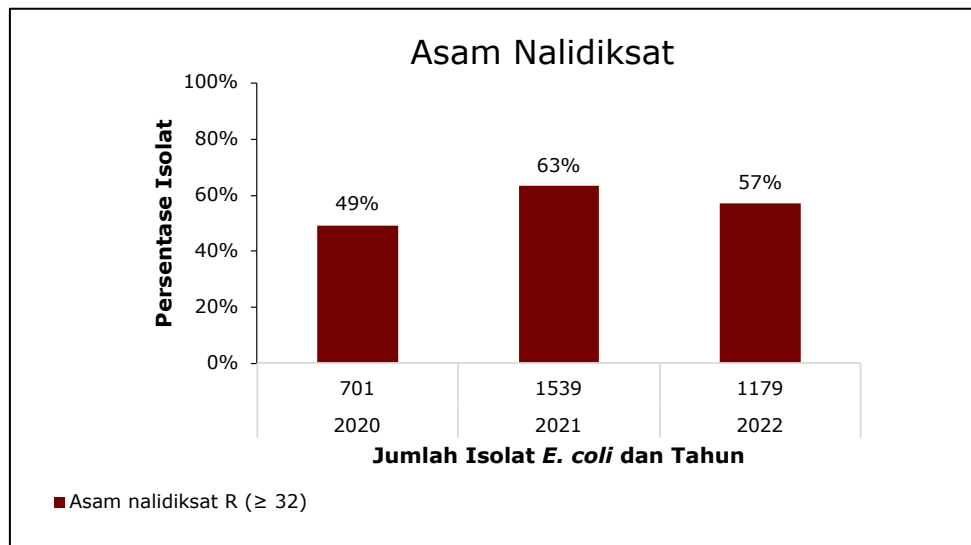
Gambar 15 Persentase resistansi terhadap ceftazidime pada setiap kajian, 2020-2022

Kuinolon/Fluorokuinolon

Dua antimikroba, siprofloksasin (kuinolon terfluorinasi) dan asam nalidiksat, diikutsertakan dalam panel AST. Untuk siprofloksasin, teramati resistansi tingkat sangat tinggi (58%, Selang Kepercayaan 95%: 56–59%). Seiring waktu, resistansi bertahan pada tingkat tinggi sampai sangat tinggi, dan tidak tercatat perubahan signifikan dibandingkan pada 2020. Yang penting dicatat, persentase NWT siprofloksasin tetap relatif stabil selama masa surveilans, dengan puncak persentase NWT sebesar 90% pada 2022. Untuk asam nalidiksat, tercatat pula resistansi pada tingkat sangat tinggi (58%, Selang Kepercayaan 95%: 57–60%). Tingkat resistansi secara signifikan meningkat dari 49% pada 2020 menjadi 63% pada 2021, kemudian turun sedikit menjadi 57% pada 2022. Kecenderungan dalam hal asam nalidiksat serupa dengan kecenderungan resistansi siprofloksasin.



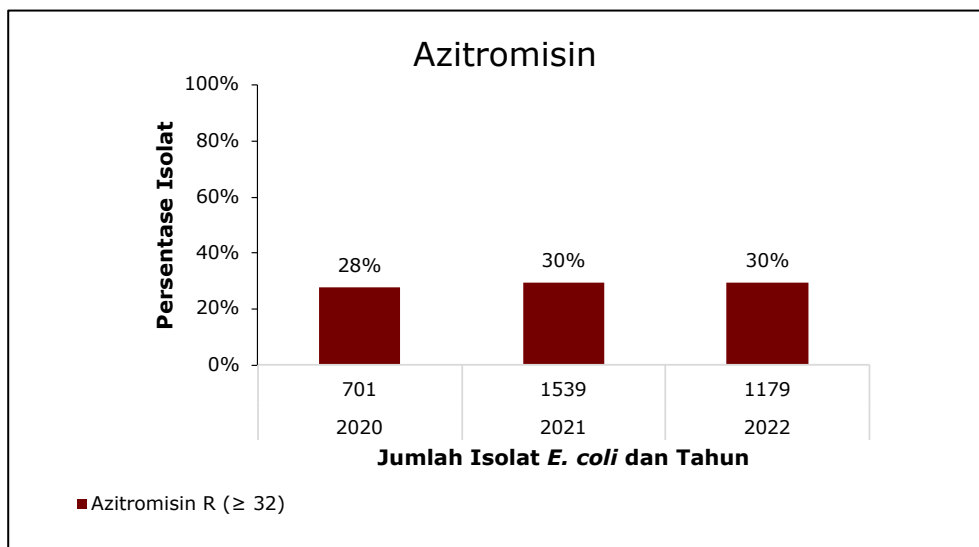
Gambar 16 Persentase resistansi terhadap siprofloksasin pada setiap kajian, 2020-2022



Gambar 17 Persentase resistansi terhadap asam nalidiksat pada setiap kajian, 2020-2022

Makrolida

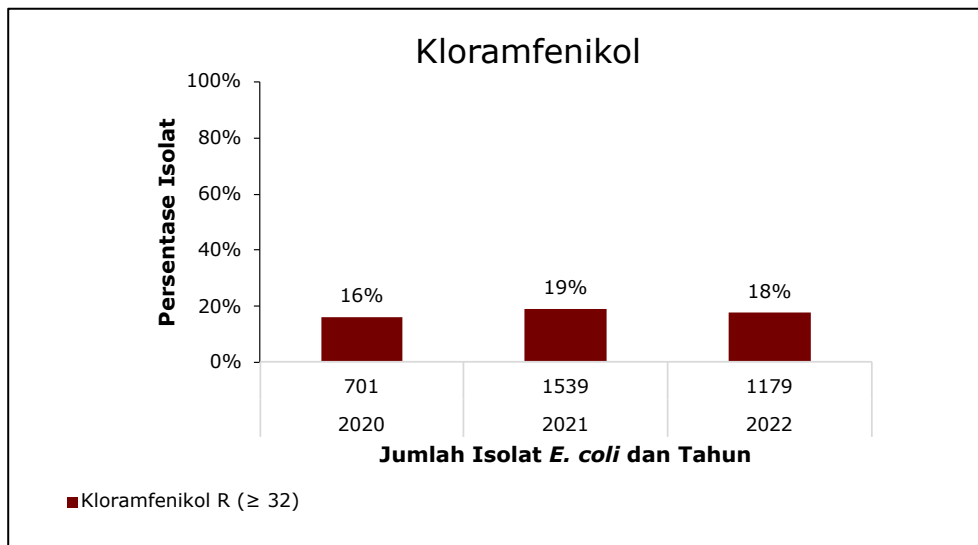
Azitromisin merupakan antimikroba makrolida yang diikutsertakan dalam panel. Secara keseluruhan, diamati terdapat resistansi tinggi (29%, Selang Kepercayaan 95%: 28–31%). Resistansi tercatat stabil pada tingkat tinggi selama masa surveilans.



Gambar 18 Persentase resistansi terhadap azitromisin pada setiap kajian, 2020-2022

Fenikol

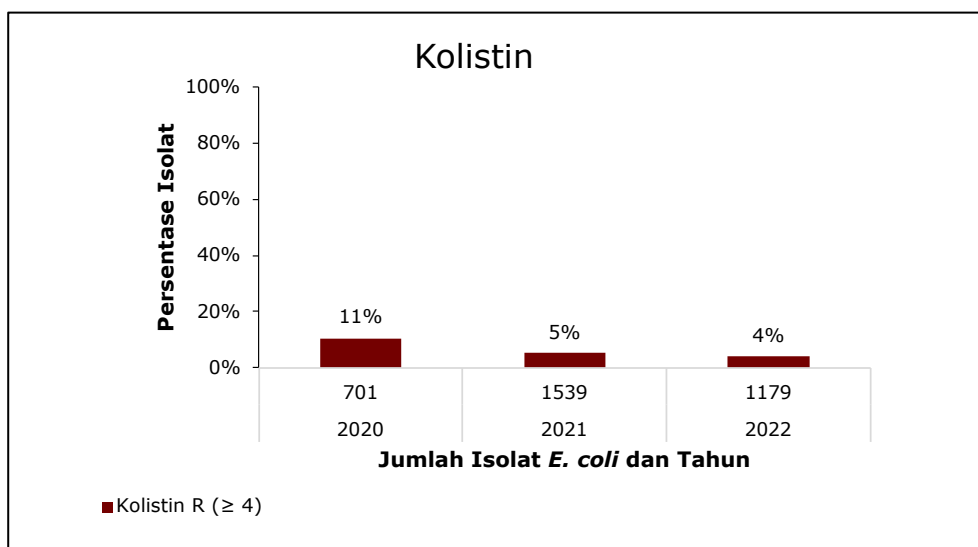
Kloramfenikol merupakan antimikroba fenikol yang diikutsertakan dalam panel AST. Secara keseluruhan, resistansi diamati berada pada tingkat moderat (18%, Selang Kepercayaan 95%: 17–19%). Resistansi diamati berada pada tingkat moderat dan hanya tercatat perubahan kecil antara 2020 dan 2022 (16% sampai 19%).



Gambar 19 Persentase resistansi terhadap kloramfenikol pada setiap kajian, 2020-2022

Polimiksin

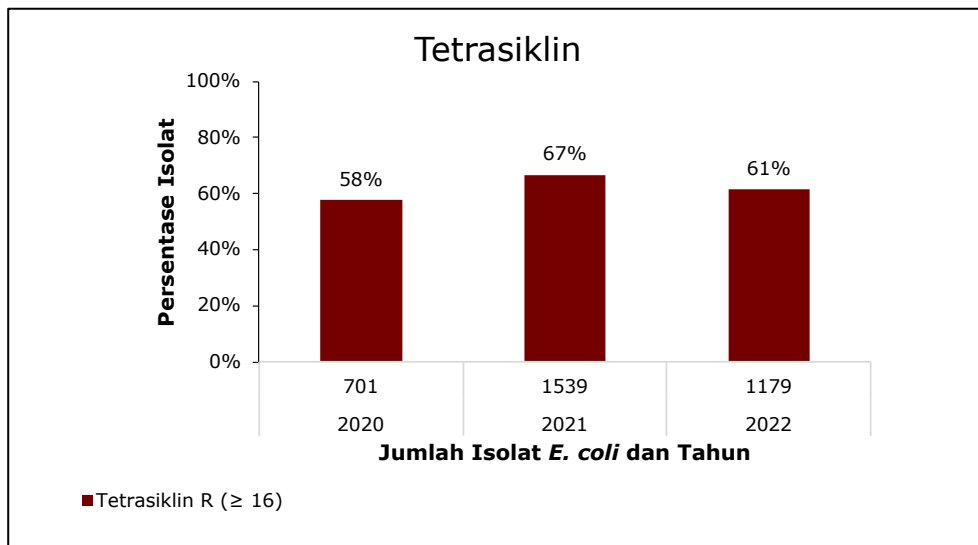
Kolistin, yang termasuk dalam kelas polimiksin, merupakan antimikroba yang diikutsertakan dalam panel. Secara keseluruhan, resistansi diamati berada pada tingkat rendah (6%, Selang Kepercayaan 95%: 5–7%). Tingkat resistansi tertinggi dicatat pada 2020 yaitu 11%, dan isolat-isolat tersebut diprioritaskan untuk diuji konfirmasi guna mendeteksi determinan genetik yang mendorong resistansi kolistin (gen *mcr-1*). Dibandingkan dengan pada 2020, resistansi secara signifikan turun ke 5% pada 2021 dan 4% pada 2022.



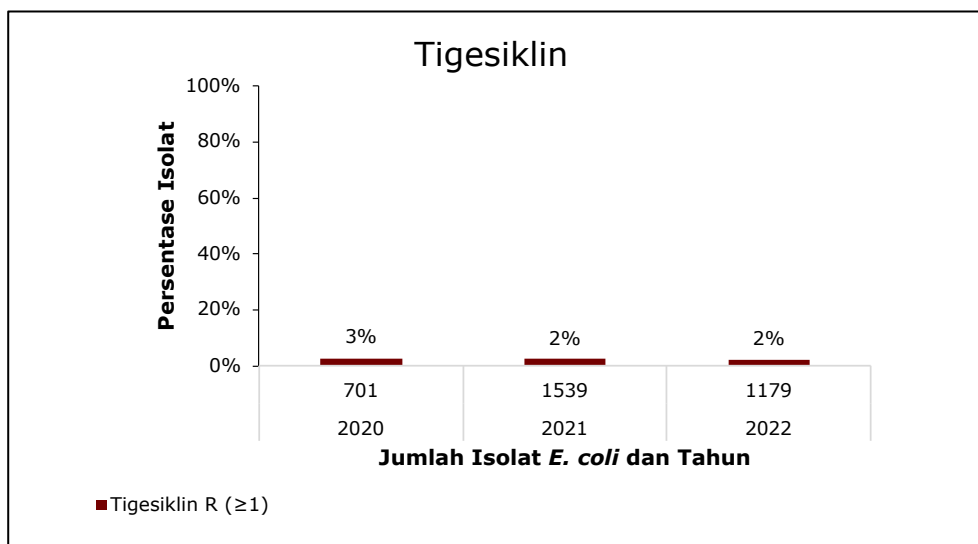
Gambar 20 Persentase resistansi terhadap kolistin pada setiap kajian, 2020-2022

Tetrasiklin

Dua bahan aktif antimikroba, tetrasiklin dan tigesiklin (suatu glisilsiklin) diikutsertakan dalam panel. Dalam hal tetrasiklin, secara keseluruhan diamati resistansi pada tingkat yang sangat tinggi (63%, Selang Kepercayaan 95%: 61–65%). Tingkat resistansi terhadap tetrasiklin meningkat 9% antara 2020 dan 2021, diikuti dengan penurunan 6% pada 2022. Dalam hal tigesiklin, secara keseluruhan diamati resistansi pada tingkat rendah (2%, Selang Kepercayaan 95%: 2–3%), yang bertahan pada tingkat ini selama masa surveilans.



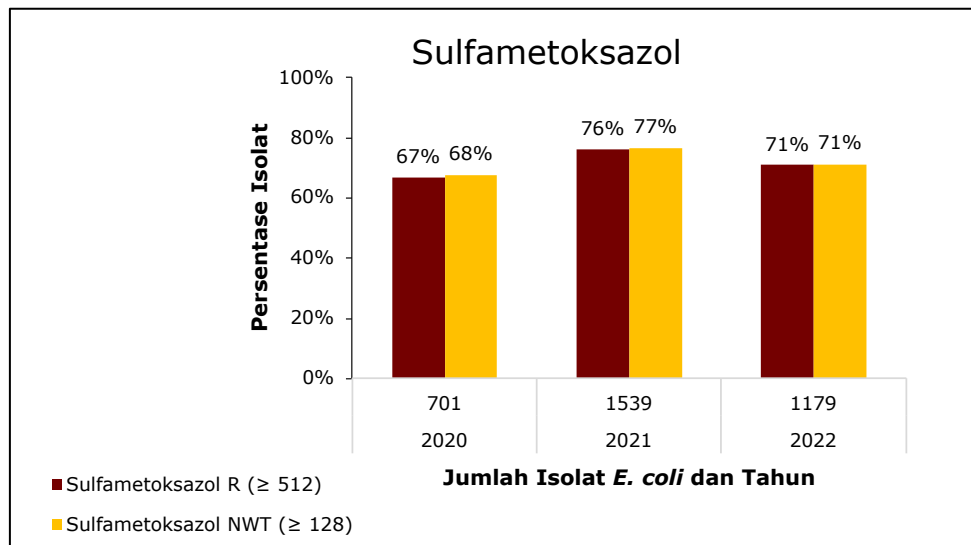
Gambar 21 Persentase resistansi terhadap tetrasiklin pada setiap kajian, 2020-2022



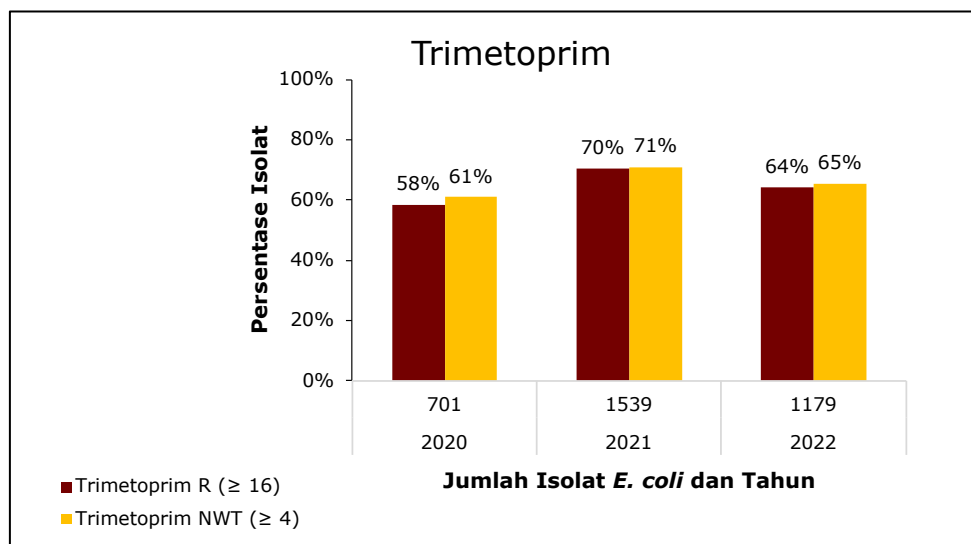
Gambar 22 Persentase resistansi terhadap tigesiklin pada setiap kajian, 2020-2022

Trimetoprim dan sulfonamida (penghambat metabolisme asam folat)

Dua antimikroba kelas trimetoprim dan sulfonamida (yang juga dikenal sebagai *folate pathway inhibitors* atau penghambat metabolisme asam folat) yang diikutsertakan dalam panel adalah sulfametoksazol dan trimetoprim. Dalam hal sulfametoksazol, diamati terdapat resistansi pada tingkat sangat tinggi (72%, Selang Kepercayaan 95%: 71–74%). Resistansi stabil pada tingkat sangat tinggi sampai ekstrem tinggi (67% sampai 76%) selama masa surveilans. Dalam hal trimetoprim, juga diamati terdapat resistansi pada tingkat sangat tinggi (66%, Selang Kepercayaan 95%: 64–67%). Resistansi berfluktuasi seiring waktu, dengan tingkat resistansi mencapai 70% pada 2021, tetapi teramati ada penurunan pada 2022 (64%).



Gambar 23 Persentase resistansi terhadap sulfametoksazol pada setiap kajian, 2020-2022

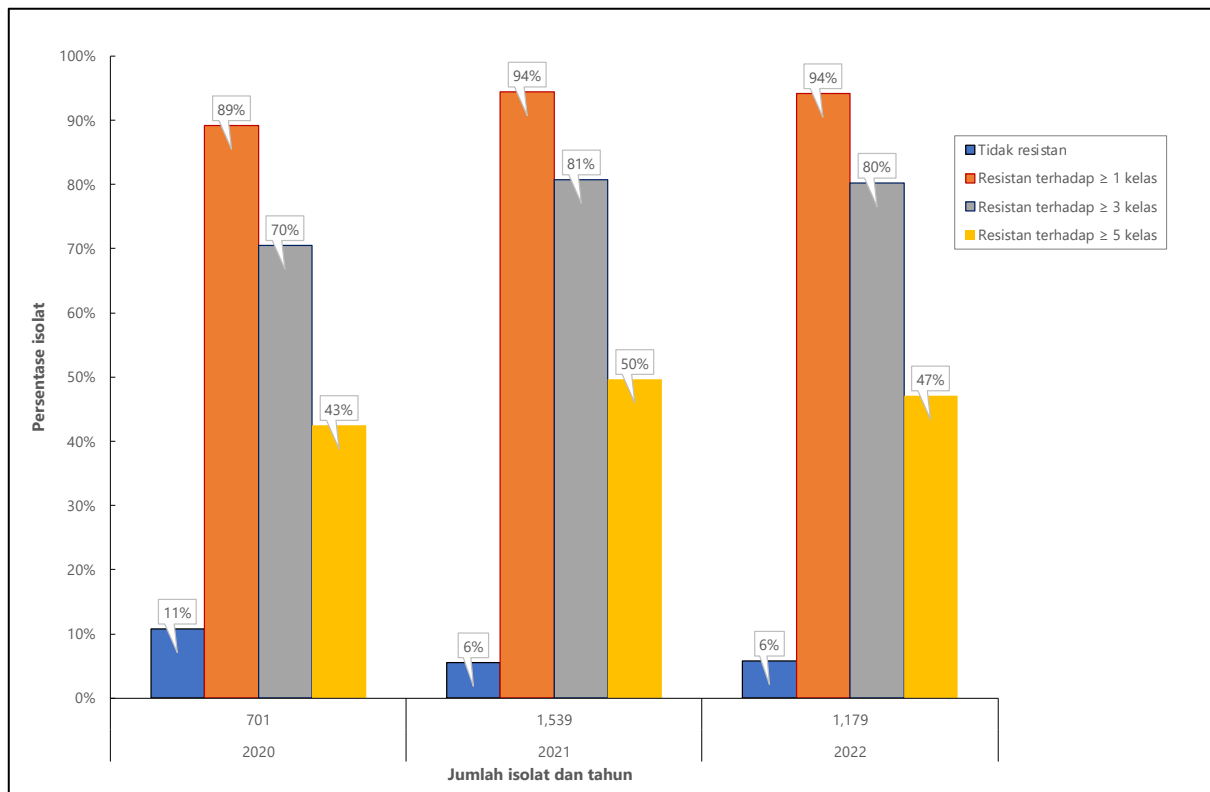


Gambar 24 Persentase resistansi terhadap trimetoprim pada setiap kajian, 2020-2022

Total antimikroba/kelas antimikroba dan profil resistansi *E. coli* dari ayam pedaging.

Gambar 25 dan Tabel 13 mengilustrasikan kecenderungan temporal pada beberapa hasil AMR tertentu (sepenuhnya sensitif terhadap 14 antimikroba dalam panel dan isolat dengan resistansi terhadap ≥ 1 , ≥ 3 , dan ≥ 5 kelas). Secara keseluruhan, 87% isolat sepenuhnya sensitif terhadap ke-14 antimikroba dalam panel dengan perubahan minimal seiring waktu (6–11%). Secara keseluruhan, sebagian besar isolat menunjukkan resistansi terhadap setidaknya 1 kelas antimikroba (93%, 91–95%). Isolat dengan resistansi terhadap 3 atau lebih kelas (dalam laporan ini disebut sebagai MDR atau *multidrug resistance*) pada isolat *E. coli* meningkat dari 70% pada 2020 menjadi 80% pada 2022.

Yang merupakan keprihatinan besar, secara keseluruhan terdapat persentase tingkat tinggi dalam hal isolat yang resistan terhadap setidaknya 5 kelas antimikroba (48%). Secara temporal, teramati kecenderungan peningkatan dalam hal isolat MDR dari 2020 sampai 2022. Perincian distribusi jumlah kelas dalam pola resistansi pada populasi *E. coli* di ayam pedaging dirangkum dalam Gambar 25, yang menunjukkan pengamatan terhadap adanya variasi dominasi relatif dalam hal jumlah kelas pada pola resistansi, bergantung pada tahun pengamatan.



Gambar 25 Distribusi persentase pola resistansi terhadap sejumlah kelas antimikroba, 2020-2022

Tabel 13 Distribusi persentase pola resistansi terhadap sejumlah kelas antimikroba, 2020-2022

Tahun	2020	2021	2022	Secara keseluruhan (n=3.419) Selang Kepercayaan			2021 vs. 2020	2022 vs. 2020
Jumlah isolat	701	1.539	1.179	Rerata	95%	perubahan	perubahan	
Kategori								
Sensitif ¹	11%	6%	6%	7%	6% 9%	-5%	-5%	
Resistan terhadap ≥ 1 kelas ²	89%	94%	94%	93%	91% 94%	5%	5%	
Resistan terhadap ≥ 3 kelas ³	70%	81%	80%	78%	75% 82%	11%	10%	
Resistan terhadap ≥ 5 kelas ⁴	43%	50%	47%	48%	42% 55%	7%	4%	

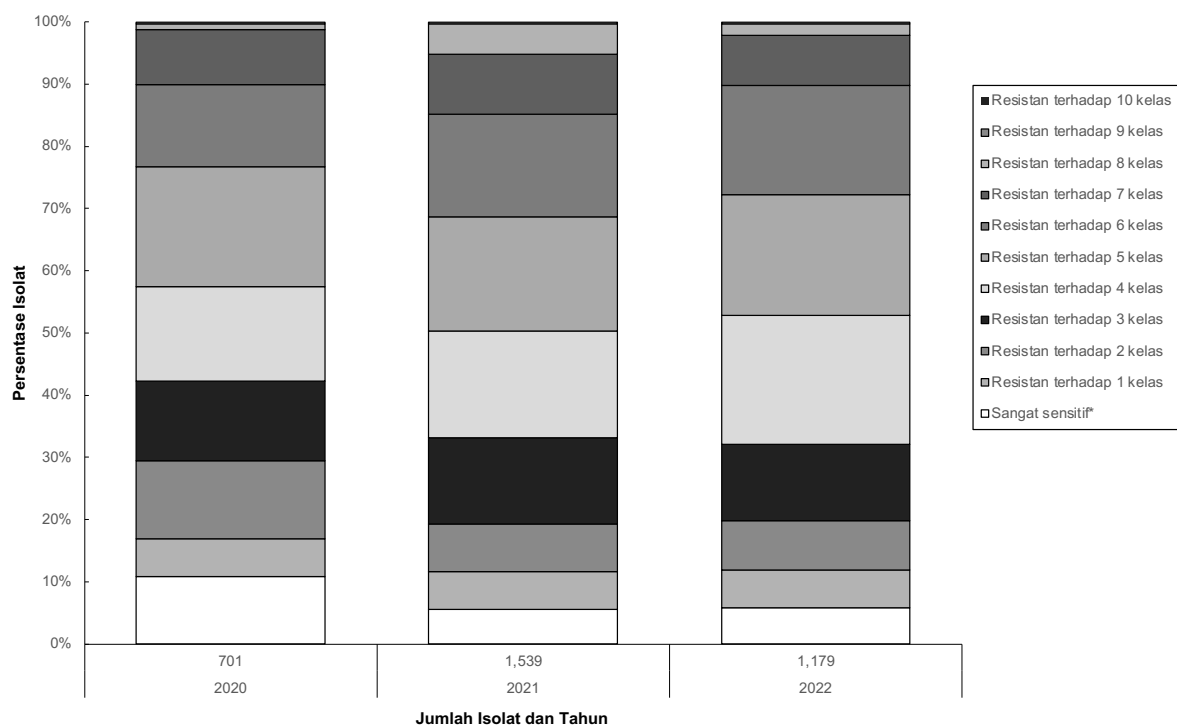
¹total isolat yang menunjukkan sensitivitas terhadap 14 antimikroba dalam panel.

²total isolat yang menunjukkan resistansi terhadap setidaknya 1 antimikroba dalam panel.

³total isolat yang menunjukkan resistansi terhadap setidaknya 3 antimikroba dalam panel.

⁴total isolat yang menunjukkan resistansi terhadap setidaknya 5 antimikroba dalam panel.

Nilai keseluruhan disesuaikan untuk mempertimbangkan pengelompokan (*clustering*) di tingkat laboratorium



Gambar 26 Distribusi terperinci jumlah antimikroba dalam pola resistansi beragam kelas pada *E. coli* dari ayam pedaging

Terdapat pola resistansi fenotipik yang beragam di antara *E. coli* yang diisolasi dari ayam pedaging, dengan teramatinya secara keseluruhan 498 fenotipe resistansi unik antara 2020 dan 2022. Pada 2020, terdapat 202 pola AMR unik dari 701 isolat; pada 2021, 325 pola AMR unik dari 1.539 isolat; dan pada 2022, 286 pola AMR unik dari 1.179 isolat. Di antara 10 pola fenotipe resistansi yang paling sering muncul (dengan menggabungkan semua tahun), diamati terdapat resistansi terhadap sebanyak 9 antimikroba dalam pola tersebut. Dengan menggabungkan semua tahun surveilans, dideteksi terdapat isolat dengan resistansi terhadap sebanyak 10 antimikroba (4%) dan 11 antimikroba.

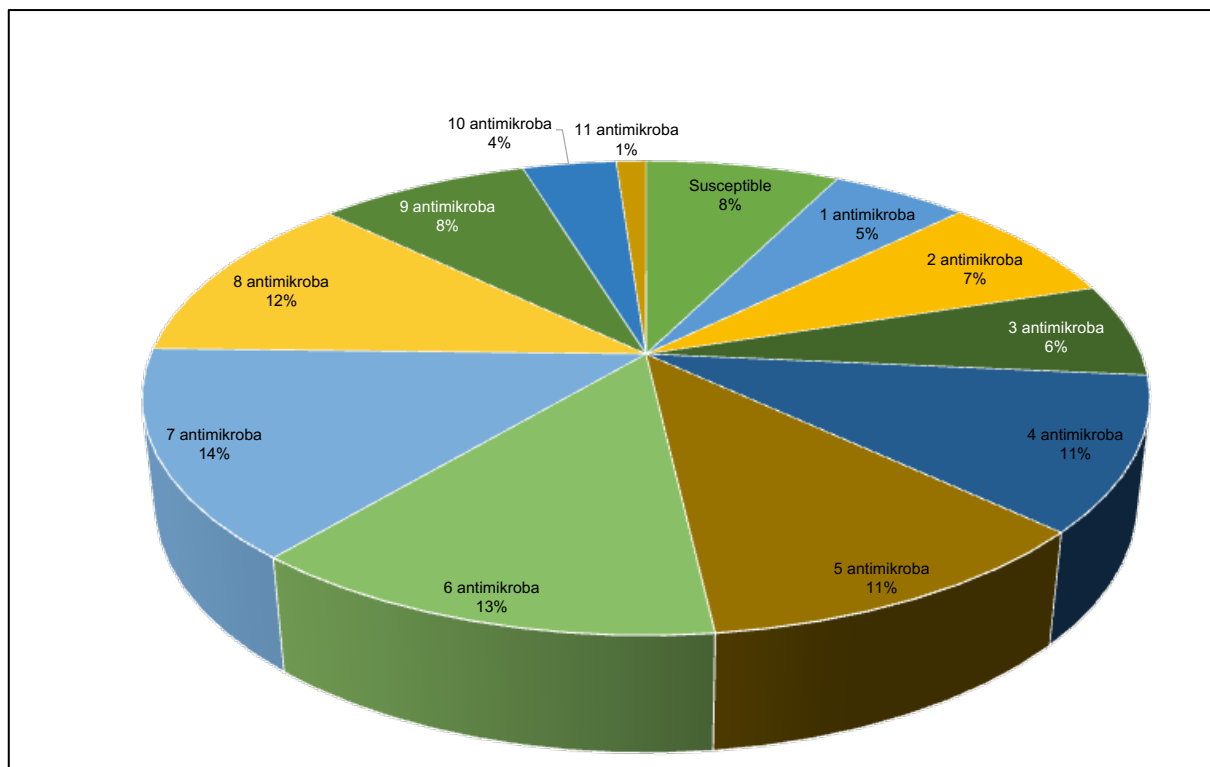
Sepuluh pola resistansi yang paling banyak dideteksi disajikan dalam Tabel 14. Tujuh pola AMR mencakup resistansi terhadap satu atau lebih antimikroba yang termasuk dalam daftar HPCIA WHO (berdasarkan klasifikasi HPCIA pada saat analisis ini dilakukan), khususnya siprofloksasin secara konsisten termasuk dalam 7 profil fenotipik AMR yang teridentifikasi.

Tabel 14 Persentase isolat tanpa resistansi dan sepuluh pola resistansi yang secara keseluruhan paling sering muncul, 2020-2022

Pola resistansi yang teridentifikasi	Jumlah isolat	Persentase
Sensitif*	231	7%
amp-smx-tet-tmp-	136	4%
amp-cip-gen-nal-smx-tet-tmp-	125	4%
amp-cip-nal-smx-tet-tmp-	98	3%
amp-azi-ctx-cip-gen-nal-smx-tmp-	95	3%
amp-azi-ctx-cip-gen-nal-smx-tet-tmp-	80	2%
amp-tet-	78	2%
amp-azi-cip-gen-nal-smx-tet-tmp-	76	2%
amp-chl-cip-gen-nal-smx-tet-tmp-	72	2%
tet-	63	2%
amp-cip-gen-nal-smx-tmp-	61	2%

Harap diingat bahwa kategorisasi baru WHO terkait antimikroba baru-baru ini diterbitkan, dan akan diterapkan dalam laporan-laporan selanjutnya¹¹. *Isolat sensitif yang menunjukkan sensitivitas terhadap 14 antimikroba dalam panel.

Gambar 27 menunjukkan bahwa lebih daripada setengah keseluruhan isolat (63%) menunjukkan resistansi terhadap setidaknya 5 antimikroba dalam panel.



Gambar 27 Distribusi jumlah antimikroba dalam pola resistansi *E. coli* dari ayam pedaging, 2020-2022 (n = 3.419 isolat)

¹¹https://cdn.who.int/media/docs/default-source/gcp/who-mia-list-2024-lv.pdf?sfvrsn=3320dd3d_2

Tabel 15 Distribusi MIC pada *Escherichia coli* dari ayam pedaging, 2020-2022

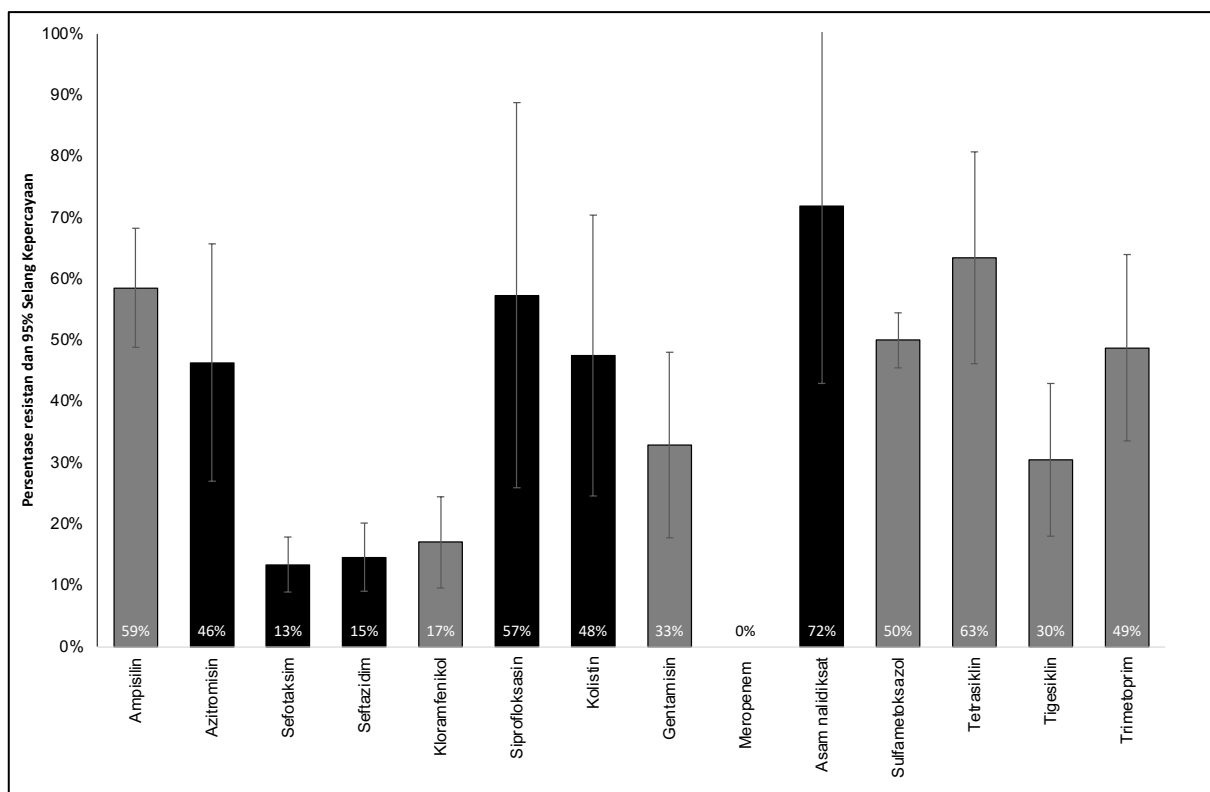
Antimikroba	Tahun	n	Persentil		% R	% NWT	Distribusi (%) dari MIC (µg/mL)																										
			MIC ₅₀	MIC ₉₀			≤ 0.015	0.03	0.06	0.12	0.25	0.5	1	2	4	8	16	32	64	128	256	512	1024	2048									
Ampisilin	2020	701	128	128	75%	76%									1.0	5.6	13.6	3.9	0.9	0.9	7.3	67.0											
	2021	1,539	128	128	83%	83%									0.3	4.9	9.5	2.3	0.4	1.0	1.2	80.4											
	2022	1,179	128	128	84%	84%									0.5	4.9	9.0	1.4	0.3	0.7	2.0	81.3											
	Keseluruhan	3,419	128	128	82%	82%									0.5	5.1	10.1	2.3	0.4	0.8	2.7	78.0											
Azitromisin	2020	701	8	64	28%	28%										4.6	21.7	37.4	8.4	11.3	12.7	4.0											
	2021	1,539	8	64	30%	30%										2.5	15.3	40.3	12.4	10.3	14.2	5.0											
	2022	1,179	8	64	29%	30%										0.9	14.8	45.0	9.8	10.9	15.0	3.6											
	Keseluruhan	3,419	8	64	29%	29%										2.4	16.4	41.3	10.7	10.7	14.2	4.3											
Sefotaksim	2020	701	0.25	8	21%	29%				71.0	2.6	1.4	3.7			4.6	16.7																
	2021	1,539	0.25	8	29%	33%				67.2	1.0	1.0	1.6			1.8	27.3																
	2022	1,179	0.25	8	30%	34%				66.3	0.9	0.9	1.4			2.0	28.3																
	Keseluruhan	3,419	0.25	8	28%	32%				67.7	1.3	1.1	2.0			2.5	25.5																
Seftazidim	2020	701	0.5	8	8%	27%			3.1		70.2	0.6	2.3	4.1	11.6					8.1													
	2021	1,539	0.5	16	12%	33%					66.7	1.8	2.7	6.3	11.0					11.6													
	2022	1,179	0.5	8	8%	34%					65.8	1.0	3.8	9.4	12.3					7.6													
	Keseluruhan	3,419	0.5	8	10%	32%			0.5		67.1	1.3	3.0	6.9	11.6					9.5													
Kloramfenikol	2020	701	8	64	16%	16%														79.2	4.7	4.9	5.4	4.1	1.7								
	2021	1,539	8	128	19%	19%														73.0	7.8	4.2	4.5	5.6	4.9								
	2022	1,179	8	64	18%	18%														74.8	7.5	4.9	4.2	5.9	2.5								
	Keseluruhan	3,419	8	64	18%	18%														74.9	7.1	4.6	4.6	5.4	3.5								
Siprofloksasin	2020	701	0.5	16	49%	81%	13.6	3.6	1.4	2.4	11.3	19.1	6.1	4.4	4.1	12.0	22.0																
	2021	1,539	2	16	61%	88%	7.7	3.6	0.9	0.9	9.3	16.1	7.5	5.7	6.0	12.0	30.3																
	2022	1,179	2	16	59%	90%	7.7	2.5	0.3	1.1	9.8	20.2	6.6	5.6	5.9	16.4	24.1																
	Keseluruhan	3,419	2	16	58%	87%	8.9	3.2	0.8	1.3	9.9	18.1	6.9	5.4	5.6	13.5	26.4																
Kolistin	2020	701	1	4	11%	11%								80.6	8.8	3.3	1.7	1.3	4.3														
	2021	1,539	1	2	5%	5%								86.9	8.0	2.2	0.7	0.6	1.6														
	2022	1,179	1	1	4%	4%								92.8	3.2	0.3	0.3	0.9	2.4														
	Keseluruhan	3,419	1	2	6%	6%								87.6	6.5	1.8	0.8	0.8	2.4														

Profil Resistansi *Salmonella* (n = 82)

Persentase resistansi

Gambar 28 merangkum persentase resistansi terhadap antimikroba, menggabungkan semua tahun surveilans. Antimikroba dalam batang hitam adalah HPCIA WHO (berdasarkan klasifikasi pada waktu laporan ini ditulis). Tidak tersedia informasi serotipe. Penting untuk mengingat bahwa pada beberapa tahun terdapat sangat sedikit isolat; dengan demikian, diperlukan kehati-hatian saat menafsirkan perubahan temporal (sebagaimana dirangkum dalam Tabel 16).

Resistansi terhadap HPCIA WHO (berdasarkan kategori pada saat penulisan dan analisis) pada *Salmonella* digambarkan oleh batang hitam. Diamati terdapat resistansi tingkat moderat terhadap sefalosporin generasi ketiga, seftotaksim (13%), dan seftazidim (15%). Diamati terdapat resistansi tingkat sangat tinggi sampai ekstrem tinggi terhadap fluorokuinolon, siprofloksasin (57%), dan asam nalidiksat (72%). Untuk HPCIA WHO sisanya, diamati terdapat resistansi tingkat tinggi terhadap makrolida (azitromisin: 46%) dan polimiksin (kolistin: 48%). Tidak tercatat resistansi terhadap meropenem dan pada antimikroba sisanya, dideteksi resistansi pada tingkat tinggi (tigesiklin: 30%, gentamisin: 33%) sampai tingkat sangat tinggi (tetrasiklin: 63%). Berdasarkan estimasi persentase *Salmonella* NWT yang dirangkum dalam Tabel 18, menunjukkan siprofloksasin NWT pada tingkat sangat tinggi (93%) dan hal ini sangat memprihatinkan. Akan dilakukan uji konfirmasi dan identifikasi determinan resistansi saat sumber daya memungkinkan.



Gambar 28 Persentase resistansi terhadap antimikroba pada *Salmonella* spp. dari ayam pedaging secara keseluruhan (2020-2022)

Tabel 16 Persentase resistansi terhadap antimikroba pada *Salmonella* spp. dari ayam pedaging (2020-2022)

Tahun	2020	2021	2022	Secara keseluruhan (n = 82)		
Sumber provinsi*	2	2	2	4		
Jumlah isolat	26	16	40	Rata-rata	Selang Kepercayaan 95%	
Antimikroba						
Ampisillin	50%	75%	58%	59%	49%	68%
Azitromisin	42%	56%	45%	46%	27%	66%
Sefotaksim	15%	6%	15%	13%	9%	18%
Seftazidim	15%	13%	15%	15%	9%	20%
Kloramfenikol	4%	25%	23%	17%	10%	25%
Siprofloksasin	65%	75%	45%	57%	26%	89%
Kolistin	27%	69%	53%	48%	25%	70%
Gentamisin	23%	50%	33%	33%	18%	48%
Meropenem	0%	0%	0%	0%		
Asam nalidixat	88%	88%	55%	72%	43%	100%
Sulfametoksazol	38%	94%	40%	50%	46%	54%
Tetrasiklin	54%	81%	63%	63%	46%	81%
Tigesiklin	0%	63%	38%	30%	18%	43%
Trimetoprim	46%	69%	43%	49%	34%	64%

*DI Yogyakarta secara konsisten menguji *Salmonella* di antara tahun 2020 dan 2022. Beberapa isolat diterima dari Bali (2020), Sulawesi Selatan (2021), dan Sumatra Barat (2022).

Total antimikroba/kelas antimikroba dan profil resistansi *Salmonella* spp. dari ayam pedaging.

Sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 17 dan Gambar 29, hanya 5% isolat yang menunjukkan sensitivitas terhadap ke-14 antimikroba yang dicakup dalam panel. Sebesar 95% isolat menunjukkan resistansi terhadap setidaknya satu kelas antimikroba, dan ini merupakan persentase isolat resistan pada tingkat sangat tinggi.

Tabel 17 Pola resistansi *Salmonella* spp. dari ayam pedaging secara keseluruhan (2020-2022)

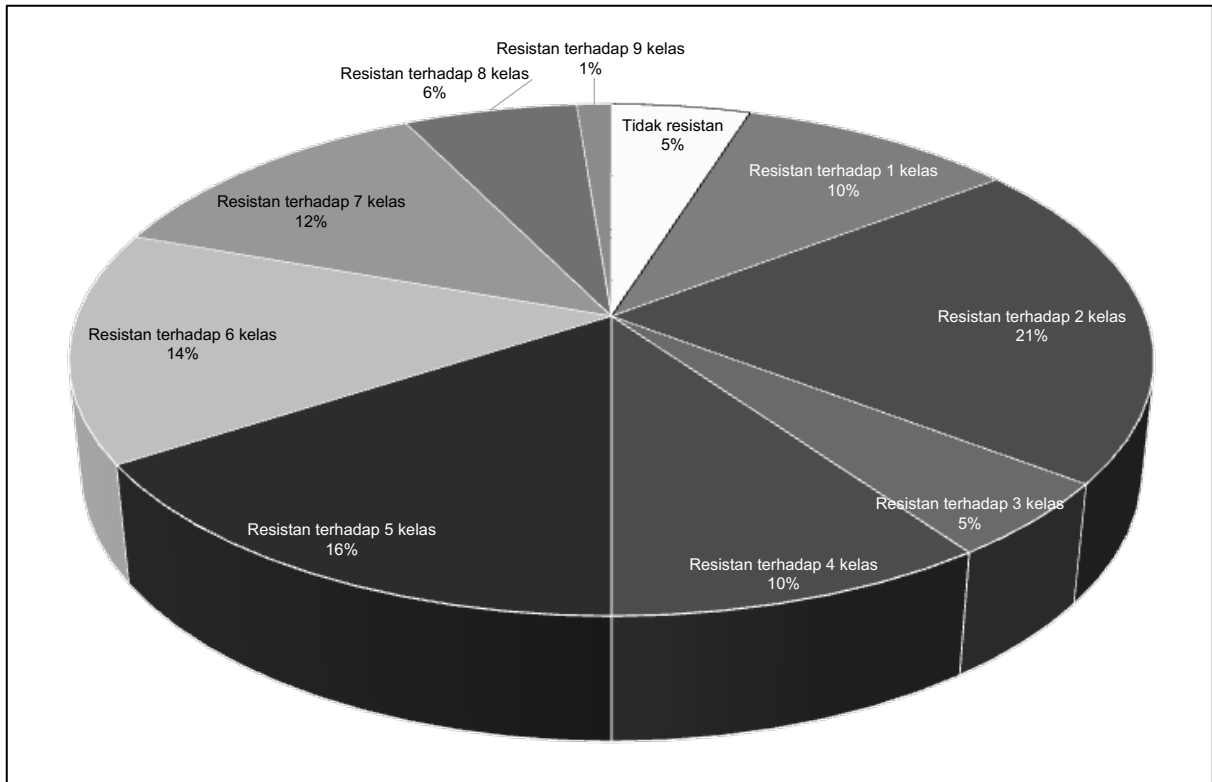
Kategori	Rata-rata	Selang Kepercayaan 95%	
Tidak ada resistansi ¹	5%	0%	10%
Resistan terhadap ≥ 1 kelas antimikroba ²	95%	90%	100%
Resistan terhadap ≥ 3 kelas antimikroba ³	65%	54%	75%
Resistan terhadap ≥ 5 kelas antimikroba ⁴	50%	39%	61%

¹total isolat yang menunjukkan sensitivitas terhadap 14 antimikroba dalam panel.

²total isolat yang menunjukkan resistansi terhadap setidaknya 1 antimikroba dalam panel.

³total isolat yang menunjukkan resistansi terhadap setidaknya 3 antimikroba dalam panel.

⁴total isolat yang menunjukkan resistansi terhadap setidaknya 5 antimikroba dalam panel.



Gambar 29 Distribusi terperinci jumlah antimikroba dalam pola resistansi *Salmonella* dari ayam pedaging, 2020-2022 ($n = 82$ isolat)

Diamati terdapat 58 pola AMR unik dari 82 isolat *Salmonella*. Beberapa isolat resistan terhadap sebanyak 10 antimikroba dalam pola resistansi tersebut (10% isolat), dan sebagian kecil isolat resistan terhadap sebanyak 11 sampai 13 antimikroba pada pola tersebut (total 7%). Terdapat indikasi bahwa berbagai fenotipe *Salmonella* resistan ada pada populasi ayam pedaging dan keberadaannya yang persisten di alam dapat menjadi dasar untuk melakukan surveilans yang menerus untuk memberikan masukan kepada program pengendalian infeksi *Salmonella*.

Pembahasan

Surveilans tentang penggunaan antimikroba (AMU) di Indonesia sejak 2017 (2017-2019 merupakan tahun percontohan) sampai 2022 terutama menargetkan ayam pedaging karena perannya yang signifikan sebagai sumber pangan dengan permintaan yang tinggi oleh masyarakat Indonesia. Menurut Statistik Ternak dan Kesehatan Hewan pada 2022, populasi ayam pedaging di Indonesia diproyeksikan mencapai 2,9 miliar pada 2021, dan diperkirakan akan meningkat menjadi 3,16 miliar pada 2022, menandai pertumbuhan sebesar 9% dibandingkan tahun sebelumnya. Yang perlu dicatat, Jawa Barat dan Jawa Timur memiliki populasi ayam pedaging tertinggi, diperkirakan sebesar 617,5 juta (Jawa Barat) dan 625 juta (Jawa Timur). Pada 2021, Indonesia mencapai produksi ayam pedaging sebesar 3,2 juta ton, yang membentuk 70,14% dari produksi daging total di Indonesia (Ditjen PKH 2022).

Akan tetapi, permintaan daging ayam yang tinggi ini juga menimbulkan kekhawatiran terkait praktik biosekuriti yang kurang optimal yang jamak ditemukan di banyak peternakan ayam. Sebagian besar peternakan ayam skala kecil di Indonesia diklasifikasikan sebagai peternakan sektor tiga, yang mengindikasikan sistem biosekuriti yang tidak memadai. Situasi ini meningkatkan kerentanan terhadap wabah penyakit dan kontaminasi. Selain itu, iklim tropis di Indonesia merupakan lingkungan ideal untuk pertumbuhan bakteri, yang mungkin berujung pada peningkatan penggunaan antibiotik untuk profilaksis, perawatan, dan sebagai *growth promotor* di peternakan ayam. Penggunaan antibiotika secara tidak tepat pada industri perunggasan dapat lebih lanjut berkontribusi kepada kemunculan bakteri resistan antibiotik (Efendi *et al.* 2022).

Penelitian yang dilakukan pada peternakan ayam pedaging skala kecil di Jawa Barat menunjukkan bahwa 78% dari 132 peternak memberikan antibiotik ke populasi ayam sehat sebagai langkah pencegahan, yang sering disebut sebagai "*flushing*" (Efendi *et al.* 2022). Menurut temuan Surbakti *et al.* pada 2017, ada praktik umum memberikan antibiotik pada DOC (anak ayam umur sehari) pada 4-6 jam pertama begitu ditempatkan di kandang ayam, dengan pemberian melalui air minum. Kajian-kajian ini menekankan kasus-kasus penggunaan antibiotik yang tidak tepat di peternakan ayam pedaging skala kecil. Penggunaan antibiotik yang tidak tepat di peternakan menjadi tantangan dalam hal resistansi antibiotik, khususnya di negara-negara berpenghasilan rendah sampai menengah (LMIC), sebagaimana disoroti oleh Habiba *et al.* (2023).

Pada Kajian 1, diamati bahwa aminopenisilin, kuinolon, polimiksin, trimetoprim, sulfonamida, selain juga makrolida, banyak diberikan di peternakan ayam pedaging di Indonesia. Akan tetapi, terdapat penurunan penting dalam hal keragaman bahan aktif yang digunakan, dan lebih penting lagi, laporan penggunaan polimiksin (kolistin) pada peternakan ayam pedaging turun secara substansial dari 22% pada 2020 menjadi 1% pada 2022. Selain itu, terdapat penurunan dalam hal pelaporan penggunaan kuinolon, turun dari 51% pada 2020 menjadi 28% pada 2022.

Kelas Antimikroba

Pola Kuinolon/Fluorokuinolon

Kuinolon dan kuinolon terfluorinasi (fluorokuinolon) diklasifikasikan sebagai CIA prioritas tertinggi oleh WHO. Mengingat statusnya yang sangat penting, penggunaan substansial dalam hal antimikroba ini pada ayam pedaging memerlukan perhatian khusus. Kuinolon umum diberikan untuk pencegahan dan pengobatan penyakit infeksi bakteri pada ayam. Tujuh kelas antimikroba fluorokuinolon, termasuk siprofloksasin, enrofloksasin, flumequin, levofloksasin, norfloksasin, dan ofloksasin, telah dilaporkan penggunaannya pada peternakan ayam pedaging di Indonesia dari 2020 sampai 2022.

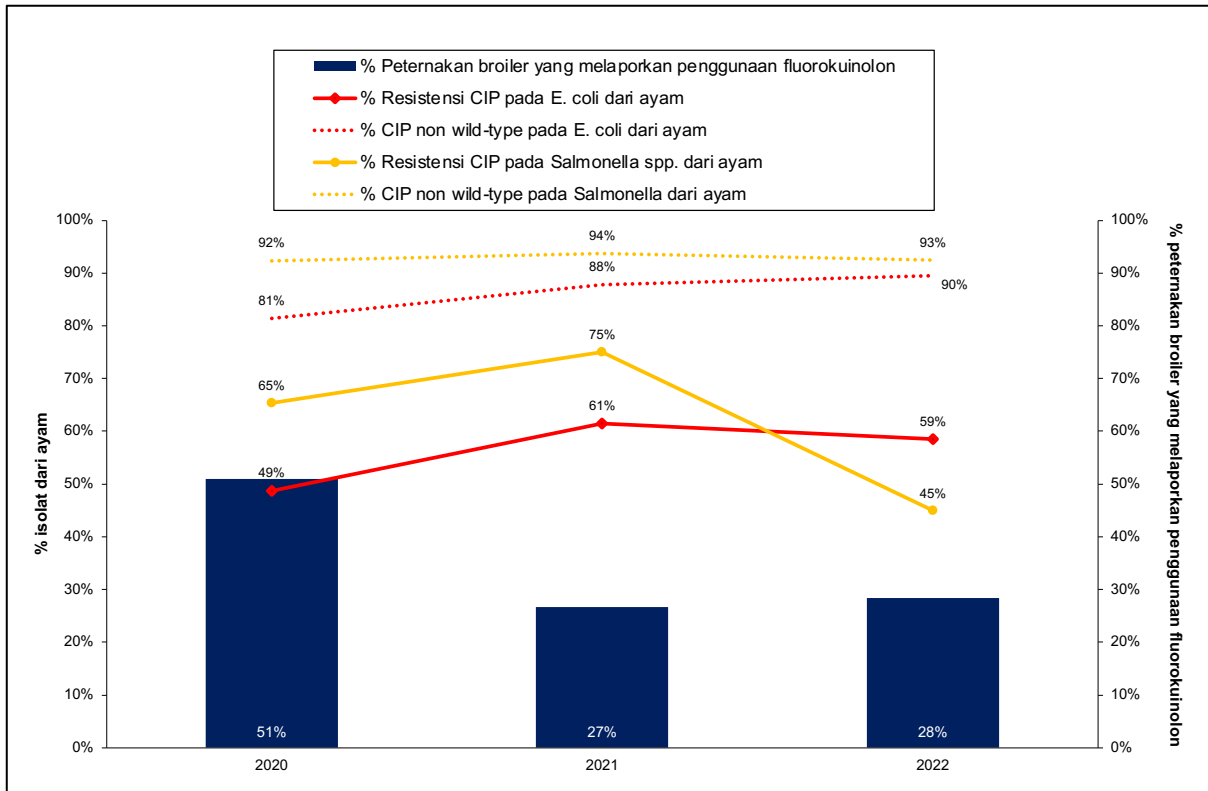
Kelas antibiotik fluorokuinolon yang paling banyak digunakan pada Kajian 1-3 adalah enrofloksasin dan siprofloksasin. Enrofloksasin merupakan turunan dari siprofloksasin, terdemetilasi *in-vivo*, dan

termasuk dalam kelas kuinolon. Penggunaannya yang sering pada ayam adalah untuk pengobatan penyakit pernapasan, ginjal, dan pencernaan (Mananura *et al.* 2023).

Menurut data survei, penggunaan kelas kuinolon yang meningkat terutama didorong oleh penggunaan enrofloxacin yang meluas di peternakan ayam pedaging. Kecenderungan temporal pada peternakan yang melaporkan penggunaan enrofloxacin menurun dari 38% pada 2020 (Kajian 1) menjadi 19% pada 2021 (Kajian 2), dengan peningkatan kecil menjadi 23% pada 2022 (Kajian 3). Pada tingkat kelas, penggunaan umum fluorokuinolon menurun dari 51% pada 2020 (Kajian 1) menjadi 27% pada 2021 (Kajian 2), dan 28% 2022 (Kajian 3). Kecenderungan temporal dalam persentase penggunaan antibiotik kelas fluorokuinolon ditunjukkan pada Gambar 30.

Gambar 30 mengilustrasikan kecenderungan temporal dalam hal resistansi terhadap siprofloksasin yang diamati pada bakteri *E. coli* dan *Salmonella*, termasuk *E. coli* dan *Salmonella* jenis NWT. Uji sensitivitas bakteri terhadap siprofloksasin (bersama dengan asam nalidixat) menjadi indikator resistansi terhadap antibiotik kelas kuinolon/fluorokuinolon, dan analisis menggunakan ECOFF EUCAST mendeteksi isolat NWT (membawa determinan resistansi pada gennya dan sering digunakan untuk mendeteksi resistansi yang baru muncul). Perkembangan resistansi bakteri *ordo Enterobacter* (*E. coli* dan *Salmonella*) terhadap fluorokuinolon terkait dengan modifikasi enzim target (DNA gyrase dan topoisomerase IV). Keberadaan mutasi bertahap "stepwise" pada enzim target ini dapat terjadi saat ada paparan terhadap siprofloksasin dan antibiotik lain dalam kelas fluorokuinolon di sektor kesehatan hewan, yang pada akhirnya berujung pada resistansi.

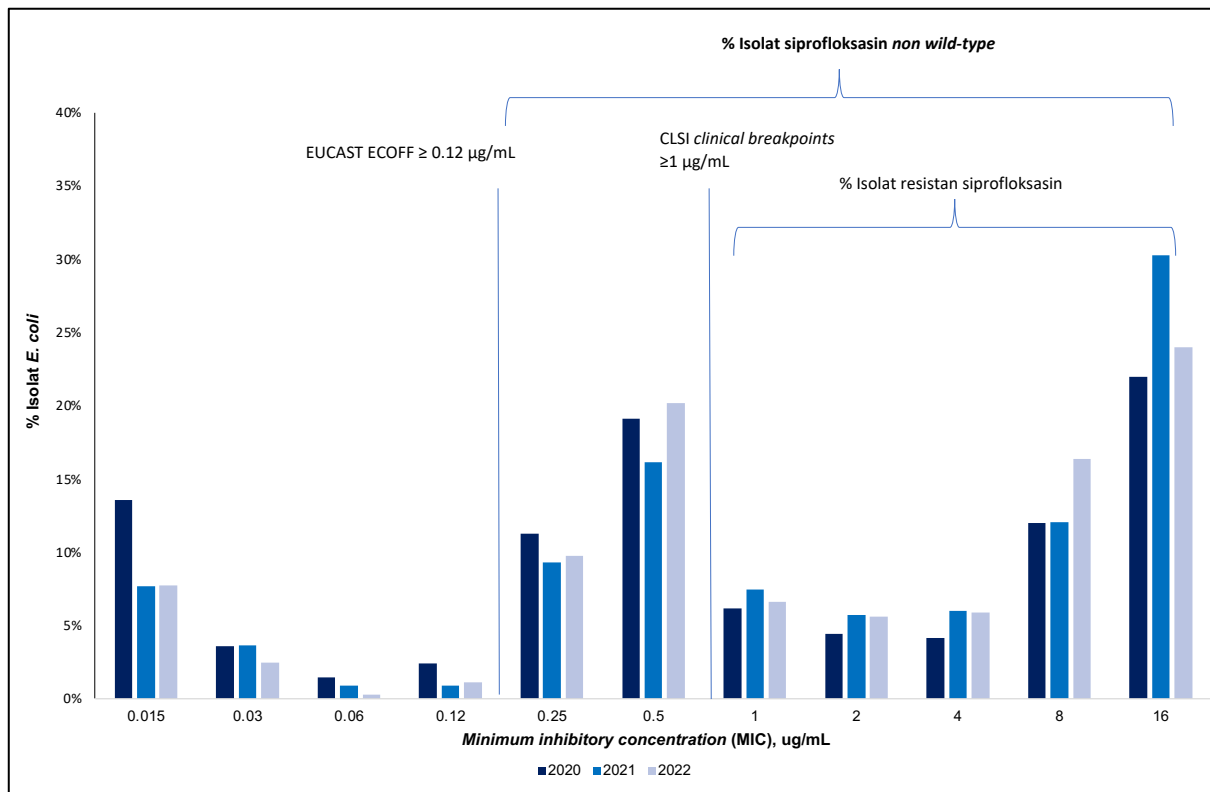
Resistansi terhadap siprofloksasin yang teramati pada *E. coli* tinggi yaitu 49%, selaras dengan laporan penggunaan fluorokuinolon pada ayam pedaging (51%) pada 2020. Pada 2021 dan 2022, tingkat resistansi tetap stabil berturut-turut pada 61% dan 59%. Pada isolat *Salmonella*, diamati terdapat resistansi sangat tinggi (65%) pada 2020 dan meningkat ke 75% pada 2021, lalu turun secara substansial ke 45% pada 2022. Meskipun ada fluktuasi ini, persentase resistansi bakteri NWT *E. coli* dan *Salmonella* secara konsisten di atas 80% (*E. coli*) dan 90% (*Salmonella*), yang mengindikasikan bahwa populasi bakteri resistansi terhadap fluorokuinolon tetap berada dalam kelompok ayam pedaging.



Gambar 30 Analisis terpadu terhadap penggunaan fluorokuinolon di tingkat peternakan dan resistansi siprofloksasin pada karkas ayam sehat di Indonesia, selama 2020-2022 (n = jumlah total peternakan yang disurvei atau isolat *E. coli* yang diuji; CIP = siprofloksasin).

Selaras dengan pengamatan ini, data resistansi antimikroba (AMR) menunjukkan kecenderungan persisten dalam hal resistansi *E. coli* yang sangat tinggi terhadap siprofloksasin seiring waktu, meskipun ada penggunaan siprofloksasin yang relatif rendah pada ayam pedaging. Fenomena ini mungkin timbul akibat seringnya penggunaan enrofloksasin pada peternakan ayam pedaging. Enrofloksasin, suatu prekursor yang secara parsial dimetabolisasi menjadi siprofloksasin, dapat memicu resistansi silang antara antibiotika dalam kelompok kuinolon (Schulz *et al.* 2019). Dalam kondisi tertentu, bakteri dapat membentuk resistansi silang, bahkan terhadap antibiotik yang belum pernah dipakai. Hal ini terkait dengan struktur yang serupa antara berbagai antibiotik, dan karena bakteri memiliki mekanisme perlindungan diri terhadap struktur-struktur molekul tertentu (Gibbs dan Gibbs, 2020).

Gambar 31 menggambarkan proporsi isolat yang dapat dihambat pada konsentrasi di atas nilai *clinical breakpoint* CLSI untuk siprofloksasin ($\geq 1 \mu\text{g/mL}$). Pengamatan ini mengindikasikan bahwa isolat-isolat tersebut bisa jadi telah mengalami beberapa tahap mutasi, yang mungkin didorong oleh tekanan seleksi yang menerus akibat penggunaan antibiotik. Persentase isolat NWT siprofloksasin terus tinggi sejak 2020. Isolat yang dihambat pada konsentrasi $16 \mu\text{g/mL}$ juga merupakan kandidat potensial untuk uji molekuler guna menentukan determinan resistansi serta kehadiran penyerta gen lainnya yang menimbulkan resistansi terhadap HPCIA WHO, misalnya sefalosporin generasi ketiga dan polimiksin.



Gambar 31 Distribusi konsentrasi hambat minimum (MIC) terhadap siprofloksasin pada *Escherichia coli* dari ayam pedaging di Indonesia, 2020-2022

Pola Makrolida

Peningkatan penggunaan kelas makrolida dipicu oleh penggunaan tilosin secara meluas, diikuti dengan eritromisin pada tingkat tinggi. Pada ayam pedaging, tilosin dan eritromisin digunakan sebagai pengobatan infeksi pernapasan kronis yang disebabkan oleh *Mycoplasma gallisepticum* (MG). Antibiotik ini menunjukkan aktivitas intraseluler yang efektif serta dapat terakumulasi dalam sel, dan dengan demikian menunjukkan suatu dampak terapeutik terhadap bakteri intraseluler seperti MG (Huang *et al.* 2021). Data surveilans mengindikasikan bahwa penggunaan tilosin pada peternakan ayam pedaging terutama digunakan untuk tujuan pencegahan. Pada kajian 2022, 62% penggunaan tilosin dan 83% penggunaan eritromisin dilaporkan untuk langkah pencegahan.

Dibandingkan dengan hasil uji sensitivitas terhadap antibiotik makrolida pada *E. coli*, data survei penggunaan antibiotik selama periode 5 tahun tidak mengindikasikan penggunaan azitromisin pada ayam pedaging. Keberadaan resistansi terhadap azitromisin bisa jadi menunjukkan potensi resistansi silang. Akan tetapi, konfirmasi terhadap observasi ini membutuhkan kajian yang lebih mendalam dan menyeluruh.

Pola Polimiksin

Dari kelas polimiksin, penggunaan kolistin tampak tinggi (22%) pada 2020, tapi kemudian mengalami penurunan tajam pada tahun-tahun berikutnya. Pada 2022, hanya 1% dari peternakan ayam pedaging yang diidentifikasi masih menggunakan kolistin. Penurunan signifikan ini selaras dengan pelarangan penggunaan kolistin pada hewan, sebagaimana diatur dalam Surat Edaran Kementerian Pertanian No. 09160/PK.350/F/12/2019 pada 2019. Pelarangan kolistin di sektor peternakan bertujuan untuk memitigasi prevalensi gen *mcr-1* atau *mobile colistin resistance-1* pada bakteri, dan demikian menurunkan resistansinya terhadap kolistin serta menghambat transfer gen horisontal ke bakteri lain (Jansen *et al.* 2022; Danaei *et al.* 2023).

Uji sensitivitas *E. coli* terhadap kolistin menunjukkan kecenderungan penurunan yang signifikan dalam hal resistansi, dari 11% pada 2020 ke 5% (2021) dan 4% (2022). Penurunan tingkat resistansi ini diperkirakan terkait dengan pelarangan ketat dalam hal distribusi dan penggunaan kolistin di Indonesia. Kajian yang dilakukan di Cina menunjukkan bahwa pelarangan penggunaan kolistin sebagai tambahan pakan secara positif berkontribusi ke penurunan prevalensi resistansi dari plasmid, gen *E. coli* resistan kolistin (CREC), dan gen *E. coli* mcr-1-positif (MCRPEC) baik pada hewan dan manusia (Wang *et al.* 2020). Serupa dengan itu, pelarangan penggunaan kolistin sebagai *growth promotor* di Uni Eropa mendukung gagasan bahwa pengurangan terhadap tekanan selektif (faktor eksternal yang mempengaruhi kemampuan bakteri untuk bertahan terhadap sesuatu – dalam hal ini kolistin) dapat berujung pada penurunan dalam ekspresi gen resistan dan hilangnya plasmid mcr akibat konsumsi energi yang tinggi dalam proses replikasi bakteri (Jansen *et al.* 2022).

Pola Aminopenisilin

Kelas aminopenisilin, yang terdiri atas amoksisilin dan ampisilin, adalah salah satu antimikroba yang paling sering digunakan di peternakan ayam pedaging. Pola ini selaras dengan resistansi tinggi terhadap ampisilin yang diamati selama kajian.

Pola Tetrasiklin

Penggunaan kelas tetrasiklin tinggi tetapi secara konsisten menurun, mencapai hanya 11% pada peternakan ayam pedaging pada 2022. Penurunan ini terutama didorong oleh penurunan penggunaan doksisisiklin dan oksitetrasiklin. Terkait dengan hal itu, resistansi bakteri *E. coli* terhadap tetrasiklin teramat sangat tinggi dengan kecenderungan menurun dari tahun ke tahun, mengikuti pola penggunaan tetrasiklin.

Pola Trimetoprim dan Sulfonamida (TS)

Pemanfaatan trimetoprim dan sulfonamida menunjukkan fluktuasi dari tahun ke tahun, dengan penggunaan yang dilaporkan tertinggi pada 2020 (25%). Hal ini selaras dengan resistansi bakteri *E. coli* yang konsisten tinggi terhadap sulfonamida dan trimetoprim yang diamati selama beberapa tahun ini. Karena kombinasi kelas antimikroba ini sering digunakan, dapat muncul potensi ko-resistansinya dengan tetrasiklin (kelas antimikroba yang juga sering digunakan, dan merupakan kelas antimikroba yang lebih tua). Hal ini dapat menjelaskan keberadaan pola AMR yang melibatkan tetrasiklin, trimetoprim, dan sulfametoksazol.

Multidrug Resistance (MDR)

Jumlah bahan aktif antibiotik yang digunakan di tingkat peternakan bervariasi dari 0 sampai 4 bahan aktif baik pada Kajian 2 maupun Kajian 3, sementara Kajian 1, yang terdiri atas berbagai siklus *flock*, mencapai sampai 9 bahan aktif. Keberagaman produk antibiotik yang digunakan menurun seiring waktu, dengan Kajian 1 mencakup 47 produk antibiotik hewan; Kajian 2 mencakup 45 produk; dan Kajian 3 mencakup 23 produk.

Pajanan berulang terhadap antibiotik selama masa pertumbuhan atau pemberian antibiotik setelahnya dalam siklus *flock* yang sama dapat berujung pada kemunculan isolat bakteri dengan karakteristik resistan terhadap beragam obat (MDR). Faktor-faktor seperti disinfeksi yang tidak memadai dapat berkontribusi kepada persistensi MDR di lingkungan ternak. Meskipun terdapat penurunan dalam hal keberagaman produk antibiotik yang digunakan, tingkat MDR tetap tinggi, melampaui 80%. Pemanfaatan kombinasi produk antibiotik yang tidak umum (misalnya enrofloksasin-trimetoprim-sulfadiazin dan siprofloksasin-tilosin) dapat berperan dalam membentuk fenotipe resistansi karena melibatkan banyak antibiotik. Ada keterbatasan informasi mengenai kesesuaian bahan antibiotik campuran, sehingga membawa potensi risiko keamanan pangan akibat

residu antibiotik pada daging ayam, khususnya jika mempertimbangkan ketiadaan masa tunda untuk penggunaan kombinasi tersebut.

Tantangan dan Mitigasi

Surveilans AMU

Surveilans AMU tetap terfokus pada ayam pedaging komersial karena daging ayam merupakan sumber utama protein hewani untuk masyarakat Indonesia. Selama masa implementasi kegiatan surveilans, tantangan signifikan dalam pengumpulan data adalah kesulitan dalam mendapatkan data yang menyeluruh serta akurat, khususnya dalam hal riwayat penggunaan antibiotik. Permasalahan ini memerlukan penelitian lebih lanjut untuk memahami mengapa peternak tidak memiliki catatan terperinci tentang penggunaan antibiotik atau pengobatan lainnya. Hal ini berujung pada data survei yang tidak lengkap, ketiadaan perincian penting seperti jumlah ayam berisiko, total hari pemeliharaan, rata-rata bobot selama pengobatan, dan rata-rata konsumsi pakan atau air per ayam. Pengumpulan informasi ini secara akurat dari setiap peternakan yang disurvei akan memungkinkan estimasi yang lebih akurat terkait penggunaan antimikroba total pada ayam dengan dasar perhitungan hewan-tahun.

Selain itu, pada setiap survei penggunaan antimikroba pada periode 2020 sampai 2022, parameter data terkait dengan faktor risiko diambil secara berulang setiap tahunnya. Pengumpulan data untuk parameter faktor risiko ini dianggap memakan waktu, dan karena tidak ada perubahan signifikan yang teramati dari tahun ke tahun, direkomendasikan untuk mempertimbangkan ulang pelaksanaan pengumpulan data parameter analisis risiko secara tahunan. Dengan demikian, pengumpulan data untuk survei tahunan dapat dirampingkan untuk berfokus terutama pada informasi yang terkait dengan penggunaan antimikroba secara kuantitatif.

Pada survei AMU, unit data yang digunakan adalah pada tingkat peternakan. Pemilihan peternakan dalam provinsi yang disurvei didasarkan pada faktor kemudahan, ketimbang pada kerangka pengambilan sampel yang diperhitungkan yang memerlukan basis data aktual terkait perincian peternakan terdaftar. Kesulitan memperoleh kerangka pengambilan sampel di peternakan di Indonesia berasal dari ketiadaan sistem registrasi untuk peternakan ayam pedaging komersial. Pembuatan sistem registrasi peternakan akan secara signifikan meningkatkan berbagai kegiatan pelayanan kesehatan hewan, budi daya ternak, dan upaya pengendalian penyakit di Indonesia. Khususnya, dalam konteks survei AMU, pembuatan sistem registrasi peternakan bisa jadi mendorong kewajiban pengiriman laporan tahunan terkait penggunaan antimikroba di setiap peternakan terdaftar. Peternak dapat membantu pelaporan ini melalui suatu aplikasi yang khusus dikembangkan untuk tujuan tersebut.

Pendekatan seperti ini akan memungkinkan penggambaran yang lebih terperinci, menyeluruh, dan akurat dari penggunaan antimikroba, yang dapat membantu pengumpulan data AMU tidak saja dari peternakan ayam pedaging, melainkan juga dari jenis hewan lainnya termasuk sapi, babi, ayam petelur, dan lebih banyak lagi. Pendekatan yang lebih luas ini akan berkontribusi pada pemahaman yang lebih menyeluruh terkait penggunaan antimikroba di berbagai sektor peternakan.

Surveilans AMR

Selama lima tahun surveilans AMR, satu tantangan yang terus dijumpai adalah bagaimana memperoleh informasi terkait lokasi dan asal spesifik peternakan ayam yang sampel sekumnya telah diambil. Selain itu, variabel data penting seperti tanggal pengambilan sampel dan nama rumah potong unggas juga tidak dicatat secara akurat. Hambatan ini menimbulkan kesulitan dalam menentukan korelasi antara temuan AMR dan faktor risiko yang berpotensi berkontribusi kepada temuan tersebut. Penanganan masalah ini sangatlah penting untuk memperkuat efektivitas surveilans AMR dan memahami dasar penyebab AMR.

Implementasi suatu sistem registrasi peternakan akan secara efektif menangani tantangan tersebut. Dengan adanya sistem seperti itu, pengambilan sampel untuk AST dapat dilakukan selaras dengan AMU pada peternakan yang sama. Memastikan konsistensi dan keselarasan antara peternakan yang diambil sampelnya untuk survei AMU dan AMR memberikan banyak kelebihan dan peluang untuk memperoleh wawasan yang lebih jelas terkait korelasi antara AMU dan AMR di tingkat peternakan. Pendekatan terpadu ini meningkatkan akurasi dan relevansi upaya surveilans dalam memahami dan mengatasi resistansi antimikroba di peternakan.

Antimicrobial Consumption - Konsumsi Antimikroba (AMC)

Selain itu, terdapat informasi yang terbatas terkait penjualan dan distribusi antimikroba di Indonesia. Data yang paling presisi terkait dengan impor obat-obatan atau bahan mentah antimikroba per perusahaan farmasi di Indonesia, sesuai dengan izin impor yang dikeluarkan oleh Direktorat Kesehatan Hewan. Akan tetapi, tidak dapat diperoleh perincian terkait penjualan dan distribusi dari obat-obatan jadi, serta bahan mentah antimikroba secara efektif dan akurat.

Satu strategi yang sering dibahas untuk mengatasi permasalahan ini adalah pengembangan suatu sistem pelaporan penjualan dan distribusi antimikroba. Hal ini akan melibatkan persyaratan rutin bagi perusahaan obat untuk melaporkan penjualan dan distribusi antimikrobanya dalam sistem pelaporan tersebut. Pelaksanaan sistem seperti ini akan meningkatkan transparansi dan membantu terlaksananya pemantauan dan pemahaman yang lebih baik terkait pola penggunaan antimikroba di dalam negeri.

Informasi akurat tentang penjualan dan distribusi antimikroba dari perusahaan obat, dikombinasikan dengan data AMU pada ternak serta temuan AMR, akan secara signifikan memperkuat langkah-langkah pengendalian antimikroba. Pendekatan menyeluruh ini tidak saja akan memberikan manfaat bagi sektor peternakan, tetapi juga memainkan peran penting dalam mencegah kasus resistansi pada manusia. Hal ini akan memberikan wawasan yang berharga untuk menyusun strategi dalam mengelola serta memitigasi resistansi antimikroba, mendorong penggunaannya secara bertanggungjawab pada kesehatan manusia dan hewan.

Kemungkinan Hubungan antara Hasil AMR dan AMU

1. Pelarangan penggunaan kolistin, sebagaimana diatur dalam Surat Edaran Kementerian Pertanian No. 09160/PK.350/F/12/2019, telah secara signifikan menurunkan penggunaan antimikroba kolistin pada peternakan ayam pedaging serta prevalensi resistansi kolistin pada bakteri *E. coli*.
2. Prevalensi yang meningkat dalam hal resistansi bakteri terhadap ampisilin selaras dengan meluasnya penggunaan antimikroba dalam kelas aminopenisilin, khususnya amoksisilin dan ampisilin, pada peternakan ayam pedaging.
3. Prevalensi resistansi bakteri yang meningkat terhadap kelas kuinolon/fluorokuinolon bisa jadi terkait dengan banyaknya penggunaan enrofloksasin dan siprofloksasin pada peternakan ayam pedaging, khususnya karena adanya resistansi silang antara enrofloksasin dan siprofloksasin.
4. Peningkatan prevalensi resistansi bakteri terhadap tetrasiklin bisa jadi juga berhubungan dengan tingginya penggunaan antimikroba dalam kelas tetrasiklin, khususnya doksisisiklin dan oksitetrasiklin, pada peternakan ayam pedaging.
5. Peningkatan prevalensi resistansi bakteri terhadap trimetoprim dan sulfametoksazol selaras dengan tingginya penggunaan antimikroba dalam kelas ini pada peternakan ayam pedaging.

Rekomendasi

Rekomendasi untuk upaya pengendalian di masa depan mencakup:

1. Belajar dari keberhasilan penurunan penggunaan kolistin melalui pelarangan penggunaannya, yang juga berdampak pada penurunan resistansi bakteri terhadap kolistin (berdasarkan temuan dalam surveilans ini), disarankan untuk membatasi penggunaan kelas antimikroba kuinolon atau siprofloksasin pada hewan, mengingat tingginya resistansi bakteri terhadap siprofloksasin.
2. Penerapan peraturan perundang-undangan untuk kombinasi antibiotik di lapangan, karena penggunaan kombinasi antibiotik yang tidak tepat dapat berkontribusi pada kejadian resistansi. Hal ini akan membantu mendorong penggunaan kombinasi antibiotik secara rasional, yang merupakan rencana aksi penting.
3. Telaah rancangan surveilans untuk penggunaan antimikroba dan resistansi antimikroba pada ternak dengan menetapkan suatu sistem registrasi hewan, yang memungkinkan keterlibatan aktif dan rutin para peternak dalam surveilans tersebut.
4. Membentuk suatu sistem pelaporan untuk penjualan dan distribusi antimikroba bagi importir, produsen, dan wirausahawan obat hewan untuk meningkatkan pemahaman terkait konsumsi antimikroba di Indonesia dan mendorong akuntabilitas AMU.
5. Memastikan adanya pengumpulan variabel data utama secara benar dalam surveilans penggunaan antimikroba dan surveilans resistansi antimikroba, guna memberikan gambaran yang terperinci dan menyeluruh terkait situasi penggunaan dan resistansi antimikroba.
6. Menetapkan suatu sistem surveilans nasional untuk hewan lainnya seperti sapi, babi, dan produk hewan seperti susu dan telur, yang merupakan sumber konsumsi utama bagi masyarakat Indonesia.
7. Selain itu, perlu dilakukan standarisasi dan penguatan kapasitas laboratorium terhadap metodologi pengujian yang mendukung pelaksanaan surveilans pada balai-balai yang terlibat. Termasuk dalam melakukan pengujian lanjutan seperti *Whole Genome Sequencing* (WGS) agar menghasilkan kajian yang lebih menyeluruh serta mendalam. Sehingga akan memberikan masukan untuk berbagai perkembangan pada sistem yang telah diterapkan dan mengidentifikasi proses-proses yang belum optimal. Hal ini pada akhirnya akan mendukung optimalisasi surveilans resistansi antimikroba (AMR) di Indonesia.

Referensi

- Danaei B, Sarmastzadeh T, Khalili F, Yazarlou F, Centis R, D'Ambrosio L, Sotgiu G, Migliori GB, Nasiri MJ (2023) The battle against colistin-resistant *E. coli* and the need for a one health approach. *New Microbes New Infect.* 14: 54
- DGLAHS (2022) Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan. Ramadhany A, Ermansyah L. Jakarta (ID): Kementerian Pertanian Republik Indonesia
- Efendi R, Sudarnika E, Wibawan IW T, Purnawarman T (2022) An assessment of knowledge and attitude toward antibiotic misuse by small-scale broiler farmers in Bogor, West Java, Indonesia, *Veterinary World.* 15(3): 707-713
- Gibbs E, Gibbs J (2020) Effects of prolonged azithromycin therapy on bacterial resistance to functionally analogous antibiotics. *J Emerging Investigators* 3: 1
- Habiba U, Khan A, Mmbaga EJ, Green IR, Asaduzzaman M (2023) Use of antibiotics in poultry and poultry farmers- a cross-sectional survei in Pakistan. *Front. Public Health* 11:1154668
- Huang A, Wang S, Guo J, Gu Y, Li J, Huang L, Wang X, Tao Y, Liu Z, Yuan Z, Hao H (2021) Prudent use of tylosin for treatment of *Mycoplasma gallisepticum* based on its clinical breakpoint and lung microbiota shift. *Front. Microbiol.* 12: 712473
- Jansen W, van Hout J, Wiegel J, Iatridou D, Chantziaras I, De Briyne N (2022) Colistin use in European livestock veterinary field data on trends and perspectives for further reduction. *Vet. Sci.* 9: 650.
- Munanura EI, Ntale M, Wasswa J, Kaggwa B (2023) Assessment of enrofloxacin usage and residue levels of enrofloxacin-ciprofloxacin in breast and liver tissues of commercial broilers sold in Kampala-Uganda, *Infection and Drug Resistance.* 16: 7629-7639
- Potrykus J, Wegrzyn G (2001) Chloramphenicol-sensitive *Escherichia coli* strain expressing the chloramphenicol acetyltransferase (*cat*) gene. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy.* p 3601-3612
- Schulz J, Kemper N, Hartung J *et al.* (2019) Analysis of fluoroquinolones in dusts from intensive livestock farming and the co-occurrence of fluoroquinolone-resistant *Escherichia coli*. *Sci Rep* 9: 5117.
- Surbakti BGA (2017) Manajemen pemeliharaan ayam broiler fase strater di CV Berkah Putra Chicken Desa Tonjong Kecamatan Tajur Halang Kabupaten Bogor Jawa Barat. Semarang: Universitas Dipenogoro
- Wang Y *et al* (2020) Changes in colistin resistance and *mcr-1* abundance in *Escherichia coli* of animal and human origins following the ban of colistin-positive additives in China an epidemiological comparative study. *Lancet. Infect. Dis.*
- WHO (2019) Critically Important Antimicrobials for Human Medicine, 6th Revision. Geneva: World Health Organization.

Lampiran

Lampiran 1: Daftar bahan aktif antimikroba yang digunakan (disusun secara alfabetis)

Kajian 1

Peternakan yang berpartisipasi*	Tahun
	2020
	418
Antimikroba	
Amoksisilin	37%
Ampisillin	3%
Siprofloksasin	8%
Kolistin	22%
Doksisiklin	8%
Enrofloksasin	38%
Eritromisin	8%
Flumequin	4%
Fosfomisin	1%
Gentamisin	2%
Levofloksasin	0,2%
Linkomisin	1%
Neomisin	4%
Norfloksasin	1%
Oksitetrasiklin	7%
Spektinomisin	1%
Streptomisin	0,5%
Sulfadiazin	14%
Sulfakloropiridazin	4%
Sulfadimetoksin	0,5%
Sulfametoksazol	0,5%
Sulfamonometoksin	1%
Sulfakuinoksalin	4%
Tetrasiklin	1%
Tilmikosin	0,2%
Trimetoprim	17%
Tilosin	8%

*Pengidentifikasi unik untuk setiap peternakan dalam set data

Kajian 2

Peternakan yang berpartisipasi	2021 1.066
Antimikroba	
Amoksisilin	24%
Ampisillin	1%
Avilamisin	1%
Basitrasin	0,4%
Asam Klavulanat	0,1%
Siprofloksasin	6%
Kolistin	2%
Doksisiklin	5%
Enrofloksasin	19%
Eritromisin	5%
Fosfomisin	1%
Gentamisin	0,4%
Josamisin	0,1%
Levofloksasin	1%
Linkomisin	4%
Neomisin	2%
Norfloksasin	1%
Oxfloksasin	0,1%
Oksitetrasiklin	11%
Spektinomisin	2%
Spiramisin	0,1%
Sulfadiazin	4%
Sulfakloropiridazin	0,3%
Sulfamonometoksin	0,1%
Sulfakuinoksalin	0,2%
Tetrasiklin	2%
Tilmikosin	0,4%
Trimetoprim	5%
Tilosin	6%
Virginiamisin	2%
Tidak terpajan pada antimikroba yang penting secara medis*	14%

*tidak ada laporan penggunaan antimikroba yang penting secara medis

Kajian 3

Tahun Peternakan yang berpartisipasi	2022 391
Antimikroba	
Amoksisilin	20%
Kolistin	1%
Siprofloksasin	5%
Doksisiklin	%
Enrofloksasin	23%
Eritromisin	7%
Fosfomisin	0,3%
Linkomisin	6%
Neomisin	3%
Norfloksasin	2%
Oxfloksasin	0,3%
Oksitetrasiklin	3,8%
Spektinomisin	5,6%
Sulfadiazin	1%
Sulfakloropiridazin	0,3%
Sulfadimetoksin	7%
Sulfakuinoksalin	0,3%
Tetrasiklin	1%
Trimetoprim	16%
Tilosin	5%

Lampiran 2: Bahan aktif antimikroba yang terkandung dalam produk (secara alfabetis)

Kajian 1

	Tahun
	2020
Peternakan yang berpartisipasi	418
Bahan aktif antimikroba dalam produk	
Amoksisilin	18%
Amoksisilin kolistin	19%
Amoksisilin neomisin	0,2%
Ampisillin	0,2%
Ampisilin kolistin	2%
Ampisilin neomisin	1%
Siprofloksasin	3%
Siprofloksasin tilosin	5%
Kolistin	1%
Kolistin tilosin	0,5%
Doksisiklin	2%
Doksisilin eritromisin	5%
Doksisilin neomisin	1%
Enrofloksasin	36%
Enrofloksasin trimetoprim sulfadiazin	1%
Enrofloksasin tilosin	0,2%
Eritromisin	2%
Eritromisin sulfadimetoksin	0,5%
Eritromisin kolistin	0,7%
Eritromisin sulfadiazin	0,5%
Flumekuin	4%
Fosfomisin	0,5%
Fosfomisin tilosin	0,5%
Gentamisin	2%
Gentamisin doksisiklin	0,2%
Levofloksasin	0,2%
Linkomisin spektinomisin	1%
Neomisin	0,2%
Norfloksasin	1%
Norfloksasin tilosin	0,2%
Oksitetrasiklin	3%
Oksitetrasiklin amprolium*	2%
Oksitetrasiklin neomisin	2%
Streptomisin	0,5%
Sulfadiazin	1%
Sulfamonometoksin	1%
Sulfamonometoksin pirimetamin*	0,5%
Sulfakuinoksalin	2%
Sulfakuinoksalin diaveridin*	1%
Sulfakuinoksalin pirimetamin*	0,5%
Tetrasiklin	1%
Tilmikosin	0,2%
Trimetoprim	0,2%
Trimetoprim sulfakloropiridazin	4%
Trimetoprim sulfadiazin	11%
Trimetoprim sulfametoksazol	0,5%
Tilosin	2%

*Antimikroba kedua dalam rangkaian untuk produk kombinasi tidaklah penting secara medis

Kajian 2

Tahun Peternakan yang berpartisipasi	2021 1066
Bahan aktif antimikroba dalam produk	
Amoksisilin	23%
Amoksisilin kolistin	1%
Amoksisilin enrofloksasin	0,2%
Amoksisilin eritromisin	0,1%
Amoksisilin neomisin	0,3%
Amoksisilin trimetoprim	0,3%
Ampisillin	0,4%
Ampisilin kolistin	0,2%
Ampisilin neomisin	0,2%
Avilamisin	1%
Sefadroksil	0,1%
Basitrasin	0,4%
Siprofloksasin	2%
Siprofloksasin tilosin	4%
Kolistin	0,2%
Doksisiklin	2%
Doksisilin eritromisin	3%
Doksisilin neomisin	0%
Enrofloksasin	18%
Enrofloksasin trimetoprim	0,1%
Enrofloksasin trimetoprim sulfadiazin	0,5%
Eritromisin	0,5%
Eritromisin tetrasiklin	2%
Fosfomisin	1%
Fosfomisin tilosin	0,4%
Gentamisin	0,4%
Levofloksasin	1%
Linkomisin	2%
Linkomisin spektinomisin	2%
Neomisin	0%
Norfloksasin	1%
Norfloksasin tilosin	1%
Ofloksasin	0,1%
Oksitetrasiklin	7%
Oksitetrasiklin neomisin	4%
Oksitetrasiklin amprolium*	1%
Spiramisin	0,1%
Sulfadiazin	0,1%
Sulfakuinoksalin	0,2%
Tilmikosin	0,4%
Trimetoprim josamisin	0,1%
Trimetoprim sulfadiazin	4%
Tilosin	0,2%
Virginiamisin	2%
Antimikroba yang tidak penting secara medis	14%

*Antimikroba kedua dalam rangkaian untuk produk kombinasi tidaklah penting secara medis

Kajian 3

Tahun Peternakan yang berpartisipasi	2022 391
Bahan aktif antimikroba dalam produk	
Amoksisilin	17%
Amoksisilin kolistin	1%
Amoksisilin neomisin	3%
Siprofloksasin	1%
Siprofloksasin tilosin	4%
Doksisiklin	2%
Doksisilin eritromisin	6%
Enrofloksasin	18%
Enrofloksasin trimetoprim	8%
Eritromisin sulfadimetoksin	0,3%
Eritromisin tetrasiklin	1%
Fosfomisin tilosin	0,3%
Linkomisin spektinomisin	6%
Norfloksasin	0%
Norfloksasin tilosin	1%
Ofloksasin	0,3%
Oksitetrasiklin	4%
Oksitetrasiklin neomisin	1%
Sulfakuinoksalin diaveridin*	0,3%
Trimetoprim	0,3%
Trimetoprim sulfakloropiridazin	0,3%
Trimetoprim sulfadiazin	7%
Tilosin	0,3%

*Antimikroba kedua dalam rangkaian untuk produk kombinasi tidaklah penting secara medis



**Program Surveilans Nasional Penggunaan
Antimikroba dan Resistansi Antimikroba
pada Hewan Darat di Indonesia**

Temuan 2020-2022

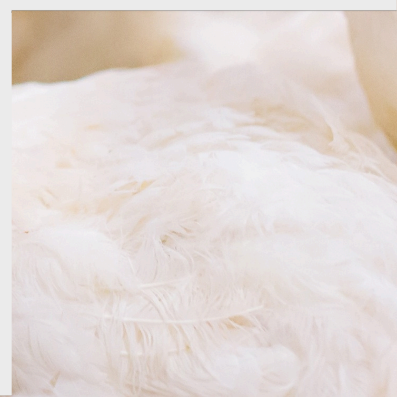
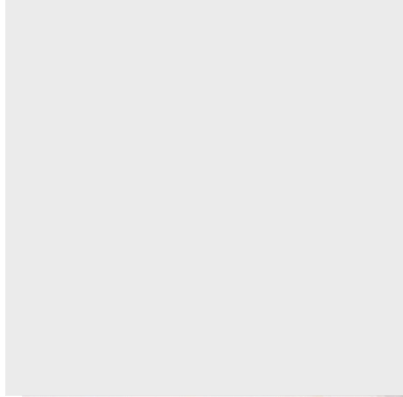
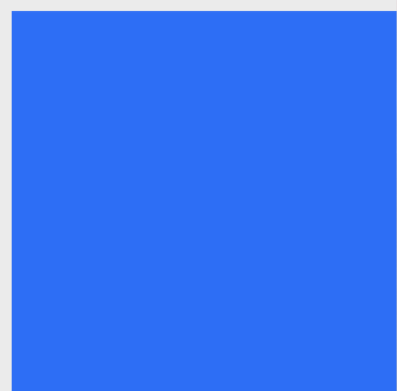
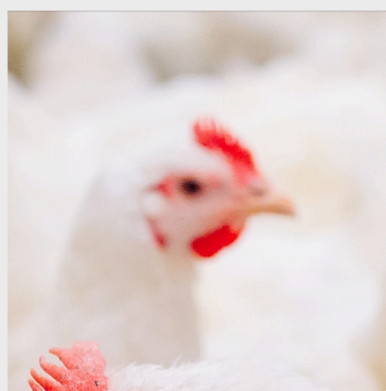
Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan
Kementerian Pertanian, Republik Indonesia



National Antimicrobial Use and Antimicrobial Resistance Surveillance Program in Terrestrial Animals in Indonesia

Directorate General of Livestock and Animal Health Services
Ministry of Agriculture, Republic of Indonesia

2020–2022 Findings





National Antimicrobial Use and Antimicrobial Resistance Surveillance Program in Terrestrial Animals in Indonesia

2020–2022 Findings

Directorate General of Livestock and Animal Health Services
Ministry of Agriculture, Republic of Indonesia

To obtain additional information, please contact:

Directorate General of Livestock and Animal Health Service

Jl. Harsono RM No. 3 C Building, 6–9th Floor, South Jakarta, 12550

E-mail: ditjen.pkh@pertanian.go.id

Contributors

Directorate General of Livestock and Animal Health Services Ministry of Agriculture, Indonesia

Dr. Ir. Nasrullah, M.Sc

Directorate of Animal Health

Dr. Drh. Nuryani Zainuddin, M.Si

Animal Drug Monitoring

Drh. Ni Made Ria Isriyanthi, Ph.D

Drh. Liys Desmayanti

Drh. Muhammad Fauzi M.I

Directorate of Veterinary Public Health

Drh. Syamsul Ma'arif, M.Si

Animal Product Safety Monitoring

Drh. Imron Suandy, M.VPH

Drh. Nuraini Triwijayanti

Drh. Aji Barbora

Disease Investigation Center Wates

Disease Investigation Center Denpasar

Disease Investigation Center Maros

Disease Investigation Center Medan

Disease Investigation Center Bukittinggi

Disease Investigation Center Lampung

Disease Investigation Center Banjarbaru

Disease Investigation Center Subang

AMR Surveillance Laboratory

National Veterinary Product Assay Laboratory (BPMSPH)

National Laboratory of AMR for Animal Health



The Fleming Fund Country Grant to Indonesia

Prof. Jaap Wagenaar (Utrecht University)

Thomas R.D. Weaver, PhD

Drh. Albertus T. Muljono, M.Sc (Prevalensi Nusantara)

Drh. Dealita Munichasari (Prevalensi Nusantara)

Drh. Chandraone Putra Kefi Amtiran (Prevalensi Nusantara)

Rani Elsanti (Language Advisor)



Food and Agriculture
Organization of the
United Nations

FAO ECTAD Indonesia

Drh. Luuk Schoonman, Ph.D

Drh. Farida Camallia Zenal, M.Sc

Drh. Gunawan Budi Utomo

Drh. Erianto Nugroho

Ady Harja Sukarno, SE

Rallya Telussa, B.Sc., MSPH

National Antimicrobial Use and Antimicrobial Resistance Surveillance Program in Terrestrial Animals in Indonesia

First Edition, 2024

This book is a collaborative effort produced by the Subdirectorates Animal Drug Monitoring of Directorate of Animal Health, Subdirectorates Animal Product Safety Monitoring of Directorate of Veterinary Public Health, Directorate General of Livestock and Animal Health Services, Ministry of Agriculture, the Fleming Fund Country Grant to Indonesia (FFCGI), and Food and Agriculture Organization Emergency Centre for Transboundary Animal Diseases (FAO ECTAD) Indonesia.

The photographs featured on the book cover are the property of Ministry of Agriculture and FFCGI.

Design and layout : Natasha Mayandra

Acknowledgements

The National Antimicrobial Use and Antimicrobial Resistance Surveillance Programme in Terrestrial Animals in Indonesia can be carried out well with the support of various parties.

We would like to thank the Fleming Fund Country Grant to Indonesia (FFCGI) team who have contributed technically and financially in the preparation and implementation of surveillance, report development, and publication of this report. Together with consultants whose expertise has provided important guidance in the professional delivery of this report. Funding for this publication was kindly provided by the Fleming Fund of the United Kingdom Department of Health and Social Care using UK Aid.

We would also like to thank the Food and Agriculture Organization Emergency Centre for Transboundary Animal Diseases (FAO ECTAD) Indonesia team who assisted in implementing the pilot surveillance programme in 2018-2019. Together with the appointed consultant, Prof. Jaap Wagenaar has provided various valuable inputs in the implementation of this surveillance programme.

Thank you to all the teams involved, both at the central and regional levels, as well as to all those who have provided data, information, and support at every stage of this programme. This report is the result of a lot of hard work and we look forward to being a cornerstone in the efforts to control antimicrobial resistance in Indonesia for the good health of animals and society.

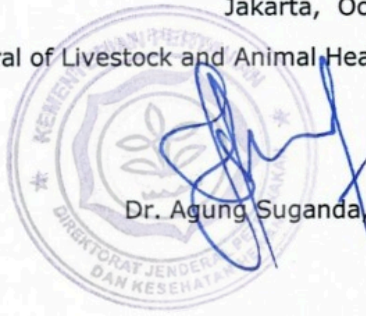
Preface

The National Antimicrobial Use and Resistance Surveillance Programme in Terrestrial Animals in Indonesia is an important step in the national effort to control antimicrobial resistance, which is becoming a global threat. Surveillance involves collecting, analysing, and interpreting data on antimicrobial use (AMU) and antimicrobial resistance (AMR) findings in Indonesia with a focus on the most consumed food animal species.

We recognise that the challenges in implementing and developing surveillance capacity to control antimicrobial resistance are complicated and require cross-sector collaboration. Therefore, this report also reflects the synergy between various parties, including government, development partners, academics, practitioners, and the entire community. This collaboration is realised in a collaborative effort to monitor antimicrobial use and map antimicrobial resistance in terrestrial animals in Indonesia.

This report aims to provide an overview of AMU and AMR findings in broiler chickens in Indonesia from 2020-2022. It is expected that this report is a start and will be developed over time, adding new commodities and surveillance data components. Thus, these data will contribute to the integrated surveillance of AMU-AMR. Data and findings summarised in this report are intended to provide a basis for more effective and targeted policy making in managing the use of antimicrobials in animals in Indonesia. Hopefully this report can provide the most benefit for animal and public health in Indonesia.

Jakarta, October 2024
Director General of Livestock and Animal Health Services



Dr. Agung Suganda, DVM, M.Si

Contents

Acknowledgements	4
Preface	5
Executive Summary	7
Abbreviations.....	9
Table of Figures	10
Introduction.....	12
Indonesian National AMR-AMU Surveillance Activities	12
AMU Surveillance Design	12
AMR Surveillance Design	14
Antimicrobial Use Surveillance Findings	17
Dataset Description	17
Antimicrobial Percentages of Use, 2020–2022	18
Antimicrobial Resistance Surveillance Findings.....	25
How to Read Findings	25
<i>E. coli</i> Resistance Findings (n = 3,419)	25
<i>Salmonella</i> Resistance Profile (n = 82)	39
Discussion	43
Antimicrobial Classes	43
Multidrug Resistance (MDR).....	47
Challenges Encountered and Mitigations	47
Probable Connection of AMR and AMU Result	48
Recommendations	49
References	50
Annexes.....	51

Executive Summary

Surveillance is one of the priorities indicated in Indonesia's National Action Plan on Antimicrobial Resistance (NAP AMR). The objectives of the surveillance of antimicrobial use (AMU) and antimicrobial resistance (AMR) in animals in Indonesia are to: (1) Monitor antimicrobial resistance in select indicator and foodborne bacteria from food animals in Indonesia, and (2) Obtain data to inform antimicrobial stewardship.

Between 2020 and 2022, Indonesia collected caecal samples from healthy slaughtered commercial broiler chickens at slaughter plants across eight provinces. Samples were processed in the designated animal laboratories (n = 8) in close proximity to the location where animals were raised or slaughtered. A total of 3,482 *Escherichia coli* and 82 *Salmonella* isolates were recovered from the broiler chicken samples during the surveillance timeframe and tested for susceptibility to a panel of 14 antimicrobials.

Resistance to World Health Organization's Highest Priority Critically Important Antimicrobials (WHO's HPCIA's) at the time of writing¹, including 3rd generation cephalosporins, fluoroquinolones, macrolides and polymyxins were detected in both *E. coli* and *Salmonella*. Resistance to fluoroquinolones was the highest resistance observed in the WHO's HPCIA antimicrobial classes in both organisms. Among other medically important antimicrobials, resistance to ampicillin, tetracycline, sulfamethoxazole, and trimethoprim was detected from very high to extremely high levels.

This report describes temporal trends in resistance to the 14 antimicrobials included in the panel, between 2020 and 2022 in both *E. coli* and *Salmonella* spp. recovered from broiler chickens in Indonesia. However, for *Salmonella*, data were combined due to low number of isolates tested.

¹ WHO 2016. Critically Important Antimicrobials for Human Medicine 6th Edition.
<https://www.who.int/groups/advisory-group-on-the-who-list-of-critically-important-antimicrobials>

Key Findings

Antimicrobial Resistance of *E. coli* (n = 3,419)

- High-level cefotaxime resistance was observed during the surveillance timeframe where a significant increase was noted between 2020 (21%) and 2021 (30%).
- Low (8%) to moderate (12%) levels of ceftazidime resistance were observed.
- Initially, moderate level (11%) colistin resistance was noted in 2020. This level significantly dropped to 5% and 4% in 2021 and 2022, respectively.
- High-level (49%) ciprofloxacin resistance was observed in 2020 and a nonsignificant increase was noted in 2021 (61%) and 2022 (59%).
- At the individual laboratory/province level, fluctuations in resistance over time were observed, however, there were years with no samples/isolates tested that may have played a role in the percentage of resistance estimates.
- Combining all years (2020–2022), most of the isolates ($\geq 93\%$) exhibited resistance to at least 1 antimicrobial class. Diverse resistance phenotypes with 498 distinct resistance phenotypic patterns were observed during the surveillance timeframe. Confirmatory testing of the AMR results in multidrug resistance isolates is underway.

Antimicrobial Resistance of *Salmonella* spp. (n = 82)

- Moderate level cefotaxime (13%) and ceftazidime (15%) resistances were detected.
- High-level colistin (48%) resistance was noted.
- Very high-level ciprofloxacin (57%) resistance was observed.
- Most of the isolates (95%) exhibited resistance to at least one antimicrobial class.

Antimicrobial Use

- The diversity of antimicrobial classes, number of active ingredients, and unique product types decreased over time.
- Aminopenicillins, quinolones, polymyxins, trimethoprim, and sulfonamides, and macrolides were the antimicrobial classes frequently used in broiler chickens in Indonesia.
- There was a significant decrease in reported use of colistin from 22% in 2020 to 1% in 2022. The stringent ban on colistin in Indonesia enacted in 2019 was effective in farm-level colistin use reduction from more than half of the farmers reporting use to apparently negligible levels by 2022.
- There was a reported decrease in quinolone use (combining all active ingredients) from 51% in 2020 to 28% in 2021 and 2022.

At the time of writing, thorough re-examination of the AMR datasets and selection of isolates with multidrug resistance patterns, particularly those with colistin resistance in the panel were identified for retesting. External support was sought for the phenotypic retesting of isolates possibly complemented by Whole Genome Sequencing as suggested by experts for in-depth observation of the mechanism of resistance, phylogenetic relationships, likely routes of transmission and spread within and between populations and the environments, and to confirm the AMR phenotypic patterns reported by the laboratories. These efforts are aligned with the objectives of the Fleming Fund Country Grant phase II and can be taken forward in 2024 and 2025.

Abbreviations

AMC	Antimicrobial Consumption
AMU	Antimicrobial Use
AMR	Antimicrobial Resistance
AST	Antimicrobial Susceptibility Testing
BPMSPH	Animal Product Quality Testing and Certification Centre
CBP	Clinical Breakpoint
CLSI	Clinical & Laboratory Standards Institute
DAH	Directorate of Animal Health
DGLAHS	Directorate General of Livestock and Animal Health Services
DIC	Disease Investigation Centre
ECDC	European Centre for Disease Prevention and Control
ECOFF	Epidemiological Cut-off
EFSA	European Food Safety Authority
FAO	Food and Agriculture Organization
FFCGI	Fleming Fund Country Grant to Indonesia
HPCIA	High Priority Critically Important Antimicrobial
MDR	Multidrug Resistance
MIC	Minimal Inhibitory Concentration
NWT	Non-Wild Type
RIS	Resistant, Intermediate, Susceptible
RPU	Poultry Slaughterhouse
WHO	World Health Organization
WOAH	World Organisation of Animal Health
WT	Wild Type

Table of Figures

Figure 1 Antimicrobials used in commercial broiler chicken farms by antimicrobial class and WHO categorisation, 2020–2022	18
Figure 2 Percentage of unique farm identified using Macrolides in each study, 2020–2022	19
Figure 3 Percentage of unique farm identified using Polymyxins in each study, 2020–2022	20
Figure 4 Percentage of unique farm identified using Quinolones in each study, 2020–2022	20
Figure 5 Percentage of unique farm identified using Aminoglycosides in each study, 2020–2022 ..	21
Figure 6 Percentage of unique farm identified using Aminopenicillins in each study, 2020–2022 ..	22
Figure 7 Percentage of unique farm identified using Lincosamides in each study, 2020–2022	22
Figure 8 Percentage of unique farm identified using Tetracyclines in each study, 2020–2022	23
Figure 9 Percentage of unique farm identified using Trimethoprim and Sulfonamides in each study, 2020–2022	23
Figure 10 Percentage of unique farm identified using Aminocyclitols in each study, 2020–2022 ...	24
Figure 11 Percentage of resistance to gentamicin in each study, 2020–2022	26
Figure 12 Percentage of resistance to ampicillin in each study, 2020–2022	27
Figure 13 Percentage of resistance to meropenem in each study, 2020–2022	27
Figure 14 Percentage of resistance to cefotaxime in each study, 2020–2022	28
Figure 15 Percentage of resistance to ceftazidime in each study, 2020–2022	28
Figure 16 Percentage of resistance to ciprofloxacin in each study, 2020–2022	29
Figure 17 Percentage of resistance to nalidixic acid in each study, 2020–2022	29
Figure 18 Percentage of resistance to azithromycin in each study, 2020–2022	30
Figure 19 Percentage of resistance to chloramphenicol in each study, 2020–2022	30
Figure 20 Percentage of resistance to colistin in each study, 2020–2022	31
Figure 21 Percentage of resistance to tetracycline in each study, 2020–2022	31
Figure 22 Percentage of resistance to tigecycline in each study, 2020–2022	32
Figure 23 Percentage of resistance to sulfamethoxazole in each study, 2020–2022	32
Figure 24 Percentage of resistance to trimethoprim in each study, 2020–2022	33
Figure 25 Percentage distribution of resistance patterns to a number of antimicrobial classes, 2020–2022	34
Figure 26 Detailed distribution of the number of antimicrobials in multiclass resistance patterns in <i>E. coli</i> from broiler chickens	35
Figure 27 Distribution of the number of antimicrobials in <i>E. coli</i> resistance patterns from broiler chickens, 2020–2022 (n = 3,419 isolates)	36
Figure 28 Percentage of resistance to antimicrobials in <i>Salmonella</i> spp. from broiler chickens, overall (2020–2022)	39
Figure 29 Detailed distribution of the number of antimicrobials in the resistance pattern of <i>Salmonella</i> from broiler chickens, overall (2020–2022, n = 82 isolates)	41
Figure 30 Integrated analysis of fluoroquinolone usage at the farm level and ciprofloxacin resistance in healthy chicken carcasses in Indonesia spanning 2020–2022 (n = total number of surveyed farms or <i>E. coli</i> isolates tested; CIP = ciprofloxacin)	44
Figure 31 Distribution of minimum inhibitory concentrations (MIC) of ciprofloxacin on <i>E. coli</i> from broiler chickens in Indonesia, 2020–2022	45

Table of Tables

Table 1 Clinical Break Point (CBP) and Epidemiology Cut-Offs (ECOFFs)	16
Table 2 Summary of the farm-level antimicrobial use studies conducted in commercial broiler chicken farms in Indonesia, 2020–2022	18
Table 3 Antimicrobials use in commercial broiler farms by antimicrobial class, 2020–2022.....	19
Table 4 Variety of Macrolides active ingredients used	20
Table 5 Variety of Quinolones/Fluoroquinolones active ingredients used	21
Table 6 Variety of Aminoglycosides active ingredients used	21
Table 7 Variety of Aminopenicillins active ingredients used.....	22
Table 8 Variety of tetracyclines active ingredients used.....	23
Table 9 Variety of trimethoprim and sulfonamides active ingredients used.....	24
Table 10 List of antimicrobial name and class	25
Table 11 Reference of resistance level based on the European Food Safety Authority descriptions of resistance levels.....	25
Table 12 Percentage of resistance in <i>Escherichia coli</i> from broilers, 2020–2022.....	26
Table 13 Percentage of distribution of resistance patterns to a number of antimicrobial classes, 2020–2022.....	34
Table 14 Percentage of isolates with no resistance and ten most frequently occurring resistance patterns overall, 2020–2022	36
Table 15 Distribution of minimum inhibitory concentration in <i>Escherichia coli</i> from broiler chickens, 2020–2022.....	37
Table 16 Percentage of resistance to antimicrobials in <i>Salmonella</i> spp. from broiler chickens, 2020–2022.....	40
Table 17 Resistance patterns of <i>Salmonella</i> spp. from broiler chickens, overall (2020–2022)	40
Table 18 Distribution of minimum inhibitory concentration in <i>Salmonella</i> spp. from broiler chickens, overall (2020–2022)	42

Introduction

Surveillance on antimicrobial use (AMU) and antimicrobial resistance (AMR) implemented during 2020–2022 comprised of studies supported by development partners, the Food and Agriculture Organization and the Fleming Fund Country Grant to Indonesia (FFCGI) on behalf of the Ministry of Agriculture of Indonesia towards the development of their farm-level AMU surveillance capacity. Surveillance studies aimed at understanding the AMU and AMR situation at a national scale and focused on the most frequently consumed food animal species.

Broiler chicken is one of the primary sources of animal protein for Indonesian people, therefore Indonesia has high numbers of farms and broiler chicken population every year to meet consumer demand. Broiler chickens are usually kept in commercial setting and require a relatively short growing period (< 40 days). Extensive use of antimicrobials has been hypothesised to ensure optimal growth and flock health. Therefore, for the initial implementation of the AMR surveillance strategy in the country, the focus of AMU and AMR surveillance in Indonesia was on the broiler chicken sector. Major poultry-producing provinces were included in the sample size allocation for both AMU and AMR.

This report aims to provide an overview of AMU and AMR findings in broiler chicken in Indonesia from year 2020 to 2022. It is expected that this initial report would be progressively improved over time and new commodities and surveillance data components will be added. These data would contribute towards the AMU-AMR integrated surveillance in Indonesia to monitor the progress of interventions aimed to contain AMR across the One Health domains while preserving antimicrobials used in both veterinary and human health, as well as to sustain the competitiveness of industry.

Indonesian National AMR-AMU Surveillance Activities

AMU Surveillance Design

The Directorate of Animal Health (DAH) of the Directorate General of Animal Husbandry and Animal Health (DGLAHS), the Ministry of Agriculture of the Republic of Indonesia conducted three separate studies AMU monitoring initiatives with support from the FFCGI and FAO in the years 2017/2018 as pilot, and then in 2020 (Study 1), 2021 (Study 2) and 2022 (Study 3). The design of the studies considered the high broiler producing areas of Indonesia, availability of human resources, and funding allocation. This report will focus solely on datasets from the years 2020 to 2022. There were variations in the study design (cohort in Study 1 and cross-sectional in Studies 2 and 3), range of information collected and geographic coverage.

- Study 1 (2020) : Lampung, West Java, Central Java, East Java, West Kalimantan, North Sulawesi.
- Study 2 (2021) : Riau, North Sumatera, West Sumatera, Lampung, Banten, West Java, Central Java, East Java, South Kalimantan, East Kalimantan, West Kalimantan, South Sulawesi.
- Study 3 (2022) : North Sumatera, West Sumatera, Lampung, Banten, West Java, Central Java, East Java, Bali, South Sulawesi.

Study Context

Six provinces were selected in the 2020 study (Study 1). The districts selected were those with the highest broiler population and active veterinary officers to provide oversight and involved in data collected. The survey focused on small-scale broiler chicken farms, specifically those classified as sector three, with a population of at least 3,000 chickens and employs traditional methods of biosecurity. The questionnaire, developed collaboratively by FAO ECTAD and DAH, was delivered to

farmers at their farm locations by trained enumerators (field personnel). The study was cohort in design where AMU information from 2 consecutive flock cycles were documented.

A total of 12 provinces were chosen in the 2021 study (Study 2), with each province comprised of 3 districts/cities. Within each district/city, 30 farms were surveyed, resulting in a total of 1,080 sampled farms. The survey sample unit was broiler chicken farms, specifically those classified as small-scale or sector three, with a population of 3,000 chickens. The questionnaire used was the same as in Study 1 but utilised an electronic data collection methodology. The attached questionnaire and a link to the data collection system can be found [here](#)². At implementation, 1,066 farms voluntarily provided AMU and other relevant farm-level data.

In the 2022 study (Study 3), a total of 9 provinces participated in the antimicrobial usage survey program in 2022. In each province, 3 districts/cities were selected to participate. Each district/city surveyed 30 broiler chicken farms, with a total target survey sample of 270. As with the previous studies, the survey sample unit was small-scale broiler chicken farms, specifically those classified as sector three, with a population of 3,000 chickens. The questionnaire used was similar to those used in Study 1 and 2. The attached questionnaire and a link to the data collection system can be found [here](#)². At implementation, a total of 391 broiler chicken farms voluntarily provided AMU and other relevant farm-level data.

Data Management and Analysis

The collected data from electronic forms and questionnaires were consolidated into a Microsoft Excel spreadsheet. Each row in the spreadsheet represented a distinct flock or farm. The AMU data were carefully reviewed for any errors including the antimicrobial active ingredients nomenclature and the actual active ingredient contained in the product by matching the product name and reported active ingredients. For each antimicrobial exposure, the data were categorised into binary outcome measures, for example 'medicated' as yes (1) or 'non-medicated' as no (0). Additionally, binary outcomes were created at the antimicrobial class level based on the active ingredient.

To assess the overall usage pattern of each antimicrobial within the broiler chicken flocks under study, a straightforward method known as "count-based AMU measurement" (Sanders *et al.* 2020) was used to describe how extensively each antimicrobial was used across the broiler chicken farms under surveillance. The frequency of farms/flocks that had received any exposure to each antimicrobial was determined, with a focus on the active ingredient, product, and antimicrobial class.

$$\frac{\text{Numerator}}{\text{Denominator}} = \text{Percentage (\%)} \text{ of farm or flocks reporting use of antimicrobial } X$$

For example, during Year 1, out of the 300 unique flock IDs in the dataset, 45 were reported to have used amoxicillin at least once during the growing period, representing a 15% exposure rate for that year.

$$\frac{45}{300} = 15\% \text{ Antimicrobial } X$$

A descriptive overview of the antimicrobial active ingredients and products used in each study was conducted. A formal time-series or temporal analysis was not conducted due to the differences in study design. Microsoft Excel and Stata SE V17 were utilised for data analysis.

Limitation of the Study

The findings of these studies are specific to the context of commercial broiler chicken farming in sector 3 in selected provinces. It is important to acknowledge the potential limitations of extrapolating the current analysis to the infer national AMU situation in Indonesia. The selected population of broiler chicken farms does not fully represent the entire model of broiler chicken

²<https://form.collect.dai.com/x/y3qi2h1K>

farming from sector 1 to sector 3 or the entire population of broiler farms across all provinces in Indonesia. The practicality of having access sector 3 farmers by government officials was the main driver for the inclusion of farms in the survey.

Additionally, there were constraints in terms of funding and a scarcity of data on the profiles of farms in a specific selected area. Therefore, the selection of farms was not based on geographical location or the size of the farm population but rather on the familiarity of field officers in the area and willingness of Sector 3 farmers to participate. Despite efforts to emphasise the importance of farm selection methodology, inclusion, and exclusion criteria, the absence of randomisation in the sampling frame could potentially impacted the study results. We caution our readers to interpret the data with caution.

The study relied on AMU data provided by farm managers or owners (end-users), and it is crucial to recognise the very limited record-keeping of drug and feed administration in sector 3 commercial broiler farms. Consequently, the measurement of AMU may not be entirely accurate and was susceptible to measurement errors. The study acknowledges potential limitations in the precision and comprehensiveness of the data, despite efforts to train field officers/enumerators and employ questionnaires with explicit guidelines. As well, efforts to increase awareness of farmers about the benefits of farm best management practices including record keeping will be necessary for future AMU end user surveillance implementation.

AMR Surveillance Design

Indonesia's AMR surveillance in the terrestrial animal health sector was designed to collect data annually and to monitor resistance pattern of *E. coli* and *Salmonella* spp. in animal, particularly broiler chickens, collected across animal product supply chain. AMR surveillance activities were implemented by the Animal Product Quality Testing and Certification Centre (BPMSPH) and eight Disease Investigation Centres (DICs) under the Directorate General of Livestock and Animal Health Services (DGLAHS) of the Ministry of Agriculture. There were two system in the national AMR surveillance in chicken: animal and animal product monitoring.

For terrestrial animal-based AMR monitoring, the target population is broiler chicken across Indonesia and the sampling unit is farm, sampling locations are poultry slaughterhouse (RPH-U) and poultry processing plants (TPU). In this context, the monitoring program is not directly sampling individual broiler chickens, but rather selecting the mentioned above poultry meat producing facilities. This approach considered more practical and efficient for collecting samples that represent broader chicken populations from various farms, streamlining data collection processes compared to individual farm visits across the country. Routine sampling involved collecting paired caecal specimens following the National Guidelines for AMR surveillance in Indonesia³, which refer to internationally recommended protocols.

The national sample size was allocated proportionally to eight DICs. A single specimen collected from a batch of birds originating from a farm at the RPU is indicative of one farm. Information on the farm or details of the farm of origin of each group of birds were obtained from the RPU when samples were being collected. The same methodology was followed (one sample collected) from a batch of bird slaughtered from mixed farms. This was designed to ensure independence of samples and resulting strains.

A pilot antimicrobial resistance survey utilising the agar dilution method for antibiotic susceptibility testing (AST) was conducted in collaboration with DIC Subang in 2017. After the national AMR survey guideline was issued in 2018, isolation and identification methodologies were standardised, and a survey activity involving eight regional laboratories was initiated. The AST method was still using the agar dilution method but not all isolates had been tested due to the lengthy testing process.

³DGLAHS 2023. Antimicrobial Resistance Surveillance Guideline 2023. Directorate of Veterinary Public Health.

Then in 2019, an evaluation of the 2018 operational protocol suggested to change the AST method to microbroth dilution and the NRL were given training by FAO. In 2020, all regional labs and NRL have been optimised in conducting tests so that the 2020-2022 data will be analysed.

Shipping Procedures

After isolation and identification of bacteria by DIC, the isolates were sent to BPMSPH-Bogor as NRLs for antimicrobial susceptibility testing (AST). Before being sent, the isolate samples were labelled according to the standard labelling of bacterial isolates with the following template: Bacteria Type/Sample Type/Sending Laboratory Name/Month/Year/ID Number (isolate order). Furthermore, the specimens were packaged and given an identity label containing information on the Specimen ID Number (RPH-U/TPU/TPnU - Specimen code), information on whether the sample was exposed to heat or not, date of delivery of the sample to the laboratory, and the name of the officer receiving the specimen⁴.

Shipment of isolates to BPMSPH-Bogor using Nutrient Agar media (slant agar) or Nutrient Broth + 15–20% glycerol media. Samples should be maintained in the cold chain during transport to the laboratory by keeping it in a cooler box filled with frozen ice for a maximum of 12 hours (unopened) at 2–4°C. Additionally, samples should be sent to the laboratory within 12 hours of collection. If it cannot be sent to the laboratory within 12 hours after collection, the sample can be placed in the refrigerator or add ice to the cool box container every 12 hours during storage.

Microbiology Method

Sample handling, enrichment, isolation, and identification of *E. coli* and *Salmonella* spp. followed the methodologies developed by the DGLAHS⁵. Each DIC conducted bacterial isolation and identification in the laboratory. *Escherichia coli* isolates were generated from direct culture method into selective media (MacConkey agar), and followed by biochemical confirmation test (iMVIC). *Salmonella* spp. isolates were generated using the enrichment method and followed by biochemical confirmation tests and serotyping tests. Each confirmed isolate of *E. coli* and *Salmonella* spp. was then stored in nutrient broth (NB) media added with 50% glycerol with a storage temperature of -80°C, or in nutrient broth media added with 20% glycerol with a storage temperature of -20°C, before being sent to BPMSPH-Bogor for antimicrobial susceptibility testing (AST).

The AST was performed according to the DGLAHS protocols. In brief, each isolate was tested using broth microdilution methodology using a panel of 14 antimicrobials belonging to 10 classes and followed the Clinical Laboratory Standard Institute's (CLSI) recommended practices for AST including quality control (CLSI M100 31st Ed or later). The DGLAHS has been assessed using FAO's ATLAS tool and is progressively improving its capacity for AST. For each DIC, AST data and relevant information pertaining to each specimen and isolate were stored in Microsoft Excel spreadsheets. Data from all participating DICs were combined and checked during validation process to avoid possible errors, including missing observations, incorrect range of values and typographical errors.

Data Analysis

The minimum inhibitory concentration (MIC) data were interpreted as susceptible, intermediate, and resistant (RIS) according to clinical breakpoint (CBP) based on the CLSI M100 31st Ed. For each antimicrobial, RIS results were transformed into binary outcome measures (0-susceptible or intermediate, and 1-resistant). Binary outcome variables were also used to obtain additional AMR measurements including the number of antimicrobials active ingredient in the resistance pattern and the number of antimicrobial classes in the resistance patterns. Additional binary AMR measurements (NWT-non-wild type and WT-wild type) were also obtained by applying the epidemiological cut-off

⁴Ibid.

⁵DGLAHS 2023. Op. cit.

(ECOFF) values according to the European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing (EUCAST)⁶ to determine the percentage of NWT population in the dataset.

The ECOFF value separates 2 types of microbes namely WT – which have MIC values equal to or lower than the ECOFF value, and NWT – which have MIC values higher than the ECOFF value. The WT category refers to strains of microorganisms that are sensitive/do not have acquired resistance mechanisms to certain antimicrobials. Whereas, NWT refers to strains of microorganisms that have undergone genetic changes/have acquired resistance mechanisms to antimicrobials.

All analyses were done in Microsoft Excel software (Microsoft 365) and commercial software, SAS version 9.4 (Cary, North Carolina) and Stata SE V17 (College Station, Texas). For routine AMR measurements, descriptive statistics were obtained using binary outcomes for each combination of antimicrobial active ingredients (or classes). The 95% confidence intervals for each antimicrobial were also obtained and are shown in some tables (overall resistance estimates). AMR resistance profiles by active ingredient and class were determined using the CONCATENATE function in SAS or Microsoft Excel. The percentage of each unique AMR resistance phenotype was obtained.

For quantitative data, MIC values, were assessed by calculating descriptive statistics (MIC₅₀, MIC₉₀) and the MIC distribution was determined using the pivot table function and plotted in Microsoft Excel for visualisation. The MIC table summarised relevant descriptive statistics and basic surveillance attributes (%resistance, %NWT, number of isolates, median values, and 90% percentile, location of resistant clinical breakpoints). Where relevant, significance tests were determined using Chi square or logistic regression models (e.g. analysis to identify time or variation between province/regions).

Table 1 Clinical Break Point (CBP) and Epidemiology Cut-Offs (ECOFFs)

Organism & antimicrobials	Recommended range (FAO)	Clinical Breakpoints (CLSI) ⁷			ECOFFs	
		Sensitive	Intermediate	Resistant	Salmonella	E. coli
<i>Enterobacteriaceae</i>						
Ampicillin	0.5–128	≤ 8	16	≥ 32	> 8	> 8
Azithromycin	1–64	≤ 16	-	≥ 32	> 16	> 16
Cefotaxime	0.064–16	≤ 1	2	≥ 4	> 0.5	> 0.25
Ceftazidime	0.064–32	≤ 4	8	≥ 16	> 2	> 0.5
Chloramphenicol	1–256	≤ 8	16	≥ 32	> 16	> 16
Ciprofloxacin	0.008–16	≤ 0.06	0.12–0.5	≥ 1	> 0.064	> 0.064
Colistin	0.125–16	-	≤ 2	≥ 4	> 2	> 2
Gentamicin	0.25–128	≤ 4	8	≥ 16	> 2	> 2
Meropenem	0.008–16	≤ 1	2	≥ 4	> 0.125	> 0.125
Nalidixic Acid	1–128	≤ 16	-	≥ 32	> 16	> 16
Sulfamethoxazole	1–2,048	≤ 256	-	≥ 512	> 256	> 64
Streptomycin	1–256	≤ 16	-	≥ 32	> 16	> 16
Tetracycline	1–256	≤ 4	8	≥ 16	> 8	> 8
Tigecycline	NA			> 0.5	> 0.5	> 0.5
Trimethoprim	0.25–256	≤ 8	-	≥ 16	> 2	> 2

Data Visualisation

The AMR results used in the figures and tables are consistent with the AMR measurements recommended in the regional FAO AMR monitoring and surveillance guidelines Volume 1, or those used by other national AMR surveillance systems. Antimicrobial groups at class level are shown in the Annexes. For descriptive purposes, resistance levels (rare to extreme high) follow the European

⁶EUCAST 2024. Antimicrobial wild type distributions of microorganisms. Online query: Salmonella, E. coli. <https://mic.eucast.org/>

⁷CLSI 2021. M100—Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing, 31st Edition.

Food Safety Authority (EFSA) and European Centres for Disease Prevention and Control (ECDC) resistance categories.

Limitation of the Study

The study faced ongoing challenges throughout the surveillance period, particularly in obtaining information on the location and origin of chicken farms, as well as inadequate recording of data variables such as sampling dates and chicken slaughterhouse units. These limitations hindered the establishment of strong correlations between AMR findings and potential risk factors. In addition, the MALDI-TOF re-purification testing method was not implemented in the 2018–2019 pilot year, and was only used by NRL in 2020. Therefore, the isolation and identification results of isolates taken in 2020–2022 are more reliable for analysis. As for the data generated from testing in 2018 to 2019, it was excluded from the report, as the data was unreliable and could not be retested because of the high cost of retesting.

One of future efforts that should be prioritised would be the implementation of a comprehensive farm registration system. Such a system would facilitate accurate documentation of farm details, enabling precise mapping of sample origins and improving the overall reliability of data but will consider confidentiality to maintain the anonymity of the farmer and slaughter plants participating in the programme. Additionally, efforts should be directed towards enhancing the practice of packaging and sample delivery protocols, isolation and identification protocols, sample storage protocols, accuracy of data recording protocols, emphasising meticulous documentation of sampling dates and relevant identifiers to ensure a more thorough and informative dataset for further analyses and interpretation.

Antimicrobial Use Surveillance Findings

The following highlights the most critical insights derived from the analysis:

1. The diversity of antimicrobial classes, number of active ingredients, and unique product types decreased over time, but due to variations in surveillance scope, these trends should be interpreted with caution.
2. Aminopenicillin, quinolones, polymyxins, trimethoprim and sulfonamides, and macrolides were the antimicrobial classes that were the most frequently reported AMU exposures in broiler chickens in Indonesia.
3. A significant decrease was observed in the reported use of colistin, which declined from 22% in 2020 to 1% in 2022.
4. There was a reported decrease in quinolone use, which dropped from 51% in 2020 to 28% in 2021 and 2022.

Dataset Description

Data on AMU were gathered from broiler chicken commercial farms in Indonesia spanning the years 2017 to 2022. This report focuses on data collected between 2020 and 2022, building upon the initial piloting phase conducted from 2017 to 2019. Three distinct datasets, corresponding to separate studies, were utilised, each exhibiting heterogeneity in terms of geographic coverage, data structure, and collected information. Table 2 provides a detailed overview of research on antimicrobial use practices in Indonesian broiler chicken farms. Despite the collection of various input parameters for quantifying antimicrobial use (such as mg/kg animal biomass or mg/unit population correction), these parameters cannot be derived from the available data.

Table 2 Summary of the farm-level antimicrobial use studies conducted in commercial broiler chicken farms in Indonesia, 2020–2022

Study number: year	Number of classes	Number of active ingredients	Number of unique products	Notes
Study1: 2020	10 classes	28 ingredients	47 products	Mostly drinking water treatments; occasional feed and injections
Study 2:2021	13 classes	29 ingredients	45 products	Mostly drinking water treatments; feed medications
Study 3:2022	9 classes	20 ingredients	23 products	Largely drinking water treatments

Antimicrobial Percentages of Use, 2020–2022

Figure 1 illustrates the percentage of commercial broiler chicken farms reporting the use of antibiotic classes from 2020 to 2022. The antibiotic classes are categorised into five groups based on the WHO's list of antimicrobials (at the time of analysis) classified as "Critically Important Antimicrobial/CIA", "Highest Priority CIA", "Highly Important", "Important", and "Nonmedically important antimicrobial / NA" (WHO 2019)⁸. The number of unique observation points⁹ or farms was 418 (2020), 1,066 (2021), and 391 (2022).

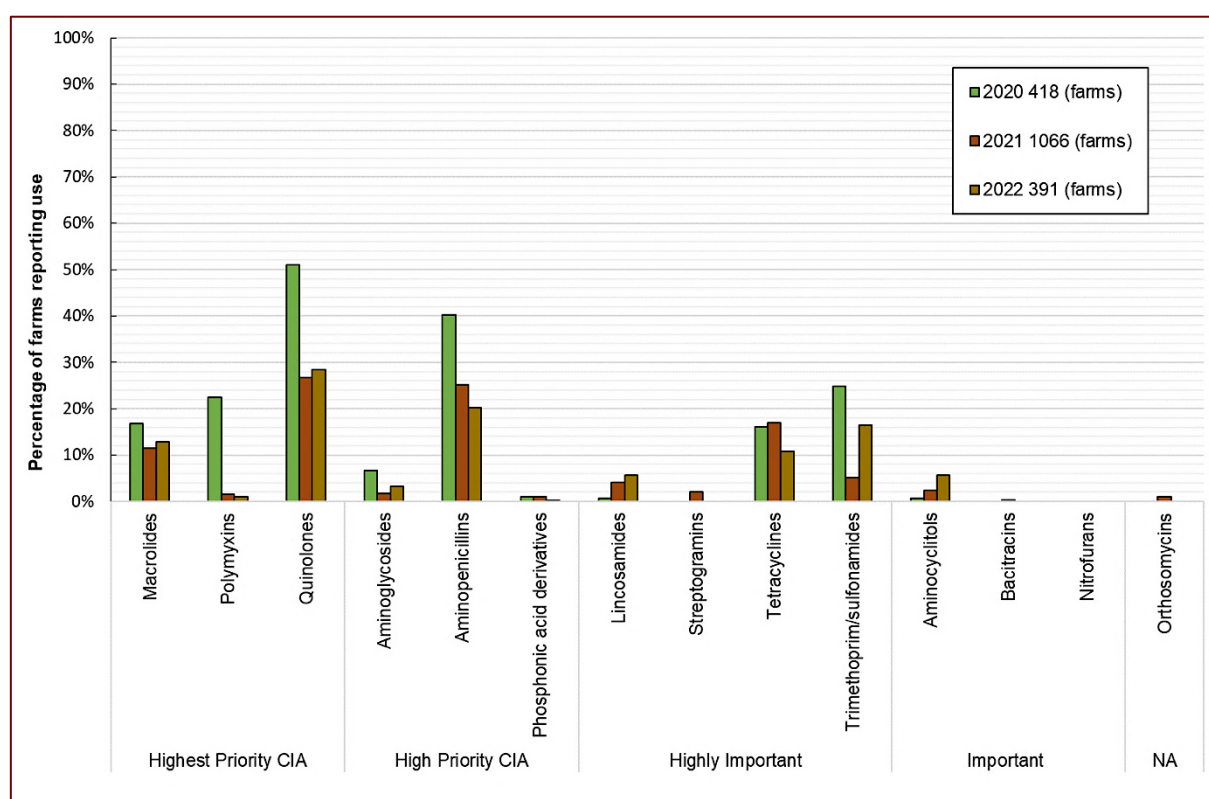


Figure 1 Antimicrobials used in commercial broiler chicken farms by antimicrobial class and WHO categorisation, 2020–2022

⁸ WHO 2016. Critically Important Antimicrobials for Human Medicine 6th Edition.

<https://www.who.int/groups/advisory-group-on-the-who-list-of-critically-important-antimicrobials>

⁹ Corresponded to a unique flock or farm identifier in the dataset. 2017 to 2021 are cohort in design where antimicrobials from 2 consecutive cycles were documented. The 2 observation periods were collapsed/merged to harmonize with other surveillance years' methodology.

Table 3 Antimicrobials use in commercial broiler farms by antimicrobial class, 2020–2022

WHO Categorization	Antimicrobial class	Study 1 2020 (418 farms)	Study 2 2021 (1066 farms)	Study 3 2022 (391 farms)
Highest Priority CIA	Macrolides	17%	12%	13%
	Polymyxins	22%	2%	1%
	Quinolones	51%	27%	28%
High Priority CIA	Aminoglycosides	7%	2%	3%
	Aminopenicillins	40%	25%	20%
	Phosphonic acid derivatives	1%	1%	0%
Highly Important	Lincosamides	1%	4%	6%
	Streptogramins	0%	2%	0%
	Tetracyclines	16%	17%	11%
	Trimethoprim/sulfonamides	25%	5%	16%
Important	Aminocyclitols	1%	2%	6%
	Bacitracins	0%	0.4%	0%
	Nitrofurans	0%	0%	0%
Non medically important	Orthosomycins	0%	1%	0%

Critically important antimicrobials (CIA) for human medicine: 6th revision

(<https://www.who.int/publications/i/item/9789241515528>)

Note: The percentage of the active ingredient is not summed if it was used more than once or the same antibiotic class was used on a farm during the observation period (a farm - corresponding to a unique farm identifier in the dataset).

Highest Priority Critically Important Antimicrobials (Highest-PCIA)

Macrolides

Macrolide use decreased over time from 17% in 2020 to 13% in 2022 (Figure 2). A 3% drop in tylosin use was noted. Erythromycin use remained stable over time. The diversity of active ingredients decreased over time with tylosin and erythromycin reportedly used every year.

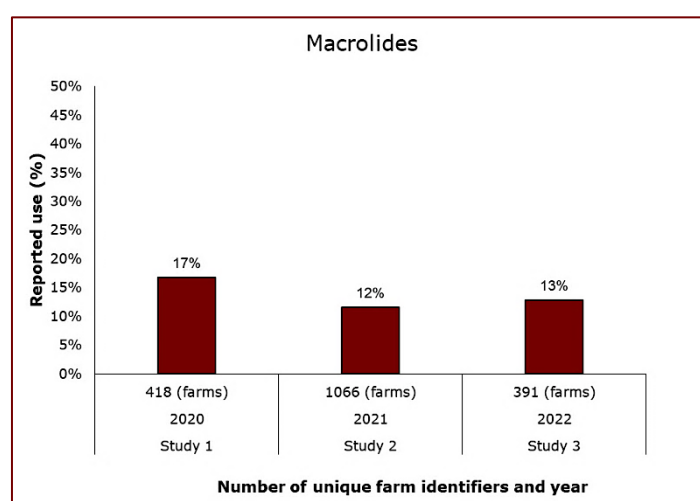


Figure 2 Percentage of unique farm identified using Macrolides in each study, 2020–2022

A variety of macrolide active ingredients (n = 5) used throughout the study period are listed in Table 4.

Table 4 Variety of Macrolides active ingredients used

Macrolides	2020 (418 farms)	2021 (1,066 farms)	2022 (391 farms)
Erythromycin	8%	5%	7%
Josamycin	0%	0.1%	0%
Spiramycin	0%	0.1%	0%
Tilmicosin	0.2%	0.4%	0%
Tylosin	8%	6%	5%
All macrolides	17%	12%	13%

Polymyxins

Colistin is the only active ingredient belonging to polymyxin class used in Indonesia. A substantive drop in colistin use was observed, from 22% of farms (unique farm ID) reporting use in 2020 to 1% in 2022 (Figure 3).

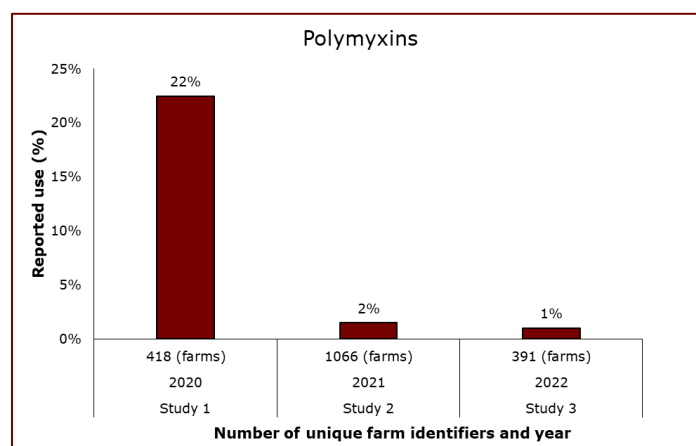


Figure 3 Percentage of unique farm identified using Polymyxins in each study, 2020–2022

Quinolones

The use of quinolones/fluoroquinolones decreased substantially from 51% in 2020 to 28% in 2022. In 2021 and 2022, the reported use was stable and largely driven by both ciprofloxacin and enrofloxacin. There were 6 active ingredients reported overall, but the diversity of quinolone antimicrobials used in broilers decreased from 5 in 2020/2021 to 4 active ingredients in 2022.

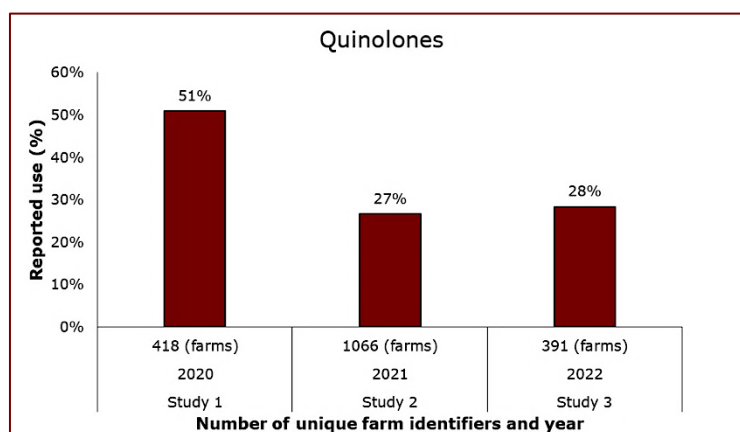


Figure 4 Percentage of unique farm identified using Quinolones in each study, 2020–2022

A variety of quinolone active ingredients used throughout the study period are listed in Table 5.

Table 5 Variety of Quinolones/Fluoroquinolones active ingredients used

Quinolones / Fluoroquinolones	2020 (418 farms)	2021 (1,066 farms)	2022 (391 farms)
Ciprofloxacin	8%	6%	5%
Enrofloxacin	38%	19%	23%
Flumequine	4%	0%	0%
Levofloxacin	0.2%	1%	0%
Norfloxacin	1%	1%	2%
Oxfloxacin	0%	0.1%	0.3%
All quinolones/fluoroquinolones	51%	27%	28%

High Priority Critically Important Antimicrobials (HPCIA)

There were three HPCIA antimicrobial classes reported throughout the study period, comprised of aminoglycoside, aminopenicillin, and phosphonic acid derivatives. Phosphonic acid derivatives (fosfomycin) was reportedly used in 2020 and 2021 (not shown).

Aminoglycosides

The use of aminoglycosides fluctuated over time and highest reported use was in 2020 (Figure 5). The percentage of farms reporting use was stable in 2021 and 2022 (only 1% increase).

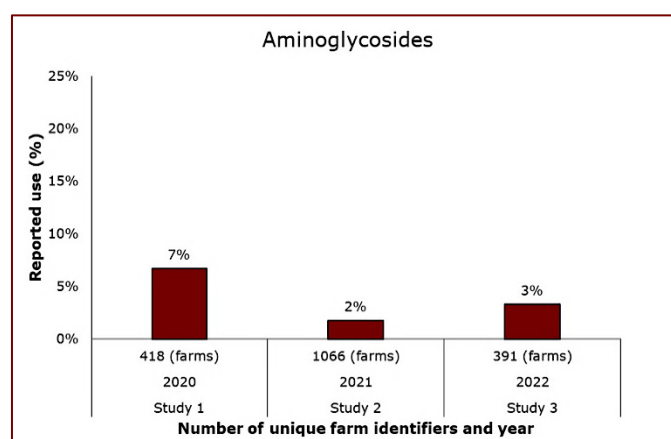


Figure 5 Percentage of unique farm identified using Aminoglycosides in each study, 2020–2022

Three active ingredients were used throughout the study period. Neomycin was the most used aminoglycoside active ingredient (Table 6).

Table 6 Variety of Aminoglycosides active ingredients used

Aminoglycosides	2020 (418 farms)	2021 (1066 farms)	2022 (391 farms)
Gentamicin	2%	0%	3%
Neomycin	4%	2%	0%
Streptomycin	0.5%	0%	0%
All aminoglycosides	7%	2%	3%

Aminopenicillins

The reported use of aminopenicillins between 2021 and 2022 decreased by 5% (Figure 6).

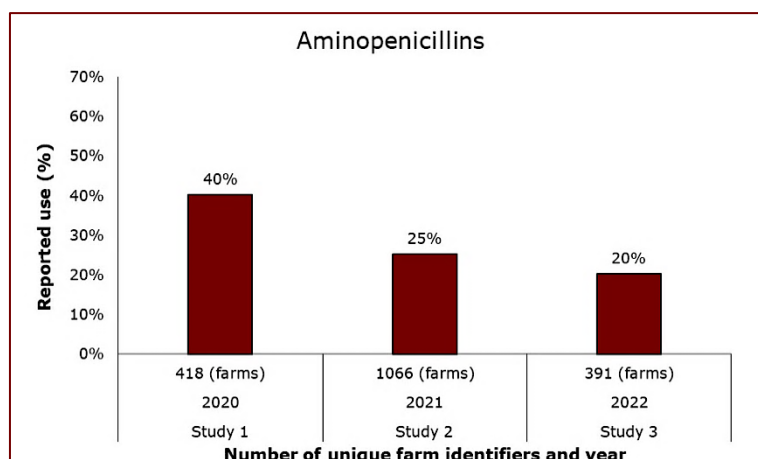


Figure 6 Percentage of unique farm identified using Aminopenicillins in each study, 2020–2022

Aminopenicillins comprised of amoxicillin and ampicillin, were amongst the top frequently used antimicrobials (Table 7).

Table 7 Variety of Aminopenicillins active ingredients used

Aminopenicillins	2020 (418 farms)	2021 (1066 farms)	2022 (391 farms)
Amoxicillin	37%	24%	20%
Ampicillin	3%	1%	0%
All aminopenicillins	40%	25%	20%

Highly Important Antimicrobials (HIA)

These comprised of lincosamides and other highly important antimicrobial class, streptogramins (virginiamycin) which was reportedly used in 2021 only when data collection included feed-level medications (not shown).

Lincosamides

The trend in the use of lincosamides, often in combination with aminocyclitols (spectinomycin), remained relatively stable over time (Figure 7).

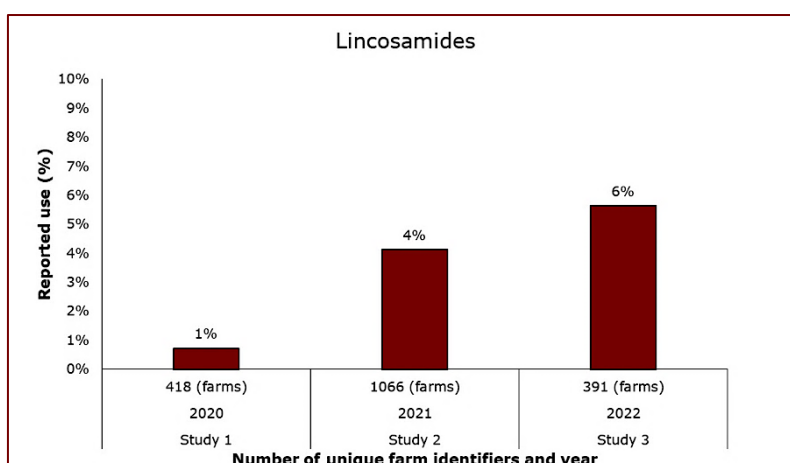


Figure 7 Percentage of unique farm identified using Lincosamides in each study, 2020–2022

Tetracyclines

Use of tetracyclines remained relatively stable over the time period of study (Figure 8).

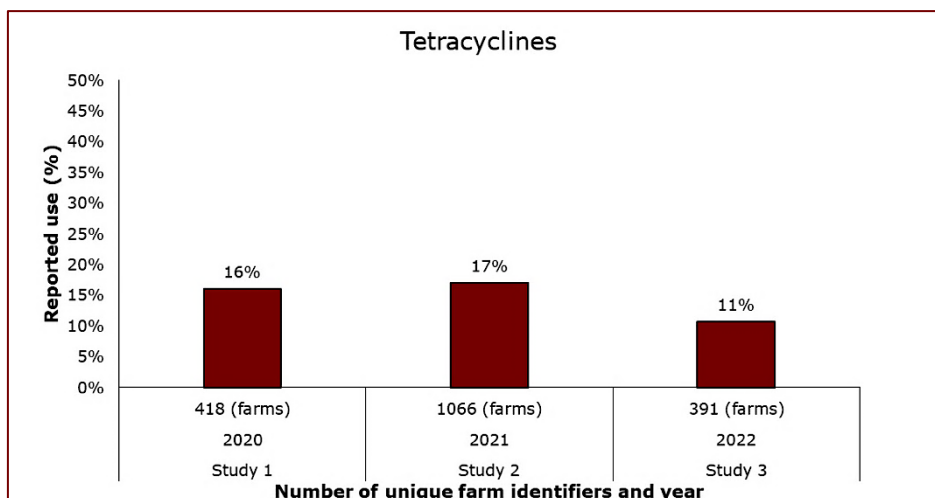


Figure 8 Percentage of unique farm identified using Tetracyclines in each study, 2020–2022

Tetracyclines comprised of doxycycline, oxytetracycline and tetracycline use declined from 16%/17% in 2020/2021 to 11% in 2022 (Table 8). The use was driven by both doxycycline and oxytetracycline.

Table 8 Variety of tetracyclines active ingredients used

Tetracyclines	2020 (418 farms)	2021 (1,066 farms)	2022 (391 farms)
Doxycycline	8%	5%	6%
Oxytetracycline	7%	11%	4%
Tetracycline	1%	2%	1%
All tetracyclines	16%	17%	11%

Trimethoprim and Sulfonamides

Trimethoprim and sulfonamides fluctuated over time, and highest reported use was observed in 2020 (25%).

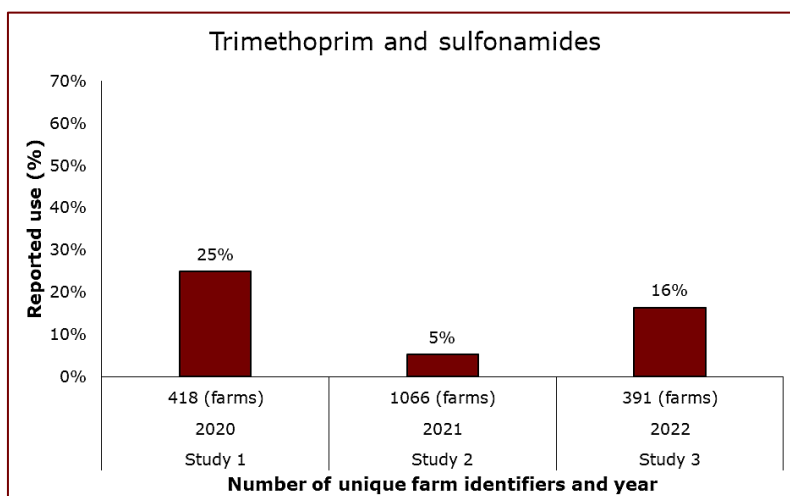


Figure 9 Percentage of unique farm identified using Trimethoprim and Sulfonamides in each study, 2020–2022

There were seven trimethoprim and sulfonamide active ingredients reportedly used and contained in several combination products during the study period (Table 9). The number of active ingredients dropped from 7 in 2020 to 3 and 5 active ingredients in 2021 and 2022, respectively.

Table 9 Variety of trimethoprim and sulfonamides active ingredients used

Trimethoprim and Sulfonamides	2020 (418 farms)	2021 (1,066 farms)	2022 (391 farms)
Sulfadiazine	14%	4%	1%
Sulfachloropyridazine	4%	0%	0.3%
Sulfadimethoxine	0.5%	0%	0%
Sulfamethoxazole	0.5%	0%	0%
Sulfamonomethoxine	1%	0%	7%
Sulfaquinoxaline	4%	0.2%	0.3%
Trimethoprim	17%	5%	16%
All trimethoprim and sulfonamides	25%	5%	16%

Important Antimicrobials

There were several important antimicrobial active ingredients reported use during the study period: aminocyclitols, and bacitracins. As previously described, aminocyclitols are often in combination with lincosamides and paralleled the reported use for this class (Figure 10).

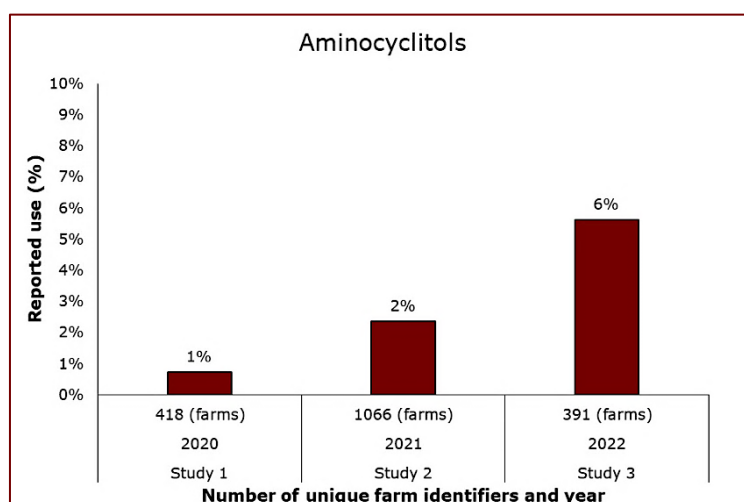


Figure 10 Percentage of unique farm identified using Aminocyclitols in each study, 2020–2022

Other important antimicrobials, bacitracins were reportedly used in limited frequency. Orthosomycins (avilamycin), deemed as non-medically important antimicrobial was also reported in 2021 when feed-level antimicrobial use was collected.

Antimicrobial Resistance Surveillance Findings

How to Read Findings

Antimicrobials referred to throughout the report, grouped by antimicrobial class.

Table 10 List of antimicrobial name and class

Antimicrobial class (acronyms used)	Antimicrobials (WHONET codes)
<i>E. coli</i> and <i>Salmonella</i> spp.	
3rd generation cephalosporins (3GCs)	Cefotaxime (CTX), ceftazidime (CAZ)
Quinolones/fluoroquinolones (QU)	Ciprofloxacin (CIP), nalidixic acid (NAL)
Polymyxins (PX)	Colistin (COL)
Macrolides (MC)	Azithromycin (AZM)
Aminoglycosides (AG)	Gentamicin (GEN)
Beta-lactam penicillins (BL)	Ampicillin (AMP)
Carbapenem (CR)	Meropenem (MEM)
Phenicols (PH)	Chloramphenicol (CHL)
Tetracyclines and glycylicyclines (TC)	Tetracycline (TCY), tigecycline (TGC)
Trimethoprim and sulfonamides (TS)	Sulfamethoxazole (SMX), trimethoprim (TMP)

Descriptions of percentage resistance levels referenced in this report uses the EFSA definitions. These pertains to the average or mean percentage resistance.

Table 11 Reference of resistance level based on the European Food Safety Authority descriptions of resistance levels

Description of resistance level (average or mean values)	Equivalent percentage resistance range
<10 bacteria tested	Not reported/included in figures ¹⁰
<0.1%	Rare
0.1% to 1%	Very low
>1 to 10%	Low
>10% to 20%	Moderate
>20 to 50%	High
>50% to 70%	Very high
>70%	Extremely high

E. coli Resistance Findings (n = 3,419)

Resistance Percentage on National Level – individual antimicrobials

Table 12 summarises the overall (all DICs or provinces) annual percentage of resistance. Significant temporal variations in 5 antimicrobials (ampicillin, cefotaxime, colistin, nalidixic acid and tetracycline) were observed between 2020 (reference year) and 2022. Of important note, colistin resistance significantly decreased compared to 2021 and 2022. A small percentage of meropenem resistant isolates were observed in 2021 and 2022.

¹⁰ *Not independently reported in figures or tables due to low numbers. Please note. The categories are used for descriptive purposes only. The occurrence of resistance to certain antimicrobials, particularly those that are highly important to human medicine, even at very low to low levels may signify an emerging public health concern.

Table 12 Percentage of resistance in *Escherichia coli* from broilers, 2020–2022

Year	2020	2021	2022	Overall (n = 3,419)			2021 vs. 2020	2022 vs. 2020
Total Isolate	701	1,539	1,179	Mean	95% CI		% change	% change
Antimicrobials								
Ampicillin	75%	83%	84%	80%	82%	83%	7%	9%
Azithromycin	28%	30%	30%	29%	29%	31%	2%	2%
Cefotaxime	21%	29%	30%	28%	28%	29%	8%	9%
Ceftazidime	8%	12%	8%	12%	10%	10%	3%	0%
Chloramphenicol	16%	19%	18%	19%	18%	19%	3%	2%
Ciprofloxacin	49%	61%	59%	57%	58%	59%	13%	10%
Colistin	11%	5%	4%	10%	6%	7%	-5%	-7%
Gentamicin	45%	50%	50%	48%	49%	51%	5%	6%
Meropenem	0%	1%	1%	1%	1%	1%	0%	1%
Nalidixic acid	49%	63%	57%	59%	58%	60%	14%	8%
Sulfamethoxazole	67%	76%	71%	70%	72%	74%	9%	4%
Tetracycline	58%	67%	61%	66%	63%	65%	9%	4%
Tigecycline	3%	2%	2%	3%	2%	3%	0%	0%
Trimethoprim	58%	70%	64%	66%	66%	67%	12%	6%

Referent year in grey cells.

Temporal Analysis by Antimicrobial (2020–2022)

Prevalence estimates and temporal analysis (adjusted for clustering at the provincial DICs level to account for similarity of various sampling characteristics at the DIC level) for each antimicrobial are shown in Figure 1, organised by antimicrobial class. Visualisation of trends in % of resistance (depicted by the maroon chart) and % non-wild type (if ECOFF is different from that of the CLSI’s clinical breakpoint; depicted by the orange chart) for each antimicrobial in 2020–2022 are represented in graphs below.

Aminoglycosides

Gentamicin was the antimicrobial representing the aminoglycosides in the panel. Overall, high levels (49%, 95% CI: 47–51%) of resistance to gentamicin was observed. Both % resistant and % NWT appeared to be stable ranging from 45% to 50% and 48% to 54%, respectively.

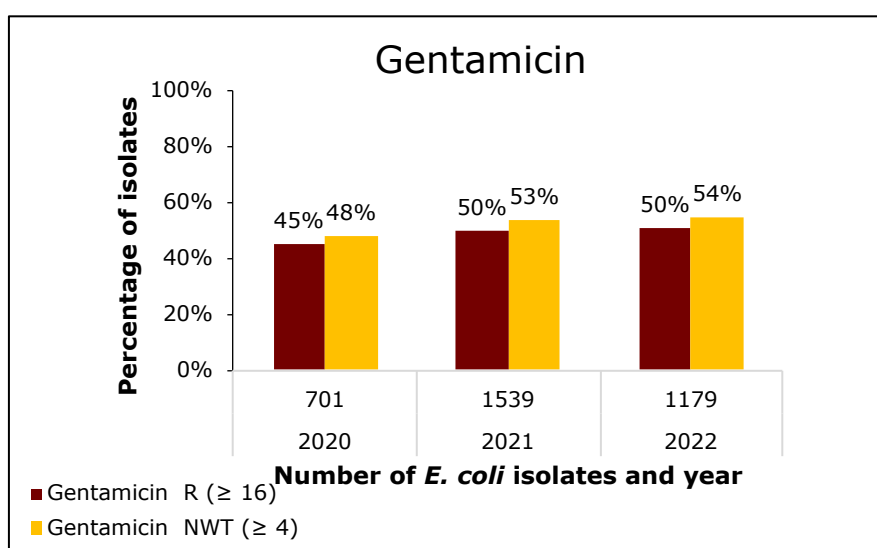


Figure 11 Percentage of resistance to gentamicin in each study, 2020–2022

Beta-lactam Penicillin

Ampicillin, an aminopenicillin was included in the AST panel. Extremely high levels of resistance overall (82%, 95% CI: 80–83%) was observed. An increase of 8% and 9% in 2021 and 2022 respectively compared to 2020 was noted and resistance levels remained at extremely high level during the surveillance timeframe. The trends in % of NWT mirrored the % resistance findings as shown below.

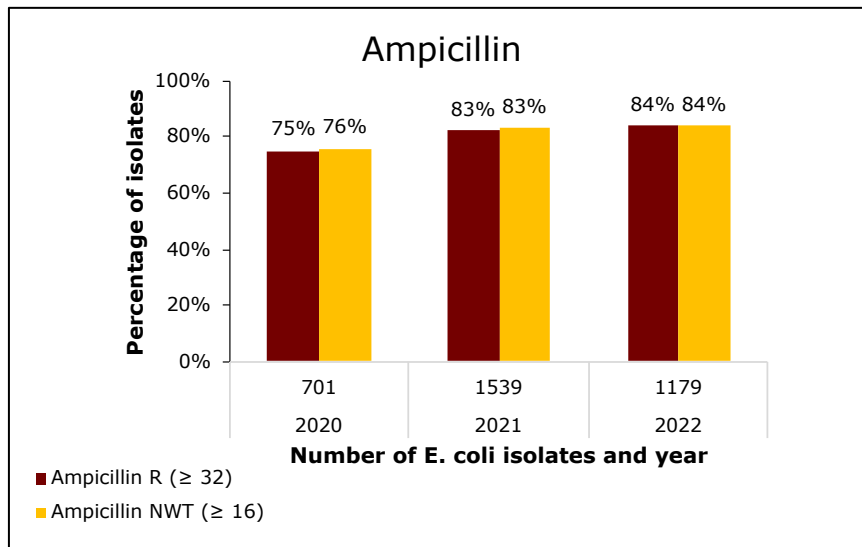


Figure 12 Percentage of resistance to ampicillin in each study, 2020–2022

Carbapenem

Meropenem was the indicator for carbapenem resistance included in the panel. Overall, resistance was detected at very low level (1%). No resistant isolates were detected in 2020 and very-low levels (1%) were detected in 2021 and 2022. Further characterization of the resistant isolates will be considered.

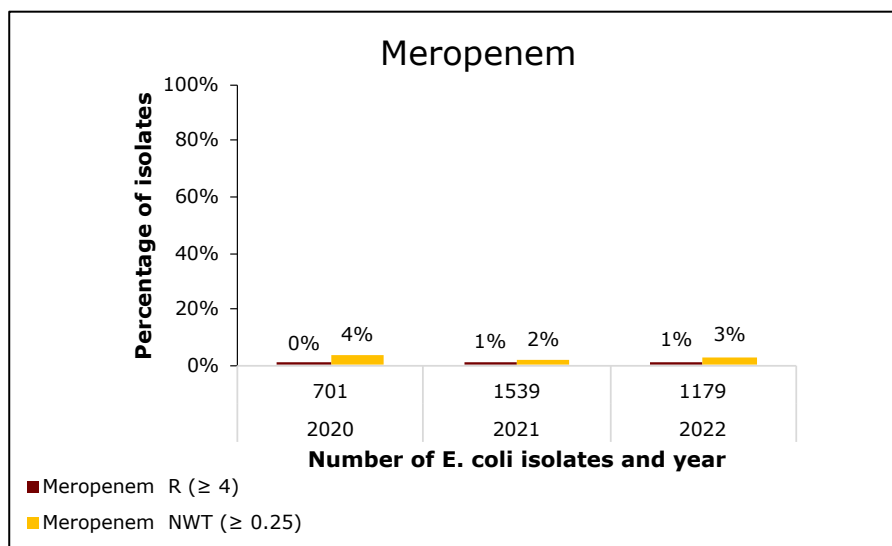


Figure 13 Percentage of resistance to meropenem in each study, 2020–2022

3rd Generation of Cephalosporins

Two 3rd generation of cephalosporin antimicrobials cefotaxime and ceftazidime were included in the panel. For cefotaxime, overall high-level resistance (28%, 95% CI: 26–29%) was observed. A significant increase was noted between 2020 (21%) and 2022 (30%). As for ceftazidime, low-level resistance was observed overall (10%, 9–10%). The highest observed resistance was in 2021 (12%), which dropped in 2022 (8%) similar to its 2020 level.

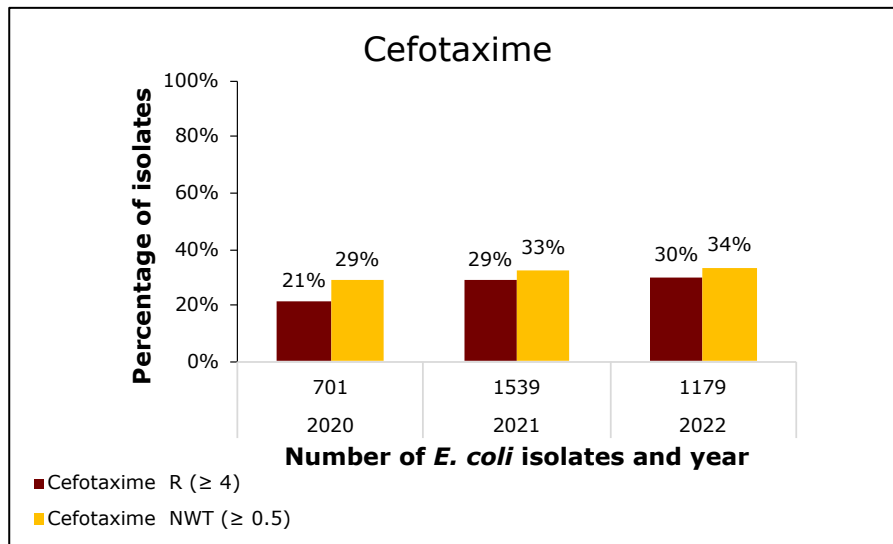


Figure 14 Percentage of resistance to cefotaxime in each study, 2020–2022

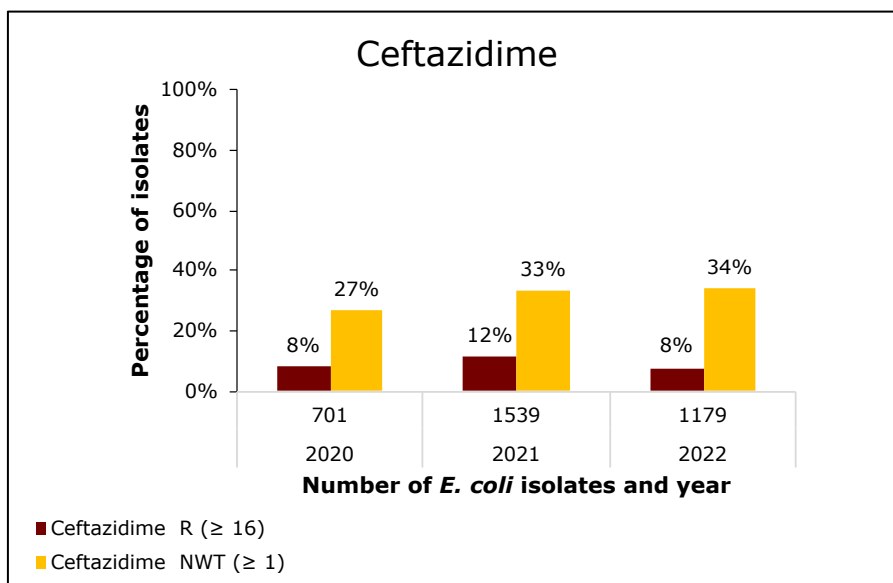


Figure 15 Percentage of resistance to ceftazidime in each study, 2020–2022

Quinolones/fluoroquinolones

Two antimicrobials, ciprofloxacin (a fluorinated quinolone) and nalidixic acid, were included in the AST panel. For ciprofloxacin, very high-level (58%, 95% CI: 56–59%) resistance was observed. Over time, resistance sustained at high to very high levels where no significant changes compared to 2020 was noted. Of important note, the % ciprofloxacin NWT remained relatively stable during the surveillance timeframe with a peak %NWT of 90% noted in 2022. As for nalidixic acid, resistance was also noted at very high levels (58%, 95% CI: 57–60%). Resistance level significantly increased from 49% in 2020 to 63% in 2021, then slightly dropped to 57% in 2022. This trend in nalidixic acid mirrored the ciprofloxacin resistance trend.

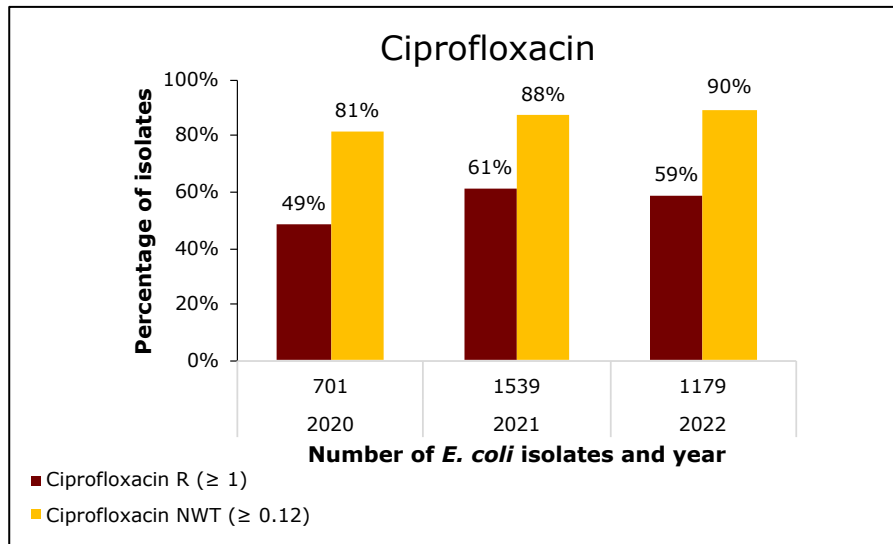


Figure 16 Percentage of resistance to ciprofloxacin in each study, 2020–2022

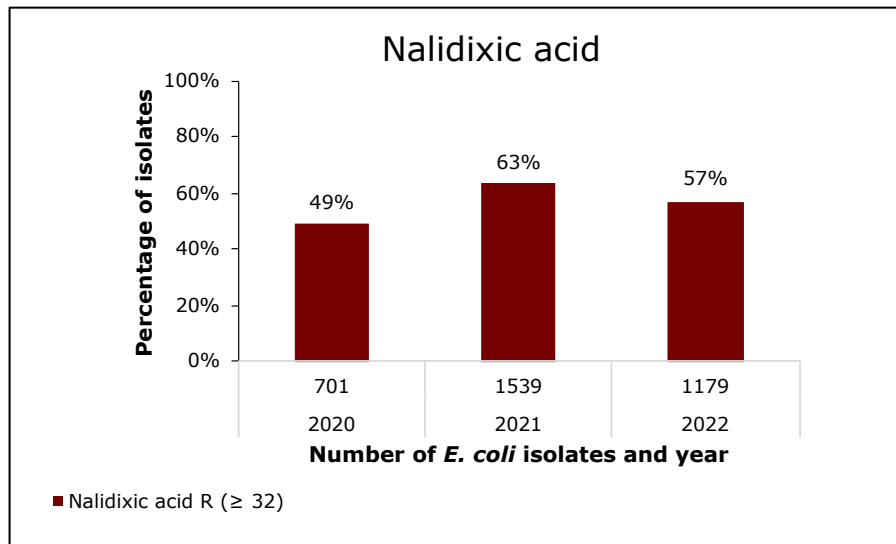


Figure 17 Percentage of resistance to nalidixic acid in each study, 2020–2022

Macrolides

Azithromycin was the macrolide antimicrobial included in the panel. Overall high-level (29%, 95% CI: 28–31%) resistance was observed. Resistance was noted to be stable at high levels throughout the surveillance timeframe.

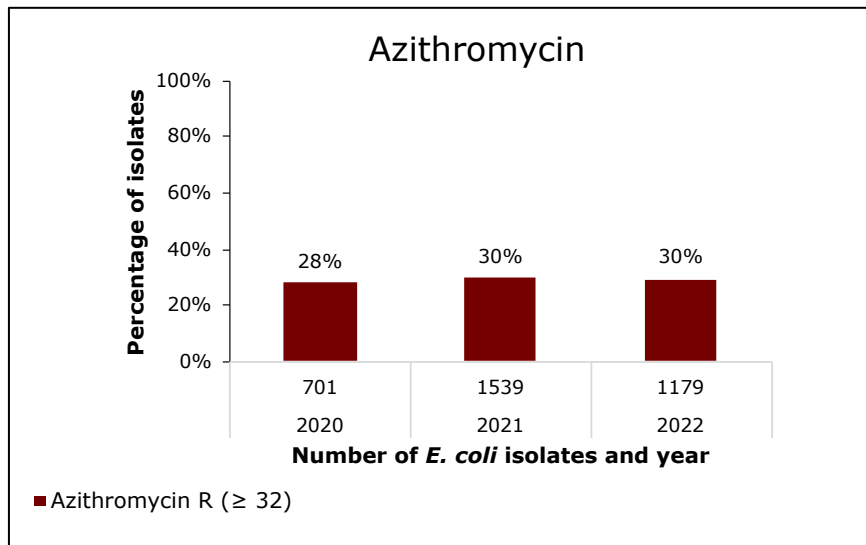


Figure 18 Percentage of resistance to azithromycin in each study, 2020–2022

Phenicol

Chloramphenicol was the phenicol antimicrobial included in the AST panel. Resistance was observed at moderate level overall (18%, 95% CI: 17–19%). Resistance was observed at moderate levels and only slight changes were noted between 2020 and 2022 (16% to 19%).

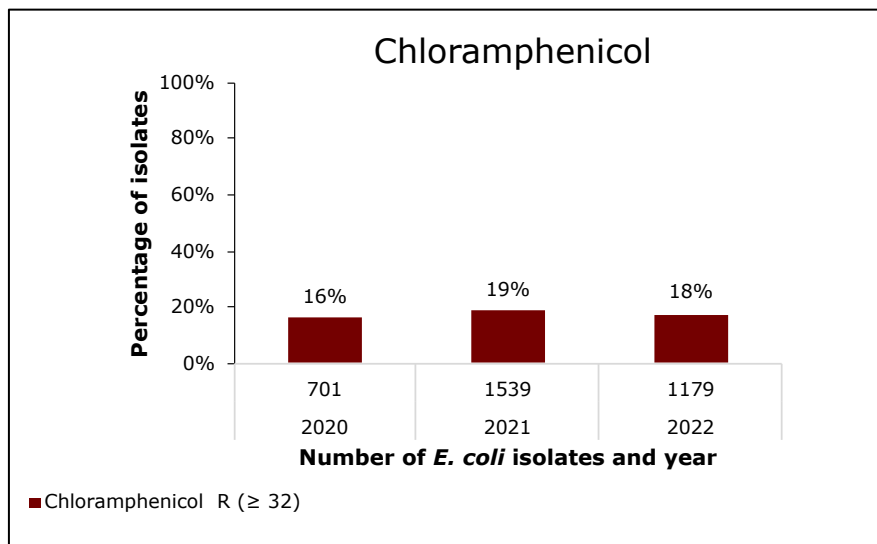


Figure 19 Percentage of resistance to chloramphenicol in each study, 2020–2022

Polymyxins

Colistin, belonging to polymyxin class, was the antimicrobial included in the panel. Resistance was observed at low levels overall (6%, 95% CI: 5–7%). The highest level of resistance was observed in 2020 at 11% and these isolates were prioritized for confirmatory testing to detect genetic determinants for colistin resistance (*mcr-1* gene). Compared to 2020, resistance significantly dropped to 5% in 2021 and 4% in 2022.

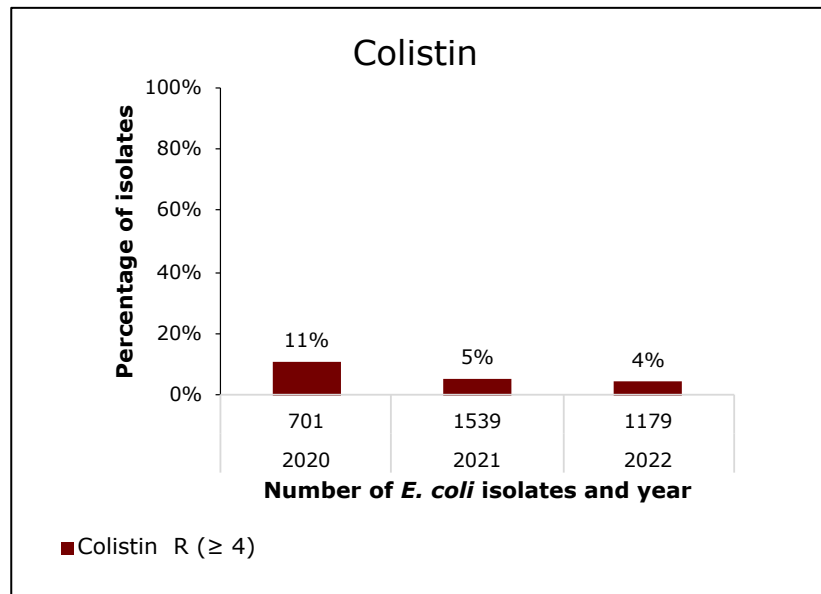


Figure 20 Percentage of resistance to colistin in each study, 2020–2022

Tetracycline

Two antimicrobial active ingredient, tetracycline and tigecycline (a glycycline) were included in the panel. For tetracycline, resistance was observed to be very high overall (63%, 95% CI: 61–65%). The level of resistance to tetracycline increased by 9% between 2020 and 2021, followed by a decrease of 6% in 2022. For tigecycline, resistance was observed at low level overall (2%, 95% CI: 2–3%) and was sustained at this level throughout the surveillance timeframe.

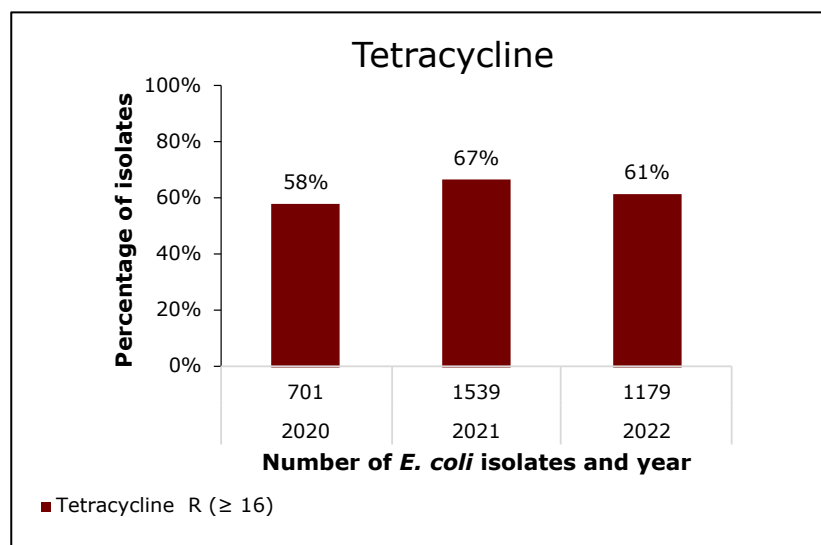


Figure 21 Percentage of resistance to tetracycline in each study, 2020–2022

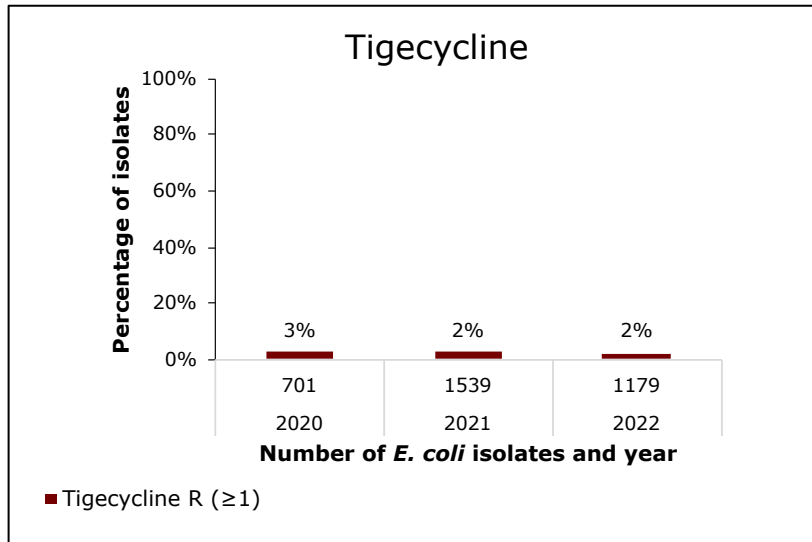


Figure 22 Percentage of resistance to tigecycline in each study, 2020–2022

Trimethoprim and sulfonamides (folate pathway inhibitors)

Two antimicrobials belonging to trimethoprim and sulfonamides classes (also known as folate pathway inhibitors) included in the panel were sulfamethoxazole and trimethoprim. For sulfamethoxazole, very high-level resistance (72%, 95% CI: 71–74%) was observed. Resistance was stable at very high to extremely high levels (67% to 76%) during the surveillance timeframe. As for trimethoprim, very high levels (66%, 95% CI: 64–67%) of resistance were also observed. Resistance fluctuated over time, with resistance level reaching 70% in 2021 but a decrease was observed in 2022 (64%).

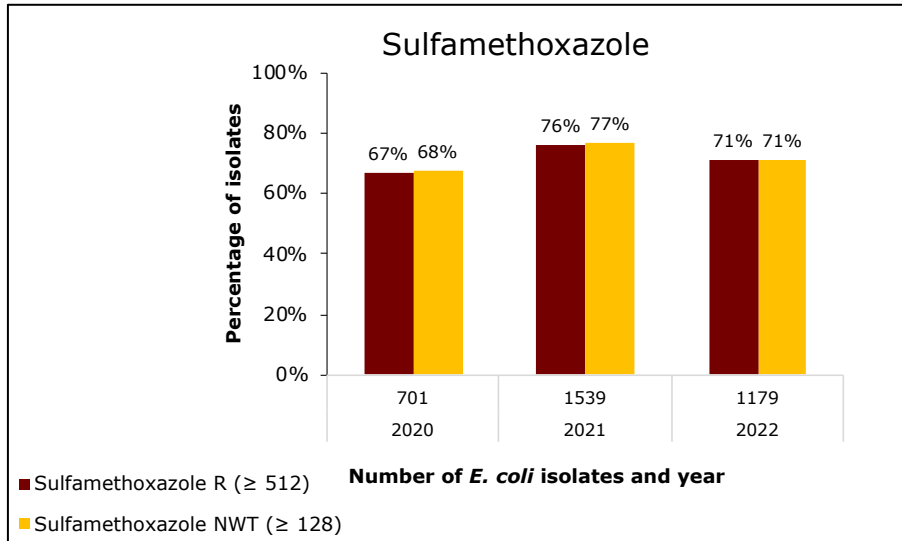


Figure 23 Percentage of resistance to sulfamethoxazole in each study, 2020–2022

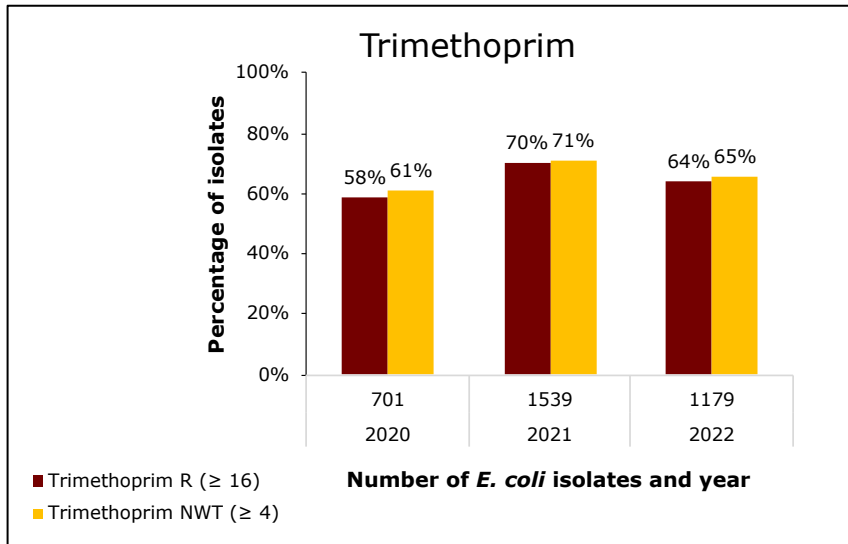


Figure 24 Percentage of resistance to trimethoprim in each study, 2020–2022

Total Antimicrobial / Antimicrobial Class and Resistance Profiles of *E. coli* from Broiler chickens

Figure 25 and Table 13 depict temporal trends in select AMR outcomes (fully susceptible to all 14 antimicrobials in the panel and isolates with resistance to ≥ 1 , ≥ 3 , and ≥ 5 classes). Overall, 87% of the Isolates were fully susceptible to all 14 antimicrobials in the panel with minimal changes over time (6–11%). The vast majority of the isolates exhibited resistance to at least 1 class of antimicrobial (93%, 91–95%) overall. Isolates with resistance to 3 or more classes (referred to as multidrug resistance (MDR) from this point forward) in *E. coli* isolates increased from 70% in 2020 to 80% in 2022.

Of considerable concern, high-level percentage of isolates overall were resistant to at least 5 classes of antimicrobials (48%). Temporally, the increasing trend in MDR isolates was observed from 2020 to 2022. Detailed distribution of the number of classes in the resistant patterns in *E. coli* populations from broilers are summarised in Figure 25 where variations in the relative predominance of the number of classes in the resistance pattern were observed depending on the year.

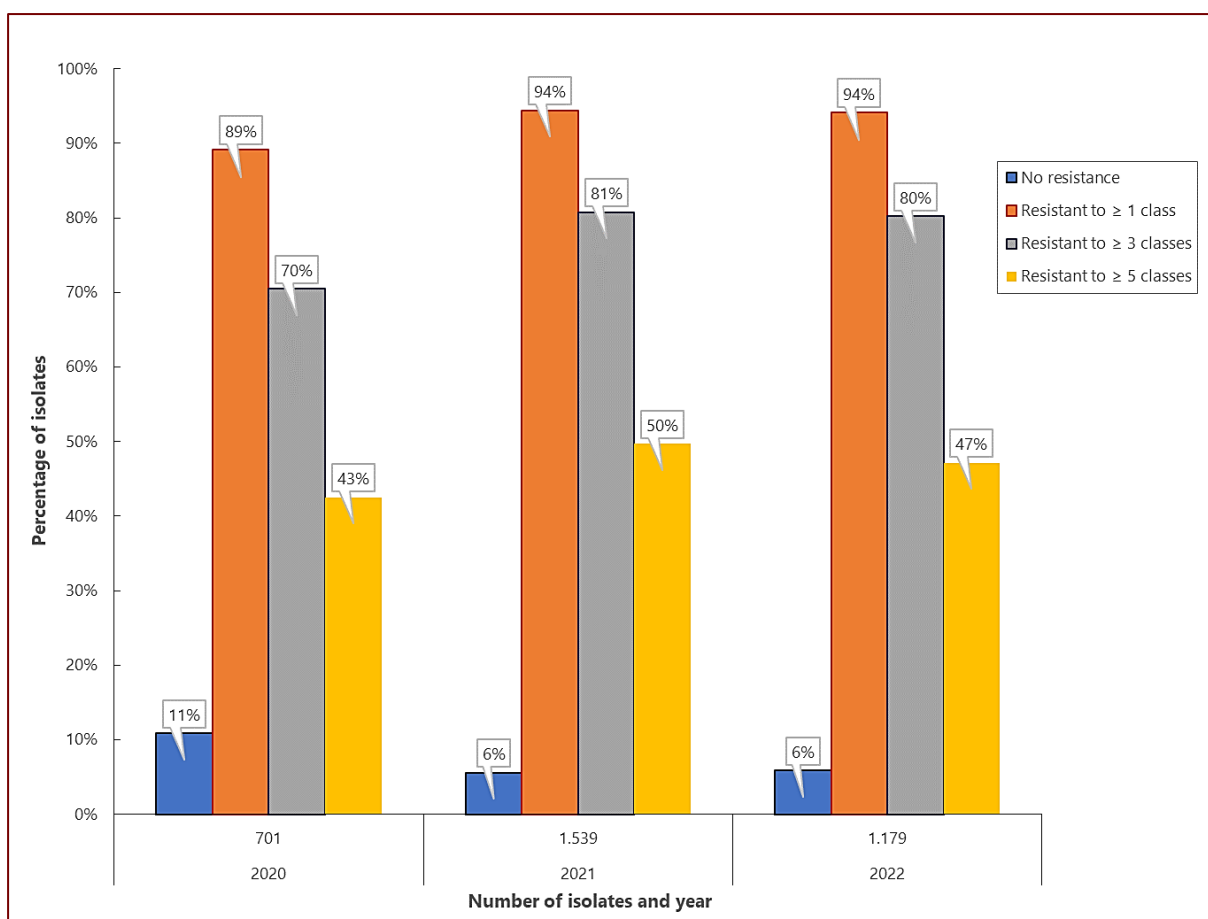


Figure 25 Percentage distribution of resistance patterns to a number of antimicrobial classes, 2020–2022

Table 13 Percentage of distribution of resistance patterns to a number of antimicrobial classes, 2020–2022

Year	2020	2021	2022	Overall (n = 3,419)			2021 vs. 2020	2022 vs. 2020
Number of isolates	701	1,539	1,179	Mean	95% CI		% change	% change
Categories								
Susceptible ¹	11%	6%	6%	7%	6%	9%	-5%	-5%
Resistant to ≥ 1 class ²	89%	94%	94%	93%	91%	94%	5%	5%
Resistant to ≥ 3 classes ³	70%	81%	80%	78%	75%	82%	11%	10%
Resistant to ≥ 5 classes ⁴	43%	50%	47%	48%	42%	55%	7%	4%

¹total isolates that exhibited susceptibility to the 14 antimicrobials in the panel.

²total isolates that exhibited resistance to at least 1 antimicrobial in the panel.

³total isolates that exhibited resistance to at least 5 antimicrobial classes in the panel.

⁴total isolates that exhibited resistance to at least 5 antimicrobial classes in the panel.

Overall values were adjusted for clustering at the laboratory-level.

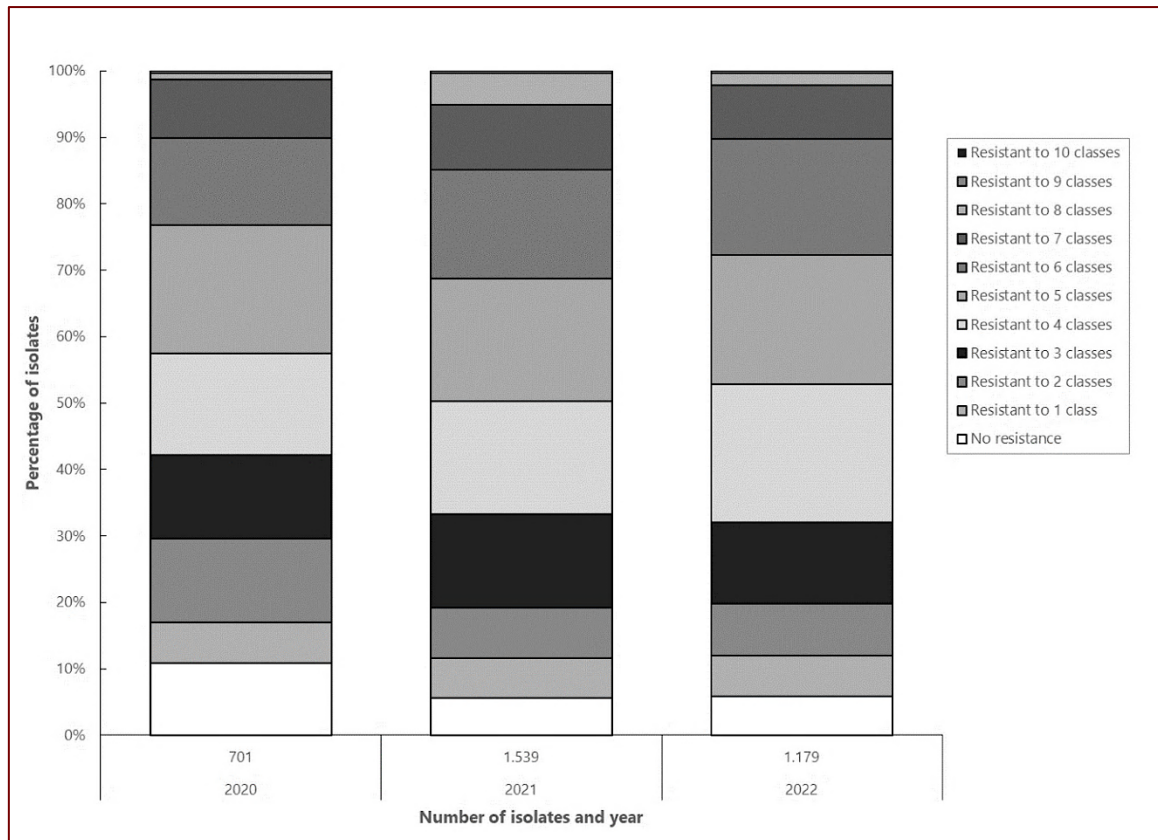


Figure 26 Detailed distribution of the number of antimicrobials in multiclass resistance patterns in *E. coli* from broiler chickens

There were diverse phenotypic resistance patterns among the *E. coli* isolated from broiler chickens, where a total of 498 unique resistance phenotypes were detected between 2020 and 2022. In 2020 there were 202 unique AMR patterns out of the 701 isolates, in 2021 there were 325 unique AMR patterns out of the 1539 isolates, and in 2022 there were 286 unique AMR patterns out of the 1179 isolates. Among the 10 resistance phenotype patterns that appeared most frequently (combining all years), resistance to as many as 9 antimicrobials in the pattern was noted. Also combining all surveillance years, isolates with resistance to as many as 10 antimicrobials (4%) and 11 antimicrobials were detected.

The top ten most frequently detected resistance patterns are summarised in Table 14. Seven of the AMR patterns included resistance to one or more antimicrobials belonging to WHO's HPCIA's (classification at the time of analysis) notably, ciprofloxacin was consistently included in the 7 top AMR phenotypic profiles identified.

Table 14 Percentage of isolates with no resistance and ten most frequently occurring resistance patterns overall, 2020–2022

Resistance patterns identified	Number of isolates	Percentage
Susceptible*	231	7%
amp-smx-tet-tmp-	136	4%
amp-cip-gen-nal-smx-tet-tmp-	125	4%
amp-cip-nal-smx-tet-tmp-	98	3%
amp-azi-ctx-cip-gen-nal-smx-tmp-	95	3%
amp-azi-ctx-cip-gen-nal-smx-tet-tmp-	80	2%
amp-tet-	78	2%
amp-azi-cip-gen-nal-smx-tet-tmp-	76	2%
amp-chl-cip-gen-nal-smx-tet-tmp-	72	2%
tet-	63	2%
amp-cip-gen-nal-smx-tmp-	61	2%

Please note that a new WHO categorization of antimicrobials was recently published and will be applied to succeeding reports¹¹. *Susceptible isolates exhibited susceptibility to the 14 antimicrobials included in the panel.

Figure 27 shows that more than half (63%) of the total isolates expressed resistance to at least 5 antimicrobials in the panel.

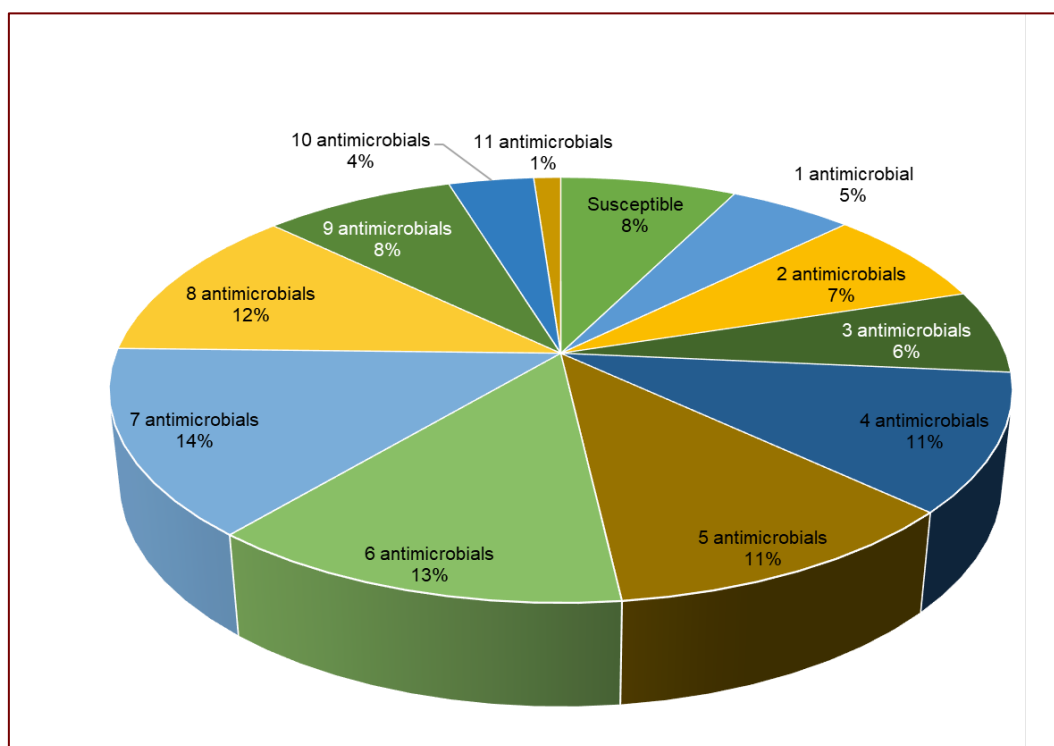


Figure 27 Distribution of the number of antimicrobials in E. coli resistance patterns from broiler chickens, 2020–2022 (n = 3,419 isolates)

¹¹https://cdn.who.int/media/docs/default-source/gcp/who-mia-list-2024-lv.pdf?sfvrsn=3320dd3d_2

Salmonella Resistance Profile (n = 82)

Resistance percentage

Figure 28 summarises the percentage of resistance to antimicrobials combining all surveillance years. Antimicrobials in black bars are WHO's HPCIA's (classification at the time of writing). There was no serotyping information available. It is important to note that there were very few isolates in some years, therefore caution in interpreting the temporal changes (as summarized in Table 16) is warranted.

Resistance to WHO's HPCIA's (categories at the time of writing and analysis) in *Salmonella* are depicted by the black bars. Moderate level resistances to 3rd generation cephalosporins, cefotaxime (13%) and ceftazidime (15%) were observed. Very high to extremely high resistance to the fluoroquinolones, ciprofloxacin (57%) and nalidixic acid (72%) were observed. In the remaining WHO's HPCIA's, resistance to macrolides (azithromycin: 46%) and polymyxins (colistin: 48%) were observed at high levels. No resistance to meropenem was noted and in the remaining antimicrobials, resistance was detected at high-level (30%: tigecycline, 33%: gentamicin) to very high level (63%: tetracycline). The %NWT *Salmonella* estimates are summarized in Table 18 which showed extremely high levels of ciprofloxacin NWT (93%) which is concerning. Confirmatory testing and identification of resistance determinants will be conducted when resources would allow.

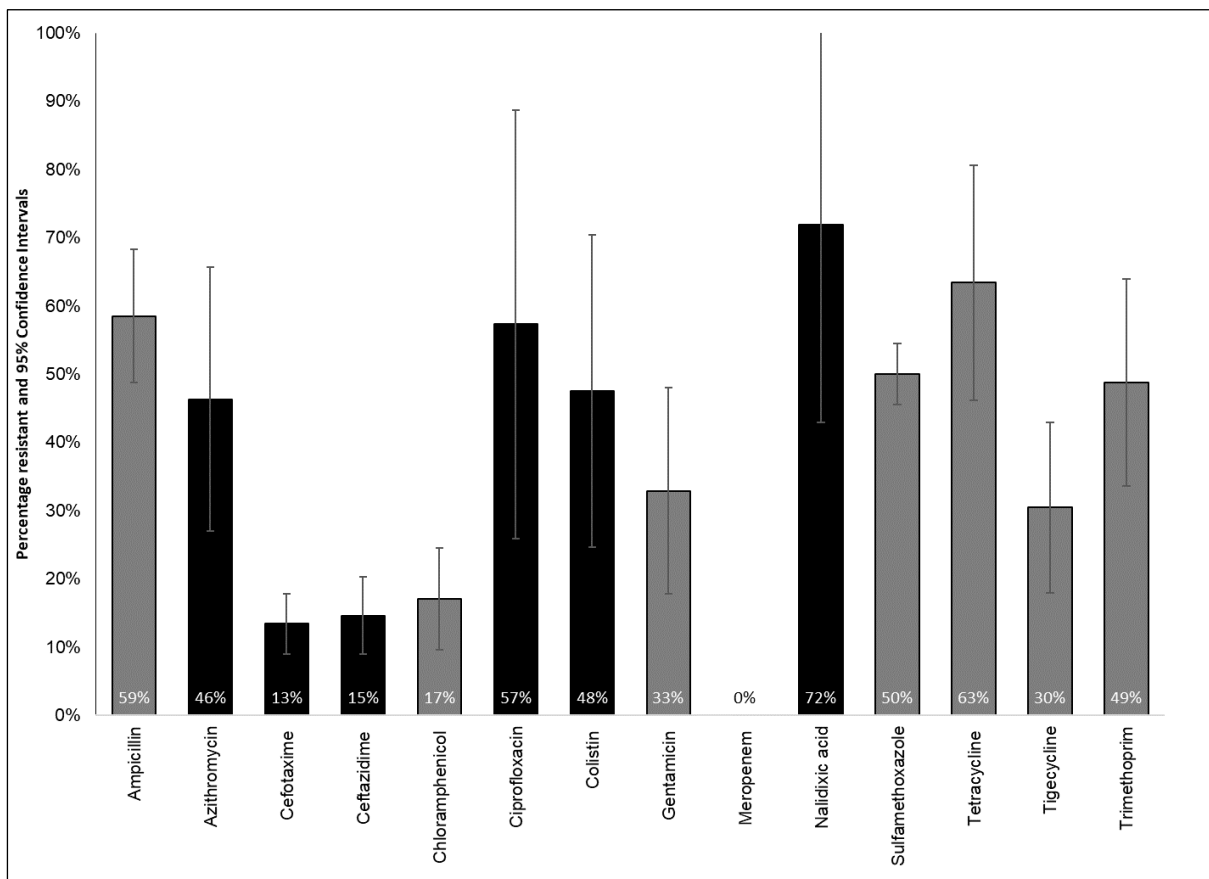


Figure 28 Percentage of resistance to antimicrobials in *Salmonella* spp. from broiler chickens, overall (2020–2022)

Table 16 Percentage of resistance to antimicrobials in *Salmonella* spp. from broiler chickens, 2020–2022

Year	2020	2021	2022	Overall (n = 82)		
Source province*	2	2	2	4		
No. of isolates	26	16	40	Mean	95% CI	
Antimicrobials						
Ampicillin	50%	75%	58%	59%	49%	68%
Azithromycin	42%	56%	45%	46%	27%	66%
Cefotaxime	15%	6%	15%	13%	9%	18%
Ceftazidime	15%	13%	15%	15%	9%	20%
Chloramphenicol	4%	25%	23%	17%	10%	25%
Ciprofloxacin	65%	75%	45%	57%	26%	89%
Colistin	27%	69%	53%	48%	25%	70%
Gentamicin	23%	50%	33%	33%	18%	48%
Meropenem	0%	0%	0%	0%		
Nalidixic acid	88%	88%	55%	72%	43%	100%
Sulfamethoxazole	38%	94%	40%	50%	46%	54%
Tetracycline	54%	81%	63%	63%	46%	81%
Tigecycline	0%	63%	38%	30%	18%	43%
Trimethoprim	46%	69%	43%	49%	34%	64%

*DI Yogyakarta consistently tested *Salmonella* between 2020 and 2022. Some isolates were received from Bali, South Sulawesi, and West Sumatra in 2020, 2021 and 2022, respectively.

Total Antimicrobial / Antimicrobial Class and Resistance Profiles of *Salmonella* spp. from broiler chickens

As shown in Table 17 and Figure 29, only 5% of the isolates exhibited susceptibility to all 14 antimicrobials included in the panel. Extremely high-level percentage of isolates (95%) exhibited resistance to at least one antimicrobial class.

Table 17 Resistance patterns of *Salmonella* spp. from broiler chickens, overall (2020–2022)

Categories	Mean	95% CI	
No resistance ¹	5%	0%	10%
Resistant to ≥ 1 antimicrobial class ²	95%	90%	100%
Resistant to ≥ 3 antimicrobial class ³	65%	54%	75%
Resistant to ≥ 5 antimicrobial class ⁴	50%	39%	61%

¹total isolates that exhibited susceptibility to the 14 antimicrobials in the panel.

²total isolates that exhibited resistance to at least 1 antimicrobial in the panel.

³total isolates that exhibited resistance to at least 5 antimicrobial classes in the panel.

⁴total isolates that exhibited resistance to at least 5 antimicrobial classes in the panel.

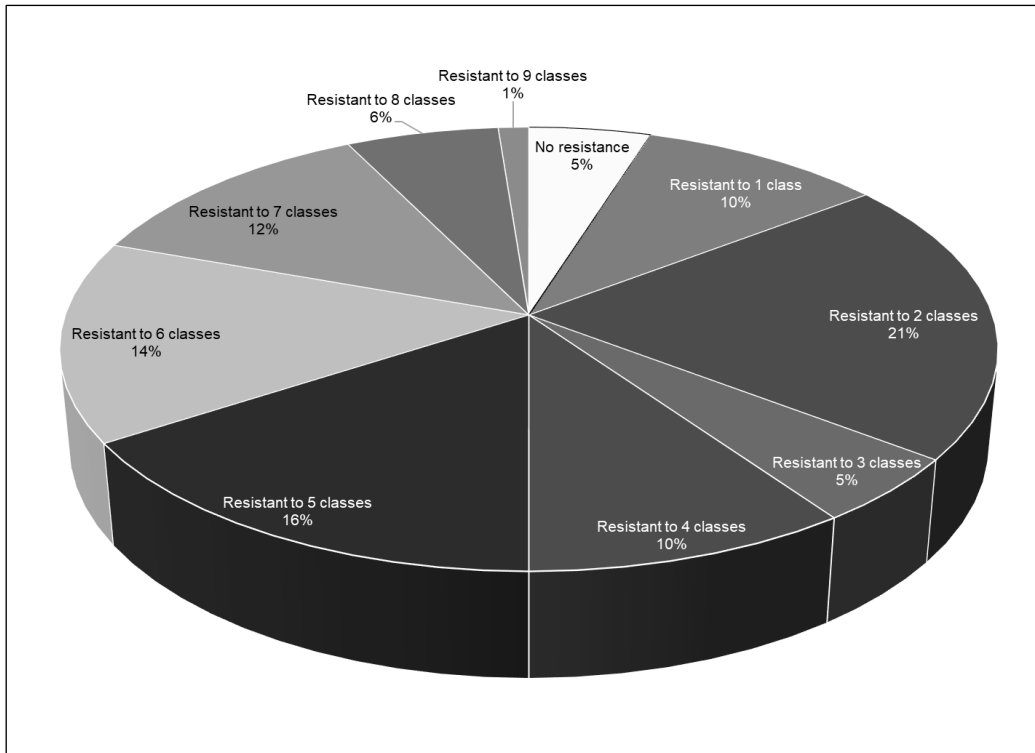


Figure 29 Detailed distribution of the number of antimicrobials in the resistance pattern of *Salmonella* from broiler chickens, overall (2020–2022, n = 82 isolates)

Fifty-eight unique AMR patterns out of the 82 *Salmonella* isolates were observed. Some isolates were resistant to as many as 10 antimicrobials in the pattern (10% of the isolates) and a small proportion of isolates resistant to as many as 11 to 13 antimicrobials in the pattern (7% total). These are indications that diverse resistant *Salmonella* phenotypes are present in broiler chicken populations and their persistency in nature warrants an ongoing surveillance to inform *Salmonella* reduction programs.

Discussion

Surveillance of antimicrobial use (AMU) in Indonesia from 2017 (2017–2019 as pilot years) to 2022 primarily targeted broiler chickens due to their significant role as a food source with high demand among the Indonesian population. According to the Livestock and Animal Health Statistics for 2022, the broiler chicken population in Indonesia was projected to reach 2.9 billion in 2021, expected to increase to 3.16 billion in 2022, marking a growth of approximately 9% from the previous year. Notably, West Java and East Java are home to the highest broiler chicken populations, estimated at 617.5 million and 625 million, respectively. In 2021, Indonesia achieved a broiler chicken meat production of 3.2 million tonnes, constituting 70.14% of the total meat production in the country (DGLAHS 2022).

However, the high demand for chicken meat also raises concerns about the prevalent suboptimal biosecurity practices in numerous chicken farms. The majority of small-scale commercial chicken farms in Indonesia fall under the classification of level three farms, indicating inadequate biosecurity systems. This situation elevates the susceptibility to disease outbreaks and contamination. Additionally, the tropical climate in Indonesia provides an ideal environment for bacterial proliferation, potentially leading to a surge in the use of antibiotics for prophylaxis, treatment, and growth promotion in chicken farms. Inappropriate use of antibiotics in the poultry industry can further contribute to the emergence of antibiotic-resistant bacteria (Efendi *et al.* 2022).

Research conducted on small-scale broiler farms in West Java revealed that 78% of 132 farmers administered antibiotics to healthy populations as a preventive measure, commonly referred to as "flushing" (Efendi *et al.* 2022). According to findings by Surbakti *et al.* in 2017, a common practice involved the administration of antibiotics to day-old chicks (DOC) within the initial 4-6 hours upon placement in poultry houses, delivered through drinking water. These studies highlight instances of inappropriate antibiotic use in small-scale broiler farms. Improper antibiotic use in livestock farming poses challenges to antimicrobial resistance, particularly in low- and middle-income countries (LMICs), as highlighted by Habiba *et al.* (2023).

In Study 1, it was observed that aminopenicillins, quinolones, polymyxins, trimethoprim, sulfonamides, as well as macrolides were commonly administered in broiler chicken farms in Indonesia. However, there was a notable decline in the diversity of active ingredients used and more importantly, the reported use of polymyxins (colistin) in broiler chicken farms, decreased substantially from 22% in 2020 to 1% in 2022. Additionally, there was a reduction in reported quinolone use, dropping from 51% in 2020 to 28% in 2022.

Antimicrobial Classes

Quinolones/Fluoroquinolones Pattern

Quinolones and fluorinated quinolones (fluoroquinolones) are classified as the highest priority CIA by the WHO. Given their critical status, the substantial use of these antimicrobials in broiler chickens demands special attention. Quinolones are commonly administered for the treatment and prevention of bacterial infectious diseases in chickens. Seven fluoroquinolone antimicrobials, including ciprofloxacin, enrofloxacin, flumequine, levofloxacin, norfloxacin, and ofloxacin, have been reported for use in broiler chicken farms in Indonesia from 2020 to 2022.

The fluoroquinolone class of antibiotics most commonly used in studies 1–3 was enrofloxacin and ciprofloxacin. Enrofloxacin is a derivative of ciprofloxacin, demethylated *in-vivo*, and it belongs to the quinolone class. Its widespread usage in chickens is for treating respiratory, renal, and digestive diseases (Mananura *et al.* 2023).

According to survey data, the elevated usage of quinolone class was primarily driven by the extensive use of enrofloxacin in broiler chicken farms. The temporal trends in farms reporting enrofloxacin use declined from 38% in 2020 (Study 1) to 19% in 2021 (Study 2) with a slight increase to 23% in 2022 (Study 3). At the class level, the general use of fluoroquinolones decreased from 51% in 2020 (Study 1) to 27% in 2021 (Study 2) and 28% in 2022 (Study 3). Temporal trend in the percentage use of fluoroquinolone class antibiotics is shown in Figure 30.

Figure 30 depicts the temporal trend in resistance observed in *E. coli* and *Salmonella* bacteria, including *E. coli* and *Salmonella* NWT types, to ciprofloxacin. Bacterial susceptibility testing to ciprofloxacin (alongside nalidixic acid) serves as an indicator for resistance to quinolone/fluoroquinolone class antibiotics and analysis using the EUCAST ECOFFs detected NWT isolates (carry the resistant determinant in their genes and oftentimes used to detect emerging resistance). The development of bacterial resistance in the order Enterobacterales (*E. coli* and *Salmonella*) to fluoroquinolones is attributed to the modification of target enzymes (DNA gyrase and topoisomerase IV). The occurrence of "stepwise" mutations in these target enzymes can transpire upon exposure to ciprofloxacin and other antibiotics in the fluoroquinolone class within the animal health sector, ultimately leading to resistance.

Observed resistance to ciprofloxacin in *E. coli* was notably high at 49% in parallel with reported fluoroquinolone use in broiler chickens (51%) in 2020. In 2021 and 2020 resistance levels remained stable at 61% and 59%, respectively. In *Salmonella* isolates, very high resistance (65%) was observed in 2020 and increased to 75% in 2021, and then substantially dropped to 45% in 2022. Despite fluctuations, the percentage of resistance for *E. coli* and *Salmonella* NWT bacteria consistently remained above 80% and 90%, respectively suggesting that fluoroquinolone resistant bacterial population persisted in broiler flocks.

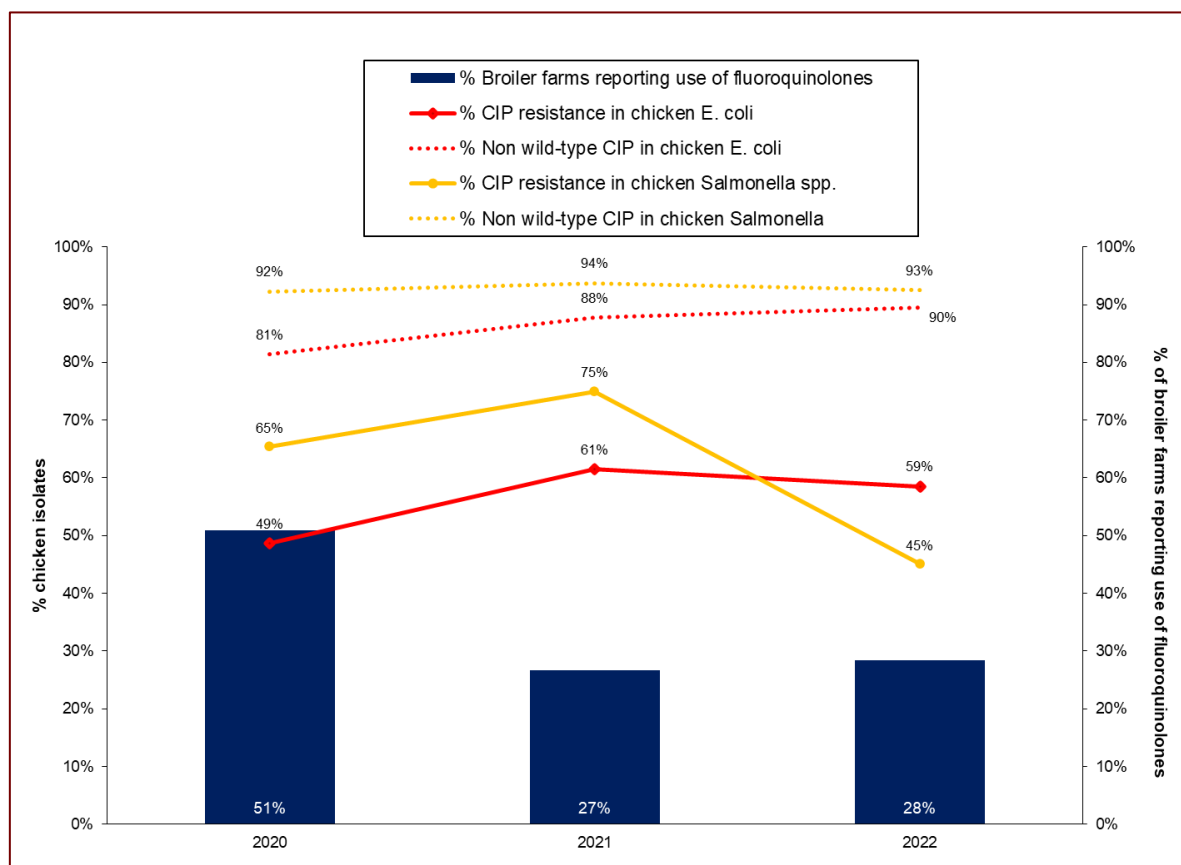


Figure 30 Integrated analysis of fluoroquinolone usage at the farm level and ciprofloxacin resistance in healthy chicken carcasses in Indonesia spanning 2020–2022 (n = total number of surveyed farms or *E. coli* isolates tested; CIP = ciprofloxacin).

Consistent with this observation, antimicrobial resistance (AMR) data reveals a persistent trend of very high resistance in *E. coli* to ciprofloxacin over time, despite the relatively low usage of ciprofloxacin in broiler chickens. This phenomenon may arise from the frequent use of enrofloxacin in broiler chicken farms. Enrofloxacin, a precursor partially metabolized to ciprofloxacin, can induce cross-resistance between antibiotics within the quinolone group (Schulz *et al.*, 2019). Under specific conditions, bacteria may develop cross-resistance even to antibiotics they have not been exposed to previously. This occurrence is attributed to a shared chemical structure between antibiotics, as bacteria possess defensive mechanisms against specific molecular structures (Gibbs and Gibbs, 2020).

Figure 31 illustrates the proportion of isolates that were inhibited above the CLSI clinical breakpoint for ciprofloxacin ($\geq 1 \mu\text{g/mL}$). This observation suggests that the isolates have potentially undergone multiple stages of mutation, likely driven by continuous selection pressure resulting from antibiotic use. The percentage of ciprofloxacin NWT isolates has been remarkably high since 2020. Isolates that were inhibited at 16 $\mu\text{g/mL}$ are also potential candidates for molecular testing to determine other resistance determinants and co-occurrence with other genes conferring resistance to WHO's HPCIA's, for example, 3rd generation cephalosporins and polymyxins.

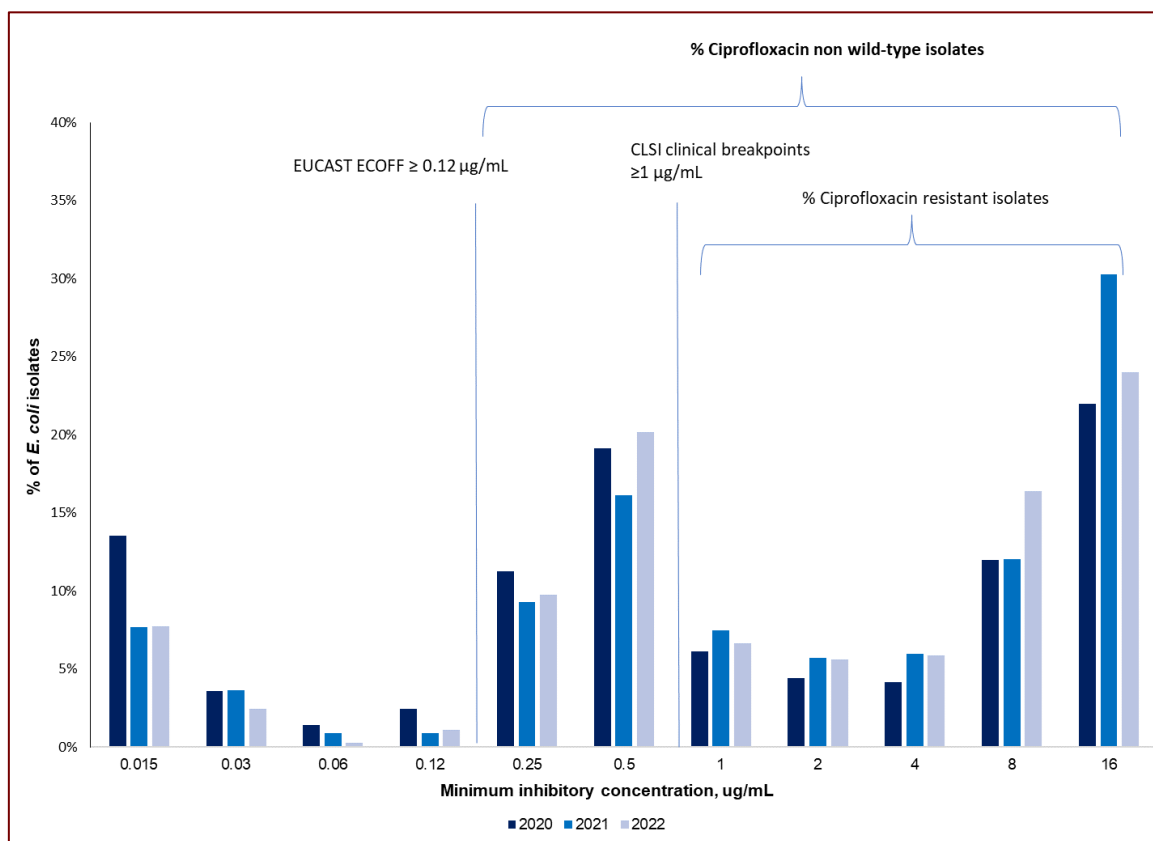


Figure 31 Distribution of minimum inhibitory concentrations (MIC) of ciprofloxacin on *E. coli* from broiler chickens in Indonesia, 2020–2022

Macrolide Pattern

The elevated usage of macrolide classes was instigated by the extensive use of tylosin, followed by high levels of erythromycin. In broiler chickens, tylosin and erythromycin serve as treatments for chronic respiratory infections caused by *Mycoplasma gallisepticum* (MG). These antibiotics exhibit effective intracellular activity and can accumulate in cells, thereby demonstrating a therapeutic effect on intracellular bacteria such as MG (Huang *et al.* 2021). Surveillance data indicates that the use of

tylosin in broiler chicken farming is predominantly for preventive purposes. In the 2022 study, 62% of tylosin use and 83% of erythromycin use were reported for preventive measures.

Comparison with susceptibility testing result of macrolide antibiotics in *E. coli*, survey data on antibiotic use over a 5-year period did not indicate any use of azithromycin use in broiler chickens. The presence of resistance to azithromycin may suggest potential cross-resistance. However, confirmation of this observation requires more thorough and in-depth studies.

Polymyxin Pattern

From the polymyxin class, the use of colistin appeared to be high (22%) in 2020 but then experienced a sharp decline in subsequent years. By 2022, only 1% of broiler chicken farms were identified as still using colistin. This marked reduction aligns with the prohibition of colistin use in animals, as outlined in Circular Letter of the Ministry of Agriculture No. 09160/PK.350/F/12/2019 in 2019. The prohibition of colistin in the livestock sector aims to mitigate the prevalence of the *mcr-1* or mobile colistin resistance-1 gene in bacteria, thereby reducing resistance to colistin and hindering horizontal gene transfer to other bacteria (Jansen *et al.* 2022; Danaei *et al.* 2023).

Susceptibility testing of *E. coli* to colistin showed a significant decreasing trend in resistance from 11% in 2020 to 5% and 4% in 2021 and 2022, respectively. This decline in resistance levels is thought to be linked to the stringent policy banning the distribution and use of colistin in Indonesia. Studies conducted in China have demonstrated that the prohibition of colistin use as a feed additive has positively contributed to reducing the prevalence of resistance from plasmids, colistin-resistant *E. coli* (CREC) genes, and the *mcr-1*-positive *E. coli* (MCRPEC) gene in both animals and humans (Wang *et al.* 2020). Similarly, the European Union's prohibition on the use of colistin as a growth promoter supports the notion that diminishing selective pressure (external factors influencing the ability to survive, in this case, colistin) can lead to a reduction in resistance gene expression and the loss of the *mcr* plasmid due to the high energy consumption in the bacterial replication process (Jansen *et al.* 2022).

Aminopenicillin Pattern

The aminopenicillin class, consisting of amoxicillin and ampicillin, is among the most frequently used antimicrobials in broiler chicken farms. This pattern aligns with the observed high resistance to ampicillin.

Tetracycline Pattern

The usage of the tetracycline class is notably high but has been consistently decreasing, reaching only 11% of broiler chicken farms in 2022. This decline is primarily driven by the use of doxycycline and oxytetracycline. Correspondingly, the resistance of *E. coli* bacteria to tetracycline has been observed to be very high with a decreasing trend from year to year, mirroring the pattern of tetracycline use.

Trimethoprim and Sulfonamides Pattern

The utilisation of trimethoprim and sulfonamides exhibits fluctuations from year to year, with the highest reported use observed in 2020 (25%). This aligns with the consistently high resistance of *E. coli* bacteria to sulfonamides and trimethoprim observed over the years. Because this combination antimicrobial class were frequently used, the potential for co-resistance with other frequently used and one of the older antimicrobial class, tetracycline, could occur. This may explain the presence of AMR patterns containing tetracycline, trimethoprim, and sulfamethoxazole.

Multidrug Resistance (MDR)

The number of antibiotic active ingredients employed at the farm level varied from 0 to 4 active ingredients in both Study 2 and Study 3, while Study 1, consisting of multiple flock cycles, reached up to 9 active ingredients. The diversity of antibiotics used decreased over time, with Study 1 including 47 animal antibiotic products, Study 2 including 45 products, and Study 3 including 23 products.

Repetitive exposure to antibiotics during the growth period or subsequent administrations within the same flock cycle can lead to the emergence of bacterial isolates with multidrug-resistant characteristics. Factors such as inadequate disinfection may contribute to the persistence of MDR in the livestock environment. Despite a decrease in the diversity of antibiotic products used, MDR levels remained consistently high, exceeding 80%. The utilisation of uncommon combination antibiotic products (e.g., enrofloxacin-trimethoprim-sulfadiazine and ciprofloxacin-tylosin) may play a role in shaping resistance phenotypes due to the substantial amounts of antibiotics involved. Information on the compatibility of combined antibiotic ingredients is limited, posing a potential food safety risk due to antibiotic residues in chicken meat, particularly considering the absence of a cessation period for the use of these combinations.

Challenges Encountered and Mitigations

AMU Surveillance

AMU surveillance remained concentrated on commercial broiler chickens due to chicken meat being the primary source of animal protein for the Indonesian population. Throughout the period of implementation of the surveillance activities, a significant challenge in collecting data was the difficulty in obtaining comprehensive and accurate data, especially the history of antibiotic use. This issue needs further investigation to understand why farmers do not maintain detailed records of antibiotic or any other medication usage. This led to the survey data being incomplete, missing crucial details such as the number of chickens at risk, their total days of rearing, their average weight during treatment, and the average consumption of feed or water per chicken. Accurately gathering this information from each farm surveyed would allow for a more accurate estimation of the total antimicrobial usage in chickens on an animal-year basis.

Furthermore, in each survey of antimicrobial use spanning 2020 to 2022, data parameters associated with risk factors are repeatedly collected annually. The data collection for these risk factor parameters was deemed time-consuming, and as there are no significant changes observed from year to year, therefore it is recommended to reconsider the necessity of conducting risk analysis parameters annually. Consequently, data collection for the annual survey can be streamlined to focus primarily on information related to quantitative use of antimicrobial.

In the AMU survey, the data unit used is the farm level. The farm selection in the survey provinces was based on convenience rather than on a calculated sampling frame, which would require an updated database of registered farm details. The challenge in obtaining sampling frames for farms in Indonesia came from the absence of a registration system for commercial broiler chicken farms. Establishing a farm registration system would significantly enhance various animal health service activities, livestock production, and disease control efforts in Indonesia. Specifically, in the context of the AMU survey, the introduction of farm registration could necessitate submission of annual report on its antimicrobial usage in each registered farm. Farmers could facilitate this reporting through a dedicated application developed for this purpose.

Such an approach would enable a more detailed, comprehensive, and accurate description of the antimicrobial use that could facilitate the collection of AMU data not only from broiler chicken farms but also from other types of animals, including cattle, pigs, laying hens, and more. This broader

approach would contribute to a more comprehensive understanding of antimicrobial usage across various sectors of animal husbandry.

AMR Surveillance

Throughout the five-year period of AMR surveillance, one of the persistent challenges was acquiring information about the specific locations and origins of the chicken farms from which cecum samples were obtained. Additionally, critical data variables such as the date of sampling and the names of chicken slaughterhouses have not been accurately recorded. These hurdles create difficulties in establishing correlations between AMR findings and the potential risk factors contributing to it. Addressing these challenges is crucial for enhancing the effectiveness of AMR surveillance and understanding the underlying causes of AMR.

The implementation of a well-functioning farm registration system can effectively overcome these challenges. With such a system in place, sampling for AST can be conducted aligning with the AMU on the same farm. Ensuring consistency and alignment of sample farms between AMU surveys and AMR surveys offers numerous advantages and creates opportunities to gain clearer insights into the correlation between AMU and AMR at the farm level. This integrated approach enhances the accuracy and relevance of surveillance efforts in understanding and addressing antimicrobial resistance in animal husbandry.

Antimicrobial Consumption (AMC)

Additionally, there is limited information available on the sales and distribution of antimicrobials in Indonesia. The most precise data pertains to the import of drugs or antimicrobial raw materials by pharmaceutical companies in Indonesia, which is based on import permits issued by the DAH. However, details regarding the sales and subsequent distribution of finished drugs and raw materials for antimicrobial drugs cannot be effectively and accurately collected.

One frequently discussed strategy to address this issue is the development of an antimicrobial sales and distribution reporting system. This would involve the routine requirement for drug companies to report their antimicrobial sales and distribution into this reporting system. Implementing such a system would enhance transparency and facilitate better monitoring and understanding of antimicrobial usage patterns in the country.

Accurate information on the sale and distribution of antimicrobials from drug companies, combined with data on AMU in livestock and findings of AMR, would significantly enhance antimicrobial control measures. This comprehensive approach would not only benefit the livestock sector but also plays a crucial role in preventing cases of resistance in humans. It would provide valuable insights for developing targeted strategies to manage and mitigate antimicrobial resistance, promoting responsible use in both animal and human health.

Probable Connection of AMR and AMU Result

1. The prohibition of colistin use, as stated in Circular Letter of the Ministry of Agriculture No. 09160/PK.350/F/12/2019, has significantly reduced both the use of antimicrobial colistin in broiler chicken farms and the prevalence of colistin resistance in *E. coli* bacteria.
2. The elevated prevalence of bacterial resistance to ampicillin aligns with the extensive use of antimicrobials in the aminopenicillin class, particularly amoxicillin and ampicillin, in broiler chicken farms.
3. The increased prevalence of bacterial resistance to the quinolone/fluoroquinolone class may corresponded with the substantial use of enrofloxacin and ciprofloxacin in broiler chicken farming, particularly due to the existence of cross-resistance between enrofloxacin and ciprofloxacin.

4. The increased prevalence of bacterial resistance to tetracyclines may also corresponded with the substantial use of antimicrobials in the tetracycline class, especially doxycycline and oxytetracycline, in broiler chicken farming.
5. The elevated prevalence of bacterial resistance to trimethoprim and sulfamethoxazole aligns with the extensive use of antimicrobials in this class in broiler chicken farms.

Recommendations

The recommendations for future efforts include:

1. Learning from the successful reduction of colistin use through its ban, which also resulted in a reduction of bacterial resistance to colistin (based on the findings in this surveillance), it is advisable to restrict the use of quinolone or ciprofloxacin antimicrobial classes in animals, given the high level of bacterial resistance to ciprofloxacin.
2. Implement regulations for antibiotic combinations in the field, as the inappropriate use of antibiotic combinations may contribute to resistance. This would help rationalise the use of antibiotic combinations as a crucial action plan.
3. Review the design of surveillance for antimicrobial use and antimicrobial resistance in livestock by establishing an animal registration system, allowing active and regular participation of farmers in these surveillances.
4. Develop a reporting system for the sale and distribution of antimicrobials for importers, producers, and veterinary drug entrepreneurs to enhance understanding of antimicrobial consumption in Indonesia and promote the accountability for AMU.
5. Ensure proper collection of main data variables in antimicrobial use surveillance and antimicrobial resistance surveillance to provide a detailed and comprehensive depiction of the situation of antimicrobial use and resistance.
6. Establish a national surveillance system for other animals such as cows, pigs, and other animal products like milk and eggs, which are the main sources of consumption for the Indonesian people.
7. In addition, it is necessary to standardise and strengthen laboratory capacity for testing methodologies that support the implementation of surveillance at the centres involved. Including in conducting advanced testing such as Whole Genome Sequencing (WGS) in order to produce a more comprehensive and in-depth study. This will provide input for various developments in the system that has been implemented and identify processes that are not yet optimal. This will ultimately support the optimisation of antimicrobial resistance (AMR) surveillance in Indonesia.

References

- Danaei B, Sarmastzadeh T, Khalili F, Yazarlou F, Centis R, D'Ambrosio L, Sotgiu G, Migliori GB, Nasiri MJ (2023) The battle against colistin-resistant *E. coli* and the need for a one health approach. *New Microbes New Infect.* 14: 54
- DGLAHS (2022) Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan. Ramadhany A, Ermansyah L. Jakarta (ID): Kementerian Pertanian Republik Indonesia
- Efendi R, Sudarnika E, Wibawan IW T, Purnawarman T (2022) An assessment of knowledge and attitude toward antibiotic misuse by small-scale broiler farmers in Bogor, West Java, Indonesia, *Veterinary World.* 15(3): 707-713
- Gibbs E, Gibbs J (2020) Effects of prolonged azithromycin therapy on bacterial resistance to functionally analogous antibiotics. *J Emerging Investigators* 3: 1
- Habiba U, Khan A, Mmbaga EJ, Green IR, Asaduzzaman M (2023) Use of antibiotics in poultry and poultry farmers- a cross-sectional survei in Pakistan. *Front. Public Health* 11:1154668
- Huang A, Wang S, Guo J, Gu Y, Li J, Huang L, Wang X, Tao Y, Liu Z, Yuan Z, Hao H (2021) Prudent use of tylosin for treatment of *Mycoplasma gallisepticum* based on its clinical breakpoint and lung microbiota shift. *Front. Microbiol.* 12: 712473
- Jansen W, van Hout J, Wiegel J, Iatridou D, Chantziaras I, De Briyne N (2022) Colistin use in European livestock veterinary field data on trends and perspectives for further reduction. *Vet. Sci.* 9: 650.
- Munanura EI, Ntale M, Wasswa J, Kaggwa B (2023) Assessment of enrofloxacin usage and residue levels of enrofloxacin-ciprofloxacin in breast and liver tissues of commercial broilers sold in Kampala-Uganda, *Infection and Drug Resistance.* 16: 7629-7639
- Potrykus J, Wegrzyn G (2001) Chloramphenicol-sensitive *Escherichia coli* strain expressing the chloramphenicol acetyltransferase (cat) gene. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy.* p 3601-3612
- Schulz J, Kemper N, Hartung J *et al.* (2019) Analysis of fluoroquinolones in dusts from intensive livestock farming and the co-occurrence of fluoroquinolone-resistant *Escherichia coli*. *Sci Rep* 9: 5117.
- Surbakti BGA (2017) Manajemen pemeliharaan ayam broiler fase strater di CV Berkah Putra Chicken Desa Tonjong Kecamatan Tajur Halang Kabupaten Bogor Jawa Barat. Semarang: Universitas Dipenogoro
- Wang Y *et al* (2020) Changes in colistin resistance and *mcr-1* abundance in *Escherichia coli* of animal and human origins following the ban of colistin-positive additives in China an epidemiological comparative study. *Lancet. Infect. Dis.*
- WHO (2019) Critically Important Antimicrobials for Human Medicine, 6th Revision. Geneva: World Health Organization.

Annexes

Annex 1: List of antimicrobial active ingredients used (alphabetically)

Study 1

Year	2020
Farms participating*	418
Antimicrobials	
Amoxicillin	37%
Ampicillin	3%
Ciprofloxacin	8%
Colistin	22%
Doxycycline	8%
Enrofloxacin	38%
Erythromycin	8%
Flumequine	4%
Fosfomycin	1%
Gentamicin	2%
Levofloxacin	0.2%
Lincomycin	1%
Neomycin	4%
Norfloxacin	1%
Oxytetracycline	7%
Spectinomycin	1%
Streptomycin	0.5%
Sulfadiazine	14%
Sulfachloropyridazine	4%
Sulfadimethoxine	0.5%
Sulfamethoxazole	0.5%
Sulfamonomethoxine	1%
Sulfaquinoxaline	4%
Tetracycline	1%
Tilmicosin	0.2%
Trimethoprim	17%
Tylosin	8%

*Unique farm identifier in the dataset

Study 2

Farms participating	2021 1,066
Antimicrobials	
Amoxicillin	24%
Ampicillin	1%
Avilamycin	1%
Bacitracin	0.4%
Clavulanic acid	0.1%
Ciprofloxacin	6%
Colistin	2%
Doxycycline	5%
Enrofloxacin	19%
Erythromycin	5%
Fosfomycin	1%
Gentamicin	0.4%
Josamycin	0.1%
Levofloxacin	1%
Lincomycin	4%
Neomycin	2%
Norfloxacin	1%
Oxfloxacin	0.1%
Oxytetracycline	11%
Spectinomycin	2%
Spiramycin	0.1%
Sulfadiazine	4%
Sulfachloropyridazine	0,3%
Sulfamonomethoxine	0,1%
Sulfaquinoxaline	0.2%
Tetracycline	2%
Tilmicosin	0.4%
Trimethoprim	5%
Tylosin	6%
Virginiamycin	2%
Not exposed to med. impt antimicrobials*	14%

*no reported use of medically important antimicrobials.

Study 3

Year	2022
Farms participating	391
Antimicrobials	
Amoxicillin	20%
Colistin	1%
Ciprofloxacin	5%
Doxycycline	%
Enrofloxacin	23%
Erythromycin	7%
Fosfomycin	0.3%
Lincomycin	6%
Neomycin	3%
Norfloxacin	2%
Oxfloxacin	0.3%
Oxytetracycline	3.8%
Spectinomycin	5.6%
Sulfadiazine	1%
Sulfachloropyridazine	0.3%
Sulfadimethoxine	7%
Sulfaquinoxaline	0.3%
Tetracycline	1%
Trimethoprim	16%
Tylosin	5%

Annex 2: Antimicrobial active ingredient contained in products reported (alphabetically)

Study 1

Year	2020
Participating farms	418
Antimicrobial active ingredient in the product	
Amoxicillin	18%
Amoxicillin colistin	19%
Amoxicillin neomycin	0.2%
Ampicillin	0.2%
Ampicillin colistin	2%
Ampicillin neomycin	1%
Ciprofloxacin	3%
Ciprofloxacin tylosin	5%
Colistin	1%
Colistin tylosin	0.5%
Doxycycline	2%
Doxycycline erythromycin	5%
Doxycycline neomycin	1%
Enrofloxacin	36%
Enrofloxacin trimethoprim sulfadiazine	1%
Enrofloxacin tylosin	0.2%
Erythromycin	2%
Erythromycin sulfadimethoxine	0.5%
Erythromycin colistin	0.7%
Erythromycin sulfadiazine	0.5%
Flumequine	4%
Fosfomycin	0.5%
Fosfomycin tylosin	0.5%
Gentamicin	2%
Gentamicin doxycycline	0.2%
Levofloxacin	0.2%
Lincomycin spectinomycin	1%
Neomycin	0.2%
Norfloxacin	1%
Norfloxacin tylosin	0.2%
Oxytetracycline	3%
Oxytetracycline amprolium*	2%
Oxytetracycline neomycin	2%
Streptomycin	0.5%
Sulfadiazine	1%
Sulfamonomethoxine	1%
Sulfamonomethoxine pyrimethamine*	0.5%
Sulfaquinoxaline	2%
Sulfaquinoxaline diaveridine*	1%
Sulfaquinoxaline pyrimethamine*	0.5%
Tetracycline	1%
Tilmicosin	0.2%
Trimethoprim	0.2%
Trimethoprim sulfachloropyridazine	4%
Trimethoprim sulfadiazine	11%
Trimethoprim sulfamethoxazole	0.5%
Tylosin	2%

*The second antimicrobial in the series for the combination product is non-medically important.

Study 2

Participating farms	Year	2021 1066
Antimicrobial active ingredient in the product		
Amoxicillin		23%
Amoxicillin colistin		1%
Amoxicillin enrofloxacin		0.2%
Amoxicillin erythromycin		0.1%
Amoxicillin neomycin		0.3%
Amoxicillin trimethoprim		0.3%
Ampicillin		0.4%
Ampicillin colistin		0.2%
Ampicillin neomycin		0.2%
Avilamycin		1%
Cefadroxil		0.1%
Bacitracin		0.4%
Ciprofloxacin		2%
Ciprofloxacin tylosin		4%
Colistin		0.2%
Doxycycline		2%
Doxycycline erythromycin		3%
Doxycycline neomycin		0%
Enrofloxacin		18%
Enrofloxacin trimethoprim		0.1%
Enrofloxacin trimethoprim sulfadiazine		0.5%
Erythromycin		0.5%
Erythromycin tetracycline		2%
Fosfomycin		1%
Fosfomycin tylosin		0.4%
Gentamicin		0.4%
Levofloxacin		1%
Lincomycin		2%
Lincomycin spectinomycin		2%
Neomycin		0%
Norfloxacin		1%
Norfloxacin tylosin		1%
Ofloxacin		0.1%
Oxytetracycline		7%
Oxytetracycline neomycin		4%
Oxytetracycline amprolium*		1%
Spiramycin		0.1%
Sulfadiazine		0.1%
Sulfaquinoxaline		0.2%
Tilmicosin		0.4%
Trimethoprim josamycin		0.1%
Trimethoprim sulfadiazine		4%
Tylosin		0.2%
Virginiamycin		2%
No medically important antimicrobial		14%

*The second antimicrobial in the series for the combination product is non-medically important.

Study 3

Year	2022
Participating farms	391
Antimicrobial active ingredient in the product	
Amoxicillin	17%
Amoxicillin colistin	1%
Amoxicillin neomycin	3%
Ciprofloxacin	1%
Ciprofloxacin tylosin	4%
Doxycycline	2%
Doxycycline erythromycin	6%
Enrofloxacin	18%
Enrofloxacin trimethoprim	8%
Erythromycin sulfadimethoxine	0.3%
Erythromycin tetracycline	1%
Fosfomycin tylosin	0.3%
Lincomycin spectinomycin	6%
Norfloxacin	0%
Norfloxacin tylosin	1%
Ofloxacin	0.3%
Oxytetracycline	4%
Oxytetracycline neomycin	1%
Sulfaquinoxaline diaveridine*	0.3%
Trimethoprim	0.3%
Trimethoprim sulfachloropyridazine	0.3%
Trimethoprim sulfadiazine	7%
Tylosin	0.3%

*The second antimicrobial in the series for the combination product is non-medically important.



**National Antimicrobial Use and Antimicrobial
Resistance Surveillance Program in
Terrestrial Animals in Indonesia**

2020-2022 Findings

Directorate General of Livestock and Animal Health Services
Ministry of Agriculture, Republic of Indonesia