

HAZARD ANALYSIS OF ANTIBIOTIC USE IN BROILER FARMING**Analisis Bahaya Penggunaan Antibiotik pada Peternakan Ayam Broiler****I Ketut Tomy Caesar Ramanda^{1*}, Kadek Karang Agustina²**¹Mahasiswa Magister Kedokteran Hewan, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Udayana, Jl. PB. Sudirman, Sanglah, Denpasar, Bali, Indonesia 80235;²Laboratorium Kesehatan Masyarakat Veteriner, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Udayana, Jl. PB. Sudirman, Sanglah, Denpasar, Bali, Indonesia 80235.*Corresponding author email: ramanda.tomy@gmail.com

How to cite: Ramanda IKTC, Agustina KK. 2024. Hazard analysis of antibiotic use in broiler farming. *Bul. Vet. Udayana*. 16(6): 1786-1800. DOI: <https://doi.org/10.24843/bulvet.2024.v16.i06.p23>

Abstract

Increasing poultry populations and the use of conventional antibiotics to maintain the health of livestock and animal products have led to the development and spread of antimicrobial resistance (AMR), a global public health concern. The pattern of antibiotic use and misuse in broiler farming can be an implication of the emergence of various types of antibiotic-resistant bacteria and their spread among animals, humans, and the environment. The purpose of this literature review is to analyse the hazards associated with antibiotic use on broiler farms, the risk of antimicrobial resistance, and the potential consequences for animal, human and environmental health. In general, the negative impacts of antibiotic residues on human health include toxicological, microbiological and immunopathological hazards and economic impacts. Meanwhile, the impact of excessive use of antibiotics in livestock can lead to a weaker immune system, cause dysbacteriosis, the occurrence of secondary diseases or infections, residues in poultry products, and antibiotic resistance to pathogens. Furthermore, the overuse of antibiotics on broiler farms can result in pollution to the environment surrounding the farms that is distributed into soil, water, and plants. Therefore, effective mitigation of the risks associated with the extensive use of antimicrobials on broiler farms and management of AMR issues is essential, and requires a multidisciplinary integrated approach, such as the One Health approach to achieve optimal health and welfare outcomes and emphasize the interconnectedness between humans, animals and the environment.

Keywords: antibiotics, hazard analysis, antibiotic residues, antimicrobial resistance, broiler chickens, one health

Abstrak

Meningkatnya populasi ternak unggas dan penggunaan antibiotik konvensional untuk menjaga kesehatan ternak dan produk hewan menyebabkan resistensi antimikroba (AMR) telah berkembang dan menyebar, serta menyebabkan masalah kesehatan masyarakat global. Pola penggunaan dan penyalahgunaan antibiotik pada peternakan ayam broiler dapat menjadi implikasi dari munculnya berbagai jenis bakteri yang resisten terhadap antibiotik dan penyebarannya di antara hewan, manusia, dan lingkungan. Tujuan dari penulisan kajian

pustaka ini adalah untuk menganalisis bahaya yang terkait dengan penggunaan antibiotik pada peternakan ayam broiler, risiko resistensi antimikroba, dan potensi konsekuensi bagi kesehatan hewan, manusia, dan lingkungan. Secara umum dampak negatif residu antibiotika pada kesehatan manusia meliputi bahaya toksikologik, mikrobiologik, dan imunopatologi serta berdampak pada ekonomi. Sedangkan dampak dari penyalahgunaan penggunaan antibiotik yang berlebihan pada ternak dapat menyebabkan sistem kekebalan tubuh ternak yang menjadi lebih lemah, menyebabkan disbakteriosis, terjadinya penyakit atau infeksi sekunder, residu dalam produk unggas, dan resistensi antibiotik terhadap patogen. Lebih lanjut penggunaan berlebihan antibiotik di peternakan ayam broiler dapat berdampak pada pencemaran ke lingkungan sekitar peternakan yang terdistribusi ke dalam tanah, air, dan tumbuhan. Oleh karena itu, mitigasi yang efektif terhadap risiko yang terkait dengan penggunaan antimikroba secara ekstensif di peternakan ayam broiler dan pengelolaan masalah AMR sangat penting, dan memerlukan pendekatan terpadu multidisiplin, seperti pendekatan One Health untuk mencapai hasil kesehatan dan kesejahteraan yang optimal serta menekankan keterkaitan antara manusia, hewan, dan lingkungan.

Kata kunci: antibiotik, analisis bahaya, residu antibiotik, resistensi antimikroba, ayam broiler, one health

PENDAHULUAN

Saat ini, daging broiler merupakan salah satu produk daging yang paling banyak dikonsumsi oleh masyarakat di seluruh dunia, menjadikan daging broiler paling banyak diproduksi dan dikonsumsi di Uni Eropa setelah daging babi (Abreu *et al.*, 2023). Selain itu, produksi daging global telah meningkat selama bertahun-tahun. Dari perspektif global, dan menurut FAO, pada tahun 2020 produksi daging broiler mewakili hampir 40% dari produksi daging global (FAO, 2024). Akibatnya, terjadi pergeseran global menuju sistem peternakan intensif di mana infeksi, termasuk zoonosis, ditularkan dengan lebih mudah, sehingga mempengaruhi kesehatan dan produktivitas hewan (Nazeer *et al.*, 2021). Seiring dengan kekhawatiran terkait keamanan pangan, peningkatan ini menimbulkan kekhawatiran terkait keberlanjutan dan keamanan produksi pangan asal hewan. Produksi pangan asal hewan memiliki dampak yang melekat pada One Health, seperti peningkatan efek rumah kaca, kontaminasi air minum, kontaminasi lingkungan, penyebaran resistensi antimikroba, dan munculnya kembali penyakit zoonosis (Espinosa-Marrón *et al.*, 2022). Produksi pangan dalam jumlah yang cukup untuk populasi global merupakan salah satu tantangan utama saat ini (CDC, 2024).

Meningkatnya populasi ternak di peternakan intensif dan penggunaan antibiotik konvensional untuk menjaga kesehatan hewan dan produk hewan menyebabkan resistensi antimikroba telah berkembang dan menyebar, serta menyebabkan masalah kesehatan masyarakat global (Abreu *et al.*, 2023). Antibiotik telah digunakan dalam produksi hewan selama lebih dari 50 tahun sebagai agen terapeutik dan metafilaksis/profilaksis atau sebagai pemacu pertumbuhan (Al Sattar *et al.*, 2023). Selain itu, data penjualan antimikroba yang dikumpulkan dari 41 negara menunjukkan perkiraan penjualan antimikroba global sebesar 93.309 ton pada tahun 2017 dan 104.079 ton pada tahun 2030, dengan kenaikan sebesar 11,5% (Tiseo *et al.*, 2020). Unggas ayam mengonsumsi rata-rata 68 mg/PCU antimikroba pada tahun 2017 dan berkontribusi 33% terhadap peningkatan konsumsi antimikroba secara global (Tiseo *et al.*, 2020).

Pada tahun 2017 dan 2030, Asia mengonsumsi antimikroba dalam jumlah terbesar (masing-masing 57.167 ton dan 63.062 ton), dengan perkiraan peningkatan sebesar 10,3% selama periode ini. Sementara Afrika menggunakan antimikroba dalam jumlah yang lebih rendah pada tahun 2017 (4606 ton) dibandingkan dengan wilayah lain (Asia, Amerika Selatan, Eropa, Amerika Utara, dan Oseania). Pada tahun 2017, Tiongkok merupakan konsumen terbesar

antimikroba pada hewan, menyumbang 45% dari penggunaan global, dan diproyeksikan akan tetap menjadi konsumen terbesar pada tahun 2030 (43%). Sepuluh besar konsumen antimikroba pada hewan pada tahun 2017 adalah: Tiongkok (45%), Brasil (7,9%), Amerika Serikat (7,0%), Thailand (4,2%), India (2,2%), Iran (1,9%), Spanyol (1,9%), Rusia (1,8%), Meksiko (1,7%), dan Argentina (1,5%) (Tiseo *et al.*, 2020).

Penyalahgunaan dan penggunaan antibiotik ini secara berlebihan mendorong terbentuknya reservoir mikroba yang membawa faktor penentu AMR pada ternak, termasuk unggas (Abreu *et al.*, 2023). Penggunaan antibiotik yang diberikan pada unggas dapat menyebabkan perkembangan resistensi antimikroba (AMR), yang menjadi ancaman global dengan mengurangi kemanjuran antibiotik yang digunakan dalam pengobatan manusia (WHO, 2017). Golongan antibiotik yang banyak digunakan dibidang peternakan di tingkat global, yaitu meliputi jenis tetrasiklin, aminoglikosida, β -laktam, linkosamida, makrolida, pleuromutilin, dan sulfonamid yang telah menjadi perhatian sehubungan dengan potensi efek samping dan langkah-langkah manajemen risiko terkait penggunaannya (Manyi-Loh *et al.*, 2018). Antibiotik tersebut memiliki cara kerja yang sama atau termasuk dalam kelas umum yang sama dengan yang digunakan untuk manusia; sebuah situasi yang menuntut penggunaan obat-obatan tersebut secara bijaksana dalam peternakan hewan, karena pasti akan ada interaksi antara hewan dan manusia (Gelband *et al.*, 2015).

Beberapa negara telah melarang penggunaan antibiotik untuk memacu pertumbuhan dalam produksi hewan. Swedia adalah negara pertama yang melarang penggunaan Antibiotic Growth Promoter (AGP) dalam pakan ternak pada tahun 1986. Pada tahun 2006, Uni Eropa melarang penggunaan 25 AGP dalam produksi hewan. Selain itu, keputusan Uni Eropa untuk melarang AGP telah diadopsi oleh beberapa negara lain, seperti Meksiko, Selandia Baru, dan Korea Selatan (Krysiak dan Konkol, 2021). Di Indonesia, pemerintah juga telah melarang penggunaan AGP sejak tahun 2018 melalui Peraturan Menteri Pertanian Nomor 14 Tahun 2017 tentang Klasifikasi Obat Hewan. Terlepas dari pelarangan antibiotik sebagai pemacu pertumbuhan, antibiotik masih relevan untuk pencegahan dan pengobatan infeksi bakteri, yang berkontribusi pada kesejahteraan hewan dan pengurangan penyakit zoonosis (Al Sattar *et al.*, 2023).

Pola penggunaan dan penyalahgunaan antibiotik pada hewan ternak dapat menjadi implikasi dari munculnya berbagai jenis bakteri yang resisten terhadap antibiotik dan penyebarannya di antara hewan, manusia, dan lingkungan. Situasi ini telah dilaporkan dalam banyak penelitian sebelumnya dari berbagai negara, yang telah memprakarsai pendekatan One Health untuk memahami dan mengatasi masalah kesehatan yang lebih baik di seluruh dunia (Rousham *et al.*, 2018). Tujuan dari penulisan kajian pustaka ini adalah untuk menganalisis bahaya yang terkait dengan penggunaan antibiotik pada peternakan ayam broiler, risiko resistensi antimikroba, dan potensi konsekuensi bagi kesehatan hewan, manusia, dan lingkungan.

METODE PENELITIAN

Teknik pengumpulan data dilakukan secara kajian pustaka dengan metode Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA). Systematic Review adalah metode penelitian yang merangkum hasil-hasil penelitian primer untuk menyajikan fakta yang lebih komprehensif dan berimbang. Pencarian literatur dilakukan pada bulan November-Desember 2024 melalui data Google Scholar, Research Gate, Science Direct, PubMed, dan NCBI. Kata kunci yang digunakan pada mesin pencarian mencakup “Antibiotic use in broiler farms” “Impact of antibiotic use in broiler farms” “Antibiotic resistance: a threat to human and animal health”. Artikel yang dipilih adalah artikel yang telah dipublikasikan dalam rentang waktu lima tahun terakhir.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peternakan unggas, khususnya peternakan ayam broiler adalah industri peternakan yang paling besar di Indonesia. Pada tahun 2022, ayam broiler merupakan ternak unggas dengan populasi terbanyak yang mencapai 3,17 miliar ekor (BPS, 2022). Penggunaan antibiotik pada peternakan unggas di Indonesia saat ini, menjadi perhatian karena berisiko mempercepat laju resistensi antimikroba. Penggunaan antibiotik yang banyak di peternakan unggas broiler berkolerasi terhadap peningkatan resistansi pada populasi *E. coli* yang diisolasi baik dalam penggunaan jangka panjang (kuinolon dan tetrasiklin) maupun jangka pendek (makrolida dan tetrasiklin) (Nurbiyanti *et al.*, 2022). Menurut Coyne *et al.* (2019) faktor yang menjadi pendorong dalam penggunaan antibiotik pada sistem peternakan dipengaruhi oleh profitabilitas peternakan, pencegahan penyakit, dan pengurangan tingkat kematian. Mayoritas peternak mengetahui waktu henti obat, tetapi masih ada sebagian besar yang tidak mematuhi peraturan tersebut. Hal ini mungkin disebabkan oleh kondisi ekonomi yang rentan dan tidak adanya pendampingan dari pemerintah (Xu *et al.*, 2020). Penggunaan antibiotik pada peternakan juga diberikan ketika mengalami peningkatan jumlah kematian tanpa mengetahui dosis dan metode pemberian sudah tepat atau belum (Sumambang *et al.*, 2019).

Penggunaan antibiotik dikombinasikan dengan biosekuriti dan vaksinasi telah mampu mencegah penyakit pada unggas sehingga dapat meningkatkan hasil produksi. Namun, tanpa disadari penggunaan antibiotik yang tinggi dan tidak bijak berdampak menimbulkan ancaman AMR pada hewan dan manusia (Suandy *et al.*, 2024). Saat ini, pemerintah Indonesia telah berkomitmen dalam menurunkan AMR melalui Peraturan Menteri Koordinator Bidang Pembangunan Manusia dan Kebudayaan Nomor 7 Tahun 2021 tentang Rencana Aksi Nasional Pengendalian Resistensi Antimikroba Tahun 2020-2024.

Resistensi antimikroba (AMR) merupakan isu yang mendesak dan mendapatkan perhatian global. Meningkatnya mikroba resistan dapat menyebabkan penyakit pada manusia dan hewan menjadi sulit sembuh atau tidak mungkin untuk diobati, hingga menyebabkan kecacatan dan kematian. Tanpa adanya tindakan, diperkirakan AMR dapat menjadi salah satu penyebab terbesar kematian manusia pada tahun 2050 (WHO, 2023). Menurut Cella *et al.* (2023) beberapa faktor yang berkontribusi terhadap perkembangan dan penyebaran resistensi antibiotik secara global di antaranya meliputi: (1) Penggunaan dan penyalahgunaan antibiotik yang berlebihan: Penggunaan antibiotik yang berlebihan dan tidak tepat, seperti menggunakannya untuk mengobati infeksi virus, berkontribusi terhadap perkembangan resistensi; (2) Pengobatan yang tidak lengkap: ketika individu tidak menyelesaikan pengobatan antibiotik yang diresepkan, hal ini menciptakan lingkungan yang mendukung kelangsungan hidup bakteri yang resisten, yang mengarah pada perkembangbiakan *strain* yang resisten; (3) Penggunaan dibidang pertanian: antibiotik digunakan secara luas di bidang peternakan dan pertanian untuk mendorong pertumbuhan dan mencegah infeksi pada hewan. Penggunaan yang meluas ini berkontribusi pada perkembangan bakteri resisten yang dapat ditularkan ke manusia melalui rantai makanan; (4) Perjalanan dan perdagangan global: Bakteri yang kebal dapat menyebar dengan cepat melintasi batas negara melalui perjalanan dan perdagangan internasional, sehingga resistensi antibiotik menjadi masalah global; (5) Kurangnya antibiotik baru: Pengembangan antibiotik baru telah melambat secara signifikan dalam beberapa dekade terakhir, sehingga mengurangi jumlah obat yang tersedia untuk memerangi infeksi yang kebal.

Penggunaan Antibiotik dalam Produksi Ayam Broiler

Penggunaan antibiotik di peternakan ayam broiler masih banyak ditujukan untuk pencegahan penyakit, terutama penggunaan pada minggu pertama periode pemeliharaan broiler. Tingginya tingkat kematian yang terjadi pada minggu pertama pemeliharaan di peternakan berdampak

pada penggunaan antibiotik yang juga tinggi di minggu tersebut, dengan tujuan menekan tingkat kematian (Suandy *et al.*, 2024). Padahal berdasarkan hasil studi, frekuensi pemberian antibiotik tidak memiliki hubungan yang signifikan dalam menurunkan tingkat kematian di peternakan. Oleh karena itu, tidak diperlukan penggunaan antibiotik untuk mencegah atau menurunkan tingkat kematian ayam di peternakan. Penerapan biosekuriti secara menyeluruh, perbaikan manajemen pemeliharaan, dan implementasi program vaksinasi yang benar merupakan pencegahan yang paling baik (Dhaka *et al.*, 2023).

Penggunaan antibiotik untuk pencegahan penyakit di peternakan ayam broiler masih banyak ditemukan. Hal ini mungkin terjadi akibat adanya kebijakan dari perusahaan unggas dalam upaya pencegahan penyakit dan praktik manajemen di peternakan tersebut. Peternak juga masih memiliki pemahaman tentang perlunya penggunaan antimikroba untuk keberhasilan dalam pemeliharaan ayam broiler (Isriyanthi *et al.*, 2018). Untuk itu diperlukan upaya dalam mengurangi penggunaan antibiotik di peternakan ayam broiler. Peran dokter hewan dan peternak sangatlah penting dalam proaktif untuk meningkatkan pencegahan penyakit dan menggunakan antibiotik hanya sebagai upaya terakhir ketika tindakan pencegahan gagal dilakukan (Speksnijder & Wagenaar, 2018). Perlu adanya penegasan bahwa antibiotik hanya digunakan sebagai pilihan terakhir dalam mengobati penyakit (Dhingra *et al.*, 2020; WHO, 2023).

Studi yang dilakukan oleh Efendi *et al.* (2022) menemukan bahwa sebesar 78% peternak ayam broiler dengan skala kecil di kabupaten Bogor menggunakan antibiotik, dan sebagian besar peternak menggunakan antibiotik untuk flushing dan profilaksis serta antibiotik yang digunakan termasuk dalam kategori high priority critically important antimicrobials (CIA). Pada penelitian lain Suandy *et al.* (2024) menemukan antimikroba yang paling banyak digunakan pada peternakan ayam broiler di Kabupaten Bogor, yaitu kategori HPCIA (60,5%), HIA (19,9%), CIA (19,6%), dan tidak ditemukan penggunaan antimikroba dari kategori paling rendah/IA.

Tingkat pengetahuan dan sikap peternak akan mempengaruhi manajemen peternakan termasuk penggunaan antibiotik. Menurut Purnawarman dan Efendi, (2020) terdapat hubungan antara pengetahuan dengan praktik peternak dalam penggunaan antibiotic di peternakan ayam broiler. Peningkatan pengetahuan peternak tentang antibiotik dapat menjadi intervensi yang penting untuk menurunkan praktik penggunaan antibiotik. Selain itu, diperlukan juga intervensi dengan pendekatan ilmu sosial dalam memotivasi perubahan perilaku peternak terhadap kebiasaan penggunaan antibiotic untuk tujuan pencegahan dan pemacu pertumbuhan (growth promoter) di peternakan (Speksnijder & Wagenaar, 2018). Berdasarkan hasil survei yang dilakukan oleh Ditkeswan bekerjasama dengan FAO, pada peternakan broiler tahun 2017/2018 dan tahun 2020 di Provinsi Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Kalimantan Barat, Lampung, dan Sulawesi Selatan, menemukan adanya tren penurunan penggunaan antibiotik dari tahun 2017/2018 ke tahun 2020, yaitu penurunan penggunaan untuk pencegahan pencegahan penyakit dari 81% menjadi 74%, pengobatan dari 35% menjadi 26%, dan penurunan penggunaan antibiotik colistin sebesar 22% (Ditkeswan, 2020).

Pemilihan dan penggunaan antibiotik pada peternakan ayam broiler, masih banyak dilakukan sendiri oleh peternak tanpa adanya pertimbangan dari dokter hewan. Bahkan masih banyak peternakan yang tidak memiliki protokol standar pengobatan penyakit hewan (Suandy *et al.*, 2024). Tidak adanya konsultasi dokter hewan dalam penggunaan antimikroba dipengaruhi oleh keterbatasan peternak mandiri dalam menyediakan tenaga kesehatan hewan, sehingga penggunaan antimikroba dilakukan berdasarkan pengalaman selama beternak. Selain pada peternakan mandiri, penggunaan antimikroba yang tidak memiliki latar belakang dokter hewan juga ditemukan pada peternakan kontrak, yang mana keputusan dalam penggunaan

antimikroba dipengaruhi oleh staf teknis dari perusahaan tersebut (Isriyanthi *et al.*, 2018).

Banyaknya ketersediaan antibiotik, dan pengalaman peternak dalam menggunakan antibiotik yang menguntungkan tentunya akan mendorong peternak untuk menggunakan antibiotik. Hal ini didukung oleh ketersediaan antibiotik yang bebas di pasaran saat ini. Aksesibilitas antibiotik memiliki pengaruh yang kuat terhadap pengambilan keputusan peternak (Lhermie *et al.*, 2017). Pada penelitian Xu *et al.* (2020) peternak dapat dengan mudah mengakses dan membeli antibiotik dari toko obat lokal, online, dan pabrik pakan dengan atau tanpa resep dokter hewan.

Peran dokter hewan dan peternak sangat penting dalam mengurangi penggunaan antibiotik di peternakan. Namun, tidak semua tenaga pelayan teknis dokter hewan dan non-dokter hewan yang melayani industri perunggasan memiliki kesadaran atau kepedulian mengenai pentingnya antibiotik untuk mencegah AMR dalam jangka panjang (Suandy *et al.*, 2024). Dokter hewan dan peternak tidak selalu menyadari risiko terhadap kesehatan masyarakat yang akan terjadi akibat penggunaan antibiotik yang ekstensif pada hewan dan tidak selalu merasa bertanggung jawab atas permasalahan yang terjadi sehingga hal ini dapat menekan motivasi untuk berubah (Speksnijder & Wagenaar, 2018).

Selain itu, baik di negara maju maupun negara berkembang, pendidikan merupakan hal yang penting bagi para peternak untuk mematuhi pedoman peraturan nasional ((Lhermie *et al.*, 2017; Xu *et al.*, 2020). Faktor-faktor yang terkait dengan peningkatan penyalahgunaan antibiotik yaitu meliputi skala peternakan, tingkat pendidikan yang lebih rendah, pendapatan peternak yang lebih rendah, dan kurangnya pelatihan peternakan formal (Xu *et al.*, 2020). Pada peternakan skala besar manajemen higiene, kebersihan, dan pengelolaan limbah relatif lebih baik sehingga penggunaan antibiotik cenderung lebih rendah (Agyare *et al.*, 2018). Peternak yang berpendidikan lebih tinggi, terutama di atas sekolah menengah atas, cenderung tidak menyalahgunakan antibiotik. Peternak berpenghasilan rendah mungkin lebih cemas terhadap infeksi sehingga menggunakan lebih banyak antibiotik untuk mencegah dan mengendalikan infeksi (Lhermie *et al.*, 2017).

Konsekuensi dari Penyalahgunaan Antibiotik; Terhadap Kesehatan Manusia

Saat ini, sedikitnya 700.000 orang meninggal setiap tahun karena penyakit yang resistansi obat (WHO, 2019). Dilaporkan bahwa pada tahun 2050, penyakit infeksi bakteri global yang disebabkan oleh resistensi antibiotik diperkirakan akan menyebabkan 10 juta kematian per tahun, 1,8 juta lebih banyak daripada kematian akibat kanker (McAllister *et al.*, 2018). Penggunaan antibiotik yang tidak bijak dapat mengakibatkan kejadian resistansi antar bakteri patogen dan komensal (Titilawo *et al.*, 2015) dan dapat berkontribusi pada penyebaran resistansi antimikroba yang dapat mengancam kesehatan masyarakat (Speksnijder *et al.*, 2018). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penisilin, streptomisin, sulfonamid, dan antibiotik lainnya menyebabkan alergi; kloramfenikol menyebabkan anemia regeneratif, disfungsi, dan hemolitik, trombositopenia, dan cedera hati; tetrasiklin menyebabkan fotosensitifitas dan reaksi gastrointestinal; olaquinox adalah penginduksi gen; furazolidon menginduksi karsinogenesis hewan; antibiotik aminoglikosida menyebabkan nefrotoksitas; dan antibiotik fluoroquinolone dapat menyebabkan kerusakan mitokondria (Marchant, 2018). Kolistin merupakan daftar antibiotik yang sangat penting untuk kesehatan manusia, dan merupakan antibiotik pilihan terakhir pada pengobatan manusia saat infeksi, sehingga pada tahun 2020 pemerintah melarang penggunaan kolistin pada sektor peternakan dan kesehatan hewan melalui Keputusan Menteri Pertanian No. 9736 Tahun 2020 tentang perubahan atas lampiran III Peraturan Menteri Pertanian No. 14 Tahun 2017.

Menurut Etikaningrum & Iswantoro, (2017) secara umum dampak negatif residu antibiotika pada produk hewan adalah dampak kesehatan pada manusia seperti bahaya toksikologik,

mikrobiologik, dan imunopatologi serta dampak ekonomi. Residu antibiotika juga berdampak negatif bagi ekonomi karena dapat mengakibatkan penolakan produk terutama bila produk tersebut di ekspor ke negara yang konsisten dan serius dalam menerapkan sistem keamanan pangan. Dampak resistensi yang terjadi pada manusia dapat mengakibatkan pengobatan menjadi tidak efektif, biaya pengobatan menjadi mahal, rawat inap yang semakin lama, dan dapat meningkatkan kematian (WHO, 2023).

Selain bio-resistensi, penyalahgunaan antibiotik telah mengakibatkan residu obat pada produk hewan (Gonzalez Ronquillo & Angeles Hernandez, 2017). Beberapa antibiotik seperti penisilin, tetrasiklin, makrolida, aminoglikosida, dan amfenikol telah terdeteksi pada makanan (Diarra dan Malouin, 2014). Residu dalam produksi ternak sebenarnya dapat berdampak buruk pada kesehatan manusia; hal ini terjadi pada tetrasiklin, yang mengganggu perkembangan gigi pada anak-anak (Kummerer, 2009; Mehdi *et al.*, 2018). Hal ini juga terjadi pada agonis beta, seperti clenbuterol, yang terkadang menyebabkan keracunan makanan dan tremor otot, jantung berdebar, dan takikardia (Chan, 1999; Mehdi *et al.*, 2018). Gassner dan Wuethrich, (1994); Mehdi *et al.* (2018) menunjukkan adanya metabolit kloramfenikol dalam produk daging. Para penulis ini menyimpulkan adanya kemungkinan hubungan antara keberadaan residu antibiotik ini dalam daging dan terjadinya anemia aplastik pada manusia.

Konsekuensi dari Penyalahgunaan Antibiotik; Terhadap Kesehatan Ternak

Sistem kekebalan tubuh yang lebih lemah

Setelah sejumlah besar antibiotik tertelan ke dalam tubuh, antibiotik akan didistribusikan ke kelenjar getah bening, ginjal, hati, limpa, timus, paru-paru, tulang, dan jaringan serta organ lain yang memiliki sirkulasi darah (Björnsson, 2017). Kapasitas kekebalan tubuh hewan secara bertahap akan melemah, dan kejadian penyakit kronis akan meningkat. Antibiotik juga dapat menyebabkan penurunan kualitas antigen, yang secara langsung mempengaruhi proses kekebalan tubuh, dan dengan demikian memiliki efek buruk pada vaksinasi (Jansen & Anderson, 2018).

Menyebabkan disbakteriosis, penyakit, atau infeksi sekunder

Meskipun antibiotik memiliki spektrum antibakteri spesifik tersendiri, antibiotik tidak hanya menghambat mikroorganisme patogen, tetapi juga mengganggu keseimbangan di antara populasi mikroflora normal. Hal ini menyebabkan ketidakseimbangan mikroekologi, yang mengakibatkan reproduksi berlebihan dari bakteri asli atau bakteri yang lewat, yang selanjutnya mengakibatkan infeksi ganda atau infeksi endogen (Francino, 2016). Terutama, penggunaan antibiotik dalam jangka panjang dan dalam skala besar akan menyebabkan ketidakseimbangan flora di dalam tubuh; ketika keseimbangan ekologi hancur, bakteri berbahaya yang bersembunyi di dalam tubuh mengambil kesempatan untuk berkembang biak dan menyebabkan infeksi endogen (Isaac *et al.*, 2017). Antibiotik dapat menghilangkan bakteri yang sensitif di dalam tubuh, menyebabkan sejumlah besar kekosongan pada beberapa titik perlekatan mikroba di dalam tubuh, memberikan kesempatan bagi bakteri yang resisten terhadap obat eksternal untuk masuk, sehingga menyebabkan infeksi eksogen (Neuman *et al.*, 2018).

Residu dalam produk unggas

Residu obat adalah salah satu kontroversi mengenai penambahan antibiotik ke dalam pakan pada ternak. Setelah diserap ke dalam tubuh, antibiotik didistribusikan ke hampir semua organ tubuh, terutama hati. Sekitar 60-85% antibiotik diekskresikan dalam berbagai bentuk. Beberapa antibiotik dengan sifat stabil dapat tetap stabil untuk waktu yang lama setelah diekskresikan ke lingkungan, sehingga menghasilkan residu obat di lingkungan (Tian *et al.*,

2021). Residu ini secara perlahan terakumulasi dalam tubuh manusia dan tumbuhan melalui produk hewani dan lingkungan, dan akhirnya berkumpul di tubuh manusia melalui berbagai jalur, menghasilkan sejumlah besar strain yang resisten terhadap obat, hilangnya resistensi terhadap penyakit tertentu, atau efek toksik pada tubuh karena akumulasi yang besar (Singer, 2003; Tian *et al.*, 2021).

Resistensi antibiotik dari patogen

Pembentukan patogen yang kebal terhadap antibiotik adalah masalah global. Secara khusus, penggunaan antibiotik jangka panjang pada hewan dengan dosis yang lebih rendah dari dosis pengobatan (seperti dosis pencegahan dan dosis pemacu pertumbuhan) dapat mempercepat produksi bakteri yang kebal antibiotik. Setelah bakteri yang resisten terhadap antibiotik diproduksi, mereka dapat menyebar di antara hewan, yang akan membuat hewan di fasilitas pembiakan berskala besar menjadi reservoir dan Antibiotic Resistance Genes (ARG) yang sangat besar (Tian *et al.*, 2021).

Konsekuensi dari Penyalahgunaan Antibiotik; Terhadap Lingkungan

Sejumlah besar antibiotik yang diberikan pada ternak diekskresikan ke lingkungan melalui urin dan feses (Carvalho dan Santos, 2016; Mehdi *et al.*, 2018). Setelah terjadi perubahan metabolisme pada hewan, 30% hingga 90% dari dosis yang dikonsumsi ditemukan dalam urin dan feses sebagai senyawa induk dan/atau senyawa metabolit (Carvalho dan Santos, 2016; Mehdi *et al.*, 2018). Hal ini membuat sistem pembuangan limbah hewan menjadi salah satu rute terpenting dimana antibiotik dapat masuk ke lingkungan (Gonzalez Ronquillo & Angeles Hernandez, 2017). Konsentrasi antibiotik yang tinggi pada kotoran ternak dapat mencemari tanah dan lingkungan air dengan berbagai cara (Gambar 1), sehingga menyebabkan pencemaran pada lingkungan ekologi. Residu antibiotik dapat masuk ke dalam tanah melalui kotoran hewan dan pemupukan urin, dan terakumulasi di dalam tanah, mempengaruhi kesuburan tanah, sintesis klorofil tanaman, ekskresi enzim, dan pertumbuhan akar (Tian *et al.*, 2021).

Distribusi antibiotik dalam tanah

Penggunaan antibiotik di peternakan unggas dapat juga berdampak pada pencemaran ke lingkungan sekitar peternakan. Menurut Kousar *et al.* (2021) penggunaan antibiotik untuk produksi juga secara signifikan meningkatkan resistensi strain bakteri yang ada di permukaan tanah di sekitar peternakan unggas dengan jarak setidaknya 25 meter. Ji *et al.* (2012); Tian *et al.* (2021) mempelajari kandungan antibiotik di tanah pertanian dekat peternakan ayam di Shanghai dan menemukan konsentrasi tetrasiklin dan oksitetrasiklin adalah 1,87-4,24 mg/kg bahan kering, sedangkan konsentrasi sulfadiazin, sulfametoksazol, dan sulfametoksazol adalah 1,29-2,45 mg/kg bahan kering. Bahan aktif antibiotik dapat masuk ke lapisan tanah bagian atas melalui pupuk kotoran hewan dan mengalir ke air tanah yang akhirnya masuk ke dalam rantai makanan (Gu *et al.*, 2019). Menurut Jensen *et al.* (2001); Tian *et al.* (2021) pemupukan kotoran hewan menyebabkan tekanan selektif pada bakteri resisten di tanah, dan pemupukan dengan kotoran hewan merupakan jalur utama bagi mikroorganisme yang resisten terhadap obat dan *Antibiotic Resistance Genes* (ARG) untuk masuk ke dalam lingkungan tanah.

Di dalam tanah, perilaku antibiotik berbeda sesuai dengan sifat fisikokimia, karakteristik tanah, serta kondisi iklim. Hujan asam mempercepat akumulasi antibiotik di dalam kotoran hewan dan permukaan tanah, sedangkan hujan yang berlangsung lama mendorong migrasi antibiotik ke bagian yang lebih dalam dari tanah (Pan & Chu, 2017). Menurut Pan dan Chu, (2017) proses larutnya antibiotik lebih tinggi di tanah berpasir daripada di tanah liat dan tanah berlumpur. Norfloksasin dan tetrasiklin cenderung bertahan di permukaan tanah, sementara sulfametazin

dan eritromisin memiliki risiko yang lebih tinggi pada lapisan tanah yang lebih dalam dan air tanah, dan tanah ini dapat terkontaminasi oleh antibiotik di dalam kotoran. Residu dari bacitracin, salinomycin, penisilin dan virginiamycin terdeteksi pada kotoran ayam dengan konsentrasi mulai dari 0,07 hingga 66mg/L, serta bakteri yang resisten dapat hidup di dalam tanah selama berbulan-bulan (Merchant *et al.*, 2012; Mehdi *et al.*, 2018).

Distribusi antibiotik dalam air

Risiko lingkungan dari pencemaran air yang disebabkan oleh antibiotik kini menjadi fokus dan perlu mendapat perhatian dari seluruh masyarakat. Antibiotik telah banyak ditemukan di dalam air, dan pada akhirnya diserap atau dikonsumsi oleh organisme air (Tian *et al.*, 2021). Pelepasan antibiotik dalam jumlah besar ke lingkungan akan mendorong siklus biotransformasi dan bioakumulasi antibiotik di lingkungan. Menurut Manzetti & Ghisi, (2014) ekosistem yang paling rentan terhadap kontaminasi antibiotik adalah ekosistem perairan terbatas seperti kolam dan danau serta tanah yang dekat dengan lokasi perkotaan. Kompartemen akuatik, seperti air dan sedimen, dengan demikian dapat memainkan peran penting dalam transfer, evolusi, dan ekologi gen resistensi antibiotik. Risiko antibiotik di lingkungan akuatik dan sedimen perlu diperhatikan karena dapat mempengaruhi perilaku kehidupan akuatik. Selain itu, antibiotik telah terdeteksi dalam air tanah di rumah kaca, di mana kotoran hewan digunakan sebagai pupuk organik untuk menanam sayuran organik (Tian *et al.*, 2021).

Residu antibiotik yang ada di dalam air berkontribusi kuat terhadap pemeliharaan, kemunculan dan penyebaran populasi bakteri dengan tingkat resistensi yang rendah dan siap berevolusi menuju resistensi (Corvaglia, 2006; Mehdi *et al.*, 2018). Selain antibiotik, sejumlah besar Antibiotic Resistance Genes (ARG) terdeteksi di sungai (Tian *et al.*, 2021). Ketika antimikroba digunakan dalam produksi makanan laut atau seafood, gen AMR dapat masuk ke dalam rantai makanan dan akhirnya masuk ke dalam tubuh manusia melalui konsumsi makanan laut. Selain itu, karena pengayaan antimikroba dalam jangka panjang di dalam air, beberapa bakteri dapat memperoleh multi-drug resistance, dan kemudian membentuk “superbug”. Infeksi yang disebabkan oleh superbug merupakan ancaman nyata bagi kesehatan manusia dan hewan di seluruh dunia dan dapat menyebabkan, tidak hanya hilangnya nyawa, tetapi juga beban ekonomi yang berat pada sektor kesehatan (Tian *et al.*, 2021).

Distribusi antibiotik pada tumbuhan

Tanaman dapat menyerap antibiotik dari tanah di mana kotoran hewan digunakan sebagai pupuk. Selain sayuran biasa, antibiotik juga dapat dideteksi pada hijauan, jagung, gandum, dan kacang tanah yang dipupuk dengan kotoran hewan (Zhao *et al.*, 2019). Banyak mikroorganisme di dalam tanah membawa gen resistensi terhadap obat, yang secara tidak langsung akan membawa gen resistensi setelah dipindahkan ke jaringan tanaman. (Yang *et al.* (2014) menemukan bahwa bakteri endofit seledri, sawi putih, dan mentimun yang ditanam dengan kotoran ayam umumnya memiliki resistensi antibiotik, dan tingkat resistensi terhadap cefalexin adalah yang tertinggi. Dibandingkan dengan kelompok kontrol, lebih banyak jenis *Antibiotic Resistance Genes* (ARG) terdeteksi pada kelompok yang diberi pupuk kandang. Lebih penting lagi, melalui sayuran yang dapat dimakan mentah, ARG dalam produk yang dapat dimakan dan plasmid resisten di tanah kemungkinan besar akan masuk ke dalam tubuh manusia bersama dengan makanan, sehingga meningkatkan resistensi antibiotik pada tubuh manusia (Shea, 2003; Tian *et al.*, 2021).

Pendekatan One Health untuk Keamanan Kesehatan Global

Saat ini, AMR telah menjadi ancaman global bagi kesehatan manusia dan hewan, serta ekosistem dan lingkungan (WHO, 2020). Oleh karena itu, mitigasi yang efektif terhadap risiko

yang terkait dengan penggunaan antimikroba secara ekstensif di peternakan dan pengelolaan masalah AMR sangat penting, dan memerlukan pendekatan terpadu multidisiplin, seperti pendekatan “One Health”. “One Health” melibatkan pendekatan kolaboratif, multisektoral, dan trans-disipliner, yang beroperasi di tingkat lokal, regional, nasional, dan global, untuk mencapai hasil kesehatan dan kesejahteraan yang optimal serta menekankan keterkaitan antara manusia, hewan, tumbuhan, dan ekosistem serta lingkungan bersama.

Implementasi pendekatan One Health memainkan peran penting dalam mengatasi resistensi antibiotik secara efektif (McEwen & Collignon, 2018). Pendekatan One Health mengakui adanya saling ketergantungan antara kesehatan manusia, hewan, dan lingkungan, dan menyoroti pentingnya kolaborasi di beberapa sektor termasuk sektor ilmiah, sosial, dan politik (Cella *et al.*, 2023). Untuk itu, pendekatan ini mendorong pembentukan, pelaksanaan, dan pengawasan program pengawasan yang komprehensif, kebijakan, dan inisiatif penelitian untuk memerangi resistensi antibiotik. Berlandaskan pada pendekatan One Health, strategi-strategi ini harus bertujuan untuk secara proaktif mengatasi peningkatan dan penyebaran bakteri yang kebal terhadap antibiotik, yang pada akhirnya memastikan kemanjuran jangka panjang antibiotik untuk generasi mendatang. Bidang-bidang utama yang diidentifikasi sebagai fokus, sejalan dengan pendekatan One Health dan bertujuan untuk mengatasi tantangan global yang kritis (Cella *et al.*, 2023), antara lain: (1) Tata kelola One Health; (2) Sistem surveillence yang komprehensif; (3) Program pembinaan dan Pendidikan; (4) Penelitian dan pengembangan; (5) Tindakan pencegahan; serta (6) Pendidikan dan kesadaran masyarakat.

Untuk mengurangi dan pada akhirnya menghilangkan masalah AMR di masa depan, pengganti antibiotik memainkan peran penting. Semakin banyak pengganti antibiotik yang telah digunakan untuk mengurangi atau bahkan menggantikan penggunaan antibiotik dalam produksi ternak. Beberapa alternatif yang dapat menggantikan penggunaan antibiotik, yaitu probiotik, prebiotik, enzim, asam organik, imunostimulan, bakteriosin, bakteriofag, aditif pakan fitogenik, phytochemicals, nanopartikel, dan minyak esensial (Mehdi *et al.*, 2018).

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Bahaya dari penyalahgunaan penggunaan antibiotik yang berlebihan pada peternakan ayam broiler tidak hanya berdampak pada kesehatan ternak itu sendiri, melainkan juga bisa berdampak atau berbahaya terhadap kesehatan manusia, serta timbulnya pencemaran lingkungan melalui distribusi konsentrasi antibiotik di dalam tanah, air, dan tumbuhan yang pada gilirannya akan memperbesar risiko terjadinya resistensi antimikroba.

Saran

Perlunya peningkatan standar kewaspadaan penggunaan antibiotik kepada para peternak unggas, khususnya ayam broiler yang didukung oleh kerjasama multisektoral untuk menanggulangi bahaya dari *antimicrobial resistance* (AMR) di masa depan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterima kasih kepada semua pihak yang membantu penulisan artikel kajian pustaka ini sehingga kajian pustaka ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

Abreu, R., Semedo-Lemsaddek, T., Cunha, E., Tavares, L., & Oliveira, M. (2023). Antimicrobial Drug Resistance in Poultry Production: Current Status and Innovative Strategies

for Bacterial Control. In *Microorganisms*, 11(4).
<https://doi.org/10.3390/microorganisms11040953>

Agyare, C., Boamah, V. E., Zumbi, C. N., & Osei, F. B. (2018). Antibiotic use in poultry production and its effects on bacterial resistance. *Antimicrobial resistance—A global threat*, 33-51. <https://dx.doi.org/10.5772/intechopen.79371>

Al Sattar, A., Chisty, N. N., Irin, N., Uddin, M. H., Hasib, F. Y., & Hoque, M. A. (2023). Knowledge and practice of antimicrobial usage and resistance among poultry farmers: A systematic review, meta-analysis, and meta-regression. *Veterinary Research Communications*, 47(3), 1047-1066. <https://doi.org/10.1007/s11259-023-10082-5>

Badan Pusat Statistik (BPS). 2022. Populasi Ayam Ras Pedaging menurut Provinsi (Ekor), 2021-2022.

Björnsson, E. S. (2017). Drug-induced liver injury due to antibiotics. *Scandinavian journal of gastroenterology*, 52(6-7), 617-623. <https://doi.org/10.1080/00365521.2017.1291719>

Cella, E., Giovanetti, M., Benedetti, F., Scarpa, F., Johnston, C., Borsetti, A., Ceccarelli, G., Azarian, T., Zella, D., & Ciccozzi, M. (2023). Joining Forces against Antibiotic Resistance: The One Health Solution. In *Pathogens*, 12(9). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/pathogens12091074>

Coyne, L., Arief, R., Benigno, C., Giang, V. N., Huong, L. Q., Jeamsripong, S., Kalpravidh, W., McGrane, J., Padungtod, P., Patrick, I., Schoonman, L., Setyawan, E., Sukarno, A. H., Srisamran, J., Ngoc, P. T., & Rushton, J. (2019). Characterizing antimicrobial use in the livestock sector in three south east asian countries (Indonesia, Thailand, and Vietnam). *Antibiotics*, 8(1). <https://doi.org/10.3390/antibiotics8010033>

Dhaka, P., Chantziaras, I., Vijay, D., Bedi, J. S., Makovska, I., Biebaut, E., & Dewulf, J. (2023). Can Improved Farm Biosecurity Reduce the Need for Antimicrobials in Food Animals? A Scoping Review. In *Antibiotics*, 12(5). <https://doi.org/10.3390/antibiotics12050893>

Direktorat Kesehatan Hewan (Ditkeswan). 2020. Presentasi Kebijakan Pemerintah dalam Pengendalian Resistensi Anti mikrob (Dipresentasikan oleh: drh. Fadjar Sumping Tjatur Rasa, Ph.D. selaku Direktur Kesehatan Hewan). Webinar “Peningkatan Pemahaman dan Kesadaran Penggunaan Antimikroba Yang Bijak dan Bertanggungjawab di Sektor Kesehatan Hewan” (Sabtu, 28 November 2020). Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan, Kementerian Pertanian RI.

Efendi, R., Sudarnika, E., Wayan Teguh Wibawan, I., & 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. <https://doi.org/10.14202/vetworld.2022.707-713>

Espinosa-Marrón, A., Adams, K., Sinno, L., Cantu-Aldana, A., Tamez, M., Marrero, A., Bhupathiraju, S. N., & Mattei, J. (2022). Environmental Impact of Animal-Based Food Production and the Feasibility of a Shift Toward Sustainable Plant-Based Diets in the United States. In *Frontiers in Sustainability*, 3: 841106. <https://doi.org/10.3389/frsus.2022.841106>

Etikaningrum, I. S., & Iwantoro, S. (2017). Kajian residu antibiotika pada produk ternak unggas di Indonesia. *JITP*, 5(1), 29-33.

Food and Agriculture Organization (FAO). Gateway to Poultry Production and Products. Available online: <https://www.fao.org/poultry-production-products/production/en/>. Diakses pada 01 December 2024.

Francino, M. P. (2016). Antibiotics and the human gut microbiome: Dysbioses and accumulation of resistances. In *Frontiers in Microbiology* (Vol. 6, Issue JAN). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.01543>

Gelband, H., Miller, Petrie, M., Pant, S., Gandra, S., Levinson, J., Barter, D., ... & Laxminarayan, R. (2015). The state of the world's antibiotics 2015. *Wound healing southern africa*, 8(2), 30-34. <https://hdl.handle.net/10520/EJC180082>

Gonzalez Ronquillo, M., & Angeles Hernandez, J. C. (2017). Antibiotic and synthetic growth promoters in animal diets: Review of impact and analytical methods. *Food Control*, 72, 255–267. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2016.03.001>

Gu, D., Feng, Q., Guo, C., Hou, S., Lv, J., Zhang, Y., ... & Zhao, X. (2019). Occurrence and risk assessment of antibiotics in manure, soil, wastewater, groundwater from livestock and poultry farms in Xuzhou, China. *Bulletin of environmental contamination and toxicology*, 103, 590-596. <https://doi.org/10.1007/s00128-019-02692-0>

Isaac, S., Scher, J. U., Djukovic, A., Jiménez, N., Littman, D. R., Abramson, S. B., Pamer, E. G., & Ubeda, C. (2017). Short- and long-term effects of oral vancomycin on the human intestinal microbiota. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 72(1), 128–136. <https://doi.org/10.1093/jac/dkw383>

Isriyanthi, N. M. R., Setyawan, E., Pangaribuan, D. M., Telussa, R., Fitriastuti, E. R., Utomo, G. B., ... & McGrane, J. (2018). Poster: Antibiotics Use on Small and Medium Scale Broiler Farms in West Java, East Java and South Sulawesi Provinces, Indonesia. In *Indonesia Joins One Health Congress to Manage Pandemic Disease Threats (Canada on 22-25 June 2018)*.

Jansen, K. U., & Anderson, A. S. (2018). The role of vaccines in fighting antimicrobial resistance (AMR). In *Human Vaccines and Immunotherapeutics*, 14(9), 2142–2149. <https://doi.org/10.1080/21645515.2018.1476814>

Kousar, S., Rehman, N., Javed, A., Hussain, A., Naeem, M., Masood, S., Ali, H. A., Manzoor, A., Khan, A. A., Akrem, A., Iqbal, F., Zulfiqar, A., Jamshaid, M. B., Waqas, M., Waseem, A., & Saeed, M. Q. (2021). Intensive poultry farming practices influence antibiotic resistance profiles in pseudomonas aeruginosa inhabiting nearby soils. *Infection and Drug Resistance*, 14, 4511–4516. <https://doi.org/10.2147/IDR.S324055>

Krysiak, K., Konkol, D., & Korczynski, M. (2021). *Overview of the Use of Probiotics in Poultry 369 Production*. *Animals*, 11, 16-20. <https://doi.org/10.3390/ani11061620>

Lhermie, G., Gröhn, Y. T., & Raboisson, D. (2017). Addressing Antimicrobial Resistance: An Overview of Priority Actions to Prevent Suboptimal Antimicrobial Use in Food-Animal Production. In *Frontiers in Microbiology* 7(1), 02114. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.02114>

Manyi-Loh, C., Mamphweli, S., Meyer, E., & Okoh, A. (2018). Antibiotic use in agriculture and its consequential resistance in environmental sources: Potential public health implications. In *Molecules*, 23(4). <https://doi.org/10.3390/molecules23040795>

Manzetti, S., & Ghisi, R. (2014). The environmental release and fate of antibiotics. In *Marine Pollution Bulletin*, 79(1–2), 7–15). <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.01.005>

- Marchant, J. (2018). When antibiotics turn toxic. *Nature*, 555(7697), 431-433. <https://doi.org/10.1038/d41586-018-03267-5>
- McAllister, T. A., Wang, Y., Diarra, M. S., Alexander, T., & Stanford, K. (2018). Challenges of a one-health approach to the development of alternatives to antibiotics. *Animal Frontiers*, 8(2), 10–20. <https://doi.org/10.1093/af/vfy002>
- McEwen, S. A., & Collignon, P. J. (2018). Antimicrobial Resistance: a One Health Perspective. *Microbiology Spectrum*, 6(2). <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.arba-0009-2017>
- Mehdi, Y., Létourneau-Montminy, M. P., Gaucher, M. Lou, Chorfi, Y., Suresh, G., Rouissi, T., Brar, S. K., Côté, C., Ramirez, A. A., & Godbout, S. (2018). Use of antibiotics in broiler production: Global impacts and alternatives. In *Animal Nutrition*, 4(2), 170–178. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.03.002>
- Nazeer, N., Uribe-Diaz, S., Rodriguez-Lecompte, J. C., & Ahmed, M. (2021). Antimicrobial peptides as an alternative to relieve antimicrobial growth promoters in poultry. *British Poultry Science*, 62(5), 672–685. <https://doi.org/10.1080/00071668.2021.1919993>
- Neuman, H., Forsythe, P., Uzan, A., Avni, O., & Koren, O. (2018). Antibiotics in early life: dysbiosis and the damage done. In *FEMS microbiology reviews* 42(4), 489–499. <https://doi.org/10.1093/femsre/fuy018>
- Nurbiyanti N, Suandy I, Sunandar, Arief RA, Allamanda P, Pertela G, Purwanto B, Daradjat H, Triwijayanti N, Rahayu KP, Susanti O, Desitania R, Sani RA, Speksnijder D, Dinar T, Naipospos TSP, Wagenaar J. (2022). Hubungan Penggunaan Antimikroba terhadap Resistansi pada Peternakan Unggas Broiler Mandiri di Kabupaten Bogor. *Acta Veterinaria Indonesiana*: 33–40. <https://doi.org/10.29244/avi...33-40>
- Pan, M., & Chu, L. M. (2017). Leaching behavior of veterinary antibiotics in animal manure-applied soils. *Science of the Total Environment*, 579, 466–473. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.11.072>
- Purnawarman, T., & Efendi, R. (2020). Pengetahuan, sikap, dan praktik peternak dalam penggunaan antibiotik pada ayam broiler di Kabupaten Subang. *Acta Veterinaria Indonesiana*, 8(3), 48-55. <https://doi.org/10.29244/avi.8.3.48-55>
- Rousham, E. K., Unicomb, L., & Islam, M. A. (2018). Human, animal and environmental contributors to antibiotic resistance in low-resource settings: Integrating behavioural, epidemiological and one health approaches. In *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 285(1876). <https://doi.org/10.1098/rspb.2018.0332>
- Speksnijder, D. C., & Wagenaar, J. A. (2018). Reducing antimicrobial use in farm animals: How to support behavioral change of veterinarians and farmers. *Animal Frontiers*, 8(2), 4–9. <https://doi.org/10.1093/af/vfy006>
- Suandy, I., Nurbiyanti, N., Arief, R. A., Rachmawati, A. D., Pertela, G., Purwanto, B., ... & Wagenaar, J. (2024). Pola Penggunaan Anti Mikrob pada Peternakan Mandiri Ayam Broiler di Kabupaten Bogor. *Acta Veterinaria Indonesiana*, 12(1), 83-90. <https://doi.org/10.29244/avi.12.1.91-96>
- Sumambang, A., Ariyanto, A., Kompudu, A., Pangaribuan, D., Nugroho, E., Puspita, R., & Ulfa, D. (2019). Persepsi Peternak Terhadap Penggunaan Antibiotik Pada Peternakan Ayam Pedaging Komersial Di Provinsi Kalimantan Barat. *Prosiding Penyidikan Penyakit Hewan*

Rapat Teknis dan Pertemuan Ilmiah (RATEKPIL) dan Surveilans Kesehatan Hewan Tahun, 2019, 482-488.

Tian, M., He, X., Feng, Y., Wang, W., Chen, H., Gong, M., Liu, D., Clarke, J. L., & Van Eerde, A. (2021). Pollution by antibiotics and antimicrobial resistance in live stock and poultry manure in china, and countermeasures. *Antibiotics*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/antibiotics10050539>

Tiseo, K., Huber, L., Gilbert, M., Robinson, T. P., & Van Boeckel, T. P. (2020). Global trends in antimicrobial use in food animals from 2017 to 2030. *Antibiotics*, 9(12), 1–14. <https://doi.org/10.3390/antibiotics9120918>

Titilawo, Y., Sibanda, T., Obi, L., & Okoh, A. (2015). Multiple antibiotic resistance indexing of *Escherichia coli* to identify high-risk sources of faecal contamination of water. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(14), 10969–10980. <https://doi.org/10.1007/s11356-014-3887-3>

World Health Organization (WHO). (2017). *Antimicrobial resistance: Global report on surveillance*. Geneva: World Health Organization.

World Health Organization (WHO). (2020). Antibiotic Resistance. Available online: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/antibiotic-resistance>.

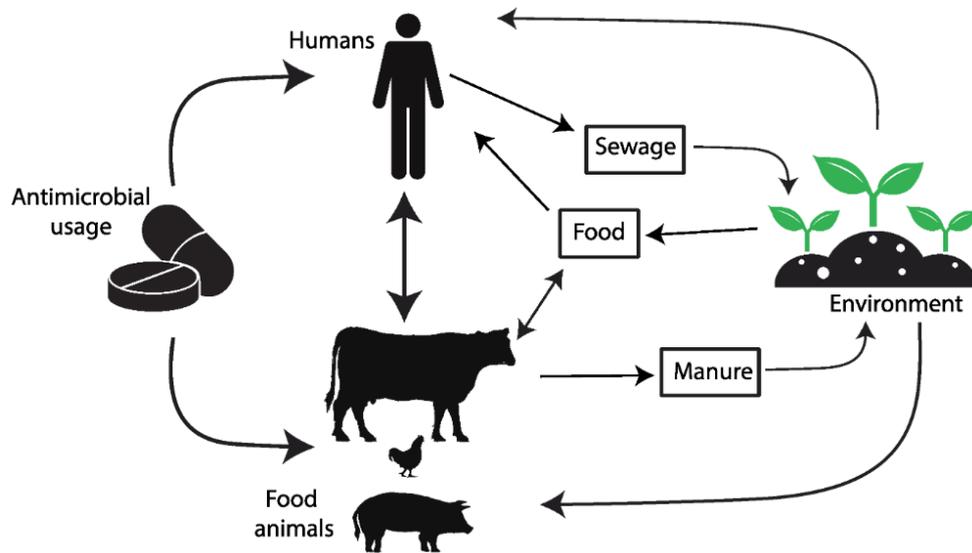
World Health Organization (WHO). (2023). Antimicrobial resistance. <https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/antimicrobial-resistance>. Diakses pada 05 Desember 2024.

Xu, J., Sangthong, R., McNeil, E., Tang, R., & Chongsuvivatwong, V. (2020). Antibiotic use in chicken farms in northwestern China. *Antimicrobial Resistance & Infection Control*, 9, 1-9. <https://doi.org/10.1186/s13756-019-0672-6>

Yang, Q., Ren, S., Niu, T., Guo, Y., Qi, S., Han, X., Liu, D., & Pan, F. (2014). Distribution of antibiotic-resistant bacteria in chicken manure and manure-fertilized vegetables. *Environmental Science and Pollution Research*, 21(2), 1231–1241. <https://doi.org/10.1007/s11356-013-1994-1>

Zhao, F., Yang, L., Chen, L., Li, S., & Sun, L. (2019). Bioaccumulation of antibiotics in crops under long-term manure application: Occurrence, biomass response and human exposure. *Chemosphere*, 219, 882–895. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.12.076>

Gambar



Gambar 1. Diagram yang menggambarkan jalur penularan resistensi antimikroba antara hewan ternak, lingkungan sekitar, dan populasi manusia Sumber: Cella *et al.* (2023)