



Pedoman Mitigasi Risiko

Keberadaan Residu Antibiotik dan
Mikrob Resistan Antibiotik pada
Pangan Olahan



**Badan Pengawas Obat dan Makanan
2023**

**PEDOMAN MITIGASI RISIKO KEBERADAAN
RESIDU ANTIBIOTIK DAN
MIKROB RESISTAN ANTIBIOTIK PADA
PANGAN OLAHAN**

**BADAN PENGAWAS OBAT DAN MAKANAN
TAHUN 2023**

PEDOMAN MITIGASI RISIKO KEBERADAAN RESIDU ANTIBIOTIK DAN MIKROB RESISTAN ANTIBIOTIK PADA PANGAN OLAHAN

PENGARAH

Dr. Penny K. Lukito, MCP

PENANGGUNG JAWAB

Dra. Rita Endang, Apt, M.Kes

KOORDINATOR PELAKSANA TEKNIS

Anisyah, S.Si, Apt, MP

PENYUSUN

Dra. Deksa Presiana, Apt., M.Kes.

Erline Yuniarti, S.Farm, Apt., M.Si.

Dr. Nugroho Indrotristanto, STP, M.Sc

Salma Shofura, STP

Desiana Nurwanti, S.Farm, Apt.

Lili Defi Z, S.Pt., M.Si.

Desy Rasta Waty, S.Si., Apt., M.Si

Sentani Chasfila, S.Farm, Apt.

Sekar Indah Maharani, STP

Nindya Satwika Caesaria, STP

Tiara Rahmania Yunisa, STP

Merin Indarto Putri, S.Si

Retno Harfani, S.Si

Abdul Hamid, S.E.

Copyright © Badan POM RI

Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku dalam bentuk elektronik, mekanik, fotokopi, rekaman, atau cara apapun tanpa izin tertulis sebelumnya dari Badan POM RI.

Jakarta, Badan POM , 2023

Telepon : (62-21) 42875584

Faksimile : (62-21) 42875780

E-mail: standarpangan@pom.go.id

78 hlm : 14,8 cm x 21 cm

ISBN No. 978-602-415-137-9

ISBN No. 978-602-415-138-6 (PDF)

TIM AHLI

Prof. Dr. Ir. Ratih Dewanti Hariyadi, M.Sc. (IPB)

Prof. Dr.rer.nat. Rahmana Emran Kartasasmita, M.Si (ITB)

Dr. med. vet. drh. Denny Widaya Lukman, MSi (IPB)

drh. Putu Cri Devischa Gallantiswa, M.Sc (UGM)

PENERBIT

BADAN PENGAWAS OBAT DAN MAKANAN

Republik Indonesia

Jalan Percetakan Negara No. 23 - Jakarta Pusat 10560

KATA SAMBUTAN



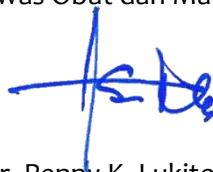
Puji syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, dengan telah selesainya Pedoman Mitigasi Risiko Keberadaan Residu Antibiotik dan Mikrob Resistan Antibiotik Pada Pangan Olahan. Pedoman ini merupakan panduan bagi produsen pangan olahan untuk mencegah, meminimalisasi dan mengendalikan residu antibiotik dan mikrob resistan terhadap antibiotik pada pangan olahan.

Resistensi Antimikrob atau *Resistensi Antimikroba* atau *Antimicrobial Resistance (AMR)* merupakan permasalahan global yang mengancam kesehatan manusia, hewan, dan lingkungan sehingga pengendaliannya menggunakan pendekatan “*One Health*”, dan saat ini *Codex Alimentarius Commission* telah menetapkan *Code of Practice to Minimize and Contain Foodborne Antimicrobial Resistance* yang dapat digunakan sebagai acuan dalam meminimalisasi dampak resistansi antimikrob pada pangan olahan.

Potensi resistansi antimikrob tidak lepas dari keberadaan residu antibiotik dalam pangan olahan, yang berpotensi berasal dari penggunaan antibiotik pada budidaya pangan segar asal hewan atau ikan. Selain itu, keberadaan mikrob resistan antibiotik dalam pangan olahan juga berpotensi meningkatkan resistansi antimikrob. Kontaminasi mikrob tersebut pada pangan olahan dapat terjadi, apabila tidak diterapkan Cara Produksi Pangan Olahan yang Baik dalam proses pengolahan hingga penanganannya. Agar residu antibiotik dan mikrob resistan terhadap antibiotik pada pangan olahan dapat diminimalisir, maka perlu dibuatkan pedoman sebagai panduan untuk pelaku usaha pangan olahan sehingga dihasilkan pangan olahan yang aman.

Saya menyambut baik terbitnya pedoman dan menyampaikan penghargaan serta ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah berperan aktif dalam penyusunan pedoman ini.

Jakarta, 31 Oktober 2023
Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan



Dr. Penny K. Lukito, MCP

KATA PENGANTAR



Segala Puji bagi Tuhan yang Maha Kuasa yang telah memberikan anugerah sehingga Pedoman Mitigasi Risiko Keberadaan Residu Antibiotik dan Mikrob Resistan Antibiotik pada Pangan Olahan dapat diselesaikan.

Resistensi Antimikrob atau lebih dikenal sebagai AMR, adalah kemampuan mikrob untuk bertahan hidup terhadap efek antimikroba (antibiotika) sehingga antibiotika tidak efektif dalam penggunaan klinis. Menurut *Food and Agriculture Organization (FAO)*, diperkirakan 700 ribu orang meninggal setiap tahun akibat infeksi mikrob resisten antimikroba. Apabila tidak dilakukan tindakan pencegahan segera, peningkatan kumulatif kasus AMR akan menyebabkan kerugian lebih dari 3,4 triliun Pendapatan Domestik Bruto (PDB) tahunan dunia dalam 10 tahun ke depan.

Kasus AMR pada manusia dapat bersumber dari produk makanan atau pangan asal hewan (ternak), yang mengandung residu antibiotik dan/atau terkontaminasi oleh mikrob resisten antibiotik. Oleh karena itu, perlu adanya penanganan AMR yang serius yang dilakukan secara lintas sektoral, melalui pendekatan “*One Health*” yang meliputi kesehatan hewan (ternak), manusia, dan lingkungan secara bersamaan.

Pedoman ini diharapkan dapat dimanfaatkan oleh pengawas pangan, penyuluh keamanan pangan dan fasilitator UMKM dalam melakukan pengawasan maupun pembinaan pelaku usaha pangan olahan.

Kami sampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penyusunan pedoman ini serta kepada pihak yang telah memberikan saran dan masukan terhadap pedoman ini.

Jakarta, 31 Oktober 2023
Deputi Bidang Pengawasan Pangan Olahan

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Rita Endang', written in a cursive style.

Dra. Rita Endang, Apt, M.Kes

DAFTAR ISI

KATA SAMBUTAN.....	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	ix
GLOSARIUM.....	x
BAB 1. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan	5
1.2.1 Tujuan Umum.....	5
1.2.2 Tujuan Khusus.....	5
BAB 2. FAKTOR RISIKO TERJADINYA MIKROB RESISTAN ANTIBIOTIK.....	7
2.1 Penggolongan Faktor-Faktor Risiko Berdasarkan Kelompok Pangan.....	7
2.2 Potensi Keberadaan Residu Antibiotik dalam Pangan Olahan.....	18
2.3 Golongan Antibiotik, Mikrob Resistan Antibiotik, dan BTP yang berpotensi menimbulkan AMR	19
2.3.1 Golongan Antibiotik yang Umum yang Berpotensi Menimbulkan AMR.....	19
2.3.2 Mikrob AMR	27
2.3.3 Bahan Tambahan Pangan yang Diduga Berpotensi Menimbulkan AMR.....	30
BAB 3. MITIGASI RISIKO.....	32

3.1	Prinsip Pengendalian Risiko AMR dalam Pangan Olahan ..	32
3.1.1	Prinsip Umum Managemen Risiko Resistansi Antimikrob	32
3.1.2	Prinsip dalam Mencegah Infeksi dan Mengurangi Pemakaian Antimikrob	33
3.1.3	Prinsip Umum Penggunaan Antimikrob yang Bertanggungjawab dan Bijak.....	33
3.1.4	Prinsip dalam Penggunaan Antimikrob pada Kondisi Tertentu	34
3.1.5	Prinsip dalam Surveilans AMR dan Penggunaannya	35
3.2	Mitigasi Risiko terkait Residu Antibiotik dan Mikroba Resistan Antibiotik dalam Pangan Olahan.....	35
3.2.1	Mitigasi Risiko terkait Residu Antibiotik dalam Pangan Olahan.....	35
3.2.2	Mitigasi Risiko terkait Mikroba Resistan Antibiotik	48
BAB 4.	KESIMPULAN DAN PENUTUP	55
4.1.	Kesimpulan	55
4.2.	Penutup	55
	DAFTAR PUSTAKA	57
	Lampiran	60

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Batas Maksimal Nisin dan Natamisin pada Keju	31
Tabel 2. Penggunaan Nisin dan Natamisin pada pangan yang diizinkan beserta batas maksimumnya.....	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Sumber Lingkungan dan Rute Penularan Lintas Sektor Produksi Pangan (Modifikasi EFSA, 2021)	9
Gambar 2. Sumber Lingkungan dan Rute Penularan AMR – Sektor Produksi Pangan Asal Hewan (Darat) (Modifikasi EFSA, 2021)	11
Gambar 3. Sumber Lingkungan dan Rute Penularan AMR – Sektor Akuakultur (Modifikasi EFSA, 2021).....	14
Gambar 4. Sumber Lingkungan dan Rute Penularan AMR – Sektor Produksi Pangan Asal Tumbuhan (Modifikasi EFSA, 2021)	16
Gambar 5. Struktur doksisisiklin.....	21
Gambar 6. Struktur antibiotik penisilin dengan cincin beta-laktam yang ditandai dengan warna merah (https://www.chem.ucla.edu/~harding/IGOC/B/beta_lactam.html)	24
Gambar 7. (A) Struktur dinding sel bakteri gram positif dan gram negatif (B) Aktifitas PBP (Brunton & Knollman, 2022)	25

GLOSARIUM

- Antibiotic Growth Promotor (AGP)* : Setiap jenis obat yang dapat membunuh atau menghambat bakteri dan diberikan dengan dosis subterapeutik yang rendah.
- Antibiotik : Obat yang digunakan untuk mencegah dan mengobati infeksi yang disebabkan oleh mikrob.
- Antimikrob : Zat yang membatasi pertumbuhan mikrob.
- Biosida : Berbagai senyawa kimia (seperti deterjen, alkalin, atau asam pembersih) yang digunakan untuk membersihkan dan mendisinfeksi kandang, rumah potong hewan, alat dan fasilitas proses.
- Codex Alimentarius Commission (CAC)* : biasanya cukup disebut Codex, merupakan badan antar pemerintah yang bertugas melaksanakan *Joint FAO/WHO Food Standards Programme* (program standar pangan FAO/WHO).
- Cara Produksi Pangan Olahan yang Baik /CPPOB : Pedoman yang menjelaskan bagaimana memproduksi Pangan Olahan agar aman, bermutu, dan layak untuk dikonsumsi.
- Day Old Chick* : Anak ayam umur 1 hari
- The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA)* : komite ahli ilmiah internasional yang dikelola bersama oleh Organisasi Pangan dan Pertanian Perserikatan Bangsa-Bangsa (FAO) dan Organisasi Kesehatan Dunia (WHO).

- Karyawan : Setiap orang yang menangani pangan terkemas maupun pangan tidak terkemas, peralatan yang digunakan untuk pangan atau permukaan yang bersentuhan dengan pangan, sehingga diharapkan dapat memenuhi persyaratan higienitas.
- Mikrob Resistan Antibiotik : Mikrob yang dapat bertahan terhadap efek antibiotik pada dosis terapi.
- Pangan Olahan : Makanan atau minuman hasil proses dengan cara atau metode tertentu dengan atau tanpa bahan tambahan.
- Pendekatan *One Health* : Pendekatan terpadu dan bersama yang bertujuan untuk menyeimbangkan dan mengoptimalkan kesehatan manusia, hewan, dan ekosistem secara berkelanjutan.
- Residu Antibiotik : Konsentrasi maksimal residu zat antibiotik termasuk metabolitnya yang terkandung dalam daging, telur, susu, dan ikan baik sebagai akibat langsung maupun tidak langsung dari penggunaan antibiotik.
- Resistensi Antibiotik : Suatu kondisi yang memungkinkan mikrob dapat bertahan hidup terhadap efek antibiotik.
- Resistensi Antimikrob : Resistensi Antimikrob atau *antimicrobial resistance*, disingkat AMR adalah Suatu keadaan dimana mikroorganisme mampu untuk bertahan pada dosis terapi senyawa antimikroba, sehingga mikroorganisme tersebut masih mampu berkembang,

mengurangi keampuhan obat, meningkatkan risiko penyebaran penyakit, memperparah, dan menyebabkan kematian dalam tindakan pengobatan pada manusia, hewan, ikan, dan tumbuhan.

Withdrawal time : Waktu mulai dari pemberian obat terakhir sampai waktu ketika konsentrasi residu di bawah nilai baku mutu yang ditetapkan.

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Antibiotik merupakan salah satu golongan obat yang banyak digunakan untuk terapi pengobatan infeksi, baik manusia maupun ternak. Praktik penggunaan antibiotik yang tidak tepat pada manusia maupun ternak untuk mengendalikan infeksi mikrob patogen dapat memicu kemampuan resistansi terhadap satu atau lebih antibiotik. Di Indonesia pada prinsipnya terdapat larangan penggunaan bahan baku antibiotik yang didaftarkan untuk hewan tidak boleh dijual untuk digunakan pada manusia.

Khawbung *et al.* (2021) mengulas mekanisme resistansi antibiotik pada *Mycobacterium tuberculosis* untuk melihat efektivitas pengendalian dan manajemen pengobatan *Tuberculosis* (TBC). Khawbung *et al.* (2021) menyatakan bahwa *Mycobacterium tuberculosis* lebih rentan memiliki sifat resistan terhadap antibiotik.

Apabila dalam regulasi ditetapkan bahwa "tidak ada residu" antibiotik dalam pangan, sesungguhnya masih ada kemungkinan terdapat residu antibiotik dalam pangan tersebut karena hasil tidak terdeteksi dipengaruhi oleh sensitivitas metode yang digunakan (FAO, 1969). Dengan demikian, masih terdapat potensi keberadaan residu antibiotik dalam pangan olahan.

Umumnya residu antibiotik akan mengalami degradasi pada proses pengolahan pangan, dengan tingkat penurunan yang bervariasi (Gowtham *et al.*, 2020). Terdapat residu antibiotik yang mampu bertahan pada kondisi pengolahan, misalnya residu *ciprofloxacin* pada daging ayam yang direbus dan dipanggang, residu tetrasiklin pada daging ayam yang digoreng, dan residu *tilmicosin* pada daging ayam yang

dipanaskan dengan *microwave* (Gowtham *et al.*, 2020). Dengan keberadaan residu antibiotik pada pangan olahan tersebut berpotensi menyebabkan terjadinya resistansi antibiotik pada manusia. Efek yang ditimbulkan dengan adanya resistansi antibiotik tersebut, yaitu diperlukan pengobatan antibiotik dengan tingkat dosis yang lebih tinggi pada manusia apabila terkena infeksi mikroba resistan antibiotik.

Saat ini data residu antibiotik pada pangan olahan masih terbatas, namun masih ditemukan beberapa kasus residu antibiotik pada pangan segar. Keberadaan residu antibiotik pada pangan dapat menimbulkan mikroba resistan antibiotik pada pangan tersebut. Lee (2018) melakukan studi untuk mengetahui korelasi antara keberadaan residu antibiotik dan mikroba resistan antibiotik pada karkas ayam di Korea. Lee (2018) menemukan terdapatnya 6 antibiotik (ampisilin, klortetrasiklin, tetrasiklin, *ciprofloxacin*, *enrofloxacin*, dan *sulfamethoxazole*) dan isolat *E. coli* yang resistan terhadap antibiotik tersebut pada 13 dari 58 sampel karkas ayam yang ditemukan.

Hasil kajian yang dilakukan BPOM pada tahun 2014-2015 terkait Profil Resistansi Antimikrob menunjukkan bahwa kontaminasi mikroba resistan antibiotik sudah terjadi pada rantai produksi pangan. Pada tahun 2013 dalam "Kajian *Salmonella* pada Karkas Ayam" ditemukan 3 isolat *Salmonella* spp. yang resistan terhadap Kloramfenikol dan intermediet terhadap Ciprofloxacin. Sementara itu, dalam sampel "Kajian Es Batu " (BPOM, 2017) selama tahun 2014-2015, terdapat 15 isolat Enterotoksik *Escherichia coli* (ETEC) dan 10 isolat *Vibrio* spp. yang resistan antibiotik. Dari 15 isolat ETEC yang resistan antibiotik, 3 isolat resistan Trimetoprim/Sulfamethoxazole, 4 isolat resistan Tetrasiklin, 1 isolat resistan Ciprofloxacin, 1 isolat resistan Oflofloxacin, dan 1 isolat resistan Levofloxacin.

Semua (10) isolat *Vibrio* spp. yang diisolasi dari sampel es batu resistan terhadap Amoxisilin. Dari profil tersebut juga diketahui bahwa 3 isolat ETEC bersifat *multi drug resistance*; 1 isolat resistan terhadap 3 antibiotik dan 2 isolat resistan terhadap 2 antibiotik (BPOM, 2017).

Resistansi antimikrob menjadi ancaman serius bagi kesehatan masyarakat. Menurut FAO (2021), diperkirakan 700 ribu orang meninggal setiap tahun akibat infeksi mikrob resisten antibiotik. Apabila tidak dilakukan aksi segera, peningkatan kumulatif kasus AMR akan menyebabkan kerugian lebih dari 3,4 triliun Pendapatan Domestik Bruto tahunan dunia dalam 10 tahun ke depan. AMR ini juga menjadi ancaman global yang semakin mengkhawatirkan kesehatan manusia dan hewan. Hal ini berimplikasi pada keamanan pangan, ketahanan pangan serta kesejahteraan rumah tangga petani dan peternak. Menurut Uni Eropa, 25.000 pasien meninggal tiap tahunnya karena infeksi mikrob yang resisten. Diperkirakan terdapat 10 juta kematian/tahun antara tahun 2015-2050, dengan angka rata-rata resistensi yang meningkat 40%, dan jumlah kejadian terbesar di Afrika dan Asia.

Beban ekonomi akibat resistensi antimikroba adalah sebesar €1,5juta/tahun untuk biaya perawatan kesehatan dan kehilangan produktivitas akibat AMR. Kerugian yang terakumulasi pada negara yang tergabung dalam *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD) akibat resistensi antimikroba terdapat sebesar USD 2.9 triliun pada tahun 2050. Ditambah lagi, terdapat tambahan biaya perawatan RS per pasien di negara OECD sebesar USD 10.000-40.000 akibat peningkatan angka kematian, sakit yang berkepanjangan dan penurunan efisiensi tenaga kerja. Terdapat tiga faktor utama yang menyebabkan krisis global tersebut diantaranya:

- 1) Mikrob resistan antibiotik dapat mengekspresikan sifat ketahanan terhadap antibiotik serta berkembang biak secara cepat dalam hitungan jam;
- 2) Perpindahan/*traveling* dan pengiriman barang dengan menggunakan rantai dingin berpotensi mempermudah penyebaran mikrob resistan antibiotik antar negara.
- 3) Penggunaan antibiotik yang tidak tepat pada peternakan secara global disinyalir meningkat pada beberapa tahun terakhir (Michael *et al.*, 2014).

Dengan demikian, AMR merupakan masalah kesehatan global yang mengancam manusia, hewan, dan lingkungan sehingga penanganannya dapat diupayakan menggunakan pendekatan “*One Health*”.

Indonesia mengatur penanganan AMR melalui Peraturan Menteri Koordinator PMK No. 7 Tahun 2021 tentang Rencana Aksi Nasional Pengendalian Resistansi Antimikrob 2020-2024 yang melibatkan lintas sektor. Peraturan tersebut menyatakan bahwa Rencana Aksi Nasional Pengendalian AMR merupakan pedoman bagi kementerian, lembaga, pemerintah daerah, dan mitra kerja dalam perencanaan, penyusunan, pelaksanaan, pemantauan dan evaluasi kebijakan pengendalian resistensi antimikroba. Pengendalian AMR bertujuan untuk meminimalkan muncul dan menyebarnya mikroba resisten, memastikan ketersediaan antimikroba yang aman, efektif, bermutu, dan terjangkau, serta penggunaan antimikroba secara bijak dan bertanggung jawab. Sesuai dengan Peraturan Pemerintah No. 86 tahun 2019 tentang Keamanan pangan, bahwa:

- a. Pengawasan terhadap pemenuhan persyaratan keamanan pangan, mutu pangan, dan gizi pangan untuk pangan segar dilaksanakan oleh Kementerian Pertanian, Kementerian Kelautan dan Perikanan, gubernur, dan/atau bupati/wali kota sesuai dengan kewenangannya.

- b. Pengawasan terhadap pemenuhan persyaratan keamanan pangan, mutu pangan, dan gizi pangan untuk pangan olahan dilaksanakan oleh BPOM dan Kementerian Perindustrian. Sedangkan untuk pangan olahan industri rumah tangga dilaksanakan oleh Kepala Badan dan/atau bupati/wali kota secara sendiri atau bersama-sama. Kemudian, pengawasan pangan olahan siap saji dilaksanakan oleh Kementerian Kesehatan, dan/atau bupati/wali kota sesuai dengan kewenangannya.

Berdasarkan hal-hal tersebut di atas, terdapat dua hal yang perlu dilakukan mitigasi yaitu:

- a. Keberadaan residu antibiotik dalam pangan olahan yang berpotensi berasal dari pangan segar asal hewan dan ikan yang menggunakan antibiotik dalam budidayanya.
- b. Keberadaan mikrob resistan antibiotik dalam pangan olahan.

Oleh karena itu diperlukan suatu pedoman untuk memitigasi risiko agar faktor yang menyebabkan keberadaan antibiotik dan mikrob resistan antibiotik pada pangan olahan dapat dikendalikan.

1.2. Tujuan

1.2.1 Tujuan Umum

Pedoman mitigasi risiko ini disusun sebagai panduan untuk meminimalkan keberadaan residu antibiotik dan mikrob resistan terhadap antibiotik pada pangan olahan.

1.2.2 Tujuan Khusus

- a) Panduan bagi produsen pangan olahan terutama yang menggunakan bahan pangan segar asal hewan, ikan, dan

tumbuhan untuk mencegah, meminimalisasi dan mengendalikan residu antibiotik dan mikroba resistan terhadap antibiotik pada pangan olahan.

- b) Panduan bagi Pengawas dalam melakukan pengawasan di sarana produksi pangan olahan terutama yang menggunakan bahan pangan segar asal hewan, ikan, dan tumbuhan dalam rangka mengendalikan residu antibiotik dan mikroba resistan terhadap antibiotik pada pangan olahan.
- c) Panduan bagi Penyuluh Keamanan Pangan dalam pembinaan kepada produsen pangan olahan terutama yang menggunakan bahan pangan segar asal hewan, ikan, dan tumbuhan dalam rangka mengendalikan residu antibiotik dan mikroba resistan terhadap antibiotik pada pangan olahan.

BAB 2. FAKTOR RISIKO TERJADINYA MIKROB RESISTAN ANTIBIOTIK

2.1 Penggolongan Faktor-Faktor Risiko Berdasarkan Kelompok Pangan

European Food Safety Authority (EFSA) (2021) menyebutkan faktor risiko yang disajikan pada Gambar 1 merupakan penyebab timbulnya resistansi antimikrob antara lain:

1. Penggunaan antibiotik yang tidak sesuai dengan ketentuan;
2. Faktor lingkungan misalnya air dan tanah yang tercemar limbah kotoran manusia dan hewan atau udara yang tercemar mikrob resistan antibiotik.

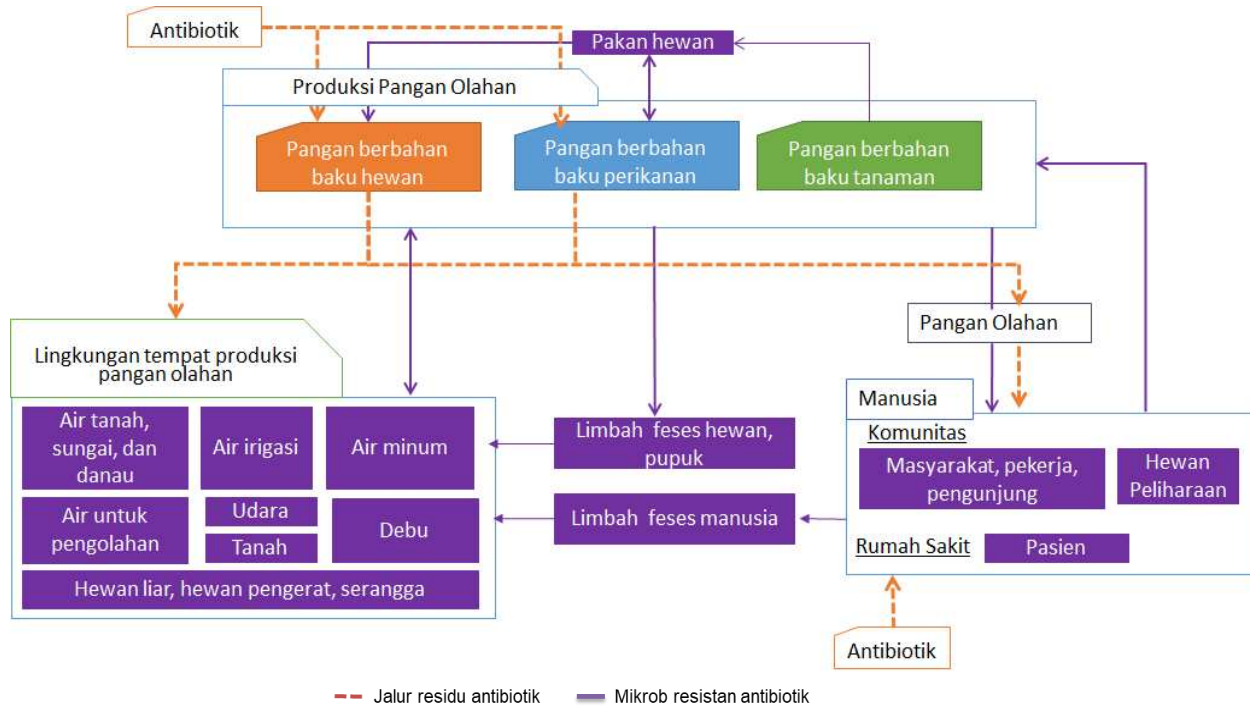
Gambar 1 menunjukkan keterkaitan antara faktor rantai produksi pangan, faktor manusia, dan faktor lingkungan.

Penggunaan antibiotik pada budidaya hewan dan ikan dapat mengakibatkan terbawanya residu antibiotik ke dalam Pangan Segar Asal Hewan (PSAH) dan Pangan Segar Asal Ikan (PSAI), yang nantinya akan terbawa ke dalam pangan olahan. Selain itu, keberadaan residu antibiotik pada budidaya akan memicu terbentuknya mikrob resistan antibiotik di lingkungan tempat produksi pangan olahan. Selain itu, mikrob resisten antibiotik dapat berasal dari pakan ternak atau ikan yang tercemar. Mikrob resisten tersebut berpotensi dapat mencemari pangan olahan, jika pengolahannya tidak sesuai dengan Cara Produksi Pangan Olahan yang Baik (CPPOB). Konsumsi pangan olahan yang terkontaminasi oleh mikrob resistan tersebut dapat memicu terjadinya AMR pada manusia. Mikrob tersebut juga dapat mengontaminasi sarana produksi pangan olahan melalui pekerja dan/atau pengunjung yang sebelumnya telah terinfeksi atau yang tidak menerapkan

prinsip higiene sanitasi (misalnya mencuci tangan sebelum masuk ke area produksi).

Mikrob resisten antibiotik dapat masuk ke lingkungan melalui limbah feses manusia yang terinfeksi atau yang tidak menerapkan prinsip higiene sanitasi (misalnya mencuci tangan sebelum masuk ke area produksi). Mikrob resisten antibiotik tersebut juga dapat mencemari lingkungan, misalnya melalui limbah feses hewan serta pupuk. Mikrob resisten antibiotik tersebut dapat masuk kembali ke rantai produksi pangan olahan, apabila tidak dilakukan pencegahan sesuai CPPOB.

Residu antibiotik dan mikrob resisten antibiotik menjadi hal yang perlu diperhatikan dalam fasilitas pengolahan air limbah dan limbah lumpur (*sewage sludge*) Hal ini disebabkan karena air maupun lumpur tersebut dapat masuk ke dalam rantai produksi pangan yang bersumber dari tumbuhan, hewan, maupun perikanan sebagai bahan baku pangan olahan.

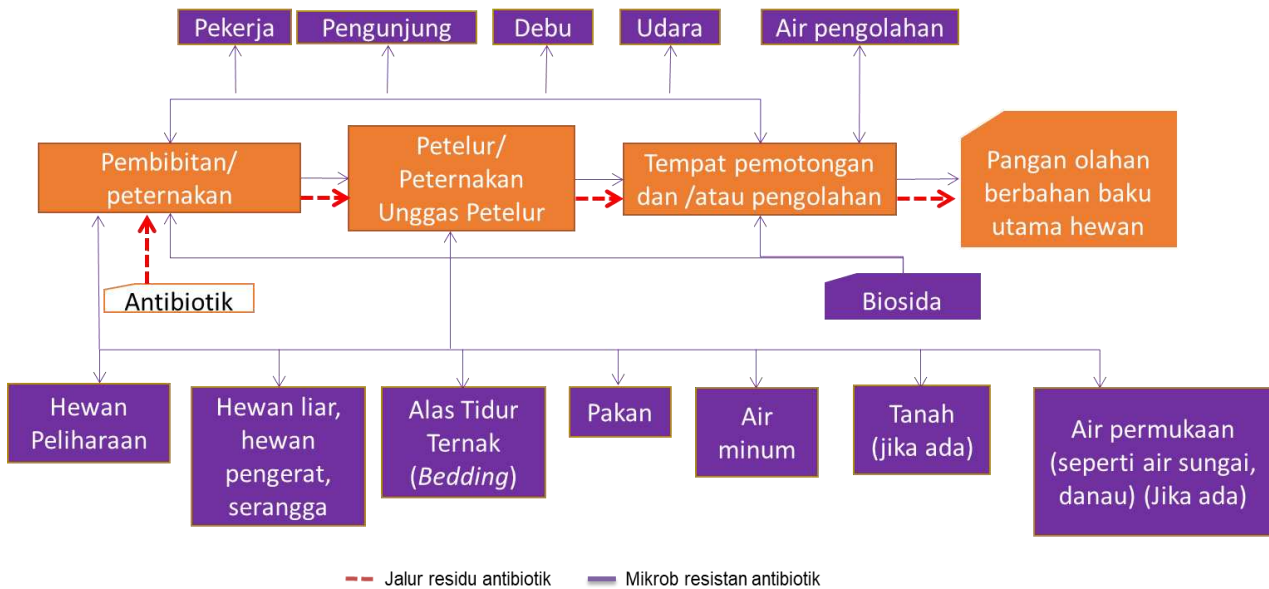


Gambar 1. Sumber Lingkungan dan Rute Penularan Lintas Sektor Produksi Pangan (Modifikasi EFSA, 2021)

Produk pangan yang berbahan baku utama PSAH memiliki potensi terjadinya AMR sebagaimana disajikan pada Gambar 2. Hal tersebut disebabkan karena:

1. Penggunaan antibiotik pada tahapan budidaya sehingga meningkatkan risiko terbawanya residu antibiotik pada bahan baku pangan hewani, misalnya daging, susu, dan telur.
2. Mikrob resistan antibiotik dapat mengontaminasi bahan baku pangan hewani di sepanjang rantai produksi pangan. Mikrob resistan antibiotik dapat berasal dari berbagai sumber, terutama hama, hewan liar, serangga, pakan, air minum, tanah dan air.
3. Penggunaan biosida pada peralatan juga dapat memicu terjadinya resistansi antimikrob.

Penggunaan antibiotik pada tahap pembibitan atau peternakan yang tidak sesuai ketentuan akan meninggalkan residu. Residu tersebut berpotensi terbawa ke tahap pemanenan atau pemotongan hewan yang dapat terbawa ke pangan olahan berbahan baku PSAH. Penggunaan antibiotik tersebut juga dapat memicu terbentuknya mikrob resistan antibiotik yang berpotensi mengontaminasi sepanjang proses produksi pangan asal hewan tersebut. Selain itu, kontaminasi mikrob resistan antibiotik dapat juga berasal dari lingkungan proses selama budidaya (seperti adanya hewan liar, alas tidur ternak, pakan, tanah, dan air). Hal lainnya yang perlu diperhatikan adalah penggunaan biosida dalam proses pengolahan pangan, misalnya penggunaan disinfektan untuk disinfeksi peralatan. Penggunaan biosida yang tidak tepat dapat memicu resistansi antimikrob.



Gambar 2. Sumber Lingkungan dan Rute Penularan AMR – Sektor Produksi Pangan Asal Hewan (Darat) (Modifikasi EFSA, 2021)

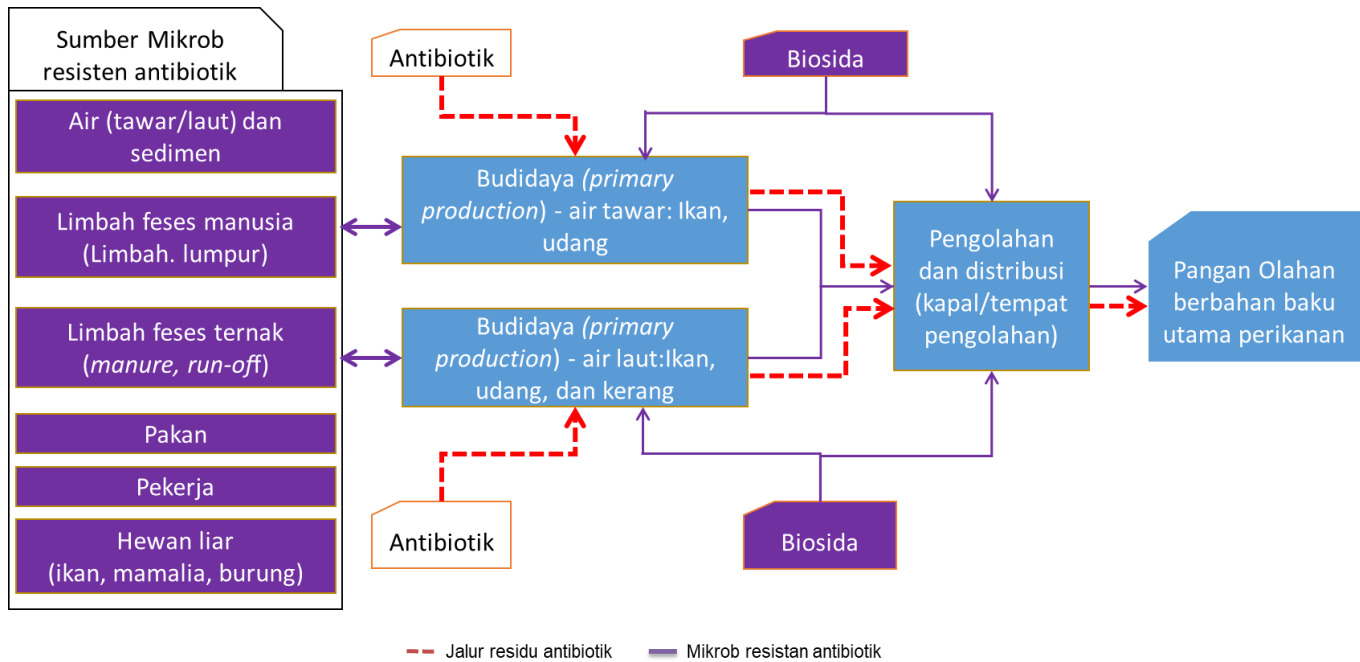
Produk pangan yang berbahan baku utama PSAI atau akuakultur juga memiliki potensi terjadinya AMR sebagaimana disajikan pada Gambar 3. Hal tersebut disebabkan karena faktor:

1. Penggunaan antibiotik saat budidaya ikan yang berpotensi membawa residu antibiotik tersebut dalam pangan.
2. Mikrob resistan antibiotik dapat mengkontaminasi bahan baku pangan perikanan di sepanjang rantai produksi pangan. Mikrob resistan antibiotik dapat berasal dari berbagai sumber, utamanya dari air (baik air tawar/laut), sedimen, limbah fekal hewan dan manusia, pakan, pekerja, serta hewan liar (misalnya ikan, mamalia, dan burung).
3. Penggunaan biosida pada peralatan yang tidak tepat saat proses produksi pangan yang berasal dari bahan baku perikanan, contohnya seperti disinfektan berupa cairan pembersih yang membantu untuk membunuh mikrob pada peralatan masak.

Penggunaan antibiotik pada tahap pembibitan berpotensi akan meninggalkan residu. Penggunaan antibiotik tersebut juga dapat memicu terbentuknya mikrob resistan antibiotik. Selain itu kontaminasi mikrob resistan antibiotik dapat juga berasal dari lingkungan proses selama budidaya (seperti air tawar/laut, limbah feses, pakan, pekerja, dan hewan liar). Residu antibiotik dan mikrob resistan antibiotik berpotensi terbawa ke tahap budidaya (*primary production*) yang selanjutnya dapat terbawa ke pengolahan dan distribusi sebelum masuk ke proses produksi pangan olahan berbahan baku PSAI.

Penggunaan antibiotik tersebut juga dapat memicu terbentuknya mikrob resistan antibiotik yang dapat mengontaminasi sepanjang proses produksi pangan olahan berbahan baku utama PSAI. Selain itu, kontaminasi mikrob

resistan antibiotik dapat juga berasal dari lingkungan proses produksi. Hal lainnya yang perlu diperhatikan adalah penggunaan biosida dalam proses pengolahan pangan, misalnya penggunaan disinfektan untuk disinfeksi peralatan. Penggunaan biosida yang tidak tepat dapat memicu resistansi antimikrob.



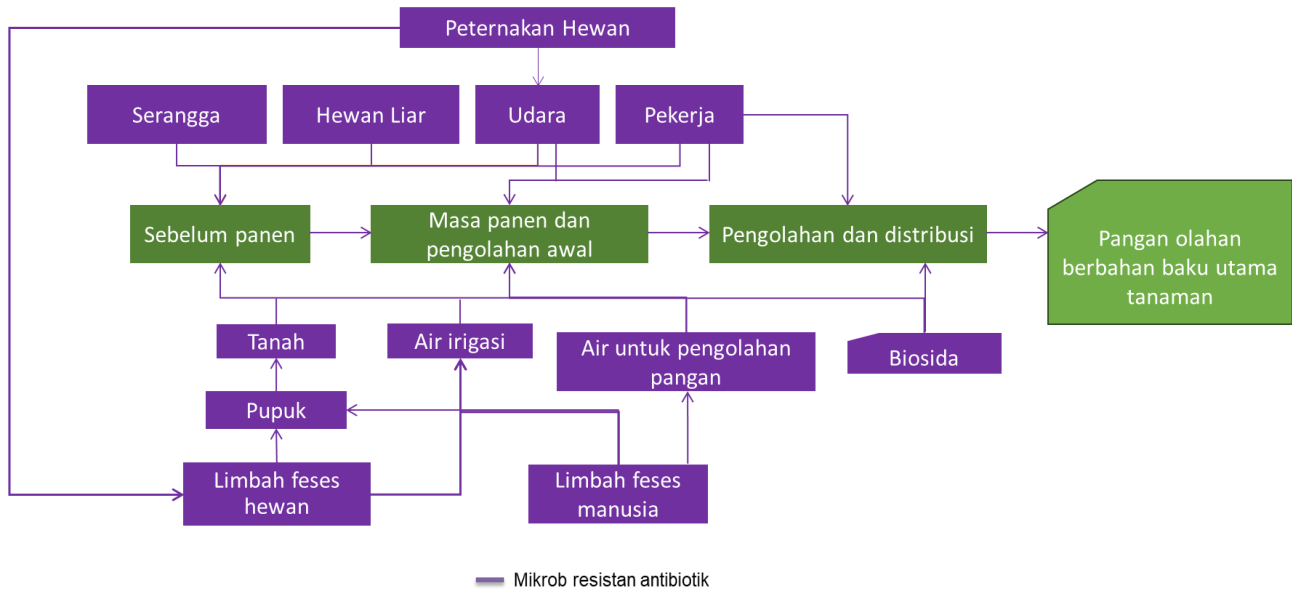
Gambar 3. Sumber Lingkungan dan Rute Penularan AMR – Sektor Akuakultur (Modifikasi EFSA, 2021)

Produk pangan yang berbahan baku utama Pangan Segar Asal Tumbuhan (PSAT) juga memiliki potensi terjadinya AMR sebagaimana disajikan pada Gambar 4. Hal tersebut disebabkan karena:

- 1 Lingkungan misalnya fekal yang berasal dari hewan atau manusia yang mencemari pupuk kandang atau air sungai yang digunakan untuk irigasi.
- 2 Karyawan, hewan liar (misalnya hama, burung, serta serangga) dan udara yang masuk ke sarana budidaya dan produksi.
- 3 Penggunaan biosida pada peralatan juga dapat memicu terjadinya AMR berupa cairan pembersih yang membantu untuk membunuh mikroba pada peralatan masak.

Berbeda pada PSAH dan PSAI, AMR yang terjadi pada produksi pangan olahan dengan bahan baku PSAT umumnya diakibatkan pencemaran mikroba resistan antibiotik. Mikroba tersebut dapat berasal dari lingkungan budidaya (misalnya serangga, hewan liar, udara, pekerja, dan lain-lain) termasuk pupuk yang digunakan.

Hal lainnya yang perlu diperhatikan adalah penggunaan biosida dalam proses pengolahan pangan, misalnya penggunaan disinfektan untuk disinfeksi peralatan. Penggunaan biosida yang tidak tepat dapat memicu resistansi antimikroba.



Gambar 4. Sumber Lingkungan dan Rute Penularan AMR – Sektor Produksi Pangan Asal Tumbuhan (Modifikasi EFSA, 2021)

Berdasarkan hal tersebut di atas, potensi keberadaan AMR pada pangan olahan yang menggunakan pangan segar asal hewan, ikan, dan tumbuhan dapat disebabkan karena faktor

1. Keberadaan residu antibiotik yang terbawa dari bahan baku utama yang digunakan,
2. Keberadaan mikroba resistan antibiotik pada lingkungan,
3. Lingkungan produksi yang tercemar misalnya tanah dan air yang tercemar fekal.

Menurut Scenihhr (2012) penggunaan bahan aktif dalam produk biosida dapat berkontribusi pada peningkatan terjadinya mikroba resistan antibiotik. Mekanisme kontribusi biosida dalam memicu terjadinya AMR yaitu biosida dapat menyebabkan stress pada mikroba sehingga mikroba dapat mengekspresikan mekanisme resistansi. Hal ini terjadi apabila konsentrasi disinfektan yang digunakan dan waktu kontak dengan peralatan tidak mencapai efektivitas disinfeksi.

Beberapa biosida memiliki kapasitas untuk mempertahankan keberadaan elemen genetik bergerak yang membawa gen yang terlibat dalam resistensi silang antara biosida dan antibiotik. Penyebaran unsur-unsur bergerak ini, organisasi genetiknya dan pembentukan biofilm, memberikan kondisi yang dapat menciptakan risiko potensial pengembangan resistensi silang antara antibiotik dan biosida. Mengingat penggunaan biosida dapat memicu AMR, maka penggunaannya harus benar-benar hati-hati dan tepat sasaran serta efektif. Pada dasarnya biosida hanya perlu digunakan bila terdapat indikasi adanya mikroba patogen yang bisa menjadi sumber infeksi bagi manusia. Bila biosida harus digunakan, maka konsentrasi yang digunakan dan waktu kontak dengan objek yang didisinfeksi harus memadai untuk mencapai efektivitas disinfeksi.

2.2 Potensi Keberadaan Residu Antibiotik dalam Pangan Olahan

Keberadaan residu antibiotik ditemui pada pangan yang berasal dari Indonesia. Pada kurun waktu 2014 – 2023, terdapat 77 kasus penolakan ekspor pangan segar hasil perikanan dari US Food and Drug Administration (US-FDA) akibat keberadaan kloramfenikol, nitrofuran, serta obat hewan. Selain penolakan terdapat 15 kasus *Detention Without Physical Examination* (DPWE) dari 2009 sampai 2023, yang disebabkan oleh dugaan terdapatnya kloramfenikol, nitrofuran serta sulfamethoxazol. Penolakan ekspor dan DPWE umumnya terdapat pada komoditas kepiting dan udang. Selain itu, terdapat beberapa komoditas lainnya, misalnya ikan tilapia dan pompano.

DPWE merupakan kewenangan US-FDA untuk menginventarisir barang impor yang melanggar regulasi di Amerika Serikat ke dalam *red list* serta menahan masuknya barang tersebut untuk beredar di Amerika Serikat.

Selain itu, terdapat beberapa hasil kajian atau penelitian yang menunjukkan keberadaan residu antibiotik pada pangan. Misalnya, penelitian Wideasih *et al.* (2019) yang bertujuan untuk mengetahui keberadaan residu beberapa jenis antibiotik di daging ayam dan telur di Yogyakarta. Penelitian tersebut menunjukkan terdapat 8,33% (2/24) sampel daging ayam positif mengandung residu oksitetrasiklin dan 75% (18/24), 1,5% (3/24), dan 12,5% (3/24) sampel telur, masing-masing positif mengandung residu penisilin, aminoglikosida, dan oksitetrasiklin (Wideasih *et al.*, 2019). Selain itu, Wanniatie *et al.* (2019) melakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui keberadaan residu antibiotik pada kambing yang dibudidayakan secara organik dan konvensional di Bogor. Penelitian ini menemukan terdapatnya residu tetrasiklin pada

kambing organik dan makrolida pada kambing konvensional, masing-masing sebesar 5,6% (n=18) dan 11,1% (n=18) (Wanniatie *et al.*, 2019). Penelitian lain dilakukan oleh Srimulyati *et al.* (2015) ditujukan untuk mengetahui residu tetrasiklin pada keju impor melalui pelabuhan Tanjung Priok, Jakarta, dengan menggunakan teknik ELISA. Dari 51 sampel, terdapat 7 sampel yang positif terdapat residu tetrasiklin dengan konsentrasi 2,47 hingga 11,99 µg/kg, yang diduga berasal dari bahan baku dan telah mengalami reduksi akibat proses pengolahan (Srimulyati *et al.*, 2015).

2.3 Golongan Antibiotik, Mikrob Resistan Antibiotik, dan BTP yang berpotensi menimbulkan AMR

2.3.1 Golongan Antibiotik yang Umum yang Berpotensi Menimbulkan AMR

Beberapa regulasi pangan terkait penggunaan antibiotik sebagai berikut:

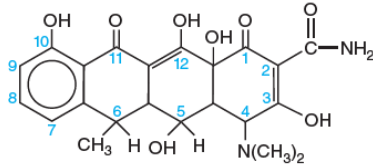
- a. Inpres No. 4 Tahun 2019 tentang Peningkatan Kemampuan dalam Mencegah, Mendeteksi, dan Merespons Wabah Penyakit, Pandemi Global, dan Kedaruratan Nuklir, Biologi, dan Kimia. Dalam Inpres ini menginstruksikan kepada K/L untuk melakukan penanggulangan/pengendalian resistansi antibiotik.
- b. Peraturan Menko PMK No. 7 Tahun 2021 tentang Rencana Aksi Nasional 2024-2027 terkait Pengendalian Resistansi Antimikrob.
- c. Permentan No. 14 Tahun 2017 tentang Klasifikasi Obat Hewan, yang didalamnya mengamanahkan antibiotik dilarang untuk *growth promotor*.
- d. Permentan No. 22/Permentan/PK.110/6/2017 Tentang Pendaftaran dan Peredaran Pakan.
- e. Keputusan Menteri Pertanian No. 425/Kpts/Ot.210/7/2001 Tentang Pedoman Budidaya Ternak Ayam Petelur yang Baik.

- f. Peraturan Menteri Pertanian No. 46/Permentan/PK.210/8/2015 tentang Pedoman Budi Daya Sapi Potong yang Baik.
- g. Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia No. 16 Tahun 2021 Tentang Kajian Lapang dan Pengawasan Obat Hewan.
- h. Peraturan Menteri Pertanian No. 43 Tahun 2019 tentang Pendaftaran Pestisida, dalam peraturan tersebut melarang penggunaan antibiotik sebagai salah satu senyawa atau bahan tambahan pestisida.
- i. Pedoman Surveilans Resistansi Antimikrob Nasional di Sektor Peternakan dan Kesehatan Hewan Tahun 2021. Pedoman ini bertujuan sebagai Petunjuk Teknis sebagai acuan kegiatan surveilans resistansi antimikrob pada bakteri yang diisolasi dari hewan dan produk hewan secara nasional.
- j. Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan No. 1 Tahun 2019 tentang Obat Ikan, mengatur tentang penggunaan obat ikan dalam budidaya ikan.
- k. Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan No. 37 Tahun 2019 Pengendalian Residu Pada Kegiatan Pembudidayaan Ikan Konsumsi, mengatur tentang pengendalian dan monitoring residu pada kegiatan pembudidayaan ikan.

Penggunaan antibiotik umum digunakan dalam terapi pengobatan ikan atau hewan pada tahapan budidaya. Penggunaan antibiotik tersebut diatur dalam Peraturan Menteri Pertanian No. 14 Tahun 2017 tentang Klasifikasi Obat Hewan; dan Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan No. 1 Tahun 2019 tentang Obat Ikan Mengatur Jenis Antimikroba yang Diizinkan dalam Budidaya Ikan. Berdasarkan peraturan tersebut, penggunaan antibiotik untuk pengobatan ikan dan hewan harus dibawah pengawasan dokter hewan. Adapun contoh golongan antibiotik yang diatur dalam peraturan tersebut antara lain:

a. Tetrasiklin

Tetrasiklin dan derivatnya memiliki struktur empat cincin seperti yang dicontohkan oleh antibiotik doksisisiklin pada Gambar 5.



Gambar 5. Struktur doksisisiklin

Tetrasiklin bekerja dengan menghambat sintesis protein dengan berikatan ada ribosom 30S bakteri dan menghalangi akses aminoacyl-tRNA kepada lokasi akseptor di kompleks mRNA-ribosom.

Resistensi tetrasiklin umumnya terjadi melalui inaktivasi tetrasiklin secara enzimatis, produksi protein pelindung ribosom, serta penurunan akumulasi tetrasiklin, baik karena berkurangnya influks antibiotik atau karena pompa efluks.

Menurut FAO/WHO (1969), tetrasiklin akan menurun residunya dari 7 ppm menjadi kurang dari 1 ppm dengan pemasakan. Tetrasiklin merupakan golongan antibiotik yang relatif dapat terinaktivasi oleh panas. Pemanasan dengan suhu 85 °C selama 60 menit dapat mengurangi aktifitas golongan antibiotik ini, bahkan penurunan dapat dicapai hingga 100 persen, khususnya untuk oksitetrasiklin (Moats *et al.*, 1998). Penelitian lain menunjukkan bahwa sterilisasi dengan menggunakan suhu 118 °C selama 30 menit dapat mengurangi residu tetrasiklin lebih dari 98% (Hassani *et al.* 2008).

b. Makrolida

Antibiotik makrolida adalah agen yang banyak digunakan untuk pengobatan infeksi saluran pernapasan. Empat makrolida untuk penggunaan klinis di Amerika Serikat antara lain eritromisin, klaritromisin, azitromisin, dan *fidaxomicin*.

Antibiotik makrolida mengandung cincin lakton beranggota banyak (eritromisin dan klaritromisin mempunyai cincin beranggota 14 dan azitromisin mempunyai cincin beranggota 15) dengan satu atau lebih gula deoksi.

Antibiotik makrolida dan ketolida adalah agen bakteriostatik yang menghambat sintesis protein dengan mengikat secara reversibel subunit ribosom ke 50S pada mikroba tertentu.

Empat mekanisme penyebab resistansi terhadap makrolida (Nakajima, 1999):

1. Pengeluaran obat (*drug efflux*) dengan mekanisme pompa aktif (*active pump*);
2. Proteksi ribosom dengan produksi enzim ometilase yang diinduksi atau konstitutif, sehingga memodifikasi ribosom target dan menurunkan pengikatan obat.
3. Hidrolisis makrolida oleh esterase yang diproduksi oleh *Enterobacter* spp.
4. Mutasi kromosom yang mengubah protein ribosom 50S (pada *Bacillus subtilis*, *Campylobacter* spp., mikobakteri, dan bakteri kokus Gram positif)

c. Fluorokuinolon

Antibiotik fluorokuinolon menghambat enzim DNA-gyrase dan topoisomerase IV yang diperlukan bakteri untuk memperbanyak diri dan menyebabkan rusaknya kromosom bakteri. Agen ini memiliki aktivitas antimikroba yang luas dan efektif setelah untuk pengobatan berbagai macam penyakit menular. Contoh antibiotik golongan ini adalah norfloksasin, *ciprofloxacin*, dan *levofloxacin*.

Resistensi bakteri terhadap kuinolon dapat terjadi karena adanya mutasi pada kromosom gen bakteri yang mengkode DNA-gyrase atau topoisomerase IV, sehingga menurunkan afinitasnya untuk terikat dengan obat. Selain itu terdapat mutasi kromosom yang mengganggu transport obat melalui pompa efluks dan porin. Ada mekanisme resistansi yang kurang umum, yaitu dengan plasmid yang mentransfer gen pengkode protein yang mampu mengikat dan melindungi topoisomerase dari efek kinolon atau bahkan mengubah kuinolon tersebut.

d. Sulfonamid

Sulfonamida adalah turunan dari para-aminobenzenesulfonamide (sulfanilamide) dan kerabat dari asam para-aminobenzoat (PABA). Sulfonamid merupakan inhibitor kompetitif pembentukan dihidropteroat, enzim bakteri yang bertanggung jawab untuk penggabungan PABA ke dalam asam dihidropteroic, precursor asam folat.

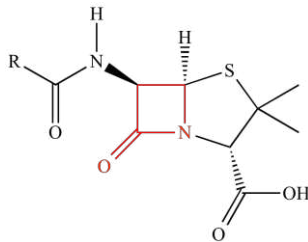
Resistensi bakteri terhadap sulfonamid dapat berasal dari mutasi acak dan seleksi, atau melalui transfer resistansi oleh plasmid. Biasanya tidak melibatkan resistansi silang terhadap golongan antibiotik lain kecuali unsur resistansi lain dibawa oleh plasmid.

Resistensi terhadap antagonis folat disebabkan oleh:

1. afinitas yang lebih rendah dari *dihydropteroate sintase* untuk sulfonamid,
2. penurunan permeabilitas bakteri atau habisnya masa aktif obat,
3. jalur metabolisme alternatif untuk sintesis metabolit esensial, atau
4. peningkatan produksi metabolit esensial atau antagonis obat (misalnya, PABA) (Estrada et al., 2016).

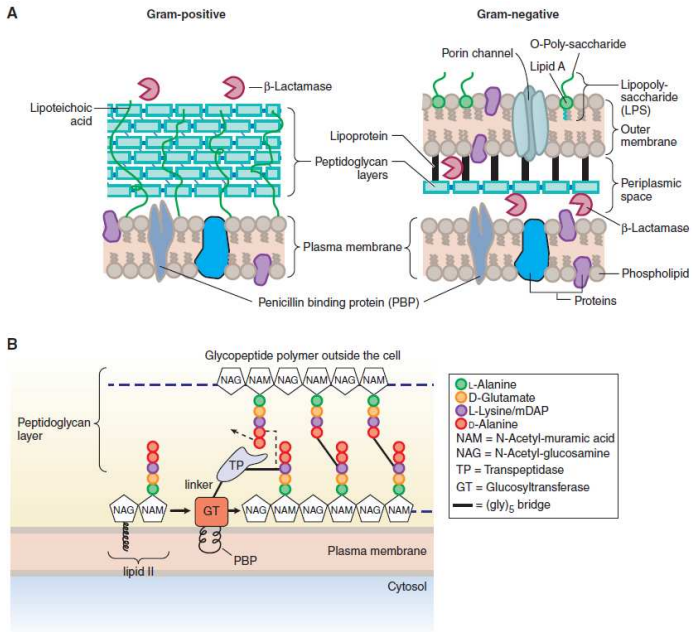
e. Betalaktam

Antibiotik beta-laktam adalah golongan antibiotik yang memiliki kesamaan komponen struktur berupa adanya cincin beta-laktam dan menghambat sintesis dinding sel bakteri. Kelompok beta-laktam terdiri atas antibiotik golongan penisilin, sefalosporin, karbapenem, dan monobaktam. Terdapat sekitar \pm 56 macam antibiotik beta-laktam yang memiliki aktivitas antimikrobal pada bagian cincin beta-laktamnya dan apabila cincin tersebut dipotong oleh mikroba maka akan terjadi resistansi antibiotik terhadap antibiotik tersebut.



Gambar 6. Struktur antibiotik penisilin dengan cincin beta-laktam yang ditandai dengan warna merah (https://www.chem.ucla.edu/~harding/IGOC/B/beta_lactam.html)

Antibiotik beta-laktam dapat menghambat tahap sintesis peptidoglikan dengan mengalkilasi target transpeptidase atau yang disebut dengan *penicillin-binding-protein* (PBP).



Gambar 7. (A) Struktur dinding sel bakteri gram positif dan gram negatif (B) Aktifitas PBP (Brunton & Knollman, 2022)

Resistensi bakteri terhadap antibiotik beta-laktam dapat terjadi melalui salah satu atau kombinasi mekanisme berikut: (1) Perubahan di target PBP sehingga menurunkan afinitas PBP terhadap antibiotik beta-laktam, (2) Pengurangan konsentrasi pada lokasi target, dan (3) Degradasi enzimatik. Selain itu beberapa *strain* sensitif dapat menjadi resistan melalui mutasi yang mengurangi afinitas PBP terhadap antibiotik.

f. Aminoglikosida

Kelompok aminoglikosida memiliki struktur gula amino yang terikat pada cincin aminosiklitol dengan ikatan glikosida. Golongan ini meliputi amikasin, gentamisin, neomisin,

netilmisin, streptomisin, kanamisin, paromomisin, dan tobramisin.

Semua aminoglikosida bersifat bakterisidal dan terutama aktif terhadap bakteri aerobik gram negatif. Aminoglikosida bekerja melalui mekanisme inhibitor sintesis protein yang menyebabkan kesalahan penerjemahan dan terminasi translasi mRNA. Target utama aminoglikosida adalah subunit ribosom 30s.

Resistensi bakteri terhadap aminoglikosida dapat terjadi melalui inaktivasi obat oleh enzim mikrob, kegagalan penetrasi antibiotik pada sel serta berkurangnya afinitas obat kepada ribosom bakteri.

g. Polipeptida

Golongan antibiotik polipeptida terdiri dari basitrasin, aktinomisin, polimiksin B dan colistin. Polimiksin merupakan salah satu kelompok antibiotik polipeptida yang diperoleh dari strain bakteri *Bacillus polymyxa* (polimiksin B) ataupun *Bacillus colistinus* (polimiksin E atau colistin). Antibiotik ini bekerja melalui interaksi dengan fosfolipida dan mengganggu pembentukan membran sel. Polimiksin dahulu jarang digunakan karena toksisitas dan cakupan terapinya yang sempit. Namun pada dekade terakhir sering digunakan karena meningkatnya resistansi bakteri gram negatif.

h. Kloramfenikol

Kloramfenikol merupakan antibiotik yang dapat menyebabkan diskrasia darah yang serius dan fatal sehingga saat ini hanya dapat dipakai pada pasien pengobatan yang mengancam jiwa (misalnya, meningitis, infeksi *rickettsial*) yang tidak dapat diobati dengan obat yang lebih aman karena resistensi atau alergi (Wareham et al., 2002). Agen lain yang

memiliki struktur serupa (*thiamphenicol*, *florfenicol*) digunakan dalam kedokteran hewan.

Kloramfenikol menghambat sintesis protein pada bakteri, dan pada tingkat lebih rendah pada sel eukariotik. Obat mudah menembus sel bakteri dengan difusi terfasilitasi. Kloramfenikol bekerja terutama dengan mengikat secara reversibel ke subunit ribosom 50S (dekat tempat pengikatan untuk antibiotik makrolida dan klindamisin). Kloramfenikol memiliki spektrum aktivitas antimikroba yang luas.

Kloramfenikol bersifat bakteriostatik terhadap sebagian besar spesies, meskipun mungkin bersifat bakterisida terhadap *H. influenzae*, *N. meningitidis*, dan *S. pneumoniae*. Strain *S. aureus* cenderung kurang rentan, tetapi beberapa isolat sangat rentan MRSA yang resisten telah rentan. Kloramfenikol aktif melawan enterococci, termasuk *E. faecium* yang resistan terhadap beberapa obat. Kloramfenikol aktif terhadap *Mycoplasma*, *Chlamydia*, dan *Rickettsia*. *Enterobacterales* sangat sensitif terhadap kloramfenikol, tetapi *P. aeruginosa* resisten bahkan pada konsentrasi kloramfenikol yang sangat tinggi. Strain *V. cholerae* sebagian besar tetap rentan terhadap kloramfenikol.

Kloramfenikol merupakan bahan baku yang dilarang ada dalam pangan sesuai dengan Peraturan BPOM 22 Tahun 2023 tentang Bahan Baku yang Dilarang dalam Pangan Olahan dan Bahan yang Dilarang Digunakan Sebagai Bahan Tambahan Pangan.

2.3.2 Mikrob AMR

Risiko yang ditimbulkan akibat mikrob resitan antibiotik dalam pangan sangat membahayakan kesehatan manusia sehingga perlu dibuat ketentuan penggunaan antibiotik dalam pangan.

Data monitoring Direktorat Kesmavet pada rumah potong unggas Tahun 2018-2021 menunjukkan informasi adanya isolat *E. coli* yang resistan terhadap antibiotik *ampicillin*, *cefotaxime*, *ceftazidime*, *meropenem*, *ciprofloxacin*, asam nalidiksat, gentamisin, *azithromycin*, tetrasiklin, *tigecycline*, kloramfenikol, *colistin*, *sulfamethoxazole*, dan *trimethoprim*. dari sampel yang berasal dari rumah potong unggas. Direktorat Kesmavet juga melakukan monitoring terhadap kandungan antibiotik aminoglikosida, makrolida, penisilin, dan tetrasiklin pada PSAH. Data monitoring menunjukkan tahun 2022 untuk daging ayam sudah tidak terdeteksi tetrasiklin. Sedangkan untuk susu segar tidak terdeteksi aminoglikosida dan penisilin.

Berikut beberapa laporan tentang mikrob resistan terhadap antibiotik (mikrob AMR):

a. *Staphylococcus aureus*

Terdapat data bahwa *Staphylococcus* yang resistan terhadap eritromisin dan tetrasiklin ditemukan pada *black pudding*. Adanya gen yang resistan terhadap antimikrob dan penyandi enterotoksin pada isolat *staphylococci* dari *black pudding* menunjukkan bahwa makanan fermentasi ini dapat menimbulkan risiko kesehatan yang potensial. *Staphylococci* yang terdapat dalam makanan dapat menyebabkan penyakit bawaan makanan atau menjadi rute yang memungkinkan untuk transfer resistansi antimikrob kepada manusia (de Moura et al., 2012).

b. *E. coli* beta-laktamase

Widodo et al. (2023) menemukan bahwa terdapat bakteri *E. coli* yang resistan terhadap kombinasi tetrasiklin, streptomisin, *trimethoprim*, aztreonam pada sampel susu dari beberapa peternakan di Probolinggo yang menjadi perhatian dan membutuhkan aksi nyata untuk mengurangi resistansi antibiotik.

c. *Clostridium difficile*

Clostridium difficile atau yang kini dikenal dengan *Clostridioides difficile* dapat berasal dari daging dan dapat bertahan hidup pada proses pemasakan. Selain itu bakteri ini dapat ditemui pada sayur dan seafood dengan pengolahan minimal. Namun, belum ditemukan kasus penyakit bawaan pangan akibat bakteri ini dan tidak ada bukti konklusif bahwa sporanya dapat tumbuh pada matriks pangan (Warriner et al., 2016).

Prevalensi *C. difficile* secara global pada beragam jenis pangan adalah 6,3%. Dengan prevalensi tertinggi (10,3%) pada seafood, diikuti dengan unggas, salad, daging, sayuran, dan susu (Borji et al., 2023).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Bacheno et al. (2022) di Iran, terdeteksi adanya *C. difficile* pada 3,71% sampel daging mentah dan karkas. Selain itu ditemukan kejadian resistansi antibiotik tertinggi pada klindamisin (38,88%), siprofloksasin (38,88%), metronidazol (44,44%), eritromisin (72,22%), dan tetrasiklin (77,77%). Han et al. (2018) juga menemukan *C. difficile* resistan terhadap metronidazol, vankomisin, dan eritromisin pada selada yang dijual pada ritel di Amerika.

d. *Salmonella* spp.

Salmonella spp. merupakan bakteri patogen zoonotik yang dapat mencemari pangan asal hewan. Daging unggas merupakan bahan pangan asal hewan yang paling sering terkontaminasi oleh *Salmonella* sp. Dua serovars yang sering ditularkan kepada manusia adalah *Salmonella* Enteritidis dan *Salmonella* Typhimurium (Zelpina et al., 2020).

Pada tahun 2016, Badan POM telah melakukan kajian risiko *Salmonella* spp. pada ayam goreng. Dari 106 sampel ayam goreng terdeteksi 42% positif *Salmonella* sp. dengan angka

paling mungkin (APM) rata-rata <1,0 APM/g berkisar antara 0,36 - 2,30 APM/g.

Pada *monitoring* AMR yang dilakukan oleh Food Science Australia (2007), ditemukan adanya resistansi tetrasiklin dan asam nalidiksat pada isolat *Salmonella* yang diperoleh dari ayam ritel mentah. Bila dibandingkan dengan *monitoring* dari negara lainnya, yaitu *Canadian Integrated Program for Antimicrobial Resistance Surveillance* (CIPARS) dan *United States of America National Antimicrobial Resistance Monitoring System* (NARMS), teramati bahwa terdapat resistansi *co-amoxiclav*, ampicilin, *cefoxitin*, *ceftiofur*, streptomisin, dan tetrasiklin.

Di sampel olahan ayam (naget, sosis, shawarma, *hot wings*, *luncheon*) pada penelitian yang dilakukan di Mesir ditemukan adanya *Salmonella* resistan terhadap asam nalidiksat (Saad *et al.*, 2015).

Studi infeksi *Salmonella* Enteritidis pada ayam pedaging yang dilakukan di Balai Besar Penelitian Veteriner menunjukkan bahwa pola resistansi dari isolat-isolat *S. Enteritidis* secara berurutan ialah 70%, 25%, dan 20% resistan terhadap ampicilin, sulfametoksazol dan neomisin. (Chotiah & Damayanti, 2014)

e. *Bacillus cereus*

B. cereus resistan penisilin, *ceftriaxone*, dan *cefotaxime* dilaporkan terdapat pada *chilled tofu* (Park *et al.*, 2022).

2.3.3 Bahan Tambahan Pangan yang Diduga Berpotensi Menimbulkan AMR

Nisin dan Natamisin sedang diusulkan oleh *Codex Committee on Food Additives* untuk dikaji ulang oleh JECFA karena adanya

dugaan potensi pemicu resistansi antimikrob dan ketidakseimbangan sistem imun konsumen. Mengingat hal tersebut, maka produsen pangan yang menggunakan BTP Nisin dan Natamisin perlu mencermati penggunaan BTP tersebut supaya tidak melebihi batas maksimum yang telah ditetapkan pada PerBPOM No 11 tahun 2019 tentang Bahan Tambah Pangan. Penggunaan BTP tersebut pada kategori pangan serta batas maksimum yang diizinkan terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Batas Maksimal Nisin dan Natamisin pada Keju

No Kategori Pangan	Kategori Pangan	Batas Maksimal (mg/kg)
01.6	Keju dan Analog Keju (Keju lemak nabati)	12,5
01.6.2.1	Keju Peram Total, Termasuk Kulit Kejunya	20 hanya untuk perlakuan pada permukaan pangan
01.6.2.2	Kulit Keju Peram	20 hanya untuk perlakuan pada permukaan pangan
01.6.4	Keju Olahan	20 hanya untuk perlakuan pada permukaan pangan
01.6.6	Keju Protein Whey	20 hanya untuk perlakuan pada permukaan pangan

Codex Guidelines Standard for Food Additive Revised 2021, juga masih mengatur kedua jenis bahan ini sebagai BTP Pengawet pada pangan olahan.

BAB 3. MITIGASI RISIKO

3.1 Prinsip Pengendalian Risiko AMR dalam Pangan Olahan

Berdasarkan *Guidelines on Integrated Monitoring and Surveillance of Foodborne Antimicrobial Resistance* CXG 94-2021 *adopted in 2021* dan *Code of Practice to Minimize and Contain Foodborne Antimicrobial Resistance* CXC 61-2005 revisi 2021 menyebutkan prinsip mitigasi risiko resistansi antimikrob secara umum sebagai berikut:

3.1.1 Prinsip Umum Manajemen Risiko Resistansi Antimikrob

Prinsip 1: Menerapkan pendekatan *One Health*.

Prinsip 2: Menetapkan dokumen yang dapat dijadikan panduan bagi manajemen risiko untuk menangani AMR pada manusia, hewan, serta tumbuhan. Salah satunya dapat mengacu pada dokumen *World Organization for Animal Health (WOAH)* dan *International Plant Protection Convention (IPPC)*.

Prinsip 3: Tindakan manajemen risiko dalam menangani AMR harus ditinjau secara berkala dan proporsional dengan mengacu pada *Guidelines for Risk Analysis of Foodborne Antimicrobial Resistance (CXG 77-2011)*.

Manajer risiko harus mempertimbangkan potensi konsekuensi kesehatan manusia, hewan, dan tumbuhan yang ditimbulkan dari tindakan manajemen risiko yang direkomendasikan.

Prinsip 4: Perlu mempertimbangkan daftar antimikrob yang sudah direkomendasikan WHO dan otoritas veteriner nasional untuk meminimalkan dan mengendalikan AMR. Daftar tersebut harus direviu secara berkala.

Prinsip 5: Implementasi tindakan manajemen risiko perlu disusun berdasarkan prioritas elemen yang paling relevan terhadap kesehatan masyarakat.

3.1.2 Prinsip dalam Mencegah Infeksi dan Mengurangi Pemakaian Antimikrob

Prinsip 6: Penerapan vaksinasi, pemberian nutrisi yang tepat, biosekuriti, praktik-praktik yang baik, dan alternatif lain yang terbukti aman dapat digunakan untuk mengurangi penggunaan antimikrob.

3.1.3 Prinsip Umum Penggunaan Antimikrob yang Bertanggungjawab dan Bijak

Prinsip 7: Penggunaan antimikrob harus berdasarkan penilaian klinis yang baik, pengalaman, dan efikasi terapi. Data kultur bakteri dan hasil surveilans *monitoring* AMR yang terintegrasi juga dapat dipertimbangkan.

Prinsip 8: Antimikrob untuk keperluan medis harus diresepkan, diadministrasikan, dan diberikan atas arahan dokter hewan, ahli kesehatan tumbuhan, atau personil terlatih yang memiliki wewenang sesuai undang-undang yang berlaku.

Prinsip 9: Antimikrob harus digunakan sesuai dengan peraturan dan mengikuti petunjuk dalam label, kecuali jika terdapat pengecualian hukum yang berlaku.

Prinsip 10: Pemilihan antimikrob harus mempertimbangkan pedoman keprofesian yang relevan, serta mempertimbangkan hasil uji kepekaan isolat di lingkungan produksi (jika tersedia). Selain itu, penyesuaian pemilihan antimikrob dilakukan berdasarkan hasil klinis atau terbukti adanya keberadaan mikrob resitan antibiotik pada pangan.

Prinsip 11: Pedoman penggunaan antimikrob yang bertanggungjawab dan bijak harus disusun, diimplementasikan, dan direviu secara berkala untuk menjaga efektivitasnya dalam meminimalkan risiko AMR pada pangan. Pedoman ini dimasukkan sebagai bagian dalam rencana aksi nasional dalam rangka penanganan AMR yang dipimpin oleh pemangku kepentingan dengan diseminasi kepada negara lain dan organisasi.

3.1.4 Prinsip dalam Penggunaan Antimikrob pada Kondisi Tertentu

Prinsip 12: Penggunaan antimikrob dilakukan secara bijak dan bertanggungjawab serta tidak dipakai sebagai pemacu pertumbuhan (*growth promotion*) kecuali potensi risiko terhadap kesehatan manusia atas antimikrob tersebut sudah dievaluasi melalui prosedur yang sesuai dengan *Guidelines for Risk Analysis of Foodborne Antimicrobial Resistance* (CXG 77-2011).

Prinsip 13: Antimikrob yang diperlukan secara medis hanya boleh digunakan untuk pengobatan hewan atau fitosanitari (terapi, kontrol/metafilaksis atau pencegahan/profilaksis dari suatu penyakit).

Prinsip 14: Antimikrob untuk keperluan medis hanya boleh diberikan untuk pencegahan/profilaksis dibawah pengawasan dokter hewan sesuai undang-undang yang berlaku. Suatu negara dapat menambahkan manajemen risiko untuk penggunaan antimikrob yang dianggap prioritas seperti yang tertuang dalam *WHO List of Critically Important Antimicrobials for Human Medicine*, the *WOAH (OIE) List of Antimicrobial Agents of Veterinary Importance*, serta daftar nasional (jika tersedia), termasuk pembatasan yang proporsional terhadap risikonya dan didukung oleh bukti ilmiah.

Prinsip 15: Antimikrob hanya boleh diberikan dibawah pengawasan dokter hewan sesuai undang-undang yang berlaku ketika digunakan untuk mengendalikan (*control*) suatu penyakit/metafilaksis.

3.1.5 Prinsip dalam Surveilans AMR dan Penggunaannya

Prinsip 16: *Monitoring* dan surveilans penggunaan antimikrob, insidensi atau prevalensi, serta tren dari AMR dan determinan resistansi merupakan faktor kritis yang perlu dipertimbangkan ketika menyusun tindakan manajemen risiko dan mengevaluasi efektivitas dari implementasinya.

Faktor lain yang dapat dipertimbangkan melalui analisis risiko sesuai dengan *Guidelines for Risk Analysis of Foodborne Antimicrobial Resistance (CXG 77-2011)* diantaranya:

- a. Penggunaan antimikrob pada manusia, hewan ternak, dan lahan pertanian
- b. Transmisi patogen dan gen resistan antara manusia, hewan ternak, tumbuhan, dan lingkungan.

3.2 Mitigasi Risiko terkait Residu Antibiotik dan Mikrob Resistan Antibiotik dalam Pangan Olahan

3.2.1 Mitigasi Risiko terkait Residu Antibiotik dalam Pangan Olahan

a. Good Farming Practices

Setiap peternakan yang menghasilkan pangan asal hewan wajib menerapkan *Good Farming Practices* sesuai dengan Permentan

1. Keputusan Menteri Pertanian Nomor 418/Kpts/OT.210/7/2001 tentang Pedoman Budi Daya

- Ternak Kambing/Domba Yang Baik (*Good Farming Practice*)
2. Keputusan Menteri Pertanian Nomor 422/Kpts/OT.210/7/2001 tentang Pedoman Budi Daya Ternak Sapi Perah Yang Baik (*Good Farming Practice*)
 3. Keputusan Menteri Pertanian Nomor 423/Kpts/OT.210/7/2001 tentang Pedoman Budi Daya Ternak Babi Yang Baik (*Good Farming Practice*)
 4. Keputusan Menteri Pertanian Nomor 420/Kpts/OT.210/7/2001 tentang Pedoman Budi Daya Ayam Buras Yang Baik (*Good Farming Practice*)
 5. Keputusan Menteri Pertanian Nomor 46/Permentan/PK.210/8/2015 tentang Pedoman Budi Daya Sapi Potong Yang Baik
 6. Peraturan Menteri Pertanian Nomor 32/Permentan/OT.140/ 2/2014 tentang Pedoman Budi Daya Itik Pedaging dan Itik Petelur Yang Baik
 7. Peraturan Menteri Pertanian Nomor 31/Permentan/OT.140/ 2/2014 tentang Pedoman Budi Daya Ayam Pedaging dan Ayam Petelur Yang Baik
 8. Peraturan Menteri Pertanian Nomor 33/Permentan/OT.140/ 2/2014 tentang Pedoman Budi Daya Burung Puyuh yang Baik
 9. Peraturan Menteri Pertanian Nomor 34/Permentan/OT.140/ 2/2014 tentang Pedoman Budi Daya Kelinci yang Baik

Berdasarkan peraturan tersebut, bahwa:

- Penggunaan obat keras terutama antibiotik dibawah pengawasan dokter hewan.
- Semua obat-obatan yang digunakan pada hewan ternak harus dilakukan registrasi sesuai ketentuan Kementerian Pertanian.

b. Good Hygiene Sanitation Practices

1. Pangan Olahan Berbahaya Baku Utama Pangan Segar Asal Hewan (PSAH)

Penerapan *Good Hygiene Sanitation Practices* dalam unit usaha produk hewan dapat mengacu pada ketentuan Permentan Nomor 11 Tahun 2020 Tentang Sertifikasi Nomor Kontrol Veteriner Unit Usaha Produk Hewan.

Peraturan tersebut menyebutkan bahwa setiap orang yang mempunyai unit usaha produk hewan wajib mengajukan permohonan untuk memperoleh Nomor Kontrol Veteriner (NKV);

Terdapat 19 unit usaha yang wajib memiliki Sertifikat NKV (menurut Peraturan Menteri Pertanian Nomor 11 Tahun 2020); Dua unit usaha "Peternakan" yang wajib NKV (dari 19 unit usaha) adalah Budidaya unggas petelur dan Budidaya ternak perah; Sisanya (17 unit usaha) di unit usaha produk hewan. diantaranya adalah:

1. rumah potong hewan ruminansia;
2. rumah potong hewan unggas;
3. rumah potong hewan babi;
4. usaha pengolahan daging; usaha pengolahan susu;
5. usaha pengolahan susu
6. usaha pengolahan telur;
7. ritel;
8. kios daging;
9. gudang berpendingin;
10. gudang kering;
11. usaha penampungan susu;
12. usaha pengumpulan, pengemasan, dan pelabelan telur konsumsi;
13. usaha penanganan atau pengolahan madu;
14. usaha pencucian sarang burung walet;

15. usaha pengolahan produk pangan asal hewan;
16. usaha pengolahan produk hewan nonpangan; dan
17. usaha pengolahan sarang burung walet.

Sembilan belas (19) unit usaha tersebut telah menerapkan prinsip cara yang baik pada rantai produksi produk hewan, seperti menerapkan praktik veteriner yang baik, fasilitas kandang sudah memenuhi persyaratan, memperhatikan higiene personel, dan penanganan limbah sesuai persyaratan.

AMR terjadi karena penggunaan berlebih (*overused*) atau penyalahgunaan antibiotik yang tidak diatur (*missused unregulated antibiotic*). Antibiotik yang diberikan kepada hewan ternak harus teregistrasi sesuai dengan ketentuan Kementerian Pertanian dan digunakan secara bijak. Hewan ternak yang diberikan antibiotik harus di bawah pengawasan dokter hewan dan dilarang menggunakan antibiotik pada hewan ternak sebagai pemicu pertumbuhan (*antibiotic growth promotor/AGP*) sesuai dengan Permentan No. 14 Tahun 2017. Selain itu, waktu sembelih hewan ternak, pemerahan susu, dan pemanenan telur dari hewan ternak yang diberikan antibiotik juga harus sesuai dengan saran dari dokter hewan dengan mempertimbangkan waktu henti obat (*withdrawal time*).

Unggas umur sehari/*day old chick* (DOC) dan pakan harus memenuhi SNI 4868.1-2019 tentang Bibit niaga (*final stock*) umur sehari/kuri (*day old chick*) - Bagian 1: Ayam ras tipe pedaging dan/atau perubahannya, SNI 4868.2-2019 Bibit niaga (*final stock*) umur sehari/kuri (*day old chick*) - Bagian 2: Ayam ras tipe petelur dan/atau perubahannya, SNI 7353.1-2019 Bibit induk (*parent stock*) umur sehari/kuri (*day old chick*) - Bagian 1: Ayam ras tipe pedaging dan/atau perubahannya; dan SNI 7353.2-2019

Bibit induk (*parent stock*) umur sehari/kuri (*day old chick*)
- Bagian 2: Ayam ras tipe petelur dan/atau perubahannya
dan/atau perubahannya.

Residu antibiotik pada PSAH harus memenuhi SNI 01-6366-2000 Batas maksimum cemaran mikroba dan batas maksimum residu dalam bahan makanan asal hewan dan/atau perubahannya.

2. Pangan Olahan Berbahan Baku Utama Pangan Segar Asal Ikan (PSAI)

PSAI yang digunakan untuk pangan olahan dipastikan berasal dari pelaku usaha yang telah menerapkan *Good Hygiene Practices*. Penerapan *Good Hygiene Practices* dalam unit pengolahan ikan dapat mengacu pada ketentuan Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 17 tahun 2019 tentang Persyaratan dan Tata Cara Penerbitan Sertifikat Kelayakan Pengolahan dan perubahannya serta Peraturan Pemerintah Nomor 27 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Bidang Kelautan dan Perikanan.

Peraturan tersebut menyebutkan bahwa pelaku usaha industri pengolahan ikan wajib menerapkan Cara Pengolahan Ikan yang Baik dan memenuhi persyaratan Prosedur Operasi Standar. Penerapan Cara Pengolahan Ikan yang Baik pada UPI sebagaimana dimaksud meliputi:

a. Seleksi Bahan Baku;

Seleksi Bahan Baku produk perikanan dilakukan dengan ketentuan:

1. sumber Bahan Baku berasal dari perairan yang tidak tercemar atau dibuktikan dengan hasil pengujian;

2. tidak berasal dari jenis ikan yang dilarang;
3. memenuhi persyaratan keamanan pangan terkait cemaran biologi, kimia, dan fisik;
4. memenuhi persyaratan mutu sesuai peruntukannya dengan mengutamakan penggunaan Bahan Baku yang berasal dari produksi perikanan dalam negeri baik dari ikan hasil tangkapan maupun pembudidayaan ikan yang terjamin ketertelusurannya;
5. pengangkutan Bahan Baku menggunakan alat angkut yang memenuhi persyaratan;
6. dilengkapi dengan catatan atau informasi yang terkait dengan penelusuran dan monitoring; dan
7. dilakukan dengan cepat, saniter, dan terlindung.

b. Penanganan Ikan dan Pengolahan Ikan;

Penanganan dan pengolahan ikan dilakukan dengan:

1. memperhatikan waktu, kecepatan, dan suhu;
2. menggunakan teknologi sesuai dengan prinsip Penanganan Ikan dan Pengolahan Ikan;
3. memperhatikan jenis produk dan peruntukannya serta sesuai spesifikasi produk yang dipersyaratkan; dan
4. menggunakan bangunan yang memiliki fasilitas sesuai persyaratan

c. Penanganan dan Penggunaan Bahan Tambahan, Bahan Penolong, dan Bahan Kimia;

Penanganan dan penggunaan bahan tambahan, bahan penolong, dan bahan kimia pada proses pengolahan harus memperhatikan ketentuan bahwa:

1. bahan tambahan dan bahan kimia yang digunakan adalah diizinkan sesuai ketentuan;

2. bahan penolong sesuai persyaratan dan prosedur;
3. bahan tambahan, bahan penolong, dan bahan kimia tidak merugikan atau membahayakan kesehatan manusia dan memenuhi standar mutu; dan
4. bahan penolong berasal dari sumber yang tidak tercemar.

d. Pengemasan;

Pengemasan produk perikanan dilakukan pada tempat yang higienis untuk menghindari kontaminasi pada Hasil Perikanan, dan menggunakan bahan kemasan melindungi dan mempertahankan mutu dari pengaruh luar dan tidak menjadi sumber kontaminasi

e. Penyimpanan;

Penyimpanan produk perikanan dilakukan dengan cara:

1. mempertahankan suhu dan kondisi penyimpanan sesuai dengan karakteristik produk perikanan (beku, segar dll);
2. bahan dan hasil produksi disimpan secara terpisah;
3. tempat atau lokasi penyimpanan bersih, bebas dari serangga, bebas dari hewan pengerat, dan/atau bebas dari hewan lain;
4. bahan dan hasil produksi diberi tanda dan ditempatkan secara jelas;
5. pada tempat penyimpanan atau tata letak memungkinkan *first in first out*;
6. penyimpanan menggunakan system ketertelusuran;
7. pemeliharaan memelihara tempat penyimpanan dilakukan secara berkelanjutan; dan

8. dilakukan pengawasan secara periodik.

Untuk memenuhi persyaratan Prosedur Operasi Standar, proses pengolahan ikan harus memenuhi Pemenuhan persyaratan Prosedur Operasi Standar yang meliputi :

- 1) keamanan air dan es;
- 2) kondisi dan kebersihan permukaan yang kontak dengan bahan pangan;
- 3) pencegahan kontaminasi silang;
- 4) menjaga fasilitas pencuci tangan, sanitasi, dan toilet;
- 5) proteksi dari bahan-bahan kontaminan;
- 6) pelabelan, penyimpanan, dan penggunaan bahan kimia berbahaya;
- 7) pengawasan kondisi kesehatan dan kebersihan karyawan; dan
- 8) pengendalian hewan pengganggu

Selain peraturan di atas Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 52.A tahun 2013 dan perubahannya tentang Persyaratan Jaminan Mutu Dan Keamanan Hasil Perikanan Pada Proses Produksi, Pengolahan Dan Distribusi juga menekankan bahwa Unit Pengolahan Ikan dalam menggunakan bahan kimia (biosida) misalnya pestisida, fumigan, desinfektan, dan deterjen harus di bawah pengawasan petugas yang mengetahui bahaya penggunaannya sesuai dengan peraturan perundang undangan. Keamanan dan mutu produk perikanan yang dihasilkan harus memenuhi ketentuan yang berlaku.

3. Pangan Olahan Berbahan Baku Utama Pangan Segar Asal Tumbuhan (PSAT)

PSAT yang digunakan untuk pangan olahan dipastikan berasal dari pelaku usaha yang telah menerapkan sistem jaminan Keamanan PSAT atau produk segar tersebut sudah teregistrasi oleh otoritas kompeten di bidang pangan segar.

c. *Good Manufacturing Practices/CPPOB*

Setiap pelaku usaha pangan wajib menerapkan cara pengolahan pangan olahan yang baik sesuai dengan Peraturan Menteri Perindustrian Republik Indonesia No. 75/M-IND/PER/7/2010 tentang Pedoman Cara Produksi Pangan Olahan yang Baik (*Good Manufacturing Practices*). Sedangkan untuk industri rumah tangga, pedoman cara produksi pangan olahan yang baik mengacu kepada Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan No. HK.03.1.23.04.12.2206 tahun 2012 tentang Cara Produksi Pangan yang Baik untuk Industri Rumah Tangga.

Hal yang menjadi perhatian dalam penerapan CPPOB tersebut adalah:

1. **Penerimaan Bahan Baku**

- Pelaku usaha memiliki dokumen *quality plan* dan *sampling plan* pengujian residu antibiotik pada bahan baku pangan segar yang berasal dari hewan dan ikan.
- Pelaku usaha memastikan menerima bahan baku terutama susu segar, daging segar, dan telur segar berasal dari unit usaha produk hewan yang memiliki NKV atau produk segar tersebut sudah teregistrasi oleh otoritas kompeten di bidang pangan segar, untuk diolah menjadi pangan olahan.
- Pelaku usaha memastikan menerima bahan baku terutama ikan segar berasal dari unit usaha produk ikan

yang telah menerapkan sistem jaminan mutu dan keamanan hasil perikanan yang dibuktikan dengan sertifikat jaminan mutu dan keamanan hasil perikanan, untuk diolah menjadi pangan olahan.

- Pelaku usaha memastikan menerima bahan baku terutama tumbuhan segar berasal dari unit usaha produk tumbuhan yang telah menerapkan sistem jaminan keamanan PSAT atau produk segar tersebut sudah teregistrasi oleh otoritas kompeten dibidang pangan segar, untuk diolah menjadi pangan olahan.

Selain itu, bahan baku tersebut dipastikan tidak mengandung bahan baku yang dilarang sesuai Peraturan Badan POM Nomor 22 Tahun 2023 tentang Bahan Baku yang Dilarang dalam Pangan Olahan dan Bahan yang Dilarang Digunakan Sebagai Bahan Tambahan Pangan, yang diantaranya melarang penggunaan dua jenis antibiotik yaitu kloramfenikol dan nitrofurazon.

2. Evaluasi Pemasok Bahan Baku

Setiap pelaku usaha diharapkan dapat memonitor pemasok untuk memastikan bahwa pemasok mampu memenuhi persyaratan yang ditetapkan.

3. Pemasakan

Memastikan proses suhu dan waktu dalam pemanasan yang digunakan dalam proses pangan olahan dapat mereduksi keberadaan antibiotik dalam pangan olahan. Contoh: pemanasan dengan suhu 118 °C selama 30 menit dapat mengurangi residu tetrasiklin lebih dari 98% (Hassani *et al.* 2008)

4. Penggunaan Bahan Tambah Pangan

Saat ini, BTP Nisin dan Natamisin sedang diusulkan oleh *Codex Committee on Food Additives* untuk dikaji ulang oleh JECFA karena adanya dugaan potensi pemicu resistansi antimikrob dan ketidakseimbangan sistem imun konsumen. Mengingat hal tersebut, maka produsen pangan yang menggunakan BTP Nisin dan Natamisin perlu mencermati penggunaan BTP tersebut supaya tidak melebihi batas maksimum yang telah ditetapkan pada PerBPOM No 11 tahun 2019 tentang Bahan Tambah Pangan.

Penggunaan BTP tersebut pada kategori pangan serta batas maksimum yang diizinkan terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2. Penggunaan Nisin dan Natamisin pada pangan yang diizinkan beserta batas maksimumnya

No	BTP	Kategori Pangan	Batas Maksimum (mg/kg)
1	Nisin	01.6 Keju dan Analog Keju (Keju lemak nabati)	12,5
2	Natamisin	01.6.2.1 Keju Peram Total, termasuk Kulit Kejunya	20 (hanya untuk perlakuan pada permukaan pangan)
		0.1.6.2.2 Kulit Keju Peram	
		01.6.4 Keju Olahan	

No	BTP	Kategori Pangan	Batas Maksimum (mg/kg)
		01.6.6 keju Protein Whey	

Spesifikasi Nisin dan Natamisin yang digunakan juga harus memenuhi Kodeks Makanan Indonesia. Apabila kajian terkait potensi AMR pada Nisin dan Natamisin telah dipublikasikan oleh JECFA dan ditetapkan oleh Codex, maka penggunaan kedua BTP tersebut akan dilakukan kaji ulang.

5. Pelatihan Personel

Pelaku usaha diharapkan memberikan pelatihan bagi personel yang terlibat dalam penanganan pangan terkait *awareness* adanya residu antibiotik pada pangan.

d. Mitigasi pada Proses Registrasi Pangan Olahan

Registrasi pangan olahan yang berbahan baku utama hewan, perikanan, dan/atau tumbuhan harus dipastikan bahwa pangan olahan:

- 1) tidak menggunakan antibiotik sebagaimana tertuang dalam PerBPOM 22 Tahun 2023 tentang Bahan Baku yang Dilarang dalam Pangan Olahan dan Bahan yang Dilarang Digunakan Sebagai Bahan Tambahan Pangan, dan
- 2) apabila menggunakan BTP natamisin dipastikan sesuai dengan ketentuan Peraturan terkait BTP dengan dibuktikan *certificate of analysis* (CoA) dari laboratorium yang terakreditasi atau laboratorium yang ditunjuk Pemerintah.

e. Mitigasi Eksportasi Pangan Olahan

Pelaku usaha harus memastikan bahwa produk yang akan dikirimkan telah memenuhi ketentuan negara tujuan ekspor, jika produk ekspor mengalami permasalahan di negara tujuan, maka pelaku usaha diminta melakukan penarikan produk tersebut untuk dilakukan pemusnahan.

f. Mitigasi Importasi Pangan Olahan

Importasi pangan olahan yang berbahan baku utama hewan segar, perikanan, dan/atau tumbuhan harus memiliki sertifikat jaminan keamanan pangan dari otoritas yang berwenang di negara asal berupa *Health Certificate*, atau sertifikat sejenis yang lain.

g. Mitigasi Apabila Terjadi Kasus (*Mock Recall*)

Untuk mempermudah penelusuran kedepannya bila terjadi kasus, hendaknya pelaku usaha menyimpan sampel tertinggal (*retain sample*). Lama penyimpanan sampel bergantung pada kebijakan perusahaan dan umumnya mempertimbangkan masa kedaluwarsa produk.

Penarikan oleh pelaku usaha pangan dapat mengacu pada Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 22 Tahun 2017 Tentang Penarikan Pangan dari Peredaran. Pelaku Usaha Pangan harus melakukan simulasi penarikan Pangan sekurang-kurangnya 1 (satu) kali dalam setahun, dan mendokumentasikan hasil simulasi penarikan tersebut. Tujuan simulasi penarikan Pangan adalah mengukur keefektifan sistem penarikan Pangan yang telah dibuat.

Untuk produk ekspor yang sedang bermasalah di negara tujuan akan dilakukan penarikan sementara produk tersebut yang beredar di negara Indonesia.

3.2.2 Mitigasi Risiko terkait Mikrob Resistan Antibiotik

Mitigasi risiko kontaminasi rantai produksi pangan dengan mikrob yang resistan antibiotik meliputi banyak faktor. Penerapan praktik yang baik atau *Good Hygienic Practices* sesuai rekomendasi dari WHO menjadi hal yang utama untuk meminimalkan risiko tersebut. Walaupun demikian, langkah-langkah yang lebih detail diperlukan sebagai implementasi dari praktik tersebut (EFSA, 2021). Praktik mitigasi yang dapat dilakukan sebagai berikut:

a. *Good Hygiene Sanitation Practices*

1) Pangan Olahan Berbahan Baku Utama Pangan Segar Asal Hewan (PSAH)

PSAH yang digunakan untuk pangan olahan dipastikan berasal dari pelaku usaha yang telah menerapkan *Good Hygiene Sanitation Practice*. Penerapan *Good Hygiene Sanitation Practices* dalam unit usaha produk hewan dapat mengacu pada ketentuan Permentan No. 11 Tahun 2020 Tentang Sertifikasi Nomor Kontrol Veteriner Unit Usaha Produk Hewan.

Peraturan tersebut menyebutkan bahwa setiap orang yang mempunyai unit usaha produk hewan wajib mengajukan permohonan untuk memperoleh NKV; sehingga unit usaha tersebut telah menerapkan prinsip cara yang baik pada rantai produksi produk hewan, seperti menerapkan praktik veteriner yang baik, fasilitas kandang sudah memenuhi persyaratan, memperhatikan higiene personel, dan penanganan limbah sesuai persyaratan.

2) Pangan Olahan Berbahan Baku Utama Pangan Segar Asal Ikan (PSAI)

PSAI yang digunakan untuk pangan olahan dipastikan berasal dari pelaku usaha yang telah menerapkan *Good Hygiene Sanitation Practice*. Penerapan *Good Hygiene Sanitation Practices* dalam unit usaha produk ikan dapat mengacu pada ketentuan Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor 17 tahun 2019 tentang Persyaratan dan Tata Cara Penerbitan Sertifikat Kelayakan Pengolahan.

Peraturan tersebut menyebutkan bahwa Pelaku Usaha Industri Pengolahan Ikan wajib menerapkan Cara Pengolahan Ikan yang Baik dan memenuhi persyaratan Prosedur Operasi Standar.

3) Pangan Olahan Berbahan Baku Utama Pangan Segar Asal Tumbuhan (PSAT)

PSAT yang digunakan untuk pangan olahan dipastikan berasal dari pelaku usaha yang telah menerapkan sistem jaminan Keamanan PSAT atau produk segar tersebut sudah teregistrasi oleh otoritas kompeten dibidang pangan segar.

b. *Good Manufacturing Practices/CPPOB*

Pelaku usaha pangan wajib menerapkan cara pengolahan pangan olahan yang baik sesuai dengan Peraturan Menteri Perindustrian Republik Indonesia Nomor: 75/M-IND/PER/7/2010 tentang Pedoman Cara Produksi Pangan Olahan yang Baik (*Good Manufacturing Practices*). sedangkan untuk industri rumah tangga, pedoman cara produksi pangan olahan yang baik mengacu kepada Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan No.

HK.03.1.23.04.12.2206 tahun 2012 tentang Cara Produksi Pangan yang Baik untuk Industri Rumah Tangga.

Hal yang menjadi perhatian dalam penerapan CPPOB tersebut adalah:

1) Lingkungan Sarana Produksi

Lingkungan sarana produksi dipastikan bersih dan terpelihara seperti tidak terdapat akumulasi debu, bebas sampah, bebas hama, bebas hewan liar, tidak terdapat genangan air dan bebas dari fekal.

2) Penggunaan Air dan Es

- a. Pelaku usaha perlu memastikan sumber air dan es telah memenuhi persyaratan Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan sebagaimana diatur dalam Permenkes No. 2 Tahun 2023 seperti memenuhi parameter fisik mikrobiologi dan kimia.
- b. Pelaku usaha perlu melakukan pengujian air dan es secara berkala yang digunakan dalam proses produksi.

3) Penerimaan Bahan Baku

- a. Pelaku usaha memastikan menerima bahan baku terutama susu segar, daging segar, dan telur segar berasal dari unit usaha produk hewan yang memiliki NKV atau produk segar tersebut sudah teregistrasi oleh otoritas kompeten di bidang pangan segar, untuk diolah menjadi pangan olahan.
- b. Pelaku usaha memastikan menerima bahan baku terutama ikan segar berasal dari unit usaha produk ikan yang telah menerapkan sistem jaminan mutu dan keamanan hasil perikanan yang dibuktikan dengan sertifikat jaminan mutu dan keamanan hasil perikanan, untuk diolah menjadi pangan olahan.

- c. Pelaku usaha memastikan menerima bahan baku terutama tumbuhan segar berasal dari unit usaha produk tumbuhan yang telah menerapkan sistem jaminan keamanan PSAT atau produk segar tersebut sudah teregistrasi oleh otoritas kompeten dibidang pangan segar, untuk diolah menjadi pangan olahan.
- d. Selain itu, bahan baku tersebut dipastikan tidak mengandung bahan baku yang dilarang sesuai Peraturan Badan POM Nomor 22 Tahun 2023 tentang Bahan Baku yang Dilarang dalam Pangan Olahan dan Bahan yang Dilarang Digunakan Sebagai Bahan Tambahan Pangan, yang diantaranya melarang penggunaan dua jenis antibiotik yaitu kloramfenikol dan nitrofurazon.
- e. Saat transportasi bahan baku perlu dipastikan penerapan higiene dan sanitasi, seperti memastikan bahan baku tidak terkontaminasi oleh tanah, fekal, dan sekam yang berpotensi tercemar mikroba resisten antibiotik.

4) Evaluasi Pemasok Bahan Baku

Setiap pelaku usaha diharapkan dapat memonitor pemasok untuk memastikan bahwa pemasok mampu memenuhi persyaratan yang ditetapkan.

5) Pemasakan

Memastikan proses suhu dan waktu dalam pemanasan yang digunakan dalam proses pangan olahan dapat membunuh mikroba resisten antibiotik. Umumnya bakteri patogen akan mati pada suhu 70 °C selama 30 detik.

6) Program Sanitasi

Proses disinfeksi peralatan harus memperhatikan penggunaan kadar konsentrasi desinfektan dan waktu kontak. Konsentrasi dan waktu kontak tersebut

merupakan titik kritis pada saat pelaksanaan program sanitasi. Hal tersebut untuk memastikan efektivitas disinfektan terhadap mikroba yang terdapat pada peralatan. Dalam melakukan proses disinfeksi, perlu dilakukan rotasi pemilihan jenis disinfektan yang berbeda secara rutin untuk mencegah resistansi dari mikroba terhadap penggunaan disinfektan tertentu.

7) Fasilitas Karyawan dan Kebersihan Karyawan

- a. Tersedia fasilitas pencucian tangan didekat area pengolahan dengan jumlah yang memadai serta terdapat petunjuk cara mencuci tangan yang baik.
- b. Memastikan karyawan menggunakan pakaian kerja yang bersih dan lengkap seperti menggunakan sarung tangan, tutup rambut, dan sepatu khusus.
- c. Memastikan karyawan berperilaku hygiene yang tidak menyebabkan kontaminasi silang seperti mencuci tangan.
- d. Setiap karyawan dipastikan dalam keadaan sehat.
- e. Dipastikan terdapat program dan catatan pemeriksaan kesehatan karyawan termasuk penyakit infeksi yang berbahaya.

8) Pelatihan Karyawan

Setiap pelaku usaha diharapkan memberikan pelatihan bagi personel yang terlibat dalam penanganan pangan terkait *awareness* adanya mikroba resistan antibiotik.

9) Penanganan Limbah dan *Drainase*

Pelaku usaha harus menangani limbah dengan baik serta melakukan pemeliharaan *drainase* dan sarana pengolahan limbah dengan rutin. Hal ini untuk mencegah supaya mikroba resistan antibiotik tidak mencemari lingkungan.

c. Mitigasi pada Proses Registrasi Pangan Olahan

Registrasi pangan olahan yang berbahan baku utama bahan segar asal hewan, perikanan, dan/atau tumbuhan serta Pangan Olahan yang menggunakan BTP Nisin dan/atau Natamisin harus dipastikan bahwa pangan olahan:

1. memenuhi persyaratan cemaran mikrob dalam pangan olahan yang dibuktikan melalui CoA dari laboratorium terakreditasi dan/atau laboratorium yang ditunjuk pemerintah.
2. apabila BTP Nisin dan/atau Natamisin digunakan harus sesuai dengan peraturan terkait BTP dengan dibuktikan CoA Nisin dan/atau Natamisin dari laboratorium yang terakreditasi atau laboratorium yang ditunjuk pemerintah.

d. Mitigasi Eksportasi Pangan Olahan

Pelaku usaha harus memastikan bahwa produk yang akan dikirimkan telah memenuhi ketentuan negara tujuan ekspor. Jika produk ekspor mengalami permasalahan di negara tujuan, maka pelaku usaha diminta melakukan penarikan produk tersebut untuk dilakukan pemusnahan.

e. Mitigasi Importasi Pangan Olahan

Importasi pangan olahan yang berbahan baku utama hewan, perikanan, dan/atau tumbuhan harus memiliki sertifikat jaminan keamanan pangan dari otoritas kompeten yang berwenang untuk pangan olahan impor dapat berupa *health certificate* dan/atau *free sale certificate* dan pemenuhan persyaratan cemaran mikrob dalam pangan olahan berupa CoA dan jika diperlukan dapat dilakukan pemeriksaan dengan laboratorium.

f. Mitigasi Apabila Terjadi Kasus (*Mock Recall*)

Untuk mempermudah penelusuran kedepannya bila terjadi kasus, hendaknya pelaku usaha menyimpan sampel tertinggal (*retain sample*). Lama penyimpanan sampel bergantung pada kebijakan perusahaan dan umumnya mempertimbangkan masa kedaluwarsa produk.

Penarikan oleh pelaku usaha pangan dapat mengacu pada Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 22 Tahun 2017 Tentang Penarikan Pangan dari Peredaran. Pelaku Usaha Pangan harus melakukan simulasi penarikan Pangan sekurang-kurangnya 1 (satu) kali dalam setahun, dan mendokumentasikan hasil simulasi penarikan tersebut. Tujuan simulasi penarikan Pangan adalah mengukur keefektifan sistem penarikan Pangan yang telah dibuat.

Untuk produk ekspor yang sedang bermasalah di negara tujuan akan dilakukan penarikan sementara produk tersebut yang beredar di negara Indonesia.

g. Mitigasi untuk Konsumen

Konsumen diharapkan tetap mempraktekkan higiene dan sanitasi dalam mengonsumsi pangan olahan, misalnya cuci tangan sebelum mengonsumsi pangan olahan. Pedoman yang dapat digunakan sebagai acuan adalah Lima Kunci Keamanan Pangan (*5 keys for safer food*) yang telah diterbitkan oleh *World Health Organization*.

BAB 4. KESIMPULAN DAN PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Umumnya residu antibiotik dan keberadaan mikrob resisten antibiotika keberadaannya tidak dikehendaki dan dalam pangan olahan dan berpotensi dapat mengganggu kesehatan.

Mengingat risikonya dan agar sejalan dengan upaya pemerintah dalam melaksanakan Rencana Aksi Nasional dalam rangka pengendalian resistansi antimikrob di Indonesia, maka diperlukan berbagai upaya mitigasi yang dapat dilakukan agar keberadaan residu antibiotik dan AMR seminimal mungkin terdapat dalam pangan olahan yang berbahan baku hewan segar, ikan atau tumbuhan.

4.2. Penutup

Penerapan pedoman ini memerlukan kerjasama semua pihak, baik pelaku usaha maupun seluruh stakeholder keamanan pangan di daerah dan pusat sehingga keberadaan antibiotik dan AMR dalam pangan olahan terminilialir. Diperlukan peningkatan pengawasan dan pembinaan yang rutin serta menyeluruh dari stakeholder keamanan pangan kepada pelaku usaha dan masyarakat untuk mendukung dan mempercepat agar keberadaan antibiotik dan AMR dalam pangan olahan terminilialir. Selain itu, diperlukan juga peningkatan peran serta dunia usaha terhadap pengendalian kualitas (keamanan dan mutu) pangan tentunya akan berdampak pada kesehatan masyarakat secara global dan semakin banyak diterimanya produk ekspor ke negara tujuan. Pedoman ini disusun berdasarkan peraturan, pedoman, maupun literatur ilmiah

terkini, baik dalam lingkup nasional maupun internasional. Namun demikian apabila terdapat data yang lebih terkini dapat menjadi perbaikan pedoman ini selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bacheno, H., Ahmadi, M., Fazeli, F., Ariaii, P. 2022. Clostridioides difficile in Foods with Animal Origins; Prevalence, Toxigenic Genes, Ribotyping Profile, and Antimicrobial Resistance. Journal of Food Quality. <https://doi.org/10.1155/2022/4868409>
2. Borji, S., Kadivarian, S., Dashtbin, S., Kooti, S., Abiri, R., Motamedi, H., Moradi, J. Rostamian, M., Alvandi, A. 2023. Global prevalence of Clostridioides difficile in 17,148 food samples from 2009 to 2019: a systematic review and meta-analysis. Journal of Health, Population and Nutrition 42 (36). [https://doi.org/10.1186/s41043-00369-3](https://doi.org/10.1186/s41043-023-00369-3)
3. BPOM, Keputusan Kepala Badan Pengawas Obat Dan Makanan Republik Indonesia Nomor HK.02.02.1.2.01.22.63 Tahun 2022 Tentang Pedoman Pemeriksaan Sarana Produksi Pangan Olahan
4. BPOM. 2016. Kajian Risiko Salmonella spp. Pada Ayam Goreng
5. BPOM. 2017. Profil Resistensi Antibiotik Bakteri Patogen yang Diisolasi dari Rantai Pangan. Disampaikan pada Pertemuan Jejaring Intelijen Pangan: Resistensi Antimikroba pada Rantai Pangan Senin, 13 Maret 2017
6. Brunton, L., Knollmann, B. 2022. Goodman & Gilman's The Pharmacological Basis of Therapeutics 14th ed. New York: McGraw Hil.
7. C Reygaert, W. (2018). An overview of the antimicrobial resistance mechanisms of bacteria. AIMS Microbiology, 4(3),482–501. <https://doi.org/10.3934/microbiol.2018.3.482>
8. Chotiah, S., Damayanti, R. 2014. Infeksi Salmonella enteritidis pada Ayam Pedaging dan Pola Resistansi terhadap Antibiotik. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner
9. Food Science Australia. 2007. Pilot survey for antimicrobial resistant (AMR) bacteria in Australian food.

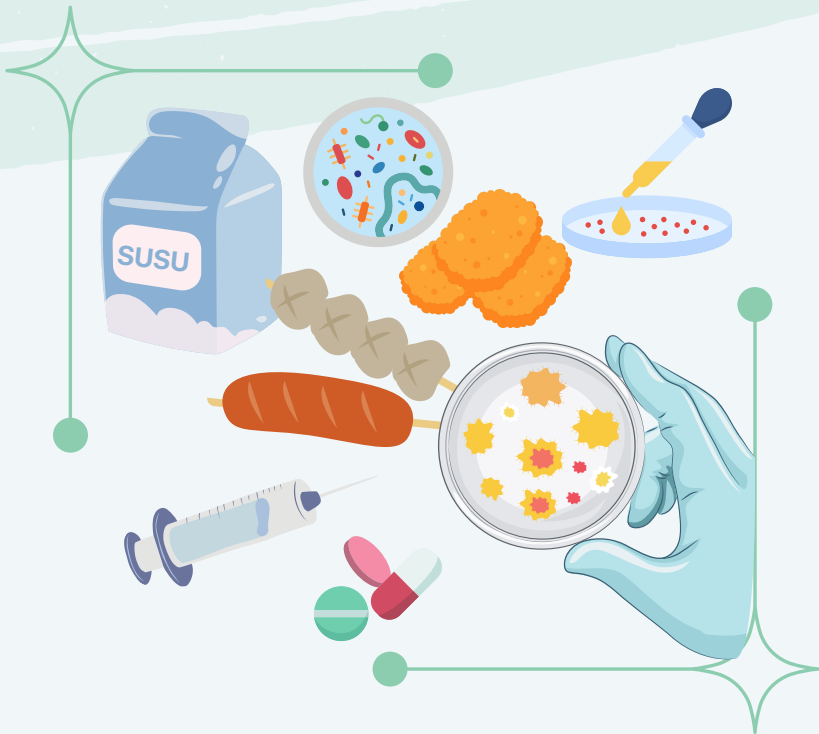
- <https://foodregulation.gov.au/internet/fr/publishing.nsf/Content/Antimicrobial-Resistance-in-Food>
10. Han, Y., King, J., Janes, ME. 2018. Detection of antibiotic resistance toxigenic *Clostridium difficile* in processed retail lettuce. *Food Quality and Safety* 2(1):p.37-41. <https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyx032>
 11. Khawbung *et al.* (2021) RDH: belum ada dipustaka
 12. Lee, Hyo-ju, *et. Al.* 2018. Prevalence of Antibiotic Residues and Antibiotic Resistance in Isolates of Chicken Meat in Korea. *Korean J Food Sci Anim Resour.* 38(5): 1055–1063. Published online 2018 Oct 31. doi: 10.5851/kosfa.2018.e39 PMID: PMC6238038 PMID: 30479511.
 13. Moats, W. A. (1988). Inactivation of Antibiotics by Heating in Foods and other Substrates - A Review. *Journal of Food Protection*, 51(6), 491–497. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-51.6.491>
 14. Moats, W. A. (1988). Inactivation of Antibiotics by Heating in Foods and other Substrates - A Review. *Journal of Food Protection*, 51(6), 491–497. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-51.6.491>
 15. Munawar, H., Luna, P., Kresnawaty, I., Widiastuti, H. 2021. Recent studies of synthetic antibody-based 3-MCPD determination technology. *E-Journal Menara Perkebunan*, 89(1). <https://doi.org/10.22302/iribb.jur.mp.v89i1.402>
 16. Munita, J. M., & Arias, C. A. (2016). Mechanisms of Antibiotic Resistance. *Microbiology Spectrum*, 4(2). <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.VMBF-0016-2015>
 17. Saad, SM., Bakr, A., Edris, M., Hassan, MA., Shiima, N. 2015. Antibiotic sensitivity of *Salmonella* species isolated from chicken meat products. *Benha Veterinary Medical Journal* 28(2): p. 141-146
 18. Scenih. (2012). Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks SCENIHR Health Effects of Artificial Light. *Report, January*, 1–118.
 19. Warriner, K., Xu, C., Habash, M., Sultan, S., Weese, SJ. 2016. Dissemination of *Clostridium difficile* in food and

- the environment: Significant sources of *C. difficile* community-acquired infection?. *Journal of Applied Microbiology* 122: p. 542-553. doi:10.1111/jam.13338
20. Widasih et al. (2019). Detection of Antibiotic Residues in Chicken Meat and Eggs from Traditional Markets at Yogyakarta City Using Bioassay Method. *Acta Veterinaria Indonesiana*. 1-6
 21. Widodo, A., L. Mirni., Effendi, M. H., Khairullah A. R., Kurniawan, S. C., Silaen, O. S. M., Riwu, K. H. P., Yustinasari, L. R., Afrani, D. A., Dameanti, F. N. A. E. P., Ramandinianto, S. C. 2023. Antimicrobial resistance characteristics of multidrug resistance and extended-spectrum beta-lactamase producing *Escherichia coli* from several dairy farms in Probolinggo, Indonesia. DOI: 10.13057/biodiv/d240126.
 22. Zelpina, E., Walyani, S., Niasono, AB., Hidayati, F. 2020. Dampak infeksi *Salmonella* sp. dalam daging ayam dan produknya terhadap kesehatan masyarakat. *Journal of Health Epidemiology and Communicable Diseases* 6(1): p. 25-34

Lampiran

Booklet Pedoman Mitigasi Risiko Keberadaan Residu Antibiotik Dan Mikrob Resistan Antibiotik Pada Pangan Olahan

Pedoman Mitigasi Risiko Keberadaan Residu Antibiotik dan Mikrob Resistan Antibiotik pada Pangan Olahan



**Direktorat Standardisasi Pangan Olahan
Deputi Bidang Pengawasan Pangan Olahan**



A. Mitigasi Risiko terkait Residu Antibiotik dalam Pangan Olahan

a. Good Farming Practices

1. Penggunaan obat keras terutama antibiotik dibawah pengawasan dokter hewan.
2. Semua obat-obatan yang digunakan pada hewan ternak harus dilakukan registrasi sesuai ketentuan Kementerian Pertanian.

b. Good Hygiene Sanitation Practices

- Pangan Olahan Berbahan Baku
- 1) Utama Pangan Segar Asal Hewan (PSAH)

Setiap orang yang mempunyai unit usaha produk hewan wajib mengajukan permohonan untuk memperoleh Nomor Kontrol Veteriner (NKV);

Residu antibiotika pada PSAH harus memenuhi SNI 01-6366-2000 Batas maksimum cemaran mikroba dan batas maksimum residu dalam bahan makanan asal hewan dan/atau perubahannya.

- Pangan Olahan Berbahan Baku
- 2) Utama Pangan Segar Asal Ikan (PSAI)

Pelaku usaha industri pengolahan ikan wajib menerapkan Cara Pengolahan Ikan yang Baik dan memenuhi persyaratan Prosedur Operasi Standar, meliputi:

- Seleksi Bahan Baku;
- Penanganan Ikan dan Pengolahan Ikan;
- Penanganan dan penggunaan bahan tambahan, bahan penolong, dan bahan kimia;
- Pengemasan;
- Penyimpanan.



- 3) Pangan Olahan Berbahan Baku Utama Pangan Segar Asal Tumbuhan (PSAT)

PSAT yang digunakan untuk pangan olahan dipastikan berasal dari pelaku usaha yang telah menerapkan sistem jaminan keamanan PSAT atau produk segar tersebut sudah teregistrasi oleh otoritas kompeten di bidang pangan segar.





A. Mitigasi Risiko terkait Residu Antibiotik dalam Pangan Olahan

c. Good Manufacturing Practices/CPPOB

Setiap pelaku usaha pangan wajib menerapkan Pedoman Cara Produksi Pangan Olahan yang Baik (*Good Manufacturing Practices*). Sedangkan untuk industri rumah tangga, pedoman cara produksi pangan olahan yang baik mengacu kepada Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan No. HK.03.1.23.04.12.2206 tahun 2012 tentang Cara Produksi Pangan yang Baik untuk Industri Rumah Tangga. Hal yang menjadi perhatian dalam penerapan CPPOB tersebut adalah:

1) Penerimaan Bahan Baku

1. Pelaku usaha memiliki dokumen **quality plan dan sampling plan** pengujian residu antibiotik pada bahan baku pangan segar yang berasal dari hewan dan ikan.
2. Pelaku usaha memastikan menerima bahan baku terutama **susu segar, daging segar, dan telur segar** berasal dari unit usaha produk hewan yang memiliki NKV atau produk segar tersebut sudah teregistrasi oleh otoritas kompeten di bidang pangan segar, untuk diolah menjadi pangan olahan.
3. Pelaku usaha memastikan menerima bahan baku terutama **ikan segar** berasal dari unit usaha produk ikan yang telah menerapkan sistem jaminan mutu dan keamanan hasil perikanan yang dibuktikan dengan sertifikat jaminan mutu dan keamanan hasil perikanan, untuk diolah menjadi pangan olahan.
4. Pelaku usaha memastikan menerima bahan baku terutama **tumbuhan segar** berasal dari unit usaha produk tumbuhan yang telah menerapkan sistem jaminan keamanan PSAT atau produk segar tersebut sudah teregistrasi oleh otoritas kompeten dibidang pangan segar, untuk diolah menjadi pangan olahan.

Selain itu, bahan baku tersebut dipastikan tidak mengandung bahan baku yang dilarang sesuai Peraturan Badan POM Nomor 22 Tahun 2023 tentang Bahan Baku yang Dilarang dalam Pangan Olahan dan Bahan yang Dilarang Digunakan Sebagai Bahan Tambahan Pangan, yang diantaranya melarang penggunaan dua jenis antibiotik yaitu kloramfenikol dan nitrofurazon.





A. Mitigasi Risiko terkait Residu Antibiotik dalam Pangan Olahan

c. Good Manufacturing Practices/CPPOB (lanjutan)

2) Evaluasi Pemasok Bahan Baku

Setiap pelaku usaha diharapkan dapat memonitor pemasok untuk memastikan bahwa pemasok mampu memenuhi persyaratan yang ditetapkan.



3) Pemasakan

Memastikan proses suhu dan waktu dalam pemanasan yang digunakan dalam proses pangan olahan dapat mereduksi keberadaan antibiotik dalam pangan olahan.

Contoh: pemanasan dengan suhu 118 °C selama 30 menit dapat mengurangi residu tetrasiklin lebih dari 98% (Hassani et al. 2008)

4) Penggunaan Bahan Tambahan Pangan

Saat ini, BTP Nisin dan Natamisin sedang diusulkan oleh *Codex Committee on Food Additives* untuk dikaji ulang oleh JECFA karena adanya dugaan potensi pemicu resistansi antimikrob dan ketidakseimbangan sistem imun konsumen. Mengingat hal tersebut, maka produsen pangan yang menggunakan BTP Nisin dan Natamisin perlu mencermati penggunaan BTP tersebut supaya tidak melebihi batas maksimum yang telah ditetapkan pada PerBPOM No 11 tahun 2019 tentang Bahan Tambahan Pangan.

Spesifikasi Nisin dan Natamisin yang digunakan juga harus memenuhi Kodeks Makanan Indonesia. Apabila kajian terkait potensi AMR pada Nisin dan Natamisin telah dipublikasikan oleh JECFA dan ditetapkan oleh Codex, maka penggunaan kedua BTP tersebut akan dilakukan kaji ulang.

5) Pelatihan Personel

Pelaku usaha diharapkan memberikan pelatihan bagi personel yang terlibat dalam penanganan pangan terkait awareness adanya residu antibiotik pada pangan.





A. Mitigasi Risiko terkait Residu Antibiotik dalam Pangan Olahan



d Mitigasi pada Proses Registrasi Pangan Olahan

1. Tidak menggunakan antibiotik sebagaimana tertuang dalam PerBPOM 22 Tahun 2023 tentang Bahan Baku yang Dilarang dalam Pangan Olahan dan Bahan yang Dilarang Digunakan Sebagai Bahan Tambahan Pangan.
2. Apabila menggunakan BTP natamisin dipastikan sesuai dengan ketentuan Peraturan terkait BTP dengan dibuktikan *certificate of analysis* (CoA) dari laboratorium yang terakreditasi atau laboratorium yang ditunjuk Pemerintah.

f Mitigasi Importasi Pangan Olahan

Importasi pangan olahan yang berbahan baku utama hewan segar, perikanan, dan/atau tumbuhan harus memiliki sertifikat jaminan keamanan pangan dari otoritas yang berwenang di negara asal berupa *Health Certificate*, atau sertifikat sejenis yang lain.

e Mitigasi Eksportasi Pangan Olahan

Pelaku usaha harus memastikan bahwa produk yang akan dikirimkan telah memenuhi ketentuan negara tujuan ekspor, jika produk ekspor mengalami permasalahan di negara tujuan, maka pelaku usaha diminta melakukan penarikan produk tersebut untuk dilakukan pemusnahan.

g Mitigasi Apabila Terjadi Kasus (*Mock Recall*)

Hendaknya pelaku usaha menyimpan sampel tertinggal (*retain sample*). Lama penyimpanan sampel bergantung pada kebijakan perusahaan dan umumnya mempertimbangkan masa kedaluwarsa produk.

Penarikan oleh pelaku usaha pangan dapat mengacu pada Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 22 Tahun 2017 Tentang Penarikan Pangan dari Peredaran. Pelaku Usaha Pangan harus melakukan simulasi penarikan Pangan sekurang-kurangnya 1 (satu) kali dalam setahun, dan mendokumentasikan hasil simulasi penarikan tersebut.

Untuk produk ekspor yang sedang bermasalah di negara tujuan akan dilakukan penarikan sementara produk tersebut yang beredar di negara Indonesia.



B. Mitigasi Risiko terkait Mikrob Resistan Antibiotik

Mitigasi risiko kontaminasi rantai produksi pangan dengan mikrob yang resistan antibiotik meliputi banyak faktor. Penerapan praktik yang baik atau *Good Hygienic Practices* sesuai rekomendasi dari WHO menjadi hal yang utama untuk meminimalkan risiko tersebut. Walaupun demikian, langkah-langkah yang lebih detail diperlukan sebagai implementasi dari praktik tersebut (EFSA, 2021). Praktik mitigasi yang dapat dilakukan sebagai berikut:

a. Good Hygiene Sanitation Practices

1) Pangan Olahan Berbahan Baku Utama Pangan Segar Asal Hewan (PSAH)

Setiap orang yang mempunyai unit usaha produk hewan wajib mengajukan permohonan untuk memperoleh Nomor Kontrol Veteriner (NKV); sehingga unit usaha tersebut telah menerapkan prinsip cara yang baik pada rantai produksi produk hewan, seperti menerapkan praktik veteriner yang baik, fasilitas kandang sudah memenuhi persyaratan, memperhatikan hygiene personel, dan penanganan limbah sesuai persyaratan.

2) Pangan Olahan Berbahan Baku Utama Pangan Segar Asal Ikan (PSAI)

Pelaku Usaha industri Pengolahan Ikan wajib menerapkan Cara Pengolahan Ikan yang Baik dan memenuhi persyaratan Prosedur Operasi Standar.

3)Pangan Olahan Berbahan Baku Utama Pangan Segar Asal Tumbuhan (PSAT)

PSAT yang digunakan untuk pangan olahan dipastikan berasal dari pelaku usaha yang telah menerapkan sistem jaminan Keamanan PSAT atau produk segar tersebut sudah teregistrasi oleh otoritas kompeten dibidang pangan segar.

b.Good Manufacturing Practices/CPPOB

Hal yang menjadi perhatian dalam penerapan CPPOB tersebut adalah:

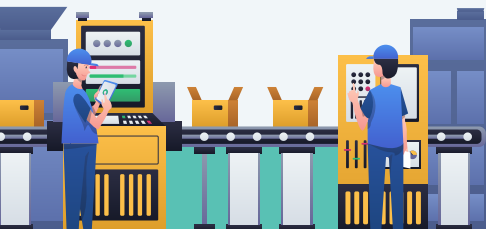
1) Lingkungan Sarana Produksi

Lingkungan sarana produksi dipastikan bersih dan terpelihara seperti tidak terdapat akumulasi debu, bebas sampah, bebas hama, bebas hewan liar, tidak terdapat genangan air dan bebas dari fekal.

2) Penggunaan Air dan Es

1.Pelaku usaha perlu memastikan sumber air dan es telah memenuhi persyaratan Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan sebagaimana diatur dalam Permenkes No. 2 Tahun 2023 seperti memenuhi parameter fisik mikrobiologi dan kimia.

2.Pelaku usaha perlu melakukan pengujian air dan es secara berkala yang digunakan dalam proses produksi.



B. Mitigasi Risiko terkait Mikrob Resistan Antibiotik

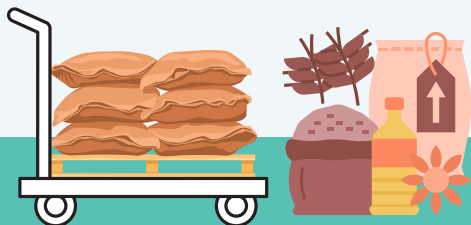
b. Good Manufacturing Practices/CPPOB (lanjutan)

3) Penerimaan Bahan Baku

1. Pelaku usaha memastikan menerima bahan baku terutama **susu segar, daging segar, dan telur segar** berasal dari unit usaha produk hewan yang memiliki NKV atau produk segar tersebut sudah teregistrasi oleh otoritas kompeten di bidang pangan segar, untuk diolah menjadi pangan olahan.
2. Pelaku usaha memastikan menerima bahan baku terutama **ikan segar** berasal dari unit usaha produk ikan yang telah menerapkan sistem jaminan mutu dan keamanan hasil perikanan yang dibuktikan dengan sertifikat jaminan mutu dan keamanan hasil perikanan, untuk diolah menjadi pangan olahan.
3. Pelaku usaha memastikan menerima bahan baku terutama **tumbuhan segar** berasal dari unit usaha produk tumbuhan yang telah menerapkan sistem jaminan keamanan PSAT atau produk segar tersebut sudah teregistrasi oleh otoritas kompeten dibidang pangan segar, untuk diolah menjadi pangan olahan.
4. Selain itu, bahan baku tersebut dipastikan tidak mengandung bahan baku yang dilarang sesuai Peraturan Badan POM Nomor 22 Tahun 2023 tentang Bahan Baku yang Dilarang dalam Pangan Olahan dan Bahan yang Dilarang Digunakan Sebagai Bahan Tambahan Pangan, yang diantaranya melarang penggunaan dua jenis antibiotik yaitu kloramfenikol dan nitrofurazon.
5. Saat transportasi bahan baku perlu dipastikan penerapan higiene dan sanitasi, seperti memastikan bahan baku tidak terkontaminasi oleh tanah, fekal, dan sekam yang berpotensi tercemar mikrob resistan antibiotik.

4) Evaluasi Pemasok Bahan Baku

Setiap pelaku usaha diharapkan dapat memonitor pemasok untuk memastikan bahwa pemasok mampu memenuhi persyaratan yang ditetapkan.





B. Mitigasi Risiko terkait Mikrob Resistan Antibiotik

5) Pemasakan

Memastikan proses suhu dan waktu dalam pemanasan yang digunakan dalam proses pangan olahan dapat membunuh mikrob resisten antibiotik. Umumnya bakteri patogen akan mati pada suhu 70°C selama 30 detik.

6) Program Sanitasi

1. Proses disinfeksi peralatan harus memperhatikan penggunaan kadar konsentrasi desinfektan dan waktu kontak.
2. Konsentrasi dan waktu kontak tersebut merupakan titik kritis pada saat pelaksanaan program sanitasi. Hal tersebut untuk memastikan efektivitas disinfeksi terhadap mikrob yang terdapat pada peralatan.
3. Perlu dilakukan rotasi pemilihan jenis disinfektan yang berbeda secara rutin untuk mencegah resistansi dari mikrob terhadap penggunaan disinfektan tertentu.

8) Pelatihan Karyawan

Setiap pelaku usaha diharapkan memberikan pelatihan bagi personel yang terlibat dalam penanganan pangan terkait *awareness* adanya mikrob resistan antibiotik.

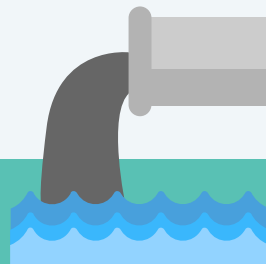
7) 1) Fasilitas Karyawan dan Kebersihan Karyawan

1. Tersedia fasilitas pencucian tangan didekat area pengolahan dengan jumlah yang memadai serta terdapat petunjuk cara mencuci tangan yang baik.
2. Memastikan karyawan menggunakan pakaian kerja yang bersih dan lengkap seperti menggunakan sarung tangan, tutup rambut, dan sepatu khusus.
3. Memastikan karyawan berperilaku hygiene yang tidak menyebabkan kontaminasi silang seperti mencuci tangan.
4. Setiap karyawan dipastikan dalam keadaan sehat.
5. Dipastikan terdapat program dan catatan pemeriksaan kesehatan karyawan termasuk penyakit infeksi yang berbahaya.



9) Penanganan Limbah dan Drainase

Pelaku usaha harus menangani limbah dengan baik serta melakukan pemeliharaan *drainase* dan sarana pengolahan limbah dengan rutin.





Mitigasi Risiko terkait Mikrob Resistan Antibiotik (2)



c. Mitigasi pada Proses Registrasi Pangan Olahan

Registrasi pangan olahan yang berbahan baku utama bahan segar asal hewan, perikanan, dan/atau tumbuhan serta Pangan Olahan yang menggunakan BTP Nisin dan/atau Natamisin harus dipastikan bahwa pangan olahan:

1. memenuhi persyaratan cemaran mikrob dalam pangan olahan yang dibuktikan melalui CoA dari laboratorium terakreditasi dan/atau laboratorium yang ditunjuk pemerintah.
2. apabila BTP Nisin dan/atau Natamisin digunakan harus sesuai dengan peraturan terkait BTP dengan dibuktikan CoA Nisin dan/atau Natamisin dari laboratorium yang terakreditasi atau laboratorium yang ditunjuk pemerintah.

d. Mitigasi Eksportasi Pangan Olahan

Pelaku usaha harus memastikan bahwa produk yang akan dikirimkan telah memenuhi ketentuan negara tujuan ekspor. Jika produk ekspor mengalami permasalahan di negara tujuan, maka pelaku usaha diminta melakukan penarikan produk tersebut untuk dilakukan pemusnahan.

e. Mitigasi Importasi Pangan Olahan

Importasi pangan olahan yang berbahan baku utama hewan, perikanan, dan/atau tumbuhan harus memiliki sertifikat jaminan keamanan pangan dari otoritas kompeten yang berwenang untuk pangan olahan impor dapat berupa *health certificate* dan/atau *free sale certificate* dan pemenuhan persyaratan cemaran mikrob dalam pangan olahan berupa CoA dan jika diperlukan dapat dilakukan pemeriksaan dengan laboratorium.

f. Mitigasi Apabila Terjadi Kasus (*Mock Recall*)

Hendaknya pelaku usaha menyimpan sampel tertinggal (*retain sample*). Lama penyimpanan sampel bergantung pada kebijakan perusahaan dan umumnya mempertimbangkan masa kedaluwarsa produk.

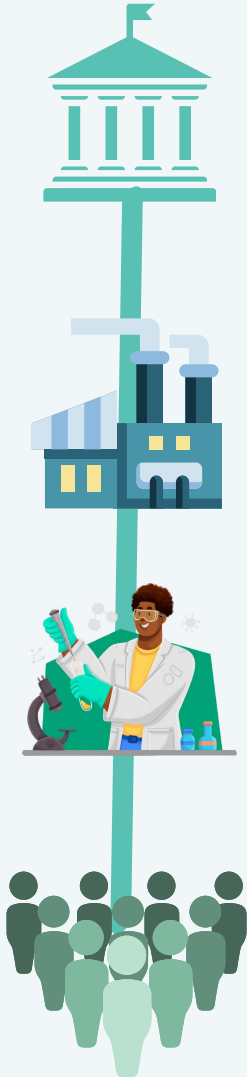
Pelaku Usaha Pangan harus melakukan simulasi penarikan Pangan sekurang-kurangnya 1 (satu) kali dalam setahun, dan mendokumentasikan hasil simulasi penarikan tersebut.

Untuk produk ekspor yang sedang bermasalah di negara tujuan akan dilakukan penarikan sementara produk tersebut yang beredar di negara Indonesia.

g. Mitigasi untuk Konsumen

Konsumen diharapkan tetap mempraktekkan higiene dan sanitasi dalam mengonsumsi pangan olahan, misalnya cuci tangan sebelum mengonsumsi pangan olahan. Pedoman yang dapat digunakan sebagai acuan adalah Lima Kunci Keamanan Pangan (5 *keys for safer food*) yang telah diterbitkan oleh *World Health Organization*.

Kesimpulan dan Penutup



Kesimpulan

Umumnya residu antibiotik dan keberadaan mikrob resisten antibiotika keberadaannya tidak dikehendaki dan dalam pangan olahan dan berpotensi dapat mengganggu kesehatan.

Mengingat risikonya dan agar sejalan dengan upaya pemerintah dalam melaksanakan Rencana Aksi Nasional dalam rangka pengendalian resistansi antimikrob di Indonesia, maka diperlukan berbagai upaya mitigasi yang dapat dilakukan agar keberadaan residu antibiotik dan AMR seminimal mungkin terdapat dalam pangan olahan yang berbahan baku hewan segar, ikan, atau tumbuhan.

“ Penutup

Penerapan pedoman ini memerlukan kerjasama semua pihak, baik pelaku usaha maupun seluruh stakeholder keamanan pangan di daerah dan pusat sehingga keberadaan antibiotik dan AMR dalam pangan olahan terminiliasir.

Pedoman ini disusun berdasarkan peraturan, pedoman, maupun literatur ilmiah terkini, baik dalam lingkup nasional maupun internasional. Namun demikian apabila terdapat data yang lebih terkini dapat menjadi perbaikan pedoman ini selanjutnya.





ISBN 978-602-415-138-6 (PDF)



9 786024 151386



Badan Pengawas Obat dan Makanan

Jl. Percetakan Negara No. 23, Jakarta Pusat 10560
2023