

KAJIAN PESTISIDA BERBAHAN AKTIF ANTIBIOTIKA

REVIEW ARTICLES OF ANTIBIOTICS USED AS PESTICIDE

Mariana Raini*

Pusat Biomedis dan Teknologi Dasar Kesehatan, Badan Litbangkes, Kemenkes RI, Jl. Percetakan Negara No. 23 Jakarta Pusat, Indonesia

*Korespondensi Penulis: mariana_raini@yahoo.com ; 081218954137

Submitted: 12-02-2014, Revised: 07-01-2015, Accepted: 03-03-2015

Abstrak

Penyakit tanaman yang disebabkan oleh bakteri dapat menghambat produksi panen dan sangat sukar dikendalikan karena selain gejala-gejala penyakit yang nampak, bakteri dapat masuk ke dalam jaringan tanaman sehingga sulit untuk dibasmi hanya dengan memangkas jaringan yang terinfeksi atau pemberian pestisida pada permukaan tanaman. Pestisida antibiotika merupakan senyawa kimia yang sangat baik untuk mengatasi penyakit bakteri dan jamur pada tanaman. Sayangnya, muncul strain bakteri resisten terhadap antibiotika telah membatasi efektifitas antibiotika tersebut dalam bidang medik. Resistensi pestisida antibiotika juga telah mengacaukan pengendalian penyakit pada tanaman. Kajian ini bertujuan untuk menganalisis pestisida antibiotika sehingga dapat dipertimbangkan penggunaannya di Indonesia. Metoda yang digunakan adalah mengkaji artikel pestisida antibiotika dari berbagai jurnal nasional dan internasional. Kajian ini akan menguraikan tentang pestisida antibiotika, jenis, cara kerja, toksisitas, resistensi, dampak yang ditimbulkan, sehingga dapat untuk pertimbangan registrasi di Indonesia. Dengan mempertimbangkan dampak yang ditimbulkan, perilaku petani, sebaiknya dilakukan evaluasi terhadap pestisida antibiotika dan tidak diizinkan untuk beredar di Indonesia.

Kata kunci : pestisida, antibiotik, resisten, kontrol

Abstract

Plant diseases that are caused by bacteria are able to inhibit the crop production. These diseases are very difficult to manage because of the silent symptoms and bacterias can get into the plant tissues that make it difficult to eradicate by pruning infected tissues or using pesticide on the plant surface. Antibiotic pesticide is an excellent chemical substance for the control of several bacterial and fungal diseases in plants. Unfortunately, the emergence resistant strains of bacteria to antibiotics has limited their medical efficacy and reducing plants disease control. The aim of this study is to review articles of studies on antibiotics used as pesticide. The method used is by reviewing and analyzing articles from national and international journals of pesticidal antibiotics. This study describes lists of antibiotic pesticides, mechanism, toxicity, resistance and its impacts as a consideration for registration in Indonesia. By considering the impact and behavior of farmers, antibiotic pesticides have to be evaluated and should not be allowed to be marketed in Indonesia.

Keywords : pesticide, antibiotics, resistance, control.

Pendahuluan

Indonesia merupakan negara agraris yang mengandalkan sektor pertanian sebagai sumber penghasilan dan untuk memenuhi kebutuhan pangan masyarakat. Salah satu faktor untuk mendukung keberhasilan di bidang pertanian adalah upaya pengendalian hama. Pestisida adalah bahan kimia atau campuran dari beberapa bahan

kimia yang digunakan untuk mengendalikan atau membasmi hama seperti serangga, tungau, tumbuhan pengganggu, jamur, bakteri dan virus, nematoda, siput, tikus, burung dan hewan lain yang dianggap merugikan.

Penggunaan pestisida juga mengandung risiko karena pestisida bersifat toksik dan dapat menimbulkan kerugian terhadap lingkungan dan

ekosistem. Beberapa jenis pestisida terutama jenis organoklorin masih terdeteksi meskipun penggunaannya telah dihentikan sejak tahun 1970 an.¹ Tingginya keracunan akibat pajanan pestisida di negara berkembang disebabkan oleh penggunaan pestisida yang sangat intensif, lemahnya peraturan, kurangnya sistem *surveilans*, buruknya penanganan pestisida di lapangan dan penggunaan pakaian pelindung, serta sistem kesehatan dan pendidikan yang belum baik.²

Penyakit tanaman yang disebabkan oleh bakteri dapat menghambat produksi panen. Penyakit ini sangat sukar dikendalikan karena selain gejala-gejala penyakit yang nampak, bakteri dapat masuk ke dalam jaringan tanaman sehingga sulit untuk dibasmi dengan pemangkasan jaringan yang terinfeksi atau pemberian pestisida pada permukaan tanaman. Selain itu, bakteri mengalami pertumbuhan yang eksponensial, sehingga populasi bakteri dapat berlipat beberapa kali dalam sehari, tergantung dari spesies dan kondisi lingkungan. Oleh karena itu, penyakit bakteri dapat menjadi wabah, ketika terlihat gejala, bakteri patogen akan tertanam dengan kuat dan merusak tanaman.³

Meskipun penyakit yang disebabkan bakteri pada tanaman relatif sedikit, namun dapat mengakibatkan kerugian ekonomi yang besar. Sebagai contoh penyakit layu pada tanaman kopi yang disebabkan *Fusarium xylaroides* di Afrika Pusat dan Timur telah menimbulkan kerugian sekitar \$1milyar.⁴ Usaha untuk menghilangkan penyakit pada tanaman jeruk yang disebabkan oleh *Xanthomonas campestris* pv., telah menyebabkan pemusnahan tanaman jeruk pada negara-negara teluk lebih dari 20 juta pohon,⁵ namun masalah belum terselesaikan juga.

Artikel ini bertujuan untuk mengkaji beberapa pestisida antibiotika yang banyak digunakan, mencakup jenis, toksisitas, cara kerja, dampak yang ditimbulkan, resistensi dan residu, sehingga dapat memberi masukan untuk pertimbangan dalam mengevaluasi peredaran pestisida antibiotika tersebut di Indonesia.

Kajian ini bertujuan untuk menganalisis pestisida antibiotika sehingga dapat dipertimbangkan penggunaannya di Indonesia. Metoda yang digunakan adalah mengkaji artikel pestisida antibiotika dari berbagai jurnal nasional dan internasional. Kajian ini akan menguraikan

tentang pestisida antibiotika, jenis, cara kerja, toksisitas, resistensi, dampak yang ditimbulkan, sehingga dapat untuk mengevaluasi pertimbangan registrasi di Indonesia.

Metode

Sumber kajian adalah laporan atau artikel penelitian pestisida antibiotika yang telah dipublikasikan di berbagai jurnal ilmiah. Artikel penelitian yang dikaji antara lain mencakup jenis, toksisitas, cara kerja, dampak yang ditimbulkan, resistensi dan residu dan lain lain. Artikel yang dikaji diperoleh dari laporan maupun artikel dari jurnal penelitian atau lembaga resmi terkait baik nasional maupun internasional. Pada mulanya artikel ada 45 artikel yang dikaji, setelah diseleksi berdasarkan kelayakan materi, tahun penerbitan maka 41 artikel yang layak dikaji.

Hasil

Dari sejumlah 41 artikel tentang pestisida antibiotika yang dikaji, terdapat 17 artikel pestisida antibiotika yang memberikan informasi tentang karakteristik, jenis, toksisitas, bahaya dan efek samping.

Jenis-Jenis Pestisida Antibiotika

Pada sekitar tahun 1950, segera setelah diperkenalkan antibiotika untuk pengobatan manusia, potensi antibiotika untuk pengobatan penyakit pada tanaman dieksplorasi. Dari sekitar 40 jenis antibiotika yang ditapis untuk mengatasi penyakit tanaman, 8 jenis digunakan secara komersial dan hanya streptomisin yang paling banyak digunakan.^{6,7} Beberapa pestisida antibiotika yang banyak digunakan di antaranya streptomisin, oksitetrasiklin, kasugamisin, validamisin dan blastisidin.

WHO mengelompokkan blastisidin dalam golongan Ib (sangat toksik) berdasarkan toksisitas akut 16mg/kgberat badan/hari. Sedangkan streptomisin, oksitetrasiklin, kasugamisin dan validamisin dikelompokkan dalam golongan 4.

Streptomisin

Streptomisin adalah antibiotika aminoglikosida, yang diperoleh dari *Streptomyces griseus* dan spesies *streptomyces* lainnya.⁵ Streptomisin digunakan untuk mengendalikan

Tabel 1. Jenis, Karakteristik, Toksisitas, Golongan Pestisida Streptomisin, Oksitetrasiklin, Kasugamisin, Validamisin dan Blastisidin.

Jenis	Streptomisin, ⁸⁻¹¹	Oksitetrasiklin ¹²⁻¹⁴	Kasugamisin ¹⁹⁻²²	Validamisin ²³⁻²⁵	Blastisidin S ²⁶⁻²⁸
Karakteristik	Bakterisida, fungisida	Bakteriostatik, fungisida	Bakteriostatik, fungisida	Bakterisida, fungisida	Bakterisida, fungisida
BMR	0,25 ppm (USA), 0,01ppm (Eropa)	0,35 ppm, 0,15 ppm (anggur)	0,05 ppm	0,001 ppm	-
Waktu paruh	5 jam	9 jam.	Tdk tersedia data	< 5 jam	< 2 hari (pH =6)
Toksisitas akut	<15.000mg/kg/hr (oral)	<5200 mg/kg/hr (oral)	>5000mg/kg/hr (oral)	>20.000mg/kg/hr (oral) 5000mg/kg/hr (dermal)	16mg/kg/hr(oral) 500mg/kg/hr (dermal)
Mutagenisitas	Bukan mutagen	Bukan mutagen	Bukan mutagen	Bukan mutagen	Bukan mutagen
Karsinogenisitas	Tidak menimbulkan kanker	Tidak menimbulkan kanker	Tidak menimbulkan kanker	Tidak tersedia data	Tidak menimbulkan kanker
Bahaya	Golongan IV	Golongan IV	Golongan IV	Golongan IV	Golongan II (EPA), Ib (WHO)
Efek samping	Hipotensi, pusing, mual, kulit kemerahan, hives,muntah. Alergi bagi yg sensitif	Nyeri perut, pusing, hilang rasa, mual, muntah, kulit sensitif thd sinar matahari, kulit kuning, alergi bagi yang sensitif	Iritasi pada mata dan kulit (hewan percobaan). Alergi bagi yang sensitif.	Alergi bagi yang sensitif, dermatitis, asma	Iritasi pada : saluran nafas, kulit, membrane mukosa, mata, nyeri kerongkongan, mual, pusing, batuk, luka kornea, konyungtivis, sesak
Alergi bagi yang sensitif.	Alergi bagi yang sensitif, dermatitis, asma	Iritasi pada : saluran nafas, kulit, membrane mukosa, mata, nyeri kerongkongan, mual, pusing, batuk, luka kornea, konyungtivis, sesak	Tertelan berkumur, basuh kulit dengan air sabun dan air.	Tidak ada antidote spesifik	Jika tertelan : pencucian lambung, berikan karbon aktif, endotreal intubation, pernafasan buatan.
Toksisitas pada lingkungan	Tidak bersifat toksik pada : burung, invertebrate, lebah, sedikit toksik pada ikan.	Bersifat toksik pada ikan.	Tidak bersifat toksik pada mamalia, burung, cacing, lebah dan ikan.	Tidak bersifat toksik : pada ikan, lebah	Bersifat toksik : pada ikan, moluska, zooplankton.

penyakit yang disebabkan oleh bakteri dan jamur pada buah-buahan tertentu, sayur-sayuran, biji-bijian, dan tanaman hias.⁵ Pestisida streptomisin terutama ditujukan untuk mengendalikan hama *fire blight*. *Fire blight* adalah suatu penyakit manular yang disebabkan oleh *Erwinia amylovora* pada tanaman apel, pir dan beberapa famili *Rosaceae*, pada kondisi optimal hama ini dapat memusnahkan seluruh tanaman dalam suatu kebun pada satu kali musim tanam. Penggunaan dalam kadar rendah dilakukan untuk mengendalikan penyakit bakteri pada budi daya bunga dan kentang, pembibitan tembakau dan

sayur-sayuran.⁸

Streptomisin bersifat bakterisid, bekerja dengan mengikat secara irreversibel ribosom bakteri dan menghambat sintesa protein.^{8,9} Pada kadar tinggi, streptomisin dapat bersifat fitotoksik pada tanaman, oleh karena itu penggunaannya cukup pada permukaan tanaman dan tidak diinjeksikan.¹⁰

Penelitian toksisitas sub kronis menunjukkan pemberian secara injeksi intra muskular pada hewan percobaan kucing akan mengalami *lost the righting reflex* dalam 3 minggu, sedangkan hewan yang sama,

mendapatkan streptomisin secara oral tidak.⁹ Secara kronis, pemberian secara oral streptomisin tidak mengindikasikan penyebab kanker.⁹ Pada hewan percobaan anjing, pemberian streptomisin mengakibatkan resistensi terhadap bakteri *coliform* pada tinja. Potensi yang sama terjadi pada flora saluran pernafasan.^{9,10}

Toleransi atau Batas Maksimum Residu (BMR) untuk streptomisin adalah 0,25 ppm ditetapkan untuk residu dalam seledri, lada, tomat, kentang dan pome fruits (apel, pir).^{10,11}

Toleransi lain telah ditetapkan oleh *Food and Drug Administration* (FDA) dan *US Department of Agriculture* untuk residu streptomisin yang digunakan sebagai obat hewan. *Codex Internasional* dan Kanada tidak memberikan toleransi untuk penggunaan streptomisin. Sedangkan Meksiko memberikan BMR sama dengan yang ditetapkan oleh Amerika Serikat.⁹

Oksitetrasiklin

Dalam kelompok oksitetrasiklin mencakup oksitetrasiklin, hidroksetrasiklin monoklorida dan kalsium oksitetrasiklin. Oksitetrasiklin adalah pestisida antibiotika yang digunakan untuk mengendalikan bakteri, jamur dan mikoplasma. Antibiotika ini dihasilkan secara alamiah dari *Streptomyces rimosus* dengan aktivitas spektrum seperti klortetrasiklin dan tetrasiklin dan bersifat termostabil.^{8,11} Pestisida ini terutama digunakan untuk mengendalikan *fire blight* pada apel dan pir yang sudah resisten terhadap streptomisin, juga stone fruits pada pir dan nektarin yang disebut *bacterial spot* disebabkan *Xanthomonas arboricola pv.* Pruni serta penyakit kuning yang mematikan.^{12,13} Oksitetrasiklin juga didaftarkan untuk digunakan pada tanaman hutan dan tanaman hias, semak-semak dan anggur. Di Amerika, penggunaan oksitetrasiklin pada apel telah disetujui oleh *Environmental Protection Agency* (EPA) sebagai pengecualian untuk keadaan darurat yang merupakan alternatif pengganti pada streptomisin resisten.¹⁴

Oksitetrasiklin bersifat bakteriostatik, tidak membunuh bakteri patogen yang ada dalam populasi sehingga kurang efektif jika dibandingkan dengan streptomisin.¹⁰ Antibiotika

ini bekerja dengan menghambat perkembangan sel-sel bakteri dengan mengikat secara reversible ribosom bakteri dan menghambat sintesa protein.^{8,15}

Oksitetrasiklin juga didaftarkan pada EPA untuk pengendalian penyakit infeksi pada hewan dan manusia dan juga sebagai tambahan makanan (*growth promoted*) untuk meningkatkan berat badan hewan. Oksitetrasiklin biasanya digunakan setiap 4 hingga 6 hari dan sampai 10 kali tiap musim tanam tergantung dari jenis tanaman dan cara penggunaan. Pestisida ini digunakan dengan menyemprotkan pada daun atau melalui semprotan dari udara, atau juga dengan menginjektikan tetrasiklin pada pohon. Hanya derivat tetrasiklin yang digunakan secara sistemik pada tanaman, namun injeksi tetrasiklin ini memerlukan biaya dan tenaga kerja yang mahal dan sering diulang karena gejala yang tertunda (*delay of symptoms*). Oleh karena itu, sediaan injeksi antibiotika ini hanya untuk tanaman-tanaman hias yang bernilai tinggi dan tidak untuk tanaman pertanian atau tanaman kehutanan.¹⁶

Tidak ada informasi penyemprotan oksitetrasiklin yang menimbulkan efek merugikan pada organisme tanah, pertanian dan binatang ternak. Akumulasi tetrasiklin sebagai obat hewan pada sedimen dapat bersifat toksik terhadap ikan.¹⁶ Meskipun kalsium oksitetrasiklin berpotensi toksik bagi mikroorganisme dalam tanah, oksitetrasiklin juga dihasilkan secara alamiah oleh bakteri tanah.¹⁶ Oleh karena itu EPA mengklasifikasikan kalsium oksitetrasiklin termasuk dalam kategori IV yang menunjukkan toksisitas akut dengan tingkat paling rendah.¹⁷ Pemberian oksitetrasiklin HCl dalam makanan mencit dan tikus selama 14 hari tidak memberikan efek samping bagi kesehatan.¹⁸ Suatu penelitian toksisitas oksitetrasiklin HCl yang diberikan dengan dosis tinggi pada tikus menunjukkan tingginya kematian induk tikus dan menimbulkan efek samping bagi kesehatan bayi tikus.¹⁹ Penelitian yang sama menggunakan mencit tapi tidak menimbulkan efek.¹⁹ Oksitetrasiklin HCl menunjukkan hasil yang negatif pada rangkaian pengujian yang didisain untuk menunjukkan interaksi kimia dengan DNA atau kerusakan kromosom, ini mengindikasikan tidak mungkin menimbulkan kanker.¹⁹

Kasugamisin

Kasugamisin termasuk antibiotika golongan aminoglikosida dari *Streptomyces kasugaensis*, termasuk dalam strain *Streptomyces* dan digunakan untuk mencegah pertumbuhan jamur *Pyricularia oryzae* Cavara yang menimbulkan bercak (*blast*) pada tanaman padi dan tomat juga dapat mencegah pertumbuhan bakteri pada bit, seledri, lada, kentang²⁰ dan scab pada apel dan pir.²¹

Berbeda dengan golongan aminoglikosida lainnya seperti streptomisin, kasugamisin bekerja pada fitopatogenik jamur dan bakteri, oleh karena itu kasugamisin tidak digunakan sebagai antibiotika, pada manusia maupun hewan.²² Sampai September tahun 2005, pestisida ini tidak terdaftar di Amerika Serikat, namun pada tahun 2010 pestisida ini boleh digunakan hanya pada tanaman apel untuk keadaan darurat ketika streptomisin dan oksitetrasiklin resisten.²⁰ Toleransi ditetapkan terhadap tomat dan lada yang berasal dari Meksiko. EPA menetapkan residu kasugamisin pada apel adalah 0,05 ppm,^{20,22} sedangkan pada buah-buahan dan sayuran 0,04 ppm.²³ Pada manusia, kasugamisin tidak berbahaya bagi kesehatan jika penggunaannya sesuai label.²³ Kasugamisin terurai oleh mikroba pada tanah dan air, oleh karena itu antibiotik ini diharapkan tidak berbahaya bagi lingkungan.²¹

Validamisin

Validamisin adalah antibiotika non sistemik untuk mencegah pertumbuhan bakteri dan jamur yang dihasilkan dari *Streptomyces hygroscopicus*. Antibiotika ini digunakan untuk mengatasi bercak pada daun padi dan mentimun. Validamisin tidak terdaftar di Amerika Serikat.

Antibiotika ini sangat efektif melawan penyakit-penyakit bakteri pada tanah dan juga untuk mengendalikan *Rhizoctonia solani* pada tanaman padi, kentang, sayuran, tembakau dan lain-lain, juga untuk mengatasi penyakit rebah kecambah pada saat persemaian sayuran, kapas, kentang, bit, padi dan tanaman lain.^{23,24}

Validamisin tidak bersifat fitotoksik jika digunakan sesuai label.²⁵ Pemberian makanan pada tikus dengan dosis 1000mg/kg/hari dan mencit yang menerima 2000mg/kg/hari, selama 90 hari tidak menimbulkan efek yang merugikan kesehatan. Sedangkan pemberian validamisin

40,4 mg/kg/hari pada makanan tikus, selama 2 tahun tidak menimbulkan efek pada kesehatan.²⁵

Blastisidin

Blastisidin merupakan antibiotik yang dihasilkan dari fermentasi *Streptomyces griseochromogens*. Pestisida ini dengan dosis 10-40g/ha, sangat baik untuk pengendalian penyakit bercak pada tanaman padi, namun bersifat fitotoksik terhadap tanaman lain seperti tomat, kentang, kedelai, tembakau.²⁶ Oleh karena itu, blastisidin diberikan dalam bentuk garam benzene amino benzene sulfonat untuk mengurangi sifat fitotoksiknya.

Blastisidin jika tertelan sangat beracun dan terkena mata dapat menyebabkan iritasi. Penelitian pada hewan coba menunjukkan pemberian blastisidin secara oral dengan dosis di bawah 5 mg berakibat fatal.²⁶ Secara kronis, paparan dermal dapat menimbulkan kerusakan kulit dan jika terabsorpsi dapat berefek sistemik.²⁷ Sedangkan, paparan inhalasi blastisidin dengan kadar rendah dapat menimbulkan gangguan pernafasan dan pada kadar tinggi akan menimbulkan perubahan fungsi paru di antaranya *pneumoconiosis* dengan gejala sukar bernafas dan bila diperiksa dengan sinar x akan terdapat bayangan pada paru. Hal ini disebabkan partikel yang berukuran lebih kecil dari 0,5 mikron berpenetrasi dan tinggal dalam paru-paru.²⁷

Hasil penelitian terhadap 30 subyek yang melakukan penyemprotan blastisidin pada tanaman padi, menunjukkan bahwa semua subyek ketika diperiksa dengan sinar x mempunyai bayangan pada paru.²⁸

Resistensi

Penggunaan antibiotika dalam pengobatan dan pertanian yang tidak diatur dengan baik akan menimbulkan terbentuknya reservoir bakteri yang resisten terhadap antibiotika. Masalah resistensi mikroba terhadap antimikroba tidak lagi terfokus pada penggunaan seluruh antibiotika secara medik tetapi juga termasuk antibiotika yang digunakan di bidang pertanian dan peternakan. Suatu studi literatur menunjukkan perkiraan antibiotika yang digunakan pada tanaman dibandingkan dengan penggunaan antibiotika secara keseluruhan kurang dari 0,5%.¹⁵ Meskipun demikian, resistensi

bakteri terhadap streptomisin pada tanaman yang patogen telah muncul sekitar 5 sampai 10 tahun⁸ setelah streptomisin digunakan.²⁹ Pada tahun 2010, di Amerika Serikat, telah terdeteksi bakteri *fire blight* resisten terhadap streptomisin di 4 Perkebunan (*farm*) dan tahun 2012, di 7 Perkebunan juga terjadi hal yang sama.³⁰ Sedangkan resistensi *Pyricularia oryzae Cavara* terhadap kasugamisin muncul hanya 3 tahun setelah kasugamisin diperkenalkan.²¹ Resistensi hanya muncul karena pemberian antibiotika pada bakteri tanaman patogen tidak berhasil.⁵

Muncul dugaan bahwa penyemprotan antibiotika pada tanaman di lingkungan terbuka dan lahan yang luas mungkin meningkatkan frekuensi gen antibiotika resisten, tidak hanya gen bakteri yang resisten terhadap streptomisin dan tetrasiklin tetapi resisten terhadap antibiotika lain yang mungkin dibawa oleh plasmid yang sama, dengan cara demikian meningkatkan risiko gen ini masuk pada bakteri pada manusia. Diasumsikan terjadi perpindahan plasmid dari matra lingkungan dalam hal ini tanaman atau kebun ke matra lain yakni usus manusia jika kondisi lingkungan mendukung.⁹

Adanya strain bakteri resisten terhadap antibiotika telah menurunkan efektifitas antibiotika tersebut dalam bidang medik. Resistensi bakteri *fire blight* terhadap streptomisin dan bercak terhadap kasugamisin juga telah mengacaukan pengendalian penyakit pada tanaman tersebut. Resistensi antibiotika telah dipublikasi secara luas dan merupakan ancaman besar untuk pengendalian penyakit infeksi mikroba.⁵ Usaha untuk menjaga efektifitas antibiotika dalam bidang medik telah mengakibatkan pengawasan ketat untuk semua antibiotika yang digunakan di dalam dan di luar bidang medik, termasuk penggunaan sebagai pestisida

Dampak Terhadap Lingkungan

Pestisida antibiotika bekerja dengan mengganggu mekanisme biologi yang penting pada bakteri atau jamur namun tidak hanya pada satu spesies. Residu antibiotika yang masuk melalui makanan, mungkin dapat membahayakan manusia dan lingkungan seperti bakteri di tanah, air, hewan air, serangga dan lain-lain. Pestisida antibiotika yang ideal adalah yang

bekerja cepat, sangat spesifik, hanya pada target organisme, cepat terdegradasi dan tidak merusak lingkungan.^{31,32}

Residu Antibiotika

Keamanan pangan dan kesehatan masyarakat harus menjadi pertimbangan utama dalam penggunaan antibiotika sebagai bahan aktif pestisida. Banyak produk pangan dan ternak yang teridentifikasi residu antibiotika. Penelitian yang dilakukan oleh Yuningsih, menunjukkan adanya residu antibiotika (penisilin, tetrasiklin, oksitetrasiklin, klortetrasiklin) dalam produk peternakan (susu dan daging).³³

Residu antibiotika juga dapat terjadi pada tanaman sayuran ataupun buah-buahan akibat penggunaan pestisida antibiotika pada pertanian. Dampak kesehatan pada manusia mungkin timbul akibat konsumsi produk secara langsung melalui konsumsi hewan dan pencemaran lingkungan seperti air, tanah dan udara.

Penggunaan Antibiotika di Amerika

Semua pestisida antibiotika yang digunakan pada kebun buah dan tanaman hias di Amerika Serikat, telah diatur oleh *Environmental Protection Agency* (EPA). Regulasi ini tidak hanya didasarkan pada efikasi zat tersebut terhadap kemampuan pengendalian penyakit. Proses registrasi tidak hanya sebatas evaluasi toksisitas dan karsinogenisitas dari produk atau derivatnya, tapi juga dampaknya terhadap lingkungan sekitar termasuk tanaman, insektisida, organisme air, dan kehidupan alam lainnya.^{6,9}

Di Amerika Serikat, penggunaan pestisida streptomisin dan oksitetrasiklin dilakukan dengan persyaratan ketat. Label produk ditulis secara rinci termasuk peraturan negara tambahan seperti jenis Alat Pelindung Diri (APD), sarung tangan, penutup wajah, harus digunakan oleh penyemprot dan orang-orang yang berkepentingan ketika mencampur pestisida. Pengaturan juga mencakup larangan memasuki wilayah yang disemprot antibiotika selama 12 jam setelah penyemprotan streptomisin atau oksitetrasiklin, tidak diperkenankan menggunakan pestisida antibiotika yang tidak sesuai dengan label.^{6,9}

Label produk juga harus memuat secara Spesifik Preharvest Interval (PHI) yang

dikeluarkan oleh EPA. PHI adalah suatu periode waktu antara waktu terakhir menyemprot dan waktu panen. PHI dimaksudkan untuk menghilangkan atau membatasi residu pestisida. PHI beragam tergantung jenis pestisida dan tanamannya misalnya untuk oksitetrasiklin dan streptomisin antara 21- 60 hari. Antibiotika hanya digunakan pada tanaman yang mempunyai risiko tinggi terkena penyakit, oleh karena itu pada umumnya tanaman tidak disemprot antibiotika secara berkala. Penggunaan antibiotika efektif umumnya kurang dari 1 minggu dan dengan cara ini residu antibiotika tidak ditemukan pada saat panen.^{6,9}

Selain itu, streptomisin maupun oksitetrasiklin berpotensi menyebabkan alergi bagi orang yang sensitif. Oleh karena itu, EPA menetapkan bahwa label harus juga mencantumkan: disemprotkan pada daun, berpotensi menyebabkan alergi pada orang yang sensitif, mandilah setelah melakukan penyemprotan.^{6,9}

Sampai tahun 2005, Amerika Serikat hanya mengizinkan dua antibiotika sebagai pestisida yaitu streptomisin dan oksitetrasiklin dengan persyaratan yang ketat dilakukan diantaranya dengan mempertimbangkan kerugian yang ditimbulkan karena hama dan kepatuhan pengguna pestisida tersebut terhadap persyaratan pada label. Meskipun demikian, masih terjadi resistensi bakteri *E amylovora* terhadap kedua antibiotika tersebut sehingga kasugamisin digunakan untuk mengendalikan hama *fire blight*.

Penggunaan Pestisida Antibiotika di Uni Eropa.

Europe Commision, Health and Consumer Protection telah mengumpulkan data resistensi mikroba terhadap streptomisin sejak tahun 1999. Streptomisin telah ditarik dari peredaran berdasarkan keputusan komisi 2004/129E. Sedangkan untuk kasugamisin, telah ditarik dari peredarannya berdasarkan keputusan komisi 2005/303/EC. Berdasarkan keputusan ini maka kedua pestisida antibiotika tersebut tidak boleh beredar di seluruh negara Eropa.⁸ *The European Economic Community* (EEC) juga telah melarang semua penggunaan pestisida antibiotika pada tanaman organik.

Penggunaan Pestisida Antibiotika Kanada, Jepang.

Canadian General Standards Board, CODEX Alimentarius Commision dan *Japan Agricultural Standard for Organic Production* tidak memasukkan streptomisin dan oksitetrasiklin dalam penggunaan lain selain obat.⁸ Kanada tidak mencantumkan pestisida berbahan aktif antibiotik dalam daftar pestisida yang diijinkan.

Penggunaan Pestisida Antibiotika di Indonesia

Pestisida antibiotika telah digunakan di Indonesia untuk mengatasi hama pada tanaman, baik yang disebabkan oleh bakteri maupun jamur. Ada beberapa senyawa antibiotika yang digunakan sebagai fungisida dan bakterisida dalam bidang perlindungan tanaman, seperti streptomisin, kasugamisin, validamisin, dan lain sebagainya. Oksitetrasiklin didaftarkan dengan nama dagang Bactocyn 150 AL untuk mengendalikan penyakit layu bacteria (*Ralstonia solanacearum*) pada tanaman cabai. Streptomisin sulfat didaftarkan dengan nama dagang Agrept 20 WP untuk mengendalikan penyakit layu bakteri (*Pseudomonas solanacearum*) pada tomat dan penyakit busuk basah (*Erwinia carotovora*) pada tanaman kubis.¹¹ Kasugamisin terdaftar dengan nama dagang Kasumin 20 AS untuk mengendalikan penyakit bercak belah ketupat (*Pyricularia oryzae*) pada tanaman padi dan antraknosa (*Colletotrichum capsici*) pada tanaman cabai. Validamisin terdaftar dengan nama dagang Validacin 3 AS untuk mengendalikan penyakit hawar pelepah daun oleh *Rhizoctonia solani* pada tanaman padi dan busuk hitam *Xanthomonas campestris* pada kubis.³⁴ Semua pestisida di atas terdaftar dan digunakan di Indonesia. Pestisida ini dijual di kios-kios pertanian. Petani sering menggunakan kasumin untuk menghilangkan bercak *blast* pada tanaman padi.³⁴

Pembahasan

Di Indonesia, tingkat keracunan pestisida organofosfat dan karbamat yang banyak digunakan masyarakat masih tinggi. Penelitian yang dilakukan oleh Maria Goreti menunjukkan disiplin petani penyemprot masih rendah, seperti 88% petani menggunakan dosis yang lebih

tinggi dari label pada kemasan, 81% petani tidak menggunakan APD lengkap, 72% petani berperilaku buruk seperti menyemprot tidak sesuai dengan arah angin, tidak menggunakan pengaduk sewaktu mencampur pestisida dalam air, 66% petani hanya tamat SD.³⁵ Pada umumnya petani berpendidikan rendah, sehingga sukar diharapkan untuk mematuhi ketentuan-ketentuan label produk. Adanya penyuluhan yang disampaikan oleh penyuluh pertanian ataupun yang diberikan oleh Dinas Kesehatan setempat, tidak banyak mengubah perilaku petani penyemprot. Selain itu, petani lebih kerap terpapar iklan pestisida dari produsen.

Resistensi antimikroba merupakan salah satu masalah kesehatan dunia saat ini yang mengancam kesehatan masyarakat.^{8,36,37} WHO telah menunjuk Kementerian Kesehatan sebagai *national focal point* dalam mengendalikan resistensi antimikroba. Penggunaan antimikroba khususnya antibiotika pada tanaman dapat berkontribusi bagi resistensi bakteri patogen pada manusia. Organisme patogen mempunyai pergerakan gen dalam bakteri tidak semata-mata vertikal dari orang tua ke anak/keturunan tetapi dapat juga horizontal dari satu spesies bakteri ke spesies lainnya. Oleh karena itu koloni bakteri dalam tanah yang resisten dapat menyediakan material genetik pada resistensi bakteri patogen pada manusia.³⁸ Penemuan antibiotika baru sangat sukar³⁷ dan jauh lebih lambat dibandingkan dengan perkembangan resistensi bakteri terhadap antibiotika sehingga diperlukan pengendalian resistensi antibiotika. Pengendalian resistensi antibiotika seharusnya dilakukan secara terpadu (multi sektor) antara Kementerian Kesehatan dan Kementerian Pertanian karena antibiotika digunakan dalam bidang peternakan, pertanian dan kesehatan. Sampai saat ini, Kementerian Kesehatan telah membentuk Program Pengendalian Antimikroba Resisten (PPRA) yang dipimpin oleh Direktur Jenderal Bina Upaya Kesehatan (BUK), melibatkan 20 Rumah Sakit, beberapa Fakultas Kedokteran, Badan POM, Dirjen Bina Farmasi dan Alat Kesehatan, Badan Litbang Kesehatan, Dirjen Pemberantasan Penyakit, Dinas Kesehatan Provinsi, namun belum melibatkan Kementerian Pertanian secara aktif.³⁹ Di Amerika Serikat, *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC) dalam melakukan

pengendalian resistensi melalui rantai makanan, bekerja sama dengan *The United States of Food and Drug Administration* (FDA), *The United State of Departement Agricultural* (USDA), dan *State and Local Health Departement*.⁴⁰ Belum adanya publikasi tentang resistensi bakteri terhadap antibiotika untuk mengatasi penyakit pada tanaman bukan berarti tidak atau belum terjadi resistensi mikroba terhadap antibiotika pada tanaman di Indonesia. Dibutuhkan data penelitian tentang uji resistensi mikroba terhadap antibiotika pada tanaman khususnya di Indonesia, mengingat pestisida yang berbahan aktif antibiotika telah digunakan di Indonesia. Oleh karena itu, sebaiknya dilakukan evaluasi terhadap penggunaan pestisida antibiotika untuk tidak diizinkan beredar, mengingat dampak yang ditimbulkan, perilaku petani penyemprot dan masih ada alternatif pengganti. Alternatif pengganti pestisida antibiotika di antaranya adalah penyemprotan dengan larutan tembaga, atau dengan produk *biocontrol*.^{30,41}

Kesimpulan

Resistensi antimikroba merupakan masalah global dan penanggulangannya harus dilakukan multi sektor. Adanya resistensi pestisida antibiotika terhadap mikroba di Amerika Serikat dan negara-negara lain harus menjadi bahan pertimbangan dalam penggunaan pestisida antibiotika di Indonesia. Di samping itu, perilaku petani penyemprot di Indonesia yang kurang baik, masih tingginya prevalensi penyakit-penyakit infeksi dan adanya alternatif pengendalian lain selain pemberian pestisida antibiotika, maka sebaiknya dilakukan evaluasi penggunaan pestisida antibiotika agar tidak diizinkan untuk digunakan di Indonesia. Begitu juga terhadap pestisida antibiotika yang sedang beredar, sebaiknya tidak diperpanjang izin edarnya.

Daftar pustaka

1. Pesticide Action Network North America. Organochlorine Pesticide. diperoleh dari <http://www.panna.org>, 20 agustus 2013
2. Thundiyil YG, Stober J, Besbelli N, Pronczuk J. Acute pesticide poisoning : a proposed classification tool. *Bulletin of World Health Organization*, March 2008;86(3): 161-240.

3. Levy SB. The Antibiotic Paradox: How Miracle Drugs are Destroying the Miracle. New York: Plenum Press. 1992. diperoleh dari <http://www.apua.org>, 15 Maret 2013.
4. Flood J. Coffe Wilt Disease. UK: CABI. 2009. p. 28-49. ISBN: 978-1-84593-64-9.
5. Mc Manus PS. Antibiotics for Plant Diseases Control: Silver Bullets or Rusty Sabers?, 2000, diperoleh dari <http://www.apsnet.org/publications/apsnetfeatures/Pages/AntibioticsForPlants.aspx>, 15 Maret 2013.
6. Mc Manus PS, Stockwell VO. Antibiotics Use for Plant Disease Management in United of States. March 2001. Online. Plant Health Progress doi:10.1094/PHP-2001-0327-01-RV.
7. Vidaver AK. Uses of Antimicrobials in Plant Agriculture. Clin. Infec. Dis. 2002;34: 107-10.
8. Stockwell VO, Duffy B. Use Antibiotics in Plant Agricultural. Reff. Sci. Tsch. Off. Int. Epiz. 2012;31(1):199-210.
9. EPA Office of Pesticide Programs. Pesticide reregistration eligibility decisions (REDs) fact sheets. 2009.
10. Mc Manus PS, Jones AL. Epidemiology and genetic analysis of streptomycin-resistant *Erwinia amylovora* from Michigan and evaluation of oxytetracycline for control. Phytopathology, 1994; 84:627-33.
11. Environmental Protection Agencies (EPA). Streptomycin and Streptomycin Sulfate, last updated 2013 January, diperoleh dari www.epa.gov/oppsrrd1/REDs/ 15 Maret 2013.
12. US Departement of Agriculture Government. Tetracycline (Oxytetracycline Calcium Complex) Crops, Technical Evaluation Report. January 2007: 7-9.
13. Christiano RSC, Reilly CC, Miller WP, Scherm H. Oxytetracycline dynamics on peach leaves in relation to temperature, sunlight, and simulated rain. Plant Dis. 2010; 94:1213-8.
14. Sundin GW, Werner NA, Yoder KS, Aldwinckle HS. Field evaluation of biological control of fire blight in the easter United States. Plant Disease. 2009; 93:386-94.
15. Manus PS. Antibiotic Use and Microbial Resistance in Plant Agriculture, diperoleh dari <http://newsarchive.asm.org/aug00/forum.asp>, 17 Maret 2013.
16. Danish Environmental Protection Agency (DEPA). Environmental Assessment of Veterinary Medicinal Products in Denmark. Environmental Project 2003; 659. diperoleh dari <http://www.mst.dk/udgiv/publications/2002/87-7944-971-9/pdf/87-7944-972-7.pdf>. Ophardt, C.E, 17 Maret 2013.
17. EPA. R.E.D. FACTS: Hydroxytetracycline Monohydrochloride and Oxytetracycline Calcium. EPA-738-F-93-001. Office of Prevention, Pesticides And Toxic Substances. <http://www.epa.gov/oppsrrd1/REDs/factsheets/0655fact.pdf>.
18. Technical Evaluation Report, Tetracycline (Oxytetracycline Calcium Complex), 2006 diakses dari www.ams.usda.gov/AMSV1.0/getfile?dDocName=STELPRDC5067963
19. EPA, Pesticide Fact Sheet for Kasugamycin, 2005 diakses dari http://www.epa.gov/pesticides/chem_search/reg_actions/registration/fs_PC-230001_01-sep-05.pdf, 20 Maret 2013
20. EPA, Kasugamycin, Federal Register April 2010; 75: 71
21. Crop Protection Compendium, Kasugamycin diakses dari <http://www.cabi.org/CPC> 2 September 2013
22. Health Canada, 2013, Kasugamycin, diakses dari http://www.hc-sc.gc.ca/cps-spc/pubs/pest/_decisions/rd2013-07/index-eng.php, 7 Juli 2013
23. Thomson WT. Agricultural Chemicals Book IV Fungicides. Thomson Publications. Fresno, CA 1982.
24. The Agrochemicals Handbook, Validamycin, Royal Society of Chemistry Information Systems, Unwin Brothers Ltd. 1995; 3th ed.
25. Krieger S. Diseases Control Agent : Validamycin, dalam Hayes' Handbook of Pesticide Toxicology 2001; 3th, Elsevier Inc., 2001;3(1): 178-80.
26. Krieger S, Diseases Control Agent : Blasticidin S, dalam Hayes' Handbook of Pesticide Toxicology 2001; 3th, Elsevier Inc., 2001; 3 (1): 173-5.
27. Tomlin CDS, ed, 2002, Blasticidin-S (2079-00-7). in: The e-Pesticide Manual 2002; 2(2).
28. Hirono K; Zasshi NI, Blasticidin S (Niigata Med J). 1974;88(2): 64-9.
29. Technical Evaluation Report, Streptomycin Crops, 2006 (6b/v) diakses dari www.ams.usda.gov/AMSV1.0/, 23 Maret 2013.
30. Sundin GW, Oxytetracycline for fire blight control : Use restriction on the Mycoshield Label, Michigan State University Extension, Departement of Plant Pathology 2012, diperoleh dari <http://msue.anr.msu.edu/news/Oxytetracycline>, 28 Desember 2014
31. Lah K, Pesticides 2011, diakses dari <http://toxipedia.org/display/toxipedia/Pesticides>, 20 Agustus 2013
32. Gerbang Pertanian, Antibiotika diakses dari www.gerbangpertanian.com, 23 Maret 2013
33. Yuningsih, Keberadaan residu antibiotika dalam produk peternakan, diperoleh dari balitnak.litbang.deptan.go.id/index.php, 15 Maret 2013

34. Yuantari MGC, Studi Ekonomi Lingkungan Penggunaan Pestisida dan Dampaknya Pada Kesehatan Petani di Area Pertanian Hortikultura Desa Sumber Rejo, Kecamatan Ngablak, Kabupaten Magelang Jawa Tengah, Tesis, Universitas Diponegoro 2009, Semarang
35. Strong G, Memecah Kebisuan, Pestisida dan Perkebunan, Pesticide Action Network Asia and the Pacific (PAN AP) 2002, diakses dari http://p7953.typo3server.info/uploads/media/Plantation_module_BIndonesia_01.pdf, 2 September 2013
36. Jaipur Declaration on Antimicrobial Resistance, 2011, diperoleh dari www.who-11_amr_jaipur_declaration
37. Davies J., Davies D., Origins and Evolution of Antibiotic Resistance, *Microbiol. Mol. Biol. Rev. Sep. 2010*; (74): 417-433
38. Shistar T, Antibiotics in Fruit Production, *Pesticides and You 2011*: 31 (2)
39. Kementerian Kesehatan, Menkes Lantik Anggota BPRS, Komite PRA, Serta Serahkan Sertifikat JCI, Oktober 2014.
40. Centers for Disease Control and Prevention, National Strategy to Combat Antibiotic Resistant-Bacteria diperoleh dari www.cdc.gov/drugresistance/national-strategy, 28 Desember 2014
41. University of California Agricultural and National Resources, Pear, Fire Blight Pathogen : *Erwinia amylovora*, 2012 November, diperoleh dari <http://www.ipm.ucdavis.edu/PMG/>, 28 Desember 2014.