

Instrumen pencegahan pencemaran lingkungan akibat pestisida

Eliza Sinta Theresia ^{1*}, Harry Alfiansyah ¹, Nurmansyah Ardikoesoema ¹, Yana Anjana Saputra ¹, dan Calista Mutia Gunandar¹

- ¹ Program Studi Magister Ilmu Lingkungan, Sekolah Ilmu Lingkungan, Universitas Indonesia
* Korespondensi: eliza.sinta21@ui.ac.id

Tanggal Diterima: 29 Juli 2023

Tanggal Revisi: 30 Juli 2023

Tanggal Terbit: 30 Juli 2023

Abstract

The excessive use of chemical pesticides by farmers worldwide has been a longstanding practice, and it has led to increasingly severe environmental hazards. Many researchers have revealed that the use of chemical pesticides has significant impacts on the environment. The inefficiency of chemical pesticide usage is evident as only one percent of the applied chemicals actually reach their target. One common type of chemical pesticide used in Indonesia since 1950 is the one based on the active ingredient carbofuran. This study employs a descriptive literature review methodology. The research findings suggest that new policies regarding the distribution of chemical pesticides in Indonesia are highly necessary, especially when considering cases of land damage and their health impacts. Such policies should be adaptable to accommodate the future developments in agricultural technology.

Keywords: pesticides; carbofuran; land degradation; agricultural technology

Abstrak

Praktik penggunaan pestisida kimia oleh para petani di seluruh dunia yang berlebihan sudah terjadi sejak lama dan membuat bahayanya semakin parah untuk lingkungan. Telah banyak peneliti mengungkap bahwa penggunaan pestisida kimia akan berdampak pada lingkungan. Bahwa penggunaan pestisida kimia tidak efisien karena dari sejumlah pestisida kimia yang diaplikasikan, hanya satu persen yang tertuju pada sasaran. Salah satu jenis pestisida kimia yang umum digunakan di Indonesia sejak tahun 1950 adalah pestisida kimia yang berbahan dasar zat aktif karbofuran. Penelitian ini menggunakan sistem deskriptif literature review. Penelitian ini menemukan Kebijakan baru dalam peredaran pestisida kimia di Indonesia sangat diperlukan apabila ditinjau melalui kasus kerusakan lahan dan dampaknya bagi kesehatan. Kebijakan tersebut sifatnya harus adaptable agar dapat menyesuaikan perkembangan teknologi pertanian di masa depan.

Kata kunci: pestisida; karbofuran; kerusakan lahan; teknologi pertanian

Cite This Article:

Theresia, E. S., Alfiansyah, H., Ardikoesoema, N., Saputra, Y. A., & Gunandar, C. M. (2023). Instrumen pencegahan pencemaran lingkungan akibat pestisida. *Journal of Character and Environment*, 1(1), 72-84. <https://doi.org/10.61511/jocae.v1i1.2023.253>



Copyright: © 2023 by the authors.
Submitted for possible open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

1. Pendahuluan

Pestisida adalah suatu inovasi dalam industri pertanian yang dirancang untuk melindungi tanaman dari serangga, hama, dan gulma. Bahan zat kimia yang diproduksi ini secara substansial dapat memberikan manfaat pada industri pertanian secara global dan ketahanan pangan dalam berbagai cara, tetapi juga secara nyata memberikan potensi bahaya bagi kelestarian lingkungan terdampak industri pertanian dan kesehatan masyarakat secara umum. Praktik penggunaan pestisida kimia oleh para petani di seluruh dunia yang berlebihan sudah terjadi sejak lama dan membuat bahayanya semakin parah untuk lingkungan. Diperkirakan produksi bahan pestisida kimia terus meningkat tiap tahunnya di tingkat global dengan kampanye kontradiktif yaitu dalam rangka ketahanan

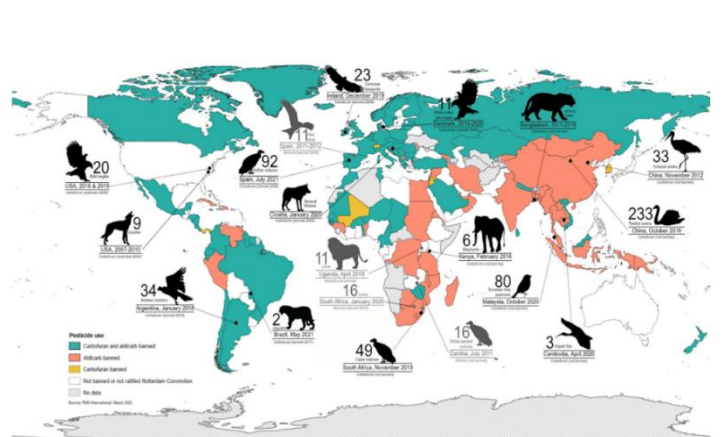
pangan global. Hal ini menunjukkan fenomena yang luar biasa bahwa ketergantungan pestisida menimbulkan tantangan jangka panjang terhadap pengelolaan lingkungan dan kesehatan masyarakat global. Menurut World Health Organization atau WHO, sampai pada tahun 2017 terdapat 18,2 gangguan pada setiap 100.000 orang dari seluruh dunia karena gangguan kesehatan sebagai dampak dari penggunaan pestisida. Kejadian keracunan pestisida di Indonesia, terdapat 771 kasus pada tahun 2016 dan 124 kasus pada tahun 2017 (Oktaviani & Pawenang, 2020). WHO juga memperkirakan bahwa setiap tahun terjadi 1 sampai 5 juta kasus keracunan karena pestisida pada pekerja di sektor pertanian yang sebagian besar terjadi di negara berkembang, salah satu contoh negara berkembang tersebut adalah Indonesia.

Dalam hal lingkungan, telah banyak peneliti mengungkap bahwa penggunaan pestisida kimia akan berdampak pada lingkungan. Bahwa penggunaan pestisida kimia tidak efisien karena dari sejumlah pestisida kimia yang diaplikasikan, hanya satu persen yang tertuju pada sasaran (Pimentel, 1993). Sisanya akan terbuang ke lingkungan dalam bentuk limbah yang sangat berbahaya karena berdampak langsung terhadap manusia dan lingkungan (Wilkinson, 1988). Tingkat bahayanya tergantung pada sifat racun, jumlah limbah, dan lamanya kontaminasi (WHO, 1997). Tingginya pencemaran lingkungan dan membunuh atau bahkan memusnahkan berbagai jenis makhluk hidup yang disebabkan oleh berbagai jenis pestisida kimia (Carson, 1990).

Apabila ditinjau melalui aspek kesehatan masyarakat, pestisida memberikan ancaman yang terus menerus sehingga berdampak serius bagi kesehatan manusia. Adapun bentuk gangguan kesehatan oleh pestisida kepada manusia dapat melalui berbagai mekanisme, antara lain berasal dari paparan pada kulit, paparan pada pernapasan, paparan pada mulut, paparan pada mata, dan kontaminasi pada makanan dan air yang dikonsumsi sehingga secara lebih lanjut akan menimbulkan berbagai ancaman penyakit dan gangguan pada manusia, termasuk ancaman kanker, gangguan pernapasan akut, diabetes melitus, penyakit parkinson, penyakit leukemia, gangguan mental, penyakit saraf dan lain sebagainya.

Dalam hal ekonomi, meskipun pestisida dianggap sebagai inovasi yang dapat menopang perekonomian dan ketahanan pangan, namun banyak peneliti menyimpulkan hal yang kontradiktif. Contohnya di Amerika Serikat, kerugian biaya akibat dampak pestisida bagi kesehatan dan lingkungan diperkirakan mencapai 9,6 miliar dolar Amerika Serikat. Biaya tambahan mencakup proses registrasi dan pembelian pestisida. Proses akumulasi zat atau produk pestisida baru membutuhkan waktu beberapa tahun hingga selesai karena membutuhkan lebih dari 70 jenis uji lapang dan memakan biaya sebesar 50–70 juta dolar Amerika Serikat untuk satu pestisida (Pimentel, 1993). Biaya eksternal penggunaan pestisida kimia di Nigeria ketika sedang mengendalikan belalang menyebabkan biaya eksternal senilai 253.800.956 FCFA (1 dolar Amerika Serikat=610 FCFA) (Houndekon & De Groot, 1998). Sebagai contoh yang terjadi di Thailand, kerugian langsung biaya eksternal mencapai 1.104,3 juta Baht pada tahun 1992 yang disebabkan buah-buahan dan sayuran tidak dapat dipasarkan karena melebihi batas minimum residu pestisida kimia (Jungbluth, 1996). Selanjutnya di Filipina, setiap petani menanggung biaya kesehatan sebesar 1.343 Peso (Rola & Pingali, 1993). Jerman harus mengeluarkan biaya 128-186 juta *Deutsche Mark* per tahun untuk membersihkan kontaminasi sumber air minum oleh residu pestisida kimia (Fleischer, 1999).

Intensifikasi pertanian yang terjadi di Indonesia adalah salah satu kebijakan utama pemerintah dalam rangka memenuhi kebutuhan pangan dalam negeri dan hal ini sejalan dengan laju pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat tiap tahunnya. Sehingga pola penggunaan pestisida kimia hingga saat ini masih menjadi suatu tantangan yang terjadi di Indonesia. Salah satu jenis pestisida kimia yang umum digunakan di Indonesia sejak tahun 1950 adalah pestisida kimia yang berbahan dasar zat aktif karbofuran.



Gambar 1. Kejadian keracunan satwa liar dengan pestisida karbofuran.
(Sumber: López-Bao & Mateo-Tomás (2022))

Karbofuran adalah pestisida karbamat yang banyak digunakan dalam bidang pertanian. Karbamat ialah insektisida yang bersifat sistemik dan berspektrum luas sebagai nematosida dan akarisida (Swacita, 2017). Di Thailand, karbofuran digunakan untuk mengendalikan serangga dan nematoda saat kontak atau setelah tertelan di sawah. Karbofuran memiliki kelarutan air yang tinggi yaitu 351 mg/L dan sangat mudah bergerak di dalam tanah (Tariqa *et al.*, 2006), oleh karena itu, potensi pencemaran air tanah yang tinggi selanjutnya menjadi perhatian lingkungan yang besar. Penggunaan karbofuran secara terus menerus pada area pertanian dapat menimbulkan resiko pencemaran terhadap air permukaan dan tanah (Thapinta & Hudak, 2000). Karbofuran memiliki efek kronis pada organisme akuatik melalui penghambatan kolinesterase, neurotoksisitas dan efek reproduksi (de Melo Plese *et al.*, 2005). Serapan akut karbofuran melalui paparan yang tidak disengaja dapat menyebabkan toksisitas akut dan kematian pada organisme dan manusia (Satar *et al.*, 2005). Oleh karena itu, sangat penting untuk menghilangkan senyawa karbofuran dari lingkungan yang terlanjur terkontaminasi.

Pertemuan ke-8 Konvensi Rotterdam pada tahun 2017 mengategorikan karbofuran sebagai jenis pestisida yang disarankan untuk dilarang penggunaannya karena berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan (UNEP & FAO, 2017). Saat ini penggunaan karbofuran telah dilarang di Kanada, Uni Eropa dan banyak negara di Asia termasuk Tiongkok. Namun, Indonesia sebagai salah satu negara agraris terbesar di dunia masih menggunakan pestisida berbasir karbofuran dan bahan berbahaya lainnya dalam aktivitas pertaniannya.

Adapun senyawa ini dikenal bersifat toksik pada mamalia dan pada level tertentu akan menjadi lebih toksik pada jenis unggas yang sebenarnya bukan target utama dari tujuan penggunaan insektisida jenis ini. Pada unggas, karbofuran menjadi sangat toksik karena terjadi proses biomagnifikasi akibat memakan serangga yang mati akibat karbofuran itu sendiri sehingga terjadi kematian unggas secara mendadak. Pada level tertentu, diketahui bahwa kandungan aktif karbofuran dalam furadan dapat menimbulkan residu dalam telur ayam sebesar 8,2%. Pengaplikasian karbofuran melalui penyemprotan menjadi potensi intoksikasi pada hewan liar, hewan ternak, dan pada akhirnya berdampak bagi manusia. Secara teoritis, insektisida lebih mudah terserap melalui saluran pencernaan dan inhalasi, namun jarang terjadi melalui absorpsi kulit (Indraningsih, 2008). Meski demikian, menurut Djojosumarto dalam Pamungkas (2016), kontaminasi pestisida melalui kulit ditemukan lebih dari 90% melalui jalur paparan kulit. Beberapa faktor yang mempengaruhi hal tersebut di antaranya adalah ketika proses penyemprotan, pencampuran pestisida, dan proses pencucian peralatannya yang tidak jarang para

pekerja yang menggunakan pestisida tidak menggunakan pelindung kulit sehingga mengakibatkan paparan atau kontaminasi yang terus menerus.

2. Metode

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan cara mendeskripsikan hasil review pada penelitian terdahulu. Tinjauan literatur adalah karya akademik yang menunjukkan pengetahuan dan pemahaman tentang topik tertentu dalam konteks literatur akademik. Tinjauan literatur juga mencakup evaluasi kritis terhadap materi; Oleh karena itu, ini disebut sebagai tinjauan literatur daripada tinjauan literatur.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Voluntary

Pendekatan sukarela (*voluntary approach*) diartikan sebagai suatu keadaan dimana badan usaha secara sukarela, atas inisiatifnya sendiri membuat komitmen dan meningkatkan kinerja pengelolaan lingkungannya, meskipun tidak diwajibkan oleh peraturan perundangan atau tanpa paksaan pemerintah (Rahman, 2020). Ciri penting dari pendekatan sukarela berkaitan dengan adanya keinginan untuk berkontribusi dalam menurunkan tingkat pencemaran akibat ketentuan yang belum diatur di dalam peraturan perundang-undangan (Wibisana, 2019). Pendekatan sukarela dapat berupa kemitraan lingkungan (*environmental partnership*) yang bersifat sukarela yang dikembangkan oleh pemerintah dan pelaku usaha untuk menemukan instrumen penataan lingkungan dan tidak lagi mengandalkan pada ketentuan yang bersifat memaksa (Rahman, 2020; Wibisana, 2019).

Pendekatan sukarela dapat diimplementasikan untuk mengurangi ketergantungan penggunaan karbonfuran dalam meningkatkan produktivitas pertanian. Salah satu bentuk *voluntary approach* berupa penyuluhan praktik pertanian berkelanjutan dengan memperkenalkan dan menjelaskan penerapan teknologi pertanian yang lebih ramah lingkungan kepada petani. Salah satu pelaksanaan *voluntary approach* adalah program Sekolah Lapang Pengendalian Hama Terpadu (SL-PHT). Program ini dilaksanakan oleh Pemerintah Daerah dan pelaku usaha untuk mengembangkan sayur berbasis organik dengan kegiatan utamanya memproduksi biopestisida secara mandiri. Biopestisida adalah pestisida yang bahan dasarnya berasal dari bahan alami baik dari tumbuhan (biopestisida nabati) dan hewa (biopestisida hewani) yang relatif mudah dibuat dengan kemampuan dan pengetahuan yang terbatas (Tarukallo *et al.*, 2014). Penelitian Tarukallo *et al.*, (2014) mengenai kegiatan SL-PHT di Kelurahan Sedana dan Kelurahan Palopo, SulSel menunjukkan bahwa pasca program SL-PHT mayoritas petani telah beralih menggunakan pestisida nabati karena perolehan bahan dasar pestisida nabati lebih mudah diperoleh.

Pelaksanaan *voluntary approach* juga dilakukan secara mandiri oleh pelaku usaha seperti kegiatan penaburan pestisida ramah lingkungan pada lahan demonstrasi plot yang dilaksanakan oleh FMC Indonesia. Melalui kegiatan ini, badan usaha terkait memperkenalkan produk Stargate 0,5 GR yang merupakan produk pestisida ramah lingkungan dengan label hijau yang disematkan oleh Kementerian Pertanian RI yang diluncurkan pada tahun 2021. Produk pestisida ini menggunakan bahan aktif Chlotiani yang berfungsi untuk mengendalikan hama wereng coklat dan penggerek batang padi tanpa merusak tanah dan mematikan biota di dalam tanah. Kegiatan ini dilaksanakan di 1.678 lokasi di Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur dan Sulawesi dengan melibatkan 1.678 petani (W, 2022). Berdasarkan fungsinya ini, produk ini dapat menjadi alternatif pestisida yang ramah lingkungan untuk menggantikan penggunaan karbofuran dalam mengendalikan hama wereng coklat dan penggerek batang padi.

Sertifikasi produk atau *eco labelling* juga merupakan *voluntary approach* yang bertujuan untuk menunjukkan performa produksi ramah lingkungan dan mendukung perkembangan sistem pertanian berkelanjutan. *Eco labelling* adalah instrumen sukarela

berupa pelabelan atau penandaan pada suatu produk, yang dihasilkan melalui proses sertifikasi yang dilakukan oleh pihak independen, sebagai hasil penilaian kesesuaian kinerja lingkungan suatu produk berdasarkan kriteria yang dibutuhkan (Isharyadi *et al.*, 2022). Implementasi *eco labelling* pada produk pertanian mengacu pada sertifikasi pertanian organik dan bebas pestisida sesuai Peraturan Menteri Pertanian Nomor. 64/Permentan/ OT.140/5/2013. Sertifikasi pertanian organik bertujuan untuk meningkatkan nilai tambah dan daya saing produk organik. Akan tetapi, penelitian Alamsyah *et al.*, (2019) mengenai *green awareness* dan *ecolabel* pada produk organik menunjukkan bahwa konsumen belum menganggap *ecolabel* sebagai salah satu pertimbangan yang penting dalam memilih produk pangan akibat masih kurangnya pemahaman, dan kesadaran konsumen terkait *ecolabel*. Mayoritas konsumen produk organik merupakan golongan masyarakat menengah keatas dengan pendapatan lebih besar dari 9 juta per bulan dan memiliki tingkat pendidikan yang lebih tinggi (Najib *et al.*, 2020).

Dengan demikian, pendekatan sukarela melalui program penyuluhan berkaitan dengan pengembangan pengetahuan masyarakat dalam memenuhi hak masyarakat atas informasi yang menjadi kunci utama untuk mengatasi ketergantungan penggunaan karbofuran. Dalam penelitian Istriningsih *et al.*, (2022) mengenai *good agricultural practices* (GAP) yang mencakup penggunaan pestisida, diketahui bahwa pengetahuan petani perlu ditingkatkan melalui serangkaian program pelatihan teknis dengan pendekatan partisipatif sehingga petani mengumpulkan pengetahuan yang akan mendorong mereka untuk mengadopsi praktik pertanian berkelanjutan yang mencakup penggunaan pestisida yang aman. Di sisi konsumen, perlu didukung dengan peningkatan perilaku ramah lingkungan dengan memilih produk pangan bebas pestisida untuk mendukung praktik sistem pertanian organik.

3.2. *Command and Control*

Instrumen penataan wajib atau *Command and Control* (CAC) adalah upaya pemerintah untuk menetapkan tindakan yang harus diambil oleh individu guna mencegah atau menanggulangi pencemaran. Dalam membuat CAC ini, pemerintah biasanya sudah mengumpulkan informasi yang penting dalam rangka pencegahan/penanggulangan pencemaran. Setelah itu, pemerintah akan mengatur atau memerintahkan individu untuk mengambil langkah-langkah tertentu guna mencegah atau menanggulangi pencemaran. Dari hal tersebut dapat dipahami bahwa dalam instrumen CAC, inisiatif dan penentuan langkah pencegahan pencemaran terpusat pada pemerintah (Kolstad, 2000). Tujuan dari instrument CAC ini adalah memberikan solusi yang efektif, tepat, dan praktis dalam skala spasial dan temporal yang signifikan dalam upaya pengelolaan lingkungan (Holling & Meffe, 1996).

Menurut (Sumarwoto, 2001), kekuatan dari instrumen *Command and control* (CAC) ini adalah sebagai berikut:

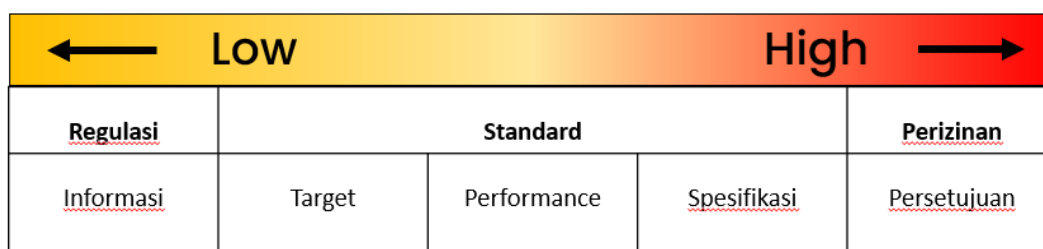
1. Instrumen CAC dalam upaya untuk melindungi dan mengelola lingkungan sangat dominan dan sering digunakan. Hal ini disebabkan oleh fleksibilitas yang dimiliki pemerintah dalam menentukan regulasi lingkungan yang kompleks, serta adanya kepastian tentang kualitas lingkungan yang akan dicapai melalui kepatuhan terhadap regulasi tersebut;
2. Penerapan CAC mempermudah pengawasan terhadap kepatuhan, terutama jika pemerintah menetapkan penggunaan prosedur, proses, atau teknologi khusus dalam pengelolaan lingkungan. Dengan begitu efektivitas penegakan hukum dan pengawasan dapat terukur dengan jelas.

Sedangkan kelemahan dari instrumen *Command and control* (CAC) ini menurut (Oates & Baumol, 1975; Oates, 1996) adalah sebagai berikut:

1. Terlalu mendasarkan diri pada keyakinan bahwa peraturan perundang-undangan dapat mengatasi perilaku yang merusak lingkungan. Namun, pandangan ini tidak

- selaras dengan sifat tamak manusia yang cenderung melakukan tindakan apapun yang menguntungkan dirinya. Oleh karena itu, ketika dihadapkan dengan peraturan perundang-undangan, manusia seringkali melakukan pelanggaran secara diam-diam;
2. CAC bersifat otoritatif dan memberikan instruksi kepada masyarakat untuk melaksanakan apa yang telah ditetapkan oleh pemerintah dalam peraturan perundang-undangan sesuai dengan interpretasi yang dibuat oleh pemerintah. Oleh karena itu, dalam CAC, tidak ada dorongan dari dalam diri atau insentif bagi masyarakat dan industri untuk mengadopsi perilaku yang ramah lingkungan;
 3. CAC memiliki sifat yang kaku dan terlalu terikat pada aturan birokratis. Dalam konteks ini, aturan dibuat dengan sangat rinci dan terperinci, dimulai dari undang-undang hingga pada petunjuk pelaksanaan dan teknis yang sangat terperinci. Kekakuan ini dapat menghambat perkembangan teknologi dan sistem pengelolaan lingkungan. Di sisi lain, sifat kaku dari CAC juga membuat pendekatan ini sangat birokratis, sehingga para pejabat seringkali bertindak lebih demi kepentingan birokrasi daripada memperbaiki kondisi lingkungan.

Dalam CAC, pemerintah menetapkan target atau batas emisi yang harus dipenuhi, serta menentukan prosedur dan teknologi yang harus digunakan oleh individu untuk mencapai target tersebut. Selain itu, pemerintah juga bertanggung jawab untuk memantau kepatuhan terhadap peraturan yang telah ditetapkan dan memberikan sanksi jika terjadi pelanggaran atau ketidakpatuhan terhadap kewajiban yang telah ditetapkan. Dengan demikian, dalam CAC, pemerintah memiliki peran yang sangat penting dalam menentukan langkah-langkah yang harus diambil untuk mencegah atau mengatasi pencemaran lingkungan dan memastikan bahwa peraturan yang telah ditetapkan dipatuhi oleh seluruh individu.



Gambar 1. Bentuk Intervensi Pemerintah melalui *Command And Control* (CAC)
 Sumber: (Ogus, 1994)

Bentuk intervensi pemerintah melalui CAC ini dapat dikategorikan dari yang sedikit intervensi hingga intervensi penuh (Ogus, 1994; Syarif & Wibisana, 2015):

1. Regulasi mengenai informasi: pemerintah mewajibkan individu dalam penyediaan informasi, misalnya berupa laporan kepada aparat pemerintah atau kepada publik;
2. Standar target: pemerintah melakukan intervensi dalam bentuk penentuan kualitas, kinerja, hasil, atau tindakan apa yang harus dilakukan. Contohnya seperti: standar target, standar kinerja atau hasil, dan standar spesifikasi.
3. Perizinan: Individu dilarang untuk melakukan kegiatan, kecuali mereka telah memperoleh izin atau persetujuan dari pemerintah. Untuk dapat memperoleh izin atau persetujuan pemerintah, individu diharuskan memenuhi berbagai persyaratan, yang di dalamnya biasanya termasuk persyaratan untuk mematuhi berbagai kewajiban dan standar.

Persistent Organic Pollutants (POPs) adalah bahan kimia organik yang terdiri dari karbon. Saat dilepaskan ke lingkungan, bahan kimia ini memiliki sifat fisik dan kimia tertentu yang membuatnya bertahan lama, menyebar di tanah, air, dan udara, terakumulasi dalam jaringan tubuh makhluk hidup, termasuk manusia, dan beracun bagi manusia dan makhluk hidup lainnya. Karena dampaknya yang serius, pada tahun 2001, di

Stockholm, Swedia, dibentuk sebuah konvensi yang mengatur penggunaan POPs, yaitu the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (Konvensi Stockholm tentang POPs). Konvensi ini membatasi penggunaan 12 jenis POPs yang dianggap berbahaya bagi kesehatan manusia dan ekosistem, yang dibagi menjadi tiga kategori, yaitu (Syarif & Wibisana, 2015):

1. Kelompok pestisida, yang terdiri atas: aldrin, chlordane, DDT, dieldrin, endrin, heptachlor, hexachlorobenzene, mirex, toxaphene,
2. Kelompok bahan kimia industri (industrial chemicals), yang terdiri atas: hexachlorobenzene, polychlorinated biphenyls (PCBs),
3. Kelompok bahan by products dari sebuah proses produksi, yang terdiri atas: hexachlorobenzene; polychlorinated dibenzo-p-dioxins dan polychlorinated dibenzofurans (PCDD/PCDF), dan PCBs.

The Environmental Protection Agency (EPA) mengeluarkan aturan final yang melarang penggunaan pestisida karbofuran pada tanaman makanan, dengan mengatakan bahwa pestisida tersebut menimbulkan risiko kesehatan yang tidak dapat diterima, terutama pada anak-anak. Insektisida yang dijual dengan nama merek Furadan telah ditinjau oleh EPA selama bertahun-tahun. Bentuk granulnya dilarang pada pertengahan 1990-an karena dianggap sebagai penyebab kematian jutaan burung migrasi. Badan tersebut mulai berupaya untuk menghapus pestisida ini sepenuhnya dari pasar pada tahun 2006 (EPA, 2009).

Di Indonesia, belum ada larangan penggunaan pestisida berbahan dasar karbonfuran, namun ada beberapa peraturan yang sifatnya standard dan perizinan, yaitu:

1. Peraturan Menteri Pertanian Nomor 24/Permentan/SR.140/4/2011 tentang Syarat dan Tata Cara Pendaftaran Pestisida;
2. Undang-Undang Nomor 10 Tahun 2013 tentang Konvensi Rotterdam Tentang Prosedur Persetujuan Atas Dasar Informasi Awal untuk Bahan Kimia dan Pestisida Berbahaya Tertentu dalam Perdagangan Internasional;
3. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 5 tahun 2021 tentang Tata cara Penerbitan Persetujuan Teknis Surat Kelayakan Operasional Bidang Pengendalian pencemaran Lingkungan.

39.	20211	Industri Bahan Baku Pemberantas Hama (Bahan Aktif) Kelompok ini mencakup usaha pembuatan bahan baku untuk pestisida, Seperti Buthyl Phenyl Methyl Carbamat (Bpmc), Methyl Isopropyl Carbamat (Mipc), Diazinon, Carbofuran, Glyphosate, Monocrotophos, Arsentrioxycle Dan Copper Sulphate.
-----	-------	--

3.3. Incentives

Kebijakan insentif/disinsentif menurut Zakaria & Rachman (2013) bukan hanya sekedar penghargaan atau hukuman, tetapi menyangkut perubahan positif atau negatif pada hasil (*outcomes*) yang dalam pandangan individu akan dapat dihasilkan dari suatu Tindakan yang dilakukan berdasarkan kaidah atau aturan tertentu baik dalam konteks fisik maupun sosial. Insentif dapat dikelompokkan menjadi:

1. Insentif langsung (*price incentive*): dapat diberikan dalam bentuk uang tunai, upah, hibah, subsidi dan pinjaman lunak; dalam bentuk barang seperti bantuan pangan, sarana pertanian, ternak atau bibit pohon; atau dalam bentuk kombinasi antara keduanya.
2. Insentif tidak langsung (*quantity incentive*): dapat berupa pengaturan fiskal atau bentuk pengaturan seperti pajak, jaminan harga input output, pengaturan penguasaan/pemilik

lahan. Dalam konteks ini termasuk pelayanan seperti penyuluhan, bantuan teknis, penggunaan alat-alat pertanian, pendidikan dan pelatihan serta pelayanan sosial.

Kebijakan insentif dan disinsentif perlu dikembangkan terutama sebagai bentuk insentif dan disinsentif yang dikelola oleh pemerintah, baik ditingkat nasional maupun daerah. Insentif yang dikembangkan perlu dirancang dan diimplementasikan untuk mempengaruhi atau memotivasi masyarakat, baik secara individu maupun kelompok. Untuk itu, struktur insentif -disinsentif harus dipandang sebagai upaya mendistribusikan *benefit*, *cost* dan *risk* dalam ketahanan pangan nasional, regional dan lokal.

Kebijakan insentif sesuai dengan teori tersebut dalam penggunaan pestisida kimia untuk penerapan pertanian yang berkelanjutan di Indonesia belum dibuat secara terperinci, namun sudah ada Peraturan Pemerintah Nomor 12 Tahun 2012 tentang Insentif Program Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan (PLP2B) yang di dalamnya menjelaskan bahwa pemerintah berkewajiban melaksanakan pengendalian lahan pertanian pangan secara terkoordinasi dari pusat sampai ke daerah, melalui pemberian insentif dan disinsentif kepada petani. Pemberian insentif PLP2B bertujuan untuk:

Mendorong perwujudan lahan pertanian pangan berkelanjutan

1. Meningkatkan upaya pengendalian alih fungsi lahan pertanian pangan berkelanjutan
2. Meningkatkan pemberdayaan, pendapatan dan kesejahteraan bagi petani
3. Memberikan kepastian hak atas tanah bagi petani
4. Meningkatkan kemitraan semua pemangku kepentingan dalam rangka pemanfaatan, pengembangan, dan PLP2B sesuai tata ruang.

Pemerintah melaksanakan pengendalian lahan pertanian pangan berkelanjutan secara terkoordinasi, melalui pemberian insentif dan disinsentif kepada petani pada lahan pertanian pangan berkelanjutan yang telah diterapkan dalam RTRW. Adapun alternatif jenis insentif yang diberikan kepada petani meliputi:

1. Keringanan pajak bumi dan bangunan
2. Pembangunan infrastruktur pertanian
3. Pembiayaan penelitian dan pengembangan benih dan varietas unggul
4. Kemudahan dalam mengakses informasi dan teknologi
5. Penyediaan sarana dan prasarana produksi pertanian
6. Jaminan penertiban sertifikat bidang tanah pertanian pangan
7. Penghargaan bagi petani berprestasi

Peraturan Pemerintah yang dijabarkan tersebut merupakan langkah pemerintah dalam mensejahterakan para petani dalam rangka penerapan pertanian pangan berkelanjutan dengan memberikan insentif, namun belum memperhatikan faktor-faktor lingkungan antara lain penggunaan pestisida kimia harus dibatasi, pajak rendah untuk produk pestisida alami dan pajak tinggi untuk pestisida kimia, pemberian penghargaan bagi petani yang menggunakan dan mengembangkan pestisida alami dan membuat program pengadaan pestisida alami dengan skala besar dan dapat dibagikan kepada para petani dalam rangka penerapan pertanian pangan berkelanjutan dengan tujuan peningkatan nilai ekonomi masyarakat dengan memperhatikan dampak kepada lingkungan.

Program pengadaan pestisida tersebut yang diterapkan oleh Pemerintah harus berlandaskan metode obligasi hijau atau *green bond*, yaitu pemberian biaya untuk menanggulangi kerusakan lingkungan atau mengubah lingkungan yang panas menjadi dingin atau hijau, dimana modal atau pembiayaan yang ditawarkan akan menjadi penanggulangan lingkungan dengan sepenuhnya kegiatan proyek-proyek dalam kategori KUBL (Kegiatan Usaha Berwawasan Lingkungan), yaitu proyek-proyek untuk sumberdaya yang dapat diperbaharui, hemat energi, kontrol polusi, perawatan sumber daya hidup dan sumber daya non hidup, atau juga lingkungan berkesinambungan, ramahnya transportasi, perawatan air jernih dan air kotor (At-Tibasiy *et al.*, 2019). Perseroan yang menggunakan

Obligasi Berwawasan Lingkungan (Green Bond) berkomitmen untuk berpartisipasi mendukung pencapaian berbagai rumusan tujuan pembangunan berkelanjutan sebagaimana diformulasikan dalam Sustainable Development Goals (SDG) yang juga telah diratifikasi oleh Pemerintah Republik Indonesia. Partisipasi tersebut dituangkan lewat dukungan pembiayaan yang telah diberikan oleh Perseroan kepada proyek-proyek usaha maupun infrastruktur yang dapat berkontribusi terhadap pencapaian SDGs. Diharapkan perseroan dapat membiayai proyek dari sektor-sektor lain yang termasuk dalam jenis KUBL seperti proyek efisiensi energi, pencegahan dan pengendalian polusi yang berkelanjutan, serta pemberdayaan air bersih dan penjagaan limbah termasuk pengadaan pestisida alami dalam rangka memenuhi pertanian pangan yang berkelanjutan dengan memperhatikan faktor-faktor lingkungan.

3.4. Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis di atas, secara umum diperlukan suatu langkah dalam mengurangi berbagai bentuk dampak yang ditimbulkan dari pestisida kimia dengan bahan aktif karbofuran. Alternatif yang sifatnya ramah lingkungan dan berkelanjutan dalam penggunaan pestisida sangat diperlukan agar tidak terjadi potensi pencemaran pada tanah dan air yang digunakan sebagai media tanam, potensi residu pada produk pertanian, begitu pula dampak kesehatan yang timbul bagi petani. Alternatif yang paling mudah diaplikasikan adalah penggunaan pestisida nabati dengan bahan aktif berupa tumbuh tumbuhan tertentu yang memiliki kandungan atau zat aktif yang membuat hama menjadi intoleran namun sifatnya yang dapat terbiodegradasi di lingkungan sehingga tidak meninggalkan residu yang berbahaya (Haerul *et al.*, 2016). Hasil penelitian menunjukkan bahwa walaupun tidak seefektif dan secepat efek yang diperlihatkan oleh senyawa kimia sintetik, senyawa kimia nabati memberikan prospek untuk dikembangkan lebih jauh, bahkan pada kasus-kasus tertentu, seperti pertanian organik, dan pertanian *Low Input Sustainable Agriculture (LEISA)*, senyawa kimia nabati menjadi pilihan utama (Suganda, 2015).

Langkah yang dapat dilakukan dalam penggunaan pestisida nabati ini untuk sementara sifat kebijakannya adalah masih sebatas pendekatan *voluntary* karena hal ini tergantung pada pola pikir pelaku di bidang pertanian yang memutuskan apakah tetap pada kebiasaan lama dengan menggunakan pestisida sintetik yang membuahkan hasil dalam jangka waktu cepat namun diiringi dengan potensi pencemaran dan dampak yang tinggi, atau dengan penggunaan pestisida nabati yang ketersediaannya di pasaran masih cukup jarang namun dapat diproduksi sendiri karena bahan bakunya yang banyak tersedia di pasaran. Pemilihan kebijakan tersebut sangat besar dipengaruhi karena praktik pertanian berkelanjutan dengan pestisida nabati menjadi kurang menguntungkan dalam segi waktu dan besaran harga yang dikeluarkan. Pendekatan sukarela dapat diimplementasikan dengan banyak melakukan penyuluhan dan sosialisasi kepada para pelaku pertanian terkait kelebihan dan keuntungan penggunaan alternatif pestisida nabati baik dari sisi ekonomis maupun lingkungan.

Pendekatan *voluntary* tersebut tentunya perlu didukung dengan adanya peraturan resmi dari pemerintah yang dapat memantau secara detail bahan aktif yang digunakan pada suatu produk pestisida kimia. Melalui bentuk perbaikan dalam proses penerimaan untuk pendaftaran dan pengembangan pestisida kimia maupun alami baru dengan melibatkan lebih banyak penilaian oleh laboratorium terakreditasi anonim yang akan meningkatkan kredibilitas dan konflik kepentingan. Setelahnya, bentuk pembatasan sampai pelarangan penggunaan diperlukan juga dalam meminimasi proses distribusi pestisida dengan bahan kimia tertentu. Bentuk peraturan tersebut tentu harus ditinjau melalui parameter lingkungan dalam menilai potensi risiko dan transformasi produk (Möhring *et al.*, 2020). Potensi risiko dapat diklasifikasikan pada peluang dan dampak

yang dihasilkan pada masing masing komposisi bahan termasuk pada karbofuran yang memiliki dampak cukup serius pada lingkungan dan kesehatan.

Command and control menjadi bentuk kebijakan yang diperlukan dalam mengatasi peredaran pestisida dengan komposisi yang tidak sesuai bagi lingkungan, melalui bentuk pembatasan sampai pelarangan. Namun kebijakan ini perlu dilakukan kontrol dan monitoring oleh pihak-pihak terkait agar prosesnya berjalan efektif sehingga potensi pencemaran dan kerugian yang ditimbulkan menjadi tereduksi. Peluang terdapatnya praktik kecurangan bisa saja terjadi karena pembatasan penggunaan pestisida kimia yang berpotensi mencemari lingkungan, namun apabila ditinjau dari sisi ekonomi memiliki efektivitas dan keuntungan yang signifikan. Maka dalam hal ini, diperlukan strategi kebijakan lebih lanjut dari sekedar tahap pengawasan yang dapat dikatakan sebagai proses pemantauan risiko. Adapun proses tersebut telah diimplementasikan di Indonesia dengan Kementerian Pertanian sebagai inisiator melalui pembentukan Komisi Pengawasan Pupuk dan Pestisida yang pada Tahun 2020 telah dialokasikan ke 12 Provinsi atau 243 Kabupaten/Kota (Kementan, 2020).

4. Kesimpulan

Kebijakan baru dalam peredaran pestisida kimia di Indonesia sangat diperlukan apabila ditinjau melalui kasus kerusakan lahan dan dampaknya bagi kesehatan. Kebijakan tersebut sifatnya harus *adaptable* agar dapat menyesuaikan perkembangan teknologi pertanian di masa depan.

Ucapan Terima Kasih

Kontribusi Penulis

Pendanaan

Penelitian ini tidak menerima dana eksternal.

Pernyataan Dewan Kaji Etik

Tidak berlaku.

Pernyataan Persetujuan Atas Dasar Informasi

Tidak berlaku.

Pernyataan Ketersediaan Data

Kami mendorong semua penulis artikel yang diterbitkan di JOCAE untuk membagikan data penelitian mereka. Bagian ini memberikan rincian mengenai di mana data yang mendukung hasil yang dilaporkan dapat ditemukan, termasuk tautan ke kumpulan data yang diarsipkan secara publik yang dianalisis atau dihasilkan selama penelitian. Pernyataan masih diperlukan ketika tidak ada data baru yang dibuat atau tidak tersedia karena batasan privasi atau etika.

Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan.

Daftar Pustaka

Alamsyah, D. P., Hariyanto, O. I. B., & Rohaeni, H. (2019). Customer Green Awareness and Eco-Label for Organic Products. *Advances in Economics, Business and Management Research*, 100, 64–68. <https://doi.org/10.2991/icoi-19.2019.12>

- At-Tibasuy, A. S., Mane, F., & Yuliana, I. (2019). Mekanisme Green Bond di Indonesia. *Jurnal Al-Amwal: Jurnal Ekonomi Dan Perbankan Syariah*, 11(2), 259-272. <https://doi.org/10.24235/amwal.v11i2.4698>
- Carson, R. (1990). *Musim Bunga Yang Bisu*. Terj. dari *Silent Spring* (Kusworo, B., Penerjemah). Jakarta: Yayasan Obor Indonesia. <https://opac.perpusnas.go.id/DetailOpac.aspx?id=153453>
- de Melo Plese, L. P., Paraiba, L. C., Foloni, L. L., & Trevizan, L. R. P. (2005). Kinetics of carbosulfan hydrolysis to carbofuran and the subsequent degradation of this last compound in irrigated rice fields. *Chemosphere*, 60(2), 149-156. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2005.02.049>.
- EPA, U. (2009). *EPA bans pesticide carbofuran for food crops*. <https://www.nbcnews.com/id/wbna30690132>
- Fleischer, G. (1999). Social costs and benefits of chemical pesticide use-Case study of German agriculture. *Evaluation of IPM programs-Concepts and methodologies. Institut für Gartenbauökonomie, Universität Hannover, Deutschland. Pesticide Policy Project Publication Series*, (8), 38-41. <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=b734688e9b6ec4a315ff1c2e1a4c66724c77d98c#page=46>
- Haerul, H., Idrus, M. I., & Risnawati, R. (2016). Efektifitas pestisida nabati dalam mengendalikan hama pada tanaman cabai. *Agrominansia*, 1(2), 129-136. https://www.researchgate.net/profile/Haerul-Haerul/publication/333812704_EFEKTIFITAS_PESTISIDA_NABATI_DALAM_MENGENDALIKAN_HAMA_PADA_TANAMAN_CABAI/links/5ef31291299bf1031f1f6523/EFEKTIFITAS-PESTISIDA-NABATI-DALAM-MENGENDALIKAN-HAMA-PADA-TANAMAN-CABAI.pdf
- Holling, C. S., & Meffe, G. K. (1996). Command and control and the pathology of natural resource management. *Conservation Biology*, 10(2), 328-337. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1996.10020328.x>
- Houndekon, V. A., & De Groote, H. (1998). Health costs and externalities of pesticide use in locust and grasshopper control in the Sahel. <https://ageconsearch.umn.edu/record/20966/files/sphoun01.pdf>
- Indraningsih. (2008). Pengaruh Penggunaan Insektisida Karbamat Terhadap Kesehatan Ternak dan Produknya. *WARTAZOA*, 18(2): 101-114. <https://repository.pertanian.go.id/bitstreams/34b85d69-c9d7-48b6-9347-57ef851cda5f/download>
- Isharyadi, F., Ayuningtyas, U., Kiemas, R. A., Aditiyawan, Ulfah, F., Purnamasari, B. D., & Pratiwi, A. I. (2022). Analysis of eco-label certification implementation on eco-friendly products in Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1108(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1108/1/012002>
- Istriningsih, Dewi, Y. A., Yulianti, A., Hanifah, V. W., Jamal, E., Dadang, Sarwani, M., Mardiharini, M., Anugrah, I. S., Darwis, V., Suib, E., Herteddy, D., Sutriadi, M. T., Kurnia, A., & Harsanti, E. S. (2022). Farmers' knowledge and practice regarding good agricultural practices (GAP) on safe pesticide usage in Indonesia. *Heliyon*, 8(1), e08708. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08708>
- Jungbluth, F. (1996). Crop protection policy in Thailand: economic and political factors influencing pesticide use, vol 5, Pesticide policy project publication series. *Institute of Horticultural Economics, University of Hannover, Hannover*. https://www.ifgb.uni-hannover.de/fileadmin/ifgb/4_Materials_Research/PPP_Paper_Series/PPP05.pdf
- Kementerian Pertanian RI. (2011). *Peraturan Menteri Pertanian Nomor 24/Permentan/SR.140/4/2011 tentang Syarat dan Tata Cara Pendaftaran Pestisida*.
_____. (2020). Keputusan Direktur Jenderal Prasarana dan Sarana Pertanian tentang Petunjuk Teknis Penguatan Komisi Pengawasan Pupuk dan

- Pestisida Tahun Anggaran 2020. https://psp.pertanian.go.id/storage/106/52-Petunjuk-Teknis-Penguatan-Komisi-Pengawasan-Pupuk-dan-Pestisida_rev.pdf
- Kolstad, C. (2000). *Environmental Economics*. Oxford University Press.
- López-Bao, J. V., & Mateo-Tomás, P. (2022). Wipe out highly hazardous pesticides to deter wildlife poisoning: The case of carbofuran and aldicarb. *Biological Conservation*, 275. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2022.109747>
- Möhring, N., Ingold, K., Kudsk, P., Martin-Laurent, F., Niggli, U., Siegrist, M., ... & Finger, R. (2020). Pathways for advancing pesticide policies. *Nature food*, 1(9), 535-540. <https://doi.org/10.1038/s43016-020-00141-4>
- Najib, M., Sumarwan, U., & Septiani, S. (2020). Organic Food Market In Java And Bali: Consumer Profile And Marketing Channel Analysis. *Buletin Ilmiah Litbang Perdagangan*, 14(2), 283-304. DOI: <https://doi.org/10.30908/bilp.v14i2.447>
- Oates, W. E. (1996). *The Economics of Environmental Regulation*. Edward Elgar Publishing.
- Oates, W. E., & Baumol, W. J. (1975). *The Instruments for Environmental Policy*. NBER. <https://core.ac.uk/download/pdf/6871706.pdf>
- Ogus, A. (1994). *Regulation: Legal Form and Economic Theory*. Clarendon Press. <https://www.jstor.org/stable/1096434>
- Oktaviani, R., & Pawenang, E. T. (2020). Risiko Gejala Keracunan Pestisida pada Petani Greenhouse. *HIGEIA (Journal of Public Health Research and Development)*, 4(2), 178-188. https://scholar.google.com/scholar?hl=en&as_sdt=0%2C5&q=Risiko+Gejala+Keracunan+Pestisida+pada+Petani+Greenhouse&btnG=
- Pamungkas, O. S. (2016). Bahaya paparan pestisida terhadap kesehatan manusia. *Bioedukasi*, 14(1). <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/BIOED/article/view/4532>
- Peraturan Pemerintah Nomor 12 Tahun 2012 tentang Insentif Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan.
- Pimentel, D. (1993). *World Soil Erosion and Conservation*. Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511735394>
- Rahman, F. (2020). Dualisme Konteks Proper sebagai Instrumen Penaatan Sukarela dan Command and Control. *Jurnal Hukum Lingkungan Indonesia*, 6(2), 235-265. <https://doi.org/10.38011/jhli.v6i2.160>
- RI, K. (2021). Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 5 tahun 2021 tentang Tata cara Penerbitan Persetujuan Teknis Surat Kelayakan Operasional Bidang Pengendalian pencemaran Lingkungan. In *Kementrian Lingkungan Hidup*.
- Rola, A. C., & Pingali, P. L. (1993). *Pesticides, rice productivity, and farmers' health: an economic assessment*. IRRI CABI. http://books.irri.org/971220037X_content.pdf
- Satar, S., Seydaoglu, G., & Alparslan, N. (2005). Frequency and mortality risk factors of acute adult poisoning in Adana, Turkey, 1997-2002. *The Mount Sinai Journal of Medicine*, 72, 393-401. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16358165/>
- Sumarwoto, O. (2001). *Atur diri sendiri : paradigma baru pengelolaan lingkungan hidup, pembangunan ramah lingkungan, berpihak pada rakyat, ekonomis, berkelanjutan*. Gadjah mada University Press.
- Suganda, T. (2015). *Beberapa Trend Perkembangan Riset Bidang Pengendalian Patogen Penyakit Tanaman*. https://www.researchgate.net/profile/Tarkus-Suganda/publication/285771168_Beberapa_Trend_Perkembangan_Riset_Bidang_Pengendalian_Patogen_Penyakit_Tanaman/links/56637b7208ae15e74631399b/Beberapa-Trend-Perkembangan-Riset-Bidang-Pengendalian-Patogen-Penyakit-Tanaman.pdf
- Swacita, I. B. N. (2017). Bahan Ajar Kesehatan Lingkungan Pestisida dan Dampaknya Terhadap Lingkungan. *Laboratorium Kesmavet Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Udayana Denpasar-Bali*.

- https://simdos.unud.ac.id/uploads/file_pendidikan_1_dir/85b4ff189dadfdad360ee6200603c0ad.pdf
- Syarif, L. M., & Wibisana, A. G. (2015). Hukum Lingkungan (Teori, Legislasi dan Studi Kasus). In *USAID dan The Asia Foundation*.
<https://doi.org/10.1176/appi.psychotherapy.1948.2.4.706>
- Tariqa, M.I., Afzalb, S., & Hussain, I. (2006). Degradation and persistence of cotton pesticides in sandy loam soils from Punjab, Pakistan. *Environmental Research*, 100, 184-196. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2005.05.002>
- Tarukallo, P. B., Unde, A. A., & Ladaha. (2014). Faktor Yang Mempengaruhi Adopsi Biopestisida Oleh Petani Sayur di Sendana dan Purangi Kota Palopo. *Jurnal Komunikasi KAREBA*, 3(2), 125-132. <https://doi.org/10.31947/kjik.v3i2.581>
- Thapinta, A. & Hudak, P.F. (2000). Pesticide use and residual occurrence in Thailand. *Environmental Monitoring and Assessment*, 60, 103-114. <https://doi.org/10.1023/A:1006156313253>
- Undang-Undang Nomor 10 Tahun 2013 tentang Konvensi Rotterdam Tentang Prosedur Persetujuan Atas Dasar Informasi Awal untuk Bahan Kimia dan Pestisida Berbahaya Tertentu dalam Perdagangan Internasional. (2013).
- UNEP & FAO. (2017). *Operation of the prior informed consent procedure for banned or severely restricted chemicals Decision Guidance Document Methamidophos*. 6-16. <http://www.pic.int/Portals/5/ConventionText/UNEP-FAO-RC-CONVTEXT-2017.English.pdf>
- W, Djoko. (2022). *Rekor Penaburan Insektisida Serentak, FMC Indonesia Raih Penghargaan MURI*. Tabloit Sinartani.
- Wibisana, A. G. (2019). Instrumen Ekonomi, Command and Control, Dan Instrumen Lainnya: Kawan Atau Lawan? Suatu Tinjauan Berdasarkan Smart Regulation. *Bina Hukum Lingkungan*, 4(1), 172. <https://doi.org/10.24970/bhl.v4i1.104>
- Zakaria, A. K., & Rachman, B. (2013). Implementasi Sosialisasi Insentif Ekonomi dalam Pelaksanaan Program Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan (PLP2B). *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 31(2), 137. <https://doi.org/10.21082/fae.v31n2.2013.137-149>
- Wilkinson, C. F. (1988). Introduction and Overview. In Baker, S.R. and Wilkinson, C.F. (eds). *The Effects of Pesticides on Human Health*. Princeton Scientific Publishing Co. Inc. Princeton, hal. 5-3. <https://nasdonline.org/763/d000584/introduction-and-overview-the-effect-of-pesticides-on.html>
- WHO. (1997). *The WHO Recommended Classification of Pesticides by Hazard and Guidelines to Classification 1996-1997*. LINEP, ILO, WHO. p. 64. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/332193/9789240005662-eng.pdf>