

STRATEGI PENGELOLAAN LINGKUNGAN PERTANIAN

Agricultural Environmental Management Strategy

Undang Kurnia¹ dan N. Sutrisno²

¹ *Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor*

² *Balai Penelitian Lingkungan Pertanian, Pati*

ABSTRAK

Pembangunan di tanah air telah menimbulkan berbagai dampak positif bagi masyarakat melalui terciptanya lapangan kerja baru. Namun, keberhasilan tersebut seringkali menimbulkan berbagai dampak negatif yang merugikan, khususnya terhadap sumberdaya lahan dan lingkungan, serta masyarakat sekitar. Pembangunan kawasan industri di daerah-daerah pertanian produktif menyebabkan berkurangnya luas lahan; pencemaran tanah, air tanah, badan air/sungai; dan terganggunya kenyamanan dan kesehatan manusia dan makhluk hidup lain. Kegiatan pertambangan juga menimbulkan kerusakan sumberdaya lahan dan lingkungan, serta pencemaran akibat digunakannya bahan-bahan kimia dalam proses pemisahan bijih tambang. Demikian juga pembukaan lahan untuk pembangunan infrastruktur (jalan, bangunan, jembatan), dan kegiatan pertanian dapat menyebabkan kerusakan sumberdaya lahan/tanah dan lingkungan, dan pencemaran. Gangguan keseimbangan ekosistem tersebut menyebabkan menurunnya produktivitas lahan/tanah, dan kualitas hasil/produk pertanian akibat tercemarnya sumberdaya tanah, air/badan air dan tanaman. Kondisi ini mengharuskan dilakukannya pengelolaan lingkungan pertanian yang tepat, terarah dan akurat. Oleh sebab itu, identifikasi dan karakterisasi sumber penyebab kerusakan dan pencemaran, serta analisis permasalahan yang terjadi di lapangan merupakan langkah strategis dalam pengelolaan lingkungan pertanian. Pengelolaan lingkungan pertanian akibat menurunnya produktivitas lahan dapat dilakukan melalui penerapan teknik konservasi tanah dan rehabilitasi lahan secara bersama-sama antara pemerintah/instansi terkait, pelaku kerusakan, dan masyarakat. Penanggulangan dan pengendalian pencemaran lahan pertanian oleh unsur-unsur logam berat/B₃ memerlukan acuan yang konkrit tentang baku mutu tanah, karena baku mutu logam berat/B₃ di dalam tanah yang berlaku untuk kondisi di Indonesia belum ada dan perlu ditetapkan. Ambang batas logam berat/B₃ di dalam tanah seharusnya dijadikan acuan untuk melakukan tindakan hukum bagi pelaku pencemaran. Pelaku industri yang membuang limbahnya ke dalam badan air dapat dengan mudah diketahui, karena limbah dari suatu industri sangat spesifik sesuai dengan bahan baku yang digunakan dalam proses produksinya. Selain itu, pengelolaan lahan yang tidak tepat dapat memicu peningkatan gas rumah kaca di atmosfer, sehingga dapat mengakibatkan pemanasan global. Emisi CO₂ yang berlebihan dapat dikendalikan atau ditanggulangi melalui pengikatan kembali CO₂ (*carbonsequestration*) melalui penghijauan atau rehabilitasi lahan rusak dan kritis. Emisi CH₄ dan N₂O dari lahan sawah dapat dikendalikan dengan mengurangi luas areal tanam padi, diantaranya dengan mengistirahatkan sebagian lahan sawah untuk komoditas bukan beras, pengelolaan air yang tepat dan benar, serta penggunaan pupuk N lambat urai.

Kata kunci : Kerusakan lahan, pencemaran, gas rumah kaca, pengelolaan lingkungan pertanian

ABSTRACT

Developments in Indonesia has raised several positif impact for most people due to gaining the new opportunity jobs. However, these positive opportunity often raised negative impact, especially on land resources and the environment, and people surrounding. Development industries on productive agriculture land have decreased agricultural areas, pollution of soil, water bodies/rivers, and cheerfulness and health of people and other humanlife. Mine activities also caused negative impact such as degradation of land resources and environment, and pollution due to the application of chemical matterial on sevaration of mine products. Land clearing for infrastructures construction (roads, buildings, bridges), and agricultural practices had caused land degradation and the environment, and pollution as well. The disturbance of natural resources and environmental imbalance caused the deterioration of soil productivity, and the quality of agricultural yield due to chemical contamination on soil, rivers/water bodies, and crops. These condition has to consider necessary effort on the agricultural and environmental management more precised, directed, and accurated. Therefore, identification and characterization of sources of degradation and pollution, and analyses on issues raised in the field to form strategic effort on agricultural environmental management. The deterioration of soil productivity could be managed by applying soil conservation and land rehabilitation techniques through integrated management of related governments, institutions, and farmers/people. The pollution on soil and plant need quality standard criterium for heavy metals, and the values could be determined and difined for Indonesia condition. Critical levels of heavy metals in the soil could be used as a guide for implementation of law imporcement. Industrial waste which is polluted rivers and water bodies could be easily predicted, due to spesific industry resulted chemical contents of liquid waste similar with content of raw materials. Inappropriate land management could accelerate increasing green house gases in the atmosphere, and would be caused global warming as well. Excessive carbondioxide emission could be controlled by sequestrated CO₂ through revegetation and rehabilitation of degraded land. Methane (CH₄) and nitrousoxide (N₂O) emission from lowland rice could be controlled by reduction its planting areas and substitute by non rice commodites, appropriate and better water management, and slow release nitrogen fertilizer application.

Keywords : Land degradation, pollution, green house gases, agricultural environmental management

Kerusakan sumberdaya alam dan lingkungan umumnya terjadi karena campur tangan manusia, atau akibat bencana alam seperti banjir dan longsor, sedimentasi, letusan gunung berapi, dan lain lain. Sedangkan pencemaran, umumnya disebabkan oleh dampak penggunaan bahan-bahan kimia yang menghasilkan limbah berbahaya/B₃ akibat aktivitas manusia sejalan dengan pesatnya pembangunan di berbagai bidang, seperti industri dan pertambangan, serta kegiatan pertanian yang menggunakan bahan-bahan agrokimia khususnya pupuk dan pestisida.

Tidak dapat dipungkiri, bahwa pembangunan di tanah air telah menimbulkan berbagai dampak positif bagi masyarakat luas, seperti industri, pertambangan dan infrastruktur (jalan, jembatan, gedung, dan lain-lain) mampu menciptakan lapangan kerja dan tumbuhnya perekonomian masyarakat sekitar. Namun, keberhasilan tersebut seringkali menimbulkan berbagai dampak negatif yang merugikan masyarakat dan lingkungan sekitarnya. Pembangunan kawasan industri di daerah-daerah pertanian produktif menyebabkan berkurangnya luas lahan (konversi lahan), pencemaran tanah, dan terganggunya kenyamanan serta kesehatan manusia atau makhluk hidup lainnya. Pada periode 1981-1999 di Jawa terjadi konversi lahan sawah sekitar 1 juta ha, dan hanya 0,58 juta ha lahan sawah baru yang mampu dicetak (Agus dan Irawan, 2006). Sejak tahun 1993, lahan sawah di Indonesia mengalami konversi menjadi perumahan dan pemukiman, kawasan industri, dan keperluan infrastruktur lainnya, berkurang dari 8,4 juta ha menjadi 7,8 juta ha (Agus dan Irawan, 2006). Sebagian besar lahan yang dikonversi tersebut terjadi di P. Jawa, terutama pada lahan-lahan pertanian subur dengan produktivitas tinggi.

Dampak negatif pembangunan industri terhadap lahan pertanian sudah sangat serius dan perlu mendapatkan perhatian dari pemerintah dan berbagai pihak yang terkait, karena telah menyebabkan penurunan kualitas tanah, air tanah, badan air/sungai, dan produk/hasil pertanian. Dampak negatif tersebut

disebabkan karena masuknya limbah industri yang mengandung senyawa/unsur-unsur kimia beracun dan berbahaya (B₃)/logam berat ke lahan pertanian, sehingga mencemari tanah, air tanah, badan air/sungai, dan tanaman. Kasus pencemaran yang terjadi pada lahan sawah di Kecamatan Rancaekek, Kabupaten Bandung adalah akibat digunakannya air S. Cikijing yang tercemar limbah industri tekstil sebagai sumber air irigasi, telah menyebabkan hasil padi yang biasanya mencapai 6-7 ton gabah/ha berkurang menjadi sekitar 1-2 ton gabah/ha saja, karena tanahnya mengandung natrium (Na) yang tinggi (Ramadhi, 2002; Undang Kurnia *et al.*, 2004). Selain kadar Na yang tinggi, tanah yang tercemar limbah industri tekstil tersebut juga mengandung Cd, Cr, Cu, Zn, Fe, dan Co dengan konsentrasi cukup tinggi (Suganda *et al.*, 2002), akibat digunakannya zat pewarna dalam proses produksinya (*dyeing*). Hasil penelitian Abdurachman *et al.* (2000) di Kabupaten Karanganyar, Provinsi Jawa Tengah menunjukkan tanah-tanah di lahan sawah Kecamatan Jaten, Kebakkramat, dan Tasikmadu diketahui mengandung unsur-unsur logam berat dengan konsentrasi cukup tinggi. Diantara unsur-unsur logam berat tersebut, beberapa diantaranya, seperti Pb, Cd, Co, dan Cr mendekati ambang bawah batas kritis (Undang Kurnia *et al.*, 2003).

Kegiatan pertambangan yang berada di sekitar wilayah pertanian potensial menimbulkan dampak yang merugikan lahan pertanian, khususnya pertambangan yang menggunakan bahan-bahan kimia berbahaya di dalam proses produksinya, seperti merkuri (Hg), natrium sianida, atau tambang tersebut menghasilkan senyawa/unsur kimia berbahaya. Hasil penelitian tim Universitas Andalas, di Sumatera Barat, mendapatkan air S. Malandu dan S. Musus di Desa Bonjol, Kabupaten Pasaman, sudah tercemar merkuri (Hg) dengan tingkat pencemaran sangat membahayakan kesehatan manusia (Kompas, 19 Januari 2001), karena sungai tersebut digunakan sebagai tempat pembuangan limbah penambangan emas. Kadar Hg dalam air sungai 0,172 ppm, dan kadar besi (Fe) mencapai 17,06 ppm. Hasil penelitian Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat (2000) di

daerah pertambangan emas G. Pongkor memperlihatkan kandungan Hg di dalam tanah sawah berkisar antara 1,27-6,73 ppm, dan di dalam beras berkisar antara 0,25-0,44 ppm. Nilai ambang batas atau baku mutu lingkungan untuk Hg dalam air adalah 0 ppm, sedangkan untuk Fe adalah 1 ppm. Pertambangan minyak bumi yang terletak di sekitar lahan pertanian dapat menyebabkan kerusakan tanaman. Contoh kasus tersebut adalah meluapnya limbah pengeboran minyak bumi di Desa Sukamaju, Kecamatan BKLU Terawas, Kabupaten Musi Rawas, Sumatera Selatan pada tahun 1986, menyebabkan kerusakan tanaman padi. Luas dan tingkat kerusakan tanaman padi mencapai 6,25 ha berat, 31,50 ha sedang, dan 15,50 ha ringan. Meskipun luas sebaran dampak relatif kecil, namun pengaruhnya terhadap hasil gabah cukup signifikan. Hasil gabah pada lahan sawah dengan tingkat kerusakan berat hanya mencapai 0,2 t/ha, sedangkan hasil gabah pada lahan sawah dengan tingkat kerusakan sedang 3-4 t/ha. Hasil gabah normal dari lahan sawah di areal tersebut sekitar 6,5-7,0 t/ha (Sukmana *et al.*, 1986).

Aktivitas pertanian juga dapat menimbulkan dampak yang merugikan, seperti erosi yang mampu menyebabkan kerusakan dan penurunan produktivitas tanah akibat budidaya yang melampaui daya dukung lahan dan tidak melakukan upaya pelestarian tanah, serta penggunaan bahan-bahan agrokimia yang berlebihan. Pupuk nitrogen, di dalam tanah mengalami proses nitrifikasi atau denitrifikasi tergantung kondisi tanah, menghasilkan gas N₂O yang dilepaskan ke atmosfer ikut berperan dalam meningkatkan emisi gas rumah kaca (GRK), berdampak terhadap pemanasan global. Emisi N₂O dari tanah ke atmosfer tidak langsung menyebabkan pencemaran pada lahan pertanian, namun akibat perubahan iklim global dapat menyebabkan penurunan produktivitas pertanian. Pupuk P yang digunakan dalam budi daya pertanian dapat menyebabkan pencemaran tanah, karena pupuk tersebut mengandung logam berat (Setyorini *et al.*, 2003). Penggunaan pestisida dalam jumlah yang melebihi takaran anjuran, dapat menyebabkan tercemarnya tanah,

dan tanaman. Beberapa kasus penolakan ekspor produk pertanian dan perikanan pada beberapa waktu yang lalu disebabkan karena produk tersebut diduga mengandung residu pestisida yang melampaui batas aman untuk dikonsumsi. Selain itu, penggunaan pestisida yang tidak terkendali untuk perlindungan tanaman telah meningkatkan resistensi hama dan penyakit tanaman, terbunuhnya musuh-musuh alami dan organisme berguna, serta terakumulasinya zat-zat kimia berbahaya di dalam tanah.

Selain berbagai isu kerusakan lahan dan pencemaran tersebut, pencemaran udara termasuk yang potensial berkontribusi terhadap pemanasan global. Pemanasan global yang diakibatkan oleh meningkatnya intensitas efek rumah kaca menyebabkan berubahnya iklim dunia, dan naiknya permukaan air laut, sehingga berdampak luas terhadap produksi pertanian. Peningkatan efek rumah kaca tersebut disebabkan oleh meningkatnya gas-gas rumah kaca di atmosfer, seperti CO₂, CFC, CH₄, dan N₂O.

Dari berbagai isu lingkungan tersebut di atas, khususnya yang terjadi di sekitar lingkungan pertanian, agaknya dapat disusun suatu strategi pengelolaan lingkungan pertanian yang terencana dengan baik, terarah, dan sesuai dengan kaidah-kaidah pengelolaan yang sudah ada dan baku, agar lahan pertanian tetap berproduksi secara maksimal dan berkesinambungan. Oleh sebab itu, tulisan ini mencoba melakukan identifikasi sumber-sumber dan penyebab kerusakan dan pencemaran pada lahan pertanian dan lingkungannya, menganalisis permasalahan, kemudian merumuskan atau melakukan sintesis bagaimana strategi untuk mengendalikan atau menanggulangi kerusakan dan pencemaran yang terjadi pada lahan pertanian dan lingkungannya.

SUMBER DAN PENYEBAB KERUSAKAN DAN PENCEMARAN

Isu-isu lingkungan, khususnya yang menyangkut kerusakan sumberdaya lahan pertanian dan pencemaran lingkungan umumnya

merupakan dampak dari kegiatan pembangunan, baik kegiatan pembangunan di bidang non pertanian maupun kegiatan pertanian itu sendiri. Dampak tersebut berupa berkurang/menurunnya produktivitas lahan dan tercemarnya produk pertanian yang dapat mengurangi atau menurunkan kualitas produk pertanian. Kegiatan pembangunan non pertanian yang potensial menyebabkan kerusakan dan pencemaran, diantaranya industri, pertambangan, pembukaan lahan untuk pemukiman dan infrastruktur. Sedangkan kegiatan pertanian yang potensial menyebabkan kerusakan lahan dan pencemaran lingkungan adalah budidaya pertanian yang tidak mengindahkan aspek-aspek pelestarian sumberdaya lahannya, dan penggunaan bahan agrokimia yang melebihi anjuran. Beberapa sumber dan penyebab kerusakan sumberdaya lahan dan pencemaran lingkungan adalah penggunaan bahan-bahan agrokimia dalam kegiatan pertanian, limbah industri dan pertambangan, dan emisi gas rumah kaca.

Bahan-bahan agrokimia

Bahan-bahan agrokimia terutama pupuk dan pestisida umumnya digunakan secara luas di dalam budidaya pertanian. Dikenal dua macam pupuk, yaitu pupuk hara makro dan pupuk hara mikro yang diperlukan tanaman dengan tingkat kebutuhan atau takaran penggunaan yang berbeda-beda tergantung jenis tanah dan tanaman. Pupuk hara makro yang dibutuhkan tanaman diantaranya nitrogen, fosfor, dan kalium. Kalsium, magnesium, dan unsur-unsur hara mikro, seperti sulfur, seng, dan cobalt dibutuhkan tanaman dalam jumlah sedikit, dalam

konsentrasi tinggi unsur-unsur tertentu dapat meracuni tanaman.

Pupuk nitrogen (N) yang biasa digunakan dalam budidaya pertanian, di dalam tanah akan mengalami berbagai perubahan. Sebagian dari pupuk menguap ke udara (volatilisasi), sebagian lagi hilang melalui pencucian atau erosi. Di daerah beriklim sedang (*temperate*) 20% N-urea hilang dalam bentuk NH_3 , sedangkan di daerah tropik 40-60% N-urea hilang dari sawah sebagai NH_3 . Penggunaan pupuk nitrogen dalam takaran tinggi, seperti dijumpai pada budidaya sayuran dataran tinggi dapat mencemari lingkungan, karena sebagian besar dari pupuk N hanyut terbawa aliran permukaan dan erosi, bersama-sama dengan unsur-unsur hara lain (Tabel 1), sehingga potensial mencemari air tanah, badan air/sungai, dan lingkungan sekitarnya.

Berbagai jenis pupuk, khususnya sumber pupuk P (fosfor), selain mengandung unsur-unsur hara utama (P_2O_5), hara sekunder (Ca dan Mg), dan hara mikro (Fe, Mn, Cu, dan Zn) juga mengandung unsur-unsur logam berat. Logam berat di dalam pupuk berasal dari bahan baku yang digunakan untuk pembuatan pupuk. Hasil analisis berbagai jenis pupuk P, diketahui bahwa total kandungan Pb dalam pupuk P-alam bervariasi dari 5-156 ppm, dan kandungan Cd bervariasi dari 1-113 ppm. Kandungan logam berat lain, seperti Cr bervariasi dari 4-452 ppm, Ni berkisar dari 14-241 ppm, dan Co bervariasi dari 0,5-40 ppm. Selain itu, unsur Hg dan As ditemukan dalam jumlah kecil, berturut-turut < 0,5 ppm dan < 9 ppm (Setyorini *et al.*, 2003).

Pupuk P yang mengandung logam berat bila digunakan untuk pemupukan dapat menyebabkan pencemaran tanah oleh logam

Tabel 1. Jumlah erosi, C-organik, dan unsur-unsur hara makro yang hilang dari lahan pertanian tanaman pangan dan sayuran di Jawa Barat

Lokasi	Erosi	C-organik	N	P_2O_5	K_2O
	t/ha/tahun kg/ha/tahun			
Darmaga, Bogor ¹	96,1	9.898	432,5	-	107,6
Citayam, Bogor ²	93,5	5.974	1.065,8	108,5	197,0
Jasinga, Bogor ³	90,5	4.724	651,6	119,2	140,8
Pacet, Cianjur ⁴	65,1	-	241,0	80,0	18,0
Pangalengan, Bandung ⁵	66,5	3.120	333,0	-	-

¹Sinukaban, 1990; ²Suwardjo, 1981; ³Kurnia *et al.*, 1997; ⁴Suganda *et al.*, 1997; ⁵Banuwa, 1994.

berat tersebut. Dalam pertumbuhannya, tanaman menyerap unsur-unsur hara dari dalam tanah berikut logam berat dalam pupuk dan dari dalam tanah, sehingga produk pertanian dari lahan tersebut dipastikan mengandung logam berat yang sama. Kondisi seperti ini akan berdampak negatif, karena produk pertanian tersebut dikonsumsi oleh manusia/mahluk hidup. Akibatnya, walaupun dalam konsentrasi yang sangat rendah sekalipun, logam berat tersebut lama kelamaan terakumulasi di dalam tubuh, dan akan berpengaruh terhadap kesehatan manusia/mahluk hidup yang mengkonsumsi produk tersebut.

Selain bahan baku pupuk fosfat, batuan induk tanah juga mengandung logam berat (Tabel 2). Pupuk organik, terutama yang menggunakan bahan baku sampah kota, juga dapat tercemar B₃/logam berat akibat berbagai macam limbah rumah tangga dan sampah kota yang digunakan sebagai sumber pupuk organik mengandung atau tercemar bahan beracun berbahaya (B₃)/logam berat, seperti eks baterai, kaleng, seng, aluminium foil, dan lain-lain.

Tabel 2. Jenis-jenis batuan induk pembentuk tanah yang mengandung Pb dan Cd

Jenis batuan	Pb ¹	Cd ²
 ppm	
Ultra basalt	1 - 14	0,01 - 0,12
Basalt	3 - 6	0,01 - 0,60
Granit	18 - 24	0,01 - 1,60
Sabs dan liat	20 - 23	0,017 - 11,00
Sabs hitam	20 - 30	0,30 - 2,10
Pasir	10 - 12	0,019 - 0,40
Kapur	5 - 9	0,007 - 12

¹Davies, 1990; ²Alloway, 1990.

Penggunaan pestisida pada budidaya sayuran, khususnya komoditas bernilai ekonomis diberikan dalam takaran tinggi dan frekuensi tinggi, yang bertujuan untuk menjamin keberhasilan produk tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 30-50% dari total biaya produksi hortikultura digunakan untuk pembelian pestisida (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 1992). Penggunaan pestisida, dalam budidaya pertanian meninggalkan residu dalam tanah, air, dan tanaman, dan beberapa

diantaranya masih cukup berbahaya bagi kesehatan manusia dan mahluk hidup lainnya. Tabel 3, 4, dan 5 memperlihatkan kandungan residu pestisida pada beberapa komoditas sayuran di Indonesia melebihi ambang batas yang ditetapkan.

Penggunaan pestisida yang berlebihan dalam penanganan hama tanaman berdampak negatif, yaitu terjadinya pencemaran. Misalnya residu pestisida dapat menimbulkan *endocrine disrupting activities* (EDs) atau gangguan sistem endokrin manusia (hormon reproduksi manusia). Hasil penelitian Oh (2000), menunjukkan terdapat 17 jenis pestisida yang beredar di Indonesia dan digunakan petani disinyalir dapat menimbulkan Eds. Pestisida-pestisida tersebut adalah : 2,4 D, alachlor, benomyl, carbaryl, cypermethrin, dicofol, endosulfan, esfenvalerate, ethyl-parathion, fenvalerate, malathion, mancozeb, methomyl, metiram, metribuzin, trifluralin, dan vinclozolin. Selain itu, terdapat pestisida dari golongan senyawa organik yang tahan/resisten (*persisten organic pollutants*, POPs) terhadap fotolitik, degradasi biologis dan kimia. Menurut UNEP (*United Nations Environment Programme*) toksisitas *endrin* dan *dieldrin* tergolong katagori 1 (*extremely hazardous*) dan *aldrin*, *DDT*, *toxhapene*, *chlordan*, *hetachlor*, dan *lindane* termasuk katagori 2 (*highly hazardous*), dan keberadaannya di lingkungan pertanian diprioritaskan untuk diidentifikasi. Residu insektisida yang umum ditemukan di dalam tanah, air, dan bahan makanan adalah dari golongan senyawa organofosfat, karbamat, piretroid, dan organoklorin. Beberapa insektisida yang sudah dilarang penggunaannya di bidang pertanian, dan saat ini masih ditemukan dalam tanah, air, dan beberapa komoditi pertanian adalah residu organoklorin (*lindan*, *aldrin*, *dieldrin*, *heptaklor*, *DDT*, *endrin*)

Limah industri

Pembangunan industri banyak dilakukan di kawasan pertanian subur, produktif, dan potensial untuk peningkatan produksi pangan. Selain mengurangi luas lahan, pembangunan industri sering menimbulkan permasalahan yang

Tabel 3. Residu pestisida pada beberapa komoditas sayuran di Jawa Barat dan Jawa Tengah

Pestisida	Komoditas sayuran dan asal contoh	Residu pestisida	Batas maksimum
		ppm	mg/kg
DDT	Wortel; Magelang, Jateng	4,422*	1,0
Endosulfan	Wortel; Kuncen, Jabar	0,625*	0,2
Fenitrothion	Kentang; Kuncen, Jateng	0,390*	0,05
Lindane	Wortel; Cipanas, Jabar	0,265*	0,2
Diazinon	Sawi; Salatiga, Jateng	0,227	0,5
Aldrin	Wortel; Magelang, Jateng	0,170*	0,1
Malathion	Bawang merah; Brebes, Jateng	0,136	0,5
Dieldrin	Tomat; Ambarawa, Jateng	0,070	0,1
Fenthion	Kubis; Magelang, Jateng	0,034	1,0

Sumber : Winarno (1987 dalam Karindah, 1995).

* Melebihi batas maksimum residu (BMR) yang dibolehkan.

Tabel 4. Residu bahan aktif pestisida dalam komoditas sayuran dataran tinggi di Pangalengan, Jawa Barat

Jenis tanaman	BHC	Klorpirifos	Endosulfan	Karbofuran	Dieldrin
 ppb				
Kentang	2,8	0,5	13,7*	-	0,8
Tomat	9,3	58,8*	44,3*	0,9	27,9*
Cabe	6,4	0,2	0,5	48,2*	1,0
Kubis (krop)	2,1	0,2	0,8	50,5*	1,6*

Sumber : Muti *et al.* (2000).

* Melampaui nilai batas ADI (*acceptable daily intake*) menurut FAO-WHO, 1993.

Tabel 5. Kandungan maksimum residu pestisida dalam komoditas sayuran di Indonesia, periode 1996-1999

Pestisida	Kubis	Bawang	Cabe	Kentang	Seledri	Kacang panjang	Tomat	Wortel
Endosulfan	-	0,016	0,810*	0,033	-	0,009	0,008	0,017
Klorpirifos	0,013	0,098*	0,005	0,004	-	-	0,290	0,210
Profenofos	0,016	0,048	0,928*	0,017	5,032*	-	0,064	-
Alfametrin	-	-	0,070	-	-	-	0,100	-
Cyhalotrin	-	-	0,004	-	-	-	-	-
Ditiokarbamat	0,412	-	0,003	-	-	-	0,027	0,030
Permetrin	0,017	-	-	-	-	-	0,052	-
Klortalonil	-	-	-	0,004	-	-	0,290	-
BPMC	-	-	0,057	-	-	-	0,006	-
Cypermethrin	-	-	-	-	-	0,050	0,018	-
Deltamethrin	-	-	0,009	0,030	-	-	-	-
Fenvalerat	-	-	-	-	-	-	0,035	-
Pentoat	-	-	-	-	-	-	0,037	-
Triazofos	-	-	-	0,020	-	-	-	-

Sumber : Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan (2000).

- tidak terdeteksi.

* melebihi batas maksimum residu (BMR) yang dibolehkan.

Tabel 6. Jenis-jenis industri yang menggunakan bahan baku potensial mengandung unsur-unsur logam berat

Jenis industri	Hg	Pb	Cd	Cr	Cu	Zn	Ni	Al	Fe	Co	Mn
Plastik/resin	+	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-
Farmasi/kosmetik	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Klorin	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alat-alat kontrol/ukur	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Elektronika/elektrik	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Elektroplating	-	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-
Cat anti karat	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tekstil	+	-	+	+	+	+	-	-	+	+	-
Keramik	-	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-
Penyamakan kulit	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Pulp dan kertas	+	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Baterai dan accu	+	+	+	-	-	-	+	-	-	-	+
Sabun/detergen	+	+	-	-	+	+	+	-	+	-	-
Logam, produk logam	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+
Pestisida	-	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-

Sumber : Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat (2000).

Keterangan : + = ada; - = tidak ada

besar bagi lingkungan pertanian dan masyarakat sekitar, yaitu terjadinya pencemaran pada tanah melalui limbahnya yang dibuang ke dalam badan air/sungai, dan umumnya mengandung bahan beracun dan berbahaya (B₃)/logam berat. Pencemaran pada lahan pertanian terjadi akibat badan air/sungai yang tercemar digunakan sebagai sumber air pengairan.

Setiap jenis industri menggunakan bahan baku utama dan bahan pembantu dalam proses produksinya. Bahan-bahan tersebut umumnya menggunakan senyawa/unsur kimia yang mengandung B₃/logam berat, dan produk sampingannya berupa limbah diperkirakan juga mengandung unsur-unsur yang sama seperti bahan bakunya (Tabel 6). Limbah tersebut apabila masuk ke dalam badan air/sungai, dan airnya dimanfaatkan untuk mengairi lahan pertanian, maka akan terjadi penimbunan bahan-bahan beracun (B₃) di dalam tanah, selanjutnya unsur-unsur B₃ tersebut akan ikut terserap tanaman dan terakumulasi di dalam jaringan tanaman.

Penelitian Suganda *et al.* (2002) di lahan persawahan Rancaekek, Kabupaten Bandung mendapatkan di dalam tanah, jaringan tanaman, dan beras terkandung unsur-unsur logam berat

(Tabel 7 dan 8), akibat air yang digunakan sebagai sumber pengairan telah tercemar limbah industri tekstil. Beberapa unsur logam berat di dalam tanah seperti Cu, Zn, Co, Cr, dan Ni nilainya berada di sekitar batas kritis. Meskipun dalam konsentrasi sangat rendah, logam berat dapat berdampak tidak baik bagi manusia/mahluk hidup yang mengkonsumsi produk/hasil pertanian dari lahan yang tercemar. Pencemaran lahan pertanian oleh limbah B₃/logam berat umumnya tidak menyebabkan tanaman sakit, dan mengurangi hasil pertanian. Namun, apabila bahan-bahan beracun tersebut masuk ke dalam rantai makanan dan secara periodik dikonsumsi oleh manusia atau mahluk hidup lain dapat menyebabkan pencemaran dakhil.

Unsur-unsur logam berat/B₃ di dalam limbah dapat masuk ke dalam jaringan tanaman melalui proses fisiologis tanaman. Penelitian Undang Kurnia *et al.* (2004) di lahan sawah yang tercemar limbah industri penyepuhan logam di Kecamatan Juwana, Kabupaten Pati, mendapatkan tanahnya mengandung unsur-unsur logam berat. Jerami padi dan beras hasil panen dari lahan sawah tersebut juga mengandung Cu, Zn, Pb, Cd, Co, Cr, dan Ni. Hasil penelitian lain di Kecamatan Jaten, Kabupaten Karanganyar mendapatkan limbah industri bumbu masak

(*monosodium glutamat*, MSG) mengandung garam natrium (Na) cukup tinggi (Loka Penelitian Pencemaran Lingkungan Pertanian, 2005). Tanah sawah yang berada di bagian hilir industri tersebut mengandung Na, dan Pb, Cd, Co, Cr dalam konsentrasi cukup tinggi, dengan nilai mendekati batas kritis. Natrium (Na) dalam konsentrasi yang tinggi dapat menyebabkan plasmolisis dan terdispersinya partikel-partikel tanah, sehingga struktur tanahnya berubah. Struktur tanah sawah yang asalnya pejal/massif atau gumpal menjadi butir dan lepas, sehingga tidak sesuai lagi untuk media yang baik bagi pertumbuhan perakaran tanaman.

Tabel 7. Kandungan logam berat di dalam tanah tercemar limbah industri tekstil di lahan persawahan Rancaekek, Bandung

Logam berat	Konsentrasi dalam tanah mg/kg	Batas kritis ¹
Cu	43-83	60-125
Zn	57-137	70
Pb	8-23	100
Cd	0,05-0,19	0,50
Co	14-27	10
Cr	0,8-25	2,5
Ni	14-21	20

Sumber : Suganda *et al.*, 2002

¹ Alloway, 1990; Ministry of State for Population and Environment of Indonesia, and Dalhousie University, Canada (1992).

Gas rumah kaca

Gas rumah kaca (GRK) turut berperan dalam pemanasan global, umumnya berasal dari berbagai sumber, dan yang terbesar sumbangan-

nya adalah CO₂. Sekitar 57% gas rumah kaca berasal dari pembangkit atau produksi dan konsumsi energi (Sumarwoto, 1991). Kegiatan tersebut meliputi pembakaran bahan bakar fosil (BBF), yang meliputi minyak bumi, gas, dan batubara yang digunakan dalam pembangkit tenaga listrik untuk keperluan rumah tangga, industri, dan sebagai sumber energi industri dan transportasi. Selain CO₂, sumber-sumber gas rumah kaca lainnya adalah klorofluorokarbon (CFC), metan (CH₄), dan N₂O.

Carbondioksida (CO₂)

Bersama-sama dengan air, CO₂ sangat diperlukan tanaman untuk keperluan fotosintesis guna penyusunan karbohidrat. Namun dalam kondisi berlebihan, CO₂ dapat turut berperan dalam peningkatan efek rumah kaca. CO₂ mempunyai pengaruh paling besar terhadap pemanasan global dibandingkan dengan gas-gas rumah kaca lainnya (Gambar 1). Sekitar 50% pemanasan global disebabkan oleh CO₂ dan sisanya oleh gas-gas rumah kaca yang lain. Data UNDP pada tahun 2005 menunjukkan bahwa konsentrasi CO₂ di atmosfer sekitar 380 ppm (UNDP, 2007/2008). Total emisi karbon di atmosfer Indonesia pada tahun 1990 tercatat 214 Mt CO₂, dan meningkat menjadi 378 Mt CO₂ pada tahun 2004, sedangkan total emisi karbon di Asia Timur dan Pasifik tercatat 3.414 Mt CO₂ pada tahun 1990 dan meningkat menjadi 6.682 Mt CO₂ pada tahun 2004 (UNDP 2007/2008). Kenaikan total emisi CO₂ tersebut di atmosfer sangat signifikan, karena hanya dalam waktu 14 tahun terjadi peningkatan total

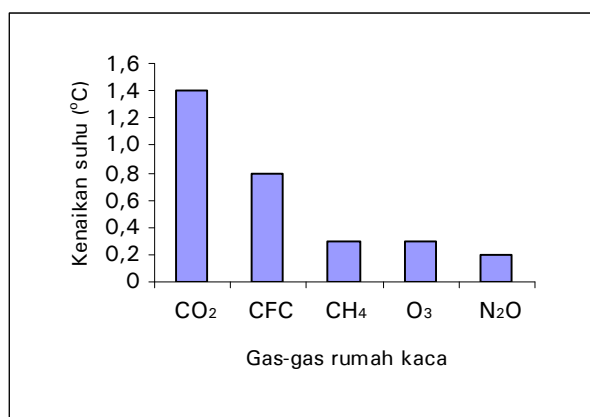
Tabel 8. Kandungan logam berat dalam jerami padi dan beras dari lahan sawah yang tercemar limbah industri tekstil di Rancaekek, Bandung

Logam berat	Jerami padi	Beras	Batas kritis tanaman ¹
 mg/kg		
Cu	2-13	2-7	20-100
Zn	17-64	14-23	100-400
Pb	0,971-5,384	0,092-0,918	50
Cd	0,029-0,351	0,026-0,180	5-30
Co	0,108-5,917	0,111-4,157	15-30
Cr	0,673-4,521	0,985-17,110	5-30
Ni	0,437-15,864	0,609-43,072	5-30

Sumber : Suganda *et al.*, 2002

¹Alloway, 1990.

karbon di atmosfer sekitar 77-96%. Pada akhir abad 21 diperkirakan rata-rata suhu permukaan bumi > 5 °C, dan tentunya kondisi ini akan berpengaruh terhadap iklim global.



Gambar 1. Sumbangan gas rumah kaca (GRK) terhadap pemanasan global (UNEP, 1987)

Sumber penyebab terjadinya emisi CO₂ paling besar adalah dari penebangan dan pembakaran hutan, terutama dari negara-negara yang sedang berkembang di sekitar katulistiwa, Brazil menduduki tempat pertama, dan Indonesia kedua (Sumarwoto, 1991). Sebagian dari CO₂ yang diemisikan ke atmosfer diikat kembali oleh hutan yang masih tersisa atau tumbuh kembali. Selebihnya, CO₂ diemisikan ke atmosfer dan berkontribusi dalam pemanasan global. Semakin intensif penebangan hutan, emisi CO₂ ke atmosfer juga meningkat. Bank Dunia memperkirakan luas penggundulan hutan di Indonesia berkisar antara 700.000 dan 1.200.000 ha/tahun, dengan rata-rata 900.000 ha/tahun (Sumarwoto, 1991). Laju penebangan hutan di Indonesia pada periode tahun 1997-2000 mencapai puncaknya, yaitu 2,83 juta ha/tahun, dan pada periode tahun 2000-2005 rata-rata 1,08 juta ha/tahun (ESP-1, 2007). Selain penggundulan hutan, kegiatan pertanian seperti perladangan berpindah juga merupakan sumber emisi CO₂ terbesar. Oleh sebab itu pembakaran sisa-sisa tebang, dan tanaman/panen sangat tidak dianjurkan, karena akan menambah jumlah emisi GRK di atmosfer.

Chlorofluorocarbon (CFC)

CFC adalah sekelompok zat kimia buatan manusia yang terdiri atas tiga jenis unsur, yaitu Cl, F, dan C, sangat berguna untuk kehidupan sehari-hari, seperti aerosol, AC, kulkas, dan mesin pembeku. CFC merupakan sumber emisi GRK terbesar kedua setelah CO₂, dan penyebab utama lubang ozon di stratosfir. Lubang ozon akan berdampak terhadap peningkatan penyakit kanker kulit dan katarak, menurunkan daya kekebalan tubuh, dan menurunkan produksi pertanian.

Metan (CH₄)

Metan terbentuk dari metabolisme jasad renik dalam kondisi anaerob di dasar rawa, sawah, lambung manusia atau hewan dan dalam tumpukan sampah di TPA (Soemarwoto, 1991). Selain itu, metan dihasilkan dari pembakaran biomassa atau bahan organik, dan dijumpai juga di dalam tambang batubara.

Produksi metan dipengaruhi oleh suhu, sehingga dalam isu pemanasan global, suhu akan memperbesar produksi metan. Sumber metan umumnya antropogenik, yaitu hasil kegiatan manusia di bidang pertanian, peternakan, dan pembakaran biomassa, berturut-turut memberikan sumbangan 21, 15, dan 8% emisi dunia. Sumbangan emisi metan dari lahan pertanian umumnya diperoleh dari sawah. Penelitian tentang emisi metan dari lahan sawah di Indonesia dilakukan oleh Balai Penelitian Lingkungan Pertanian (Balingtan), Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian yang berlokasi di Jakenan, Kabupaten Pati, Provinsi Jawa Tengah.

Nitrooksida (N₂O)

Sumber N₂O adalah pembakaran biomassa, kegiatan mikroba dalam proses denitrifikasi dan nitrifikasi, konsumsi BBF (bensin, solar, minyak bumi) dan dari lautan. Proses denitrifikasi/nitrifikasi berkaitan erat dengan penggunaan pupuk, baik organik maupun anorganik, khususnya nitrogen (N). Semakin besar jumlah

penggunaan pupuk, khususnya pupuk anorganik, semakin besar emisi N₂O. Selain itu, jenis tanah, kondisi tanah, suhu, curah hujan, dan jenis tanaman berpengaruh terhadap laju emisi N₂O.

Pupuk yang umum digunakan dalam pertanian adalah pupuk anorganik, seperti nitrogen. Di dalam tanah, nitrogen mengalami proses nitrifikasi atau denitrifikasi tergantung kondisi tanah, menghasilkan gas N₂O yang dilepaskan ke atmosfer. Emisi N₂O tersebut ikut berperan dalam meningkatkan GRK, sehingga berdampak lebih lanjut terhadap pemanasan global. Emisi gas N₂O dari tanah ke atmosfer tidak secara langsung menimbulkan pencemaran atau kerusakan tanah. Namun, unsur-unsur atau senyawa kimia lain dalam pupuk bisa berdampak buruk terhadap tanah dan lingkungannya, dan pemanasan global tersebut dapat berpengaruh terhadap perubahan iklim yang akan berpengaruh terhadap pola tanam, produktivitas lahan, banjir dan kekeringan.

ANALISIS PEMECAHAN MASALAH

Upaya-upaya yang dapat dilakukan untuk menanggulangi dan mengendalikan kerusakan sumberdaya lahan pertanian dan pencemaran lingkungan, harus dimulai dengan melakukan kajian atau analisis terhadap sumber penyebab kerusakan dan pencemaran. Dengan mempelajari dan mengetahui sumber penyebab kerusakan dan pencemaran, upaya penanggulangan dan pengendalian dapat dilakukan lebih tepat dan terarah. Selain sumber penyebab kerusakan dan pencemaran, objek yang terkena dampak seperti tanah, air tanah, tanaman, sungai/badan air juga merupakan bagian yang perlu ditanggulangi melalui upaya rehabilitasi dan remediasi.

Pengendalian penggunaan bahan agrokimia

Kegiatan pembangunan, khususnya di bidang pertanian tentunya tidak terlepas dari upaya peningkatan produktivitas sumberdaya tanah dan tanaman, diantaranya melalui penggunaan bahan-bahan agrokimia, yaitu pupuk dan pestisida. Penggunaan pupuk dan pestisida dalam takaran tinggi umumnya biasa dilakukan

oleh petani sayuran seperti kentang, tomat, cabai, wortel, kubis. Praktek budidaya pertanian seperti ini dapat menyebabkan tercemarnya tanah, air tanah, dan tanaman, bahkan lebih luas lagi yaitu dapat mencemari badan air/sungai. Hasil penelitian di sentra produksi sayuran dataran tinggi di Jawa Barat memperlihatkan bahwa di dalam tanah dan tanaman terkandung sejumlah residu pestisida (Muti *et al.*, 2000). Oleh sebab itu kondisi seperti ini perlu segera diatasi agar lingkungan tetap aman dan berkualitas.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut sebaiknya dimulai dari pengkajian dan penelaahan sumber pencemar seperti pestisida, dan pupuk yang sumber bahan bakunya dapat mengandung unsur-unsur atau senyawa berbahaya. Penggunaan pestisida menyisakan residu yang berbahaya di dalam tanah, air, dan tanaman, terutama pestisida dari golongan senyawa organoklorin. Beberapa sumber pupuk P (fosfat) diketahui mengandung logam berat/B₃, yang dapat mencemari tanah, air, dan hasil/produk pertanian. Penggunaan pupuk N pada budidaya kentang ada yang memberikan Urea dalam takaran mencapai 1 t/ha, sehingga dapat menyebabkan pencemaran tanah, dan air, serta badan air/sungai. Penggunaan kedua jenis bahan agrokimia, yaitu pupuk dan pestisida seperti ini perlu dihindari atau takarannya tidak melebihi ketentuan umum yang berlaku, atau menggunakan bahan-bahan/sumber lain yang ramah lingkungan sebagai alternatif.

Untuk penanggulangan pencemaran akibat penggunaan pupuk nitrogen dapat dilakukan melalui peningkatan efisiensi pemberian pupuk, yaitu pupuk ditanamkan ke lapisan reduksi (*deep placement*), pemupukan sesuai status hara tanah, penggunaan penghambat nitrifikasi, dan penggunaan varietas tanaman dengan efisiensi nitrogen tinggi (Ardiwinata *et al.*, 2007). Untuk mengatasi permasalahan residu pestisida di dalam tanah dan tanaman dapat dilakukan dengan cara remediasi (bioremediasi, fitoremediasi), penerapan budidaya pertanian yang baik dan sehat (*good agricultural practices*),

pengendalian hama terpadu, penggunaan bioinsektisida, pengendalian residu pestisida secara fisik (pencucian, pemanasan), dan teknologi arang aktif.

Pengendalian limbah industri

Kegiatan industri, selain memproduksi barang atau bahan juga menghasilkan limbah, baik limbah padat maupun cair. Sebagian besar pelaku industri membuang limbah cair ke lingkungan melalui badan air/sungai. Sebelum dibuang, limbah tersebut harus memenuhi standar/kriteria baku yang telah ditetapkan oleh pemerintah. Limbah harus diolah terlebih dahulu melalui instalasi pengolahan limbah (IPAL), karena limbah yang dihasilkan diperkirakan masih mengandung unsur-unsur/senyawa kimia yang sama seperti bahan baku yang digunakan dalam proses industri tersebut.

Di dalam IPAL, limbah industri diolah secara fisik, kimia, dan biologi. Bahan-bahan yang digunakan dalam pengolahan limbah terutama pengolahan secara kimia umumnya bahan/senyawa kimia untuk menetralkan atau meniadakan unsur-unsur B₃/logam berat dalam limbah, atau untuk menstimulir kehidupan mikroorganisme di dalam limbah, sebelum limbah tersebut akhirnya aman dibuang ke lingkungan, dan memenuhi syarat baku mutu limbah industri yang ditetapkan oleh pemerintah. Namun demikian, banyak diantara para pelaku industri belum mengoptimalkan penggunaan IPAL akibat harga bahan-bahan kimia yang digunakan tergolong mahal, sehingga limbah yang dibuang ke lingkungan masih mengandung bahan-bahan atau senyawa beracun. Selain itu masih terdapat beberapa unsur logam berat/B₃ tertentu luput dari ketentuan bakumutu limbah industri yang ditetapkan oleh pemerintah.

Pencemaran yang terjadi pada lahan pertanian dan sekitarnya, terutama pada tanah, air atau badan air, dan tanaman/produk yang dihasilkan sudah semakin terasa dan meluas. Hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa tanah dan air pada lahan sawah di sekitar lokasi industri banyak yang telah mengalami

pencemaran, termasuk bagian tanaman dan produk yang dihasilkan mengandung unsur-unsur logam berat/B₃ yang dapat membahayakan kesehatan manusia (Ramadhi, 2002; Suganda *et al.*, 2003; Undang Kurnia *et al.*, 2003).

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, upaya yang dapat dilakukan adalah pemulihan atau rehabilitasi tanah sebagai media tumbuh tanaman dan badan air atau sungai yang digunakan sebagai sumber air pengairan, sehingga tidak lagi mengandung atau berkurang kandungan logam berat/B₃-nya. Oleh sebab itu, sumber penyebab terjadinya pencemaran, baik itu sebagai bahan baku utama industri ataupun bahan pembantu termasuk untuk pengolahan limbah perlu diwaspadai, diteliti dan dipelajari dengan cermat dan seksama, sehingga upaya pengendalian dan penanggulangannya dilakukan lebih tepat dan terarah. Rehabilitasi atau remediasi dilakukan terhadap objek yang terkena dampak, dalam hal ini adalah tanah, air tanah, dan badan air/sungai sebagai sumber air pertanian.

Pengendalian emisi gas rumah kaca

Gas rumah kaca (GRK) sebenarnya bukan pencemar, melainkan gas-gas CO₂, CH₄, N₂O, O₃, CFC, HCFC, HFC, yang diemisikan ke atmosfer. Kegiatan pertanian dapat menimbulkan emisi CO₂, CH₄, dan N₂O, sehingga dalam kondisi ekstrim, konsentrasi GRK yang berlebihan di atmosfer dapat menyebabkan efek rumah kaca. Pada awal revolusi industri, konsentrasi CO₂ di atmosfer masih rendah sekitar 290 ppmv (*part per million volume*), saat ini meningkat menjadi 375-380 ppmv (Wihardjaka dan Setyanto, 2007; UNDP, 2007/2008). Peningkatan konsentrasi CO₂ tersebut disebabkan oleh ketidakseimbangan antara besarnya sumber emisi (*source*) dan daya rosotnya (*sink*). Secara alami, CO₂ digunakan dalam proses fotosintesis untuk menghasilkan karbohidrat, namun akibat pesatnya perkembangan industri, tingginya pemakaian bahan bakar fosil dan laju penebangan hutan menyebabkan emisi CO₂ lebih besar dibandingkan dengan yang ditambat tanaman.

Efek rumah kaca ditengarai dapat mempengaruhi produksi pertanian, akibat terjadinya peningkatan emisi GRK yang menyebabkan perubahan iklim global, hidrologi dan tata air, serta pola pertanaman di suatu daerah/wilayah. Peningkatan emisi gas rumah kaca di atmosfer dapat ditunjukkan oleh kondisi emisi CO₂ pada tahun 1900 yang masih sekitar 2,5 Gt CO₂, naik menjadi 5 Gt CO₂ pada tahun 1950, dan meningkat tajam menjadi 25-30 Gt CO₂ pada tahun 2004 (UNDP, 2007/2008). Hasil pengukuran emisi gas metan di sentra produksi padi di Jawa Tengah mendapatkan angka 107-798 kg CH₄/musim. Emisi CH₄ tersebut mempunyai nilai GWP (*global warming potential*) 21 kali lebih besar dibandingkan dengan CO₂ (Wihardjaka dan Setyanto, 2007).

Berbagai hasil penelitian pengendalian emisi gas rumah kaca telah diperoleh, diantaranya yang telah dilakukan oleh Balai Penelitian Lingkungan Pertanian. Prinsip pengendalian emisi gas rumah kaca tersebut adalah mempelajari sumber penyebab emisi dan inovasi teknologi yang dapat mengurangi atau mengendalikan sumber emisi. Selama ini sumber emisi metan (CH₄) dicurigai berasal dari lahan sawah, lahan rawa, dan TPA (tempat pembuangan sampah) organik. Pengendalian emisi CH₄ dari lahan sawah dapat dilakukan diantaranya dengan menggunakan varietas padi yang sesuai dibudidayakan pada lahan sawah tadah hujan, pemberian pupuk organik matang, pemberian pupuk ZA, cara pemberian air secara terputus (*intermittent*), dan sistem tanpa olah tanah (Setyanto dan Wihardjaka, 2007). Wahyuni dan Wihardjaka (2007) mendapatkan bahwa upaya pengendalian emisi nitrooksida (N₂O) dari lahan sawah tadah hujan dilakukan melalui pengelolaan lahan secara terintegrasi, berupa kombinasi tanam benih langsung (tabela), pemupukan N dengan pupuk N lambat urai atau yang dilapisi sulfur dan sesuai dengan kebutuhan tanaman, penggunaan pupuk kandang pada kondisi tanah aerob, dan penggunaan varietas padi yang mempunyai sistem perakaran jarang. Sedangkan prinsip pengendalian emisi CO₂

adalah upaya untuk mengikat atau menambat kembali gas CO₂ (rosot) ke bumi melalui penanaman vegetasi/penghijauan.

STRATEGI PENGELOLAAN LINGKUNGAN PERTANIAN

Saat ini sumberdaya lahan pertanian dan lingkungannya banyak yang sudah mengalami kerusakan dan tercemar B₃/logam berat. Oleh sebab itu, pengelolaan lingkungan pertanian harus dilakukan melalui pengendalian dan penanggulangan, serta pencegahan terjadinya kerusakan dan pencemaran di waktu yang akan datang. Pengelolaan lingkungan pertanian dapat berhasil bila semua kegiatan pengendalian dan penanggulangan didasarkan pada sumber penyebab utama terjadinya kerusakan dan pencemaran, serta objek yang terkena dampak.

Pencegahan dan penanggulangan sumber penyebab kerusakan sumberdaya lahan dan pencemaran dilakukan melalui revitalisasi implementasi instrumen hukum dan non hukum. Penegakkan dan pengetatan implementasi undang-undang, peraturan pemerintah dan keputusan pemerintah, baik di pusat maupun daerah tentang pengelolaan lingkungan hidup harus diberlakukan secara benar dan konsekuen. Bagi pelaku industri, pertambangan, dan kegiatan yang potensial merusak dan mencemari lingkungan sudah saatnya diberlakukan *pajak lingkungan* sebagai kompensasi untuk pemulihan atau rehabilitasi sumberdaya lahan. Selain itu, fungsi pengawasan dan pengendalian dari Badan Pengendali Lingkungan Hidup, baik di pusat maupun daerah dan instansi terkait perlu dioptimalkan. Bagi pelaku kerusakan dan pencemaran sudah saatnya diberlakukan sanksi-sanksi yang berat dan tegas sehubungan dengan tanggung jawabnya dalam pengelolaan lingkungan hidup.

Untuk mencegah atau mengendalikan terjadinya kerusakan sumberdaya lahan dan pencemaran lingkungan pertanian, serta memudahkan pemantauannya diperlukan acuan yang konkrit tentang baku mutu tanah (*soil quality standard*) untuk Indonesia. Bakumutu

kerusakan tanah sudah saatnya disusun dan diimplementasikan di lapangan. Ambang batas kandungan B_3 /logam berat yang diperbolehkan ada di dalam tanah perlu ditetapkan. Ambang batas yang dimaksud adalah kandungan maksimum B_3 /logam berat yang masih bisa diabaikan berada di dalam tanah. Besarnya nilai ambang batas tergantung dari jenis logam berat, mudah tidaknya ditranslokasikan dari tanah ke tanaman, dan daya racunnya terhadap manusia, hewan, dan tanaman. Hal ini sangat penting untuk mendukung pengembangan agribisnis agar produk atau hasil pertanian Indonesia mampu bersaing di pasar global. Produk pertanian ke depan adalah komoditas pertanian yang dihasilkan dari lahan pertanian terbebas dari unsur B_3 /logam berat.

Ambang batas B_3 /logam berat di dalam tanah seharusnya dijadikan acuan untuk melakukan tindakan hukum bagi pelaku pencemaran. Industri yang membuang limbah ke badan air dapat dengan mudah diketahui sebagai penyebab menurunnya kualitas tanah, karena limbah dari suatu industri sangat spesifik sesuai dengan bahan baku yang digunakan dalam proses produksinya. Logam berat/ B_3 mempunyai sifat yang mudah untuk dipantau, karena unsur-unsur tersebut umumnya stabil dan sulit tercuci atau terbawa oleh pergerakan air di dalam tanah. Untuk mempertahankan kualitas tanah dan produk pertanian tetap baik dan tidak tercemar B_3 /logam berat, harus dilakukan penegakkan aturan dan pengawasan yang ketat tentang keharusan mengoptimalkan fungsi instalasi pengolah air limbah (IPAL), dan peninjauan kembali tentang tata ruang serta mencegah dan melarang alih fungsi lahan sawah subur menjadi kawasan industri.

Parameter-parameter baku mutu limbah industri yang wajib dipantau bagi setiap jenis industri sesuai dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 tahun 1995 dan Surat Keputusan Gubernur (contoh SK Gubernur Jawa Barat No. 23/1999) tentang baku mutu limbah industri perlu dipelajari, dikaji ulang, dan direvisi. Pengalaman di lapangan menunjukkan terdapat unsur-unsur kimia lain

yang sebenarnya beracun dan berbahaya bagi tanah dan tanaman tidak termasuk yang wajib dipantau.

Upaya pencegahan/penanggulangan pencemaran akibat penggunaan pestisida yang berlebihan dapat dilakukan dengan: (a) mengintensifkan penerapan pengendalian hama terpadu (PHT), (b) penerapan peraturan penggunaan pestisida, (c) penerapan batas maksimum residu (BMR) pestisida dalam tanah dan tanaman atau produk pertanian, (d) pengawasan dan penerapan sanksi terhadap pelanggaran dalam distribusi dan penggunaan pestisida, dan (e) penyuluhan, pendidikan, dan latihan penggunaan pestisida yang baik dan benar.

Penurunan kualitas lingkungan pertanian tidak secara langsung dipengaruhi oleh peningkatan gas rumah kaca. Namun, peningkatan emisi CO_2 , CFC, CH_4 , dan N_2O di atmosfer akan berkontribusi terhadap pemanasan global yang pada akhirnya dapat meningkatkan suhu permukaan air laut dan melelehnya permukaan es di kutub. Oleh sebab itu, untuk mengantisipasi terjadinya peningkatan GRK dan pemanasan global dilakukan dengan: (1) meminimalkan penggunaan bahan bakar fosil (BBF) yang tidak/sedikit mengandung zat pencemar, (2) mengurangi penggunaan CFC dan mencari alternatif pengganti yang aman, dan (3) pemerintah memberikan insentif untuk teknologi yang dapat mengurangi penggunaan CFC. Untuk mengurangi emisi CH_4 dari lahan sawah dapat dilakukan dengan mengurangi luas areal tanam padi, melalui diversifikasi tanaman pangan bukan beras (mengistirahatkan tanah sawah tidak ditanami padi), atau mencari alternatif teknologi yang dapat menekan emisi metan.

Pembukaan lahan hutan untuk perkebunan, pemukiman, dan penggunaan lain dapat menyebabkan erosi dan sedimentasi. Dalam kondisi tidak terkendali, misalnya *land clearing* dilakukan dengan pembakaran, maka emisi CO_2 yang berlebihan dapat menyebabkan berubahnya iklim, pola tanam, banjir, dan kekeringan sebagai akibat meningkatnya GRK di atmosfer. Dengan demikian, upaya pengikatan kembali CO_2 dengan

revegetasi atau rehabilitasi lahan yang rusak dan kritis mutlak dilakukan, seperti pembangunan hutan tanaman industr, hutan kemasyarakatan (*agroforestry*), perkebunan, serta mencegah terjadinya konversi lahan hutan untuk penggunaan yang tidak benar. Prinsip pengendalian emisi CO₂ adalah bahwa emisi gas CO₂ harus lebih kecil atau sama dengan yang diikat/ditambat (rosot) tanaman.

PENUTUP

Berbagai kerusakan sumberdaya lahan dan pencemaran lingkungan pertanian yang terjadi selama ini sudah saatnya mendapatkan perhatian yang lebih serius, baik oleh pemerintah dan instansi terkait, serta masyarakat luas secara bersama-sama. Pengelolaan sumberdaya lahan, khususnya lahan pertanian dan lingkungannya harus dimulai dengan identifikasi dan karakterisasi sumber dan penyebab utama kerusakan dan pencemaran. Penanggulangan dan pengendalian kerusakan sumberdaya lahan akibat penurunan produktivitas tanah dilakukan melalui penerapan teknik konservasi tanah dan rehabilitasi lahan, dilaksanakan secara terpadu, bersama-sama antara pemerintah/instansi terkait, pelaku kerusakan, dan masyarakat luas.

Penanggulangan dan pengendalian pencemaran lahan pertanian oleh unsur-unsur B₃/logam berat memerlukan acuan yang konkrit tentang baku mutu tanah. Baku mutu B₃/logam berat di dalam tanah yang berlaku untuk kondisi Indonesia belum ada dan perlu segera ditetapkan. Selain itu, untuk mempertahankan kualitas tanah dan produk pertanian tetap baik dan tidak tercemar B₃/logam berat harus dilakukan penegakkan aturan dan pengawasan yang ketat tentang keharusan mengoptimalkan fungsi instalasi pengolah air limbah. Surat Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 tahun 1995 dan Surat Keputusan Gubernur tentang baku mutu limbah industri perlu dipelajari kembali, dikaji ulang dan direvisi karena belum mengakomodir semua unsur-unsur kimia/pencemar lain yang berbahaya bagi tanah, air, dan tanaman. Pengendalian penggunaan

pestisida dapat dilakukan melalui penerapan peraturan penggunaan pestisida secara ketat, pengawasan penggunaannya, dan penerapan sanksi yang berat terhadap pelanggaran distribusi pestisida.

Pengelolaan lahan yang tidak tepat dapat memicu peningkatan gas-gas rumah kaca (CO₂, CH₄, N₂O) di atmosfer, sehingga dapat mengakibatkan pemanasan global. Emisi CO₂ yang berlebihan dapat dikendalikan atau ditanggulangi melalui pengikatan kembali CO₂ (*carbonsequestration*) dengan cara penghijauan atau rehabilitasi lahan rusak dan kritis, termasuk kerusakan lahan pada kawasan lindung dan konservasi. Emisi CH₄ dan N₂O dari lahan sawah dapat dikendalikan dengan mengurangi luas areal tanam padi dengan mengistirahatkan sebagian lahan sawah untuk komoditas bukan beras, pengelolaan air yang tepat dan benar, penggunaan pupuk N lambat urai dan tidak mengemisikan N secara berlebihan.

DAFTAR PUSTAKA

- Muti, A., K. Sudirman, F.G. Berelaka, dan D. Sudjarwadi. 2000. Identifikasi Residu Pestisida dan Upaya Mendapatkan Teknologi Penanggulangannya pada Lahan Sayuran Dataran Tinggi. Laporan No:10-i/Puslittanak/2000.
- Abdurachman, A, S. Sutono, H. Kusnadi, dan Y. Hadian. 2000. Laporan Akhir Pengkajian Baku Mutu Tanah: Sumber dan Proses Terjadinya Pencemaran Logam Berat. Bagian Proyek Penelitian Sumberdaya Lahan dan Agroklimat. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor (belum dipublikasikan)
- Agus, F. and Irawan. 2006. Agricultural land conversion as a threat to food security and environmental quality. Pp.101-121 *In* Prosiding Seminar Multifungsi dan Revitalisasi Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian-MAFF-Asean Secretariat. Jakarta. 2006.
- Alloway. 1990. Soil processes and behaviour of metal. Pp. 100-121 *In* Heavy Metal in

- Soils. Blackie Glasgow and London Halsted Press John Willey and Sons Inc. New York.
- Ardiwinata, A.N., S.Y. Jatmiko, dan E.S. Harsanti. 2007. Pencemaran bahan agrokimia di lahan pertanian dan teknologi penanggulangannya. Hlm. 88-129. *Dalam* Pengelolaan Lingkungan Pertanian Menuju Mekanisme Pembangunan Bersih. Balai Penelitian Lingkungan Pertanian, Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Litbang Pertanian.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 1992. 5 Tahun Penelitian dan Pengembangan Pertanian (1987-1991). Sumbangan dalam Menyongsong Era Tinggal Landas. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian R I., Jakarta.
- Banuwa, I.S. 1994. Dinamika Aliran Permukaan dan Erosi akibat Tindakan Konservasi Tanah pada Andisol Pangalengan, Jawa Barat. Tesis Program Pasca Sarjana IPB, Bogor.
- Davies, B.E. 1990. Lead. Pp. 177-196 *In* Heavy Metal in Soils. Blackie Glasgow and London Halsted Press John Willey and Sons Inc. New York.
- Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan. 2000. Hasil-hasil Analisis Residu Pestisida dalam Tanaman Pangan dan Hortikultura. Laporan Tahunan Residu Pestisida dalam Tanaman Pangan, 1997-2000.
- ESP-1 (Environmental Sectoral Programme Phase 1). 2007. Draft Laporan Akhir Environmental Sectoral Programme Phase 1 Sektor Kehutanan. Bappenas-Yayasan Pelangi 2007.
- FAO-WHO. 1993. Pesticide Residues in Food. FAO Plant Production and Protection. Paper No. 12, Report 1993. Rome, Italy.
- Loka Penelitian Pencemaran Lingkungan Pertanian. 2005. Teknologi Penanggulangan Pencemaran Lahan Pertanian Akibat Limbah Industri Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Laporan Akhir (tidak dipublikasikan).
- Ministry of State for Population and Environment Republic of Indonesia and Dalhousie University of Canada. 1992. Environmental Management in Indonesia. Report on Soil Quality Standards for Indonesia (*interim report*).
- Oh, B.Y. 2000. Pesticide residues for food safety and environment protection. FFTC Extension Bulletin 495:1-13.
- Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. 2000. Pengkajian Baku Mutu Tanah pada Lahan Pertanian. Laporan Akhir Kerjasama Antara Proyek Pengembangan Penataan Lingkungan Hidup, Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Jakarta dan Pusat Penelitian tanah dan Agroklimat, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. No. 50/Puslittanak/2000.
- Setyorini, D., Soeparto, dan Sulaeman. 2003. Kadar logam berat dalam pupuk. Hlm. 219-229. *Dalam* Prosiding Seminar Nasional Peningkatan Kualitas Lingkungan dan Produk Pertanian: Pertanian Produktif Ramah Lingkungan Mendukung Ketahanan dan Keamanan Pangan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Sinukaban, N.1990. Pengaruh pengolahan tanah konservasi dan pemberian mulsa jerami terhadap produksi tanaman pangan dan erosi hara. *Pembrit. Penelitian Tanah dan Pupuk*. 9:32-38.
- Soemarwoto, O. 1991. Indonesia dalam Kancah Isu Lingkungan Global. Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Karindah, S. 1995. Residu insektisida dalam tanaman dan lingkungannya. Hlm. 44-51 *Dalam* Risalah Seminar Regional Resistensi Serangga terhadap Insektisida dan Upaya Penanggulangannya. Perhimpunan Entomologi Indonesia Cabang Malang, Malang.
- Wahyuni, S. dan Wihardjaka. 2007. Pengelolaan lahan sawah tadah hujan dalam menekan emisi gas nitrooksida (N₂O). *Jurnal Sumberdaya Lahan* 1(3):1-12.

- Suganda, H., D. Setyorini, H. Kusnadi, I. Saripin, dan Undang Kurnia. 2002. Evaluasi pencemaran limbah industri tekstil untuk kelestarian lahan sawah. Hlm 203-221. *Dalam* Prosiding Seminar Nasional Multifungsi dan Konversi Lahan Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Suganda, H., D. Setyorini, H. Kusnadi, I. Saripin, dan Undang Kurnia. 2003. Evaluasi pencemaran limbah industri untuk kelestarian sumberdaya lahan sawah. Hlm. 203-221. *Dalam* Prosiding Seminar Nasional Multifungsi dan Konversi Lahan Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Suganda, H., M. Sodik, D. Santoso, dan S. Sukmana. 1997. Pengaruh cara pengendalian erosi terhadap aliran permukaan, tanah tererosi dan produksi sayuran pada Andisols. *Jurnal Tanah dan Iklim* 15:38-50.
- Sukmana, S., J. Prawirasumantri, M. Sodik, dan M. Rustandi. 1986. Laporan Penelitian Mengatasi Keracunan Limbah Pengeboran Minyak. Pusat Penelitian Tanah, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (*mimeo*).
- Suwardjo. 1981. Peranan Sisa-Sisa Tanaman dalam Konservasi Tanah dan Air pada Usahatani Tanaman Semusim. Disertasi Doktor, Fakultas Pasca Sarjana IPB, Bogor. (tidak dipublikasikan).
- Ramadhi, T. 2002. Identifikasi Pencemaran Lahan Sawah Akibat Limbah Industri Tekstil. (Studi kasus di Kecamatan Rancaekek, Kabupaten Bandung). Laporan Praktek Lapang. Program Studi Analisis Lingkungan. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Undang Kurnia, N. Sinukaban, F.G. Suratmo, H. Pawitan, dan Suwardjo. 1997. Pengaruh teknik rehabilitasi lahan terhadap produktivitas tanah dan kehilangan hara. *Jurnal Tanah dan Iklim* 15:10-18.
- Undang Kurnia, Sudirman, Haryono, dan H. Kusnadi. 2004. Penelitian pencemaran limbah industri penyepuhan logam pada tanah sawah. Hal. 215-228. *Dalam* Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Sumberdaya Tanah dan Iklim. Bogor, 14-15 Oktober 2003. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat.
- UNDP. 2007/2008. Fighting climate change: human solidarity in a divided world. Human Development Report 2007/2008.
- UNEP. 1987. The Greenhouse Gases. UNEP/GEMS Environment Library No. 1. UNEP, Nairobi
- Wihardjaka, A. dan P. Setyanto. 2007. Emisi dan mitigasi gas rumah kaca dari lahan sawah irigasi dan tadah hujan. Hlm 55-87. *Dalam* Buku Pengelolaan Lingkungan Pertanian menuju Mekanisme Pembangunan Bersih. Balai Penelitian Lingkungan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.