

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Manusia dan Upaya Pengelolaan Lingkungan Hidup

Lingkungan hidup yang sehat merupakan hak setiap warga negara Indonesia yang telah diamanatkan dalam Undang-Undang Dasar Negara Republik Indonesia. Lingkungan hidup menurut Undang-Undang nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup adalah kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan, dan makhluk hidup, termasuk manusia dan perilakunya, yang mempengaruhi alam itu sendiri, kelangsungan perikehidupan, dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lain. Pasal 2) menyebutkan bahwa perlindungan pengelolaan lingkungan hidup adalah upaya sistematis dan terpadu yang dilakukan untuk melestarikan fungsi lingkungan hidup dan mencegah terjadinya pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup yang meliputi perencanaan, pemanfaatan, pengendalian, pemeliharaan, pengawasan dan penegakan hukum.

Isu lingkungan hidup menjadi perhatian dunia setelah terselenggaranya konferensi perserikatan bangsa – bangsa (PBB) tentang lingkungan hidup, yang diselenggarakan pada tanggal 05 sampai 16 juni 1975 di Stockholm Swedia, terkenal dengan *United Nations Conference of Human Environment*, konferensi berhasil melahirkan kesepakatan internasional dalam menangani masalah lingkungan hidup, dan mengembangkan hukum lingkungan hidup baik pada tingkat nasional, regional, maupun internasional. Masalah-masalah lingkungan di negara-negara barat mencuat pada awal tahun 1970 an. Di Indonesia, hal yang sama mulai terasa pada tahun 1980an. Ada

hubungan antara kerusakan lingkungan dengan evolusi hubungan manusia dengan lingkungan. Pada tahap awal evolusi, hubungan manusia dengan lingkungan nampak harmonis. Terlebih ketika manusia belum banyak mengeksploitasi lingkungan alam dan populasi mereka masih sedikit. Keharmonisan itu memudar ketika manusia merasa berkuasa atas alam. Dorongan eksploitasi ini disebabkan karena meningkatnya kebutuhan manusia, perkembangan teknologi dan jumlah penduduk. (Hadi, 2014)

Pemanfaatan sumber daya alam untuk memenuhi kebutuhan manusia seringkali menimbulkan masalah seperti limbah dan sampah yang tidak dikelola dengan baik sehingga menurunkan fungsi lingkungan. Pengendalian pemanfaatan sumber daya alam semua di atur dalam peraturan tentang lingkungan hidup agar pemanfaatannya untuk meningkatkan kesejahteraan manusia. Hubungan sumber daya alam dan penduduk telah lama menjadi perhatian Malthus dengan teori yang mengatakan bahwa pertumbuhan penduduk akan menuruti deret ukur sedangkan pertumbuhan bahan pangan akan menuruti deret hitung. Para penentang teori Malthus berpendapat bahwa pertumbuhan penduduk justru merupakan modal bagi tersedianya tenaga kerja dan pemicu penemuan teknologi baru, intensifikasi dan inovasi disektor pertanian.

Manusia merupakan bagian dari lingkungan dan merupakan makhluk sosial yang saling berinteraksi satu sama lainnya dan saling membutuhkan, interaksi manusia bukan hanya dengan manusia tetapi juga interaksi dengan semua makhluk hidup dan juga semua komponen lingkungan, interaksi saling ketergantungan dalam mempertahankan kehidupan, menurut Enger and Smith (1992) manusia perlu menjalin hubungan yang selaras, serasi dan seimbang dengan unsur lingkungan hidup yang lain secara adaptif agar tercapai kesejahteraan hidup.

Pengelolaan lingkungan secara operasional mengandung makna menata, mengatur, membatasi, meningkatkan dan melindungi lingkungan sebagai sistem agar memberi jaminan bagi keseimbangan daya dukungnya terhadap pemenuhan kebutuhan manusia (Hadi dan Samekto, 2007). Adapun hak dan kewajiban berpartisipasi dalam memelihara fungsi lingkungan hidup dan mengendalikan pencemaran serta kerusakan lingkungan melekat ke setiap warga negara sesuai amanah Undang-Undang no 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

Pengelolaan lingkungan hidup pada tahapan pelaksanaan sering diartikan istilah penataan yang memiliki arti secara terminologi sebagai tindakan *preemptif*, *preventif* dan *proaktif*. *Preemptif* merupakan tindakan yang dilakukan pada tingkatan proses pengambilan keputusan dan perencanaan pengelolaan lingkungan. *Preventif* adalah tindakan yang dilakukan pada tingkatan pelaksanaan pencegahan pencemaran atau pengendalian penurunan fungsi lingkungan dengan pemantauan baku mutu lingkungan dan tindakan lainnya. Sedangkan *proaktif* merupakan tindakan pada tingkatan produksi dengan penerapan standarisasi lingkungan hidup seperti, ISO 1400. (Machmud,2012)

Tekanan penduduk terhadap lahan dewasa ini semakin meningkat. Menurut Soemarwoto (1990) didalam masyarakat agraris ketersediaan lahan pertanian adalah sesuatu yang urgen, semakin tinggi tingkat kepadatan penduduk semakin tinggi pula tingkat permintaan lahan, jika lahan yang tersedia tidak mencukupi untuk memenuhi kebutuhan penduduk, maka respon penduduk adalah membuka hutan, menanam di tempat yang rawan erosi, atau mengadu nasib ke kota.

Upaya – upaya pengelolaan lingkungan yang lebih humanis adalah sangat diperlukan karena erat kaitan antara manusia dan lingkungan, serta untuk menjamin

keberlangsungan hidup manusia, flora dan fauna serta keberadaan fungsi komponen lingkungan lainnya.

Pengelolaan lingkungan yang baik merupakan kerangka mewujudkan pembangunan yang berkelanjutan, meminimalkan dampak-dampak yang timbul akibat pemabangunan. Keberlanjutan pembangunan ditandai dengan jaminan ketersediaan kebutuhan akan sumber daya alam untuk generasi mendatang. Oleh karena itu upaya-upaya untuk mewujudkan cita-cita tersebut harus serius dan konsisten. Jaminan kesejahteraan manusia saat sekarang yang tanpa mengorbankan generasi mendatang merupakan inti pengelolaan lingkungan hubungannya dengan manusia.

2.2. Kegiatan Pertanian

2.2.1. Definisi Pertanian

Berkenaan dengan definisi mengenai pertanian Rimando (2004:1) mengemukakan bahwa pertanian adalah penumbuhan secara sistematis terhadap tanaman dan ternak di bawah pengelolaan oleh manusia. Abellanosa dan Pava (1987: 238) berpendapat bahwa pertanian adalah kegiatan menumbuhkan tanaman dan hewan untuk memenuhi kebutuhan manusia. Rubenstein (2003: 496) mendefinisikan pertanian sebagai usaha besar-besaran untuk mengubah bagian dari permukaan Bumi melalui budidaya tanaman dan hewan untuk kebutuhan nutrisi (makan dan minum) dan keuntungan ekonomi. Pertanian tanaman dan hewan merupakan seni dan ilmu menumbuhkan tanaman dan memelihara hewan ternak untuk kebutuhan makanan, kebutuhan lainnya, atau keuntungan ekonomi (Bareja, 2014).

Menurut penjelasan dari FAO (1999) pertanian berkenaan dengan aktivitas manusia di dalam memanfaatkan sumber daya hayati untuk menghasilkan bahan pangan, bahan baku industri, dan sumber energi. Di samping itu pertanian berhubungan pula dengan kegiatan , mengelola lingkungan hidup. Sementara itu Mosher (1968: 19) mendefinisikan pertanian sebagai proses produksi khas yang didasarkan atas proses pertumbuhan tanaman dan hewan. Pertanian terbagi ke dalam pertanian dalam arti luas dan dalam arti sempit (Mubyarto, 1989: 16-17).

Peran sektor pertanian di Indonesia sangatlah signifikan karena negara ini memiliki kekayaan sumber daya hayati. Dominasi kegiatan bidang pertanian menjadikan negara Indonesia sebagai negara agraris. Kegiatan sektor pertanian menjadi pendukung utama kehidupan masyarakatnya. Sehingga, dasar perekonomian yang berlaku adalah perekonomian agraris. Pembangunan pertanian di Indonesia penting untuk mendukung pembangunan secara keseluruhan (Hanani, 2003: 31). Peranan bidang pertanian di dalam pembangunan ekonomi sangat signifikan karena sebagian besar masyarakat menggantungkan hidup mereka pada kegiatan pembudidayaan dan pengolahan hasil pertanian. Pembangunan sering diukur dari sejauh mana pertumbuhan dan perubahan yang terjadi atau dicapai. Pembangunan pertanian dikatakan berhasil bilamana sektor ini mencapai tingkat pertumbuhan yang tinggi dan pada waktu yang bersamaan terjadi perubahan masyarakat tani dari yang kurang baik menjadi lebih baik (Soekartawi, 1994: 1).

Arsyad (2004: 58-61) menyebutkan tiga tahap perkembangan yang dijalani oleh pembangunan pertanian, yakni: a) tahap pertanian tradisional, pertanian produksi, dan pertanian konsumsi. Pada tahap ini hanya terdapat satu atau dua tanaman yang dijadikan

sumber utama bahan makanan; b) tahap pertanian tradisional menuju pertanian modern. Pada tahap ini terjadi penganekaragaman produk pertanian yang diperdagangkan, namun memiliki keterbatasan modal dan teknologi; dan c) tahap pertanian modern. Pada tahap ini produksi pertanian memiliki orientasi pemenuhan kebutuhan pasar.

Mosher (1977) berpendapat bahwa pembangunan pertanian harus memenuhi sejumlah syarat untuk dapat dikembangkan ke tingkat yang lebih baik, yakni tingkat di mana tercapai ketersediaan: a) pasar bagi hasil usaha tani; b) teknologi yang selalu berkembang; c) bahan dan alat produksi pada skala lokal; d) stimulus produksi bagi petani; dan e) pengangkutan yang tidak tersendat dan berkesinambungan. Mosher (1977) juga menambahkan bahwa perencanaan nasional untuk pembangunan pertanian sangatlah penting guna memutuskan segala sesuatu yang hendak dilakukan oleh pemerintah berkenaan dengan kebijakan dan kegiatan yang berpengaruh terhadap pembangunan pertanian di dalam jangka waktu tertentu.

2.2.2. Pertanian Padi

Padi adalah jenis tanaman yang termasuk ke dalam kelompok rumput-rumputan (Purnomo & Purnamawati, 2007: 9). Secara berurutan tanaman padi termasuk ke dalam divisio *Spermathophyta*, kelas *Monokotiledon*, ordo *Glumeflorae*, dan famili *Gramineae*. Terdapat banyak sekali varietas padi, akan tetapi tidak semuanya memiliki nilai ekonomis. Adapun spesies yang dimanfaatkan sebagai tanaman budidaya antara lain *Oryza sativa* L. Spesies ini diminati dan dijadikan sumber makanan penting bagi manusia karena memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi (Utama, 2015: 3). Tanaman padi terbagi atas bagian-bagian akar, batang (termasuk anakan batang), daun, bunga, *lemma* (bunga *floret*), butir biji (bakal buah yang matang) (Suharno, 2005).

Batang padi berbuku dan berongga. Dari buku batang muncullah anakan atau daun. Bunga padi akan terbentuk pada tahap akhir pada bagian buku dan tiap anakan. Bagian akar padi memiliki bentuk serabut yang berfungsi untuk menyerap unsur hara. Akar padi sangat sensitif terhadap kekeringan (Purnomo & Purnamawati, 2007: 12).

Menurut data yang diterbitkan oleh *Statista* (statista.com, 27 November 2017) Cina mendominasi produksi global tanaman padi dengan nilai 210,1 juta metrik ton, negara penghasil utama padi berikutnya adalah, secara berturut-turut oleh India (165,3 juta metrik ton), Indonesia (74,2 juta metrik ton), Bangladesh (53,1 juta metrik ton), Vietnam (44 juta metrik ton), Thailand (33,3 juta metrik ton), Myanmar (28,3 juta metrik ton), dan Filipina (18,6 juta metrik ton).

Purnomo dan Purnamawati (2007: 9) menyebutkan bahwa budidaya tanaman padi telah dilakukan semenjak lama oleh manusia yang berdiam di Asia dan Afrika Barat, baik di kawasan tropis maupun kawasan sub-tropis. Temuan para ahli menunjukkan bahwa budidaya tanaman padi di Cina daratan, dengan ditemukannya bukti di daerah Zhejiang, telah ada sejak tahun 3000 Sebelum Masehi. Temuan lain berupa *fossil* butir padi dan gabah dari daerah Hastinapur, Uttar Pradesh, India mengindikasikan budidaya tanaman padi sejak tahun 800 Sebelum Masehi. Garis besar kegiatan bercocok tanam padi meliputi persemaian, pemindahan atau penanaman, pemeliharaan (yang terdiri atas pengairan, penyiangan, perlindungan tanaman, serta pemupukan), dan panen. Sedangkan aspek lain yang diperlukan, namun tidak termasuk ke dalam rangkaian bercocok tanam padi ialah pemilihan kultivar, pemrosesan biji dan penyimpanan biji (musjiharsalam.wordpress.com, 12 Juni 2011).

Masyarakat Indonesia melakukan intensifikasi pertanian, termasuk pertanian padi, dengan menganut prinsip *Panca Usaha Tani*, yakni pemilihan dan penggunaan bibit unggul, pemakaian pemupukan yang berimbang, penyemprotan dan pengendalian hama, penyediaan air melalui irigasi, dan pengolahan lahan dengan bercocok tanam yang benar (Basri et al., 2001: 14).

Hama adalah musuh utama bagi tanaman padi. Kegiatan budidaya berulang kali terhambat kelancarannya oleh adanya serangan hama. Hama yang sering menyerang tanaman padi antara lain tikus yang menyerang dari fase bibit hingga fase pengisian bulir, penggerek batang (*sundep*, atau *Scirpophaga innotata*) yang menyerang pada fase vegetatif, keong mas yang menyerang pada fase pembibitan, wereng (cokelat, atau *Nilaparvata lugens*; hijau, atau *Nephotettix impicticeps* ; dan putih, atau *Sogatella furcifera*), yang menyerang dengan menghisap cairan serta menyebarkan virus, walang sangit, dan burung (farming.id, 23 Mei 2017).

2.2.3. Pembangunan Pertanian yang Berkelanjutan

Bumi semakin terancam keberlangsungannya oleh penggundulan hutan, pengrusakan habitat, pemborosan sumber daya energi dan pencemaran lingkungan. Perubahan iklim, penurunan sumber daya alam dan keragaman hayati, akumulasi produk limbah, pelapukan tanah dan penghancuran ekosistem semakin hari semakin nyata. Keadaan demikian memerlukan tindakan pelestarian dan pengelolaan. Pengelolaan lingkungan membantu kita untuk memahami pentingnya penyelidikan dan pengelolaan lingkungan di dalam konteks pengaruh manusia, dengan menggunakan pendekatan ekonomi, budaya, struktur politik dan kesetaraan sosial serta proses dan

sistem alam (Kulkarni & Ramachandra, 2006). Pengelolaan lingkungan adalah langkah yang penting untuk menjamin lingkungan yang berkelanjutan.

Di negara Indonesia, usaha penciptaan lingkungan yang berkelanjutan telah dituangkan ke dalam sebuah kebijakan, yakni UU No. 32 tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Di dalam Pasal 1 ayat 3, Pembangunan berkelanjutan adalah upaya sadar dan terencana yang memadukan aspek lingkungan hidup, sosial, dan ekonomi ke dalam strategi pembangunan untuk menjamin keutuhan lingkungan hidup serta keselamatan, kemampuan, kesejahteraan, dan mutu hidup generasi masa kini dan generasi masa depan. Ketentuan selanjutnya ialah upaya sistematis dan terpadu yang dilakukan untuk melestarikan fungsi lingkungan hidup dan mencegah terjadinya pencemaran dan/atau kerusakan lingkungan hidup yang meliputi perencanaan, pemanfaatan, pengendalian, pemeliharaan, pengawasan, dan penegakan hukum. Choesin *et al.* (2004) mengemukakan pengertian pembangunan berkelanjutan yang sejalan dengan UN Bruntland Report (1987), yaitu sebuah proses pembangunan yang dilakukan untuk memenuhi kebutuhan masa sekarang tanpa mengurangi kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhannya. Pembangunan berkelanjutan mengandung makna pembangunan yang dilakukan untuk memenuhi kebutuhan sekarang namun tidak mengorbankan pemenuhan kebutuhan masa mendatang (UN Brundtland Report, 1987).

Pembangunan yang berkelanjutan merupakan langkah menuju terwujudnya eko-efisiensi di dalam proses pembangunan. Menurut Siswanto (2003: 35) eko-efisiensi secara ekologi adalah pemanfaatan sumber daya yang efektif sehingga tidak terjadi atau mengurangi pembuangan secara sia-sia sumber daya, terutama dalam bentuk limbah.

“*Sustainable Developmen : An Indonesian Perspective*” karya Dr. Emil Salim dalam (Hadi, 2012) menyebutkan konsep pembangunan berkelanjutan menetapkan pembangunan dalam perspektif jangka panjang (*a longer term perspective*). Konsep tersebut menuntut adanya solidaritar antar generasi, dalam konteks indonesia pembangunan berkelanjutan ditujukan untuk mengurangi kemiskinan dan juga mengeliminasi kerusakan sumber daya alam dan lingkungan. Adapun resep strategi pembangunan berkelanjutan diterapkan di negara berkembang dijabarkan lebih lanjut dalam buku Dimensi Lingkungan Perencanaan Pembangunan (Hadi, 2012).

Rural Science Graduates Association (2002) mendefinisikan pertanian berkelanjutan sebagai aktivitas bidang pertanian yang berpedoman pada prinsip ekologi dan berkenaan dengan kegiatan penelitian dan pengamatan mengenai hubungan antara organisme dan lingkungan tempat tinggalnya. Karakteristik "*berkelanjutan*" di sini mengacu pada ekonomi berkelanjutan yang dicapai dengan, antara lain, memanfaatkan energi yang lebih sedikit, meninggalkan jejak ekologi yang minimal, menghasilkan barang kemasan yang sedikit, pembelian lokal yang meluas dengan rantai suplai pangan yang singkat, minimalisasi bahan pangan olahan, dan perluasan kebun komunitas dan kebun rumah (Kunstler, 2012; Mc Kibben, 2010; Brown, 2012). Pertanian yang berkelanjutan dengan sendirinya mendukung terwujudnya pembangunan yang berkelanjutan yang menitikberatkan perhatian pada keberlanjutan lingkungan di mana pembangunan tersebut dilaksanakan. Gagasan mengenai lingkungan yang berkelanjutan dapat ditelusuri dari tahun 1972 melalui Deklarasi Stockholm yang memperkenalkan konsep pembangunan berwawasan lingkungan (*Eco-development*). Selanjutnya, *Brundlant Report* (1987), yang diterbitkan oleh *United Nations Environmental Program*

(UNEP) dan *World Commission on Environment and Development* (WCED), memaparkan hubungan antara pembangunan dan lingkungan hidup. Dari pemikiran ini muncul istilah pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*). Di Indonesia, ketentuan ini diratifikasi di dalam Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang PPLH.

Pemanfaatan ruang untuk pertanian dewasa ini semakin tergerus oleh kepentingan pemukiman dan industri, maka diaturlah penataan ruang dalam Undang –Undang nomor 26 tahun 2007 tentang Penataan Ruang. Adapun pengertian ruang menurut pasal 1 ayat 1 adalah wadah yang meliputi ruang darat, ruang laut, dan ruang udara, termasuk ruang di dalam bumi sebagai satu kesatuan wilayah, tempat manusia dan makhluk lain hidup, melakukan kegiatan, dan memelihara kelangsungan hidupnya. Kemudian pasal 2, Tata ruang adalah wujud struktur ruang dan pola ruang. Dan ayat 5 menjelaskan Penataan ruang adalah suatu sistem proses perencanaan tata ruang, pemanfaatan ruang, dan pengendalian pemanfaatan ruang.

Pembangunan lahan pertanian pangan berkelanjutan di Kabupaten Pati di dasarkan pada Undang–Undang Nomor 41 Tahun 2009 tentang Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan, kemudian diterjemahkan dalam Peraturan Pemerintah nomor 1 Tahun 2011 tentang Penetapan & Alih Fungsi Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan dan Peraturan Pemerintah Nomor 12 Tahun 2012 tentang Insentif Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan, serta Peraturan Pemerintah nomor 25 Tahun 2012 tentang Sistem Informasi Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan.

Teknis operasional untuk menjaga keberlanjutan pertanian diatur dalam Permentan nomor 07/Permentan/OT.140/2012 tentang Pedoman Teknis dan Persyaratan

Kawasan, Lahan dan Lahan Cadangan Pertanian Pangan Berkelanjutan, untuk di Jawa Tengah berpedoman pada Perda Prov. Jawa Tengah Nomor 6 Tahun 2010 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Provinsi Jawa Tengah Tahun 2009-2029 dan Perda Prov. Jawa Tengah Nomor 2 Tahun 2013 tentang Perlindungan LP2B Provinsi Jawa Tengah, dan di Kabupaten Pati Perda Kab. Pati Nomor 5 Tahun 2011 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Pati Tahun 2010-2030. Berdasarkan audit lahan sawah di Kabupaten Pati terdapat 69.026,32 hektar lahan sawah potensial, akan tetapi ada potensi alih fungsi lahan pertanian sekitar 10.000 hektar dan yang dipergunakan untuk kegiatan pertanian saat ini adalah 58.448 hektar.

Keberlanjutan pembangunan dibidang pertanian menyangkut keberadaan lahan sudah diatur dalam kebijakan berupa peraturan perundang-undangan, dari sisi fungsi untuk melanjutkan berlangsungnya budi daya pertanian dan mewujudkan kesejahteraan manusia juga diperlukan peraturan perundang-undangan. Salah satu kegiatan yang mengancam keberlanjutan pembangunan pertanian adalah pemakaian pestisida yang tidak terkendali dan terus menerus.

Alih fungsi lahan pertanian menjadi pemukiman atau industri dapat mengganggu keberhasilan panen petani, ada beberapa kemungkinan yang dapat terjadi akibat terdesaknya lahan pertanian; pertama, luas sawah berkurang akan menurunkan produksi beras secara umum di wilayah tersebut, kedua serangan hama akan semakin meningkat karena luasan berkurang maka kepadatan populasi hama akan tinggi dan kebutuhan hidup hama akan meningkat sehingga serangan hama semakin mengganas, dan yang ketiga alih fungsi lahan pada umumnya disertai dengan pemadatan dan peninggian

lahan tersebut maka akan menurunkan resapan air hujan dan memotong pola aliran air yang dapat menyebabkan banjir.

Istilah eko-efisiensi dibentuk oleh dua paradigma, yakni ekologi dan ekonomi. Satu aspek penting dari eko-efisiensi di dalam praktek ialah produktivitas sumber daya. Pengurangan limbah dan pencemaran, dan penggunaan sedikit energi dan bahan baku adalah tindakan yang menguntungkan bagi lingkungan. Fokus perhatian dari eko-efisiensi adalah menciptakan nilai lebih dengan secara lebih baik memenuhi kebutuhan konsumen namun dengan tetap menjaga atau mengurangi dampak lingkungan (DeSimone & Popoff, 2000: 2-3). Eko-efisiensi dapat diartikan sebagai suatu strategi yang menghasilkan suatu produk dengan kinerja yang lebih baik, dengan menggunakan sedikit energi dan sumber daya alam yang diambil. Eko-efisiensi merupakan kombinasi efisiensi ekonomi dan efisiensi ekologi, dan pada dasarnya “*doing more with less*”, artinya memproduksi lebih banyak barang dan jasa dengan lebih sedikit energi dan sumber daya alam (Environment Australia, 1999). Eko-efisiensi adalah konsep gabungan antara konsep efisiensi ekonomi dan efisiensi ekologi, dengan penggunaan sumber daya alam seminimal mungkin untuk hasil yang maksimal dan ekologi tetap terjaga keseimbangannya. Secara bagan eko-efisiensi dapat digambarkan seperti di bawah ini:



Gambar 2.1. Konsep Eko-efisiensi (Sari , 2004)

Berdasarkan bagan konsep di atas, eko-efisiensi memiliki peran yang sangat penting bagi pengelolaan lingkungan. Dalam mencapai tujuan dan target pengelolaan lingkungan yang meliputi konservasi dan pembangunan berkelanjutan, diperlukan prinsip eko-efisiensi dalam pelaksanaannya. Dengan kata lain, eko-efisiensi memiliki peran utama dalam keterlaksanaan tujuan dan target pengelolaan lingkungan.

Pada sistem distribusi pestisida perwujudan prinsip atau konsep eko-efisiensi dapat diterapkan dengan melaksanakan prinsip 4R (*Reduce, Reuse, Recycling, Recovery*). *Reduce* adalah mengurangi SDA yang diambil dari lingkungan guna meminimalisir limbah dan juga dalam rangka menghemat SDA agar generasi masa depan masih bisa memanfaatkannya. *Reuse* berarti menggunakan kembali segala sesuatu yang berasal dari SDA yang sudah tidak digunakan. *Recycling* adalah upaya untuk mendaur ulang sampah. *Recovery* adalah perbaikan segala sesuatu agar lebih efisien (Das *et al.*, 2014: 369-370).

Menurut UU No. 19 Tahun 2013 tentang Perlindungan dan Pemberdayaan Petani, pertanian adalah kegiatan mengelola Sumber Daya Alam hayati dengan bantuan teknologi, modal, tenaga kerja, dan manajemen untuk menghasilkan Komoditas Pertanian yang mencakup tanaman pangan, hortikultura, perkebunan, dan/atau peternakan dalam suatu agroekosistem.

Tanah merupakan salah satu unsur yang vital pada pengelolaan lingkungan di pertanian. Tanah adalah bagian lapisan bumi paling atas yang terbentuk dari proses pelapukan bebatuan dan bahan organik secara alamiah. Mengingat tanah dibentuk oleh bahan-bahan sisa makhluk hidup yang telah mati, misalnya daun, ranting, kotoran, pohon, dan hewan, yang terurai oleh detritus, maka tanah termasuk sumber daya alam yang dapat diperbaharui/*renewable resources* (Apriliani, 2012). Tanah tersebut kemudian dijadikan lahan pertanian.

Konservasi lingkungan maupun sumber daya alam pada bidang pertanian dapat tercermin dari pemanfaatan tanah sebagai sumber daya alam. Petani menggunakan sistem pertanian bergilir dan sistem tumpang sari (lebih dari satu tanaman dalam satu lahan). Hal ini bertujuan agar ketersediaan unsur hara tertentu dalam tanah tidak cepat habis dan menyebabkan tanah menjadi tidak produktif lagi. Selain itu, petani juga membiarkan lahan pertanian kosong selama beberapa saat agar terjadi penguraian sisa-sisa pertanian yang ada di dalam tanah secara alami. Proses ini penting untuk penyegaran dan penyuburan tanah.

Prinsip eko-efisiensi diterapkan dalam pengelolaan lahan pertanian dengan cara tidak menggunakan bahan kimia (pupuk dan pestisida) secara berlebihan demi mengejar keuntungan ekonomi semata. Pengelolaan lahan pertanian dengan pupuk, fungisida, dan

pestisida secara berlebihan dapat mengganggu proses alami yang terjadi di dalam tanah dan juga membunuh organisme-organisme yang berperan penting dalam penyuburan tanah, misalnya jamur, cacing, dan bakteri (Mulyanto, 2006:17). Penggunaan zat kimia secara bijak dan tidak berlebihan akan menjaga kesuburan tanah dalam jangka waktu yang lama. Jika pemanfaatan sumber daya alam yang berupa tanah dapat digunakan dan dikelola secara eko-efisiensi, maka ketersediaan unsur hara di dalam tanah akan terus terjaga keberadaannya. Sehingga generasi penerus bisa tetap menikmatinya.

Salah satu tujuan pembangunan pertanian tanaman padi yang berkelanjutan adalah untuk meningkatkan kualitas hidup manusia (*quality of life*), adapun program pertanian berkelanjutan (Parr, *et all*, 1990) antara lain; menjaga dan meningkatkan sumber daya alam serta melindungi lingkungan, menjamin penghasilan petani, menjamin konservasi energi, meningkatkan produktivitas, meningkatkan kualitas keamanan pangan, menciptakan keserasian antara faktor sosial ekonomi lainnya.

2.3. Pestisida

2.3.1. Pengertian Pestisida

Menurut definisi dari *Environmental Protection Agency* (2005) pestisida adalah zat atau organisme yang digunakan untuk menghilangkan, melumpuhkan, memodifikasi, menghambat pertumbuhan atau mengusir hama. Mereka bisa menjadi bahan kimia alami atau sintetis, campuran ini, atau organisme hidup yang bertindak sebagai agen pengendali biologis. Adapun secara garis besar pestisida di bagi dalam dua kategori yaitu; pertama produk pertanian dan komersial dan kedua *home garden* dan produk pengendalian hama domestik (rumah dan kebun).

Pestisida adalah istilah umum untuk menggambarkan zat yang digunakan untuk membunuh, kontrol, mengusir, atau mengurangi hama (Margni *et al*, 2002), Menurut Pedoman Umum Kajian Pestisida (2012) pestisida merupakan zat, senyawa kimia (zat pengatur tumbuh dan perangsang tumbuh), organisme renik, virus dan zat-zat lain yang digunakan untuk melakukan perlindungan tanaman atau bagian tanaman. Pestisida yang digunakan di bidang pertanian secara spesifik sering disebut produk perlindungan tanaman (*crop protection products*) untuk membedakannya dari produk - produk yang digunakan di dalam bidang lain. (Djojosumarto, 2008).

Oleh masyarakat keberadaan pestisida dianggap signifikan untuk membantu mereka di dalam membasmi serangan hama yang menyerang tanaman yang dibudidayakan. Environmental Protection Agency melaporkan bahwa sekarang telah terdapat sekurang-kurangnya 2.600 bahan aktif pestisida yang dipasarkan, yang terdiri atas 575 herbisida, 610 insektisida, 670 fungisida dan nematisida, 125 rodentisida, dan 600 disinfektan (Sudarmo, 1991: 9).

2.3.2. Model Distribusi Pestisida

Pengertian model menurut Muhammadi dan Soesilo (2001) adalah suatu bentuk yang dibuat untuk menirukan suatu gejala atau proses. Model dapat dikelompokkan menjadi model kuantitatif, kualitatif dan model ikonik. Model kuantitatif adalah model yang berbentuk rumus-rumus matematik, statistik, atau komputer. Model kualitatif adalah model yang berbentuk gambar, diagram atau matriks yang menyatakan hubungan antar unsur dimana dalam model kualitatif tidak menggunakan rumus-rumus matematik, statistik atau komputer. Sedangkan model ikonik adalah model yang mempunyai bentuk fisik sama dengan barang yang ditirukan, meskipun skalanya dapat

diperbesar atau diperkecil. Dengan model ikonik tersebut dapat diadakan percobaan untuk mengetahui perilaku gejala atau proses yang ditirukan.

Model akan membantu kita memecahkan permasalahan baik yang sederhana maupun yang kompleks dengan memperhatikan beberapa bagian dan beberapa unsur cirri utama dari pada memperhatikan semua detail system nyata. Model tidak mungkin berisikan semua aspek system nyata karena banyaknya karakteristik system nyata yang selalu berubah dan tidak semua variable dapat dianalisis. Maka dalam pembuatan model diperlukan penyederhanaan dan pengurangan yang kritis agar variable relevan yang terpilih mempunyai dampak yang besar terhadap situasi keputusan yang diambil (Muhammadi & Soesilo, 2001).

Model niaga pestisida yang saat ini diterapkan adalah dengan jalur yang sangat sederhana yaitu produsen langsung pada konsumen maupun produsen melalui pedagang besar atau distributor lalu ke konsumen, gambaran tersebut berasal dari hasil pengamatan yang terdapat di Kabupaten Pati.

Dalam rangka kegiatan memperlancar arus barang/jasa dari produsen ke konsumen, maka salah satu faktor penting yang tidak boleh diabaikan adalah memilih secara tepat saluran distribusi (*channel of distribution*) yang akan digunakan dalam rangka usaha penyaluran barang/jasa dari produsen ke konsumen. yang disebut dengan saluran distribusi adalah lembaga distributor/lembaga penyalur yang mempunyai kegiatan untuk menyalurkan/menyampaikan barang/jasa dari produsen ke konsumen. Distributor/penyalur bekerja secara aktif untuk mengusahakan perpindahan bukan hanya secara fisik tetapi dalam arti barang tersebut dapat dibeli oleh konsumen. Jadi di sini

yang disebut distributor/penyalur misalnya adalah agen, grosir, retailer, dan sebagainya (Griffin & Ebert, 2007: 336-337).

Salah satu kegiatan dalam tataniaga pestisida adalah distribusi, pengertian distribusi dan fungsi distribusi sendiri memiliki beberapa perbedaan namun tetap sama dalam pengertian untuk menyampaikan atau memasarkan suatu hal yang di buat untuk para penggunanya. Distribusi merupakan suatu proses yang menunjukkan penyaluran barang yang di buat dari produsen agar sampai kepada para konsumen yang tersebar luas. Produsen sendiri memiliki pengertian sebagai orang yang melakukan dan membuat suatu produk, sedangkan konsumen adalah orang yang menggunakan atau memakai barang atau jasa yang di tawarkan oleh produsen di dalam kegiatan pembuatan barang. Selain itu, distribusi juga memiliki pengertian sebagai kegiatan ekonomi yang menjembatani suatu produksi dan konsumsi suatu barang agar barang dan jasa yang di tawarkan akan sampai tepat kepada para konsumen sehingga kegunaan yang di dapat dari barang dan jasa tersebut akan semakin maksimal setelah di konsumsi. Berikut ada pula beberapa bagian dari fungsi distribusi.

a. Fungsi distribusi pokok

Fungsi pokok maksudnya adalah segala tugas pokok harus di lakukan, misalkan dalam hal yang satu ini dengan pengangkutan atau transportasi, penjualan dan pembelian. Fungsi pengangkutan atau transportasi untuk mengalurkan barang atau jasa karena jika tidak ada pengangkutan atau transportasi barang atau jasa tersebut tidak akan sampai ke tangan konsumen. Fungsi penjualan ialah memasarkan barang atau jasa dari produsen kepada konsumen. Fungsi pembelian ialah semua penjualan di lakukan oleh produsen sehingga konsumen dapat melakukan pembelian.

b. Fungsi tambahan

Fungsi tambahan di bagi atas dua yaitu menyeleksi dan mengemas. Fungsi menyeleksi untuk menyeleksi kelompok barang dan ukuran yang akan di gunakan sedangkan fungsi mengemas untuk menghindari adanya kerusakan atau hilang dalam penindrustrian sehingga barang harus di kemas dengan sangat baik.

Distribusi pestisida tidak terlepas dari tempat penjualan pestisida atau yang sering disebut kios pertanian, di dalam kios pestisida mengalami perlakuan seperti peracikan dan penyimpanan. Dalam setiap kegiatan pengelolaan pestisida seharusnya disertai dengan pencatatan pada buku kendali. Salah satu kegiatan yang paling krusial adalah Penyimpanan pestisida, dalam buku pedoman pengelolaan pestisida Depkes (2012);

a. Penyimpanan skala kecil

Pestisida harus disimpan ditempat yang aman dengan cara sebagai berikut:

- a. Disimpan dalam lemari yang terkunci atau dalam kotak penyimpanan dan jauh dari jangkauan anak-anak dan binatang piaraan.
- b. Tidak diletakkan dalam ternpat penyimpanan makanan atau bahan makanan, dekat api, tungku atau perapian.
- c. Jangan disimpan dalam botol atau tempat makanan/minuman simpanlah pestisida selalu pada kemasan aslinya.
- d. Simpanlah pestisida dalam ruangan yang tidak terkena sinar matahari langsung, air dan banjir.
- e. Wadah pestisida tertutup rapat selama dalam penyimpanan.
- f. Tempat/botol/wadah pestisida diberi label. Apabila ada pestisida tanpa label jangan coba-coba menerka isinya.

- g. Jangan menyimpan pestisida di suatu tempat bersama-sama dengan bahan kimia lain yang tidak berbahaya.
- h. Herbisida atau defoliant (bahan perontok daun) jangan disatukan dengan bahan pemberantas lainnya.
- i. Setiap kali mengeluarkan pestisida dari tempat penyimpanannya ambillah sebanyak yang diperlukan selama satu hari.

b. Penyimpanan skala besar

Pestisida dalam jumlah besar disimpan dalam ruangan atau suatu tempat yang aman dengan cara sebagai berikut:

- a. Semua pintu dan jendela harus dikunci.
- b. Dipasang papan peringatan pada tempat penyimpanan.
- c. Pestisida harus disimpan di rak-rak.
- d. Herbisida, insektisida dan fungisida harus disimpan ditempat yang terpisah.
- e. Formulasi cair tidak boleh disimpan diatas formulasi tepung atau butiran, untuk menghindari resiko tumpahan.
- f. Tempat penyimpanan harus bebas tikus, pastikan semua lobang-lobang tertutup atau dilapisi jaring kawat.
- g. Tempat penyimpanan harus mempunyai ventilasi yang baik.
- h. Tabung pemadam kebakaran harus ditempatkan dekat dengan pintu.
- i. Kotak P3K harus diletakkan ditempat yang mudah dijangkau.
- j. Bahan-bahan penyerap seperti tanah pasir atau serbuk gergaji harus tersedia ditempat penyimpanan untuk mengatasi apabila terjadi tumpahan atau ceceran.

2.3.3. Kegiatan Transportasi Pestisida

Untuk mencapai pengguna akhir yakni petani, pestisida memerlukan pemindahan dari produsen ke konsumen melalui kegiatan transportasi, maka transportasi berperan penting di dalam kelancaran distribusi, kegiatan transportasi menghasilkan emisi kendaraan bermotor.

Emisi kendaraan bermotor merupakan sumber pencemaran utama kota-kota besar di Indonesia. Pencemaran udara sangat erat kaitannya dengan konsumsi energi bahan bakar minyak. Konsumsi bahan bakar minyak berakibat polutan ke atmosfer dalam skala yang besar. Penggunaan bahan bakar pada sektor transportasi khususnya bensin akan mengeluarkan senyawa-senyawa seperti CO (karbon monoksida), THC (totalhidrokarbon), TSP (debu), NO_x (oksida-oksida nitrogen) dan SO_x (oksidaoksida sulfur), dan juga karbon dioksida (CO₂) (Basuki, 2007). Emisi adalah zat, energi dan atau komponen lain yang dihasilkan dari suatu kegiatan yang masuk dan atau dimasukkannya ke dalam udara ambient yang mempunyai dan atau tidak mempunyai potensi sebagai unsur pencemar.

Sumber terbesar emisi gas rumah kaca (GRK) dari kegiatan manusia adalah pembakaran bahan bakar fosil untuk listrik, pemanas, dan transportasi (IPPC, 2007). Berdasarkan *Emisi Gas Rumah Kaca Dalam Angka 2009* (Kementerian Lingkungan Hidup, 2009) emisi CO₂ yang dihasilkan dari sektor transportasi meningkat yaitu dari 58 juta ton pada tahun 2000 menjadi 73 juta ton pada tahun 2007. Kontribusi emisi CO₂ terbesar berasal dari konsumsi premium dan turunannya (pertamax, pertamax plus dan super TT), dan solar. Kendaraan bermotor menyumbang emisi CO₂ sebanyak 71 juta ton, dengan konsumsi energi sebanyak 179 juta sbm. Satuan emisi umumnya berupa

kg/tahun, m³/hari atau satuan massa atau volume/satuan waktu. Komponen utama polusi udara yang disebabkan oleh kendaraan bermotor, yaitu karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO₂), hidro karbon (HC), nitrogen oksida (NO_x), partikel, dan timah hitam (Pb). Udara bebas yang ada disekitar manusia dapat berpengaruh terhadap kesehatan masyarakat, dan bergantung pada karakter kimia, biologis dan fisiknya.

2.3.4. Penggunaan Pestisida Pada Pertanian

Jenis pestisida yang terdapat di pasaran 98% insektisida dan 95% herbisida memiliki kemampuan untuk menjangkau tempat selain yang seharusnya menjadi target pengaplikasian atau terbang ke lingkungan, termasuk spesies non-target, perairan, udara, makanan, dan sedimen (Miller, 2004). Pestisida dapat mengkontaminasi dan menjangkau lahan dan perairan ketika disemprot secara *aerial*, dibiarkan mengalir dari permukaan ladang, atau dibiarkan menguap dari lokasi produksi dan penyimpanan (Tashkent, 1998). Penggunaan pestisida yang berlebihan akan sebaliknya menjadikan hama dan gulma resisten terhadap pestisida.

Pestisida berkontribusi pada polusi udara ketika disemprotkan melalui pesawat terbang. Pestisida dapat tersuspensi di udara sebagai partikulat yang terbawa oleh angin ke daerah selain target dan mengkontaminasinya (Cornell University, 2007). Pestisida yang diaplikasikan ke tanaman dapat menguap dan ditiup oleh angin sehingga membahayakan ekosistem di luar kawasan pertanian.

Penyemprotan pestisida yang berdekatan dengan tanah akan beresiko persebaran yang lebih rendah dibandingkan penyemprotan dari udara (Palmer *et al.*, 2007). Berbagai senyawa kimia yang digunakan sebagai pestisida merupakan bahan pencemar tanah yang persisten, yang dapat bertahan selama beberapa puluh tahun lamanya.

Penggunaan pestisida mengurangi keragaman hayati secara umum di tanah. Tanah yang tidak disemprot oleh pestisida diketahui memiliki kualitas yang lebih baik dan mengandung kadar organik yang lebih tinggi sehingga meningkatkan kemampuan tanah untuk menahan air (Kellogg *et al.*, 2000).

Pestisida diserap oleh berbagai komponen lingkungan, kemudian terangkut ke tempat lain oleh air, angin atau organisme yang berpindah tempat. Ketiga komponen ini kemudian mengubah pestisida tersebut melalui proses kimiawi atau biokimiawi menjadi senyawa lain yang masih beracun atau senyawa yang telah hilang sifat racunnya. Yang menjadi perhatian utama dalam toksikologi lingkungan adalah berbagai pengaruh dinamis pestisida dan derivat-derivatnya setelah mengalami perubahan oleh faktor lingkungan secara langsung atau faktor hayati terhadap sistem hayati dan ekosistemnya (Tarumingkeng, 1976).

Air merupakan medium utama bagi transportasi pestisida. Pindahnya pestisida dapat bersama partikel air atau debu pembawa. Pestisida dapat pula menguap pada suhu yang tinggi (pembakaran). Pestisida yang ada di udara bisa kembali ke tanah oleh hujan atau pengendapan debu (Tarumingkeng, 1992).

2.3.4.1. Dampak Penggunaan Pestisida Terhadap Lingkungan

Fase penggunaan pestisida dapat digambarkan dampaknya yang terdistribusi ke lingkungan seperti tanah, air, udara dan tanaman. Hal ini tergantung pada teknik aplikasi yang dipergunakan dan kondisi cuaca pada umumnya, (Margni, 2002) 50 persen bahan aktif pestisida yang diaplikasikan dapat keluar dari target lahan yang ditetapkan karena tertiuap angin atau terlepas di udara, ketika pemakaian yang tinggi

jumlah tersebut bisa berkurang hingga 30 persen (Levitin, 1986) atau 1-10 persen (Emans *et al.*, 1992).

Bahan aktif pestisida akan memasuki tanah diasumsikan 85 persen dari total zat aktif yang diaplikasikan dengan melalui perjalanan siklus hidup secara keseluruhan dengan asumsi 5 persen zat aktif pestisida tertangkap di daun tanaman target dan 10 persen loss ke udara (Audsley *et al.*, 1997).

Pemberantasan hama dan penyakit tanaman dengan menggunakan pestisida dapat menimbulkan masalah ekologi yang rawan. Keadaan ini mengakibatkan pencemaran tanah dan air, adanya resiko yang tinggi keracunan bagi manusia yang memperlakukan pestisida dan tanaman, kemungkinan adanya residu pestisida yang tinggi pada produk-produk yang dipasarkan dan biaya produksi yang tinggi (Arifin & Lubis, 2003). Dewasa ini kasus mengenai residu atau pencemaran pestisida pada hasil pertanian menjadi sorotan tajam. Hal ini disebabkan karena residu pestisida yang terkandung pada tanaman yang dikonsumsi dapat mengganggu kesehatan manusia bahkan membahayakan manusia. Dalam kaitan ini, pengujian analisis residu pestisida di laboratorium selalu digunakan sebagai ukuran untuk menentukan apakah hasil pertanian ada pada tingkat yang aman atau tidak untuk dikonsumsi (Bethlee & Cloyd, 2000).

Cacing tanah, misalnya dapat mengkonsentrasikan pestisida pada tubuhnya hingga mencapai 20 kali konsentrasi pestisida pada tanah sekitarnya. Karena peristiwa akumulasi tersebut (bioakumulasi) melalui rantai makanan, pestisida cenderung untuk lebih terkonsentrasi pada organisme yang menempati piramida makanan yang lebih tinggi. Salah satu organisme tersebut adalah manusia. Hal ini menyebabkan manusia

rawan untuk teracuni pestisida, yang menurut penelitian diduga kuat termasuk bahan karsinogenik atau penyebab kanker (Komisi Pestisida, 1997).

Pestisida sintetik merupakan senyawa kimiawi yang biasanya bersifat toksik, yang dapat mematikan jasad hidup sehingga dalam penggunaannya dapat memberikan pengaruh yang tidak diinginkan terhadap kesehatan manusia serta lingkungan pada umumnya. Menurut Sudarmo (1991) kemungkinan yang timbul sebagai akibat dari penggunaan pestisida sintetik diantaranya adalah keracunan terhadap pemakai dan pekerja, keracunan terhadap ternak dan hewan peliharaan, keracunan terhadap ikan, keracunan terhadap satwa liar, keracunan terhadap tanaman, kematian musuh alami, kenaikan populasi jasad pengganggu, resistensi jasad pengganggu dan meninggalkan residu.

Menurut Dadang (2007) banyak pestisida yang sangat tahan (*persisten*) di alam/lingkungan sehingga dapat menimbulkan polusi baik di daratan maupun perairan bahkan di udara. Hal ini dapat menyebabkan beberapa efek samping baik terhadap organisme di daratan maupun perairan karena senyawa-senyawa pestisida yang sukar terdegradasi akan tetap bersifat racun. Hal ini kadangkala diperberat dengan adanya keperluan aplikasi berulang-ulang untuk mendapatkan hasil pengendalian yang baik namun demikian. Aplikasi yang berlebihan dapat menyebabkan kerusakan pada tanaman (*fitotoksitas*), sehingga perlu keakuratan dalam penentuan dosis/konsentrasi dan jumlah aplikasi yang diperlukan. Pada umumnya pestisida sintesis adalah biosida yang tidak saja bersifat racun terhadap jasad pengganggu sasaran, tetapi juga dapat bersifat racun terhadap manusia dan jasad bukan target termasuk tanaman, ternak dan organisme berguna lainnya.

2.3.4.2. Dampak Penggunaan Pestisida Terhadap Kesehatan Masyarakat

Proses masuknya pestisida kedalam tubuh manusia masyarakat dapat melalui makanan. Adanya efek lanjut jangka panjang karena dosis rendah yang berulang-ulang, mengharuskan usaha penurunan tingkat residu pestisida dalam makanan sampai tingkat yang serendah-rendahnya. Adapun jenis dampak pemakaian pestisida dapat secara langsung maupun tidak langsung yang dapat dikelompokkan sebagai berikut;

a. Keracunan Kronis

Keracunan kronis yang disebabkan oleh paparan pestisida merupakan gangguan kesehatan yang paling ditakuti mengingat pengaruh racunnya yang bersifat karsinogenik (membentuk jaringan kanker di dalam tubuh), mutagenik (menyebabkan kerusakan genetik), dan teratogenik (menyebabkan bayi lahir cacat akibat ibu mengalami keracunan) (Cancerhelps, 2014: 81). Pemaparan kadar rendah dalam jangka panjang atau pemaparan dalam waktu yang singkat dengan akibat kronis. Keracunan kronis dapat ditemukan dalam bentuk kelainan syaraf dan perilaku (bersifat *neurotoksik*) atau mutagenitas. Dampak kronis dari keracunan pestisida adalah sebagai berikut:

- 1) Pada syaraf. Gangguan otak dan syaraf yang paling sering terjadi akibat terpapar pestisida selama bertahun-tahun adalah masalah pada ingatan, sulit berkonsentrasi, perubahan kepribadian, kelumpuhan, bahkan kehilangan kesadaran dan koma.
- 2) Pada hati (*liver*). Karena hati adalah organ tubuh yang berfungsi untuk menetralkan bahan-bahan kimia beracun, maka hati itu sendiri sering kali dirusak oleh pestisida apabila terpapar selama bertahun-tahun. Hal ini dapat menyebabkan hepatitis.
- 3) Pada perut. Muntah-muntah, sakit perut dan diare adalah gejala umum dari keracunan pestisida. Banyak orang-orang yang dalam pekerjaannya berhubungan

langsung dengan pestisida selama bertahun-tahun, mengalami masalah sulit makan. Orang yang menelan pestisida (baik sengaja atau tidak) efeknya sangat buruk pada perut dan tubuh secara umum. Pestisida merusak langsung melalui dinding-dinding perut.

- 4) Pada sistem kekebalan, beberapa jenis pestisida telah diketahui dapat mengganggu sistem kekebalan tubuh manusia dengan cara yang lebih berbahaya. Beberapa jenis pestisida dapat melemahkan kemampuan tubuh untuk menahan dan melawan infeksi. Ini berarti tubuh menjadi lebih mudah terkena infeksi, atau jika telah terjadi infeksi penyakit ini menjadi lebih serius dan makin sulit untuk disembuhkan.
- 5) Pada sistem hormon, hormon adalah bahan kimia yang diproduksi oleh organ-organ seperti otak, tiroid, paratiroid, ginjal, adrenalin, testis dan ovarium untuk mengontrol fungsi-fungsi tubuh yang penting. Beberapa pestisida mempengaruhi hormon reproduksi yang dapat menyebabkan penurunan produksi sperma pada pria atau pertumbuhan telur yang tidak normal pada wanita. Beberapa pestisida dapat menyebabkan pelebaran tiroid yang akhirnya dapat berlanjut menjadi kanker tiroid.

b. Keracunan akut

Keracunan akut terjadi apabila efek keracunan pestisida langsung pada saat dilakukan aplikasi atau seketika setelah aplikasi pestisida menurut Sudarmadji (2009) adalah sebagai berikut:

- 1). Keracunan akut lokal merupakan paparan pestisida yang hanya mempengaruhi bagian tubuh yang terkena kontak langsung dengan pestisida biasanya bersifat iritasi mata, hidung, tenggorokan dan kulit.

2). Keracunan akut sistemik dengan cara pestisida masuk ke dalam tubuh manusia dan mengganggu sistem tubuh.

Penggunaan pestisida dan pengelolaannya yang tidak aman telah menyebabkan tingginya resiko kesehatan terutama pada wanita hamil, Konsentrasi peritroid pada wanita hamil di kawasan Karibia umumnya tinggi. Peritroid digunakan secara luas untuk pengendalian serangga rumah tangga, Konsentrasi peritroid pada wanita hamil di karibia umumnya tinggi. Penduduk perempuan di negara Yaman yang bekerja di lahan pertanian dan peternakan terpapar oleh pestisida dan ada pestisida yang dilarang masih dipergunakan. Organoclorin dalam darah ibu dapat ditransfer ke bayi melalui placenta dan mempengaruhi hormon tyroid bayi baru lahir (Baso, 2000: 51).

Pestisida organoklorin telah memicu efek anti androgenik pada pria dan efek estrogenik pada wanita (Freire *et al.*, 2013). Hubungan paparan pestisida dengan kejadian hypospadia pada wanita yang bekerja pada pertanian dan peternakan yang menggunakan pestisida (Carrisa *et al.*, 2009). Darah tali pusat, mekonium dan rambut bayi ada residu pestisida. Terdapat hubungan yang signifikan paparan pestisida ibu hamil dengan janinnya (Enrique *et al.*, 2007)

Hormon seks pada laki-laki dan fungsi reproduksi pada perempuan menurut sebagian besar study epidemiologi menunjukkan terjadinya penurunan kualitas sperma, kelainan saluran reproduksi laki-laki, orientasi seks, siklus menstruasi, kanker, menopause dini serta infertilitas akibat paparan pestisida golongan organoklorin (Crain *et al.*, 2008). Penelitian lain menemukan bahwa perempuan yang tinggal di daerah yang penggunaan pestisidanya tinggi mempunyai risiko 1.9 sampai 2 kali lebih tinggi

berisiko melahirkan bayi dalam keadaan cacat, dibandingkan perempuan yang tinggal di daerah yang tidak menggunakan pestisida (Lucy S, *et al*, 1993).

Penelitian di Kabupaten Brebes mendapatkan angka kejadian hipotiroidisme pada wanita usia subur (WUS) mencapai 22,2% (Suhartono, 2010), sementara angka kejadian gondok (pembesaran kelenjar tiroid) pada siswa salah satu SD di daerah pertanian Kabupaten Brebes mendekati angka 100%.

2.3.4.3. Pengaruh Penggunaan Pestisida terhadap Keanekaragaman Hayati

Undang-Undang nomor 5 Tahun 1990 Pasal 1 Ayat 1,2 dan 3 menyatakan, Sumber daya alam hayati adalah unsur-unsur hayati di alam yang terdiri dari sumber daya alam nabati (tumbuhan) dan sumber daya alam hewani (satwa) yang bersama dengan unsur nonhayati di sekitarnya secara keseluruhan membentuk ekosistem. Konservasi sumber daya alam hayati adalah pengelolaan sumber daya alam hayati yang pemanfaatannya dilakukan secara bijaksana untuk menjamin kesinambungan persediaannya dengan tetap memelihara dan meningkatkan kualitas keanekaragaman dan nilainya. Ekosistem sumber daya alam hayati adalah sistem hubungan timbal balik antara unsur dalam alam, baik hayati maupun nonhayati yang saling tergantung dan pengaruh mempengaruhi.

Keanekaragaman hayati merupakan suatu istilah yang menggambarkan kekayaan jenis kehidupan di muka bumi, apabila dilihat secara rinci memang kehidupan di muka bumi ini sangat beragam, sehingga sering dikelompokkan dalam suatu spesies, genus, famili hingga genetiknya. Gen merupakan faktor pembawa sifat yang dimiliki oleh setiap makhluk hidup serta dapat diwariskan dari satu generasi ke generasi

berikutnya, bahkan dalam satu spesies memiliki gen yang berbeda dengan spesies lainnya (Sriyadi. H, 2002).

Pemakaian pestisida dimungkinkan dapat merusak gen asli suatu makhluk hidup hingga muncul spesies yang baru berdasarkan mutasi genetiknya karena faktor pengaruh pestisida. Soemarwoto (2006) terbunuhnya keong hitam akibat pemakaian pestisida maka memunculkan spesies baru dengan gen baru yaitu keong mas yang dapat merusak tanaman padi, hal ini dikarenakan makanan keong mas yang terdapat dilahan sawah petani padi terkontaminasi oleh pestisida maka keong mas memakan tanaman padi yang masih muda.

Selain memberikan keuntungan dengan kemampuannya untuk menanggulangi hama pengganggu tanaman pestisida juga memiliki dampak yang negatif terhadap tanaman itu sendiri bilamana dipergunakan secara berlebihan. Menurut Girsang (usitani.wordpress.com, 26 Februari 2009) sekurang-kurangnya terdapat tiga dampak negatif aplikasi pestisida terhadap tanaman, yakni: a) resistensi hama terhadap pestisida; b) resurgensi hama; dan c) ledakan populasi hama sekunder.

Hama bersikap resisten terhadap pestisida karena tekanan yang didapatkan, sehingga hama menjalani seleksi alam dan membentuk strain baru yang lebih tahan terhadap pestisida. Bilamana populasi hama mendapatkan tekanan lingkungan, antara lain dengan penyemprotan bahan kimia beracun, maka akan terdapat sejumlah individu hama yang bertahan hidup. Hama yang masih bertahan hidup karena memiliki kemampuan untuk menghasilkan enzim detoksifikasi yang berfungsi untuk menetralisasi daya racun pestisida. Sejumlah spesies hama yang ditemukan di Indonesia, antara lain *Plutella xylostella*, *Crocidolomia pavonana*, *Phythorimaea*

operculella, *Spodoptera litura*, *Nilaparvata lugens*, *Nephotettix inticeps*, dan *Chilo suppressalis* saat ini telah memiliki ketahanan terhadap pestisida.

Resurgensi hama terbentuk setelah aplikasi pestisida. Terjadinya resurgensi karena musuh alami hama tersebut tidak lagi menjadi ancaman karena ikut terbunuh di dalam kegiatan penyemprotan. Salah satu spesies hama yang mengalami resurgensi menurut laporan dari International Rice Research Institute adalah *Nilaparvata lugens*.

Ledakan populasi hama sekunder terjadi karena fokus pemberantasan hama menggunakan pestisida adalah hama-hama pengganggu utama. Seperti halnya pada kasus resurgensi, hama sekunder menjadi semakin berkembang biak karena hilangnya pesaing alami.

2.3.4.4. Residu Pestisida

Residu pestisida adalah sisa-sisa pestisida termasuk metabolik dan turunannya yang digunakan untuk mengendalikan hama penyakit tanaman maupun serangga baik bagian dalam maupun luar tanaman (FAO, 1966). Pestisida yang bersifat sistemik akan terserap ke jaring-jaring makanan (akar, batang, daun, buah) yang selalu meninggalkan residu. Untuk pestisida yang bersifat persisten akan meninggalkan residu yang cukup lama dalam tanaman, hingga ikut termakan oleh herbivora dan manusia (Oka.I.N, 2005), sedangkan pemerintah sudah menetapkan batas maksimum residu pestisida pada tanaman produk pertanian.

Monitoring dan penelitian tentang residu pestisida pada tanaman, produk hasil pertanian, binatang, tanah, air, serta manusia sudah banyak dilaksanakan dan diantaranya adalah; Dampak penggunaan pestisida di wanasari brebes (Joko *et al*, 2017), petani mengaplikasikan pestisida dalam jumlah yang besar, dengan pencampuran

minimal tiga jenis pestisida masing-masing 30 – 40 ml. Terdapat residu sebesar 0,011 – 0,063 mg/kg pada tanah.

Menurut hasil analisa laboratorium (BLH Pati, 2003), residu pestisida pada tanaman padi untuk pestisida golongan organofospat 0,0744 ppm sedangkan untuk pestisida golongan organochlorin jenis heptachlor berkisar 1,077 ppm sedangkan untuk golongan karbamat 45,0821 ppm untuk jenis carbofuran. Sedangkan untuk sampel tanah menunjukkan menunjukkan residu 22,394 ppm golongan organocholin dan pada air saluran irigasi 0,207 ppm organochlorin serta 30,214 ppm pada sedimen saluran irigasi dan 0,0663 ppm pada sumur yang berjarak 5 meter dari tanaman padi.

Usaha untuk menurunkan residu dilapangan dan pada penanganan pasca panen.

Usaha mengurangi residu di lapangan dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu:

- a. Pemilihan jenis insektisida yang efektif terhadap hama, aman bagi manusia dan lingkungan, serta memiliki persistensi yang rendah, sehingga meninggalkan residu yang serendah mungkin. Penggunaan dan pengembangan jenis-jenis insektisida yang baru, yang lebih spesifik dan aman seperti insektisida biologis, insect Growth Regulator, atrakan dan lain-lain.
- b. Penggunaan dosis dan cara aplikasi yang tepat sesuai dengan rekomendasi.
- c. Frekuensi penyemprotan pestisida dikurangi, hanya apabila perlu, yaitu sewaktu aras populasi hama melebihi tingkatan yang merugikan secara ekonomis.

Penanganan pasca panen yang dapat dilakukan untuk mengurangi residu pestisida menurut Duggan dan Lipscomb (1971) dan Lamb *et al.* (1968) adalah sebagai berikut:

- a. Pencucian. Cara ini dapat mengurangi sebagian kandungan residu pestisida.

Pecucian bayam yang disemprot dengan karbaril, DDT dan paration, menunjukkan

- penurunan residu 66-87 % untuk karbaril, 17-48 % untuk DDT dan 0-9 % untuk paration. Penambahan detergent pada pencucian akan memperbesar penurunan tingkat residu;
- b. Pengupasan. Apabila pestisida yang digunakan bersifat non-sistemik dan struktur jaringan yang dikenai pestisida, menghambat translokasi residu ke jaringan lainnya, pengupasan sangat membantu dalam saha menurunkan tingkat residu pestisida;
 - c. Perendaman dalam air panas (*blanching*). Penurunan kandungan residu dengan cara ini cukup besar. Pada bayam dapat terjadi penurunan sebesar 38-60 % untuk DDT, 49 – 71 % untuk paration, dan 96 – 97 % untuk karbail;dan
 - d. Pemasakan: kandungan residu DDT dalam makanan yang telah dimasak jauh lebih rendah dari bahan mentahnya, terutama pada buah-buahan, biji-bijian, sayuran.

Pegolahan dalam industri, seperti pengalengan, juga menurunkan kandungan residu pestisida. Efek dari perlakuan-perlakuan tersebut di atas tergantung pada sifat-sifat residu pestisida dan sifat-sifat bahan makanan tersebut. Pestisida masuk ke dalam tubuh manusia dengan cara sedikit demi sedikit dan mengakibatkan keracunan kronis. Keracunan akut terjadi apabila jumlah pestisida yang masuk ke tubuh manusia dalam jumlah yang cukup (Wudianto, 2011).

2.4. Kebijakan Pengelolaan Pestisida

Kebijakan pengelolaan pestisida di beberapa negara juga telah teratur seperti di Thailand. Dukungan kuat bagi penggunaan pestisida pertanianditandai dari tahun 1950 sampai akhir tahun 1990-an. Sejak berdirinya bagian perlindungan tanaman di Departemen Pertanian pada tahun 1950. Kampanye kontrol menggunakan pestisida

kimia seperti *aldrin* dan *dieldrin* digunakan untuk mengontrol wabah hama besar-besaran di sawah. Strategi pemuliaan homogenitas genetik ini akhirnya menyebabkan perkembangan resistensi insektisid wabah hama sekunder seperti wereng coklat (BPH) (Heong, 2009). Pemerintah menanggapi dengan mendistribusikan pestisida kimia gratis, secara dramatis memperluas anggaran wabah, serta menghapuskan pajak impor pestisida. Pengenalan Sekolah Lapangan Petani (FFS) di Thailand pada tahun 1999 menandai titik balik dalam hal sikap pemerintah terhadap pestisida, konsep itu disahkan oleh Raja Thailand, dengan cepat diimplementasikan dan terintegrasi dengan pengelolaan hama terpadu yang menghasilkan pertumbuhan produksi padi (Praneetvatakul *et al.*, 2007). Pada tahun 2004, pemerintah Thailand berusaha untuk meningkatkan kualitas makanan dan keamanan pangan dengan memperkenalkan standar umum untuk kebaikpraktek pertanian, yang disebut Q-GAP. Namun demikian kasus baru-baru ini studi menunjukkan bahwa perluasan skema ini terlalu cepat, karena ada kurangnya kepatuhan petani (Praneetvatakul *et al.*, 2007).

Penelitian dari berbagai negara menunjukkan bahwa permintaan untuk pestisida pertanian biasanya inelastis dan bahwa pajak hanya akan memiliki efek lemah pada Permintaan pestisida, meskipun menghasilkan pemasukan pemerintah yang cukup besar (Falconer & Hodge, 2000). Salah satu langkah terbaik adalah memperkenalkan paket langkah-langkah kebijakan yang menggabungkan pajak lingkungan dengan langkah-langkah dukungan untuk membantu petani merubah system pengendalian hama yang diterapkan.

Kebijakan PHT pada tempat penitipan anak di Amerika telah menurunkan sebesar 68% penggunaan pestisida (Alcon *et al.*, 2012). Teori dan praktek penyuluhan dalam

IPM mendominasi pengendalian hama dengan model berbasis agen (*Agent-based Model*) pembiayaan rendah dalam jangka pendek tetapi dalam jangka panjang terjadi pembiayaan yang besar dalam penurunan hama (Olivier & Francois, 2011). Peningkatan penggunaan data biomonitoring, sebagai landasan penting dalam kebijakan lingkungan dan kesehatan Eropa, maka perlu untuk membentuk suatu kerangka seluruh Eropa dalam penggunaan pestisida yang efisien dan tepat sasaran dari alat di masa depan (Joas *et al.*, 2014)

Kebijakan tentang pestisida di Indonesia tidak jauh berbeda. Era 1960an merupakan masa penuh harapan dalam pemenuhan pangan dengan ditemukannya pestisida. Perkembangan ini direspon oleh Pemerintah Indonesia pada tahun 1973 dengan diterbitkannya Peraturan Pemerintah No. 7 tahun 1973 tentang Pengawasan atas Pengadaan, Peredaran dan Penggunaan Pestisida.

Ketentuan yang mengatur tentang pestisida pada era kekinian tercantum di dalam Peraturan Menteri Pertanian No. 45/Permentan/SR.140/10/2009, yang mengamanatkan bahwa pestisida yang terdaftar/diijinkan adalah pestisida yang telah memenuhi persyaratan administrasi dan kriteria teknis yang ditetapkan menteri pertanian. Kemudian Permentan No. 24/Permentan/SR.140/4/2011 sebagai pengganti Permentan No. 45/Permentan/SR.140/10/2009 memberikan penjelasan lebih lanjut tentang perijinan pestisida. Perijinan pestisida memiliki tujuan-tujuan sebagai berikut: a) melindungi masyarakat dan lingkungan hidup dari pengaruh yang membahayakan sebagai akibat penyimpanan, peredaran, dan penggunaan pestisida; b) meningkatkan efisiensi dan efektifitas penggunaan pestisida; c) mendukung penerapan system

pengendalian hama terpadu/PHT; dan d) memberikan kepastian usaha dalam melakukan kegiatan produksi, pengadaan, penyimpanan dan peredaran pestisida.

Tujuan utama dari kebijakan pengelolaan pestisida adalah untuk mencapai efektif, aman dan berkelanjutan dalam melaksanakan manajemen gangguan hama dan untuk memastikan kontrol regulasi atas impor, distribusi, penggunaan dan pembuangan pestisida dengan tujuan untuk meminimalkan risiko terhadap kesehatan manusia dan lingkungan hidup; serta menciptakan lingkungan yang memungkinkan bagi kesehatan masyarakat. Mungkin ada banyak motif atau kekuatan pendorong yang membenarkan kebijakan pengelolaan pestisida di suatu Negara.

Keputusan Menteri Pertanian No. 42/Permentan/SR.140/5/2007 menyebutkan bahwa pengawasan pestisida adalah serangkaian kegiatan pemeriksaan terhadap produksi, peredaran, penyimpanan dan penggunaan pestisida agar terjamin mutu dan efektivitasnya, tidak mengganggu kesehatan dan keselamatan manusia serta kelestarian lingkungan hidup dan sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Pestisida yang dilarang beredar untuk pertanian juga sudah ditetapkan berdasarkan Peraturan Menteri Pertanian nomor 39/Permentan/SR.330/7/2015 tentang Pendaftaran Pestisida. Peraturan tersebut menjabarkan tentang jenis-jenis bahan aktif yang sudah dilarang untuk pertanian dan khusus pestisida yang dilarang untuk tanaman padi.

Pengawasan pestisida bertujuan untuk melindungi kesehatan dan keselamatan manusia, kelestarian alam dan lingkungan hidup, menjamin mutu dan efektivitas pestisida serta memberikan perlindungan kepada produsen, pengedar dan pengguna pestisida. Sedangkan pada Pasal 3 ruang lingkup pengaturan pengawasan pestisida ini

meliputi objek pengawasan, persyaratan, tatacara penunjukan dan pemberhentian pengawas pestisida, tugas, wewenang dan pelaksanaan pengawasan, pelaporan, koordinasi pengawasan, tindak lanjut hasil pengawasan pestisida, serta pembinaan dan pelatihan pestisida.

Adapun objek pengawasan pestisida dijelaskan pada pasal Pasal 4 dilakukan terhadap hal-hal sebagai berikut:

- a. kualitas dan kuantitas produk pestisida, melalui pengawasan mutu dan jumlah bahan teknis, formulasi, wadah, pembungkus dan label pestisida baik yang diproduksi di dalam negeri maupun di impor;
- b. dokumen perizinan dan dokumen lainnya, dilakukan melalui pemeriksaan dokumen perizinan dan dokumen lainnya;
- c. kecelakaan dan kesehatan kerja, dilakukan dengan mengawasi/memonitor kecelakaan kerja akibat proses produksi, peredaran, penyimpanan, pengangkutan dan penggunaan serta pemusnahan pestisida;
- d. dampak lingkungan, dilakukan dengan menguji validitas dampak lingkungan selama masa registrasi, serta pencemaran yang timbul akibat penggunaan produk pestisida;
- e. jenis dan dosis pestisida serta komoditas dan organisme sasaran dalam penggunaan pestisida, dilakukan melalui pemantauan terhadap kesesuaian penggunaan pestisida dengan yang diizinkan;
- f. efikasi dan resurgensi pestisida, dilakukan dengan mengawasi efikasi dan resurgensi akibat penggunaan pestisida;
- g. residu pestisida, dilakukan melalui pengawasan terhadap kandungan residu pestisida pada produk pertanian dan media lingkungan;

- h. dampak negatif terhadap kesehatan masyarakat, kondisi tumbuhan, hewan dan satwa liar dilakukan melalui pemantauan terhadap korban;
- i. publikasi pada media cetak dan atau media elektronik, dilakukan melalui pengamatan dan pemantauan iklan, label dan brosur;
- j. sarana dan peralatan antara lain dilakukan melalui pemeriksaan terhadap gedung, gudang, pengolah limbah, mesin dan peralatan untuk memproduksi , menyimpan, mengangkut dan menggunakan pestisida

Beberapa negara telah menentukan pengendalian pasar pestisida seperti di Vietnam (Pham. *et al*, 2013). Meskipun peraturan pestisida berorientasi aman dan mengurangi ketergantungan pestisida, telah terjadi kegagalan kebijakan pestisida, terlihat di eksponensial pertumbuhan kuantitas dan nilai pestisida impor. Paralel dengan peraturan pestisida semakin ketat, Vietnam semakin memiliki akses yang besar dengan pestisida dari petani. Pasar pestisida telah memberikan kontribusi untuk praktek berkelanjutan di antara petani sayur, sehingga menumbuhkan impor ilegal dari Cina dan beberapa Negara lainnya. Restrukturisasi pasar pestisida harus menjadi prioritas pertama Vietnam untuk menghilangkan pestisida yang sangat beracun. Intervensi pemerintah lebih ketat dan ditegakkan proses pendaftaran pestisida dan mempromosikan IPM.

Pada awalnya semua negara mendukung penggunaan pestisida, namun sekarang semua negara berupaya untuk mengurangi atau bahkan melarang penggunaan pestisida setelah ada ribuan bahkan jutaan kasus akibat penggunaan pestisida. Ketergantungan terhadap pestisida dalam mengendalikan hama, penyakit dan vector masih sangat tinggi bahkan di eropa menunjukkan pertumbuhan penjualan pestisida 33% di Belanda, 39% di

Denmark dan 17% di Jerman, sedangkan di kawasan asia rata-rata 16% (Skevas *et al.*, 2013).

2.5. Komisi Pengawas Pupuk dan Pestisida

Pemerintah Indonesia telah menetapkan ketentuan bagi pemasaran pestisida di dalam negeri, yakni dengan syarat terdaftar pada komisi pestisida. Komisi ini merupakan sebuah institusi lintas departemen yang terdiri atas Departemen Pertanian, Departemen Kesehatan dan Kesejahteraan Sosial, Departemen Perindustrian dan Perdagangan, Departemen Kehutanan, Departemen Tenaga Kerja dan Transmigrasi, Kementerian Lingkungan Hidup, dan perguruan tinggi. Pemerintah mulai mengatur pengawasan terhadap peredaran, penyimpanan, dan penggunaan pestisida dengan mengeluarkan Peraturan Pemerintah No. 7 tahun 1973. Sedangkan syarat dan tata cara pendaftaran pestisida berpedoman pada Keputusan Menteri Pertanian No. 434,1/Kpts/TP.270/7/2001 (Dojosumarto, 2008 :40).

Komisi Pengawasan Pupuk dan Pestisida (KP3) merupakan wadah koordinasi pengawasan antar instansi terkait dibidang pupuk dan pestisida baik tingkat provinsi yang ditetapkan oleh Gubernur maupun tingkat Kabupaten/Kota yang ditetapkan oleh Bupati/Walikota. Di samping wadah koordinasi tersebut upaya mengatasi permasalahan pupuk dan pestisida juga sangat diharapkan dari Penyidik Pegawai Negeri Sipil (PPNS) pupuk dan pestisida terutama dalam penyelesaian tindak kasus pidana sebagaimana yang diamanatkan dalam pasal 59 ayat (1) Undang-undang no. 12 Tahun 1992 tentang Sistem Budidaya Tanaman.

Komisi dan pengawasan Pupuk dan Pestisida (KP3) Kabupaten/Kota mempunyai tugas melakukan pengawasan terhadap pengadaan, peredaran dan penyimpanan serta penggunaan pupuk dan pestisida diwilayah masing-masing, baik melalui pemantauan secara langsung terhadap penyediaan dan penyaluran pupuk dari lini III sampai dengan lini IV dan Kelompok Tani (Petani), maupun secara tidak langsung melalui monitoring dan evaluasi terhadap laporan hasil pengawasan yang dilakukan oleh instansi terkait dan Pengawasan Pupuk Dan Pestisida Kabupaten/Kota.

2.6. Definisi Perilaku

Perilaku dimasukkan ke dalam pembahasan penelitian karena kualitas penggunaan dan pengaplikasian pestisida dipengaruhi oleh perilaku individu-individu yang menggunakannya. Secara konseptual perilaku adalah tindakan atau aktivitas manusia yang memiliki makna melakukan kegiatan. Perilaku adalah suatu kegiatan & aktifitas organisme yang bersangkutan, baik aktifitas yang dapat diamati atau yang tidak dapat diamati oleh orang lain. Manusia berperilaku atau beraktifitas karena adanya kebutuhan untuk mencapai suatu tujuan. Dengan adanya kebutuhan akan muncul motivasi atau penggerak.

Menurut Skinner (1983), perilaku adalah respons atau reaksi seseorang terhadap stimulus. Teori Skinner disebut teori S-O-R (*stimulus-organism-response*). terdapat dua jenis respon di dalam teori S-O-R, yaitu respon yang ditimbulkan oleh stimulus tertentu dan menimbulkan respon yang relatif tetap (*respondent response*), dan respon yang timbul dan berkembang kemudian diikuti oleh stimuli yang lain (*operant response*). Berdasarkan teori ini manusia terbagi ke dalam dua golongan, yakni manusia dengan

perilaku tertutup dan manusia dengan perilaku terbuka. Berkenaan dengan perilaku manusia, Bloom (1908) menyebutkan bahwa terdapat tiga ranah perilaku, yakni pengetahuan (*knowledge*), sikap (*attitude*) dan tindakan (*practice*).

Perilaku dapat diamati secara langsung maupun oleh pihak luar (Notoatmodjo, 2003). Pengertian lebih umum tentang perilaku adalah segala perbuatan yang dilakukan oleh makhluk hidup. Perilaku dapat dibatasi sebagai keadaan jiwa untuk berpendapat, berpikir, bersikap, dan lain sebagainya yang merupakan refleksi dari berbagai macam aspek, baik fisik maupun nonfisik. Perilaku merupakan tindakan atau perbuatan suatu organisme yang dapat diamati dan bahkan dipelajari (Kwick, 1972). Bentuk perilaku pada dasarnya dapat diamati melalui sikap dan tindakan. Meskipun demikian, perilaku dapat pula ditangkap dari potensi, yakni dalam bentuk pengetahuan, motivasi dan persepsi (Bloom, 1956).

Data Sentra Informasi Keracunan Nasional (2015), pada bulan Juli-September 2015 terdapat satu insiden keracunan akibat pestisida pertanian. Satu insiden keracunan tidak sengaja terjadi di Jawa Timur yang disebabkan karena pengguna pestisida pertanian yang tidak tepat. Pestisida tersebut adalah racun serangga yang menyebabkan korban sebanyak 29 orang dengan rute paparan terhirup. Menurut, Laboratorium Kesehatan Kabupaten Boyolali (2011), di Desa Genting Kecamatan Cepogo, dari 26 sampel terdapat 12 sampel dengan tingkat keracunan ringan dan 14 sampel tidak terkena keracunan pestisida atau normal.

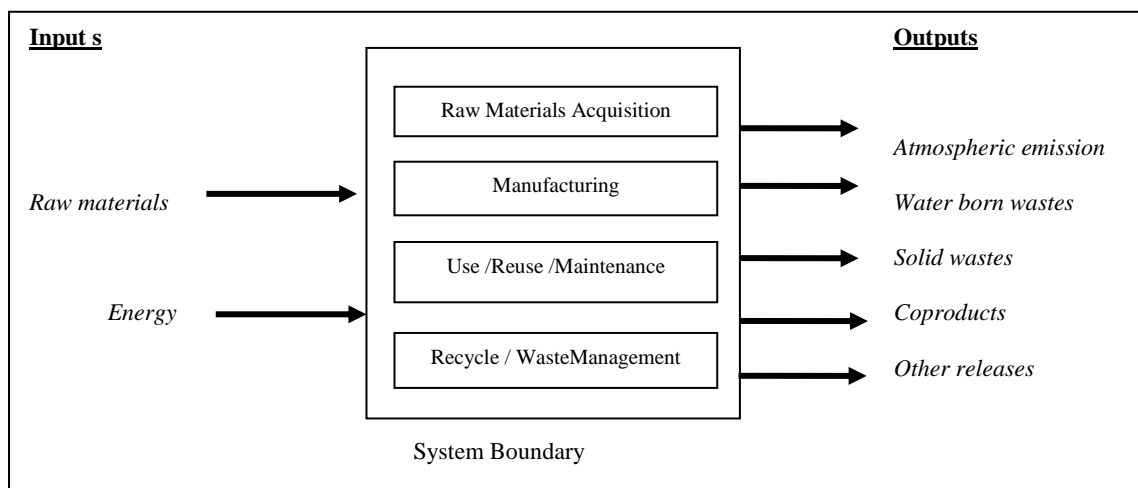
2.7. Model Life Cycle Assessment

2.7.1. Life Cycle Assessment

Untuk menentukan potensi pencemaran pestisida metode yang sudah ada dapat dikelompokkan dalam tiga jenis utama :

- a. Transfer model yang dikembangkan oleh Juri *et al.* (1987) dan Leonard (1990) menargetkan nasib zat dalam lingkungan, metode ini berkonsentrasi pada perilaku pestisida di lingkungan dan sering mengabaikan efek pada populasi reseptor atau ekosistem.
- b. Metode Ranking seperti yang digunakan oleh Kovach *et al.* (1992), Jouany (1995) dan Newman (1995) menggabungkan efek yang berbeda, namun sering dibuat tanpa mengacu pada perhitungan. Metode ini mengkaji nasib dan eksposur ke lingkungan, tetapi tidak dapat memberikan wawasan timbal balik antara dampak yang berbeda (Kolluru *et al.* 1996).
- c. Penilaian Siklus Hidup pada Lingkungan (LCA) dampak lingkungan dari produk selama siklus seluruh hidup mereka. Metodologi ini dirancang untuk mencakup berbagai jenis dampak dan dapat diterapkan untuk berbagai produk. Metode CML 92 (Heijungs *et al.* 1992) atau Ecoindicator (Goedkoop, 1995) menggabungkan beberapa pestisida, tetapi hanya dasar yang sangat global, mengingat hanya toksikologi dan data ekotoksikologi, tapi tidak memperhitungkan nasib pestisida di lingkungan. Lebih lanjut, metode LCA seperti *Ecoindicator 99* (Goedkoop *et al.*, 1999) dan penggunaannya (Huijbregts *et al.*, 2000) bertujuan untuk mengevaluasi pestisida menggabungkan nasib dan paparan analisis dengan penilaian beracun bagi manusia dan ekosistem.

Pengertian *Life Cycle Assessment* (EPA, 2006) adalah “*cradle to grave*” yaitu suatu pendekatan untuk menilai system industry. System “*cradle to grave*” dimulai dengan pengumpulan bahan baku dari alam untuk menghasilkan produk, dan berakhir pada titik ketika semua bahan dikembalikan ke alam, seperti gambar dibawah ini;



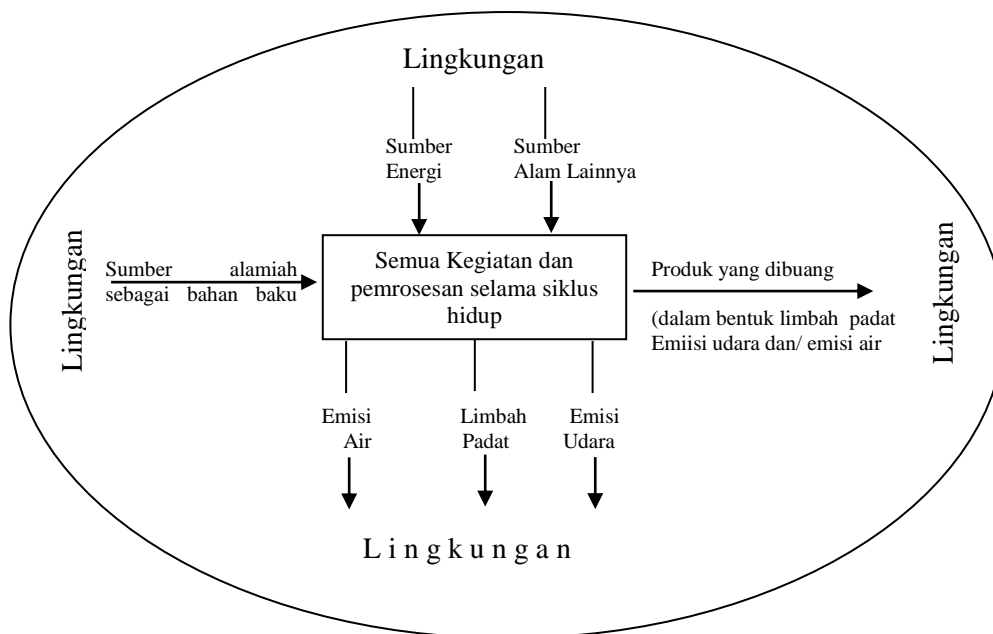
Gambar 2.2. Proses Input-Output (*Environmental Protection Agency*, 2006)

Dampak lingkungan yang berhubungan dengan produk dan proses (*cradle to grave*) atau dari produksi bahan baku sampai pada pembuangan akhir. Kondisi tersebut memerlukan metode pendekatan sistem salah satunya adalah LCA. Perhitungan masalah yang tidak dapat dipecahkan dengan alat manajemen lingkungan seperti analisis mengenai dampak lingkungan, sehingga terbukti bahwa teknik LCA ini sebagai teknik untuk membandingkan dua atau lebih pilihan alternatif berdasarkan aspek dampak lingkungan dan keberlanjutan ekologi (Purwanto, 2009).

Menurut (Barton *et al*, 1996, dalam Noorhayati, 2013), *Life Cycle Assessment* (LCA) didefinisikan sebagai suatu proses objektif untuk mengevaluasi beban lingkungan terkait dengan produk, proses atau kegiatan dengan mengidentifikasi dan

mengukur energi dan bahan yang digunakan serta limbah yang dilepas ke lingkungan, seperti untuk mengevaluasi dan memberikan kesempatan untuk menerapkan perbaikan yang mungkin terhadap lingkungan.

Curran (1996) dan (Astuti *et al.* (2004) menjelaskan bahwa kegiatan LCA dalam suatu sistem industri berhubungan dengan *input* dan *output*. *Input* di dalam sistem adalah material yang diambil dari lingkungan, sedangkan *output* akan dibuang ke lingkungan kembali. *Input* dan *output* dalam sistem industri ini tentu saja akan memberi dampak terhadap lingkungan. Pengambilan material menyebabkan semakin berkurangnya persediaan material, sedangkan hasil keluaran berupa limbah padat, cair, maupun gas akan banyak memberikan dampak negatif terhadap lingkungan. Oleh sebab itu LCA dapat dipergunakan untuk mengevaluasi agar dapat seminimal mungkin dalam pemanfaatan material dan meminimalkan dampak terhadap lingkungan, hal ini dapat diperjelas seperti gambar berikut:



Gambar 2.3. Konsep Life Cycle suatu sistem (Curran, 1996)

Pendekatan LCA juga dapat dipergunakan untuk membantu dalam membuat strategi pengambilan keputusan, untuk peningkatan kualitas produk dan proses, untuk menetapkan kriteria *eco-labelling*, dan mempelajari aspek lingkungan dari suatu produk. Elemen utama LCA antara lain:

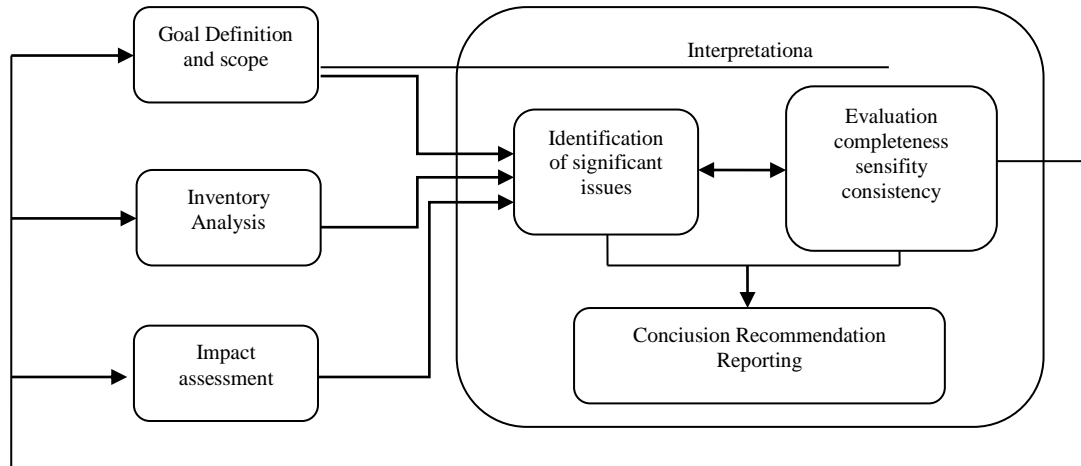
- a. mengidentifikasi dan mengkuantifikasikan semua bahan yang terlibat, misalnya energi dan bahan baku yang dikonsumsi, emisi dan limbah yang dihasilkan.
- b. Mengevaluasi dampak yang potensial dari bahan-bahan tersebut terhadap lingkungan.
- c. Mengkaji beberapa pilihan yang ada untuk menurunkan dampak yang ditimbulkan.

Tujuan LCA adalah untuk membandingkan semua kemungkinan kerusakan lingkungan yang dapat diakibatkan dari suatu produk maupun proses, agar dipilih produk maupun proses yang menimbulkan dampak minimal.

Berdasarkan ISO-14040 (2006) dan EPA (2006), terdapat empat langkah utama pelaksanaan LCA yaitu:

- a. Penentuan tujuan dan ruang lingkup yaitu menentukan tujuan studi, unit fungsi dan batasan system demikian pula pengolahan yang dibandingkan.
- b. *Life Cycle Inventory* (LCI) bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengkuantifikasi aliran bahan, emisi dan energy yang dilepaskan ke lingkungan.
- c. *Life Cycle Impact Assessment* (LCIA), mengklasifikasikan data LCI kedalam kategori dampak dan digabungkan sehingga diperoleh suatu indicator kategori dampak. Indicator-indikator tersebut mempresentasikan potensi dampak lingkungan terhadap kategori dampak.

d. Interpretation bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi informasi dari hasil LCI dan LCIA sesuai dengan tujuan dan ruang lingkup yang telah ditentukan.



Gambar 2.4. Langkah-langkah utama dalam LCA (EPA,2006)

Penggunaan metode LCA yang dipergunakan dalam menganalisa siklus hidup pestisida telah dilakukan oleh Margni, *et al.* (2001), tentang dampak pemakaian pestisida terhadap ekosistem dan kesehatan manusia, sedangkan yang dilaksanakan oleh Juraske, R dan Sanjuan, N (2009) menganalisa LCA pada konsumsi buah dan sayur dampaknya terhadap kesehatan, dan penelitian yang dilakukan oleh Birkved, M dan Hauschild,MZ. (2006) menghitung emisi pemakaian pestisida dilapangan.

Indikator-indikator dari *Life Cycle Assessment* seperti yang diuraikan oleh Pacific Northwest National Library (2012: 44-45) adalah sebagai berikut:

- a. Indikator Potensi Pemanasan Global (*Global Warming Potential, GWP*), adalah ukuran dari kegiatan-kegiatan yang berhubungan dengan siklus hidup produk yang mengubah komposisi atmosfer melalui terbentuknya gas-gas rumah kaca, terutama karbon dioksida, metana, dan nitrous oxide.

- b. Indikator Potensi Asidifikasi (*Acidification Potential, AP*), adalah ukuran polusi udara (terutama ammonia, sulfur dioksida, dan nitrogen oksida) yang disebabkan oleh siklus hidup produk yang menyumbang terjadinya deposisi bahan-bahan berasam.
- c. Indikator Potensi Pembentukan Ozone Fotokimia (*Photochemical Ozone Creation Potential, POCP*), adalah ukuran smog fotokimia yang dihasilkan selama berlangsungnya siklus hidup produk.
- d. Indikator Potensi Pelapukan Ozone (*Ozone Depletion Potential, ODP*), adalah ukuran yang menghitung potensi pelapukan ozone dari produk selama siklus hidupnya.
- e. Indikator Potensi Keracunan pada Manusia (*Human Toxicity Potential, HTP*), adalah indikator yang menghitung emisi udara, air dan tanah yang berhubungan dengan siklus hidup produk yang berpeluang besar untuk mengganggu kesehatan manusia.
- f. Indikator Potensi Keracunan Ekologis Lingkungan Air Tawar (*Freshwater Aquatic Ecotoxicity Potential, FAETP*), adalah indikator yang sangat mirip dengan HTP, namun menggabungkan faktor-faktor yang berhubungan dengan konsentrasi-konsentrasi maksimum yang dapat ditoleransi dari bahan-bahan beracun yang berbeda di dalam air oleh organisme-organisme air tawar.
- g. Indikator Potensi Keracunan Ekologis Air Laut (*Marine Aquatic Ecotoxicity Potential, MAETP*), adalah indikator yang serupa dengan FAETP, namun menggabungkan faktor-faktor yang terkait dengan konsentrasi maksimum yang

dapat ditoleransi dari bahan-bahan beracun yang berbeda di dalam air, namun berhubungan dengan organisme-organisme air laut.

- h. Indikator Potensi Eutrofikasi (*Eutrophication Potential*, EP), adalah gejala kenaikan konsentrasi nitrat dan fosfat di dalam air sehingga menyebabkan pertumbuhan alga yang tidak terkendali, mengurangi kadar oksigen di dalam air dan merusak ekosistem.
- i. Indikator Pemanfaatan Lahan (*Land Use*, LU), merupakan sebuah aktivitas ekonomi yang menghasilkan banyak keuntungan bagi manusia, namun sekaligus membawa dampak negatif bagi lingkungan.
- j. Indikator Potensi Kerusakan Ekosistem (*Ecosystem Damage Potential*, EDP), adalah indikator yang mengukur dampak dari kegiatan yang berlebihan dalam sektor pertanian, kehutanan, dan pembangunan permukiman dan prasarana. Indikator ini menggabungkan pemanfaatan lahan dan transformasi lahan (baik dari maupun untuk kegunaan industri), dan mengetahui faktor-faktor karakterisasi beserta dampak relatif dari pemanfaatan lahan.
- k. Indikator Potensi Keracunan Ekologi Daratan (TAETP), serupa dengan potensi-potensi keracunan tersebut di atas, namun merujuk pada konsentrasi maksimum yang dapat ditoleransi dari bahan-bahan beracun yang berbeda oleh organisme darat.
- l. Indikator Pelapukan Sumber Daya Abiotik (ARD).
- m. Indikator-indikator NHWL, RWL, dan HWL: Indikator-indikator Timbunan Limbah Tidak Berbahaya (*Non-Hazardous Waste Landfilled*, NHWL), Timbunan Limbah Radioaktif (*Radioactive Waste Landfilled*, RWL), dan Timbunan Limbah Berbahaya (*Hazardous Waste Landfilled*, HWL) digunakan untuk menghitung jumlah

bahan/materi yang ditimbun ke tanah, yang dipisahkan ke dalam tiga kategori, yaitu limbah tidak berbahaya, limbah radioaktif, dan limbah berbahaya.

2.7.2. Energi

Energi adalah kemampuan melakukan kerja. Disebut sebagai kemampuan melakukan kerja karena setiap kerja yang dilakukan sekecil apapun dan sering apapun tetap membutuhkan energi. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia energi didefinisikan sebagai daya atau kekuatan yang diperlukan untuk melakukan berbagai proses kegiatan. Energi merupakan bagian dari suatu benda tetapi tidak terikat pada benda tersebut. Energi bersifat fleksible artinya dapat berpindah dan berubah (kbbi.web.id/energi, 21 November 2017). Berdasarkan berbagai pengertian dan definisi energi tersebut dapat diringkas bahwa energi dapat didefinisikan sebagai kekuatan yang dimiliki oleh suatu benda sehingga mampu untuk melakukan kerja.

Energi dalam kegiatan pertanian dibutuhkan dalam kegiatan pengolahan menggunakan mesin traktor, transportasi petani, transportasi pupuk dan pestisida serta transportasi hasil panen. Kegiatan distribusi pestisida membutuhkan energi terutama untuk transportasi pestisida dan aplikasi pestisida. transportasi pestisida menggunakan kendaraan dengan sumber energi bahan bakar minyak. Hasil samping penggunaan bahan bakar minyak adalah emisi udara akibat proses penggunaan energi.

Menurut Hukum Kekekalan Massa dan Hukum Termodinamika II. Hukum Kekekalan Massa menyatakan bahwa jumlah hasil produksi yang dipakai lebih kecil daripada jumlah hasil produksi yang dihasilkan dari suatu proses dan sisanya dibuang sebagai limbah. Sedangkan menurut Hukum Termodinamika II, tidak semua energi dapat digunakan 100%, ada energi yang tidak dapat digunakan yang disebut dengan

entropi (Kristanto, 2004). Peluang penggunaan eko-efisiensi dapat dilakukan dengan meminimalisir entropi tersebut. Entropi biasanya disebut dengan limbah jika dalam dunia industri. Pemanfaatan limbah sebanyak mungkin akan mengurangi intensitas pengambilan SDA dari alam langsung.

Menurut Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia (2006) kadar emisi CO₂ berdasarkan jenis bahan bakar yang digunakan oleh kendaraan bermotor adalah sebagai berikut:

Tabel 2. 1. Kadar emisi CO₂ pada kendaraan bermotor menurut bahan bakar

<i>Bahan bakar</i>	<i>Satuan</i>	<i>Faktor pengali emisi</i>
<i>Avgas</i>	Kiloliter	5,8907
<i>Avtur</i>	Kiloliter	5,8275
<i>Premium</i>	Kiloliter	5,8275
<i>Kerosene</i>	Kiloliter	5,9274
<i>ADO</i>	Kiloliter	6,4871
<i>IDO</i>	Kiloliter	6,6078
<i>FO</i>	Kiloliter	6,9612

Sumber: Handbook of Energy & Economic Statistics of Indonesia (2006)

2.7.3. Eko indikator 1995

Eco-indicator (indikator ekologis) adalah suatu proses persiapan desain yang meliputi situs pengambilan sampel lapang secara spasial dan temporal, protokol laboratorium, rencana lanjutan, desain survei yang tepat, metode yang konsisten, guna menggambarkan status dan melacak perubahan, berdasarkan kepentingan atribut ekologi yang dipilih (Olsen & Peck, 2008). Penilaian variabel komponen fisik atau biologis memiliki pengaruh terhadap komponen lain dari ekosistem (Hill & Wilkinson, 2004).

Penilaian siklus lingkungan hidup (LCA) dirancang untuk mencakup berbagai jenis dampak dan dapat diterapkan untuk berbagai produk, seperti *Ecoindicator 95* (Goedkoop, 1995, Huijbregts.*et.al*, 2000 dalam Margni, 2002), mengevaluasi pestisida menggabungkan siklus hidup dan analisa tingkat keracunan terhadap manusia dan ekosistem.

Pertimbangan keberlanjutan suatu kegiatan mempengaruhi aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan secara lokal dan global. Pengelolaan sumber daya harus berpedoman pada definisi dari aspek keberlanjutan, mengembangkan indikator yang mudah diatur, bergerak menuju sistem keterpaduan, dan menawarkan insentif untuk mempengaruhi kegiatan (Dale *et al.*, 2012).

Penerapan *eco-indicator* berpijak dari metode-metode yang dikembangkan dan diterapkan untuk *life cycle assessment*. Prinsip-prinsip pengukuran indikator dapat dibagi ke dalam enam kategori faktor ukuran untuk mengukur pencemaran lingkungan yaitu: a) evaluasi sosial; b) pencegahan biaya untuk menanggulangi segala bentuk gangguan lingkungan; c) menghindari penggunaan faktor-faktor ukuran yang hanya menggunakan satu pengaruh lingkungan; d) evaluasi dari para ahli; e) konsumsi energi yang dibutuhkan untuk menanggulangi dampak lingkungan; dan f) pengukuran sejauh mana target dicapai terkait dengan penanggulangan dampak lingkungan. *Eco-indicator* bukanlah penyederhanaan dari metode LCA, melainkan pengembangan lebih lanjut dari kerangka yang diuraikan di dalam manual NOH (Goedkoop, 1995).

Eco-indicator digunakan untuk mengkomunikasikan tentang ekosistem dan pengaruh kegiatan manusia terhadap ekosistem. Ekosistem bersifat kompleks, sehingga indikator ekologi dapat membantu menguraikannya secara lebih sederhana sehingga

lebih mudah dipahami dan digunakan oleh setiap orang, bukan terbatas ilmuwan atau peneliti, untuk membantu pembuatan keputusan pengelolaan ekologi (Bertolo, 1998) Istilah indikator ekologi dan indikator lingkungan sering digunakan secara bergantian, namun, indikator ekologi sebenarnya merupakan bagian turunan dari indikator lingkungan. Jika indikator lingkungan memuat informasi tentang tekanan-tekanan yang dialami oleh lingkungan, kondisi lingkungan dan respon dari masyarakat yang terkena dampak tersebut, indikator ekologi hanya berhubungan dengan proses-proses ekologis (Girardin *et al.*, 1999).

Banyak jenis indikator yang telah dikembangkan sejauh ini. Kesemuanya dapat digunakan untuk menjelaskan berbagai aspek ekosistem, termasuk di antaranya ekosistem biologis, kimia, dan fisik. Karena keragaman ini, maka pengembangan dan pemilihan indikator ekologi merupakan sebuah proses yang tergolong kompleks (Niemeijer, 2002; Kurtz *et al.*, 2001; Osinski *et al.*, 2003).

2.7.4. Impact model distribusi pestisida dengan pendekatan LCA

Impact model distribusi pestisida terdiri atas sejumlah kategorisasi, yakni: rumah kaca (*greenhouse*), lapisan Ozone (*Ozone layer*), asidifikasi (*acidifaction*), eutrofikasi (*eutrophication*), logam berat (*heavy metals*), karsinogen (*carcinogens*), *summer smog*, *winter smog*, dan sumber daya energi.

2.7.4.1. Efek Rumah Kaca

Efek rumah kaca (*greenhouseeffect*) diperkenalkan oleh Joseph Fourier pada tahun 1824. Ialah proses yang menyebabkan atmosfer melakukan pemanasan terhadap planet. Proses pemanasan dari efek rumah kaca terjadi secara alami dan secara buatan (disebabkan oleh kegiatan manusia). Efek rumah kaca semestinya tidak akan merugikan

bilamana tidak berlebihan. Secara alami, efek rumah kaca sebenarnya memberikan keuntungan bagi bumi karena peristiwa pemanasan akan membuat bumi menjadi hangat, sehingga dapat mendukung kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya. Dengan tidak adanya efek rumah kaca manusia akan menemui kesulitan karena suhu rata-rata bumi akan menjadi terlalu dingin. (Susanta & Sutjahjo, 2007: 30-31). Efek rumah kaca disebabkan oleh terjadinya kenaikan konsentrasi gas rumah kaca di atmosfer. Menurut Protokol Tokyo, terdapat enam senyawa gas rumah kaca yang perlu diketahui, yakni karbondioksida (CO₂), metana (CH₄), nitrooksida (N₂O), kloro-fluoro-karbon (CFC), dan hidro-fluoro-karbon (HFC). (Susanta & Sutjahjo, 2007: 32).

Disebut sebagai gas rumah kaca karena mekanisme pemanasannya menyerupai proses yang terjadi di rumah-rumah kaca yang dipergunakan untuk perkebunan di negara-negara sub-tropis yang berada di kawasan Eropa dan Amerika Utara (Rusbiantoro, 2008: 9).

2.7.4.2. Karsinogen

Zat-zat karsinogen dapat menyebabkan tumor dengan cara kontak (lokal, inhalasi) atau secara oral (usus). Terdapat banyak zat kimiawi yang bersifat karsinogenik, antara lain ter yang terbentuk oleh pembakaran tembakau dan kertas, serat-serat asbes dan nikel (Ni). Makanan dapat pula mengandung zat-zat kimia yang berdaya karsinogen langsung atau setelah interaksi dengan zat lain di dalam tubuh, antara lain nitrosamin, nitrat, benzpiren, asam desoksikholat, aflatoksin, zat-zat pewarna, dan dioxin dan radon (Tan & Rahardja, 2007: 211). Karsinogen dapat menyebabkan kanker pada manusia, namun kanker juga dapat disebabkan oleh virus dan radiasi (radiasi ion, sinar-x, sinar ultraviolet). Tidak ada satupun bentuk aksi

tunggal yang dapat menyebabkan semua karsinogen menyebabkan kanker. Meskipun demikian, efek puncak karsinogen adalah sama, yakni menyebabkan pertumbuhan kanker (Palupi, 2000: 86).

2.7.4.3. Asidifikasi

Hujan asam adalah istilah umum yang dipergunakan untuk menjabarkan beberapa cara di mana asam memasuki atmosfer. Adapun istilah yang lebih mendekati adalah deposisi asam (*acid deposition*). Deposisi asam terdiri atas dua bagian, yakni deposisi asam basah dan deposisi asam kering. Deposisi basah berupa hujan asam, *fog*, dan salju. Pada saat air berasam mengalir di atas dan ke bawah tanah, ia akan mempengaruhi berbagai jenis tanaman dan hewan. Kekuatan dari pengaruhnya bergantung pada banyak faktor, antara lain berapa besar kadar asam yang terkandung di dalam air, kimia dan kapasitas *buffering* dari tanah yang terkena pengaruh, serta jenis ikan, pepohonan, dan makhluk-makhluk hidup lain yang bergantung pada air tersebut. Sementara itu, deposisi kering berhubungan dengan gas dan partikel berasam. Separuh dari asiditas yang terjadi di dalam atmosfer mencapai ke bumi melalui deposisi kering. Angin menyebarkan partikel-partikel dan gas-gas berasam ke bangunan, mobil, rumah, dan pohon. Gas dan partikel yang terdeposisi kering dapat pula dihilangkan dari pepohonan dan permukaan lainnya dengan adanya hujan lebat. Pada saat hujan terjadi, maka terjadilah hujan asam (Lane, 2003: 1).

Peristiwa asidifikasi tidak akan terlepas dari terjadinya hujan asam karena dari hujan asam tersebut terjadi peningkatan nilai kecerahan. Proses asidifikasi akan menyebabkan terjadinya perubahan pada perairan air tawar karena pengaruh kondisi geologi dan tanah di sekitar perairan. Asidifikasi karena hujan asam akan memberikan pengaruh terhadap ekosistem perairan tawar, antara lain pengaruh langsung dari ion

hidrogen (H^+), di mana ion hidrogen mengganggu pengaturan keseimbangan ion pada organisme akuatik dan peningkatan kadar logam, di mana asidifikasi melarutkan banyak logam di perairan (Efendi, 2003: 236-237).

Hujan asam memiliki pengaruh yang bermacam-macam terhadap kesehatan manusia dan ekosistem lainnya (Guerrero, 2009: 26). Bagi kesehatan manusia, di dalam atmosfer, sulfur dioksida dan nitrogen oksida berubah menjadi aerosol sulfat dan nitrat. Perubahan ini akan meningkatkan morbiditas dan mortalitas karena gangguan paru-paru, seperti asma dan bronkitis, serta berpengaruh terhadap sistem kardiovaskuler. Bagi air permukaan, hujan asam mengurangi tingkat kemampuan bertahan (*survavibility*) hewan yang hidup di danau dan aliran air dan di dalam kondisi yang terburuk akan menyebabkan kepunahan ikan dan organisme lainnya. Pengaruh hujan asam bagi hutan ialah bahwa deposisi asam ikut menyebabkan degradasi hutan karena ketimpangan pertumbuhan pohon terhadap kenaikan suseptibilitas oleh adanya *winterinjury*, infestasi serangga, dan kekeringan. Di dalam atmosfer, sulfur dioksida dan nitrogen oksida membentuk partikel-partikel sulfur dan nitrat. Kedua jenis partikel ini mengganggu kemampuan pandangan dan mempengaruhi kenyamanan mata.

2.7.4.4. Eutrofikasi

Di dalam Efendi (2003: 230) eutrofikasi didefinisikan sebagai pengayaan (*enrichment*) air dengan nutrien/unsur hara berupa bahan anorganik yang diperlukan oleh tanaman dan mengakibatkan terjadinya peningkatan produktivitas primer perairan. Eutrofikasi dikelompokkan menjadi eutrofikasi buatan/kultural dan eutrofikasi alami. Eutrofikasi kultural terjadi bilamana kenaikan unsur hara di perairan disebabkan oleh

kegiatan manusia. Sedangkan eutrofikasi alami terjadi jika peningkatan unsur hara di perairan disebabkan oleh peristiwa dan aktivitas alam.

Eutrofikasi adalah suatu fenomena yang melibatkan banyak faktor, seperti kekeruhan, sedimen, produktivitas, dan suhu rata-rata. Kelebihan nitrogen dan fosfor di dalam air yang berasal dari industri pangan menyebabkan suatu keadaan yang tidak seimbang (Jenie & Rahayu: 16). Kontaminasi nitrogen dapat menyebabkan eutrofikasi pada air permukaan yang membahayakan kesehatan manusia. Eutrofikasi terjadi karena adanya nitrogen dalam air. Bentuk nitrogen yang masuk ke dalam air adalah amonium (NH_4^+). Amonium berubah menjadi nitrit kemudian nitrat (NO_3^+) (Sembel, 2015: 49).

2.7.4.5. Logam Berat

Pencemaran oleh logam berat menyebabkan keracunan pada manusia dan hewan. Masa keracunan dapat berlangsung lama karena sifat logam yang tahan lama. Sumber logam berat yang mencemari air antara lain keausan geologis, industri logam, industri bahan tambang, penggunaan logam dan senyawa-senyawa logam, ekskresi manusia dan hewan, serta sampah padat. Hampir semua logam yang berada di dalam tanah terjadi dalam bentuk persenyawaan dengan unsur lain dan berwujud seperti bebatuan. Oleh adanya cuaca dan setelah kurun waktu yang sangat lama, batu-batuan akan mengalami keretakan dan menjadi butiran-butiran halus. Bersama air hujan butiran-butiran tersebut akan mencapai badan air, membentuk persenyawaan dan melepaskan ion-ion positif (Sumardjo, 2006: 631). Limbah, baik yang berasal dari rumah tangga, pabrik, maupun pertanian, kemungkinan akan memperbesar dampak pencemaran logam berat. Limbah-limbah tersebut ikut menyumbang pencemaran logam

berat dengan masuk ke saluran-saluran umum atau sungai, kemudian terbawa oleh arus dan tertampung di laut (Sumardjo, 2006: 635).

Tanah dapat terkontaminasi oleh akumulasi logam berat dan metaloid melalui emisi dari kawasan-kawasan industri yang luas, daerah pertambangan, pembuangan limbah logam berat, bahan bakar kendaraan dan cat yang mengandung timbal, aplikasi pupuk untuk pertanian, kotoran hewan, endapan lumpur pembuangan, pestisida, irigasi limbah cair, residu pembakaran batu bara, kebocoran petrokimia, dan deposisi atmosfer. Logam berat mencakup semua kelompok bahaya kimia anorganik dan yang paling lazim ditemukan pada daerah-daerah yang terkontaminasi adalah timbal (Pb), krom (Cr), arsenik (As), seng (Zn), kadmium (Cd), tembaga (Cu), air raksa (Hg), dan nikel (Ni). (Wuana & Okieimen, 2014).

2.7.4.6. SPM *smog*

Polusi udara dapat dikategorikan menjadi tiga episode, yakni *Summer smog*, *vehicle smog*, dan *Winter smog*. *Summer smog* mengandung ozon (O_3), *respirable particulates* (PM_{10}), dan ada kalanya pula nitrogen dioksida (NO_2), sedangkan *Winter smog* mengandung SO_2 , yang kadarnya akan naik jika terjadi tekanan tinggi (Nagel, 1998: 98). *Summer smog*, atau yang disebut pula *photochemical smog*, terjadi pada keadaan tenang dan suasana panas pada saat aktivitas fotokimia menyebabkan pembentukan *ground-level ozone*. Ozon terbentuk pada saat reaksi-reaksi kompleks terjadi antara nitrogen oksida dan VOCs di dalam cahaya matahari. *Winter smog* berhubungan dengan keadaan dingin dan tekanan tinggi, inversi suhu dan tingginya kadar emisi sulfur dioksida yang disebabkan oleh pemanasan pada rumah, kantor dan industri. Di dalam kondisi dingin kendaraan akan beroperasi kurang efisien dan

memerlukan waktu lebih lama untuk pemanasan. Hal ini akan menyebabkan terlepasnya banyak karbon monoksida dan hidrokarbon (Nagel, 1998: 98).

2.8. Pengelolaan sampah dan Pengendalian Pencemaran Pestisida

Menurut *Environmental Protection Agency Waste Guidelines* (2009) sampah adalah segala sesuatu yang dibuang, ditolak, diabaikan, tidak diinginkan, atau materi yang tidak terpakai dan tidak untuk dijual, didaur ulang, diproses ulang, diperbaiki, atau dimurnikan oleh kegiatan terpisah yang memproduksi materi tersebut.

Menurut Undang-Undang No. 18 tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, yang dimaksud dengan sampah adalah sisa kegiatan sehari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat.

Proses distribusi pestisida disamping menghasilkan sampah yang tidak berbahaya seperti kardus dan pembungkus luar lainnya juga menghasilkan sampah yang memiliki sifat berbahaya seperti pembungkus yang langsung berhubungan dengan zat aktif pestisida atau yang sering disebut sampah B3. Menurut Purwendro dan Nurhidayat (2010) sampah B3 merupakan jenis sampah yang dikategorikan beracun dan berbahaya bagi manusia.

Menurut Purwendro dan Nurhidayat (2010) sampah B3 adalah sampah yang dikategorikan beracun dan berbahaya bagi manusia. Sedangkan menurut Slamet (1994) bahwa yang dimaksud sampah berbahaya (B3) adalah sampah yang karena jumlahnya atau konsentrasinya, atau sifat kimiawinya, fisika dan mikrobiologinya dapat (a) meningkatkan mortalitas dan morbiditas secara bermakna, atau menyebabkan penyakit yang tidak reversibel, ataupun sakit berat yang pulih atau reversibel, atau (b) berpotensi

menimbulkan bahaya sekarang maupun dimasa yang akan datang terhadap kesehatan atau lingkungan apabila tidak diolah, ditransport, disimpan, dan dibuang dengan baik.

Definisi lain menurut Sudrajat (2007) limbah B3 adalah limbah yang mengandung racun dan bahan berbahaya, misalnya herbisida, insektisida, fungisida, racun, bahan kimiadan limbah nuklir yang memerlukan penanganan khusus. Jadi menurut beberapa definisi di atas sampah pembungkus pestisida merupakan sampah B3 yang diperlukan penanganan khussus menurut peraturan yang berlaku.

Menurut Undang-Undang nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup yang dimaksud Pencemaran lingkungan hidup adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan. Secara tegas disebutkan tentang kerusakan lingkungan pada ayat 17. Kerusakan lingkungan hidup adalah perubahan langsung dan/atau tidak langsung terhadap sifat fisik, kimia, dan/atau hayati lingkungan hidup yang melampaui kriteria baku kerusakan lingkungan hidup.

Kerusakan lingkungan telah menjadi keresahan masyarakat sekitar tahun 1980an yang berasal dari efek samping negara-negara kaya yang mengembangkan industri mereka. Lingkungan merupakan sesuatu yang tak terpisahkan dari aktivitas manusia, ambisi, kebutuhan serta bukan merupakan sesuatu yang terisolasi dari aspek lain. Lingkungan merupakan tempat dimana kita hidup dan pembangunan adalah semua yang kita lakukan untuk meningkatkan kesejahteraan, kedua hal ini merupakan sesuatu yang tidak terpisahkan. (Hadi, 2012)

Di negara agraris seperti Indonesia pencemaran umumnya berasal dari kegiatan pertanian seperti pestisida. Pencemaran oleh pestisida dapat terjadi secara langsung dan secara tidak langsung. Pencemaran secara langsung yaitu pada proses penyemprotan pestisida ke tanaman yang langsung dapat mencemari tanah, air dan udara. Sedangkan secara pencemaran tidak langsung yaitu masuknya pestisida ke media lingkungan dengan melalui proses terlebih dahulu, baik melalui tanaman, penguapan dan lainnya.

Pengendalian pencemaran oleh kegiatan distribusi pestisida di Kabupaten Pati dapat dilaksanakan dengan beberapa cara yaitu pengolahan sampah sesuai dengan penanganan sampah B3 sedangkan untuk cemaran yang bersifat cair adalah dengan cara mengurangi jumlah potensi limbah yaitu dengan cara mengurangi pemakaian pestisida dan diganti dengan bahan pestisida yang lebih ramah lingkungan.

2.9. Analisis SWOT

Strategi pengelolaan distribusi pestisida untuk lingkungan yang berkelanjutan diperlukan analisis yang dapat memaksimalkan kekuatan dan meminimalkan kelemahan yang merupakan faktor internal dan mengefektifkan peluang serta membentengi ancaman yang disebut sebagai faktor eksternal. Identifikasi faktor-faktor tersebut dan menganalisa secara logika sebagai dasar analisis SWOT. Kedua faktor tersebut memberikan dampak positif yang berasal dari peluang dan kekuatan, dampak negatif yang berasal dari ancaman dan kelemahan. Dengan menggunakan matrik dapat memberikan bobot dan skor pada parameter yang telah ditentukan sehingga diperoleh nilai (Rangkuti, 2006).

Analisis ini didasarkan pada logika yang dapat memaksimalkan kekuatan (*strengths*) dan peluang (*opportunities*) suatu kegiatan umum secara bersamaan dapat meminimalkan kelemahan (*weaknesses*) dan ancaman (*threats*) (Rangkuti, 2006) dan untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini :

Tabel 2.2. Matriks Analisis SWOT

Internal Faktor \ Eksternal Faktor	Strengths (S) (kekuatan)	Weaknesses (W) (kelemahan)
Opportunity (O) / (Peluang)	Strategi Kekuatan-Peluang (SO)	Strategi Peluang-kelemahan (WO)
Threats (T) / (Ancaman)	Strategi Kekuatan-Ancaman (ST)	Strategi Kelemahan Ancaman (WT)

Sumber : Rangkuti, 2006.

Keterangan Matriks SWOT tersebut sebagai berikut :

- *SO strategies*: ini merupakan situasi yang menguntungkan. Lembaga/perusahaan memiliki peluang dan kekuatan sehingga dapat memanfaatkan peluang yang ada. Strategi yang harus diterapkan dalam kondisi ini adalah mendukung kebijakan pertumbuhan yang agresif (*Growth oriented strategy*).
- *ST strategies*: dalam situasi ini lembaga/perusahaan menghadapi berbagai ancaman, tetapi masih memiliki kekuatan dari segi internal. Strategi yang harus diterapkan dalam kondisi ini adalah menggunakan kekuatan untuk memanfaatkan peluang jangka panjang dengan cara strategi diversifikasi (produk/pasar).

- *WO strategies*: dalam situasi ini lembaga/perusahaan menghadapi peluang yang besar, tetapi juga menghadapi beberapa kendala/kelemahan internal. Fokus strategi pada situasi ini adalah meminimalkan masalah-masalah internal sehingga dapat merebut peluang yang lebih baik.
- *WT strategies*: ini merupakan situasi yang tidak menguntungkan, sehingga lembaga/perusahaan harus menghadapi berbagai ancaman dan kelemahan internal.