



02

**KONSERVASI BIODIVERSITAS
DALAM MENGHADAPI
KERUSAKAN AKIBAT BENCANA**

(Diki)

KONSERVASI BIODIVERSITAS DALAM MENGHADAPI KERUSAKAN AKIBAT BENCANA

Diki
(dikinian@ecampus.ut.ac.id)

Abstrak

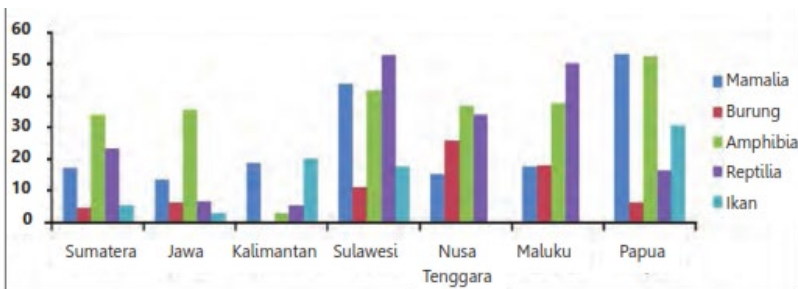
Biodiversitas merupakan kelimpahan berbagai makhluk hidup dan keragaman ekosistemnya. Negara kita memiliki tingkat biodiversitas yang tinggi sehingga dikenal sebagai *megabiodiversity*. Namun negara kita juga terkenal memiliki potensi akan berbagai bencana alam. Kerusakan biodiversitas akan lebih besar pada ekosistem pulau, seperti Indonesia yang sebagian besar wilayahnya merupakan kepulauan. Untuk menjaga biodiversitas dapat diterapkan konsep ekologi rekonsiliasi, yaitu upaya konservasi biodiversitas di daerah yang sudah dipengaruhi manusia, misalnya lahan pertanian, perkotaan, maupun industri. Konsep ini berbeda dengan upaya konservasi pada umumnya yang menitik beratkan pada wilayah konservasi, seperti wilayah yang merupakan hutan alam. Untuk itu dalam tulisan ini dijelaskan berbagai contoh penerapan konservasi biodiversitas di berbagai bentuk wilayah. Walaupun demikian, tetap diperlukan adanya konservasi di lahan yang merupakan kawasan yang belum dipengaruhi manusia. Secara lebih rinci tulisan ini membahas pentingnya upaya menjaga biodiversitas dari kerusakan akibat bencana, baik bencana alam maupun bencana buatan manusia.

Kata kunci: biodiversitas, ekologi rekonsiliasi, bencana

PENDAHULUAN

Biodiversitas diartikan sebagai banyaknya dan kelimpahan jenis (spesies) makhluk hidup, variasi genetik dalam suatu spesies, serta keragaman habitat dan ekosistem (Roe, D., *et al.*, 2018). Keuntungan adanya biodiversitas adalah tingginya ketahanan menghadapi perubahan lingkungan (Fergusson *et al.*, 2012). Indonesia merupakan salah satu pusat biodiversitas di dunia (von Rintelen *et al.*, 2017). Hal ini karena Indonesia memiliki kekayaan spesies tumbuhan dan hewan yang sangat berlimpah. Data statistik Kementerian Lingkungan Hidup tahun 2015, menyatakan bahwa Indonesia memiliki 4.300 jenis satwa termasuk 1.501 adalah spesies endemik dan 38.000 spesies tumbuhan termasuk sekitar 25.000 spesies endemik (Kemen LH, 2015). Untuk tumbuhan hutan berkayu, Kalimantan merupakan pusat biodiversitas tumbuhan Dipterokarpa. Lima puluh persen spesies Dipterokarpa yang ada di dunia dapat ditemukan di Kalimantan (MacKinnon *et al.*, 1996).

Tingkat endemisitas sangat tinggi karena kekhasan ekosistem di masing-masing wilayah. Di berbagai pulau kecuali pulau Sumatera, jumlah spesies tumbuhan endemik mencapai 40 – 50 % dari seluruh spesies tumbuhan di pulau tersebut. Indonesia memiliki 270 spesies mamalia, 386 spesies burung, 328 spesies reptil, 204 spesies amfibi, dan 240 spesies ikan yang bersifat endemis (Darajati, 2016). Contoh kekayaan spesies endemis Indonesia dapat dilihat pada Gambar 1.



Sumber: Darajati (2016)

Gambar 1.
Sebaran Endemisitas Fauna Indonesia

Kekayaan ekosistem laut di Indonesia juga termasuk yang sangat tinggi. Indonesia memiliki 590 spesies karang keras, 210 spesies karang lunak, dan 350 spesies karang gorgonian. Beberapa wilayah laut Indonesia juga memiliki kekayaan spesies terumbu karang yang sangat tinggi. Kepulauan Raja Ampat di Papua Barat memiliki 574 spesies terumbu karang dan 553 spesies ikan karang. Dengan demikian, kawasan Raja Ampat merupakan kawasan laut terkaya di dunia (Turak & Souhuka, 2003).

Tingginya biodiversitas Indonesia juga berguna untuk masyarakat luas, salah satunya dalam hal kekayaan tanaman obat tradisional. Menurut von Rintelen *et al.* (2017), Indonesia memiliki kekayaan tanaman obat tradisional kedua di dunia setelah wilayah Amazon di Brazil. Kekayaan tanaman obat dapat berguna bagi pengembangan ilmu farmasi dan bioteknologi.

Saat ini, tingkat biodiversitas sedang mengalami penurunan di berbagai belahan dunia (Roe *et al.*, 2018). Morin *et al.* (2001) menunjukkan adanya penurunan biodiversitas jenis padi di Filipina antara tahun 1996-1998. Penyebab terjadinya penurunan biodiversitas padi ini adalah kekeringan akibat El Nino pada tahun 1997 dan banjir yang disebabkan oleh badai pada tahun 1998. Banjir juga merupakan penyebab penurunan biodiversitas menurut Fergusson *et al.* (2012). Upaya melakukan konservasi merupakan aktivitas penting dalam menjaga biodiversitas. Upaya tersebut berguna dalam menjaga adanya berbagai jenis hewan dan tumbuhan agar kerusakan akibat bencana tidak mengakibatkan menurunnya keanekaragaman makhluk hidup. Hal yang juga penting untuk mempertahankan biodiversitas adalah adanya perlindungan secara hukum terhadap suatu kawasan, termasuk usaha konservasi di kawasan yang sudah dipengaruhi dan digunakan untuk aktivitas manusia. Manusia sebagai unsur utama yang menggunakan sumberdaya alam berpotensi besar untuk menimbulkan perubahan di dalam ekosistem dan akan mempengaruhi kelestarian sumberdaya alam termasuk biodiversitas yang ada di dalamnya. Salah satu upaya dalam menjaga biodiversitas adalah dengan konservasi rekonsiliasi. Rosenzweig (2003) mengartikan konservasi rekonsiliasi sebagai suatu ilmu untuk menemukan, menciptakan, dan mempertahankan habitat baru dalam rangka melestarikan keanekaragaman spesies di tempat yang dihuni dan

dipengaruhi manusia. Konservasi rekonsiliasi berfokus pada kelestarian biodiversitas di daerah yang memang mendapat pengaruh manusia.

Artikel yang merupakan kajian berdasarkan pustaka ini membahas tentang kerusakan biodiversitas akibat bencana, kemampuan makhluk hidup untuk mempertahankan biodiversitas, serta upaya untuk mengatasi kerusakan atau hilangnya biodiversitas akibat bencana.

BENCANA DAN DAMPAKNYA

Bencana berdampak besar bagi manusia dan lingkungannya. Bencana menyebabkan terhentinya fungsi sebuah komunitas atau masyarakat. Kerusakan yang diakibatkan bencana adalah di luar kemampuan komunitas itu untuk melakukan perbaikan atas dampak bencana tersebut. Bencana dapat berupa bencana alam dan berupa bencana akibat manusia (Bello, 2014; UNEP, 2008). Menurut Bello (2014), bencana alam dapat disebabkan karena 1). proses dinamik di perut bumi, seperti gempa, tsunami, dan letusan gunung berapi, 2). bencana karena proses dinamik di permukaan bumi, seperti tanah longsor atau tanah ambles, 3). bencana karena proses hidrometeorologi, seperti banjir, kekeringan, dan angin topan, serta 4). bencana karena proses biologi, seperti wabah penyakit atau serangan hama pertanian. Berbeda dengan bencana alam, bencana buatan manusia atau bencana yang disebabkan ulah manusia, seperti kebakaran, kecelakaan lalu lintas, atau pencemaran limbah industri merupakan peristiwa yang mendadak atau yang berlanjut, sehingga kemudian menyebabkan perubahan pola hidup manusia. Perubahan tersebut mengganggu struktur sosial dan menyebabkan kerusakan pada aspek ekonomi (Steiner, 2008).

Keberadaan dan intensitas jenis bencana berbeda-beda pada setiap wilayah. Indonesia dikenal memiliki daerah yang rawan bencana gempa, tsunami, dan letusan gunung berapi. Van Niekerk, *et al.* (2017) menyatakan bahwa banyak negara di Afrika bagian timur dan selatan memiliki jenis bencana alam yang datang secara lambat seperti kekeringan dan bencana alam yang datang secara mendadak seperti banjir. Kedua jenis bencana itu sering diperburuk dengan krisis ekonomi dan ketidakstabilan politik. UNEP (2008) juga menjelaskan adanya degradasi lingkungan sebagai salah satu akibat dari bencana. Lingkungan yang terdegradasi akibat bencana akan

berkurang fungsi sosial dan ekologi, terutama biodiversitas. Bello (2017) mencontohkan bahwa badai Felix di Honduras pada tahun 2008 berdampak pada kematian sejumlah individu dari 25 spesies mamalia dan 215 spesies burung. Sebagian mamalia tersebut merupakan jenis yang dilindungi, seperti tapir, jaguar, dan puma. Demikian pula dengan sebagian jenis burung terdampak yang juga merupakan jenis dilindungi, misalnya burung elang Harpy.

Saat ini fokus utama dalam persiapan menghadapi bencana adalah mitigasi. Mitigasi adalah upaya mengurangi dampak bencana (UNEP, 2008). Adapun menurut Steiner (2008). Mitigasi berarti upaya mengurangi dampak bencana dan mengurangi kerawanan bila terjadi bencana. Karena itu, untuk mengurangi dampak akibat bencana, perlu ada tindakan pengurangan risiko bencana. Upaya ini penting karena tidak semua bencana dapat dicegah.

Untuk mencegah berkurang atau hilangnya biodiversitas, ada beberapa hal yang dapat dilakukan, seperti yang dinyatakan di dalam Steiner (2008), bahwa persiapan pada tahap prabencana meliputi, mitigasi, persiapan, dan *early warning*. Upaya terpenting adalah pada tahap prabencana, yaitu untuk pengurangan risiko kerusakan biodiversitas.

Beberapa publikasi yang menyebutkan pentingnya kerusakan biodiversitas akibat bencana, kurang menjelaskan upaya untuk mengurangi dampak bencana terhadap biodiversitas. Bello (2017) menjelaskan contoh dampak bencana terhadap berbagai spesies yang dilindungi dan memberikan contoh adanya kebijakan pemerintah untuk mempertahankan biodiversitas. Akan tetapi tulisan tersebut kurang menjelaskan secara spesifik tindakan untuk mengurangi risiko dari terjadinya suatu bencana.

DAMPAK BENCANA TERHADAP BERKURANGNYA BIODIVERSITAS

Berkurangnya biodiversitas akibat suatu bencana dapat mempengaruhi ekosistem secara langsung maupun tidak langsung. Secara langsung suatu bencana dapat memusnahkan tumbuhan yang bermanfaat bagi manusia. Tidak hanya tumbuhan atau hewan liar saja yang dapat rusak karena bencana, tetapi tanaman pertanian juga dapat terkena kerusakan akibat bencana dan kehilangan sebagian keragaman genetiknya. Dalam dunia kedokteran dan farmasi telah dikenal beberapa tumbuhan liar yang dapat

menjadi alternatif baru untuk pengobatan berbagai jenis penyakit. Menurut Romanelli *et al.* (2015), keberadaan beberapa tanaman merupakan obat-obatan yang sangat penting untuk beberapa penyakit, misalnya Lanoxin merupakan obat jantung yang didapat dari tumbuhan Digitalis dan Taxol merupakan obat kanker dari pohon Taxus. Salah satu jenis yang telah berhasil diteliti adalah *Taxus sumatrana* berasal dari Gunung Kerinci, Jambi-Sumatera (Shen *et al.*, 2005). Saat ini keberadaannya di wilayah Sumatera sudah hampir punah, salah satunya disebabkan oleh berbagai bencana, seperti kebakaran hutan yang terus terjadi. Apabila tumbuhan tersebut punah karena habitatnya terkena suatu bencana, maka penelitian atau produksi obat dari tumbuhan tersebut akan terganggu. Oleh karena itu usaha untuk mengurangi risiko punahnya jenis tumbuhan tersebut dari suatu bencana merupakan hal yang sangat penting. Berkurangnya biodiversitas secara tidak langsung juga dapat mengurangi kemampuan dalam menghadapi perubahan iklim. Dalam hal ini dicontohkan oleh Roe *et al.* (2018), yang menyatakan bahwa tumbuhan dengan serapan CO₂ tinggi cenderung memiliki buah dan biji yang berukuran besar, dimana buah dengan jenis biji seperti itu hanya dapat disebar oleh jenis hewan tertentu. Apabila hewan tersebut punah, maka secara alami tumbuhan penghasil biji tersebut akan berkurang. Seiring dengan hal tersebut kemampuan hutan untuk menyerap gas CO₂ juga menjadi berkurang dan pada akhirnya akan berpengaruh pada iklim yang dan ekosistem global.

Kerusakan biodiversitas akibat bencana alam lebih terasa di pulau kecil (Sjostedt & Povitkina, 2016; Teelucksingh *et al.*, 2013). Di pulau kecil, suatu bencana seperti tsunami dapat memusnahkan hampir seluruh tumbuhan dan hewan. Indonesia yang memiliki banyak pulau kecil dengan tingkat endemisitas yang tinggi, sangat rawan akan berkurangnya biodiversitas jenis hewan tertentu seperti biawak dan komodo yang berada di beberapa pulau kecil di NTT. Badak Jawa yang berada di bagian terpencil dari pulau Jawa juga rawan terkena tsunami.

Penurunan biodiversitas juga dapat terjadi pada tanaman pertanian, terutama di tingkat genetik. Menurut Fergusson (2012), terjadi pemulihan keragaman atau diversitas kacang tunggak setelah terjadi bencana banjir di Mozambik, negara di benua Afrika yang merupakan salah satu pusat keragaman kacang tunggak. Penelitian ini menunjukkan adanya penurunan

keanekaragaman hayati atau biodiversitas setelah terjadi banjir. Keragaman kacang tunggak didasarkan pada sifat kualitatif dan sifat genetika molekuler. Sifat kualitatif terdiri atas warna dasar biji, warna sekunder, warna tersier, bentuk biji, dan pola sekunder. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa indikator biodiversitas berdasarkan Nei adalah lebih tinggi pada komunitas yang tidak mengalami banjir (0,552) dibanding yang mengalami banjir (0,476). Pengukuran sifat genetika molekuler menunjukkan bahwa daerah yang tidak terkena banjir memiliki 19 alel dengan 6 alel unik dan 10 alel jarang. Daerah yang terkena banjir memiliki 15 alel dengan 2 alel unik dan 5 alel jarang. Peristiwa ini menunjukkan bahwa penurunan biodiversitas tidak hanya terjadi berupa berkurangnya populasi atau berkurangnya kelimpahan spesies, tapi sampai pada tingkat berkurangnya alel gen.

Berkurangnya kelimpahan di tingkat gen juga dapat disebabkan oleh pertanian modern. Pertanian modern mengakibatkan berkurangnya petani yang menanam varietas tradisional. Misalnya pada tanaman padi, petani lebih banyak menanam varietas unggul karena varietas padi unggul memiliki produksi yang lebih tinggi, tapi memerlukan masukan berupa pupuk dan prasarana yang lebih banyak. Varietas tradisional umumnya lebih tahan penyakit dan lebih tahan kondisi lingkungan yang buruk. Penggunaan varietas unggul menyebabkan hilangnya varietas tradisional yang berarti suatu erosi genetik. Alel dari gen yang ada di varietas tradisional tidak lagi dapat dijumpai, sehingga hal ini menunjukkan berkurangnya biodiversitas dari suatu jenis. Ketika terjadi kemarau pada tahun 1996 dan 1997, semakin berkurang jumlah penanaman padi varietas tradisional, karena sudah semakin banyak petani yang menanam varietas padi modern (Morin *et al.*, 2002).

Sebagian besar bencana akan berakibat kepada berkurangnya biodiversitas. Namun demikian dalam hal tertentu, dan jumlahnya sangat kecil, suatu bencana dapat pula menyebabkan peningkatan keragaman genetik. Suatu penelitian yang menunjukkan hasil berbeda tersebut adalah adanya gempa dan tsunami yang menyebabkan terjadinya peningkatan keragaman alel pada tumbuhan *Carex rugulosa*. Ohbayashi *et al.* (2017) menjelaskan adanya peningkatan biodiversitas tumbuhan *Carex rugulosa* di Jepang setelah terjadi bencana gempa dan tsunami tahun 2011. Hal ini terbukti dari meningkatnya jumlah alel dari biji *C. Regulosa* yang memiliki

kemampuan berkecambah setelah terkubur di tanah selama 15 tahun. Tsunami yang terjadi pada tahun 2011 tersebut meningkatkan keragaman genetik dan membuat adanya pertukaran gen (*gen flow*) pada *C. regulosa*. Hasil yang berbeda ini dapat disebabkan karena kemampuan hidup biji *C. regulosa* selama bertahun-tahun. Bencana gempa dan tsunami tidak mematikan biji tumbuhan itu, sehingga tidak terjadi kepunahan atau berkurangnya biodiversitas.

UPAYA PELESTARIAN BIODIVERSITAS

Rosenzweig (2003) menyatakan bahwa perlu pertimbangan ekologi dan konservasi dalam pengembangan kawasan yang dikelola manusia. Hal ini disebabkan karena kelestarian biodiversitas tidak akan cukup dengan membuat kawasan konservasi saja. Inilah yang disebut prinsip ekologi rekonsiliasi. Konservasi dalam rangka ekologi rekonsiliasi dapat dilakukan di wilayah permukiman, industri, dan pertanian. Prinsip ekologi rekonsiliasi menekankan konservasi pada wilayah yang telah mendapat campur tangan manusia. Menurut Green *et al.* (2005) hampir 50% lahan yang dapat digunakan untuk pertanian di dunia sudah diolah menjadi lahan pertanian. Selain mengalihgunakan lahan menjadi lahan pertanian, manusia juga banyak mempengaruhi ekosistem. Sebagian pengaruh itu bahkan bersifat negatif karena merugikan. Hujan asam dan penyebaran organisme invasif merupakan satu contoh pengaruh manusia yang mempengaruhi berbagai jenis ekosistem walaupun tidak mendapat campur tangan manusia secara langsung.

Prinsip dasar ekologi rekonsiliasi adalah pola penyebaran spesies dan biodiversitas. Secara logika, wilayah yang lebih luas memiliki lebih banyak tipe habitat sehingga memiliki jumlah spesies yang lebih banyak dibanding daerah yang lebih sempit. Karena tiap habitat ditempati oleh spesies tertentu, maka keanekaragaman habitat akan meningkatkan keanekaragaman spesies. Hal ini diperkuat oleh pernyataan Fergusson (2015), bahwa semakin banyaknya spesies akan meningkatkan ketahanan dalam menghadapi bencana. Oleh karena itu, berdasarkan ekologi rekonsiliasi perlu diusahakan agar lahan yang digunakan oleh manusia dapat ditempati oleh sebanyak mungkin spesies. Ekologi rekonsiliasi lebih

mementingkan upaya untuk meningkatkan keberadaan berbagai jenis organisme di wilayah yang digunakan manusia dibandingkan upaya untuk meningkatkan luas daerah konservasi. Pemilihan daerah konservasi banyak didasarkan kepada kecilnya kemungkinan pengubahan fungsi lahan untuk keperluan (Estrada, 2018). Sayangnya, penyediaan lahan untuk konservasi dapat diartikan bahwa lahan yang tidak digunakan untuk konservasi dapat dieksploitasi seluas-luasnya hingga berdampak mengurangi biodiversitas (Green *et al.*, 2005). Karena itu, fokus kebijakan untuk mempertahankan biodiversitas adalah membuat agar lingkungan yang telah dieksploitasi manusia dapat mempertahankan biodiversitasnya sebanyak mungkin.

Prinsip ekologi rekonsiliasi dapat diterapkan dengan berbagai cara, terutama melibatkan peran masyarakat untuk menyelesaikannya. Morin *et al.* (2002) dan Roe *et al.* (2018) menjelaskan bahwa petani dapat berperan untuk menjaga agar terdapat sebanyak mungkin spesies yang dibudidayakan di lahannya. Cara ini sesuai dengan Rosenzweig (2003), Green *et al.* (2005) dan Ferguson *et al.* (2012) yang menyatakan bahwa ada banyak spesies di satu lahan dapat membantu konservasi biodiversitas. Morin *et al.* (2002), yang melakukan penelitian di pulau Luzon, Filipina, menjelaskan bahwa petani dapat berperan dalam menjaga keragaman hayati benih padi. Petani dapat ikut menjaga kelestarian biodiversitas melalui bank benih dengan mengelola penyimpanan benih padi tradisional. Keuntungan adanya bank benih yang dimiliki petani adalah ketika terjadi bencana kekeringan, petani tidak kesulitan mendapatkan benih. Roe *et al.* (2018), juga menyarankan agar masyarakat tradisional diberi peran dalam pengelolaan biodiversitas. Masyarakat lokal mengelola 25 % lahan di dunia, yang lebih luas dari luas tanah yang dilindungi pihak pemerintah seperti kawasan suaka. Pemberdayaan masyarakat lokal untuk melindungi diversitas juga mencegah mereka dari kemungkinan ketidakadilan. Prioritas perlu ditujukan pada pelestarian spesies yang bermanfaat bagi masyarakat, misalnya serangga penyerbuk bunga, spesies penghasil serat, obat dan makanan, mikroba tanah, varietas pertanian tradisional.

Cara lain dalam menjaga biodiversitas adalah dengan teknik penanaman polikultur, suatu cara penanam lebih dari satu jenis tanaman di satu bidang lahan secara bersamaan (Ansar & Faturahman, 2018). Contoh polikultur adalah jagung yang ditanam bersama kedelai pada satu bidang

lahan yang sama. Polikultur berbeda dengan kecenderungan pertanian modern yang lebih bersifat monokultur seperti padi sawah atau kebun kelapa sawit. Roe *et al.* (2018) menjelaskan bahwa perlu upaya untuk meningkatkan sistem pertanian yang menjaga biodiversitas dengan mengembangkan sistem polikultur bersama sama dengan tumbuhan hutan yang disebut dengan sistem agroforestry. Melalui sistem agroforestry biodiversitas akan lebih terjaga karena dapat mendorong datangnya berbagai jenis penyerbuk bunga. Hewan penyerbuk bunga diuntungkan dengan adanya berbagai macam tumbuhan yang menjadi sumber makanan (Iverson *et al.*, 2014). Sistem polikultur dapat membantu mengurangi hama dan penyakit pada tanaman pertanian secara alami. Wilcove & Koh (2010) menjelaskan bahwa populasi burung pemakan serangga dapat membantu mengurangi serangga yang merupakan hama kelapa sawit. Kelapa sawit merupakan tanaman pertanian yang pengembangannya paling banyak menghabiskan lahan hutan alam di Asia Tenggara. Oleh karena itu penanaman tumbuhan yang disukai burung pemakan serangga akan berguna tidak hanya untuk membasmi hama kelapa sawit, tapi juga dapat membantu menjaga biodiversitas. Polikultur juga dapat dilakukan pada tanaman padi. Seperti yang dinyatakan oleh Baehaki *et al.* (2016), bahwa adanya berbagai sistem tumpang sari di persawahan dapat meningkatkan biodiversitas lokal di daerah persawahan. Contoh sistem tumpang sari padi sawah adalah penanaman kedelai, jagung, sawi, dan kacang panjang di pematang sawah. Penanaman polikultur ini juga merupakan bagian dari pengendalian hama terpadu. Adanya beberapa macam tanaman di suatu lahan sawah memungkinkan hidupnya serangga yang merupakan musuh alami padi, misalnya musuh alami bagi hama wereng. Secara tidak langsung penanaman dengan sistem tumpang sari dapat mengurangi pemakaian pestisida yang pada akhirnya dapat mengurangi kematian serangga yang bukan hama. Menurut Baehaki *et al.* (2015), penanaman tumpang sari di sawah dapat mengurangi populasi wereng coklat dan wereng punggung putih. Adanya tanaman lain seperti palawija atau sayuran merupakan tempat berlindung atau tempat berkembang biak bagi musuh alami kedua hama wereng, yaitu *Lycosa pseudoannulata*, *Paederus fuscipes*, *Coccinella*, *Ophionea nigrofasciata*, dan *Cyrtorhinus lividipennis*.

Polikultur pada tanaman padi sawah juga dapat menggabungkan dengan adanya ikan dan itik, dimana kedua jenis binatang itu dapat memangsa serangga hama padi. Kotoran itik juga merupakan pupuk bagi tanaman padi (Perwati *et al.*, 2016). Pemeliharaan itik di sawah dapat meningkatkan produksi padi sebesar 20%. Oleh karena itik merupakan hewan pemakan gulma sawah, maka salah satu keuntungan adanya itik juga berkurangnya gulma yang pada akhirnya dapat meringankan petani dalam pembersihan gulma. Itik juga memakan serangga atau binatang lain pengganggu tanaman padi, seperti serangga dan keong. Adanya itik juga dapat mengurangi pemakaian pestisida yang dapat mematikan tidak hanya organisme pengganggu tanaman, tapi juga hewan lain. Polikultur padi sawah juga dapat ditambahkan dengan pemeliharaan ikan. Kedalaman air dibuat agar mencukupi bagi ikan. Itik dilepaskan ke sawah bila ikan sudah mencapai panjang 10 cm. Pirdashti *et al.* (2015) melakukan penelitian dengan beberapa jenis ikan lokal, seperti ikan mas dan *grass carp*. Satu keuntungan dalam pemeliharaan ikan di sawah bersama itik adalah tidak perlunya pemberian makanan bagi ikan, khususnya ikan mas. Ikan mas dapat langsung memakan kotoran itik (Pirdashti *et al.*, 2015). Dengan demikian, petani dapat menghemat biaya pakan. Selain di lahan pertanian, ekologi rekonsiliasi juga diterapkan di daerah perkotaan. Pengembangan wilayah perkotaan dapat diarahkan untuk menjaga biodiversitas. Pengembangan wilayah perkotaan yang mendukung biodiversitas dapat dimulai dari pembangunan ruang terbuka hijau. Ruang terbuka hijau merupakan area yang penggunaannya secara terbuka dan ditumbuhi tanaman (Baihaqi *et al.*, 2015). Baihaki *et al.* (2015) menyebutkan bahwa luas ruang terbuka hijau di DKI Jakarta baru 10% dari luas lahan. Idealnya, luas ruang terbuka hijau di Jakarta mencapai 30% dari total luas lahan kota.

Kawasan sungai, terutama di kota besar seperti Jakarta juga perlu mendapat perhatian untuk menjaga biodiversitas. Di Jakarta terdapat 13 sungai dengan 33 jenis ikan yang tercatat pernah hidup. Akan tetapi, perkembangan terakhir menyebutkan bahwa hanya ada 20 jenis ikan yang sekarang hidup di berbagai sungai di Jakarta (Baihaki *et al.*, 2015). Data ini menunjukkan semakin berkurangnya biodiversitas di berbagai sungai di Jakarta.

Pelestarian biodiversitas juga dapat dilakukan di jalur hijau perkotaan. Wuisang (2015) dalam penelitian di kecamatan Malalayang, Kota Manado, menyimpulkan bahwa pembangunan infrastruktur hijau di daerah tersebut masih perlu ditingkatkan. Adanya infrastruktur hijau dapat menampung kehidupan serangga, burung, amfibi, dan reptil. Wuisang (2015), menyatakan bahwa salah satu yang perlu dipertimbangkan dalam pembangunan infrastruktur hijau adalah kurangnya koridor penghubung antar wilayah jalur hijau. Beberapa hewan seperti amfibi dan reptil memerlukan adanya koridor yang menjadi penghubung agar dapat berpindah ke daerah lain. Perpindahan satwa sangat penting dalam proses perkembangbiakan. Satwa yang dapat berpindah melalui koridor dapat kawin dengan sesama spesiesnya agar terhindar dari *inbreeding*. Perkawinan secara *inbreeding* dapat mengurangi keragaman genetik yang merupakan satu bagian dari biodiversitas.

Selain di wilayah perkotaan, pelestarian biodiversitas di daerah industri juga sangat penting. Industri dapat mengakibatkan perubahan yang sangat besar terhadap tanah, air, dan makhluk hidup yang ada di sekitarnya. Perubahan negatif yang terjadi terhadap lingkungan dengan adanya industri dapat berupa pembukaan lahan, penggalian, dan pembuangan limbah yang menyebabkan pencemaran (Lloyd *et al.*, 2002). Seperti halnya yang diungkapkan oleh Rosenzweig (2003), bahwa pengaruh manusia terhadap ekosistem tidak hanya berdampak langsung berupa pembukaan lahan untuk menjadi kawasan industri saja, tetapi juga dampak tidak langsung berupa pencemaran. Pencemaran air dan udara dapat terjadi hingga ke daerah yang jauh dari daerah asal bahan pencemar itu. Satu contoh pelestarian biodiversitas di daerah industri adalah pemanfaatan genangan air sisa pertambangan menjadi habitat burung air. Menurut Lloyd *et al.* (2002), kawasan Illuka wetland, 200 km sebelah barat Perth diolah menjadi habitat burung air. Kawasan ini sejak lama menjadi jalur migrasi burung air. Untuk menjadikan genangan air bekas tambang menjadi habitat burung, perlu penyiapan lahan berupa penanaman vegetasi di sekitar perairan, pelepasan invertebrata, ikan, katak, dan sejumlah reptil. Adanya perubahan genangan air bekas tambang menjadi habitat burung air membantu kelestarian biodiversitas. Selain di daerah industri, pemulihan biodiversitas juga perlu di daerah bekas pertambangan, yang merupakan sumber bahan baku industri.

Di daerah bekas pertambangan, rehabilitasi lahan juga memerlukan rehabilitasi lapisan tanah atas (*top soil*). Lloyd *et al.* (2002) menyebutkan pentingnya lapisan tanah atas sebagai sumber hara dan mikroorganisme bagi tumbuhan. Kerusakan berupa hilangnya lapisan tanah atas akibat pertambangan, terlebih lagi karena erosi yang terjadi kemudian, akan menghambat perkembangan tumbuhan di daerah bekas tambang. Karena itu dalam beberapa kasus tertentu, perlu diadakan pengembalian lapisan atas tanah dan upaya penanggulangan erosi. Pengembangan industri yang menerapkan ekologi rekonsiliasi dapat membantu kelestarian biodiversitas. Pembangunan kolam pengolahan air limbah untuk menghilangkan nitrogen yang larut dari daerah pertanian agar tidak masuk ke kawasan rawa Everglades di Florida, Amerika Serikat adalah satu contoh ekologi rekonsiliasi. Kolam tersebut dapat menjadi tempat berkembang biak bagi berbagai binatang, termasuk burung bangau. Contoh lain terdapat di Vietnam, yaitu penanaman kembali 175 km² hutan mangrove di sepanjang 200 km pesisir pantai. Adanya hutan mangrove selain mengurangi bahaya erosi juga menambah keanekaragaman spesies fauna mangrove (UNEP, 2008).

Perbaiki habitat mikro juga penting bagi keberadaan spesies tertentu. Spesies hewan tertentu memerlukan adanya habitat mikro seperti lubang persembunyian di pohon atau batu sebagai tempat hidupnya. Lloyd *et al.* (2002) menyatakan pentingnya penyiapan habitat mikro seperti penyiapan tempat bertengger bagi burung. Adanya tempat bertengger bagi burung akan membantu penyebaran biji sisa pencernaan burung. Biji itu akan tumbuh sehingga menambah keanekaragaman tumbuhan di daerah itu. Pembangunan taman di daerah industri dapat membantu biodiversitas lokal. Gunawan (2016), melakukan survey pada suatu taman yang merupakan *biodiversity park* di daerah Bogor. Taman seluas 3.6 hektar dibangun oleh suatu perusahaan air minum kemasan, yang terletak di sekitar kawasan pabrik tersebut. Survey menunjukkan adanya indeks keanekaragaman untuk burung sebesar 3,9. Hasil itu menunjukkan bahwa adanya *biodiversity park* tersebut membantu biodiversitas flora dan fauna di sekitarnya.

Walaupun pendekatan ekologi rekonsiliasi dapat diterapkan di berbagai wilayah dan situasi, masih banyak masalah yang harus dipecahkan. Teori ekologi rekonsiliasi memiliki keterbatasan untuk beberapa spesies hewan. Beberapa jenis hewan seperti primata memerlukan adanya kawasan hutan yang tidak terganggu manusia. Almeida-Rocha *et al.* (2017) menyatakan bahwa primata merupakan hewan yang sangat bergantung pada habitat hutan tropis yang tidak terganggu. Umumnya primata bersifat arboreal sehingga keberadaan pohon sangat penting. Pohon merupakan tempat primata untuk bergerak, mencari makan dan beristirahat. Keberadaan pohon juga menjadi tempat berlindung primata dari predasi binatang buas.

Terganggunya hutan mengakibatkan menurunnya biodiversitas primata. Dalam penelitian di Sabah, Malaysia, Bernard *et al.* (2016) menyatakan bahwa ada kaitan antara meningkatnya gangguan pada ekosistem hutan dengan menurunnya kelimpahan spesies primata. Penelitian itu juga menunjukkan bahwa kepadatan pohon merupakan indikator utama bagi kelimpahan spesies. Hal ini menunjukkan bahwa upaya untuk menjaga biodiversitas primata sangat memerlukan adanya hutan alam yang tidak terganggu manusia, padahal konsep ekologi rekonsiliasi menekankan pentingnya konservasi di kawasan yang sudah terganggu manusia, bukan pada konservasi di kawasan yang masih belum terganggu manusia. Gangguan pada populasi primata di Indonesia dan di beberapa negara menunjukkan adanya peningkatan. Menurut Estrada (2018), terjadi penyempitan habitat primata hingga 72% di Indonesia. Penyebab utama penyempitan habitat primata itu banyak disebabkan oleh aktivitas pertanian. Estrada juga menunjukkan bahwa hanya 16 % populasi primata di Indonesia yang hidup di kawasan konservasi. Banyaknya keberadaan primata di luar daerah konservasi berarti bahwa keberadaan primata sangat terancam kepunahan. Dengan demikian, pelestarian primata di luar kawasan konservasi sangat perlu mendapat perhatian. Walaupun Bernard *et al.* (2016) menyatakan bahwa meningkatnya tingkat gangguan terhadap hutan diikuti dengan menurunnya kelimpahan spesies primata, mereka juga menyatakan bahwa hutan yang sudah terganggu manusia masih dapat digunakan sebagai habitat primata, walaupun nilainya tidak sepenting hutan yang tidak terganggu manusia. Gangguan manusia pada hutan itu dapat berupa penebangan yang terjadi berulang kali. Spesies primata yang

teramati masih dapat hidup di hutan yang sudah berkali-kali mengalami penebangan adalah orang utan (*Pongo pygmaeus*) dan kera gibbon (*Hylobates muelleri*). Orang utan dapat memakan berbagai jenis makanan yang tersedia di suatu wilayah hutan, sehingga dalam batas kerusakan hutan tertentu, orang utan masih dapat hidup. Walaupun beberapa jenis kera masih dapat hidup di hutan yang sudah terganggu, perubahan jenis makanan menyebabkan menurunnya tingkat reproduksi. Penurunan tingkat reproduksi dapat berakibat punahnya berbagai jenis kera di lokasi yang terganggu itu. Salah satu bentuk ekologi rekonsiliasi yang masih dapat diterapkan di hutan yang sudah terganggu agar masih dapat mendukung kehidupan primata adalah dengan melakukan cara penebangan yang berdampak kecil atau *reduced impact logging* (RIL).

Berbeda dengan penebangan hutan, perubahan hutan menjadi kebun sawit sudah tidak memungkinkan adanya kehidupan primata. Hasil ini juga ditunjang oleh penelitian de Almeida-Rocha *et al.* (2017) yang menyebutkan bahwa perubahan lahan hutan menjadi lahan pertanian adalah perubahan yang paling merugikan bagi primata. Perkebunan sawit tidak menghasilkan makanan bagi primata seperti orangutan atau kera gibbon. Pohon kelapa sawit juga berbeda dengan pohon yang biasa menjadi tempat hidup orang utan di habitat aslinya.

Walaupun adanya penerapan ekologi rekonsiliasi untuk menjaga kelestarian primata di daerah yang sudah dipengaruhi manusia, pelestarian hutan alam yang belum terganggu manusia sangat penting. Sejalan dengan pendapat Wuisang (2015), penelitian de Almeida-Rocha *et al.* (2017) menunjukkan bahwa perlunya membuat koridor untuk menghubungkan kawasan hutan yang masih belum terganggu. Dengan demikian, populasi primata dari satu bagian kawasan hutan dapat berpindah di antara kawasan. Adanya koridor memungkinkan pertukaran gen antara satu sub populasi dengan sub populasi lainnya.

PENUTUP

Salah satu dampak suatu bencana adalah rusaknya biodiversitas di suatu daerah. Kerusakan ini mengurangi fungsi ekologi dan fungsi sosial lingkungan tersebut. Walaupun tidak semua bencana dapat dicegah atau

diramalkan, ada beberapa cara untuk mengurangi kerusakan apabila terjadi bencana. Upaya untuk mengurangi kerusakan biodiversitas akibat bencana antara lain melalui konservasi. Biodiversitas perlu dipelihara agar terhindar dari kerusakan ketika terjadi bencana. Setidaknya, diusahakan agar kerusakan akibat bencana dapat dibatasi.

Pemeliharaan biodiversitas di daerah yang dipengaruhi aktivitas manusia dapat dilakukan dengan menerapkan ekologi rekonsiliasi, suatu upaya untuk menjaga kelimpahan spesies di daerah yang sudah dipengaruhi oleh kegiatan manusia. Penerapan ekologi rekonsiliasi ini dapat dilakukan di daerah industri, daerah pertanian, dan daerah permukiman. Walaupun ekologi rekonsiliasi dapat menjadi acuan dalam menjaga biodiversitas untuk mengurangi risiko bencana, pelestarian hutan alam tetap penting. Berbagai jenis hewan memerlukan adanya hutan alam yang terbebas dari gangguan manusia.

DAFTAR PUSTAKA

- Ansar, M. & Fathurrahman (2018). Sustainable integrated farming system: A solution for national food security and sovereignty. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 157 (2018) 012061.
- Baehaki, Irianto, N. B. E., & Widodo, S. W. (2016). Rekayasa ekologi dalam perspektif pengelolaan tanaman padi terpadu. *Iptek Tanaman Pangan*, 11 (1): 19-34.
- Baihaqi, A., Wicaksono, G., Makur, K. P., Novianti, V., Husein, H. Z., Kristanto, A., Adha, M. I., Diana, P. I., Putra, I. D., Sofyan, F. (2015). *Geledah Jakarta, menguak potensi keanekaragaman hayati ibu kota*. Jakarta: Yayasan Keanekaragaman Hayati Indonesia.
- Bello, O. D. (2014). *Handbook for disaster assessment*. 3 rd E. Santiago, Chile: United Nations.
- Bernard, H., Bili, R., & Matsuda, I. (2016). Species richness and distribution of primates in disturbed and converted forest landscapes in Northern Borneo. *Trop Conserv Sci*, 9: 1–11.
- de Almeida-Rocha, J. M., Peres, C. A., & Oliveira, L. C. (2017). Primate responses to anthropogenic habitat disturbance: A pantropical meta-analysis. *Biological Conservation*, 215: 30-38.
- Darajati, W., Pratiwi, S., Hewinda, E., Radiansyah, A. D., Nalang, V. S., Nooryanto, B., Rahajoe J. S., Ubaidillah S., Maryanto, I., Kurniawan, R., Prasetyo, T. A., Rahim, A., Jefferson, J., & Hakim, F. (2016). *Indonesian strategy and biodiversity plan*. Jakarta: BAPPENAS.
- Estrada, A., Garber, P. A., Mittermeier, R. A., Wich, S., Gouveia, S., Dobrovolski, R., & Williamson, E. A. (2018). Primates in peril: the significance of Brazil, Madagascar, Indonesia and the Democratic Republic of the Congo for global primate conservation. *PeerJ*, 6: e4869.

- Ferguson, M. E., Jones, R. B., Bramel, P. J., Domínguez, C., Torre do Vale, C., & Han, J. (2012). Post-flooding disaster crop diversity recovery: a case study of Cowpea in Mozambique. *Disasters*, 36(1): 83-100.
- Green, R. E., Cornell, S. J., Scharlemann, J. P., & Balmford, A. (2005). Farming and the fate of wild nature. *Science*, 307(5709): 550-555.
- Gunawan (2016). Diversity of faunal communities in the Biodiversity Park of Ciherang, Bogor, West Java, Indonesia. *Biodiversitas*, 17 (1).
- Iverson, A. L., Marín, L. E., Ennis, K. K., Gonthier, D. J., Connor-Barrie, B. T., Remfert, J. L., Cardinale, B.J., Perfecto, I. (2014). Review: Do polycultures promote win-wins or trade-offs in agricultural ecosystem services? A meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*, 51 (6): 1593–1602.
- Kementerian Lingkungan Hidup (2015). *Keanekaragaman Hayati*. Diakses pada Nopember 2017 dari <http://www.menlh.go.id/keanekaragaman-hayati/>
- Lloyd, M.V., Barnett, G., Doherty, M.D., Jeffree, R.A., John, J., Majer, J.D., Osborne, J.M., & Nichols O. G. (2002). *Managing the impacts of the Australian minerals industry on biodiversity*. Australian Center for Mining Environmental Research.
- MacKinnon, K., Hatta, G., Mangalik, A., & Halim, H. (1996). *The ecology of Kalimantan* (Vol. 3). Oxford: Oxford University Press.
- Morin, S. R., Calibo, M., Garcia-Belen, M., Pham, J. L., & Palis, F. (2001). Natural hazards and genetic diversity in rice. *Agriculture and Human Values*, 19(2): 133-149.
- Ohbayashi, K., Hodoki, Y., Kondo, N. I., Kunii, H., & Shimada, M. (2017). A massive tsunami promoted gene flow and increased genetic diversity in a near threatened plant species. *Scientific reports*, 7(1): 10933.

- Perwati, A. I., Herdiansah, D., & Ramdan, M. (2016). Analisis usahatani terpadu tanaman padi (*Oriza sativa L*) dan ternak itik petelur(Studi kasus di kelompok mukti tani Desa Banjarsari Kecamatan Sukaresik Kabupaten Tasikmalaya. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa AGROINFO GALUH*, 2 (2).
- Pirdashti, H., Pirdashti, M., Mohammadi, M., Baigi, M. G., & Movagharnejad, K. (2015). Efficient use of energy through organic rice–duck mutualism system. *Agronomy for sustainable development*, 35(4): 1489-1497.
- Romanelli, C., Cooper, D., Campbell-Lendrum, D., Maiero, M., Karesh, W. B., Hunter, D., & Golden, C. D. (2015). *Connecting global priorities: biodiversity and human health: a state of knowledge review*. World Health Organisation/Secretariat of the UN Convention on Biological Diversity.
- Roe, D., Seddon, N., & Elliot, J. (2018). *Biodiversity loss is a development issue: A rapid review of evidence*. IIED Issue Paper. London: IIED.
- Rosenzweig, M (2003). *Win-win Ecology, How the Earth's species can survive in the midst of human enterprise*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Shen, Y. C., Cheng, K. C., Lin, Y. C., Cheng, Y. B., Khalil, A. T., Guh, J. H., Shen, Y., Cheng, K., Lin, Y., Cheng, Y., Khalil, A.T., Guh, J., Chien, C., Teng, C., Chang, Y., & Chang, Y. T. (2005). Three New Taxane Diterpenoids from *Taxus Sumatrana*. *Journal of natural products*, 68(1): 90-93.
- Sjostedt, W. & Povitkina, M. (2016). Vulnerability of small island developing states to natural disasters: how much difference can effective governments make?. *The Journal of Environment & Development*, 26(1): 82-105.
- Steiner, A. (2008). *Environment and disaster risk, emerging perspectives*. Geneva: UNEP.

- Teelucksingh, S., Nunes, P. A., & Perrings, C. (2013). Biodiversity-based development in small island developing states. *Environment and development economics*, 18(4): 381-391.
- Turak, E. M. R. E. & Souhoka, J. E. M. M. Y. (2003). Coral diversity and the status of coral reefs in the Raja Ampat Islands. *Report on a rapid ecological assessment of the Raja Ampat Islands, Papua, Pastern Indonesia held*, 30: 59-83.
- van Niekerk, D. (2017). Disaster risk governance in Africa A retrospective assessment of progress against the Hyogo Framework for Action (2000-2012). *Disaster Prevention and Management*, 24 (3): 397-416.
- von Rintelen, K., Arida, E., & Hauser, C. (2017). A review of biodiversity-related issues and challenges in megadiverse Indonesia and other Southeast Asian countries. *Research Ideas and Outcomes*, 3: e20860.
- Wilcove, D.S. & Koh, L.P. (2010). Addressing the threats to biodiversity from oil-palm agriculture. *Conservation of Biodiversity*, 19: 999–1007.
- United Nations Environment Program (2008). *Environment and disaster risk: emerging perspectives*. ISDR Working Group on Environment and Disaster Reduction.
- Wuisang, C. (2015). Konservasi biodiversitas di wilayah perkotaan: Evaluasi lansekap koridor hijau di kota Manado. *Media Matrasains*, 12 (2): 47-60.