

KAWASAN TROPIS PEGUNUNGAN SEBAGAI KAWASAN RAWAN BENCANA DENGAN NILAI EKOLOGI TINGGI DAN UPAYA PELESTARIANNYA

Muhammad Wiharto

Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Makassar
Jln. Daeng Tata Raya, Parangtambung, Makassar 90224
e-mail: wiharto09@gmail.com

Abstract: Mountainous Tropical Region as Disaster Prone Areas with High Biological Value and Its Preservation. Mountainous tropical region is an area that is vulnerable or disaster prone, both natural and anthropogenic. Understanding of the consequences of habitat change and effort of effective strategies development for maintaining ecological processes on the Mountainous tropical region are challenges for scientists and nature conservation practitioners. It is important in the process of the hydrologic cycle, regional air humidity settings, reduction of erosion and sedimentation, also provide an important resource both wood and non-wood. Threats against Mountainous tropical region include land clearing, excessive exploitation of natural resources, increasing population, and earthquakes and eruptions of Volcano. Mountainous tropical region management requires an effective communication and collaboration between stakeholders and ensure ecological processes mountainous region can continue through the use of natural resources sustainable.

Abstrak: Kawasan Tropis Pegunungan sebagai Kawasan Rawan Bencana dengan Nilai Ekologi Tinggi dan Upaya Pelestariannya. Kawasan tropis pegunungan (KTP) merupakan kawasan yang rentan atau rawan bencana, baik secara alami maupun antropogenik. Pemahaman terhadap konsekuensi perubahan habitat, dan usaha mengembangkan strategi efektif untuk mempertahankan proses-proses ekologi pada KTP merupakan tantangan bagi ilmuwan dan praktisi konservasi alam. KTP penting dalam proses siklus hidrologi, pengaturan kelembaban udara regional, pengurangan erosi dan sedimentasi, juga menyediakan sumberdaya penting baik kayu maupun non kayu. Ancaman terhadap KTP diantaranya adalah pembukaan lahan, eksploitasi sumberdaya alam yang berlebihan, jumlah penduduk yang semakin meningkat dan gempa bumi serta letusan gunung merapi. Pengelolaan KTP menuntut komunikasi dan kerjasama efektif antar *stakeholder* dan memastikan proses-proses ekologi kawasan pegunungan dapat terus berlangsung melalui pemanfaatan sumberdaya alam KTP yang berkelanjutan.

Kata kunci: *kawasan tropis pegunungan, rawan bencana, antropogenik, sumberdaya alam, gempa bumi, letusan gunung merapi*

A. PENDAHULUAN

Kawasan tropis pegunungan (KTP) merupakan kawasan yang rentan atau rawan bencana, baik secara alami maupun akibat aktivitas manusia (antropogenik). Kerawanan masyarakat di KTP menurut Menhart & Sarmiento (2010) terhadap segala macam bencana alam dapat diakibatkan oleh lempengan tektonik aktif, iklim, dan fitur-geomorfik lokal, yang mencakup elevasi, jenis tanah, kejadian vulkanik, getaran dan gempa bumi. Hal ini diperparah oleh kondisi iklim dan topografi kawasan ini. Menurut Boehmer (2011), KTP

umumnya merupakan kawasan dengan rata-rata curah hujan 1200-1700 mm tahun⁻¹, sehingga dapat dikatakan sepanjang tahun kawasan ini mengalami musim hujan. Karkee (2004) mengatakannya bahwa, gangguan antropogenik seperti dehumanisasi, pemakaian pupuk kimia yang berlebihan, penggembalaan yang berlebihan, konstruksi infrastruktur, serta pertanian tidak berkelanjutan pada daerah-daerah perbukitan (lereng curam) mengakibatkan hilangnya penutup vegetasi dan fauna, erosi tanah, longsor di daerah perbukitan dan

banjir di dataran datar. Selanjutnya Tissafi & Briaies, (2011) mengatakan bahwa, pertumbuhan populasi manusia dan ekspansi pertanian yang intensif telah memaksa petani-petani miskin di KTP berpindah ke daerah-daerah marginal di elevasi lebih tinggi dan lereng lebih curam dan membuka hutan di situ.

Deteriorasi lingkungan dapat menyebabkan masyarakat menjadi pengungsi lingkungan, yaitu orang-orang yang harus pindah dari tempat tinggalnya semula akibat lingkungan yang terdegradasi. Lebih jauh, penelitian organisasi Palang Merah Internasional menunjukkan bahwa saat ini lebih banyak masyarakat yang kehilangan tempat tinggal dan harus berpindah tempat akibat bencana lingkungan dibanding oleh akibat perang (Butler, 2012).

Pegunungan-pegunungan tinggi di Asia Tenggara, terutama di Indonesia, Malaysia, dan Filipina adalah pusat penyebaran KTP (Hamilton, *et al.*, 1995). Seperti daerah lainnya, dengan semakin luasnya hutan tropis dataran rendah di Asia Tenggara dan khususnya Indonesia yang hilang akibat beragam tekanan, maka keberadaan KTP menjadi semakin penting sebagai kawasan tempat perlindungan dan sumberdaya dari beragam tumbuhan dan hewan, dan juga merupakan tempat perlindungan keanekaragaman genetik (Göltenboth, *et al.*, 2006).

Sekitar 23 juta atau 10 persen dari 227 juta penduduk Indonesia adalah masyarakat yang mendiami daerah pegunungan (Sumedi, 2010 dalam Sumedi *et al.*, 2012). Namun demikian, penduduk pegunungan secara umum menikmati pendapatan per kapita yang paling rendah (Sumedi *et al.*, 2012). Pemahaman terhadap konsekuensi perubahan habitat, dan usaha mengembangkan strategi efektif untuk mempertahankan proses-proses ekologi pada KTP merupakan tantangan bagi ilmuwan dan praktisi konservasi alam. Pada tulisan ini dibahas mengenai pentingnya KTP, berbagai ancaman yang terjadi terhadap kawasan ini, dan beberapa tindakan yang dapat diambil untuk perlindungan dan konservasi KTP.

B. METODE

Tulisan dalam artikel ilmiah ini bersifat kajian pustaka atau *library research*. Data yang diperoleh, disajikan secara deskriptif yang disertai dengan analisis sehingga menunjukkan suatu kajian

ilmiah yang dapat dikembangkan dan diterapkan lebih lanjut. Data dan sumber informasi dalam tulisan ini bersumber dari referensi-referensi ilmiah terpercaya seperti jurnal penelitian, buku dan berbagai sumber informasi yang relevan. Setelah dilakukan pengumpulan data informasi, semua hasil diseleksi untuk mengambil data dan informasi yang relevan dengan masalah yang dikaji yaitu kawasan tropis pegunungan.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Di dunia ini terdapat 3 blok besar hutan hujan tropis. Blok yang terbesar terdapat di hutan hujan tropis Amerika yang pusatnya di dataran rendah Amazon. Blok kedua terbesar adalah hutan hujan tropis timur jauh yang terentang mulai dari sebagian India bagian barat daya, Sri Lanka, Burma (Myanmar), bagian tenggara China, menuju ke seluruh wilayah di Asia Tenggara, kemudian ke Papua Nugini, dan bagian timur laut Australia. Terakhir adalah hutan hujan tropis Afrika yang berpusat di dataran rendah Kongo (Soepadmo, 1983; Whitmore, 1986).

Istilah hutan hujan tropis umumnya diberikan tidak hanya pada hutan selalu hijau dari dataran rendah tropis yang lembab. Formasi ini ditemukan menyebar mulai pada ketinggian rendah sampai pada ketinggian sedang di daerah pegunungan tropis, walau dengan struktur yang tidak semelimpah dibanding hutan hujan tropis dataran rendah (Richard, 1964). Menurut UNEP (2003) sekitar 3.4% dari permukaan bumi di daerah tropis adalah kawasan pegunungan.

Iklim pegunungan di daerah tropis lebih beragam dibanding dengan iklim dataran rendah daerah tropis. van Steenis (2006) mengatakan bahwa, iklim KTP merupakan hasil dari perpaduan rumit berbagai variabel yang mengikuti pola dasar (1) buaian harian hari pendek, (2) penurunan suhu secara teratur sesuai elevasi, dan (3) pergantian tahunan tiupan angin tenggara atau angin muson sepanjang musim panas di belahan bumi utara (Juni hingga September) dan angin muson basah barat laut (November hingga Maret). Hadiyanto, (1997), mengatakan bahwa, setiap kenaikan 100 m dpl penurunan suhu udara yang terjadi adalah sekitar 0.60°C namun penurunan ini juga tergantung pada faktor-faktor seperti penutupan oleh awan, waktu, dan kandungan uap air yang terdapat di udara.

Walter (1971) mengatakan bahwa, di atas kawasan yang selalu tertutup awan curah hujan berkurang dengan drastis. Karakter lingkungan menjadi kering dan hutan menjadi semakin terbuka.

Menurut Walter (1971) 70 % spesies tumbuhan hutan hujan tropis memiliki bentuk hidup (*life form*) panerofit (pohon dan semak). Bentuk hidup ini tidak hanya dominan dalam hal jumlah spesies tapi juga dalam hal jumlah individu spesies. Walaupun demikian, bentuk-bentuk hidup lainnya juga ditemukan di dalam hutan hujan tropis. Berikut ini adalah bentuk-bentuk hidup yang ditemukan di dalam hutan hujan tropis, yaitu: (1) pohon dan semak, (2) herba, (3) liana, (4) hemi-epifit, (5) epifit, (6) saprofit dan parasit. Whitten *et al.*, (1996) mengatakan bahwa, pada daerah pegunungan di tropis hanya sedikit pepohonan yang memiliki banir, dan jika ada ukurannya kecil. Tumbuhan liana berkayu berukuran besar juga jarang ditemukan. Pada sisi lain tumbuhan Epifit seperti angrek jauh lebih melimpah.

Hutan KTP memiliki manfaat yang sangat tinggi, diantaranya adalah berperan penting dalam proses siklus hidrologi, dengan menangkap air langsung dari awan dan menyimpannya yang kemudian dibebaskan secara perlahan-lahan pada musim kemarau (cf. Bruijnzeel, 2004), pengaturan kelembaban udara regional, pengurangan erosi dan sedimentasi. Dalam bentang hutan inilah terkonsentrasi keragaman hayati darat. Hutan pegunungan juga menyediakan sumberdaya penting baik kayu maupun non kayu (Sumedi *et al.*, 2012).

Pusat-pusat keanekaragaman hayati terbesar di dunia juga terdapat di KTP, antara lain di hutan Atlantik, Brazil, bagian utara Pulau Kalimantan, bagian sebelah timur pegunungan Andes, dan Papua New Guinea. Kekayaan hayati yang melimpah di daerah KTP ini tidak hanya penting karena nilai intrinsiknya, tetapi juga karena ia merupakan sumberdaya yang dimanfaatkan untuk masyarakat sekitar, selain itu memiliki potensi genetik yang sangat tinggi. Banyak varietas tanaman pangan, seperti gandum, kentang, dan kacang-kacangan berasal mula dari kawasan yang disebut di atas (Price, 2004).

Beberapa masyarakat di dataran tinggi Andes mempertahankan lebih dari 150 varietas kentang, sedangkan petani di Afrika Tengah membudidayakan kacang-kacangan dalam pertanian campuran sampai lebih dari 30 varietas.

Dengan keanekaragaman yang demikian, maka akan mengurangi dampak kegagalan dari satu varietas, dan kemudian memungkinkan adaptasi terhadap perubahan lingkungan di masa depan. Kecenderungan erosi keanekaragaman hayati secara global terjadi seiring dengan digantikannya varietas lokal dengan varietas baru atau oleh tanaman-tanaman yang bersifat *cash crop*, namun demikian laju kehilangan pada KTP tidaklah secepat yang terjadi di daerah dataran rendah (Blyth *et al.*, 2002).

Göltenboth *et al.*, (2006) mengatakan bahwa, KTP berperan penting dalam mempertahankan keanekaragaman hayati di Indonesia, disebabkan lahan-lahan hutan alam yang utuh dan masih tersisa saat ini terutama di Sumatera, Jawa, Bali, Nusatenggara, dan Sulawesi hanya terdapat di dataran tinggi, yang termasuk di dalamnya adalah KTP. Tingkat endemisme juga tinggi untuk taxa-taxa tertentu di kawasan tropis pegunungan, khususnya burung, mamalia kecil, dan beberapa family tumbuhan-tumbuhan yang terbatas penyebarannya pada zona di atas ketinggian 1000 m dpl, dan untuk Indonesia contohnya adalah Ranunculaceae dan Primulaceae.

Nilai terpenting dari kawasan pegunungan adalah sebagian besar sungai utama di dunia berasal dari kawasan pegunungan. KTP adalah sumber utama air dan berperan penting dalam ketahanan pangan di daerah tropis. Pegunungan juga merupakan pusat keanekaragaman budaya, dan tempat perlindungan bagi budaya-budaya asli dari tekanan budaya yang lebih dominan. Hal ini disebabkan oleh posisinya yang terisolasi, dan jarak yang jauh dari pusat kekuasaan. (Price, 2004).

Aktivitas-aktivitas manusia yang mengakibatkan dehumanisasi hutan hujan tropis dapat digolongkan ke dalam empat kelompok, yaitu: (1) pemanfaatan kayu dan berbagai produk hutan lainnya; (2) kegiatan pertanian; (3) bendungan hidro elektrik; dan (4) urbanisasi dan industrialisasi (Goudie, 1994). Kebakaran merupakan salah satu faktor yang menyebabkan kawasan tropis pegunungan menjadi rusak. Menurut Nurhasmawaty (2004), terjadinya kebakaran hutan disebabkan faktor: alam, kelalaian, dan kesengajaan.

Mayoritas KTP saat ini telah menjadi pulau-pulau terfragmentasi gunung tropis yang dikelilingi oleh bentang alam budidaya pertanian. Pembukaan lahan oleh petani-petani miskin adalah

penekan utama terhadap KTP di seluruh dunia. Di Amerika Selatan, peternakan yang ekstensif merupakan penekan utama. Kawasan di Afrika, ini juga telah mengalami degradasi akibat pembakaran di musim kering, dan kegiatan wisata perburuan. Di Asia Tenggara, pembalakan adalah faktor utama penyebab rusaknya KTP (Blyth *et al.*, 2002). Soepadmo (1983) menaksir bahwa secara global, sektor urbanisasi dan industrialisasi, setiap tahun mengakibatkan hilangnya hutan hujan tropis seluas 3 juta ha. Brown & Brown (1992) mengatakan bahwa pembukaan hutan yang serampangan juga turut menyumbang cepatnya hutan hujan tropis terdegradasi.

Tekanan akibat aktivitas perumputan yang sangat tinggi di daerah pegunungan mempercepat proses erosi. Budidaya pertanian pada lereng-lereng curam, tanpa aplikasi teknik-teknik konservasi tanah, juga merupakan penyebab meningkatnya erosi. Erosi yang berlebihan, peningkatan *run-off*, pemadatan tanah, dan juga meningkatnya turbiditas sumber air. Rusaknya sumber air akan mempengaruhi keanekaragaman hayati daerah pegunungan. Kerusakan daerah pegunungan akan semakin parah dengan banyaknya aktivitas pembangunan seperti jalan raya, bangunan, dan bendungan (Neupane & Thapa, 2001).

Letusan gunung berapi yang merupakan sumber api alami, dan gempa bumi merupakan ancaman langsung terhadap kehidupan manusia. Aktivitas alam ini dapat memicu migrasi penduduk jika berlangsung, yang pada gilirannya mengakibatkan pergeseran pada pola-pola eksploitasi sumberdaya alam dan juga mengakibatkan meningkatnya ketegangan sosial (Blyth *et al.*, 2002).

KTP juga sangat rentan terhadap perubahan iklim. Perubahan iklim mampu mengakibatkan pergeseran frekuensi dan intensitas kejadian bencana dengan mempengaruhi distribusi musiman curah hujan dan posisi jalur-jalur kawasan yang akan dilewati oleh badai (Boehmer, 2011). Terdapat bukti bahwa pemanasan global dapat mengangkat posisi awan pada daerah-daerah berhutan di kawasan ini ke altitude yang lebih tinggi, yang menimbulkan kekeringan pada hutan-hutan tersebut, juga telah dikaitkan dengan punahnya jenis-jenis katak emas dan hewan amfibi lainnya, serta menurunnya debit aliran

sungai hutan tropis pegunungan Monteverde di Costa Rica (Blyth *et al.*, 2002).

Gangguan-gangguan yang dikemukakan ini selain menimbulkan kerugian bagi manusia, juga dapat mengakibatkan habitat bagi banyak spesies. Menurut WWF Global (2011), hilangnya habitat merupakan ancaman utama terhadap 85% dari seluruh spesies yang terdapat dalam daftar IUCN dengan klasifikasi *Threatened* dan *Endangered*.

Kerapatan populasi manusia berkorelasi sangat kuat dan bersifat negatif terhadap keseluruhan penutupan hutan, dan berkorelasi positif dengan laju hilangnya hutan (Laurance, 2007). Penelitian Kirleis *et al.*, (2011) di Taman Nasional Lore Lindu, Sulawesi Tengah, yang di dalamnya terdapat hutan hujan pegunungan yang unik, menunjukkan bahwa aktivitas manusia dan variasi iklim berperan penting terhadap perubahan vegetasi di kawasan tersebut. Penduduk pedesaan di dalam dan di sekitar taman selama beberapa generasi telah menggunakan sumber daya yang ada secara berkelanjutan. Namun demikian, baru-baru ini, pendatang baru telah melakukan perambahan pada kawasan taman. Oleh karena kerapatan populasi meningkat, terjadi peningkatan ancaman terhadap hutan dan satwa liar akibat konversi lahan menjadi kawasan pertanian dan pemanfaatan sumberdaya hutan yang ilegal (*The Nature Conservancy Indonesia Program* ca. 2004; Erasmi *et al.*, 2004).

Penduduk yang sangat padat di Pulau Jawa, mengakibatkan penggunaan tanah jauh melebihi dari kapasitasnya. Rata-rata ukuran luas tanah pertanian sekarang ini kurang dari satu hektar (2,47 hektar) (tahun 2000), hampir tidak cukup bahkan untuk hidup secara subsisten. Sekitar dua pertiga dari penduduk pedesaan mengolah lahan yang terlalu kecil ini. Situasi demikian memaksa petani subsisten mencari nafkah dengan memperluas budidaya ke lereng gunung dan hutan lindung di daerah aliran sungai dataran tinggi.

Bencana yang kemudian terjadi, saat berlangsung musim hujan tropis di Indonesia di lereng tandus, menghanyutkan tanah, jalan, desa, dan bahkan manusia. Akibat pepohonan dan semak-semak tidak mampu lagi mengikat air dan menahan tanah, maka erosi menyebar pada sungai, waduk, saluran irigasi, dan pelabuhan, dan kemudian menjadi tersumbat dengan lumpur. Hampir dua setengah juta hektar dataran tinggi di

pulau Jawa rusak, sehingga tidak dapat lagi mendukung bahkan pertanian yang subsisten. Daerah-daerah yang terdegradasi meluas mencapai 494.000 ha tahun⁻¹ (About Indonesia, 2000).

Kasus tipikal KTP adalah sebagaimana yang terjadi di Gunung Rinjani, Lombok, Indonesia, dimana Departemen Kehutanan kesulitan menerapkan aturan hukum yang berlaku ketika mereka tidak dapat menawarkan alternatif lain terhadap kemiskinan akut para petani. Sebagian besar hutan di daerah rendah telah menjadi tambalan-tambalan berupa lahan kecil, dengan sebaran pepohonan yang sedikit, juga ditumbuhi oleh semak dan ilalang. Api yang digunakan untuk membuka kawasan ini kemudian merambah ke hutan di lereng atas. Hal ini berimplikasi pada seluruh pulau, oleh karena hutan pegunungan berfungsi sebagai pengumpul air untuk seluruh Lombok, yang menyuplai air ke kota dan peristirahatan turisme, serta irigasi untuk persawahan di dataran datar. Para petani sawah di dataran rendah kemudian mengeluh bahwa selama musim kering air tidak mencukupi, dan ketika musim hujan, banjir menjadi lebih banyak (Sayer & Rooswiadjie, 2004).

Tradisi dan budaya KTP juga mendapat ancaman oleh globalisasi, dan sayangnya termasuk ke dalam hal ini adalah kebutuhan terhadap obat-obatan seperti marijuana, kokain, dan heroin, yang sebagian besar diperoleh dari pegunungan. Tekanan juga datang dari kegiatan turisme, dimana KTP merupakan kawasan yang sering dijadikan daerah pariwisata dan rekreasi (Price, 2004).

Pegunungan merupakan lingkungan yang sangat dinamis karena pengaruh proses-proses tektonik. Banyak rangkaian pegunungan terbentang di sepanjang tepian lempengan benua, yang memiliki peluang yang tinggi mengalami gempa bumi dan letusan gunung berapi. Lereng yang curam dan curah hujan yang tinggi yang merupakan ciri dari daerah pegunungan membuat pergerakan bebatuan, tanah, dan air juga salju menjadi mudah. Pola penggunaan lahan dan pembangunan infrastruktur juga dapat menimbulkan dampak negative bagi daerah pegunungan. Interaksi diantara bahaya-bahaya ini dapat mengakibatkan bencana yang lebih besar (Blyth *et al.*, 2002).

Usaha perlindungan terhadap KTP memerlukan pemahaman mengenai kondisi ekologi

dari kawasan tersebut (Wiharto, 2009). Meningkatkan pemahaman terhadap pengendalian atas distribusi spesies di ekosistem ini akan bermanfaat bagi perlindungan dan manajemen hutan yang ada di kawasan ini (Martin *et al.*, 2010). Bab 13 dari Agenda 21 mengakui diperlukannya peningkatan pengetahuan ekologi dan pembangunan yang berkelanjutan pada ekosistem pegunungan, dan mendorong integrasi pembangunan daerah aliran sungai, serta kesempatan untuk memperoleh mata pencaharian alternatif di kawasan pegunungan (Blyth *et al.*, 2002). Pemahaman mengenai kekayaan spesies sangat penting untuk menentukan prioritas dalam perencanaan dan manajemen konservasi (Ashton, 1992).

Dipastikannya perlindungan keanekaragaman hayati, sumber air, dan bagian lain dari ekosistem hutan tropis pegunungan memerlukan serangkaian tanggapan, yang di dalamnya termasuk meningkatnya kesadaran masyarakat maupun politisi mengenai nilai-nilai unik dari ekosistem KTP, dukungan terhadap pertanian dan mata pencaharian lainnya yang berkelanjutan, dan mengembangkan mekanisme inovatif pendanaan untuk konservasi DAS di KTP (Blyth *et al.*, 2002). Hal yang penting adalah sampainya aliran air dalam kuantitas dan kualitas yang dibutuhkan, sehingga dipastikan bahwa manager-manager lahan dataran tinggi mendapat insentif untuk pengelolaan yang layak.

Adanya ramalan peringatan dini yang akurat mengenai kemungkinan bencana, dan disampaikan dalam bentuk yang mudah dipahami, pendidikan terhadap masyarakat untuk mempersiapkan diri menghadapi bahaya sebelum bencana sesungguhnya tiba, dapat membuat kehidupan dan harta benda masyarakat diselamatkan. Kerjasama diperlukan di antara banyak pihak dalam mengembangkan prosedur sistem peringatan dini dan monitoring bencana. Dalam kerjasama tersebut juga harus tercakup tata cara mengatasi kerusakan alam lainnya seperti penebangan hutan, perambahan kawasan lindung, juga ancaman-ancaman tidak langsung lainnya seperti polusi dan kegiatan manusia di dalam kawasan lindung (Acharya & Kafle, 2009).

Penelitian Sumedi *et al.*, (2012) di pegunungan Dieng menunjukkan bahwa pengelolaan harus memerhatikan strategi yang paling prioritas dan mendesak dilakukan yaitu

meningkatkan komunikasi yang efektif antar *stakeholder*. Strategi prioritas pengelolaan lainnya yang disarankan adalah: (1) Mencari dan menerapkan model optimal penggunaan lahan (ekonomi, sosial, ekologi); (2) Menghilangkan hambatan sektoral untuk bersama-sama mendayagunakan potensi dari luar daerah; (3) Meningkatkan kompetensi kelembagaan yang mampu menarik peran institusi dari semua level; (4) Peningkatan kualitas dan kuantitas sumberdaya manusia tentang pengelolaan wilayah gunung; (5) Meningkatkan peran forum dialog dengan mengambil pengalaman sejarah; dan (6) Meningkatkan kesadaran lingkungan disertai program lapang yang realistis.

D. KESIMPULAN

Kawasan tropis pegunungan (KTP) merupakan kawasan yang rentan atau rawan bencana, baik secara alami maupun akibat aktivitas manusia (antropogenik). Pemahaman terhadap konsekuensi perubahan habitat, dan usaha mengembangkan strategi efektif untuk mempertahankan proses-proses ekologi pada KTP merupakan tantangan bagi ilmuwan dan praktisi konservasi alam. Penyebaran KTP berdasarkan lintang terbatas pada kawasan tropis, yang meliputi wilayah katulistiwa dan meluas ke utara sampai garis balik utara dan ke selatan sampai garis balik selatan.

E. DAFTAR PUSTAKA

- About Indonesia. 2000. *Transmigration: A New Direction for Population Growth*. Embassy of The Republic of Indonesia in London, United Kingdom. http://www.indonesianembassy.org.uk/indonesia_issue_s_transmigration.html [5 Desember 2012]
- Acharya, A.K. & N. Kaffle. 2009. Land Degradation Issues In Nepal And Its Management Through Agroforestry. *The Journal of Agriculture and Environment*, Vol:10, 115-123.
- Ashton, P. 1992. *Species Richness in Plant Community in Conservation Biology*. The Theory and Practice of Nature Conservation Preservation and Management. Edit by Fedler, P.L., & S.K. Jain. Chapman and Hall, New York, London.
- Blyth, S., B. Groombridge., I. Lysenko., L. Miles., & A. Newton. 2002. *Mountainwatch. Environmental Change And Sustainable Development In Mountains*. UNEP. Swaingrove Imaging, UK.
- Boehmer, H. J. 2011. *Vulnerability of Tropical Montane Rain Forest Ecosystems due to Climate Change in Coping with Global Environmental Change, Disasters and Security. Threats, Challenges, Vulnerabilities and Risks*. Brauch, H. G., Ú. O. Spring., C. Mesjasz., J. Grin., P. Kameri-Mbote, B. Chourou., P. Dunay., & J. Birkmann (Eds). Springer, Berlin.
- Brown Jr, K.S. & G.G. Brown. 1990. Habitat alteration and Spesies Loss in Brazilian Forest in Tropical Deforestation and Spesies extinction. Edit by Whitmore, T.C. and J.A. Sayer. Chapman and Hall, London.
- Bruijnzeel, L. A. 2004. Hydrological functions of tropical forests: not seeing the soil for the trees? *Agriculture, Ecosystems and Environment* 104: 185 – 228.
- Butler, R. 2012. *Soil Erosion and Its Effects*. <http://rainforests.mongabay.com/0903.htm> [31 Oktober 2012]
- Erasmí, S., A. Twele., M. Ardiansyah, A. Malik., & M. Kappas. 2004. Mapping deforestation and land cover conversion at the rainfor-est margin in Central Sulawesi, Indonesia. *EARSeL eProc*. 3:388–397
- Göltenboth, F., K.H. Timotius., P.P. Milan., & J. Margraf. 2006. *Ecology of Insular Southeast Asia. The Indonesian Archipelago*. Elsevier B.V. Amsterdam, Boston, Heidelberg, London.

- Goudie, A. 1994. *The Human Impact on Natural Environment*. 4th. Ed. The MIT Press, Massachusetts.
- Hadiyanto, S. 1997. *Kondisi Iklim Makro dan Mikro di Daerah Gunung Salak, Gunung Gede Pangrango, dan Gunung Halimun dalam Manajemen Bioregional. Taman Nasional Gunung Gede-Pangrango, Taman Nasional Gunung Halimun dan Gunung Salak*. Prosiding. Puslitbang Biologi-LIPI dan Program Studi Biologi Pascasarjana, Universitas Indonesia.
- Hamilton, L. S., J. O. Juvic., & F.N. Scatena. (Eds.), 1995. *The Tropical Mountain Cloud Forest*. Springer Verlag, Berlin.
- Karkee, K., 2004. *Land degradation in Nepal: A menace to economy and ecosystems international Master's Programme in environmental science*, University of Lund, Sweden.
- Kirleis, W., V. D. Pillar., & H. Behling. 2011. Human–environment interactions in mountain rainforests: archaeobotanical evidence from central Sulawesi, Indonesia. *Veget Hist Archaeobot*, 20: 165–179.
- Marquis, G., T. Baldassarri., T. Hofer., R. Romeo., P. Wolter. 2012. *FAO's Current Engagement in Sustainable Mountain Development Internasional Mountain Society*.
- Martin, P. H., T. J. Fahey., & R. E. Sherman. 2010. Vegetation Zonation in a Neotropical Montane Forest: Environment, Disturbance and Ecotones. *Biotropica* 43(5): 533–543
- Menhart, A.D., & F.O. Sarmiento. 2010. Landscape Transitions: Integration of Pedagogical Approaches for Sustainability in Tropical American Mountain Communities. *Journal of Sustainability Education*. Vol. 1, May 2010. ISSN: 2151-7452
- Neupane, R.P. and G.B. Thapa, 2001. Impact of agroforestry intervention on farm income under the subsistence farming system of the middle hills, Nepal. *Agroforest. Syst.*, 53: 31–37.
- Nurhasmawaty. 2004. *Gangguan Asap Dan Kebakaran Hutan. Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Kimia, Universitas Sumatera Utara*. e-USU Repository. <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/1319/1/tkimia-nurhasmawaty5.pdf>. [10 Maret 2012].
- Price, M. F. 2004. (Edt). *Conservation and Sustainable Development in Mountain Areas*. WCPA, Commission on Ecosystem Management, IUCN.
- Richard, P. W. 1964. *The Tropical Rain Forest. An Ecological Study*. At The University Press, Cambridge.
- Sayer, J., & T.A. Rooswiadjie. 2004. *Conserving the cloud forests of Lombok, Indonesia in Conservation and Sustainable Development in Mountain Areas*. Edt: Price, M.F. WCPA, Commission on Ecosystem Management, IUCN.
- Sciencedaily. *Tropical Rain forest and mountain species may be threatened by global warming*. 2008. <http://www.sciencedaily.com/releases/2008/10/081009143700.htm>. [10 Feb 2012].
- Soepadmo, E. 1983. *Forest and Man. An Ecological Appraisal*. An Inaugural Lecture delivered at The University of Malaya. University of Malaya, Kuala Lumpur.
- Sumedi, N., H. Simon., & Djuwantoko. 2012. Strategi Pengelolaan Pegunungan Jawa: Studi Kasus Pegunungan Dieng Jawa Tengah, Indonesia. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*. Vol. 1 No. 1:36-49.
- The Nature Conservancy Indonesia Program. 2004. *Lore Lindu National Park: building partnerships to protect Sulawesi's unique wildlife*. http://www.nature.org/wherewework/asiapacific/indonesia/files/lore_lindu_summary.pdf. [24 Nov 2008]
- Tisafi, M., & E. R. Briaies. Foreword in *Mountain Forest in a changing world. Realizing values, addressing challenges*. Eds. Price, M.F., G. Gratzer., L.A. Duguma., T Kohler., D. Maselli., & R. Romeo. FAO/MPS & SDC, Rome.
- UNEP. 2003. *Mountain Biodiversity*. Status and Trend of, and Threats to, Mountain Biological Diversity. Montreal.
- Van Steenis, C.G.G. J. 2006. *Flora Pegunungan Jawa (Judul Asli: The Mountain Flora of Java)*. Penerjemah: Kartawinata, J. A. Pusat Penelitian Biologi-LIPI, Bogor, Indonesia.
- Walter, H. 1971. *Ecology of Tropical and Subtropical Vegetation*. Van Nostrand Reinhold Company, New York, London.
- Whitmore, T.C. 1986. *Tropical Rain Forest of The Far East*. 2nd. ed. ELBS Oxford University Press, Oxford.
- Whitten, T., R. E. Soeriatmadja., & S.A. Adif. 1996. *The Ecology of Java and Bali*. Periplus Edition, Singapore.
- Wiharto, M. 2009. *Klasifikasi Vegetasi Gunung Salak, Bogor, Jawa Barat*. Disertasi. Sekolah Pascasarjana, IPB, Bogor.
- WWF Global. 2011. *Impact of habitat loss on species*. http://wwf.panda.org/about_our_earth/species/problem/s/habitat_loss_degradation/ [31 Oktober 2012].