



**Bulletin of
SCIENTIFIC CONTRIBUTION**

Fakultas Teknik Geologi
UNIVERSITAS PADJADJARAN

homepage : <http://jurnal.unpad.ac.id/bsc>

p-ISSN : 1693 - 4873

Volume 14, No.2
Agustus 2016

OPTIMALISASI PEMANFAATAN SISTEM AGROFORESTRI SEBAGAI BENTUK ADAPTASI DAN MITIGASI TANAH LONGSOR

Pradnya P. Raditya Rendra, Nana Sulaksana, Boy Yoseph C.S.S.S. Alam
Fakultas Teknik Geologi, Jalan Raya Bandung-Sumedang Km 21, Indonesia
radityarendra90@gmail.com

ABSTRACT

Landslide is a natural disaster that often occur in Indonesia and cause a significant impact. Landslide may occur due to static factor (slope) and dynamic factor (land use). Landslide mitigation can be done to prevent the negative impact of landslide. Landslide mitigation through slope stabilization can be done with vegetative technique. Vegetative technique as a landslide mitigation with sustainable land production is also known as agroforestry. Agroforestry is a land use systems made by various technologies through the utilization of annual crops, perennial crops, and/or livestock , either alternately or at the same time in a certain period to form ecological, social, and economic interactions. Agroforestry system has more advantages than other land use systems. One of the advantage of this system is can be used on steep slope area. Multistory agroforestry system can prevent landslide by forming soil organic material, improving soil structure, and making soil more stable. Utilization of multistory agroforestry system with various types of storied canopy trees considered as appropriate landslide mitigation because the closure of canopy tress are tightly and stratified, their root system is excellent, and the soil cover such as grasses and shrubs is important to prevent landslide. Furthermore, agroforestry system can also be used to produce food crops, fodder, honey, building materials, and medicinal materials.

Keyword : Agroforestry, mitigation, slope, landslide.

ABSTRAK

Tanah longsor merupakan bencana alam yang sering terjadi di Indonesia dan menimbulkan dampak cukup besar. Tanah longsor dapat terjadi akibat faktor statis (kemiringan lereng) dan faktor dinamis (tata guna lahan). Mitigasi tanah longsor dilakukan untuk mencegah dampak negatif tanah longsor. Mitigasi tanah longsor melalui stabilisasi lereng dapat dilakukan dengan rekayasa vegetatif. Rekayasa vegetatif sebagai mitigasi tanah longsor dengan produksi lahan berkelanjutan tersebut disebut juga sebagai sistem agroforestri. Agroforestri merupakan sistem penggunaan lahan yang dilakukan dengan berbagai teknologi melalui pemanfaatan tanaman semusim, tanaman tahunan, dan/atau ternak dalam waktu bersamaan atau bergiliran pada periode tertentu sehingga terbentuk interaksi ekologi, sosial, dan ekonomi. Sistem agroforestri memiliki lebih banyak kelebihan dibandingkan sistem penggunaan lahan lain. Salah satu kelebihan sistem ini adalah dapat digunakan pada lahan berlereng curam. Sistem agroforestri multistrata dapat mencegah tanah longsor dengan membentuk bahan organik tanah, memperbaiki struktur tanah, dan membuat tanah menjadi lebih stabil. Pemanfaatan sistem agroforestri multistrata dengan berbagai jenis tanaman tajuk bertingkat dinilai sebagai langkah tepat mitigasi tanah longsor karena adanya penutupan tajuk pepohonan yang rapat dan bertingkat, sistem perakaran yang sangat baik, serta penutup tanah berupa rerumputan dan semak belukar yang sangat penting untuk menghindari tanah longsor. Selain itu, sistem agroforestri juga dapat dimanfaatkan sebagai penghasil bahan pangan, pakan ternak, madu, bahan bangunan, dan bahan obat.

Kata kunci : Agroforestri, mitigasi, lereng, longsor.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara beriklim tropis dengan kondisi geologi yang kompleks. Kondisi tersebut tercermin dari pertemuan tiga lempeng tektonik, yaitu Lempeng Pasifik, Eurasia, dan Indo-Australia. Kondisi geologi kompleks menjadikan Indonesia memiliki potensi bencana yang tinggi. Salah satu bencana yang sering terjadi adalah tanah longsor. Sejak tahun 1815 – 2012, tanah longsor

telah terjadi sebanyak 1.815 kali dan menyebabkan 1.762 orang menjadi korban. Beberapa daerah rawan longsor di Indonesia antara lain Jawa Barat, Jawa Tengah, Sumatra Barat, sebagian Lampung, Sulawesi Tengah, Sulawesi Selatan, Nusa Tenggara Timur, dan sebagian Papua (Anonim, 2012). Dari beberapa daerah rawan longsor tersebut, 274 kabupaten dan kota berada di daerah rawan longsor. Tidak kurang dari

40,9 juta jiwa (17,2% penduduk Indonesia) juga terpapar langsung bahaya longsor sedang - tinggi (Anonim, 2014).

Tanah longsor merupakan salah satu bencana alam yang sering terjadi dan menimbulkan kerugian material dan non material cukup besar. Bencana alam tersebut terjadi karena berbagai macam faktor, baik oleh kondisi geologi maupun campur tangan manusia. Sebagai contoh, misalnya penelitian yang dilakukan oleh Imran dkk. (2012; Arsyad dkk., 2014) menunjukkan bahwa kondisi geologi berupa batuan vulkanik muda belum terkompaksi sempurna dan terlapukkan kuat dapat mengakibatkan tanah longsor. Adapun penelitian yang dilakukan oleh Suranto (2008) menunjukkan bahwa pemanfaatan lahan yang tidak sesuai peruntukannya seperti pemukiman, pengolahan sawah, dan budidaya ikan akan memicu terjadinya tanah longsor.

Pertumbuhan masyarakat yang semakin tinggi menyebabkan perubahan alih fungsi lahan atau tata guna lahan yang semakin cepat. Alih fungsi lahan ini cepat atau lambat akan mendorong masyarakat untuk memanfaatkan daerah berlereng curam yang rawan

mengalami longsor. Hal ini tentu bukan hal baik bagi kondisi lereng di daerah tersebut. Oleh karena itu, sistem pengelolaan lahan dan konservasi tanah berupa agroforestri diharapkan mampu mengatasi masalah pemanfaatan lahan yang tidak tepat (Hairiah dkk., 2003).

TANAH LONGSOR

Tanah longsor merupakan fenomena alam yang terjadi melalui perpindahan massa tanah atau batuan pada arah tegak, mendatar, atau miring dari kedudukan semula. Perpindahan tersebut melibatkan lepasnya material batuan dari puncak lereng ke kaki lereng akibat ketidakstabilan lereng dan gravitasi (Sharma, 2010). Tanah longsor dapat diartikan sebagai pergerakan sejumlah massa batuan, tanah, atau bahan rombakan material lain akibat gravitasi (Cruden, 1991; dalam British Geological Survey, 2012). Adapun Highland dan Bobrowsky (2008) mendefinisikan tanah longsor sebagai suatu peristiwa pergerakan tanah, batuan, dan material organik yang bergerak menuruni lereng akibat gravitasi dan bentuklahan. Hungr dkk. (2014) mengklasifikasikan tanah longsor menjadi beberapa tipe (Tabel 1).

Tabel 1. Tipe longsor (Hungr dkk., 2014)

Type of Movement	Rock	Soil
Fall	1. Rock/ice fall ^a	2. Boulder/debris/silt fall ^a
Topple	3. Rock block topple ^a	5. Gravel/sand/silt topple ^a
	4. Rock flexural topple	
Slide	6. Rock rotational slide	11. Clay/silt rotational slide
	7. Rock planar slide ^a	12. Clay/silt planar slide
	8. Rock wedge slide ^a	13. Gravel/sand/debris slide ^a
	9. Rock compound slide	14. Clay/silt compound slide
	10. Rock irregular slide ^a	
Spread	15. Rock slope spread	16. Sand/silt liquefaction spread ^a
		17. Sensitive clay spread ^a
Flow	18. Rock/ice avalanche ^a	19. Sand/silt debris dry flow
		20. Sand/silt debris dry flowslide ^a
		21. Sensitive clay flowslide ^a
		22. Debris flow ^a
		23. Mud flow ^a
		24. Debris flood
		25. Debris avalanche ^a
		26. Earthflow
	27. Peat flow	
Slope deformation	28. Mountain slope deformation	30. Soil slope deformation
	29. Rock Slope deformation	31. Soil creep
		32. Solifluction

^a dapat terjadi sangat cepat (*extremely rapid*)

Tanah longsor terjadi akibat berbagai faktor yang saling berkaitan dan

mempengaruhi kondisi suatu daerah, baik yang bersifat statis maupun

dinamis. Aspek statis berupa kemiringan lereng menjadi salah satu faktor penyebab terjadinya tanah longsor (Rasyid dkk., 2012). Selain itu, aspek dinamis berupa campur tangan manusia, misalnya perubahan tata guna lahan juga berperan dalam terjadinya tanah longsor (Surono, 2003; dalam Effendi, 2008; Suranto, 2008).

Kondisi topografi atau bentuk suatu wilayah dapat menentukan kecepatan air yang mengangkut partikel-partikel tanah pada permukaan tanah (Kartasapoetra dkk., 2005). Secara umum, kemiringan lereng yang tinggi antara 20° – 40° dapat memicu terjadinya tanah longsor pada material berupa tanah residual, endapan koluvial, dan batuan vulkanik yang lapuk (Karnawati, 2005; dalam Cahyo dkk., 2013). Hal ini dapat terjadi karena kemiringan lereng yang tinggi akan ikut memicu kecepatan aliran permukaan menjadi tinggi dan meningkatkan daya angkut terhadap material tanah. Tiga tipologi lereng yang rentan mengalami pergerakan atau longsor (Karnawati, 2001; dalam Priyono dkk., 2006), yaitu:

1. Lereng yang tersusun oleh tumpukan tanah gembur dialasi oleh batuan atau tanah yang lebih kompak.
2. Lereng yang tersusun oleh pelapisan batuan miring searah lereng.
3. Lereng yang tersusun oleh blok-blok batuan.

Selain faktor kemiringan lereng, pola penggunaan lahan juga sangat berpengaruh terhadap kondisi kestabilan lereng (Suranto, 2008; Nugroho dkk., 2013). Sebagai contoh, adanya perubahan atau konversi lahan (dari hutan ke non-hutan), serta pemotongan tebing untuk jalan dan atau perumahan pada daerah berlereng curam juga meningkatkan resiko terjadinya tanah longsor (Paimin dkk., 2009). Hal ini disebabkan karena pemanfaatan lahan atau penggunaan lahan yang tidak sesuai dengan kemampuan dan daya

dukung justru berakibat pada tingginya potensi bahaya tanah longsor.

MITIGASI TANAH LONGSOR

Mitigasi tanah longsor dilakukan sebagai salah satu upaya pencegahan dan penanggulangan dalam menghadapi dampak yang ditimbulkan akibat tanah longsor. Mitigasi tidak sepenuhnya menghilangkan kerugian ataupun dampak yang ditimbulkan tanah longsor. Namun demikian, mitigasi diharapkan mampu untuk mengurangi atau meminimalisasi dampak yang ditimbulkan bagi masyarakat maupun lingkungan (Paimin dkk., 2009).

Mitigasi tanah longsor dilakukan dengan memperhatikan keberlangsungan kondisi tanah pada suatu lereng. Oleh karena itu, perlakuan khusus melalui upaya konservasi tanah menjadi suatu hal yang penting. Upaya konservasi tanah sangat membantu dalam menstabilkan tanah, terutama untuk membuat lereng stabil (Erfandi, 2013). Konservasi tanah erat kaitannya dengan kondisi lereng tempat terjadinya longsor. Perlu diperhatikan bahwa dalam menghadapi tanah longsor, kondisi lereng perlu mendapat perlakuan khusus. Stabilisasi lereng umumnya dilakukan di bagian lereng pada suatu lahan menggunakan rekayasa vegetatif (Santoso dkk., 2004; Paimin dkk., 2009).

Arsyad (2006) menyatakan bahwa rekayasa vegetatif merupakan teknik penggunaan tumbuhan dan sisa-sisa tumbuhan untuk mengurangi daya rusak akibat hujan yang jatuh, mengurangi jumlah dan daya rusak aliran permukaan serta erosi. Teknik ini menjadi salah satu teknik pencegahan tanah longsor yang efektif dan efisien bagi kondisi lereng karena mampu memperbaiki kapasitas infiltrasi lereng dengan biaya yang relatif lebih murah dan menambah keindahan bentang alam (Santoso dkk., 2004).



Gambar 1. Akar pohon mencengkeram tebing sungai untuk mempertahankan stabilitas tebing dan mengurangi longsor (Hairiah dkk., 2008)

Melalui rekayasa vegetatif, akar tanaman akan berfungsi untuk mencegah terjadinya longsor (Gambar 1), yaitu dengan cara mencengkeram tanah di lapisan permukaan (0 - 5 cm) oleh akar pohon yang menyebar horizontal dan menopang tegaknya batang (sebagai jangkar) sehingga tidak mudah tumbang oleh dorongan massa tanah (Abe dan Ziemer, 1991; dalam Hairiah dkk., 2008).

Rekayasa vegetatif yang digunakan untuk teknik pencegahan tanah longsor dan konservasi tanah memerlukan jenis tanaman berakar dalam dan mencapai batuan dasar, perakaran rapat dan mampu mengikat agregat tanah, serta biomasnya ringan (Santoso dkk., 2004; Paimin dkk., 2009; Erfandi, 2013). Pada lereng yang berpotensi longsor, perlu diperhatikan jarak atau kerapatan tanaman antara di bagian kaki, tengah, dan puncak lereng. Di bagian kaki lereng, vegetasi ditanam dengan kondisi paling rapat. Di bagian tengah lereng, vegetasi ditanam dengan kondisi agak jarang. Adapun di bagian puncak lereng, vegetasi ditanam dengan kondisi jarang. Kekosongan antar vegetasi tadi kemudian diisi dengan tanaman penutup tanah (*cover crop*) atau rumput yang didukung kondisi drainase baik. Rekayasa vegetatif sekaligus sebagai bentuk adaptasi dan mitigasi tanah longsor melalui peningkatan produksi lahan yang berkelanjutan dikenal sebagai sistem agroforestri (Paimin dkk., 2009; Hairiah dkk., 2003; Nugroho dkk., 2013).

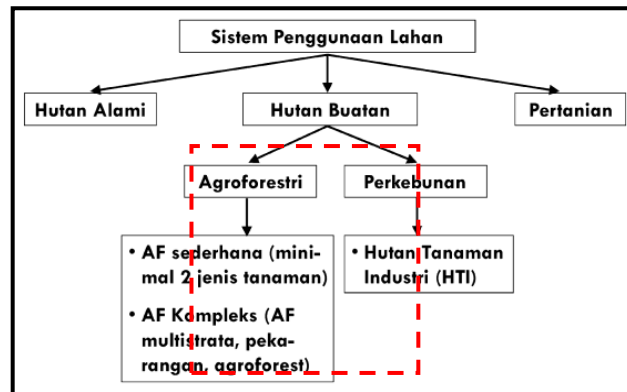
SISTEM AGROFORESTRI

Agroforestri merupakan suatu sistem penggarapan tanah atau penggunaan lahan di mana kegiatan kehutanan, pertanian, dan peternakan dikombinasikan secara bersama-sama (Hairiah dkk., 2003). Agroforestri atau dikenal juga sebagai suatu sistem usahatani atau pertanian hutan merupakan suatu sistem penggunaan lahan secara spasial yang dilakukan oleh manusia dengan menerapkan berbagai teknologi yang ada melalui pemanfaatan tanaman semusim, tanaman tahunan (perdu, palem, bambu, dan sebagainya) dan/atau ternak dalam waktu bersamaan atau bergiliran pada suatu periode tertentu sehingga terbentuk interaksi ekologi, sosial, dan ekonomi di dalamnya (Hairiah dkk., 2003; Latumahina dan Sahureka, 2006). Menurut Santoso dkk. (2003), agroforestri memiliki beberapa ciri khas dibandingkan sistem penggunaan lahan lain, yaitu:

1. Adanya interaksi kuat antara komponen pepohonan dan bukan pepohonan.
2. Integrasi dua atau lebih jenis tanaman (salah satunya tanaman berkayu).
3. Memberikan dua atau lebih hasil dari penggunaan sistem agroforestri.
4. Siklusnya lebih dari satu tahun.
5. Dapat digunakan pada lahan berlereng curam, berbatu, berawa, ataupun tanah marginal di mana sistem penggunaan lahan lain kurang cocok.

Sistem agroforestri yang dapat digunakan pada lahan berlereng curam menjadi suatu nilai lebih dibandingkan sistem penggunaan lahan lain sehingga sistem ini dinilai dapat terus berkembang. Sistem agroforestri merupakan suatu teknik pemanfaatan lahan yang berkembang mengikuti perkembangan ilmu dan teknologi baru (Hairiah dkk., 2003). Pemanfaatan

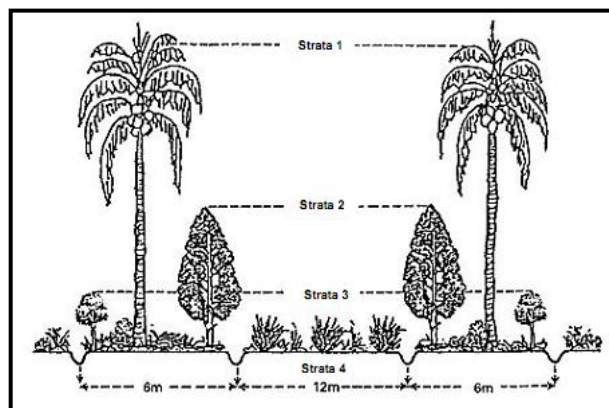
sistem agroforestri dengan penanaman rumput-rumputan dengan semak dan pepohonan diterapkan untuk mengurangi erosi dan aliran permukaan serta memelihara kesuburan tanah (Santoso dkk., 2004). Salah satu sistem penggunaan lahan dengan agroforestri, yaitu sistem agroforestri multistrata (Gambar 2).



Gambar 2. Agroforestri sebagai salah satu sistem penggunaan lahan (Hairiah dkk., 2003)

Sistem agroforestri dinilai tepat sebagai salah satu upaya mengurangi terjadinya longsor (Hairiah dkk., 2006; dalam Hairiah dan Ashari, 2013; Nugroho dkk., 2013). Pengembangan sistem agroforestri melalui stratifikasi vegetasi (multistrata) merupakan sistem paling ideal dalam konservasi tanah dan air (Fiqa dan Laksono, 2013; Silaya dan Tjoa, 2013). Konservasi tanah dan air pada akhirnya diharapkan mampu menjaga kestabilan lereng. Sistem ini memiliki berbagai kelebihan dalam

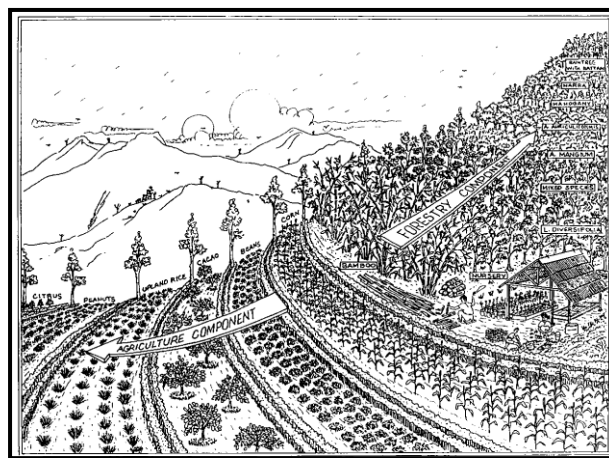
mencegah terjadinya tanah longsor, yaitu mampu membentuk bahan organik tanah, memperbaiki struktur tanah, dan membuat tanah menjadi lebih stabil (Schroth dkk., 2001 dan Thakur dkk., 2005; dalam Erfandi, 2013). Hairiah dkk., (2003) menyatakan bahwa sistem agroforestri multistrata merupakan salah satu sistem penggunaan lahan dengan tanaman tajuk bertingkat, biasanya terdiri dari 3 sampai 5 tingkat (Gambar 3).



Gambar 3. Contoh sistem penanaman strata/bertingkat (sumber gambar: Erfandi, 2013)

Secara umum, strata/tingkat tersebut terdiri dari strata semak (sayuran, cabai, umbi-umbian), perdu (pisang, pepaya, tanaman hias), dan strata pohon yang tingginya lebih dari 35 meter (damar, durian, duku). Menurut Fiqa dan Laksono (2013), beberapa jenis tanaman pada sistem agroforestri yang dapat digunakan di strata tertinggi adalah durian (*Durio zibethinus*), strata tengah adalah melinjo (*Gnetum gnemon*), dan strata terendah adalah rumput gajah

(*Pennisetum purpureum*). Pengelolaan sistem agroforestri ini perlu dilakukan secara khusus agar antara satu tanaman dengan tanaman lainnya tidak saling merugikan (Santoso dkk., 2004). Pemanfaatan sistem agroforestri multistrata dengan berbagai jenis tanaman tajuk bertingkat dinilai sebagai suatu langkah tepat dalam mitigasi tanah longsor sekaligus konservasi tanah (Gambar 4).



Gambar 4. Sistem agroforestri sebagai bentuk adaptasi dan mitigasi tanah longsor dengan peningkatan produksi lahan (sumber gambar: <http://www.fao.org/ag/agp/agpc/doc/publicat/gutt-shel/x5556e15.gif>)

Michon dkk. (2000) menyatakan bahwa hal tersebut disebabkan adanya penutupan tajuk pepohonan yang rapat dan bertingkat, sistem perakaran yang beraneka ragam, serta penutup tanah berupa rerumputan dan semak belukar yang sangat penting untuk menghindari tanah longsor. Abe dan Ziemer (1991; dalam Erfandi, 2013) menyatakan bahwa perakaran tanaman dapat membantu menjaga stabilitas lereng bukit melalui peningkatan kuat geser tanah (*soil shear strength*). Sebagai salah satu upaya mitigasi tanah longsor, sistem agroforestri juga dapat dimanfaatkan sebagai penghasil bahan pangan, pakan ternak, produksi madu, bahan bangunan, dan bahan obat.

Pemanfaatan Agroforestri Sebagai Penghasil Bahan Pangan

Keberhasilan sistem agroforestri yang berlandaskan dari sistem pertanian-kehutanan dapat dilihat dari adanya keuntungan yang dapat dihitung langsung melalui peningkatan produksi bahan pangan (Suhardi dkk., 2005) dan ketahanan pangan (Ardhana dan Susanti, 2013; Pujiono dkk., 2013). Hal tersebut tentu dapat terwujud dengan pemilihan komoditas yang tepat. Jenis tanaman pada sistem agroforestri yang bisa dimanfaatkan sebagai bahan pangan antara lain padi gogo, jagung, kedelai, kacang-kacangan, ubi kayu, dan sebagainya (Hairiah, 2003). Pemanfaatan Agroforestri Sebagai Penghasil Pakan Ternak

Sistem agroforestri multistrata juga dapat memberikan manfaat terutama

bagi masyarakat yang memiliki hewan ternak. Kebutuhan pakan ternak tentu menjadi suatu hal yang sangat diperlukan bagi masyarakat yang memelihara dan mengembangkan usaha peternakan. Menurut Fiqa dan Laksono (2013), salah satu tanaman dari sistem agroforestri multistrata yang dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak adalah rumput gajah (*Pennisetum purpureum*). Rumput gajah sebagai tanaman strata terbawah dapat membantu mencukupi pakan ternak bagi peternakan sapi. Selain itu, rumput gajah akan tumbuh lebih baik jika didampingi oleh tanaman yang lebih tinggi (strata menengah dan atas) pada sistem agroforestri multistrata. Hal ini tentu seiring sejalan dengan pola tanam sistem agroforestri yang memadukan antara tanaman strata bawah dengan strata menengah dan strata atas.

Pemanfaatan Agroforestri Sebagai Penghasil Produksi Madu

Pemanfaatan sistem agroforestri tidak saja berdampak langsung bagi masyarakat tetapi juga bagi produktivitas lebah madu. Teknik penanaman *Sorghum spp.* secara agroforestri pada areal hutan *Acacia crassicaarpa* mampu meningkatkan produktivitas lebah madu (Pribadi dan Purnomo, 2013). Hal ini dibuktikan dengan produksi madu yang mulanya sebesar 183,33 cc/30 hari meningkat menjadi 453,3 cc/30 hari. Tentu saja hal ini perlu dimanfaatkan sebaik mungkin oleh masyarakat yang berprofesi sebagai peternak lebah di Indonesia untuk dapat meningkatkan hasil produksi madu. Adanya interaksi yang baik di dalam sistem ini tentu menjadi nilai tambah bagi keberlangsungan seluruh makhluk hidup yang terlibat.

Pemanfaatan Agroforestri Sebagai Penghasil Bahan Bangunan

Pertumbuhan wilayah pemukiman, baik di daerah perkotaan maupun daerah pedesaan sangat membutuhkan bahan bangunan yang memadai. Bahan bangunan tersebut sebagian besar dapat dipenuhi melalui hasil hutan sistem agroforestri. Penelitian yang dilakukan oleh Rotinsulu dkk. (2013) menunjukkan beberapa tanaman seperti jarak

(*Xanthophyllum sp.*), mahabulan (*Ptesoperma javanicum*), meranti (*Shorea sp.*), dan tahantang (*Camnosperma auriculatum*) dapat digunakan sebagai kayu pertukangan atau bahan bangunan. Selain itu, tanaman kayu seperti alabasia juga dianggap cocok sebagai bahan bangunan yang banyak dibutuhkan oleh masyarakat (Widyaningsih dan Achmad, 2013). Seluruh jenis tanaman ini merupakan bagian tidak terpisahkan dari sistem agroforestri yang pemanfaatannya dapat langsung dirasakan oleh masyarakat.

Pemanfaatan Agroforestri Sebagai Penghasil Obat Herbal

Tidak dipungkiri lagi Indonesia dikenal sebagai penghasil berbagai jenis obat herbal. Obat herbal tersebut berasal dari tanaman obat yang sebagian besar ditanam melalui sistem agroforestri. Pada sistem agroforestri, pola tumpang sari dapat dilakukan pada tanaman obat berupa pohon seperti mahoni yang ditanam dengan tanaman jagung, singkong, dan padi (Ekasari, 2003; dalam Suharti dkk., 2013), tanaman obat berupa tanaman sela seperti jahe, kunyit, temulawak, kencur, dan laos yang ditanam pada hutan jati (Subagyono dkk., 2003; dalam Suharti dkk., 2013), serta tanaman obat berupa perdu seperti lempuyang, temu ireng, serai wangi, kunir putih, kunyit, mengkudu, dan temulawak yang ditanam dengan tanaman hutan yang berfungsi sebagai tanaman obat seperti pulai dan suren (Suharti dkk., 2013). Dengan berbagai jenis tanaman obat yang mampu dihasilkan melalui sistem agroforestri, masyarakat Indonesia tentu tidak perlu khawatir kekurangan bahan pembuatan obat herbal.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2012. Inilah Sembilan Daerah Rawan Banjir dan Longsor di Tanah Air, *Suara Pembaruan (Online)*, 13 November 2012. Available at **Error! Hyperlink reference not valid.** (diakses Juni 2016).
- Anonim. 2014. 'Tidak mudah' pindahkan warga dari daerah rawan longsor, *BBC (Online)*, 16 Desember 2014. Available online at

- http://www.bbc.com/indonesia/berita_indonesia/2014/12/141215_relokasi_warga_longsor (diakses Juni 2016).
- Ardhana, A., Susanti, P.D. 2013. *Corporate Social Responsibility* Sebagai Alternatif Pembiayaan Pembangunan Hutan Tanaman Rakyat untuk Mendukung Sistem Agroforestri dan Ketahanan Pangan. Prosiding Seminar Nasional Agroforestri 2013.
- Arsyad, S. 2006. *Konservasi Tanah dan Air*. Bandung: IPB Press.
- Arsyad, A., Hamid, W., Yusmin, A., Ibrahim, F. 2014. Analisa Kegagalan Lereng Batuan Vulkanik pada Jalan Malino-Sinjai dengan Menggunakan Pemodelan Elemen Hingga. Konferensi Regional Teknik Jalan ke-13.
- British Geological Survey. 2012. *UK Geohazard Note: Landslide*. Inggris: NERC.
- Cahyo, H.T., Nugroho, U., dan Purnomo, M. 2013. Prediksi Kedalaman dan Bentuk Bidang Longsor pada Lereng Jalan Raya Sekaran Gunungpati Semarang Berdasarkan Pengujian Sondir (147G). Konferensi Nasional Teknik Sipil 7, hal G - 109, UNS, Surakarta, 24 - 26 Oktober 2013.
- Effendi, A.D. 2008. Identifikasi Kejadian Tanah Longsor dan Penentuan Faktor-Faktor Utama Penyebabnya di Kecamatan Babakan Madang Kabupaten Bogor. Skripsi. Bogor: tidak diterbitkan.
- Erfandi, D. 2013. Sistem Vegetasi dalam Penanganan Lahan Rawan Longsor pada Areal Pertanian. Prosiding Seminar Nasional Pertanian Ramah Lingkungan 2013, hal. 319 - 328.
- Fiqah, A.P., Laksono, R.A. 2013. Pengembangan Sistem Agroforestri Berbasis Indigenous Spesies dan Kesesuaian Lahan di Wilayah Kabupaten Pasuruan Jawa Timur. Prosiding Seminar Nasional Agroforestri 2013.
- Hairiah, K., Sardjono, M.A., Sabarnurdin, S. 2003. *Pengantar Agroforestri*. Bogor: World Agroforestry Centre (ICRAF).
- Hairiah, K., Widiyanto, Suprayogo, D. 2008. Adaptasi dan Mitigasi Pemanasan Global: Bisakah Agroforestri Mengurangi Resiko Longsor dan Emisi Gas Rumah Kaca?. Prosiding Seminar INAFE 2008, Surakarta.
- Hairiah, K., Ashari, S. 2013. Pertanian Masa Depan: Agroforestri, Manfaat, dan Layanan Lingkungan. Prosiding Seminar Nasional Agroforestri 2013.
- Highland, L.M., and Bobrowsky, P. 2008. *The Landslide Handbook - A Guide to Understanding Landslides*. Virginia: U.S. Geological Survey Circular 1325.
- Hungr, O., Leroueil, S., Picarelli, L. 2014. *Varnes Classification of Landslide Types, An Update*. Landslides, Vol. 11: 167 - 194. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Imran, A.M., Azikin, B., Sultan. 2012. Peranan Aspek Geologi sebagai Penyebab Terjadinya Longsor pada Ruas Jalan Poros Malino-Sinjai. Buletin Geologi Tata Lingkungan, Vol.22, No.3, Desember 2012: 185-196.
- Kartasapoetra, G., Kartasapoetra, A.G., Sutedjo, M.M. 2005. *Teknologi Konservasi Tanah dan Air*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Latumahina, F., Sahureka, M. 2006. Agroforestri; Alternatif Pembangunan Pertanian dan Kehutanan Berkelanjutan di Maluku. *Jurnal Agroforestri*, Vol.1, No.3, Desember 2006.
- Michon, G., Mary, F., Bompard, J. 2000. Kebun Pepohonan Campuran di Maninjau, Sumatra Barat. *Dalam De Foresta*, H, A Kusworo, G Michon dan WA Djatmiko. 2000. Ketika Kebun Berupa Hutan: Agroforest Khas Indonesia, sebuah sumbangan masyarakat. International Centre for Research in Agroforestry (ICRAF), Bogor, Indonesia, Institut de Recherche pour le Developpement, France dan Ford Foundation, Jakarta Indonesia.
- Nugroho, P., Soedjoko, S.A., Kusumandari, A., Marhaento, H. 2013. Adaptasi dan Mitigasi Bencana Tanah Longsor Melalui Penguatan Kapasitas Masyarakat dan Peningkatan Produktivitas Lahan Melalui Sistem Agroforestri. Prosiding Seminar Nasional Agroforestri 2013.
- Paimin, Sukresno, Pramono, I.B. 2009. Teknik Mitigasi Banjir dan Longsor.

- Balikpapan: Tropenbos International Indonesia Programme.
- Pribadi, A., Purnomo. 2013. Agroforestry Sorghum (*Sorghum spp.*) pada HTI *Acacia crassicaarpa* Sebagai Sumber Pakan Lebah *Apis cerana* di Provinsi Riau untuk Mendukung Budidaya Lebah Madu. Prosiding Seminar Nasional Agroforestri 2013.
- Priyono, K.D., Priyana, Y., dan Priyono. 2006. Analisis Tingkat Bahaya Longsor Tanah di Kecamatan Banjarmangu Kabupaten Banjarnegara. Forum Geografi, Vol. 20, No. 2, Desember 2006: hal. 175 - 189.
- Pujiono, E., Raharjo, S.A.S., Njurumana, G., Prasetyo, B.D., Rianawati, H. 2013. Kajian Aspek Ekologi, Ekonomi, dan Sosial Model-Model Agroforestri di Nusat Tenggara Timur. Prosiding Seminar Nasional Agroforestri 2013.
- Rasyid, A.R., Sastrawati, I., Syam, S., Jaya, F.S. 2012. Mitigasi Daerah Rentan Gerakan Tanah di Kabupaten Enrekang. Grup Teknik Arsitektur, Vol. 6, Desember 2012.
- Rotinsulu, J.M., Suprayogo, D., Guritno, B., Hairiah, K. 2013. Keanekaragaman Jenis Pohon Panjat dan Manfaatnya di Agroforestri Rotan Kabupaten Katingan. Prosiding Seminar Nasional Agroforestri 2013.
- Santoso, D., Purnomo, J., Wigena, I.G.P., Tuherkih, E. 2004. Teknologi Konservasi Tanah Vegetatif. *Dalam* Kurnia, U., Rachman, A., Dariah, A. (Eds.). 2004. Teknologi Konservasi Tanah pada Lahan Pertanian Berlereng. Puslitbangtanak, Bogor: 74 - 106.
- Silaya, T.M., Tjoa, M. 2013. Kajian Aspek Sosial Pola Agroforestri Tradisional (Dusung) di Pulau Ambon. Prosiding Seminar Nasional Agroforestri 2013.
- Suhardi, Sudjoko, S.A., Minarningsih, Sabarnurdin, S., Dwidjono, H.D., Widodo, A. 2006. Hutan dan Kebun Sebagai Sumber Pangan Nasional. Yogyakarta: Kanisius.
- Suharti, T., Bramasto, Y., Yuniarti, N. 2013. Kajian Pengembangan Tanaman Obat dalam Sistem Agroforestri. Prosiding Seminar Nasional Agroforestri 2013.
- Suranto, J.P. 2008. Kajian Pemanfaatan Lahan Pada Daerah Rawan Bencana Tanah Longsor di Gununglurah, Cilongok, Banyumas. Tesis. Semarang: tidak diterbitkan.
- Widyaningsih, T.S., Achmad, B. 2013. Praktik Agroforestri di Lahan Negara: Kasus di Lahan Eks HGU PT. Teja Mukti Utama, Kabupaten Majalengka, Provinsi Jawa Barat. Prosiding Seminar Nasional Agroforestri 2013.

