

**POTENSI LAHAN KERING UNTUK PENGEMBANGAN
HUTAN TANAMAN ENERGI DI INDONESIA**

Oleh

Dwi Putro Tejo Baskoro

**DEPARTEMEN ILMU TANAH DAN SUMBERDAYA LAHAN
FAKULTAS PERTANIAN – INSTITUT PERTANIAN BOGOR**

Desember 2024

1. PENDAHULUAN

Istilah “lahan kering” di Indonesia bisa mengandung beberapa pengertian. Beberapa ahli menyadarkan lahan kering dengan istilah (dalam bahasa Inggris) *dryland*, ada yang menyadarkan dengan istilah *upland*, dan ada yang menyadarkan dengan istilah *unirrigated land*. Menurut World Atlas desertification, dryland adalah zona iklim dengan rasio P/ETp antara 0,05 - 0,65 yang berada pada daerah arid, semi-arid dan dry sub-humid atau daerah dengan curah hujan sangat rendah dengan rata rata tahunan < 250 mm (Dregne, 2002), sedangkan *unirrigated land* adalah lahan pertanaman yang diusahakan tanpa penggenangan atau juga lahan yang tidak memiliki fasilitas irigasi

Untuk memudahkan dalam mengarahkan diskusi, lahan kering yang dimaksudkan dalam tulisan ini adalah yang sepadan dengan istilah *upland* yaitu merupakan -setahun atau sepanjang tahun (Notohadiprawiro, 1989, Hidayat dan Mulyani, 2005, *Soil Survey Staff*, 2010). Lahan yang apabila digunakan untuk usaha pertanian/bercucok tanam maka hanya bisa mengandalkan air dari curah hujan. Dalam hal ini lahan kering tidak harus berada di wilayah kering dengan curah hujan rendah (arid atau semi-arid). Lahan kering bisa mencakup lahan yang mempunyai relief datar (flat, berombak (rolling), bergelombang (undulating) bahkan sampai bergunung.

Dari daratan Indonesia seluas 188,2 juta ha, sekitar 148 juta ha diantaranya atau 78% merupakan lahan kering (Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, 2001: dalam Abdurachman, Dariah, dan Mulyani, 2008). Berdasarkan letaknya lahan kering di Indonesia dapat dipisahkan menjadi dua kelompok: (1) lahan kering dataran rendah yaitu lahan kering dengan elevasi < 700 m dpl luasnya sekitar 87,4 juta ha - sebagian besar diantaranya yaitu sekitar 78,1 juta ha atau 89% berada di daerah beriklim basah (iklim dengan curah hujan tinggi tanpa musim kemarau yang jelas) dan sisanya (sekitar 9,3 juta ha atau 11%) berada di daerah iklim kering, (2) lahan kering dataran tinggi dengan elevasi lebih dari 700 m dpl seluas sekitar 29,5 juta ha (Hidayat, Hikmatullah dan Santoso. 2000.; Kurnia, Sulaeman dan Mukti, 2000).

Ditinjau dari segi luasannya seperti diuraikan di atas, potensi lahan kering di Indonesia sangat besar. Namun ditinjau dari karakteristiknya, pengembangan lahan kering perlu mendapat perhatian yang lebih - perlu adanya upaya strategis dalam pengelolaannya agar dapat digunakan secara optimal (Minardi, 2016). Hal

ini karena sebagian besar lahan kering merupakan lahan suboptimal dengan kualitas tanah yang kurang baik.

Terlepas dari kualitasnya yang dianggap kurang baik, sejauh ini lahan kering telah banyak digunakan untuk pertanian dengan berbagai jenis komoditas baik tanaman pangan, tanaman perkebunan, maupun tanaman hortikultura. Dari total luas lahan kering sekitar 148 juta ha, yang sesuai untuk budi daya pertanian sekitar 76,22 juta ha (52%) yang sebagian besar diantaranya yaitu 70,71 juta ha atau 93% berada di dataran rendah dan sisanya di dataran tinggi. Dari luasan tersebut, hanya sekitar 25,09 juta ha tergolong lahan potensial untuk tanaman pangan lahan kering (Puslitbangtanak-Badan Litbang Pertanian, 2000; *dalam* Kartawisatra, Soebiksa, dan Ritung. 2012). Sebagian besar lahan kering di dataran rendah yaitu sekitar 47,45 juta ha berupa lahan dengan kemiringan 15 – 30 % yang lebih sesuai untuk tanaman tahunan dibanding untuk tanaman pangan/semusim. Sementara di dataran tinggi, sebagian besar lahan lebih sesuai untuk tanaman tahunan yang mencakup luasan 3,44 juta hektar, sisanya sekitar 2,07 juta ha sesuai untuk tanaman pangan (Abdulrachman, et al. 2005).

Mengacu pada hal tersebut di atas, penggunaan lahan kering untuk pengembangan tanaman energi masih dimungkinkan. Bahkan dengan karakteristik tanaman energi yang umumnya mempunyai adaptabilitas yang lebih tinggi dibandingkan tanaman pertanian/perkebunan pada umumnya, pengembangan tanaman energi di lahan kering akan dihadapkan pada faktor pembatas yang lebih ringan. Oleh karena itu, potensi lahan kering sebagai sumberdaya lahan untuk tanaman energi cukup terbuka. Meskipun demikian, pengembangan lahan kering untuk tanaman energi tetap akan dihadapkan pada berbagai kendala baik biofisik maupun sosial ekonomi. Kendala biofisik biasanya terdiri dari potensi kesuburan yang rendah (kualitas kimia, fisika, biologi tanah yang rendah) dan morfologi lahan. Sementara, dalam sosial ekonomi yang dihadapi terutama adalah persaingan lahan mengingat bahwa lahan yang berpotensi baik sudah semakin penuh tergunakan, tidak hanya untuk pertanian akan tetapi juga untuk keperluan bukan-pertanian. Pilihan dan merupakan peluang untuk pengembangan tanaman energi dapat diarahkan pada lahan kering yang tidak/belum diusahakan secara optimum.

2. KARAKTERISTIK TANAH LAHAN KERING

2.1 Macam Tanah Dominan

Tanah yang paling umum dijumpai di lahan kering ialah jenis Podsolik yang dalam sistem Soil Taxonomy USDA umumnya mempunyai padanan Ultisol. Jenis tanah ini mencakup areal seluas sekitar 23,3 juta ha atau sekitar 21 persen dari luas seluruh lahan kering. Tanah lain yang banyak dijumpai di lahan kering adalah Kambsol (mempunyai padanan terutama Inceptisol) seluas 16,4 juta ha atau 15 persen dari luas seluruh lahan kering. Sementara menurut Muljadi dan Arsjad, 1967; serta Sudjadi, 1984 suatu komplek tanah seluas 54,7 juta ha atau sekitar 49,1 persen dari luas lahan kering umumnya berupa Ultisol dan Inceptisol. Lahan kering didominasi oleh Ultisol, diikuti oleh inceptisol, dan urutan berikutnya adalah Oksisol. Ultisol dan Oksisol termasuk tanah sub-optimal atau tanah bermasalah (*problem soils*), sementara Inceptisol yang berasosiasi dengan ultisol atau oksisol sedikit-banyak memiliki sifat-sifat mirip ultisol atau oksisol. Macam tanah tersebut merupakan tanah yang terutama dominan dijumpai di Sumatera, Kalimantan, Sulawesi dan Papua. Macam tanah dari Order Ultisol, Inceptisol dan Oxisol yang umum dijumpai di lahan kering Indonesia (terutama di Sumatera) cukup bervariasi, seperti disajikan pada **Tabel 1**.

Ultisol merupakan tanah yang sudah berkembang lanjut yang dicirikan oleh adanya pencucian klei dari lapisan atas ke lapisan bawah yang nyata, yang membentuk horison penciri yang disebut argilik. Horison argilik merupakan horizon iluviasi klei, dengan peningkatan kadar klei $> 12\%$ dari lapisan di atasnya. Tanah ini dapat terbentuk dan berkembang dari bahan induk sedimenter seperti batuklei, batupasir, batu lempung dan batu lanau pada berbagai bentuk lahan. Bagian atas tanah umumnya berwarna coklat gelap kekuningan sampai coklat gelap dengan tekstur bervariasi lom klei berpasir - klei, sedangkan bagian bawah berwarna lebih terang umumnya coklat terang kekuningan sampai merah kekuningan dengan tekstur yang umumnya lebih halus dari lapisan diatasnya (umumnya klei berdebu – klei). Warna tanah ini mencirikan bahwa drainase tanah ini tergolong baik dengan potensi genangan sangat rendah atau tidak ada (lahan kering). Kedalaman efektif tanah bervariasi, mulai dari dangkal sampai sangat dalam (umumnya lebih dari 75 cm).

Tabel 1. Macam tanah dari order Ultisol, Inceptisol, dan Oxisol yang umum di jumpai di lahan kering di Indonesia

Tanah dalam sistem Soil Taxonomy (2010)			Macam Tanah dalam Sistem klasifikasi PPT (1983)
Order	Great Group	Sub Group	
Ultisol	Hapludults	Typic Hapludults	Podsolik Haplik
	Kandiudults	Typic Kandiudults	Podsolik Kandik
		Typic Kandiudults	Nitosol Kandik
	Plynthudults	Typic Plynthudults	Lateritik Haplik
Inceptisol	Dystrudepts	Typic Dystrudepts	Kambisol Distrik
		Typic Dystrudepts	Latosol Kromik
		Humic Dystrudepts	Latosol Umbrik
	Eutrudepts	Typic Eutrudepts	Kambisol Eutrik
		Typic Eutrudepts	Kambisol Kromik
		Typic Eutrudepts	Kambisol Rodik
		Oxyaquic Eutrudepts	Kambisol Oksik
Oxisol	Hapludox	Typic Hapludox	Oksisol Haplik
	Kandiudox	Typic Kandiudox	Oksisol haplik

Sumber: BBSDLP (2016): Peta Tanah Skala 1:50000 Lembar Kabupaten di Jambi dan Sumatera Selatan

Inceptisol merupakan tanah yang sudah agak berkembang yang dicirikan oleh adanya pencucian klei dari lapisan atas ke lapisan bawah pada taraf awal yang membentuk horison penciri yang disebut *kambik*. Horison kambik merupakan horizon iluviasi klei, dengan kadar klei yang sedikit lebih tinggi (peningkatannya < 12 %) dari lapisan di atasnya. Tanah ini bisa terbentuk dan berkembang dari bahan induk batu klei, batu pasir, batu lanau, serta endapan klei, pasir dan bahan koluvial.

Oxisol merupakan tanah tua yang dicirikan oleh pelapukan lanjut, yang ditunjukkan oleh ciri-ciri perkembangan horison serta pencucian klei dari lapisan atas ke lapisan bawah yang nyata, dan mempunyai horison B yang mengandung oksida besi yang tinggi yang disebut horison *Oksik*. Solum tebal berwarna kemerahan, kadar klei tinggi. Karena mengandung kadar sesquioksida besi yang tinggi, tanah mempunyai sifat fisik yang baik (gembur - sangat gembur) tetapi dengan sifat kimia yang buruk. Reaksi tanah tergolong sangat masam - masam,

kapasitas tukar kation dan kejenuhan basa sangat rendah - rendah, miskin hara terutama fosfor, kandungan bahan organik rendah, kandungan besi dan aluminium tinggi yang melebihi batas toleransi tanaman.

Tanah tanah tersebut di atas dapat dijumpai pada kondisi topografi yang sangat bervariasi, mulai dari bentuk wilayah datar sampai bergunung dengan rentang kemiringan yang besar, mulai dari datar (0 - 3 %) sampai > 40 %, serta dengan rentang elevasi yang juga besar mulai dari daerah dataran rendah (< 50 m dpl) sampai dengan dataran tinggi – pegunungan (> 1500 m dpl). Bentuk wilayah dan kemiringan lereng di mana macam tanah dominan lahan kering tersebut dapat dijumpai disajikan pada **Tabel 2**.

2.2 Tingkat Kesuburan Tanah

Tingkat kesuburan tanah mengambarkan kemampuan tanah dalam menyediakan kondisi lingkungan untuk mendukung pertumbuhan optimal tanaman. Kesuburan tanah ini merupakan hasil kombinasi dari tiga sifat utama tanah, yaitu sifat fisik, kimia dan biologi. Secara umum, tanah lahan kering mempunyai status kesuburan yang tergolong sangat rendah – rendah.

Podsolik Haplik, Podsolik Kandik, Oksisol Haplik, Kambisol Distrik dan Kambisol Oksik sebagai tanah tanah utama di lahan kering Indonesia mempunyai reaksi tanah yang umumnya tergolong sangat masam – masam dengan nilai pH 4,2 - 5.5. Beberapa macam tanah lainnya seperti Kambisol Eutrik mempunyai nilai pH yang sedikit lebih tinggi dan tergolong agak masam. Nilai pH lapisan atas umumnya sedikit lebih rendah dibandingkan dengan nilai pH lapisan bawah, walaupun ada pada kelas yang sama (masam). Nilai pH rendah dengan reaksi tanah yang tergolong masam ini sejalan dengan nilai kejenuhan basa umumnya tergolong sangat rendah – rendah (< 35 %). Rendahnya nilai pH juga berasosiasi dengan tingginya kejenuhan aluminium.

Kandungan bahan organik cukup bervariasi dari sangat rendah sampai tinggi dengan kisaran/rentang yang besar, baik di lapisan atas maupun di lapisan bawah, walaupun sebagian besar termasuk dalam kategori rendah - sedang. N total juga bervariasi, walaupun umumnya tergolong rendah. P-tersedia (P- Bray 1) bervariasi mulai dari sangat rendah – sangat tinggi, sementara P-potensialnya umumnya tergolong rendah – sedang. Kalium potensial (dalam bentuk K₂O) umumnya tergolong rendah - sedang. Kapasitas tukar kation (KTK) tergolong

sangat rendah – rendah, walaupun beberapa tanah lahan kering *terutama di Jawa, KTK nya lebih tinggi. Kation basa-basa (Ca, Mg, K dan Na) dapat dipertukarkan bervariasi, umumnya tergolong sangat rendah – rendah, kecuali untuk macam tanah Kambisol Eutrik. Kejemuhan Al umumnya tergolong tinggi - sangat tinggi dengan nilai rata-rata > 50 %, kecuali untuk macam tanah Kambisol Eutrik.

Tabel 2. Bentuk Wilayah dan Bahan Induk untuk beberapa macam tanah dominan lahan kering di wilayah Sumatera (Provinsi Jambi dan Sumatera Selatan) dan Jawa Barat

Jenis Tanah	Bentuk Wilayah (%) Lereng)	Bahan Induk	No. SPT*
Wilayah Jambi dan Sumatera Selatan			
Podsolik Haplik	Berombak (3-8)	Batuklei dan batupasir	18
Podsolik Haplik	Bergelombang (8 - 15)	Batu Pasir, Batulempung, batulanau	22, 92
Podsolik Haplik	Berbukit kecil (15-25)	Sekis	36, 37
Podsolik Haplik	Berbukit (25-40)	Batupasir	39
Podsolik Kandik	Bergelombang (8-15)	Batulempung, batulanau	93
Podsolik Kandik	Berbukit Kecil (15-25)	Batupasir	6
Podsolik Humik	Bergelombang (8-15)	Tuf dasit	50
Podsolik Humik	Berbukit Kecil (15-25)	Batuklei dan batupasir	7
Kambisol Distrik	Datar (0-3)	Batuklei, batupasir, batulanau tuf dasit	14, 27, 45, 70, 75
Kambisol Distrik	Berombak (3-8)	Batuklei, batupasir, tuf dasit, dasit	10, 16, 17, 47, 48, 57
Kambisol Distrik	Bergelombang (8-15)	Batuklei, batupasir, dasit	21, 23, 24, 26, 31, 59
Kambisol Distrik	Berbukit kecil (15-25)	Batuklei, batupasir, Batulempung, batulanau	8, 33, 34, 101
Kambisol Distrik	Berbukit (25-40)	Batuklei dan batupasir,	9
Kambisol Distrik	Bergunung (>40)	Batuklei dan batupasir	43
Kambisol Eutrik	Bergelombang (8-15)	Batukapur	19
Kambisol Oksik	Bergelombang (8-15)	Batuklei, batupasir, Batulempung, batulanau	25, 91
Kambisol Oksik	Bergunung (>40)	Batuklei	42
Oksisol Haplik	Datar (0-3)	Batuklei dan batupasir	15
Oksisol Haplik	Berombak (3-8)	Granit	46
Oksisol Haplik	Berbukit kecil (15-25)	Batupasir	32, 35

Jenis Tanah	Bentuk Wilayah (%) Lereng)	Bahan Induk	No. SPT*)
Oksisol Haplik	Berbukit (25-40)	Batuklei dan batupasir	40
Lateritik Haplik	Berombak (3 - 8)	Batuklei, batulanau, dasit	86, 107
Lateritik Haplik	Bergelombang (8 - 15)	Batulempung, batulanau	94
Wilayah Jawa Barat (Kab. Purwakarta, Cianjur, dan Bandung Barat)			
Kambisol Distrik	Agak datar (1-3)	Endapan koluvial	4
Kambisol Eutrik	Berombak (3-8)	Lahar, tuf andesit-basalt	27
Kambisol Eutrik	Bergelombang (8-15)	Napal, batuliat berkapur	9
Kambisol Eutrik	Berbukit agak curam (15-25)	Breksi, andesit dan basalt	36
Kambisol Eutrik	Bergunung (>40)	Breksi, andesit dan basalt	41
Kambisol Kromik	Berbukit (25-40)	Breksi andesit-basalt	37
Kambisol Rodik	Berbukit kecil (15-25)	Breksi dan lava andesit	37a
Latosol Umbrik	Berombak (3-8)	Andesit -basalt	41a
Latosol Umbrik	Berbukit (25-40)	Breksi dan lava andesit	38
Latosol Umbrik	Berbukit (25-40)	Andesit -basalt	43
Latosol Kromik	Berbukit kecil (15-25)	Lahar, tuf andesit-basalt	33

Keterangan: *) nomor Satuan Peta Tanah pada Peta Tanah Skala 1:50.000 yang dikeluarkan oleh BBSDLP (2016)

**) Kecamatan/kabupaten) dimana tanah dijumpai

Sumber: BBSDLP (2016): Peta Tanah Skala 1:50000 Lembar Kabupaten di Jambi, Sumatera Selatan dan Jawa Barat

Sifat kimia penting hasil analisis laboratorium dari contoh tanah yang mewakili macam tanah Podsolik (dari Ultisol), Kambisol dan Latosol (dari order Inceptisol) dan Oksisol (dari order Oxisol) dari beberapa Kabupaten di Jambi dan Sumatera Selatan serta Jawa Barat dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Di samping sifat kimia yang umumnya kurang baik, secara umum tanah lahan kering juga mempunyai kualitas fisik yang kurang baik terutama tanah dari order Ultisol (Podsolik Haplik, Podsolik Kandik, Podsolik Plintik) yang merupakan tanah

Tabel 3. Sifat kimia tanah pada beberapa macam tanah lahan kering dari wilayah Sumatera (Provinsi Jambi dan Sumatera Selatan) dan Jawa Barat hasil analisis laboratorium

Macam Tanah	Lapisan (cm)	pH	C-Org %	N-Total %	P ₂ O ₅ -tersedia (ppm)	KTK	KB	K Al	Status*
						Cmol/kg	(%)		
Wilayah Jambi dan Sumatera Selatan									
Podsolik Haplik (9)	0 - 30	4,4 - 5,4	0,77 - 4,66	0,06 - 0,26	1,62 - 8,91	3,16 - 16,3	3,9 - 41,8	42,0 - 83,7	SR
		SM - M	SR - T	SR - S	SR	SR - R	SR - S	T = ST	
	30 - 60	4,5 - 5,4	0,45 - 1,60	0,04 - 0,15	0,71 - 1,61	2,77 - 15,9	3,2 - 15,8	58,7 - 88,2	
		SM - M	SR - R	SR - R	SR	SR - R	SR	T = ST	
Podsolik Humik (4)	0 - 30	5,0 - 5,6	1,62 - 2,93	0,09 - 0,16	4,28 - 16,2	3,57 - 7,31	6,4 - 12,5	54,2 - 80,2	SR
		M	R - S	SR - R	SR	SR - R	SR	T = ST	
	30 - 60	5,1 - 5,7	0,95 - 1,60	0,05 = 0,12	1,25 = 7,69	3,56 - 7,31	5,6 - 19,6	38,1 - 79,2	
		M	SR - R	SR - R	SR	SR - R	SR	T = ST	
Kambisol Distrik (22)	0 - 30	4,24 - 5,6	0,76 - 3,10	0,05 - 0,19	1,41 - 13,48	3,18 - 15,31	3,6 - 22,2	37,3 - 89,9	SR
		SM - M	SR - S	SR - R	SR - R	SR - R	SR - R	T - ST	
	30 - 60	4,6 - 5,7	0,17 - 1,47	0,02 - 0,15	0,21 - 2,91	2,53 - 15,22	4,1 - 16,3	61,4 - 88,5	
		M	SR - R	SR - R	SR	SR - R	SR	ST	
Kambisol Oksik (2)	0 - 30	4,73 - 4,85	3,09 - 3,64	0,10 - 0,23	1,59 - 3,34	14,0 - 15,3	9,56 - 16,68	70,2 - 77,1	SR
		M	S - T	SR - R	SR	SR - R	SR	ST	
	30 - 60	4,60 - 4,86	1,05 - 1,36	0,10 - 0,12	0,21 - 0,82	12,9 - 15,2	4,05 - 4,29	87,5 - 88,6	
		M	R	SR - R	SR	R	SR	ST	
Oksisol Haplik (4)	0 - 30	4,6 - 5,4	0,88 - 3,12	0,08 - 0,18	2,56 - 9,96	6,37 - 7,47	5,76 - 9,92	66,9 - 83,5	SR
		M	SR - S	SR - R	SR	SR - R	SR	ST	
	30 - 60	4,8 - 5,2	0,50 - 1,35	0,05 - 0,13	0,91 - 4,56	4,36 - 6,65	6,16 - 9,43	70,5 - 84,4	
		M	SR - R	SR - R	SR	SR - R	SR	ST	
Lateritik Haplik (3)	0 - 30	5,0 - 5,54	1,26 - 4,55	0,08 - 0,22	2,94 - 6,57	4,32 - 10,33	6,66 - 24,44	47,1 - 81,4	SR
		M	R - T	SR - S	SR	SR - R	SR - R	T - ST	
	30 - 60	4,87 - 5,53	0,96 - 1,37	0,05 - 0,15	1,85 - 2,16	2,34 - 7,22	6,02 - 18,20	52,7 - 80,9	

Macam Tanah	Lapisan (cm)	pH	C-Org %	N-Total %	P ₂ O ₅ -tersedia (ppm)	KTK	KB	K Al	Status*
		M	SR - R	SR - R	SR	SR - R	SR	T - ST	
						Cmol/kg	(%)		
Wilayah Jawa Barat (Kab. Purwakarta, Cianjur, dan Bandung Barat)									
Kambisol Distrik (12)	0 - 30	4,58 - 5,45	1,18 - 5,40	0,11 - 0,42	5,8 - 38,6	14,1 - 32,5	10,4 - 38,5	22,4 - 75,8	R
		M	R - ST	R - T	SR - T	R - T	SR - S	S - ST	
	30 - 60	4,67 - 5,61	0,95 - 2,90	0,07 - 0,23	5,3 - 30,2	13,5 - 29,2	12,3 - 32,5	18,9 - 50,1	
		M - AM	R - S	SR - S	SR - T	R - T	SR - R	S - T	
Kambisol Eutrik (13)	0 - 30	4,8 - 5,9	1,40 - 6,41	0,12 - 0,70	6,3 - 67,7	11,9 - 45,3	38,6 - 100	0 - 5,6	R
		M - AM	R - ST	R - ST	SR - ST	R - ST	S - ST	SR	
	30 - 60	4,8 - 5,7	0,24 - 3,60	0,08 - 0,41	6,4 - 65,3	8,1 - 38,9	36,4 - 100	0 - 18,8	
		M - AM	S - T	SR - S	SR - ST	R - T	S - ST	SR - R	
Kambisol Kromik (6)	0 - 30	4,85 - 6,33	1,43 - 3,38	0,10 - 0,28	6,6 - 95,6	23,4 - 46,6	43,0 - 85,4	0 - 19,6	R
		M - AM	R - T	R - S	SR - ST	S - ST	S - ST	SR - R	
	30 - 60	4,84 - 6,05	0,92 - 1,93	0,06 - 0,20	5,4 - 77,8	20,3 - 39,8	48,9 - 96,0	0 - 9,6	
		M - AM	SR - R	SR - R	SR - ST	S - T	S - ST	SR	
Latosol Umbrik (4)	0 - 30	4,72 - 5,40	1,43 - 2,66	0,12 - 0,17	11,7 - 91,1	29,7 - 35,5	52,3 - 81,2	9,5 - 34,5	R
		M	R - S	R	R - ST	S - T	T - ST	SR - S	
	30 - 60	4,88 - 5,70	0,67 - 1,06	0,04 - 0,11	8,2 - 91,5	19,1 - 34,2	29,0 - 95,1	0 - 42,0	
		M - AM	SR - R	SR - R	SR - ST	S - T	R - ST	SR - T	
Podsolik Haplik (6)	0 - 30	4,24 - 5,13	1,06 - 3,86	0,11 - 0,42	5,4 - 18,3	14,1 - 29,9	14,0 - 25,4	32,9 - 85,2	SR
		SM - M	R - T	R - S	SR - R	R - T	SR - R	T - ST	
	30 - 60	4,28 - 4,86	0,56 - 2,15	0,07 - 0,23	5,5 - 8,1	13,5 - 29,2	6,7 - 28,1	41,0 - 93,1	
		SM - M	SR - S	SR - S	SR	R - T	SR - R	T - ST	

Keterangan: angka dalam kurung di bawah nama tanah adalah jumlah lokasi/sampel yang dianalisis

*) Status kesuburan kimiawi,

M = masam, SM = sangat masam, AM = sangat masam, SR = sangat rendah, R = rendah, S = sedang, T = tinggi,
ST = sangat tinggi

tua dengan horizon argilik (horizon akumulasi/iluviasi klei) sebagai salah satu cirinya. Tekstur tanah bervariasi, walaupun umumnya cenderung halus – agak halus dengan kelas tekstur klei – lom berklei. Struktur tanah umumnya sudah berkembang baik, granular di lapisan atas dan gumpal membulat-bersudut di lapisan bawah dengan tingkat perkembangan yang sedang - kuat dan konsistensi agak – teguh saat lembab (kecuali Oksisol yang mempunyai konsistensi gembur). Hal ini terutama karena tanah umumnya mempunyai kadar klei yang tinggi (>50%) dan kadar bahan organik rendah (< 2 %). Bobot isi tanah cukup bervariasi. Walaupun demikian bobot isi dengan dengan nilai berkisar $>1,2 \text{ g/cm}^3$ umum dijumpai. Dengan nilai bobot isi yang demikian maka bobot isi bisa menjadi faktor pembatas bagi perkembangan akar. Batas ambang bobot isi yang menghambat pertumbuhan akar berbeda-beda tergantung pada komposisi ukuran partikel seperti disajikan pada **Tabel 4**. Sementara batas kritis bobot isi untuk pertumbuhan tanaman (produksi biomassa) menurut PP 150 tahun 2000 adalah 1.4 gram/cm³. Bobot isi di atas batas ambang akan menyebabkan pergerakan air dan udara tidak lancar sehingga pertumbuhan akar terhambat. Bobot isi yang tinggi juga akan meningkatkan ketahanan penetrasi tanah sehingga kemampuan jelajah akar terganggu.

Tabel 4 Hubungan antara bobot isi (BI) tanah dengan pertumbuhan akar pada berbagai kelas tekstur

Tekstur Tanah	Normal	Perkembangan akar terpengaruh	Selang Kritis
	(g/cm ³)		
Pasir, Pasir berlom	< 1.60	1.69	>1.75
Lom berpasir, Lom	<1.40	1.63	1.55 - 1.75
Lom klei berpasir, Lom beklei	<1.40	1.60	1.45 - 1.55
Debu, lom berdebu	<1.30	1.60	1.40 - 1.45
Lom berdebu, Lom klei berdebu	<1.40	1.55	1.40 - 1.45
Klei berpasir, klei berdebu, beberapa lom berklei (35-45% clay)	<1.10	1.49	1.45 - 1.55
Klei (>45% klei)	<1.10	1.39	1.40 - 1.45

Sumber: Morris and Lowery 1988; Horn and Baumgartl, 2000

Aerasi tanah lahan kering secara umum tergolong kurang baik, terutama tanah tanah dari order Ultisol yang didominasi pori mikro, walaupun terdapat juga tanah dengan aerasi yang baik seperti pada oksisol. Kemampuan tanah menahan air tanah umumnya tergolong tinggi namun dengan kapasitas air tersedia tergolong kurang (umumnya < 15 %-v). Kemampuan menahan air menentukan ketersediaan air tanah untuk tanaman. Tanaman yang ditanam pada tanah dengan kemampuan menahan air rendah akan mudah mengalami cekaman air sehingga pertumbuhan terhambat. Khusus untuk tanah tanah dari order Oksisol, karena umumnya sangat porous, kemampuan menahan air dan kapasitas air tersedia cenderung sangat rendah.

Pada tanah dengan kadar klei yang tinggi dan kandungan bahan organik rendah, jika pembukaan dan pengolahan tanah menggunakan alat berat, perubahan sifat fisik tanah akan mudah terjadi. Hal ini terutama pada nilai bobot isi yang menjadi lebih tinggi dan porositas yang lebih rendah, pori drainase yang lebih rendah, kemampuan retensi air yang lebih rendah, dan ketahanan penetrasi tanah yang lebih tinggi. Walaupun tidak menjadi faktor penghambat yang serius, kenyataan di atas menunjukkan perlunya perhatian terhadap sifat fisik tanah saat pembukaan dan pengolahan tanah untuk mendukung pertumbuhan tanaman yang optimal.

Berdasarkan data seperti diuraikan di atas, karakteristik Ultisol (Podsolik Haplik, Podsolik Kandik, Podsolik Plinthik) secara umum dapat disarikan sebagai berikut:

1. Reaksi tanah sangat masam – masam
2. Kadar bahan organik rendah
3. Kejemuhan Al tinggi
4. Kejemuhan basa sangat rendah - rendah
5. Sangat miskin hara
6. Sering mengandung Mn dalam jumlah yang beracun
7. Sematan P dan anion lain kuat
8. Mudah mengalami kekurangan air/kelembaban karena kemampuan menyimpan air (water holding capacity) dan kapasitas air tersedia cenderung sangat rendah (< 10.0 %-volume).
9. Erodibilitas tanah tinggi - rentan erosi karena lapisan permukaan mudah mengalami pemanasan akibat klei tinggi dan bahan organik rendah sehingga stabilitas agregat rendah, permeabilitas rendah, dan kapasitas infiltrasi rendah.

Karakteristik Oksisol (OKsisol Haplik, Laterit Halik) secara umum dapat disarikan sebagai berikut:

1. Reaksi tanah sangat masam – masam
2. Kadar bahan organik rendah
3. Kejemuhan Al tinggi
4. Kapasitas tukar kation (KTK) sangat rendah
5. Sangat miskin hara dan cadangan mineral terlapukkan rendah
6. Unsur S, B dan Mo seringkali ada dalam jumlah yang sangat sedikit (defisien)
7. Sematan P dan anion lain kuat
8. Struktur tanah sangat porous yang dapat menyebabkan kapasitas simpar air rendah dan pencucian tinggi.

Sementara karakteristik Inceptisol, terutama Kambisol Distrik, Kambisol oksik, Latosol Umbrik secara umum dapat disarikan sebagai berikut:

1. Reaksi tanah masam – agak masam
2. Kadar bahan organik rendah - sedang
3. Kejemuhan Al sedang - tinggi
4. Kejemuhan basa sangat rendah - rendah
5. Miskin hara

Tanah Inceptisol (kambisol distrik, kambisol oksik dan latosol umbrik,) secara umum mempunyai sifat yang sedikit lebih baik dibandingkan dengan Ultisol dan Oksisol.

3. SISTEM BUDIDAYA TANAMAN ENERGI

3.1 Identifikasi Lahan yang Sesuai

Pengembangan tanaman energi memerlukan identifikasi lahan yang sesuai yaitu areal lahan kering yang secara biofisik potensial dan secara aspek legal dan sosial tersedia. Lahan kering yang secara biofisik potensial untuk tanaman energi adalah "lahan kering yang secara biofisik, terutama dari aspek iklim, topografi/lereng, karakteristik tanah (sifat fisika, kimia dan biologi) sesuai atau cocok dikembangkan untuk tanaman energi". Dalam hal ini, sesuai atau cocok berarti lahan tersebut secara teknis agronomis mampu mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal.

Untuk mengetahui apakah suatu lahan sesuai atau cocok untuk pengembangan tanaman energi perlu adanya evaluasi kesesuaian lahan. Dengan

evaluasi kesesuaian lahan akan dapat diketahui tingkat kesesuaian suatu lahan untuk komoditas tertentu dan faktor pembatasnya sehingga dapat ditentukan tindakan tindakan yang diperlukan untuk menanggulangi faktor pembatas tersebut agar diperoleh hasil yang optimal. Evaluasi kesesuaian lahan dapat dilakukan berdasarkan pada konsep FAO yang dikembangkan oleh Tim Puslit Tanak (1993). Kriteria kesesuaian lahan disusun berdasarkan tiga persyaratan, yaitu: persyaratan tumbuh tanaman/ekologis, pengelolaan, dan konservasi lahan yang erat kaitannya dengan data karakteristik dan kualitas lahan (data kondisi lahan). Parameter-parameter data kondisi lahan yang di pertimbangkan antara lain: rejim suhu udara, ketersediaan air, kondisi media perakaran, retensi hara, ketersediaan hara, bahaya banjir, potensi mekanisasi, dan bahaya erosi.

Evaluasi kesesuaian lahan untuk tanaman energi dapat dilakukan secara umum untuk tanaman tahunan/tanaman kehutanan tanpa membedakan jenis tanaman dengan kriteria seperti tertera pada **Tabel 5** atau dilakukan untuk masing-masing jenis tanaman yang diinginkan (misalnya gamal, kaliandra, sengon, atau tanaman tahunan lainnya) dengan menggunakan kriteria masing-masing.

Penilaian kesesuaian lahan biasanya dilakukan secara aktual pada suatu satuan lahan yang merupakan kombinasi antara tanah dan bentuk lahan, dengan memperhatikan karakteristik lahan eksisting sampai tingkat subkelas dengan menggunakan hukum minimum dimana kelas kesesuaian lahan ditentukan oleh faktor pembatas yang berpengaruh paling buruk terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman. Faktor pembatas yang umum dijumpai di lahan kering untuk pengembangan tanaman energi (misalnya gamal dan kaliandara) secara umum adalah topografi, kemasaman tanah, retensi serta ketersediaan hara, dan kepadatan tanah.

Faktor pembatas yang dihadapi dalam pemanfaatan lahan kering untuk pengembangan tanaman energi berbeda dari wilayah yang satu ke wilayah lainnya, baik dari aspek biofisik maupun sosial-ekonomis. Namun, dengan strategi dan teknologi yang tepat, kendala tersebut masih dapat diatasi. Kendala biofisik yang umum dijumpai dalam pemanfaatan lahan kering adalah potensi kesuburan yang rendah dan topografi yang memicu potensi erosi yang tinggi.

Tabel 5. Kriteria Kesesuaian Lahan untuk tanaman kehutanan (Puslitanaak, 1993)

Parameter	Kelas Kesesuaian Lahan				
	S1	S2	S3	N1	N2
Kedalaman efektif (s)	>100 cm	>75cm	>50cm	>25 cm	-
Kelas besar butir pada zona akar (0 – 30 cm) (s)	Berklei, berdebu halus, berlom halus	Berklei, berdebu halus, berlom halus	Berklei, berdebu halus dan kasar, berlom halus	Berklei, berdebu halus dan kasar, berpasir (bukan kuarsa) bersjeletal	-
Batuan permukaan (s)	< 5 %	< 25%	<50%	<75%	-
Kesuburan tanah (n)	Tinggi	Sedang	Rendah	Sangat rendah	-
pH tanah lapisan atas (0 – 30cm) (a)	6,0 – 7.0	> 5.5 – 6.0 7,0 – 7.5	7.5 – 8.0 4.5 – 5,5	8,0 – 8.5 3,5 – 4,5	-
Kejenuhan Aluminium (e)	< 20 %	20 - < 40 %	40 - <60%	60 - <80%	-
Salinitas (mmhos/cm) (x)	< 1500	1500 - 2500	2500 - 4000	-	-
Lereng (t)	< 8 %	8 – 15%	15 – 25%	25 – 45 %	-
Ketinggian tempat (h)	< 500 m	500 – 750 m	750 – 1000m	-	-
Erosibilitas tanah (e)	Sangat rendah	Rendah	Sedang	Agak tinggi - tinggi	-
Zona Agroklimat Oldemann (c)	A1, A2, B1, B2	B3	C1, C2, C3, D1, D2, D3, E1	E2, E3	-
Kelas Drainase (d)	Baik	Agak cepat	Agak terhambat	Terhambat	-
Banjir dan genangan (f)	Tanpa	< 2 bulan dengan tanpa adanya genangan permanen (<1m)	< 4 bulan dengan tanpa adanya genangan permanen (<1m)	< 4 bulan dengan adanya genangan permanen ≥ 1m	-

Sumber: Hardjowigeno dan Widiarmaka (2007)

Keterangan : huruf dalam kurung pada kolom pertama adalah simbol untuk parameter

Kesuburan tanah. Pada umumnya lahan kering memiliki tingkat kesuburan tanah yang rendah. Hal ini terutama karena tanah lahan kering umumnya mempunyai kadar abahan organic yang rendah. Secara alami kadar bahan organik tanah di daerah tropis mengalami dekomposisi yang cepat sehingga kadar bahan organik cepat menurun, dengan penurunan dapat mencapai 30–60% dalam waktu 10 tahun (Brown dan Lugo 1990 dalam Suriadikarta et al. 2002). Penurunan akan lebih cepat pada lahan miring akibat sebagian bahan organik hilang karena erosi. Sementara itu, bahan organik memiliki peran penting dalam memperbaiki sifat kimia, fisik, dan biologi tanah. Meskipun kontribusi unsur hara dari bahan organik tanah relatif rendah, perannya cukup penting karena selain unsur NPK, bahan organik merupakan

sumber unsur esensial lain seperti C, Zn, Cu, Mo, Ca, Mg, dan Si (Suriadikarta et al., 2002) dan juga merupakan bahan amelioran yang memperbaiki sifat fisik tanah.

Masalah kesuburan tanah makin nyata mengingat bahwa tanah pada lahan kering umumnya bereaksi sangat masam – masam, retensi dan ketersediaan hara rendah (KTK, KB, N-total, P tersedia rendah=miskin hara), kejenuhan aluminium tinggi – sangat tinggi, dan kandungan besi dan mangan juga tinggi – sangat tinggi. Jika tanah ini digunakan untuk pengembangan tanaman, termasuk tanaman kehutanan potensi meracun dari aluminium, besi dan mangan tidak dapat diabaikan.

Di samping kesuburan kimiawi, sifat fisik tanah juga dapat menjadi kendala dalam pemanfaatan lahan kering untuk pengembangan tanaman. Karena kandungan bahan organik yang sangat rendah-rendah, tanah terutama yang mengandung klei tinggi cenderung padat dengan ketahanan penetrasi tinggi (terutama untuk Podsolik- Ultisol) yang dapat menghambat perkembangan akar. Tanah yang padat juga cenderung mempunyai permeabilitas dan kapasitas infiltrasi rendah sehingga tanah menjadi rentan terhadap erosi (erodibilitas tinggi).

Topografi – Bentuk wilayah dan Kemiringan lahan. Di samping mempunyai tingkat kesuburan sangat rendah – rendah, lahan kering seringkali berasosiasi dengan kondisi lahan yang tidak datar. Menurut Hidayat dan Mulyani (2005) lahan kering di Indonesia umumnya memiliki kelerengan curam yang sebagian besar terdapat di wilayah bergunung (kelerengan >30%) dan berbukit (kelerengan 15–30%), dengan luas masing-masing 51,30 juta ha dan 36,90 juta ha.

Lahan kering berlereng curam dengan kemiringan lereng > 15% akan mempunyai potensi erosi yang tinggi. Hal ini diperparah dengan kondisi iklim di Indonesia yang umumnya mempunyai curah hujan tinggi.

Berdasarkan faktor pembatas yang umum dijumpai, lahan kering di Indonesia umumnya mempunyai kelas kesesuaian yang tergolong sesuai marginal(S3) - tidak sesuai sementara (N1). Kesesuaian lahan yang diperoleh dari hasil evaluasi dengan menggunakan kriteria seperti contoh Tabel 3.5 adalah kesesuaian lahan aktual yang mencerminkan daya dukung lahan saat ini. Peningkatan daya dukung lahan dapat dilakukan dengan berbagai upaya perbaikan, misalnya dengan pengapuruan, pemberian bahan organik, dan pemupukan, dan pengendalian erosi. Jenis dan tingkat input perbaikan-perbaikan lahan yang harus dilakukan disesuaikan dengan faktor pembatas dan tingkat hambatan yang dimunculkannya. Dengan perbaikan

yang dilakukan untuk mengatasi faktor penghambat yang ada maka secara potensial kesesuaian lahan yang semula tergolong sesuai marginal (S3) misalnya bisa menjadi cukup sesuai (S2) atau bahkan menjadi sangat sesuai (S1).

3.2 Pengelolaan Lahan untuk mendukung pengembangan Tanaman Energi

Kesuksesan budidaya tanaman (termasuk tanaman energi) di lahan kering tidak terlepas dari upaya yang dilakukan dalam rangka mengatasi faktor pembatas pertumbuhan tanaman. Beberapa tindakan untuk menanggulangi faktor pembatas biofisik lahan sudah barang tentu diperlukan sentuhan inovasi teknologi guna meningkatkan produktivitasnya. Teknologi pengelolaan lahan kering yang dilakukan meliputi: (1) Pengelolaan kesuburan tanah (pengapuran/pemberian kapur, pemupukan dan pemberian bahan organik, dan (2) Tindakan konservasi tanah dan air. Secara garis besar tindakan pengelolaan yang dapat dilakukan untuk memperbaiki lahan dalam rangka mendukung upaya pengembangan tanaman EBT disajikan pada **Tabel 6**. Perbaikan-perbaikan lahan sebagaimana tercantum pada Tabel 3.6 umumnya merupakan teknologi yang sudah biasa digunakan sehingga relatif mudah dilakukan.

3.2.1 Pengelolaan Sifat Kimia dan Kesuburan Tanah

Perbaikan kesuburan tanah mencakup baik aspek kimia, fisik, maupun tidak terbatas pada peningkatan kesuburan kimiawi, tetapi juga kesuburan fisik dan biologi tanah. Dapat diartikan bahwa tindakan pengelolaan kesuburan tanah tidak cukup dilakukan hanya dengan memberikan pupuk saja, tetapi juga perlu disertai dengan pemeliharaan sifat fisik tanah sehingga tersedia lingkungan yang baik untuk pertumbuhan tanaman, dan kehidupan organisme tanah.

Perbaikan-perbaikan sifat kimia dan kesuburan tanah dapat dilakukan melalui penambahan kapur untuk meningkatkan pH, penambahan kompos/bahan organik untuk menggemburkan tanah dan meningkatkan kapasitas daya serap air dan kation, serta penambahan pupuk (terutama NPK) untuk meningkatkan jumlah unsur hara. Penggunaan pupuk kimia/anorganik dan pengapuran harus dilakukan secara tepat sesuai dengan kebutuhannya (seimbang). Penggunaan kapur dan pupuk (anorganik) yang tidak tepat (takaran tidak seimbang, tidak tepat waktu, dan tidak tepat penempatannya) dapat mengakibatkan pemupukan menjadi tidak efisien dan bahkan jika berlebih, pupuk bisa menjadi bagian dari bahan pencemar.

Tabel 6. Upaya perbaikan yang dapat dilakukan di lahan kering dengan faktor pembatas tertentu untuk pengembangan tanaman EBT.

Cakupan Macam Tanah	Faktor Pembatas umum di Lahan Kering	Upaya Perbaikan
Podsolik Haplik Kambisol Distrik Oksisol Haplik	Reaksi tanah (pH rendah: sangat masam – masam)	Aplikasi kapur pertanian Aplikasi bahan organic/ Kompos: Kapur pertanian Pupuk anorganik - NPK
Podsolik Haplik Kambisol Eutrik	Retensi dan ketersediaan hara sangat rendah – rendah	Aplikasi Kompos: Kapur pertanian: Pupuk anorganik - NPK Legin *)
Podsolik Haplik Podsolik Kandik Podsolik PLintik	Tanah padat, Bobot isi tinggi	Pengaturan lubang tanam Aplikasi bahan organik
Bisa semua macam tanah	Lereng agak curam - curam (< 40 %) dan potensi erosi sedang - tinggi	Pengendalian erosi: Penggunaan mulsa, baris tanaman menurut kontur, terasering, dsb
Bisa semua macam tanah	Lereng sangat curam (> 40 %) dan potensi erosi sangat tinggi	Tidak disarankan untuk diusahakan Dibiarkan dalam kondisi alami (hutan)

Catatan: Dosis kompos berbasis berat kering kompos; kapur pertanian diberikan dalam bentuk kalsium karbonat bila pH tanahnya < 5.5; jika pH tanah sudah > 5.5 tetapi < 6.5 berikan separuh dosis, jika pH tanah \geq 6.5 tidak perlu diberi kaptan, untuk legin ikuti dosis anjuran pembuatnya dan diberikan jika dilokasi tidak ditemukan adanya bintil akar pada tanaman legum

Baris tanaman menurut kontur diterapkan jika jarak tanam 2×1 m

Pengapuran penting untuk meningkatkan kesuburan tanah lahan kering yang cenderung sangat masam-masam yang umumnya mengandung unsur seperti Al, Fe, Mn, dll pada level beracun. Kapur yang diberikan ke tanah akan meningkatkan pH tanah sehingga kelarutan/aktivitas unsur-unsur racun tersebut menurun. Naiknya pH juga akan meningkatkan unsur-unsur hara seperti P dan K dan menjadi tersedia bagi tanaman. Namun demikian, pengapuran yang dilakukan sebaiknya didasarkan pada batas kritis toleransi tanaman terhadap unsur racun tersebut, khususnya untuk Al.

Pemberian kapur sebaiknya dilakukan 2 minggu sebelum tanam, dalam bentuk kalsium karbonat yaitu CaCO_3 (kalsit) atau $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ (dolomit) atau bisa juga dalam bentuk kapur oksida (CaO) yang sering disebut kapur tohor. Kapur diberikan ke lubang tanam.

Bahan organik berupa serasah, bahan hijau daun, kompos dan pupuk kandang merupakan bahan ameliorant yang dapat meningkatkan dan mempertahankan kualitas tanah. Hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa bahan organik banyak berperan dalam:

- a. memperbaiki struktur tanah, menstabilkan agregat
- b. meningkatkan kapasitas menahan air namun juga meperbaiki aerasi tanah
- c. memperbaiki permeabilitas, meningkatkan kpasitas infiltrasi sehingga mengurangi erosi.
- d. meningkatkan kapasitas tukar kation tanah
- e. mensuplai hara dan meningkatkan efisiensi pupuk
- f. mengurangi pengaruh racun aluminium
- e. meningkatkan aktivitas biologi tanah

Terlepas dari pengaruh baik seperti disebutkan di atas, penggunaan bahan bukannya tanpa kendala. Kendala utama yang harus dihadapi dalam penggunaan bahan organik adalah dosisnya yang tinggi (bahan organik harus diberikan dalam jumlah besar) jauh lebih tinggi dari dosis pupuk anorganik agar pengaruhnya terhadap tanah nyata

Dalam penerapannya, bahan organik/kompos diberikan ke dalam lubang tanam, dan sebaiknya terlebih dahulu dicampur merata dengan tanah yang akan digunakan untuk menutup lubang tanam. Dosis kompos yang diberikan sekitar 0,5 – 1 kg berat kering per lubang tanam berukuran 30 x 30 x 30 cm. Untuk tanah yang sangat padat ($> 1,4$ gram/cc), ukuran lubang yang dibuat perlu lebih besar dan karenanya jumlah bahan organik/kompos yang diberikan lebih banyak. Pemberian kompos ini akan memperbaiki sifat kimia, fisik dan biologi tanah. Pupuk NPK cukup diberikan 1 kali yaitu saat tanam (pada awal musim hujan, diaduk bersama tanah (media tanam) pada lubang tanam. Untuk tanaman yang sudah tumbuh dengan baik, pemupukan tidak diperlukan lagi. Tanaman yang sudah tumbuh subur dan memproduksi cukup serasah, dapat tumbuh baik dengan memanfaatkan serasah yang terbentuk.

Pengembalian sisa - sisa tanaman atau pangkasan tanaman sebagai mulsa dengan cara disebar dipermukaan sekitar baris tanaman sebaiknya dilakukan. Hal ini karena disamping mengembalikan bahan organik juga dapat berfungsi untuk mengendalikan erosi dengan melindungi tanah dari pukulan butir hujan dan aliran permukaan serta berfungsi untuk menciptakan iklim mikro yang lebih baik

(pengendalian suhu tanah agar tidak terlalu berfluktuasi dan menurunkan penguapan).

3.2.2 Pengelolaan Sifat Fisik Tanah

Pengelolaan kesuburan tanah tidak terbatas pada peningkatan kesuburan kimiawi, tetapi juga kesuburan fisik dan biologi tanah. Dapat diartikan bahwa tindakan pengelolaan kesuburan tanah tidak cukup dilakukan hanya dengan memberikan pupuk saja, tetapi juga perlu disertai dengan pemeliharaan sifat fisik tanah sehingga tersedia lingkungan yang baik untuk pertumbuhan tanaman, dan kehidupan organisme tanah.

Tanah di lahan kering marginal (terutama Ultisol) umumnya mempunyai sifat fisik yang kurang baik yaitu kepadatan tinggi dengan nilai bobot isi $> 1,2$ grm/cc, ketahanan penetrasi tinggi, dan retensi air yang rendah. Walaupun umumnya belum melewati batas ambang (bobot isi $> 1,4$ gram/cc) dan belum menjadi faktor pembatas utama, kondisi ini tidak ideal untuk perkembangan akar tanaman. Salah satu cara cepat yang biasa dilakukan untuk mengatasi kepadatan tanah adalah penggemburan tanah sebelum di tanami. Namun untuk tanaman tahunan (yang umumnya di tanam dengan jarak tanam yang tidak rapat, cara ini tidak efisien dan untuk lahan miring beresiko meningkatkan potensi erosi. Untuk itu, penggemburan tanah secara keseluruhan dengan cara di garu/bajak tidak diperlukan.

Membuat lubang tanam dengan ukuran yang cukup besar dan pemberian bahan organik yang cukup pada lubang tersebut tanpa penggemburan tanah secara merata merupakan cara yang lebih rasional. Dengan lubang dan penambahan kompos yang memadai, tanah yang menjadi gembur untuk menunjang pertumbuhan akar tanaman hanya terjadi pada lubang tanam tersebut, sehingga peningkatan potensi erosi dapat dihindari.

Sifat fisik tanah seperti bobot isi, porositas, kemampuan retensi air, dan sifat-sifat tanah lain yang terkait geometri tanah biasanya sangat mudah berubah dan cenderung memburuk dengan meningkatnya aktivitas di lahan. Untuk menghindari agar tidak terjadi pemanjangan tanah yang berlebihan, beberapa hal berikut ini mungkin dapat dipertimbangkan:

- Minimalkan gangguan dan kegiatan pada tanah ketika tanah basah
- Gunakan *field road* atau *field rows* yang didesain khusus untuk peralatan/kendaraan yang berlalu lalang di lahan

- Kurangi jumlah trip / traffic pada areal lahan
- Lakukan praktik-praktek yang dapat memelihara dan meningkatkan bahan organik tanah.

3.2.3 Pengendalian Erosi

Tindakan penting yang perlu dilakukan dalam rangka upaya mempertahankan kondisi lahan agar bisa digunakan secara berkelanjutan adalah mengendalikan erosi. Erosi merupakan salah satu penyebab menurunnya produktivitas lahan kering di lahan berlereng (Abdurachman dan Sutono 2005; Kurnia et al. 2005).

Pengendalian erosi pada dasarnya diarahkan pada tiga perlakuan pokok, yaitu a) perlindungan terhadap tanah dari pukulan butir-butir hujan dengan cara meningkatkan penutupan tanah (dengan tajuk tanaman, sisa tanaman, atau bahan lainnya), b) mengurangi jumlah aliran permukaan melalui peningkatan infiltrasi dan/atau meningkatkan simpanan air di dalam tanah, dan c) mengurangi kecepatan aliran permukaan sehingga pengikisan dan perpindahan butiran dan agregat tanah dapat dikurangi.

Metode yang umum dan mudah dilakukan adalah metode vegetatif dengan menggunakan tanaman atau sisa-sisa tanaman. Penutupan lahan yang rapat dan sepanjang tahun cukup efektif dalam mengendalikan erosi pada lahan-lahan yang tidak terlalu curam dengan potensi erosi yang tidak terlalu tinggi (Arsyad, 2010). Adanya tanaman penutup tanah untuk pengendalian erosi sangat disarankan. Hal ini karena kanopi tanaman utama biasanya tidak cukup rapat dan menutupi lahan secara keseluruhan. Fungsi lain yang diharapkan dari tanaman penutup adalah menyediakan bahan organik sehingga dapat menjaga kesuburan tanah. Tanaman penutup tanah yang dapat digunakan antara lain adalah tanaman penutup tanah rendah seperti centrosema (*Centrosema pubescens*), pueraria (*Pueraria javanica*), benguk (*Mucuna sp.*), dan lain lain. Komak (*Dolichos lab-lab*) cocok untuk daerah beriklim kering. Tanaman penutup tanah golongan leguminose (kacang-kacangan) lebih disarankan karena dapat menambat N sehingga lebih menyuburkan tanah.

Sistem budidaya lorong terbukti efektif untuk mengendalikan erosi dan aliran permukaan dan dapat mengurangi erosi dari 150 menjadi 1 ton ha⁻¹ dan aliran permukaan berkurang dari 6700 menjadi 900 m³ ha⁻¹ dalam setahun (IBSRAM, 1993). Pada sistem budidaya lorong sebagai teknik konservasi tanah secara vegetatif dapat digunakan tanaman energi sebagai tanaman pagar, di sela selanya

ditanami rumput pakan ternak. Dengan demikian sistem ini dapat memberikan keuntungan tambahan berupa pakan ternak sehingga memberikan peluang yang lebih besar bagi sistem ini untuk diadopsi oleh petani. Sistem ini juga dapat memberikan manfaat lain dimana biomas bahan hijauan dikembalikan ke lahan sebagai mulsa (MAGLINA et al., 1995; SANCHEZ et al., 1997).

Untuk wilayah yang miring dengan potensi erosi cukup besar (terutama di bagian tepi lahan), pengendalian erosi vegetatif saja seringkali tidak cukup sehingga perlu dikombinasikan dengan cara mekanik. Secara mekanik pengendalian erosi besar dapat dilakukan dengan mengurangi panjang lereng dengan cara memotong lereng dengan guludan bersaluran atau semacam pematang. Fungsi guludan bersaluran ini untuk mengurangi kecepatan aliran peremukaan serta dan menangkap air dan bahan tanah yang tererosi.

Bibir teras atau guludan sebaiknya ditanami dengan tanaman berakar rapat, cepat tumbuh, dan menutup tanah dengan sempurna. Sebagai kelengkapan teras perlu dibuat saluran teras, saluran pengelak, saluran pembuangan air serta terjunan. Ukuran saluran teras: lebar 15-25 cm, dalam 20-25 cm. Untuk mengurangi erosi dan meningkatkan infiltrasi, rorak bisa dibuat di dalam saluran teras atau saluran pengelak.

4. DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman, A., A. Dariah, dan A. Mulyani. 2008. Strategi dan Teknologi Pengelolaan Lahan Kering Mendukung Pengadaan Pangan Nasional. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor.
- Abdurachman, A., A. Mulyani, G. Irianto, dan N. Heryani. 2005. Analisis potensi sumberdaya lahan dan air dalam mendukung pemantapan ketahanan pangan. hlm. 245–264. Dalam Prosiding Widyakarya Pangan dan Gizi VIII, 17–19 Mei 2004. Ketahanan Pangan dan Gizi di Era Otonomi Daerah dan Globalisasi. LIPI bekerja sama dengan Badan Pusat Statistik, Departemen Kesehatan, Bappenas, Departemen Pertanian, dan Kementerian Riset dan Teknologi, Jakarta.
- Abdurahman, A. dan S. Sutono. 1997. Dukungan Penelitian terhadap Pengembangan Pertanian Lahan Kering. Prosiding Lokakarya Nasional Pertanian Lahan Kering di Kawasan Timur Indonesia. Malang 10-12 Oktober 1996. Dewan Pengembangan Kawasan Timur Indonesia.
- Abdurachman, A. dan S. Sutono. 2005. Teknologi pengendalian erosi lahan berlereng. hlm.103–145. Dalam Teknologi Pengelolaan Lahan Kering:

- Menuju pertanian produktif dan ramah lingkungan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Arshad, M.A., B. Lowery, and B. Grossman. 1996. Physical tests for monitoring soil quality. p.123-142. In: J.W. Doran and A.J. Jones (eds.) Methods for assessing soil quality. Soil Sci. Soc. Am. Spec. Publ. 49. SSSA, Madison, WI.
- Arsyad, S. 2010. Konservasi Tanah dan Air. Edisi kedua. IPB Press. Bogor.
- Balai Besar Sumberdaya han Pertanian. 2016. Peta Tanah Skala 1:50.000 Lembar Kabupaten Batanghari, Jamb
- 2016. Peta Tanah Skala 1:50.000 Lembar Kabupaten Muaro Jambi, Jamb
- 2016. Peta Tanah Skala 1:50.000 Lembar Kabupaten Saroangun, Jambi
- 2016. Peta Tanah Skala 1:50.000 Lembar Kabupaten Musirawas, Sumatera Selatan
- 2016. Peta Tanah Skala 1:50.000 Lembar Kabupaten Musibanyuasin, Sumatera Selatan
- 2016. Peta Tanah Skala 1:50.000 Lembar Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat
- 2016. Peta Tanah Skala 1:50.000 Lembar Kabupaten Purwakarta, Jawa Barat
- 2016. Peta Tanah Skala 1:50.000 Lembar Kabupaten Cianjur, Jawa Barat
- Dariah, A., U. Haryati, dan T. Budhyastoro.2004. Teknologi konservasi mekanik. hlm.109 –132. Dalam Konservasi Tanah padaLahan Kering Berlereng. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor
- Dregne, H.E. (2002) Land Degradation in the Drylands. Arid Land Research and Management, 16, 99-132
- Hidayat, A., Hikmatullah dan D. Santoso. 2000. Potensi dan pengelolaan lahan kering dataran rendah. Dalam: Buku Sumberdaya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Hal. 197-215.
- Hidayat A. dan A Mulyani. 2005. Lahan Kering untuk Pertanian. Prosiding Pengelolaan lahan Kering Menuju Pertanian Produktif dan Ramah Lingkungan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor.

- Horn, R. and T. Baumgartl., 2000. Dynamic Properties of Soils. In M. E. Summer (ed.). *Handbook of Soil Science*. CRC Press, Boca Raton-London-New York-Washington D.C. p. A19 – A51.
- Jury, W.A., W. R. Gardner, and W. H. Gardner. 2001. *Soil Physics*. 5th Edition. John Wiley and Sons, Inc. New York-Chichester-Brisbane. 329 p
- Kartawisatra, S., I.G.M. Soebiksa, dan S. Ritung. 2012. Identifikasi lahan kering potensial untuk pengembangan tanaman pangan. *Dalam: Prospek Pertanian Lahan Kering dalam Mendukung Ketahanan Pangan* (pp.316-328) Edition: 1/2012 Publisher: IAARD PRESS, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Kurnia, U., Y. Sulaeman dan A. Mukti K. 2000. Potensi dan pengelolaan lahan kering dataran tinggi. Hal. 227-245 dalam Buku Sumberdaya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Kurnia, U., Sudirman, dan H. Kusnadi. 2005. Teknologi rehabilitasi dan reklamasi lahan. halaman. 147–182. Dalam *Teknologi Pengelolaan Lahan Kering: Menuju pertanian produktif dan ramah lingkungan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Minardi. 2016. Optimalisasi Pengelolaan Lahan Kering Untuk Pengembangan Pertanian Tanaman Pangan (on line). <https://library.uns.ac.id>. diakses tanggal 10 Nopember 2022.
- Muljadi, D. dan S. Arsjad. 1967. Peranan faktor tanah dalam perentjanaan landuse. Seminar Tata Guna Sumber-Sumber Alam Pertama. Dit. Landuse, Ditjen Agraria. h. 147-161.
- Notohadiparwiro, T. 1989. *Dampak Pembangunan Pada Tanah, Lahan dan Tata Guna Lahan*. Pusat Studi Lingkungan. Universitas Gajah Mada. Yogjakarta.
- Soil Survey Staff (2010) *Keys to Soil Taxonomy*. 11th Edition, USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington DC.
- Sudjadi, M. 1984. Problem soils in Indonesia and their management. Dalam: *Ecology and Management of Problem Soils in Asia*. FFTC Book Series No. 27. Taipei. h. 58-73.
- Suriadikarta, D.A., T. Prihatini, D. Setyorini, dan W. Hartatiek. 2002. Teknologi pengelolaan bahan organik tanah. hlm. 183–238. Dalam *Teknologi Pengelolaan Lahan Kering Menuju Pertanian Produktif dan Ramah Lingkungan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor