

© 2004
Dedi Nursyamsi
Makalah Pribadi Falsafah Sains (PPS 702)
Sekolah Pasca Sarjana / S3
Institut Pertanian Bogor
Mei 2004

Posted: 14 May 2004

Dosen:
Prof Dr Ir Rudy C Tarumingkeng (Penanggung Jawab)
Prof. Dr. Ir. Zahrial Coto, M.Sc
Dr. Ir. Hardjanto, M.Sc

BEBERAPA UPAYA UNTUK MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS TANAH DI LAHAN KERING

Oleh:

Dedi Nursyamsi

A261024011/TNH

ddnursyamsi@telkom.net

ABSTRAK

Lahan kering berpotensi untuk dikembangkan menjadi lahan pertanian produktif mengingat sebarannya yang sangat luas di Indonesia. Lahan tersebut tersebar di Sumatera (33,3 juta ha), Jawa (10,7 juta ha), Kalimantan (42,5 juta ha), Sulawesi (15,8 juta ha), dan Irian Jaya (34,9 juta ha) atau total di Indonesia sekitar 143,9 juta ha. Namun demikian pengembangan lahan kering menghadapi berbagai kendala yang cukup besar dan beragam, baik fisik, biotik, sosial ekonomi, sarana dan prasarana serta kelembagaan. Kendala biofisik diantaranya adalah: (1) lahan peka erosi, (2) sifat fisik tanah buruk, (3) sifat kimia tanah tidak kondusif untuk pertumbuhan tanaman, dan (4) sifat biologi tanah yang kurang baik. Upaya peningkatan produktivitas lahan kering dapat dilakukan melalui berbagai aktivitas yang bertujuan untuk memperbaiki atau mengatasi kendala tersebut, antara lain melalui: (1) pengendalian erosi, (2) perbaikan sifat fisik tanah, (3) perbaikan sifat kimia tanah, dan (4) perbaikan sifat biologi tanah. Upaya tersebut perlu dilakukan secara menyeluruh dengan tetap memperhatikan skala prioritas, efisiensi, dan efektivitas suatu teknologi yang akan diterapkan. Pengendalian erosi dapat dilakukan dengan cara: mekanik (teras bangku, teras gulud, dan teras kridit); vegetatif (strip rumput, mulsa, tanaman penutup tanah, olah tanah konservasi, dan tanaman lorong); dan usahatani konservasi (pengaturan pola tanam). Perbaikan sifat fisik tanah seperti bobot isi, aerasi, kemantapan agregat, kapasitas infiltrasi dan kemampuan tanah menahan air, kepadatan dan ketahanan penetrasi tanah perlu dilakukan agar tanaman dapat tumbuh dengan baik. Upaya tersebut antara lain dapat dilakukan dengan cara: (1) penggunaan mulsa sisa tanaman, (2) penggunaan bahan organik, dan (3) olah tanah konservasi. Perbaikan sifat kimia tanah dapat dilakukan dengan memperhatikan kendala kimia tanah, antara lain melalui: (1) pengapuran, (2) pengelolaan bahan organik, dan (3) pemupukan. Perbaikan sifat biologi tanah ditujukan untuk menstimulir aktivitas mikroba tanah. Hal tersebut dapat dilakukan melalui pemberian berbagai macam bahan organik seperti sisa tanaman dari calopogonium, tanaman pangan, dan mucuna.

Kata kunci: produktivitas tanah, erosi, sifat fisik, kimia, biologi tanah, lahan kering

PENDAHULUAN

Indonesia pernah mencapai swasembada beras pada tahun 1984 berkat pelaksanaan program intensifikasi melalui kegiatan peningkatan ketersediaan air irigasi dan penerapan teknologi maju, seperti : pengelolaan tanah yang tepat (penerapan teknik konservasi, pengelolaan bahan organik, pengapuran, pemupukan), penggunaan varietas unggul, pengendalian hama penyakit, penanganan pascapanen, penggunaan alsintan, rekayasa sosial, dan lain-lain. Pada saat itu komoditas lainnya seperti jagung, kedelai, dan ubi kayu, juga menunjukkan peningkatan yang cukup besar, dari sekitar 2,29, 0,76, dan 10,92 juta ton pada tahun 1969, menjadi masing-masing 6,87, 1,56, dan 15,73 juta ton pada tahun 1994 (BPS, 1969 dan 1994). Namun demikian sejak tahun 1998, produksi pertanian termasuk padi turun drastis akibat krisis moneter. Hal tersebut menyebabkan Indonesia menjadi negara pengimpor beras terbesar di dunia hingga saat ini karena krisis belum memperlihatkan tanda-tanda berakhir.

Banyak faktor yang menyebabkan produksi pertanian belum mencapai seperti yang diharapkan. Adanya penciptaan areal pertanian akibat pembangunan sektor industri yang terjadi sejak 30 tahun lalu, terutama 10 tahun terakhir dengan laju penurunan lebih dari 60.000 ha pertahun, termasuk di dalamnya 40.000 ha lahan sawah irigasi. Selain itu juga terjadi pelandaian produktivitas (*levelling off*) lahan sawah di Jawa yang disebabkan terutama oleh karena kemunduran kesuburan tanah (Sri Adiningsih, 1992). Demikian pula bencana alam sering terjadi, seperti kekeringan di areal pertanian, banjir, serangan hama dan penyakit dan lain sebagainya.

Salah satu upaya untuk memacu produksi dapat dilakukan dengan meningkatkan program ekstensifikasi ke lahan kering terutama di luar Jawa. Potensi lahan kering di luar Jawa baik di wilayah Indonesia barat maupun timur masih cukup luas. Lahan kering di wilayah Indonesia bagian barat didominasi oleh tanah Ultisols dan Oxisols yang berkembang dari bahan endapan dan batuan sedimen masam. Sementara itu lahan kering di wilayah Indonesia bagian timur umumnya didominasi oleh Inceptisols dan Alfisols yang berasal dari bahan sedimen dan batu gamping.

Pengembangan pertanian lahan kering seringkali menghadapi berbagai kendala, seperti fisik, kimia dan biologi tanah serta ketersediaan air, yang semuanya menyebabkan produktivitasnya sangat rendah. Di daerah transmigrasi, sering dijumpai lahan kering yang telah dibuka dan dikembangkan untuk lahan pertanian kondisi tanahnya sangat memprihatinkan. Produktivitas tanah sangat rendah yang dicerminkan oleh indeks pertanaman (IP) palawija sekitar 0,27-0,83 dengan hasil atau produksi yang sangat rendah pula (Amien, 1999). Selain itu juga banyak dijumpai lahan-lahan tidur, baik di Jawa maupun di luar Jawa yang perlu segera ditingkatkan pemanfaatannya. Diantara kendala-kendala tersebut ternyata sifat fisik tanah merupakan kendala yang paling sulit diperbaiki sehingga perlu perhatian dan penanganan yang serius.

Tingkat kesuburan tanah di daerah beriklim basah umumnya rendah, dicirikan oleh kandungan hara dan bahan organik serta kejenuhan basa rendah, kemasaman dan kandungan aluminium tinggi. Sifat-sifat fisik tanahnya umumnya kurang baik, seperti struktur tanah massif dan lapisan tanah atas (*topsoil*) tipis. Tanah-tanah tersebut berada pada wilayah dengan curah hujan tinggi dan mempunyai topografi berlereng sehingga tanah peka erosi. Kondisi kesuburan tanah rendah ditambah dengan adanya erosi maka produktivitas tanah akan semakin rendah. Tanah-tanah di wilayah Indonesia bagian timur, seperti di Nusa Tenggara, Sulawesi, Maluku dan Irian Jaya umumnya didominasi oleh Inceptisols dan Alfisols yang tingkat kesuburannya lebih baik daripada Ultisols dan Oxisols. Kendala utama di wilayah ini adalah sifat fisik tanah yang kurang baik (*topsoil* tipis dan *solum* dangkal), curah hujan rendah, dan minimnya sarana dan prasarana.

Peluang untuk meningkatkan produktivitas lahan kering baik di wilayah Indonesia bagian barat maupun timur sangat tinggi, karena teknologi penanggulangan kendala-kendala tersebut di atas telah banyak diketahui dengan hasil cukup baik. Namun, teknologi yang telah dihasilkan tersebut masih bersifat parsial dan masih terdapat kendala-kendala (fisik, kimia dan biologi tanah) yang belum terpecahkan. Oleh karena itu wilayah lahan kering yang potensial, perlu diidentifikasi terlebih dahulu dan teknologi penanggulangan kendala-kendalanya perlu dicari dan dirumuskan secara terintegrasi agar diperoleh produktivitas lahan kering yang tinggi dan berkelanjutan.

Ditinjau dari potensi sumberdaya lahan serta rakitan teknologi dari hasil-hasil penelitian yang telah tersedia, peluang untuk meningkatkan produktivitas lahan kering baik melalui peningkatan mutu intensifikasi maupun ekstensifikasi masih cukup besar. Perlu

disadari bahwa kendalanya juga cukup besar dan beragam, baik fisik, biotik, sosial ekonomi, sarana dan prasarana serta kelembagaan. Namun dengan penerapan teknologi yang tepat dan didukung dengan pengadaan sarana dan prasarana yang memadai, maka peluang tersebut dapat dijangkau. Makalah ini membahas beberapa upaya untuk meningkatkan produksi pertanian lahan kering untuk meningkatkan produktivitas tanah melalui perbaikan sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Penerapan teknologi mempertimbangkan kendala biofisik tanah tersebut.

PELUANG PENGEMBANGAN LAHAN KERING

Lahan kering berpotensi untuk dikembangkan menjadi lahan pertanian produktif mengingat sebarannya yang sangat luas di Indonesia. Berdasarkan ketinggian tempat (elevasi), lahan kering dibedakan menjadi dataran rendah (< 700 m dpl) dan dataran tinggi (> 700 m dpl) dengan luasan masing-masing sekitar 87,3 juta dan 56,6 juta ha. Penyebaran terluas terdapat di pulau-pulau besar, seperti : Sumatera (33,3 juta ha), Jawa (10,7 juta ha), Kalimantan (42,5 juta ha), Sulawesi (15,8 juta ha), dan Irian Jaya+Maluku (34,9 juta ha) atau total di Indonesia sekitar 143,9 juta ha (Tabel 1).

Berdasarkan kondisi iklim, lahan kering di Indonesia secara umum dapat dibedakan ke dalam iklim basah dan iklim kering. Iklim basah umumnya memiliki curah hujan tinggi (> 1.500 mm/th) dengan masa hujan relatif panjang, sedangkan iklim kering mempunyai curah hujan relatif rendah (< 1.500 mm/th) dengan masa hujan relatif pendek, 3-5 bulan (Irianto et al., 1998). Tim Pustittanak (1996) menambahkan bahwa wilayah beriklim basah memiliki tipe hujan A, B, dan C, sedangkan wilayah beriklim kering memiliki tipe hujan D, E, dan F (Schmidt dan Ferguson, 1951). Menurut Hidayat dan Mulyani (2002) lahan kering di Indonesia yang termasuk beriklim basah (setara regim kelembaban udik) sekitar 78,1 juta ha dan beriklim kering sekitar 9,2 juta ha.

Lahan kering yang memiliki topografi datar-berombak dan berombak-bergelombang dapat dikembangkan untuk tanaman setahun, yakni masing-masing seluas 31,5 dan 24,2 juta ha. Sementara itu lahan yang bertopografi berbukit (35,9 juta ha) dapat dikembangkan untuk tanaman tahunan. Sementara itu lahan yang mempunyai topografi bergunung (49,5 juta ha) sebaiknya dibiarkan sebagai hutan yang berfungsi sebagai daerah resapan air.

Tabel 1. Luas dan penyebaran lahan kering di dataran rendah dan tinggi (ha)

Pulau	Dataran rendah	Dataran tinggi	Jumlah
Sumatera	23.122.300	10.172.700	33.295.000
Jawa	7.844.600	2.902.400	10.747.000
Bali+NT	3.261.900	3.476.100	6.738.000
Kalimantan	29.784.600	12.688.400	42.473.000
Sulawesi	6.879.600	8.937.400	15.817.000
Maluku+Irja	16.400.700	18.474.300	34.875.000
Indonesia	87.293.700	56.651.300	143.945.000

Sumber: Hidayat dan Mulyani (2002)

Tabel 2. Luas dan penyebaran lahan kering berdasarkan jenis tanah (x 1000 ha)

Tanah	Sumatera	Jawa	N Tenggara	Kalimantan	Sulawesi	Maluku&Irja	Jumlah	(%)
Entisol	4.175	1.614	1.210	3.698	857	6.452	18.006	10.53
Inceptisol	17.561	5.201	3.276	14.903	9.186	20.393	70.520	41.22
Vertisol	0	1.445	364	0	307	2	2.118	1.24
Andisol	2.594	1.698	381	237	164	321	5.395	3.15
Alfisol	53	1.093	767	0	2.003	1.236	5.152	3.01
Molisol	451	682	1.116	685	702	6.277	9.913	5.79
Ultisol	9.469	1.172	53	21.938	4.303	8.859	45.794	26.77
Oxisol	5.900	272	0	4.521	751	2.657	14.101	8.24
Spodosol	16	0	0	0	60	0	76	0.04
Jumlah	40.219	13.177	7.167	45.982	18.333	46.197	171.075	100.00
(%)	23.51	7.70	4.19	26.88	10.72	27.00	100.00	

Sumber: Hidayat dan Mulyani (2002)

Luas dan penyebaran lahan kering berdasarkan jenis tanah (tingkat ordo) di masing-masing pulau besar disajikan pada Tabel 2. Inceptisol, Ultisol, Entisol, dan Oxisol merupakan tanah-tanah dominan di lahan kering masing-masing memiliki luas sekitar 70,5 juta (41,22 %), 45,8 juta (26,77 %), 18,0 juta (10,53 %), dan 14,1 juta ha (8,24 %). Dengan demikian maka keempat jenis tanah tersebut berpotensi untuk dikembangkan menjadi areal pertanian. Tanah Inceptisol dan Entisol tersebar berturut-turut dari tinggi ke rendah di Irian Jaya, Sumatera dan Kalimantan; Ultisol di Kalimantan, Sumatera, dan Irian Jaya; sedangkan Oxisol di Sumatera, Kalimantan, dan Irian Jaya. Tampak bahwa Sumatera, Kalimantan, dan Irian Jaya merupakan pulau besar yang berpotensi untuk pengembangan pertanian lahan kering.

Rata-rata produktivitas beberapa tanaman pangan di lahan kering masih rendah atau masih jauh lebih rendah daripada potensi produksinya (Tabel 3). Produksi jagung yang relatif tinggi dijumpai di Jawa, Sumatera, dan Sulawesi, masing-masing sebesar 2,77, 2,59, dan 2,50 ton/ha, sedangkan di tempat lainnya (Bali, NTT, Kalimantan, Maluku, dan Irian

Jaya) sangat rendah berkisar antara 1,40 – 2,09 ton/ha. Produksi kacang tanah dan kedelai relatif sama yakni masing-masing berkisar antara 0,95 – 1,09 ton/ha dan 1,09 – 1,23 ton/ha. Demikian pula produksi ubi kayu dan ubi jalar relatif rendah, masing-masing berkisar antara 9,6 – 13,3 dan 8,0 – 10,9 ton/ha. Dengan penerapan teknologi yang sesuai maka produksi tanaman dapat ditingkatkan hingga mendekati potensi produksinya. Dengan demikian maka peluang untuk meningkatkan produksi tanaman pangan di lahan kering melalui penerapan teknologi yang tepat cukup besar.

Tabel 3. Rata-rata hasil beberapa komoditas tanaman pangan di lahan kering (ton/ha).

Pulau	Jagung	Kc. tanah	Kedelai	Ubi kayu	Ubi jalar
Sumatera	259	106	112	114	90
Jawa	277	106	125	133	109
Bali+NTT	209	109	109	96	90
Kalimantan	157	112	108	119	80
Sulawesi	250	109	123	108	83
Maluku+Irja	140	095	109	113	87

Sumber : BPS (1998)

KENDALA PENGEMBANGAN LAHAN KERING

Pengembangan pertanian di lahan kering seringkali menghadapi berbagai kendala, antara lain kendala biofisik tanah, sosial ekonomi petani, kelembagaan, ketersediaan sarana dan prasarana, serta kendala lainnya yang menghambat kelancaran pembangunan pertanian. Kendala biofisik tanah biasanya berkaitan erat dengan kondisi tanah yang kurang menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman dan hal tersebut merupakan indikator penyebab rendahnya produktivitas tanah. Kendala tersebut diantaranya adalah : (1) ketersediaan air yang rendah, (2) lahan peka erosi, dan (3) buruknya sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Makalah ini hanya membahas kendala biofisik nomor (2) dan (3).

Peka Erosi

Tanah-tanah di lahan kering memiliki topografi datar-berombak, berombak-bergelombang, berbukit, dan bergunung masing-masing seluas 31,5 juta, 24,2 juta, 35,9 juta, dan 49,5 juta ha. Tanah-tanah yang terletak di topografi berombak hingga bergunung sangat peka terhadap erosi terutama di daerah iklim basah yang memiliki curah hujan tinggi. Dengan demikian maka hanya sekitar 22,31% saja tanah-tanah di lahan kering relatif aman dari ancaman erosi sedangkan sisanya (sekitar 77,69%) mempunyai potensi erosi yang tinggi atau tanah memiliki kepekaan terhadap erosi yang tinggi. Berbagai

penelitian menunjukkan bahwa erosi yang terjadi di lahan ini umumnya tinggi, berkisar antara 51-252 t/ha/th (Tabel 5). Angka tersebut jauh lebih tinggi daripada kehilangan tanah yang masih dapat ditoleransi (*tolerable soil lost*). Menurut Arsyad (1989) nilai erosi yang masih ditoleransikan di Indonesia sekitar 25 mm/th atau setara dengan 30 ton/ha/th (asumsi berat volume tanah 1,2 g/cc). Dengan demikian maka lahan ini memerlukan upaya peningkatan kesuburan dan konservasi tanah dalam pengelolaannya.

Tabel 4. Luas dan penyebaran lahan kering berdasarkan topografi (ha)

Pulau	Datar-berombak	Berombak-bergelombang	Berbukit	Bergunung	Jumlah
<i>Dataran rendah</i>					
Sumatera	6.610.000	9.774.500	6.737.800		23.122.300
Jawa	1.024.400	3.005.600	3.814.600		7.844.600
Bali+NT	588.000	713.600	1.960.300		3.261.900
Kalimantan	15.893.700	6.426.300	7.464.600		29.784.600
Sulawesi	315.700	943.000	4.641.900		5.900.600
Maluku+Irja	4.640.100	2.790.700	8.969.900		16.400.700
Jumlah	29.071.900	23.653.700	33.589.100		86.314.700
<i>Dataran tinggi</i>					
Sumatera	1.000	469.500	20.200	9.682.000	10.172.700
Jawa	409.600	11.400	1.424.400	1.057.000	2.902.400
Bali+NT	269.000	400	700	3.206.000	3.476.100
Kalimantan	6.300	700	237.400	11.852.000	12.096.400
Sulawesi	72.300	30.000	77.100	7.453.000	7.632.400
Maluku+Irja	1.647.900	300	533.100	16.293.000	18.474.300
Jumlah	2.406.100	512.300	2.292.900	49.543.000	54.754.300
Indonesia	31.478.000	24.166.000	35.882.000	49.543.000	141.069.000
(%)	22.31	17.13	25.44	35.12	100.00

Sumber: Hidayat dan Mulyani (2002)

Erosi dapat menimbulkan kerusakan di dua tempat, yaitu (1) pada tanah tempat erosi terjadi dan (2) pada tempat tujuan akhir tanah yang terangkut tersebut diendapkan. Kerusakan yang dialami pada tanah tempat erosi terjadi berupa kemunduran sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Memburuknya sifat-sifat fisik tanah tercermin antara lain pada menurunnya kapasitas infiltrasi dan kemampuan tanah menahan air, meningkatnya kepadatan dan ketahanan penetrasi tanah, dan berkurangnya kemantapan struktur tanah. Kemunduran sifat kimia dan biologi tanah ditandai antara lain oleh : (1) hilangnya bahan organik dan berbagai unsur hara yang diperlukan tanaman dan (2) menurunnya aktivitas mikroba tanah (Arsyad, 1989).

Tabel 5. Erosi tanah pada lahan kering di beberapa tempat di Indonesia

Lokasi	Jenis tanah	Lereng (%)	Komoditas	Erosi (t/ha/th)
Pacet, Cianjur ¹⁾	Hapludands	9-22	Buncis-kubis	252
Sukaesmi, Cianjur ²⁾	Dystropepts	9-15	Cabai-kc. merah	65
Pangalengan, Bandung ³⁾	Dystrandeps	30	Kentang-kubis	218
Karneo, Batanghari ⁴⁾	Kanhapludults	8-12	Tanpa tanaman	51

Sumber : ¹⁾Suganda et al., 1997; ²⁾Suganda et al., 1999; ³⁾Sinukaban et al., 1994; dan ⁴⁾Erfandi, 2001

Sifat-sifat Tanah

Kemunduran sifat fisik, kimia, dan biologi tanah menyebabkan terjadinya proses degradasi lahan, yaitu produktivitas lahan menjadi lebih rendah, baik sementara maupun tetap, sehingga pada akhirnya lahan tersebut menjadi kritis. Di Indonesia, degradasi lahan merupakan masalah yang sangat serius terutama pada areal pertanian lahan kering, Indonesia memiliki lahan kritis yang sangat luas (sekitar 10,9 juta ha) yang tersebar di berbagai propinsi (Tabel 6). Penyebab utama kemunduran produktivitas tanah tersebut adalah erosi karena kurang cepatnya pengelolaan lahan dan curah hujan yang tinggi. Penyebab kerusakan tanah tersebut selain karena erosi juga proses-proses lain seperti penggurunan (*desertification*), pemasaman (*acidification*), penggaraman (*salinisation*), polusi (*pollution*), pemadatan (*compaction*), genangan (*waterlogging*), penurunan permukaan tanah organik (*subsidence*) dan penurunan tinggi muka air (Kurnia et al., 2002).

Tabel 6. Luas dan sebaran lahan kritis di beberapa propinsi di Indonesia (ha)

Propinsi	Potensial kritis	Semi kritis	Kritis	Sangat kritis	Jumlah
Aceh	266.650	208.600	136.000	0	611.250
Sumut	110.430	351.830	87.230	20.500	569.990
Jabar	438.150	340.400	109.150	20.150	907.850
Jateng	125.820	277.605	304.880	240.820	949.125
Bali	93.100	53.000	6.300	11.600	164.000
NTB	171.800	284.200	157.200	13.900	627.100
NTT	902.650	1.846.549	461.800	329.905	3.540.904
Sulteng	533.500	249.600	21.950	0	805.050
Sulsel	427.650	493.250	403.800	201.200	1.525.900
Sultra	231.796	256.391	142.502	30.144	660.833
Sulut	410.600	120.400	41.050	0	572.050
Jumlah	3.712.146	4.481.825	1.871.862	868219	10.934.052

Sumber: Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, 1997

Berdasarkan tingkat kemasaman tanah, lahan kering dapat dibedakan menjadi lahan kering masam yang dicirikan oleh $\text{pH} < 5,0$ dan kejenuhan basa $< 50\%$, termasuk dalam kelompok ini adalah tanah-tanah yang mempunyai sifat distrik. Sebaliknya lahan kering tidak masam dicirikan dengan $\text{pH} > 5,0$ dan kejenuhan basa $> 50\%$ yang didominasi oleh tanah-tanah bersifat eutrik. Tanah-tanah di lahan kering mempunyai tingkat kemasaman yang tinggi sekitar 99.6 juta (69.17%) dan sisanya termasuk tidak masam, yaitu sekitar 44,4 juta ha (30,8%) (Tabel 7). Tanah-tanah yang termasuk kelompok masam di lahan kering beriklim basah (udik) antara lain : Entisol, Inceptisol, Ultisol, dan Oxisol. Sedangkan lahan kering yang tidak masam umumnya terdiri dari Inceptisol, Vertisol, Mollisol, dan Alfisol dan berada di wilayah iklim kering (ustik).

Tabel 7. Luas dan penyebaran lahan kering berdasarkan kemasaman tanah (ha)

Pulau	Masam	Tidak masam	Jumlah
Sumatera	28.571.200	4.964.300	33.535.500
Jawa	3.892.700	7.174.000	11.066.700
Nusa Tenggara	364.000	6.443.400	6.807.400
Kalimantan	38.827.400	5.036.000	43.863.400
Sulawesi	9.097.900	8.320.400	17.418.300
Maluku+Papua	18.810.800	12.442.900	31.253.700
Jumlah	99.564.000	44.381.000	143.945.000
(%)	69.17	30.83	100.00

Sumber: Hidayat dan Mulyani (2002)

Kemasaman tanah dapat merupakan kendala pertumbuhan tanaman karena ketersediaan hara makro (N, P, K, Ca, dan Mg) di tanah masam sangat rendah. Sebaliknya ketersediaan hara mikro (Fe, Cu, Mn, dan Zn) tinggi. Selain itu hara P di tanah masam dapat difiksasi oleh kation Al dan Fe membentuk Al-P dan Fe-P yang tidak tersedia bagi tanaman. Selanjutnya kelarutan Al di tanah masam sangat tinggi sehingga bisa meracuni tanaman terutama bagi tanaman yang sensitif terhadap Al.

Banyak penelitian menunjukkan bahwa tanah-tanah yang terdapat di lahan kering beriklim basah mempunyai pH yang rendah atau tingkat kemasaman tinggi ($\text{pH} < 5,5$). Selain itu tanah yang berkembang dari bahan endapan masam umumnya miskin hara terutama hara N, P, K, Ca, dan Mg, kejenuhan basa rendah, tetapi kandungan aluminium tinggi. Kadar bahan organik tanah juga rendah sehingga kapasitas tukar kation (KTK) tanah juga rendah (Tabel 8). Tingkat pelapukan bahan organik di daerah tropika basah

sangat intensif, sementara itu tingkat pencucian juga tinggi sehingga kadar bahan organik tanah menjadi rendah. Selanjutnya tanah-tanah di daerah tropika (Ultisol dan Oxisol) banyak mengandung sumber muatan *variable charge* yang dalam kondisi tanah masam dapat bermuatan positif sehingga menghasilkan KTK yang rendah.

Tabel 8. Sifat-sifat tanah lapisan atas di lahan kering

Sifat-sifat tanah	Ultisols Kubang Ujo ¹⁾	Inceptisols Ungaran ²⁾	Oxisols Muara Bungo ³⁾	Oxisols Pelaihari ⁴⁾
Tekstur				
Pasir	5	11	44	1
Debu	14	13	15	5
Liat	81	76	41	94
pH H ₂ O	4,9	5,2	4,1	4,4
pH KCl	4,4	4,4		3,9
Bahan organik				
C (%)	2,67	1,23	1,13	1,94
N (%)	0,23	0,11	0,08	0,19
C/N	11	12	14	10
P-HCl (mg P ₂ O ₅ /100g)	49	72		33
K-HCl (mg K ₂ O/100g)	8	8		7
P-Bray (ppm P ₂ O ₅)	5		3,4	4
Nilai Tukar Kation				
Ca (me/100g)	5,71		0,51	1,51
Mg (me/100g)	0,18		0,24	0,56
K (me/100g)	0,09		0,11	0,13
Jumlah (me/100g)	6,07		7,14	2,28
KTK (me/100g)	12,97	14,77	7,14	11,16
KB (%)	48	30	13	20
Al _{dd} (me/100g)	0,24		1,83	1,52

Sumber : ¹⁾Nursyamsi et al., 1996; ²⁾Haryati et al., 1995; ³⁾Hafif et al., 1992; ⁴⁾Nursyamsi, 2003.

PENINGKATAN PRODUKTIVITAS TANAH

Berdasarkan potensi sumberdaya lahan yang tersebar di seluruh tanah air dan rakitan teknologi dari hasil-hasil penelitian, peluang untuk meningkatkan produktivitas lahan kering baik melalui ekstensifikasi maupun peningkatan mutu intensifikasi cukup besar. Namun demikian perlu disadari pula bahwa kendalanya juga cukup besar dan beragam, baik fisik, biotik, sosial ekonomi, sarana dan prasarana serta kelembagaan. Makalah ini membahas berbagai upaya peningkatan produktivitas lahan dari aspek perbaikan kendala biofisik tanah. Secara ringkas kendala biofisik tanah-tanah di lahan

kering adalah: (1) lahan peka erosi, (2) sifat fisik tanah buruk, (3) sifat kimia tanah tidak kondusif untuk pertumbuhan tanaman, dan (4) sifat biologi tanah yang kurang baik.

Upaya untuk meningkatkan produktivitas lahan kering harus mempertimbangkan kendala fisik biotik tersebut di atas. Dengan demikian maka upaya peningkatan produktivitas lahan kering dapat dilakukan melalui berbagai aktivitas yang bertujuan untuk memperbaiki atau mengatasi kendala tersebut. Upaya yang dapat dilakukan antara lain adalah: (1) pengendalian erosi, (2) perbaikan sifat fisik tanah, (3) perbaikan sifat kimia tanah, dan (4) perbaikan sifat biologi tanah. Upaya tersebut perlu dilakukan secara menyeluruh dengan tetap memperhatikan skala prioritas, efisiensi, dan efektivitas suatu teknologi yang akan diterapkan.

Pengendalian Erosi

Mengendalikan erosi tanah berarti mengurangi peranan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap erosi sehingga proses erosi terhambat atau berkurang. Abdurachman dan Sutono (2002) mengemukakan bahwa pengendalian erosi dapat dilakukan dengan cara mekanik, vegetatif, dan usahatani konservasi. Aplikasi di lapang biasanya merupakan kombinasi dari cara-cara tersebut di atas.

Cara mekanik

Termasuk cara mekanik antara lain adalah pembuatan teras, seperti teras bangku dan teras gulud. Teras dapat mengurangi panjang lereng dan menghambat laju aliran permukaan sehingga pengangkutan partikel-partikel tanah pun terhambat. Penerapan teknik ini membutuhkan waktu yang lama untuk mampu menjadi efektif. Penelitian yang dilaksanakan pada tanah Typic Eutrocept di Ungaran membuktikan bahwa teras bangku dan juga teknik lainnya baru menjadi efektif setelah 5 tahun, dari tahun 1988-1994. Penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa cara mekanik (teras bangku, teras gulud, teras kridit) sangat efektif dalam mengurangi erosi (Tabel 9).

Tabel 9. Pengaruh cara pengendalian erosi secara mekanik terhadap erosi.

Teknik konservasi	88/89	89/90	90/91	91/92	92/93	93/94
ton/ha					
Teras bangku datar	25,9 b	2,3 b	0,6 b	3,3 a	1,3 a	0,8 a
Teras bangku miring	45,1 b	1,8 b	0,8 b	3,1 a	1,5 a	0,6 a
Teras gulud	50,9 b	10,1 b	6,0 b	6,0 a	0,7 a	0,5 a

Teras kredit	45,5 b	12,5 b	10,9 b	11,1 a	2,1 a	1,5 a
<i>Alley cropping</i>	109,9 a	37,7 a	23,5 a	9,5 a	1,0 a	0,7 a
CV (%)	32	49	44	60	17	58

Sumber : Haryati et al. (1995)

Cara vegetatif

Cara ini menggunakan tanaman (vegetasi) untuk mengurangi energi pukulan air hujan dan menghambat aliran permukaan sehingga erosi dapat ditekan. Termasuk cara ini antara lain adalah : strip rumput, penggunaan mulsa, tanaman penutup tanah (*cover crop*), olah tanah konservasi, dan pertanaman lorong. Cara strip rumput adalah penanaman rumput di dalam strip searah kontur yang bertujuan untuk menghambat laju aliran permukaan. Teknik mulsa adalah penggunaan sisa-sisa tanaman hasil panen yang disebar di permukaan tanah. Demikian pula teknik tanaman penutup tanah bertujuan untuk melindungi tanah dari pukulan air hujan dengan menggunakan *cover crop* dari famili legum. Olah tanah konservasi dengan cara *minimum tillage* atau *zero tillage* bertujuan untuk mengurangi kerusakan struktur tanah akibat pengolahan, dan biasanya dipadukan dengan penggunaan mulsa. Sedangkan pertanaman lorong adalah teknik pengendalian erosi dengan mengandalkan sumber bahan organik yang ditanam di pagar. Bahan organik tersebut dapat digunakan sebagai pupuk organik dan mulsa.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa pengendalian erosi dengan cara vegetatif sangat efektif dalam mengurangi erosi. Penelitian Suwardjo et al. (1989) pada tanah Tropudult di Pekalongan (lampung) dan Haplortox di Citayam (Bogor) menunjukkan bahwa penggunaan mulsa yang dikombinasikan dengan olah tanah minimum sangat efektif dalam mengurangi erosi (Tabel 10). Penelitian lainnya di tanah Haplortox Citayam menunjukkan bahwa teknik pertanaman lorong dengan menggunakan *F. congesta* dan vetiver nyata mengurangi erosi (Dariah et al., 1988).

Tabel 10. Pengaruh pemberian mulsa dan olah tanah minimum terhadap erosi

Perlakuan	Erosi (ton/ha)		
	1979/1980	1980/1981	1981/1982
<i>Tropudult Pekalongan, lereng 3,5%</i>			
Bera (tanpa tanaman)	97,8	144,5	102,8
Tanpa mulsa, diolah, ditanami	2,4	7,1	39,7
Dengan mulsa, olah tanah minimum, ditanami	0,3	0,3	0
<i>Haplortox Citayam, lereng 14%</i>			
Bera (tanpa tanaman)	482,8	440,7	tdp

Tanpa mulsa, diolah, ditanami	218,8	227,2	108,6
Dengan mulsa, olah tanah minimum, ditanami	24,5	3,8	2,9

Sumber: Suwardjo et al. (1989)

Usahatani konservasi

Usaha tani konservasi (*conservation farming*) pada lahan kering merupakan penerapan beberapa paket teknologi yang ditujukan untuk melestarikan lingkungan sekaligus berfungsi untuk meningkatkan produksi. Termasuk cara ini antara lain adalah penggunaan pola tanam. Penelitian yang dilaksanakan oleh Abdurachman et al. (1985) di Putat (Yogyakarta) dan Punung (Pacitan) pada MH 1979/1980 dan 1980/1981 menunjukkan bahwa penggunaan pola tanam sangat efektif dalam menurunkan erosi (Tabel 11).

Tabel 11. Erosi (ton/ha) pada beberapa pola tanam berurutan dan tumpang gilir di Putat (Yogyakarta) dan Punung (Pacitan).

Pola tanam	Putat		Punung	
	79/80	80/81	79/80	80/81
Tanpa tanaman	259,1	607,2	375,2	447,8
Berurutan	142,2	158,8	121,6	157,7
Berurutan, sisa tanaman dijadikan mulsa	100,6	170,4	106,0	76,4
Tumpang gilir	119,8	177,2	154,5	154,8
Tumpang gilir, sisa tanaman dijadikan mulsa	54,7	142,3	139,6	84,1

Sumber: Abdurachman et al. (1985)

Perbaikan Sifat Fisik Tanah

Buruknya sifat-sifat fisik tanah antara lain dapat disebabkan: secara genetik, akibat aktivitas manusia, dan akibat erosi. Struktur tanah berkaitan erat dengan tekstur tanah dimana bila tekstur tanah pasir maka struktur tanah lepas dan sebaliknya pada tekstur tanah liat maka struktur tanah menjadi masif. Kedua macam struktur tanah tersebut kurang kondusif untuk pertumbuhan tanaman. Aktivitas manusia juga dapat menyebabkan struktur tanah menjadi rusak, misalnya penggunaan alat-alat mekanik di lahan pertanian mengakibatkan tanah menjadi padat sehingga aerasi buruk dan ketahanan penetrasi meningkat. Demikian pula erosi dapat menyebabkan rusaknya sifat-sifat fisik tanah karena lapisan atas tanah (*topsoil*) hilang dan lapisan *subsoil* muncul di permukaan. Kerusakan sifat fisik tanah akibat erosi tercermin antara lain pada menurunnya kapasitas infiltrasi dan kemampuan tanah menahan air, meningkatnya kepadatan dan ketahanan penetrasi tanah, dan berkurangnya kemantapan struktur tanah.

Buruknya sifat-sifat fisik tanah menyebabkan produktivitas tanah turun drastis bahkan fungsi tanah sebagai penyangga hidup tanaman hilang sehingga menghasilkan lahan-lahan kritis. Dengan demikian maka upaya untuk meningkatkan produktivitas tanah dapat dilakukan dengan cara memperbaiki sifat-sifat fisik tanah tersebut menjadi kondusif untuk pertumbuhan tanaman. Upaya tersebut antara lain dapat dilakukan dengan cara: (1) penggunaan mulsa sisa tanaman, (2) penggunaan bahan organik, dan (3) olah tanah konservasi.

Mulsa

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penggunaan mulsa dari sisa tanaman, *cover crop*, dan tanaman pagar pada *alley cropping* dapat memperbaiki sifat fisik tanah seperti berat isi, pori aerasi, dan stabilitas agregat. Penelitian rehabilitasi lahan di tanah Ultisol Jasinga (Jabar) menunjukkan bahwa penggunaan mulsa jerami padi dan *Mucuna* sp dapat menurunkan berat isi, meningkatkan pori aerasi, dan meningkatkan stabilitas agregat tanah (Tabel 12). Penelitian lainnya yang dilaksanakan di tanah Ultisol Pekalongan (Lampung) menunjukkan bahwa penggunaan mulsa *Flemingia macrophylla* dapat memperbaiki sifat-sifat fisik tanah, yaitu menurunkan berat isi, meningkatkan pori aerasi dan permeabilitas tanah (Tabel 13).

Tabel 12. Sifat-sifat fisik tanah pada percobaan rehabilitasi lahan di tanah Ultisol Jasinga (Jabar).

Perlakuan	Berat isi (g/cc)	Pori aerasi (% vol)	Stabilitas agregat
Kontrol	0,91	17	47
Mulsa jerami padi+sisa tanaman	0,87	22	56
Mulsa <i>Mucuna</i> sp	0,88	21	50

Sumber: Kurnia (1996)

Tabel 13. Pengaruh mulsa *Flemingia macrophylla* terhadap sifat-sifat fisik tanah Ultisol Pekalongan (Lampung)

Perlakuan	Berat isi (g/cc)	Pori aerasi (% vol)	Stabilitas agregat
Tanpa rehabilitasi	1,36	18,27	3,62
Mulsa <i>Flemingia macrophylla</i>	1,30	20,25	4,04

Sumber: Irianto et al. (1993)

Penggunaan bahan organik

Penggunaan bahan organik biasanya dilakukan berurutan dengan teknik mulsa karena bahan organik yang digunakan untuk mulsa pada musim sebelumnya, digunakan sebagai pupuk organik yang dibenamkan ke dalam tanah saat pengolahan. Bahan organik baik yang berasal dari sisa tanaman (pupuk hijau) maupun dari kotoran hewan (pupuk kandang) efektif dalam memperbaiki sifat fisik tanah. Penelitian Suwardjo et al. (1987) pada tanah Ultisol Lampung menunjukkan bahwa bahan organik yang berasal dari lamtoro, kaliandra dan flemingia dapat meningkatkan stabilitas agregat dan air tersedia (Tabel 14). Penelitian lainnya yang dilaksanakan oleh Hafif et al. (1993) menunjukkan bahwa penggunaan pupuk hijau dari system *alley cropping*, *cover crop*, dan sisa tanaman yang dikombinasikan dengan pupuk kimia dapat memperbaiki sifat-sifat fisik tanah, yaitu menurunkan bobot isi, meningkatkan total ruang pori, dan meningkatkan pori air tersedia.

Tabel 14. Pengaruh berbagai sumber bahan organik terhadap stabilitas agregat tanah dan air tersedia.

Sumber bahan organik	Stabilitas agregat	Air tersedia (% isi)
Tanpa bahan organik	40,52	10,3
Lamtoro	95,08	10,9
Kaliandra	76,22	12,7
Flemingia	142,28	11,6

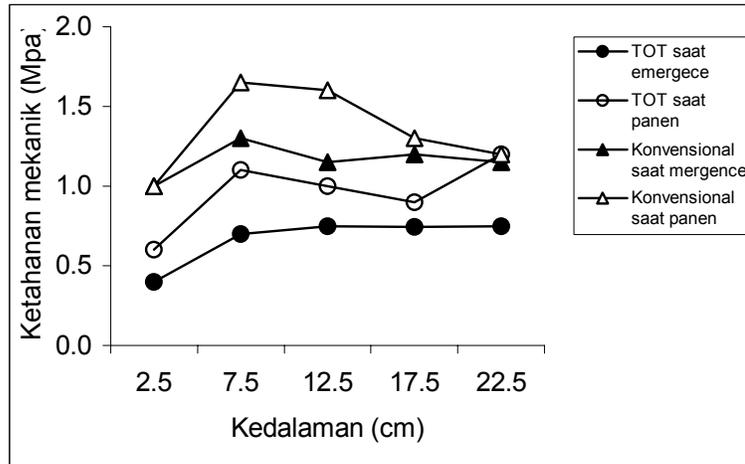
Sumber: Suwardjo et al. (1987)

Olah tanah konservasi

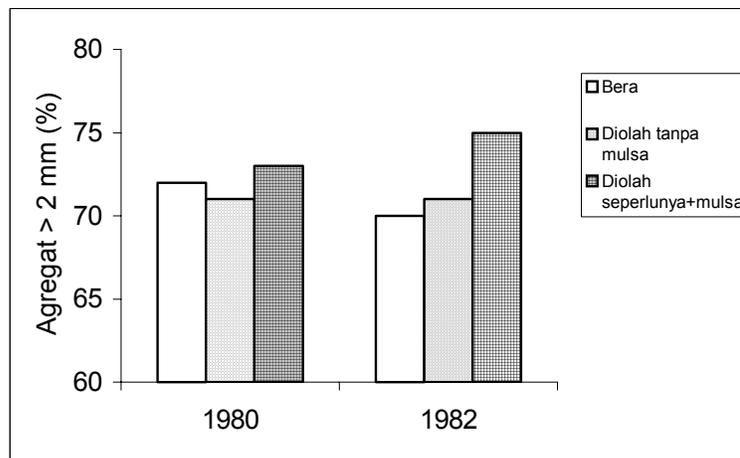
Olah tanah konservasi adalah pengolahan tanah seperlunya dengan tujuan menciptakan kondisi tanah kondusif untuk pertumbuhan akar tapi di lain pihak mengurangi kerusakan struktur tanah akibat pengolahan. Termasuk dalam kelompok ini adalah olah tanah minimum (*minimum tillage*) dan tanpa olah tanah (*zero tillage*). Olah tanah konservasi dapat memperbaiki sifat-sifat fisik tanah menjadi lebih menguntungkan pertumbuhan tanaman. Sistem tanpa olah tanah dapat meningkatkan kadar air tanah dibandingkan dengan olah tanah konvensional (Dao, 1993). Peningkatan ketersediaan air tanah pada sistem tanpa olah tanah berkaitan erat dengan peranan mulsa dalam mengurangi evaporasi dan perbaikan distribusi ukuran pori. Ferreras et al. (2000) melaksanakan penelitian olah tanah konservasi di tanah Petrocalcic Paleudoll, di Argentina. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketahanan mekanik tanah pada perlakuan tanpa olah tanah lebih baik dibandingkan olah tanah konvensional pada kedalaman 0-20 cm (Gambar 1). Penelitian yang dilaksanakan oleh Suwardjo (1989) di tanah Tropudult Lampung yang berlereng 3 % menunjukkan bahwa olah tanah seperlunya dibarengi dengan pemberian mulsa dapat meningkatkan agregat tanah (Gambar 2).

Perbaikan Sifat Kimia Tanah

Kendala kimia tanah di lahan kering secara umum adalah: (1) kemasaman yang tinggi terutama di lahan kering beriklim basah, (2) kadar bahan organik dan KTK rendah, dan (3) ketersediaan hara terutama N, P, K, Ca, dan Mg rendah. Upaya untuk meningkatkan produktivitas tanah dapat dilakukan melalui perbaikan sifat kimia tanah dengan memperhatikan kendala-kendala tersebut di atas. Upaya tersebut antara lain dapat dilakukan melalui: (1) pengapuran, (2) pengelolaan bahan organik, dan (3) pemupukan.



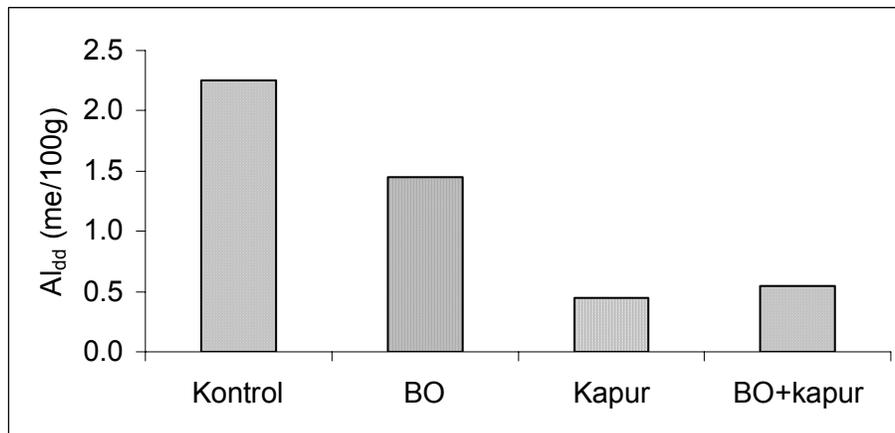
Gambar 1. Ketahanan mekanik tanah Petrocalcic Paleudoll, Argentina pada berbagai sistem pengolahan tanah



Gambar 2. Pengaruh olah tanah seperlunya dan mulsa terhadap agregat tanah Tropudult, Lampung

Pengapuran

Pengapuran di tanah masam ditujukan untuk meningkatkan pH tanah sehingga kelatrutan Al menurun. Kebutuhan kapur (kalsit atau dolomit) untuk menetralkan Al adalah jumlah kapur yang diperlukan agar kejenuhan Al tidak lebih dari batas kritis tanaman yang bersangkutan. Di dalam sistem rotasi kapur hendaknya diberikan berdasarkan kebutuhan kapur untuk tanaman yang paling peka terhadap Al. Pemberian kapur efektif dalam menurunkan kejenuhan Al tanah hingga level yang tidak meracuni tanaman. Sukristionubowo (1993) melaporkan bahwa pemberian kapur 1 ton/ha pada tanah masam (Ultisols di Kubang Ujo, Jambi) dapat menaikkan pH tanah dari 4,0 menjadi 4,7 dan sangat efektif menurunkan Al_{dd} tanah dari 2,25 menjadi 0,25 me/100g. Selain itu pemberian bahan organik (hasil pangkasan *Flemingi congesta*) juga dapat menurunkan Al_{dd} tanah (Gambar 3).



Gambar 3. Pengaruh pemberian bahan organik dan kapur terhadap Al_{dd} tanah Ultisols Kubang Ujo, Jambi.

Pengelolaan bahan organik

Bahan organik tanah merupakan faktor yang sangat penting dalam meningkatkan produktivitas tanah karena peranannya yang besar dalam meningkatkan dan mempertahankan kesuburan tanah. Bahan organik dapat memperbaiki sifat fisik tanah (kemantapan agregat, retensi air, pori aerasi, dan lain-lain); sifat kimia tanah (C-organik, kapasitas tukar kation, dan suplai hara); dan biologi tanah (sumber energi dan penyusun tubuh mikroorganisme tanah). Telah dikemukakan sebelumnya bahwa tanah-tanah di lahan

kering di Indonesia umumnya mempunyai kadar bahan organik rendah sehingga tingkat kesuburan tanahnya juga rendah.

Hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa pengelolaan bahan organik dapat memperbaiki dan meningkatkan produktivitas tanah. Penggunaan *Flemingia congesta* dalam pola *alley cropping* dan penggunaan mulsa sisa tanaman *Mucuna* sp dan pupuk kandang mampu memperbaiki sifat-sifat kimia tanah (C-organik N P dan K tanah) pada tanah Podsolik Merah Kuning (Tabel 15). Selain itu bahan organik juga dapat meningkatkan efisiensi pemupukan P mengurangi kebutuhan kapur serta dapat mensuplai hara sehingga akhirnya dapat meningkatkan berbagai hasil tanaman pangan di tanah Podsolik Merah Kuning (Tabel 16).

Tabel 15. Pengaruh penggunaan mulsa sisa tanaman dan pupuk kandang terhadap sifat-sifat kimia tanah Podsolik Merah Kuning.

Perlakuan	Sifat kimia tanah ²⁾			
	C-org	N	P	K
	%		mg/100g	
Kontrol	217	025	30	25
Mulsa jerami padi+sisa tanaman	255	028	44	32
Mulsa <i>Mucuna</i> sp	240	027	36	29
Pupuk kandang	250	028	43	35

Sumber : ¹⁾Suwardjo et al. 1989; ²⁾Kurnia 1996

Tabel 16. Pengaruh pengelolaan bahan organik terhadap hasil tanaman pangan pada Podsolik Merah Kuning

Perlakuan	Ubi kayu ^a	Kacang hijau ^a	Jagung ^b
		ton/ha	
Kontrol	2649	000	213
Pupuk kandang	-	-	311
Mulsa jerami padi+sisa tanaman	2916	269	329
Mulsa <i>Mucuna</i> sp	-	-	307

Sumber : ^{a)}Irianto et al. 1993; ^{b)}Kurnia 1996

Pemupukan

Karena ketersediaan hara tanah rendah maka pemberian pupuk untuk meningkatkan produktivitas lahan kering mutlak diperlukan. Selain itu efisiensi pemupukan perlu mendapat perhatian terutama untuk pupuk N, P, dan K. Pemberian pupuk ditujukan untuk

meningkatkan ketersediaan hara tanah terutama hara-hara yang kadarnya masih rendah, seperti hara N, P, K, dan Ca. Hasil penelitian pemupukan dengan metode *minus one test* pada Oxisol Pelaihari dengan menggunakan tanaman jagung sebagai indikator menunjukkan bahwa pemberian pupuk N, P, K, Ca, Mg, dan S dapat meningkatkan ketersediaan masing-masing hara di dalam tanah (Nursyamsi et al., 2003). Pemberian kapur selain ditujukan untuk mengurangi kejenuhan Al, juga ditujukan untuk meningkatkan ketersediaan Ca tanah (Tabel 17). Penelitian lainnya juga menunjukkan bahwa aplikasi bahan organik dan pemupukan dapat memperbaiki sifat-sifat tanah dan meningkatkan hasil tanaman. Hasil penelitian Sri Adiningsih dan Mulyadi (1993) pada tanah Ultisol Lampung menunjukkan bahwa pemberian bahan organik Mucuna Sp, kapur, dan P-alam dapat meningkatkan C-organik, P-HCl, P-Bray 1, Ca_{dd} tanah, dan menurunkan Al_{dd} dan kejenuhan Al, serta dapat mempertahankan produktivitas jagung dan kedelai selama 3 tahun.

Perbaikan Sifat Biologi Tanah

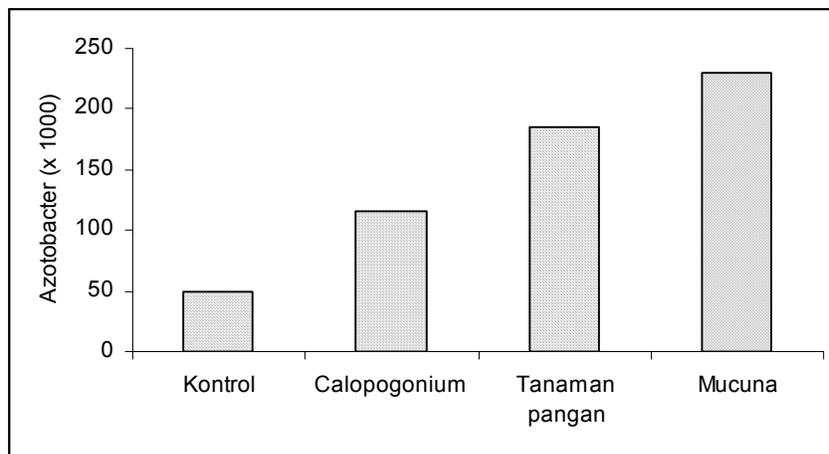
Peningkatan produktivitas lahan kering juga dapat dilakukan melalui perbaikan sifat biologi tanah karena sifat biologi tanah juga merupakan kendala biofisik tanah di lahan kering. Pada tanah-tanah yang mengalami degradasi umumnya parameter biologi tanah seperti kadar C-organik, populasi mikroba tanah (bakteri, jamur, aktinomisetes, dan lain-lain), dan biomasa mikroba semuanya rendah. Penelitian rehabilitasi lahan di tanah Haplorthox di Jambi menunjukkan bahwa pemberian bahan organik sisa tanaman dari calopogonium, tanaman pangan, dan mucuna dapat meningkatkan jumlah azotobacter (Gambar 4) dan fungi (Gambar 5).

Tabel 17. Pengaruh perlakuan *minus one test* terhadap sifat-sifat tanah setelah panen.

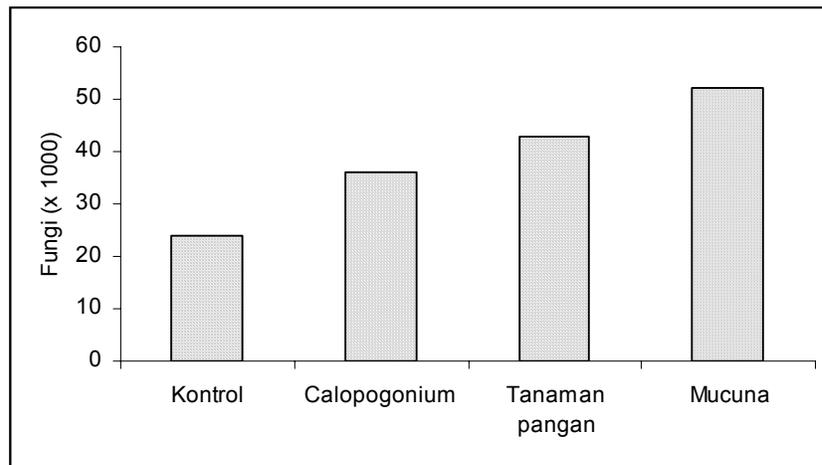
Perlakuan	Sifat-sifat tanah			
	N (%)	P ₂ O ₅ -HCl (mg kg ⁻¹)	P ₂ O ₅ -Olsen (mg kg ⁻¹)	P ₂ O ₅ -Bray 1 (mg kg ⁻¹)
Kontrol	0,18 ± 0,01			
Lengkap	0,20 ± 0,01			
Minus N	0,18 ± 0,01			
Kontrol	312 ± 79	13 ± 4		5,63 ± 1,44
Lengkap	584 ± 119	86 ± 21		33,57 ± 12,04
Minus P	380 ± 101	17 ± 6		5,23 ± 1,55

	K_2O-HCl ($mg\ kg^{-1}$)	K_{dd} ($cmol\ kg^{-1}$)	
Kontrol	52 ± 24	$0,05 \pm 0,01$	
Lengkap	83 ± 10	$0,10 \pm 0,01$	
Minus K	57 ± 20	$0,07 \pm 0,01$	
	Ca_{dd} ($cmol\ kg^{-1}$)	KB (%)	Al_{dd} ($cmol\ kg^{-1}$)
Kontrol	$0,59 \pm 0,08$	20 ± 5	$0,09 \pm 0,04$
Lengkap	$0,68 \pm 0,08$	24 ± 5	$0,06 \pm 0,03$
Minus Ca	$0,43 \pm 0,09$	17 ± 8	$0,06 \pm 0,03$
	Mg_{dd} ($cmol\ kg^{-1}$)		
Kontrol	$0,14 \pm 0,12$		
Lengkap	$0,19 \pm 0,09$		
Minus Mg	$0,10 \pm 0,08$		
	$S-Ca(H_2PO_4)$ ($mg\ kg^{-1}$)		
Kontrol	132 ± 50		
Lengkap	185 ± 30		
Minus S	115 ± 40		
	$Cu-DTPA$ ($mg\ kg^{-1}$)		
Kontrol	13 ± 2		
Lengkap	15 ± 2		
Minus Cu	16 ± 3		
	$Zn-DTPA$ ($mg\ kg^{-1}$)		
Kontrol	2 ± 1		
Lengkap	2 ± 0		
Minus Zn	3 ± 1		

Sumber: Nursyamsi (2003)



Gambar 4. Pengaruh sumber bahan organik terhadap jumlah *Azotobacter*



Gambar 5. Pengaruh sumber bahan organik terhadap jumlah fungi

KESIMPULAN

Upaya untuk meningkatkan produktivitas lahan kering dengan mempertimbangkan kendala fisik biotik tanah, antara lain dapat dilakukan melalui: (1) pengendalian erosi, (2) perbaikan sifat fisik tanah, (3) perbaikan sifat kimia tanah, dan (4) perbaikan sifat biologi tanah.

1. **Pengendalian Erosi.** Pengendalian erosi berarti mengurangi peranan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap erosi sehingga proses erosi terhambat atau berkurang. Pengendalian erosi dapat dilakukan dengan cara: mekanik (teras bangku, teras gulud, dan teras kridit); vegetatif (strip rumput, mulsa, tanaman penutup tanah, olah tanah konservasi, dan tanaman lorong); dan usahatani konservasi (pengaturan pola tanam). Aplikasi di lapang biasanya merupakan kombinasi dari cara-cara tersebut di atas.
2. **Perbaikan sifat fisik tanah.** Sifat fisik tanah seperti bobot isi, aerasi, kemantapan agregat, kapasitas infiltrasi dan kemampuan tanah menahan air, kepadatan dan ketahanan penetrasi tanah perlu diperbaiki agar tanaman dapat tumbuh dengan baik. Upaya tersebut antara lain dapat dilakukan dengan cara: (1) penggunaan mulsa sisa tanaman, (2) penggunaan bahan organik, dan (3) olah tanah konservasi.

3. **Perbaiki sifat kimia tanah.** Upaya untuk meningkatkan produktivitas tanah dapat dilakukan melalui perbaikan sifat kimia tanah dengan memperhatikan kendala kimia tanah. Upaya tersebut antara lain dapat dilakukan melalui: (1) pengapuran, (2) pengelolaan bahan organik, dan (3) pemupukan.
4. **Perbaiki sifat biologi tanah.** Peningkatan produktivitas lahan kering juga dapat dilakukan melalui perbaikan sifat biologi tanah. Upaya perbaikan dapat dilakukan dengan cara pemberian beberapa macam bahan organik seperti sisa tanaman dari calopogonium, tanaman pangan, dan mucuna.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman, A., A. Barus, U. Kurnia, dan Sudirman. 1985. Peranan pola tanam dalam usaha pencegahan erosi pada lahan pertanian semusim. *Pemb. Pen. Tanah dan Pupuk* 4: 41-46.
- Abdurachman, A. dan Sutono. 2002. Teknologi pengendalian erosi lahan berlereng. Hal. 103-146 *dalam* Teknologi Pengelolaan Lahan Kering. Menuju Pertanian Produktif dan Ramah Lingkungan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Arsyad, S. 1989. Konservasi Tanah dan Air. IPB Press, Bogor.
- DeMaria, I.C., Nnabude, P.C., de Castro, O.M. 1999. Long-term tillage and crop rotation effects on soil chemical properties of a Rhodic Ferralsol in Southern Brazil. *Soil & Tillage Research* 51 (1999) 71-79.
- Erfandi, D. 2001. Sistem pengelolaan lahan kering dalam upaya penanggulangan lahan terdegradasi. Hal 613-618 *dalam* Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam untuk Mencapai Produktivitas Optimum Berkelanjutan. Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Ferreras, L.A., J.L. Costa, F.O. Garcia, and C. Fecorari. 2000. Effect of no-tillage on some soil physical properties of a structural degraded Petrocalcic Paleudoll of the Southern "Pampa" of Argentina. *Soil & Tillage Research* 54 (2000) 31-39.
- Hafif, B., D., Santoso, Mulud S., dan Putu Wigena. 1992. Beberapa cara pengelolaan tanah untuk pengendalian erosi. *Pemb. Pen. Tanah dan Pupuk* 10:54-60.
- Haryati, U., Haryono, dan A. Abdurachman. 1995. Pengendalian erosi dan aliran permukaan serta produksi tanaman pangan dengan berbagai teknik konservasi pada tanah Typic Eutropepts di Ungaran, Jawa Tengah. *Pemb. Pen. Tanah dan Pupuk* 13:40-50.

- Hidayat, A. dan A. Mulyani. 2002. Lahan kering untuk pertanian. Hal. 1-34 *dalam* Teknologi Pengelolaan Lahan Kering. Menuju Pertanian Produktif dan Ramah Lingkungan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Irianto G. A. Abdurachman dan I. Juarsah. 1993. Rehabilitasi tanah Tropudults tererosi dengan sistem pertanaman lorong menggunakan tanaman pagar *Flemingia congesta*. Pemb. Pen. Tanah dan Pupuk 11:13-18.
- Kurnia U. 1996. Kajian Metode Rehabilitasi Lahan untuk Meningkatkan dan Melestarikan Produktivitas Tanah. Disertasi Doktor. Program Pasca Sarjana IPB Bogor.
- Kurnia, U., N. Sinukaban, F.G. Suratmo, H. Pawitan, dan H. Suwardjo. 1997. Pengaruh teknik rehabilitasi lahan terhadap produktivitas tanah dan kehilangan hara. Pemb. Pen. Tanah dan Pupuk 15:10-18.
- Kurnia, U., Sudirman, dan H. Kusnadi. 2002. Teknologi rehabilitasi dan reklamasi lahan kering. Hal. 147-182 *dalam* Teknologi Pengelolaan Lahan Kering. Menuju Pertanian Produktif dan Ramah Lingkungan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Nursyamsi, D. 2003. Penelitian kesuburan tanah Oxisol untuk jagung. J. Tanah Trop. 17:53-65.
- Puslittanak. 2000. Atlas Sumberdaya Tanah Eksplorasi Indonesia skala 1 : 1.000.000. Puslittanak, Badan Litbang Pertanian, Bogor.
- Sudartho, T., H. Suwardjo, D. Erfandy, dan T. Budhyastoro. 1992. Permasalahan dan penanggulangan lahan alang-alang. Hal. 51-70 dalam Pemanfaatan Lahan Alang-alang untuk Usahatani Berkelanjutan. Prosiding Seminar Lahan Alang-alang. Bogor, 1 Desember 1992. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Suganda, H., M. S. Djunaedi, D. Santoso, dan Soleh Sukmana. 1997. Pengaruh cara pengendalian erosi terhadap aliran permukaan, tanah tererosi, dan produksi sayuran pada Andisols. Pemb. Pen. Tanah dan Pupuk 15:38-50.
- Sukristionubowo, Pulyadi, Putu Wigena, dan A. Kasno. 1993. Pengaruh penambahan bahan organik, kapur dan pupuk NPK terhadap sifat kimia tanah dan hasil kacang tanah. Pemb. Pen. Tanah dan Pupuk 11:1-6.
- Suwardjo A. Abdurachman dan S. Abujamin 1989. The use of crop residue mulch to minimize tillage frequency. Pemb. Pen. Tanah dan Pupuk 8:31-37.
- Suwardjo, H. dan Ai Dariah. 1995. Teknik olah tanah konservasi untuk menunjang pengembangan pertanian lahan kering yang berkelanjutan. Hal 8-13 *dalam* Prisiding Seminar Nasional V. Budidaya Pertanian Olah Tanah Konservasi. Bandar Lampung, 8-9 Mei 1995. Kerjasama UNILA, HIGI, HITI, dan Jurusan BDP, Faperta, IPB.