

ASPEK KONSERVASI TANAH DALAM PENANGGULANGAN DEGRADASI LAHAN PADA LAHAN KERING KABUPATEN TOJO UNA-UNA SULAWESI TENGAH

Deddy Erfandi

Balai Penelitian tanah

Jl. Tentara Pelajar No. 12, Kampus Penelitian Pertanian Cimanggu, Bogor

deddyerfandi@yahoo.co.id

ABSTRAK

Konservasi tanah merupakan salah satu aspek penting dalam mendukung program ketahanan pangan. Hal ini diperlukan untuk menciptakan kawasan yang memiliki lingkungan yang lestari. Desa Bongka Makmur, Kecamatan Ulu Bongka Makmur, Kabupaten Tojo Una-una, Sulawesi Tengah, mempunyai luas sekitar 1873 ha. Terletak pada koordinat 121°29'30" – 121°31'30" Bujur Timur dan antara 01°03'20"- 01°6'30" Lintang Utara. Lahan bertopografi datar hingga berbukit dengan solum dangkal. Untuk menciptakan lingkungan yang berkelanjutan, telah dilaksanakan penelitian pada desa tersebut mengenai rona sistem teknik konservasi tanah lahan kering untuk mengatasi degradasi lahan. Penelitian bertujuan untuk melihat lingkungan konservasi tanah dan merekomendasikan teknologi konservasi tanah secara *insitu*, agar dapat mengatasi degradasi lahan. Data pengamatan kesesuaian lahan beberapa komoditas menunjukkan bahwa lahan yang dapat dikembangkan untuk komoditas pertanian di desa Bongka Makmur seluas 520 ha (27,80 %) pada tegalan dan 192 ha (10,25 %) pada pekarangan. Sedangkan sisanya adalah kawasan konservasi dengan luas 5,23 % dan tanaman tahunan seluas 56,75 % yang masih sulit dijadikan lahan pertanian tanaman pangan, karena kondisi biofisik lahan. Ada potensi sumber air yang cukup memungkinkan untuk dapat mengairi persawahan. Rekomendasi Kebun campuran yang memiliki lereng 3-25 %, maksimum proporsi tanaman semusim adalah 30-75 % dengan tergantung pada keadaan teknik konservasi insitu. Hal yang sama pada penggunaan lahan sawah dengan kelerengan 0-3 % memiliki rekomendasi berbeda.

Kata Kunci : Lahan kering, konservasi tanah, tojo una-una

ABSTRACT

Soil conservation is one of the important aspects in supporting food security programs. It is necessary to create an area that has a sustainable environment. Bongka Makmur Village, Ulu Bongka, Tojo Una-una District, Central Sulawesi Province has an area of about 1873 ha. Located at coordinates 121°29'30"- 121°31'30" East Longitude and between 01°03'20 " - 01°6'30" North Latitude. Having a flat to hilly topography with shallow solum. To create a sustainable environment, has conducted research on the village on the hue system dryland soil conservation techniques to address land degradation. The study aims to look at the environmental conservation of soil and recommend the insitu soil conservation technologies, in order to tackle land degradation. Data observation suitability of land for some commodities show that the land can be developed for agricultural commodities in the village Bongka Makmur area of 520 ha (27.80%) on dry land and 192 ha (10.25%) on backyard. While the rest is a conservation area with an area of 5.23% and 56.75% annual crop area is still difficult to be used for crop lands, because the biophysical conditions. There is a potential source of water is quite possible to irrigate rice fields. Recommendations mix farming having 3-25% slope, the maximum proportion of annual crops is 30-75% depending on the state of conservation

techniques in situ. The same thing on the use of paddy fields with gradients of 0-3% have a different recommendation.

PENDAHULUAN

Otonomi Daerah menyebabkan penyelenggaraan pembangunan dilakukan oleh Pemerintah Daerah. Salah satunya adalah pergeseran desentralisasi dalam perencanaan, pelaksanaan, pengendalian, pengawasan dan pembiayaan pembangunan pertanian. Seiring dengan perubahan paradigma pembangunan tersebut, maka manajemen pembangunan pertanian akan mengalami penyesuaian. Konsekuensi dari perubahan tersebut, semua pemerintah daerah dituntut untuk dapat merumuskan program dan strategi pembangunan pertanian yang tepat (Badan Litbang Pertanian, 2004). Dengan demikian sektor pertanian dapat berperan penting dalam pembangunan daerah.

Primatani merupakan suatu model atau konsep baru diseminasi yang dapat mempercepat penyampaian informasi dan bahan dasar inovasi baru, menggunakan pendekatan agroekosistem dan kondisi sosial masyarakat (Adimihardja 2006; Adimihardja 2007). Konservasi tanah merupakan model teknologi inovasi yang dapat memberikan kontribusi menciptakan lingkungan yang lestari serta mendukung peningkatan ketahanan pangan. Hal ini karena dapat meningkatkan kualitas lahan dan mengatasi degradasi lahan (Rachman dan Dariah, 2007; Bie, 2005).

Pada lahan berlereng resiko terjadinya erosi dan aliran permukaan cukup besar. Dengan memberikan perlindungan pada tanah berupa pembuatan teras, menanam tanaman secara kontur, dan pemanfaatan pupuk organik secara *insitu* adalah suatu tindakan yang bijaksana dalam penyelamatan lingkungan dalam mengatasi degradasi lahan (Gardner and Gerrard. 2003; Andreas de Neergaard et al., 2008; Nyssen Jan et al., 2009; Nurida dan Undang Kurnia, 2009). Oleh karena itu aspek konservasi tanah sangat penting dalam menciptakan lingkungan yang lestari dan berkesinambungan.

Makalah ini bertujuan untuk memberikan gambaran teknik konservasi tanah dan rekomendasi teknik konservasi tanah yang sesuai dengan agroekosistem dalam mencegah degradasi lahan dan mendukung ketahanan pangan. Dengan demikian diharapkan kawasan tersebut menjadi kawasan yang mampu menciptakan pertanian lestari.

METODE PENELITIAN

Penelitian terletak di Desa Bongka Makmur, Kecamatan Ulu Bongka Makmur, Kabupaten Tojo Una-una, Sulawesi Tengah (Gambar 1), mempunyai luas lahan sekitar 1873 ha dengan jumlah 285 KK. Terletak pada koordinat $121^{\circ} 29' 30'' - 121^{\circ} 31' 30''$ Bujur Timur dan antara $01^{\circ} 03' 20'' - 01^{\circ} 6' 30''$ Lintang Utara. Kabupaten Tojo Una-una (Touna) merupakan pemekaran dari Kabupaten Poso. Sedangkan Desa Bongka Makmur semula merupakan daerah transmigrasi dengan nama Desa Uekambuno II. Mata pencaharian sebagian besar penduduk adalah sebagai petani dan peternak (BPS Kab. Tojo Una-una, 2006).

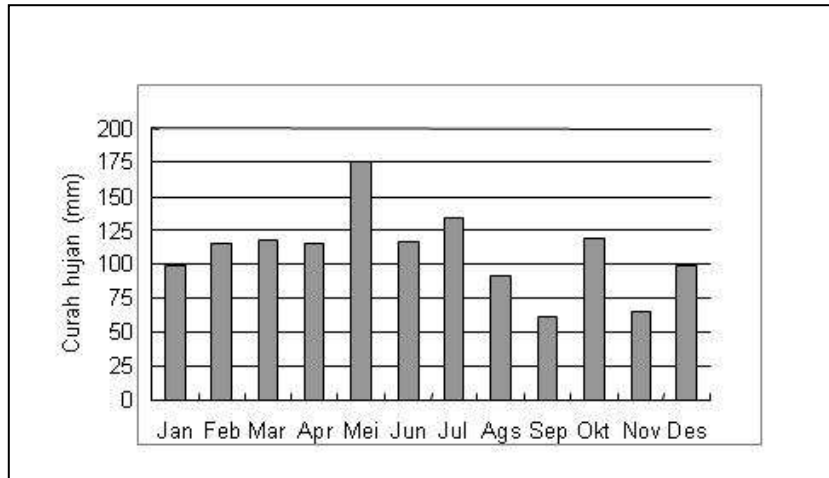


Penggunaan lahan areal penelitian terdiri dari lahan tegalan, pekarangan dan tanaman tahunan serta kawasan konservasi (Tabel 1). Lahan tegalan penyebarannya di dataran aluvial dan dataran tektonik bergelombang sampai berbukit dengan tanaman utama adalah jagung. Sedangkan pekarangan merupakan areal pemukiman penduduk dengan wilayah datar sampai agak datar. Kakao dan kelapa paling banyak diusahakan oleh penduduk setempat (Hikmatullah and Al-Jabri., 2007). Wilayah yang cukup luas adalah perbukitan di sebelah timur daerah penelitian. Sebagian wilayah perbukitan sudah diusahakan untuk tanaman jagung.

Tabel 1. Penggunaan lahan di Desa Bonga Makmur

Penggunaan lahan	Luas	
	Ha	%
Tegalan	520	27,77
Pekarangan	192	10,25
Tanaman Tahunan	1063	56,75
Kawasan konservasi	98	5,23
Jumlah	1873	100

Curah hujan rata-rata tahunan sebesar 1.306 mm, dengan rata-rata tahunan tertinggi 1.536 mm dan terendah 787 mm. Curah hujan rata-rata bulanan tertinggi 175 mm pada bulan Mei dan terendah 62 mm terjadi pada bulan September (Gambar 2). Musim hujan berlangsung sekitar bulan Februari-Juli, sedangkan musim kemarau September-Januari. Menurut tipe hujannya, termasuk tipe D dengan jumlah bulan basah (> 100 mm) 7 bulan tanpa bulan kering (< 60 mm) (Schmidt dan Ferguson, 1951). Sedangkan menurut Oldeman dan Darmiyati (1977) termasuk zona agroklimat E₃ dengan jumlah bulan kering (< 100 mm) selama 5 bulan dan tanpa memiliki bulan basah (≥ 200 mm). Sungai Bongka tampaknya belum dapat dimanfaatkan secara optimal untuk pengairan, karena sungai bersifat ‘braiding’ (aliran deras, dangkal, berbatu, dan berpindah-pindah) sewaktu-waktu dapat terjadi banjir dengan membawa material batu dan kerikil. Pola tanam umumnya jagung-jagung-jagung, tergantung air hujan



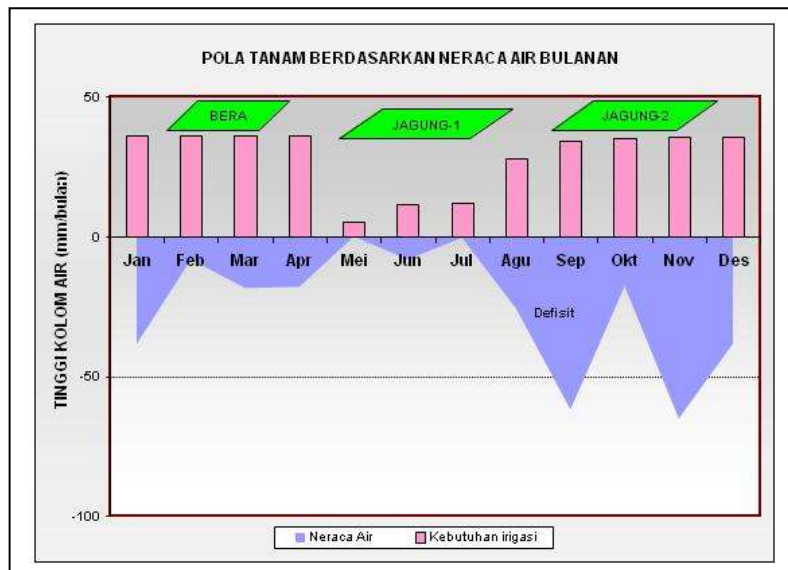
Gambar 2. Grafik distribusi curah hujan bulanan di Areal penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pola tanam dan sumbardaya air

Areal penelitian merupakan daerah pengembangan tanaman jagung. Pola tanam tanaman pangan di lokasi umumnya jagung-jagung-bera. Analisis potensi masa tanam menggunakan data curah hujan bulanan yang digunakan sebagai perhitungan neraca air dan skenario penentuan waktu tanam terbaik berdasarkan kebutuhan air. Penetapan awal masa tanam (MT) yang terbaik dalam satu tahun untuk pengembangan komoditas pertanian tanaman pangan didasarkan hasil analisis neraca air untuk tanaman tersebut. Perhitungan ini dimaksudkan untuk mengurangi risiko kehilangan atau kegagalan panen akibat cekaman air. Hasil analisis penentuan potensi tanam untuk pola tanam jagung-jagung-bera, dengan asumsi umur jagung 115 hari disajikan pada Gambar 3. Masa tanam terbaik ditetapkan berdasarkan kondisi surplus dan defisit curah hujan. Kondisi surplus diperoleh apabila curah hujan lebih besar daripada evapotranspirasi, sedangkan kondisi defisit sebaliknya. Asumsi evapotranspirasi sekitar $4,4 \text{ mm hari}^{-1}$. Kondisi curah hujan kurang memungkinkan untuk bertanam padi baik pada MT I maupun MT II. Pertanaman jagung atau palawija lain dapat dilakukan terutama pada MT I. Sedangkan pada MT II masih dapat ditanami dengan catatan frekuensi penyiraman harus lebih sering.

Awal masa tanam jagung musim tanam I antara bulan Mei-Agustus. Awal masa tanam jagung musim tanam II antara bulan September-Desember. Berdasarkan hasil analisis neraca air bulanan yang diperoleh, sepanjang tahun tidak terdapat surplus curah hujan. Sebaliknya defisit hampir terjadi sepanjang tahun, kecuali bulan Mei dan Juli. Pertanaman jagung musim tanam I memerlukan tambahan irigasi sekitar $0,21 \text{ l detik}^{-1} \text{ ha}^{-1}$. Pada musim tanam jagung kedua dibutuhkan tambahan air irigasi sekitar $0,54 \text{ l detik}^{-1} \text{ ha}^{-1}$ untuk keseluruhan musim tanam (Gambar 3). Pada musim tanam ketiga, apabila tidak diberakan, dapat pula ditanami palawija, terutama palawija yang membutuhkan tambahan air sedikit.



Gambar 3. Penentuan pola dan masa tanam serta kebutuhan air berdasarkan kondisi surplus dan defisit curah hujan pada di Desa Bongka Makmur

Kondisi teknik konservasi tanah yang ada

Desa Bongka Makmur termasuk agroekosistem lahan kering dataran rendah iklim kering (LKDRIK). Dari hasil pengamatan kondisi lahan pertanian, belum ada penerapan kaidah konservasi tanah. Padahal lahan di wilayah ini banyak yang berlereng dan berbukit. Hal ini dapat berpotensi terjadinya erosi, walaupun curah hujan tergolong rendah, yaitu rata-rata 1.306 mm tahun⁻¹. Dengan tanah yang memiliki tekstur halus, erosi alur sering terjadi terutama pada lereng berombak hingga bergelombang. Kejadian ini banyak terjadi pada lahan usaha I yang diperuntukkan tanaman pangan. Produksi tanaman terutama jagung produksi stabil, hal ini seolah-olah dampak erosi tidak mempengaruhi produksi tanaman. Ditinjau dari karakteristik tanah ternyata areal tersebut memiliki solum yang dalam. Namun pengelolaan lahan tanpa kaidah konservasi tanah, lambat laun akan terjadi kemerosotan produksi dan akhirnya terjadi degradasi lahan.

Rekomendasi Teknik Konservasi Tanah

Rekomendasi teknik konservasi tanah sangat diperlukan pada daerah tegalan (lahan usaha I), kebun campuran, dan wilayah perbukitan. Untuk mempertahankan kualitas tanah, teknik konservasi tanah secara *insitu* sangat diperlukan. Terutama dalam penyediaan tanaman untuk pengelolaan bahan organik, seperti tanaman budi daya lorong dan tanaman penguat teras. Hal ini guna mengefisienkan tenaga dan biaya.

1. Dataran banjir

Lokasi ini diperlukan tanaman yang memiliki perakaran banyak dan dalam. Hal ini berguna untuk mengantisipasi bahaya erosi dan banjir. Tanaman yang ada pada lahan ini, seperti kelapa dan pinus harus dipertahankan, karena selain dapat beradaptasi dengan baik, tanaman ini mampu menahan aliran permukaan dan erosi.

2. Tegalan (dataran Alluvial)

Pengelolaan bahan organik dengan sistem budi daya lorong (*alley cropping*) dapat menghasilkan bahan hijau. Hijauan tersebut dapat digunakan sebagai mulsa dan pupuk hijau yang dapat menyumbangkan hara.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam aplikasi budi daya lorong:

Persyaratan penerapan budi daya lorong

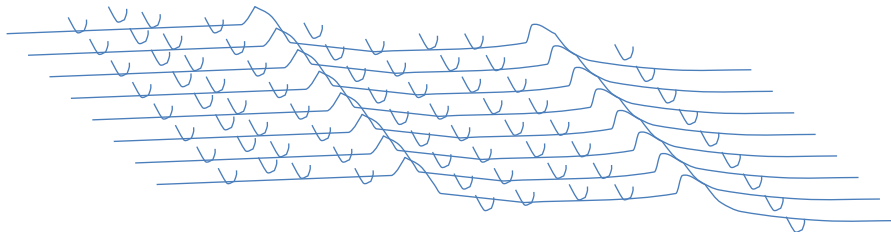
- Kemiringan lahan berkisar antara 3-40%
- Kedalaman solum > 20 cm
- Interval horizontal 3-10 m

Hasil tanaman unggulan padi dari sawah irigasi, dan jagung dari tegalan serta sapi perah. Namun tanaman-tanaman tersebut masih perlu ditingkatkan baik kualitas dan produksinya. Sedangkan pakan ternak untuk sapi perah masih minim tersedia. Selain itu varietas unggul perlu dibenahi dan yang lebih penting adalah masalah kesuburan dan teknik konservasi tanah.

Teknik konservasi tanah sudah banyak dikenal pada Desa ini yaitu dalam bentuk guludan dan teras bangku. Guludan dan teras di daerah ini banyak dibentuk dari batu. Namun masih banyak yang belum memenuhi syarat, seperti tanpa penguat gulud atau teras dan bahkan banyak guludan yang tidak permanen. Disamping itu masih kurangnya sisa panen yang dikembalikan pada lahan. Hal-hal seperti inilah yang dapat berdampak negatif pada keseimbangan hara tanah dan hasil tanaman.

3. Teras irigasi/sawah

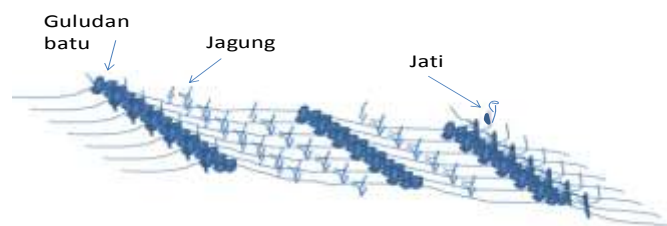
Umumnya teras ini sudah cukup baik dan stabil (Gambar 4). Namun saluran pembuangan air (SPA) harus diperbaiki. Sawah tanpa SPA dapat menyebabkan sistem penggunaan air tidak efektif dan efisien.



Gambar 4. Ilustrasi teras irigasi/sawah tanpa saluran pembuangan air

4. Gulud batu

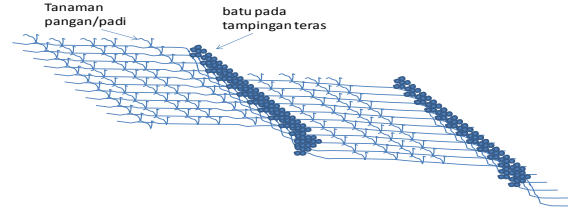
Kondisi gulud batu yang ada masih kurang sempurna (Gambar 5). Hal ini karena penyusunan batu yang berasal dari batu gamping kurang teratur dan juga selalu berubah-ubah sesuai dengan musim tanam. Dengan adanya perubahan gulud pada setiap musim, resiko erosi tanah semakin besar pada lahan tersebut. Disamping itu SPA belum dibuat, padahal aliran permukaan pada lahan ini cukup besar.



Gambar 5. Ilustrasi Gulud batu tanpa saluran pembuangan air

5. Teras bangku batu

Umumnya teras batu yang tersusun sudah cukup baik. Batu tersebut berasal dari batu gamping (Gambar 6). Pada musim penghujan lahan ini ditanamai padi gogo. Sedangkan musim kemarau ditanami jagung, namun biasanya lahan yang dekat sumber air.



Gambar 6. Ilustrasi teras bangku batu

Introduksi teknik konservasi tanah lahan kering

Dalam mengatasi degradasi lahan dan menciptakan lingkungan yang berkelanjutan, diperlukan teknologi yang ramah lingkungan dan bersifat *insitu*. Teknologi yang diperlukan adalah kerapatan tanaman, karena kerapatan tanaman berhubungan dengan erosi dan longsor. Indonesia yang beriklim tropis tentu cenderung curah hujan yang tinggi menjadi penyebab bahaya banjir, erosi dan tanah longsor. Untuk itu berdasarkan pengamatan lapang disajikan introduksi teknik konservasi tanah pada Tabel 2.

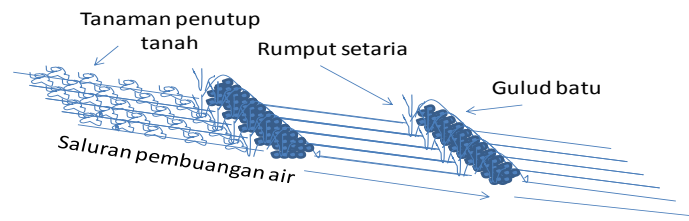
Tabel 2. Introduksi teknik konservasi tanah lahan kering pada Areal penelitian

Lereng (%)	Penggunaan lahan	Konservasi tanah yang ada	Introduksi Teknik konservasi tanah		Keterangan
			Maks proporsi tanaman semusim (%)	Teknik konservasi tanah	
0 - 3	Sawah Irigasi	Teras irigasi	100	Teras irigasi diperbaiki, agar penggunaan air lebih efisien	Pembuatan SPA
0 - 3	Sawah tadah hujan/	Teras sawah	100	penggunaan air lebih efisien, pompanisasi	-
0 - 3	Kebun campuran	-	75	Penanaman tanaman penutup tanah	Tanaman semusim ditanam dibawah tegakan jati
3 - 8	Kebun campuran	Gulud batu	60	Dengan penguat teras rumput gajah	Tanaman semusim ditanam dibawah tegakan tanaman hutan
8-15	Kebun campuran	Teras batu	50	Perbaiki teras batu dan permanen, pembuatan embung (Depatemen Pertanian, 2006).	Tanaman semusim ditanam dibawah tegakan tanaman hutan
15-25	Kebun campuran	Teras bangku batu	30	Teras bangku batu permanen, pembuatan embung (Depatemen Pertanian, 2006).	Tanaman semusim ditanam dibawah tegakan tanaman hutan.

Tanaman penutup tanah

Teknik konservasi ini dimaksudkan selain untuk menambah bahan organik tanah, juga sebagai penghambat benturan langsung terhadap curah hujan. Dengan demikian erosi tanah pada lahan tegalan dan kebun campuran dapat dihambat. Tanaman penutup tanah dianjurkan menggunakan jenis legume (Gambar 7), karena bahan organik yang dihasilkan cukup baik untuk keseimbangan hara tanah (Dariah et al., 2007; Fattet et al., 2011). Jenis tanaman penutup tanah yang dapat diterapkan

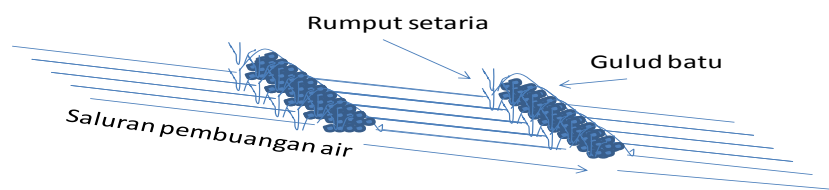
adalah *Centrosema sp.*, *Puraria javanica* dan *Arachis pintoii*. Penanaman tanaman penutup tanah dapat dilakukan pada tegakan jati dan cengkeh.



Gambar 7. Ilustrasi penanaman tanaman penutup tanah

-Gulud batu

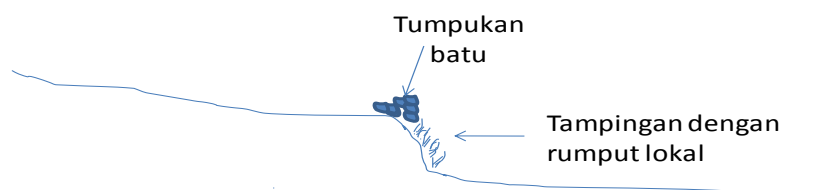
Perbaikan gulud batu dilakukan agar menjadi stabil dan permanen (Gambar 8). Untuk itu gulud perlu diperkokoh dengan tanaman penguat teras. Jenis tanaman yang dapat dijadikan tanaman penguat teras dan sangat diperlukan untuk ternak adalah jenis pakan ternak, seperti rumput gajah (*Pennisetum purpureum*), *Setaria sp* dan *Paspalum notatum*. Dengan demikian ketersediaan pakan ternak untuk Desa Mojorejo menjadi surplus. Penanaman tanaman penguat guludan ini ditanam secara zig zag dengan jarak 25 cm. Disamping itu setiap panjang guludan 25 meter dibuat saluran pembuangan air (SPA).



Gambar 8. Ilustrasi penampang gulud batu

-Teras irigasi/sawah

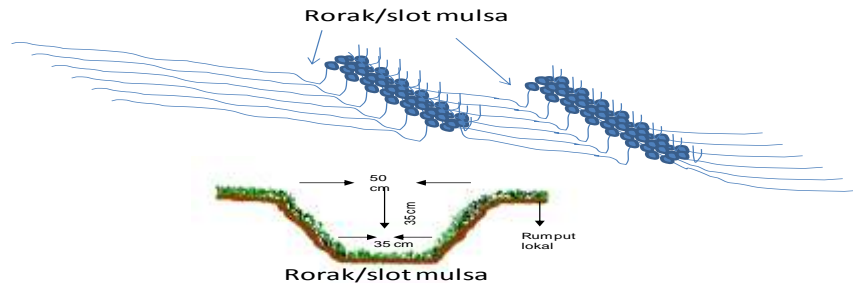
Teras irigasi diperbaiki dengan cara memperkuat pematang sawah dan tampingan dengan menanam rumput lokal.. Hal ini agar pematang lebih stabil dan efisien dalam penggunaan air.



Gambar 9 . Ilustrasi teras sawah dengan introduksinya.

-Rorak/slot mulsa

Pembuatan lubang diantara tanaman tahunan yang berfungsi sebagai penyimpan air/resapan air. Disamping itu berfungsi untuk membuang serasah tanaman agar dapat digunakan sebagai mulsa atau pupuk pada tanaman tahunan dan tanaman semusim. Rorak dapat dibuat dekat guludan, selain berfungsi sebagai resapan air juga sebagai penghambat aliran permukaan (Gambar 10). Lubang rorak dibuat dengan ukuran panjang 2 meter, lebar 50 cm dan dalam 35 cm . Jarak antara rorak 3 meter.



Gambar 10. Ilustrasi penampang rorak/slot mulsa.

-Teras bangku batu

Teras bangku batu dengan tampingan rata-rata 0.5-1 meter perlu dikombinasikan dengan rumput pakan ternak, agar bangunannya menjadi kokoh dan stabil. Dengan demikian teras batu tersebut mampu menahan longsor dan erosi. Rumput pakan ternak yang tersedia secara insitu adalah rumput gajah. Disamping itu perlu dibuat terjunan air setiap 25 meter dan SPA. Pada kebun campuran lereng 15 – 25 persen dengan tanaman jati/mindi/mahoni yang masih kecil dengan tinggi rata-rata 0,5-1,5 m dapat ditanam tanaman semusim 30 % .

KESIMPULAN

Lahan yang dapat dikembangkan untuk komoditas pertanian di desa Mojorejo seluas 878,02 ha (92,56 %). Sedangkan sisanya seluas 70,54 ha (7,22 %) tidak dapat dikembangkan untuk lahan pertanian. Lahan yang secara biofisik tidak sesuai diarahkan sebagai kawasan konservasi. Teknik konservasi tanah pada Desa Mojorejo dibuat dalam bentuk tumpukan batu yang menyerupai guludan dan teras bangku. Introduksi teknik konservasi tanah lahan kering diarahkan pada kerapatan tanaman. Pada kebun campuran yang memiliki lereng 8-15 %, maksimum proporsi tanaman semusim adalah 50 % dengan membuat teras batu yang permanent, sedangkan kebun campuran pada lereng 15-25 %, maksimum proporsi tanaman semusim adalah 30 % dengan teras bangku batu yang permanent. Teknik konservasi tanah vegetatif seperti menanam tanaman penguat teras rumput gajah dan menanam tanaman penutup tanah merupakan alternatif pencegah erosi tanah. Sumber air yang ada memiliki potensi untuk mengairi sawah. Pembuatan embung serta pompanisasi untuk mengantisipasi kekurangan air, terutama pada lahan tadah hujan.

DAFTAR PUSTAKA

- Adimihardja Abdurachman. 23 Agustus 2006. "Primatani Membangun Agroindustri Pedesaan dengan Inovasi Teknologi dan Kelembagaan Agribisnis". PT Gramedia, Tabloid Sinar Tani, hlm. 12.
- Adimihardja Abdurachman. 2007 "Siapakah kita menghadapi eskalasi tantangan konservasi lahan pertanian di Indonesia?". Dalam Fahmuddin Agus, Naik Sinukaban, A.Ngaloken Ginting, Harry Santoso, dan Sutadi (Ed), *Bunga Rampai Konservasi Tanah dan Air* (hlm. 76-84). Pengurus Pusat Masyarakat Konservasi Tanah dan Air Indonesia 2004-2007, Jakarta.
- Andreas de Neergaard, Jakob Magid, and Ole Mertz. 2008. "Soil erosion from shifting cultivation and other smallholder land use in Sarawak, Malaysia". *Agriculture, Ecosystems & Environment* 125 (1-4): 182-190.

- Badan Litbang Pertanian.2004. *Pedoman Umum Prima Tani*. Departemen Pertanian, Badan Litbang Pertanian, Jakarta.
- Bie de C.A.J.M. 2005 “Assessment of soil erosion indicator for maize-based agroecosystems in Kenya”. *CATENA* 59 (3) : 231-251.
- Dariah A., N.L. Nurida dan Sutono. 2007. Fomulasi bahan pembenah tanah untuk rehabilitasi lahan terdegradasi. *Prosiding Seminar Nasional Sumberdaya Lahan dan Lingkungan Pertanian*. Bogor, 7 -8 November 2007. 289-297.
- Departemen Pertanian. 2006. *Lampiran Peraturan Menteri Pertanian no. 47/Permentan/OT.140/10/2006*, tgl 9 Oktober 2006. Tentang Pedoman Umum Budidaya Pertanian pada Lahan Pegunungan. Kementerian Pertanian Republik Indonesia, Jakarta.
- Fattet M., Y. Fu, M. Ghestem, W. Ma, M. Foulonneau, J. Nespoulous, Y. Le Bissonnais, and A. Stokes. 2011. “Effects of vegetation type on soil resistance to erosion: Relationship between aggregate stability and shear strength “. *CATENA* 87 (1): 60-69.
- Gardner R.A.M., and A.J. Gerrard. 2003.” Runoff and soil erosion on cultivated rainfed terraces in the Middle Hills of Nepal”. *Applied Geography* 23, 1. 23-45.
- Hikmatullah and M. Al-Jabri. 2007. Soil properties of the alluvial plain and its potential use for agriculture in Donggala region, Central Sulawesi. *Indones. J. Agric. Sci.* 8 (2): 67-74
- Nurida L.,N., dan Undang Kurnia. 2009. ”Perubahan Agregat tanah pada tanah Ultisols Jasinga Terdegradasi Akibat Pengolahan tanah dan Pemeberian Bahan Organik”. *Jurnal tanah dan Iklim*, 30 : 37- 48.
- Nyssen Jan, J. Poesen, and J. Deckers. 2009. “Land degradation and soil and water conservation in tropical highlands”. *Soil and Tillage Research* 103 (2): 197-202
- Rachman Achmad dan A. Dariah. “Permodelan dalam Perencanaan Konservasi Tanah dan Air.. Dalam Fahmuddin Agus, Naik Sinukaban, A.Ngaloken Ginting, Harry Santoso, dan Sutadi (Ed). *Bunga Rampai Konservasi Tanah dan Air* (hlm. 28-33). Pengurus Pusat Masyarakat Konservasi Tanah dan Air Indonesia 2004-2007, Jakarta.
- Soil Survey Staff. 2010. *Keys to Soil Taxonomy*, 11thed.USDA Natural Resources Conservation Service, Washington DC.