

Diseminasi Teknologi Konservasi Tanah Berbasis Web untuk Perencanaan Implementasi Sistem Usahatani Konservasi di Lahan Kering Mendukung Pertanian Ramah Lingkungan

Dissemination of Web-Based Soil Conservation Technology for Conservation Farming System in Upland to Support Environmentally Benign Agriculture

Setiari Marwanto, Ali Jamil, dan Irawan

Peneliti Badan Litbang Pertanian di Balai Penelitian Tanah, Jl. Tentara Pelajar 12 Bogor 16114, email : setiari_mr@yahoo.com; irawan1109@gmail.com;

Diterima 16 Agustus 2013; Disetujui Dimuat 22 November 2013

Abstrak. Pengelolaan lahan kering secara berkelanjutan memiliki peran sangat strategis dalam mendukung swasembada pangan di Indonesia. Lemahnya implementasi teknologi konservasi tanah di lapangan menjadi salah satu kendala dalam mempertahankan dan meningkatkan produktivitas lahan kering. Tanpa tindakan konservasi tanah, lahan kering akan rentan terhadap erosi yang mengakibatkan degradasi lahan. Berbagai cara dapat dilakukan untuk mengatasi kendala tersebut, diantaranya melalui kegiatan diseminasi yang efektif dan terus-menerus mengenai teknologi konservasi tanah sehingga kegiatan pertanian yang dilakukan dapat bersifat ramah lingkungan. Pengemasan alat diseminasi yang menarik dan mudah dicerna akan menentukan keberhasilannya. Sistem pengambilan keputusan (*decision support system*) diperlukan oleh pelaku pertanian untuk melakukan penilaian potensi erosi dan pemilihan teknik konservasi tanah yang tepat secara mandiri. Sistem ini telah dibuat oleh Balai Penelitian Tanah pada tahun 2007 dan diberi nama program SPLaSH (Sistem Pengelolaan Lahan Sesuai Harkat) tetapi masih memiliki kelemahan dalam proses diseminasinya karena masih berbasis komputer tunggal (*desktop*). Oleh karena itu, pemanfaatan teknologi internet dan web sebagai basis bagi sistem pengambilan keputusan menjadi pilihan terbaik saat ini. Data spasial tersedia yang memiliki atribut lengkap akan memberikan kemudahan aplikasinya. Perbedaan skala menyebabkan fasilitas perubahan tetap diperlukan agar pelaku pertanian dapat mengisi variabel data sehingga lebih sesuai dengan kondisi lahan sebenarnya. Dukungan basis data yang kuat serta akses jaringan internet yang luas dan handal akan menentukan keberhasilan proses diseminasi selanjutnya. Sistem pengambilan keputusan berbasis web yang diberi nama "Sistem Informasi Pengelolaan Lahan" ini diharapkan dapat mempermudah pelaku pertanian untuk mengakses informasi teknologi konservasi tanah yang tepat secara spesifik lokasi agar produktivitas lahan meningkat sekaligus menjaga keberlanjutannya.

Kata kunci : Erosi tanah / Diseminasi / Sistem pengambilan keputusan / Teknologi konservasi tanah / Teknologi web

Abstract. Sustainability of upland management has a very strategic role in supporting food-self sufficiency in Indonesia. Weak implementation of soil conservation technology in the field is one of constraint factors in maintaining and increasing the productivity of upland. Without soil conservation measures, upland soil would be vulnerable to soil erosion which leads to land degradation. There are many ways to overcome these constraint including effective and continuously dissemination of soil conservation technologies to support environmentally friendly agriculture. Interesting and user friendly dissemination package will determine its success. Decision support system is needed by agricultural stakeholders and smallholders to assess the potential of their land to soil erosion and the selection of appropriate soil conservation techniques. This system has been created by Indonesian Soil Research Institute in 2007 and named as SPLaSH (Sistem Pengelolaan Lahan Sesuai Harkat). The program has a weakness in dissemination effort because it is still based on single computer personal unit (desktop). Therefore, the use of internet and web technologies as a basis for decision-making system are the best choice at this time. Spatial data availability with full attributes will provide ease of its application. However, the differences in scale by alteration on this default values still needed, so that users can fill data that are better suited to the actual conditions of their agricultural land. Database support system and broader reliable internet access will determine the future of success of dissemination. It is expected that within this web-based decision support system stakeholders and smallholders can easily access the information on the appropriate soil conservation technologies in specific sites in order to increase land productivity as well as maintaining land sustainability.

Keywords : Decision support systems / Dissemination / Soil erosion / Soil conservation technology / Web technology

Lahan sawah sering digunakan sebagai lahan produksi untuk komoditas non beras seperti tebu dan kedelai. Kondisi ini memberikan tekanan pada produksi beras yang mengandalkan sawah sebagai lahan produksinya. Pemanfaatan lahan kering baik melalui intensifikasi maupun ekstensifikasi mutlak dilakukan untuk mengurangi beban lahan sawah dalam

menambah produksi pangan dan mensukseskan target pemerintah mencapai swasembada pangan.

Data ketersediaan lahan potensial di Indonesia menunjukkan bahwa program ekstensifikasi pertanian lahan kering dapat menunjang keberhasilan program swasembada pangan. Dalam jangka panjang, program ekstensifikasi memiliki kelemahan karena keterbatasan

luasan lahan sehingga pada titik tertentu tidak dapat lagi memperluas lahan pertanian. Hal tersebut harus diatasi dengan jalan meningkatkan upaya intensifikasi lahan.

Selain keterbatasan luasan untuk produksi pertanian jangka panjang, pengelolaan lahan kering di Indonesia juga terkendala oleh kondisi kesuburan tanah, topografi, ketersediaan air, kepemilikan lahan, penggunaan dan ketersediaan lahan. Salah satu upaya untuk mengatasi kendala tersebut antara lain dilakukan dengan penerapan teknologi konservasi tanah (Abdurachman *et al.* 2008).

Teknologi konservasi tanah merupakan salah satu upaya untuk mewujudkan pembangunan pertanian berkelanjutan (Montgomery 2007) sekaligus menyelamatkan bumi ini dari dampak pemanasan global (Kato *et al.* 2009). Pada kenyataannya, implementasi teknologi konservasi tanah di lapangan masih lambat sehingga laju degradasi tanah tetap tinggi yang diiringi dengan penurunan produktivitas lahan. Diseminasi mengenai informasi teknologi konservasi tanah dan adopsinya oleh petani berjalan sangat lambat. Sebagian besar diseminasi teknologi konservasi tanah bersifat formal dan belum sepenuhnya difahami oleh masyarakat petani bahkan oleh para penyuluh pertanian. Hal ini mengindikasikan bahwa proses komunikasi yang seharusnya merupakan proses penyampaian informasi dua arah mengalami masalah. Secara umum, teknologi baru yang dihasilkan oleh Badan Litbang Pertanian membutuhkan waktu lama untuk dapat diketahui dan diadopsi oleh pengguna (Hermanto 2007; Simatupang 2004). Faktor yang mempengaruhi adopsi petani terhadap teknologi konservasi tanah sangat kompleks dan bersifat unik di masing-masing daerah dan agroekosistemnya (Knowler and Bradshaw 2006).

Dalam upaya implementasi teknologi konservasi tanah untuk pertanian di lahan kering, diperlukan data erosi aktual/potensial yang apabila dilakukan pengukuran secara langsung diperlukan biaya yang mahal, waktu yang lama dan sumberdaya manusia yang memadai. Untuk itu diperlukan suatu alat yang mudah dan sederhana yang dapat memprediksi erosi dan merancang perencanaan implementasi teknologi konservasi di suatu wilayah daerah aliran sungai (DAS) agar erosi yang terjadi < erosi yang diperbolehkan (*tolerable soil loss* = TSL), sehingga tanah dapat digunakan secara lestari.

Pada periode 2005-2007, Balai Penelitian Tanah telah merintis sebuah program yang mampu membantu pelaku pertanian dalam memprediksi erosi yang terjadi di lahan mereka, menilai apakah pengelolaan lahan saat ini sudah aman dari erosi, dan menyediakan pilihan teknologi konservasi tanah yang sesuai untuk diterapkan di lahan mereka. Program pengambilan keputusan tersebut (*decision support system/DSS*) diberi nama SPLaSH (Sistem Pengelolaan Lahan Sesuai Harkat), masih memiliki keterbatasan secara teknis dan belum dapat diakses para penggunanya secara luas (referensi). Berdasarkan evaluasi dari program tersebut, maka pada tahun 2013 Balai Penelitian Tanah melakukan terobosan strategis dengan memperbaiki kelemahan program tersebut dengan cara meningkatkan kemampuan basis data, penggunaan sistem informasi geografis (SIG), dan pemanfaatan teknologi web dan jaringan internet.

Internet telah banyak membantu petani dan para pihak terkait dengan pembangunan pertanian dan sektor pangan secara umum (Kaloxylou *et al.* 2013, Chhachhar *et al.* 2014). Selain informasi dan komunikasi, internet juga digunakan untuk membangun DSS (Mannini *et al.* 2013). Pembangunan jaringan internet hingga wilayah pelosok Indonesia telah dilakukan oleh Kemenkominfo (Kementerian Komunikasi dan Informatika) sebagai salah satu kegiatan prioritas pada periode kabinet 2010-2014 (<http://web.kominfo.go.id>). Target bahwa 75% dari seluruh kabupaten/kota di Indonesia akan dibangun jaringan internet akan menjadi sumber optimisme bahwa diseminasi teknologi konservasi tanah berbasis web ini akan sampai pada sasaran secara lebih efektif.

Tujuan dari penulisan ini adalah untuk mengulas upaya diseminasi teknologi konservasi tanah melalui pembuatan sistem informasi dan sistem pengambilan keputusan dengan memanfaatkan teknologi internet dan web.

KONDISI LAHAN KERING DI INDONESIA

Lahan kering Indonesia saat ini seluas 5,2 juta ha digunakan untuk komoditas padi, jagung, kedelai, kacang tanah, kacang hijau, ubi kayu, ubi jalar dan tebu (Sukarman dan Suharta 2010). Berdasarkan pangsa produksi dan produktivitas lahan dan tingkat permintaan komoditas tersebut hingga tahun 2050, maka diperlukan perluasan lahan sebesar 11,75 juta ha.

Indonesia memiliki potensi lahan kering seluas 64,57 juta ha yang terdiri atas lahan yang sesuai untuk tanaman semusim 24,83 juta ha dan lahan yang sesuai untuk tanaman tahunan seluas 39,74 juta ha (Mulyani *et al.* 2011). Tersedia sekitar 34,7% dari luasan potensial tersebut untuk keperluan perluasan lahan pertanian dengan rincian 7,08 juta ha untuk tanaman semusim dan 15,31 juta ha untuk tanaman tahunan (Badan Litbang Pertanian 2007). Saat ini lahan tersebut berupa semak belukar dan alang-alang dan belum diketahui status kepemilikannya. Potensi luas lahan di atas dapat terkoreksi lebih sempit lagi apabila sudah diketahui status kepemilikannya. Mengingat ketersediaan lahan kering potensial yang terbatas tersebut, maka diperlukan upaya peningkatan intensifikasi lahan agar target pemenuhan kebutuhan pangan atau swasembada pangan dapat tercapai.

Pada aspek teknis, pemanfaatan lahan kering juga menghadapi beberapa kendala, meliputi kendala fisik lahan dan sosial ekonomi masyarakat (Idjudin dan Marwanto 2008). Kendala fisik lahan berupa lereng yang curam, solum yang tipis, kesuburan tanah yang rendah, kehilangan lapisan permukaan yang relatif subur akibat erosi, dan minimnya ketersediaan air. Sebagai negara tropis yang sebagian besar lahannya memiliki kelerengan >15%, kendala fisik lahan kering tersebut dapat ditemukan di hampir seluruh wilayah Indonesia. Kendala sosial ekonomi berupa lemahnya permodalan petani untuk melaksanakan anjuran pengelolaan lahan yang baik dan benar, ketiadaan subsidi atau kredit bagi petani yang menerapkan teknologi konservasi, fragmentasi dan status penguasaan lahan. Kendala-kendala tersebut berujung pada semakin rendahnya produktivitas lahan kering di Indonesia. Oleh karena itu diperlukan upaya dan kesediaan semua pihak baik perorangan maupun institusi untuk memberikan berbagai solusi.

Alternatif solusi yang diambil sangat beragam karena terkait dengan karakteristik sosial masyarakat dan agroekosistemnya. Solusi teknis dan non teknis dalam implementasi teknik konservasi tanah merupakan hasil dari perumusan bersama dan harus disepakati oleh semua pihak yang terkait sehingga menjamin aspek keberlanjutannya. Untuk mencapai pemufakatan tersebut, diperlukan sumberdaya manusia yang memiliki pemahaman yang baik terhadap arti penting konservasi tanah dan air, dan selanjutnya mampu melaksanakan kesepakatan yang saling menguntungkan tersebut. Pembangunan fisik dan

sumberdaya manusia secara simultan menjadi mutlak dalam kerangka membangun infrastruktur bagi implementasi teknik konservasi tanah.

PERKEMBANGAN IPTEK KONSERVASI TANAH DI INDONESIA

Penelitian Tentang Teknik Konservasi Tanah di Lahan Kering

Teknologi konservasi tanah dikembangkan dengan maksud untuk menghambat kehilangan tanah akibat erosi sekaligus meningkatkan kualitas lahan. Sebagai negara tropis, erosi di Indonesia dominan disebabkan oleh air hujan sehingga prinsip teknologi konservasi tanah yang dikembangkan adalah untuk mengurangi daya pukulan air hujan, memperlambat laju aliran permukaan dan meningkatkan kapasitas infiltrasi (Agus *et al.* 1999). Teknologi konservasi tanah ini meliputi teknologi sipil teknis dan teknologi vegetatif (Subagyono *et al.* 2003). Teknologi kimiawi untuk konservasi tanah di Indonesia belum populer diterapkan petani karena biaya penerapannya cenderung mahal.

Penelitian tentang konservasi tanah telah dirintis sejak zaman Belanda tahun 1911 dan mengalami perkembangan pesat mulai tahun 1970-an, dengan berdirinya Bagian Konservasi Tanah dan Air, Lembaga Penelitian Tanah, Bogor (sekarang menjadi Kelompok Peneliti Fisika dan Konservasi Tanah dan Air, Balai Penelitian Tanah). Penelitian-penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui proses erosi mulai dari pengelupasan tanah, pengangkutan sampai pengendapan material terangkut erosi beserta faktor-faktor yang mempengaruhinya serta akibat yang ditimbulkannya.

Dilakukan pula penelitian dasar tentang teknik-teknik pencegahan erosi pada berbagai kondisi lahan dan kondisi sosial ekonomi masyarakat. Beberapa model prediksi erosi dan teknologi konservasi tanah yang sukses diterapkan di negara lain juga diteliti efektifitasnya di Indonesia pada berbagai jenis tanah di lahan kering (Subagyono *et al.* 2003).

Penelitian konservasi tanah yang terintegrasi dalam sistem usaha tani masyarakat dimulai sejak tahun 1982 melalui kegiatan Proyek Citanduy II (Dariah *et al.* 2005). Selanjutnya kegiatan penelitian sistem usaha tani konservasi tersebut semakin diminati sehingga muncul beberapa kegiatan seperti Proyek Pertanian Lahan Kering dan Konservasi Tanah

(P2LK2T) tahun 1984-1994; Proyek Pembangunan Penelitian Pertanian Nusa Tenggara (P3NT) tahun 1986-1997; Penelitian peningkatan produktivitas dan konservasi tanah untuk mengatasi perladangan berpindah tahun 1990-1993; Proyek Penelitian Terapan Sistem DAS Kawasan Perbukitan Kritis DIY (*YUADP-Component 8*) tahun 1992-1996; Proyek Penelitian Usahatani Lahan kering-UFDP (*Upland Farmers Development Project*) tahun 1993-1999; Kelompok Kerja Penelitian dan Pengembangan Sistem Usahatani Lahan kering tahun 1995-2000; *Managing of soil Erosion Consortium* (MSEC) tahun 1994-2004.

Hasil penelitian tentang penerapan teknologi konservasi tanah, baik teknologi sipil teknis maupun vegetatif, menunjukkan bahwa teknologi ini terbukti

mampu menekan erosi sebagai penyebab degradasi lahan, memperbaiki kualitas tanah, ramah lingkungan, dan menjamin pengelolaan lahan kering secara berkelanjutan (Arsyad 2010; Subagyo *et al.* 2003; Agus *et al.* 1999). Sementara penelitian mengenai sistem usaha tani konservasi menghasilkan rekomendasi pengelolaan lahan yang telah memperhatikan kondisi biofisik dan sosial ekonomi masyarakat. Rekomendasi antara satu daerah dengan daerah lainnya sangat spesifik dan sangat tergantung dengan faktor-faktor yang mempengaruhinya.

Tabel 1. Efektivitas pengendalian erosi dari beberapa teknik konservasi tanah

Table 1. Effectiveness of soil erosion control from several measures

No.	Teknik konservasi	Kemiringan lereng (%)	Ketebalan solum (cm)	Efektivitas	Keterangan
<i>Pengendalian erosi secara vegetatif</i>					
1.	Pertanaman lorong (<i>alley cropping</i>)	3-40	>20	E	Tidak cocok untuk daerah kering karena produksi biomassa rendah
2.	Strip rumput (<i>grass strip</i>) lebar 0,5 m	5	>10	E	Cocok dikombinasikan dengan ternak ruminansia
3.	Penanaman menurut strip (<i>strip cropping</i>)	3-8	>20	A; (E jika strip rumput)	Perlu lahan luas (jika strip ditanam rumput), periode tanam cukup panjang
4.	Pengelolaan bahan organik:	8-30	>20	E	
	a. mulsa	0-60	semua	E	Sangat penting untuk daerah beriklim kering
	b. pencampuran sisa tanaman	0-60	20	A	Rekomendasi >6 t mulsa/ha/tahun
	c. pupuk hijau	0-60	> 10	A/E	Bisa dimodifikasi sebagai sistem rotasi tanaman
	d. pupuk kandang	0-60	semua	A	Memerlukan tenaga kerja tambahan
	e. kompos	0-60	semua	A	Memerlukan tenaga kerja tambahan
5.	Pertanaman majemuk (<i>multiple cropping</i>)	0-40	>20	A	Baik untuk lahan landai dan lahan yang sudah dteras
6.	Pergiliran tanaman (<i>crop rotation</i>)	0-60	>20	A/E	Terutama pada daerah basah iklim basah
7.	Tumpang sari (<i>intercropping</i>)	0-60	>20	A/E	Terutama pada daerah kering
8.	Tumpang gilir (<i>relay cropping</i>)	0-60	>20	A/E	Terutama pada daerah basah iklim basah
9.	Pertanaman sela (<i>tree intercropping</i>)	0-60	>20	A/E	Tanaman semusim harus yang tahan naungan
10.	Tanaman penutup tanah (<i>cover cropping</i>)				Terutama pada daerah basah iklim basah
11.	Pagar hidup	0-60	>20	E	Sebagai batas milik
12.	Barisan sisa tanaman (<i>trash line</i>)	0-60	>20	A	Tersedia bahan sisa tanaman cukup banyak
13.	Wanatani (<i>agroforestry</i>)	0-60	>20	E/S	Terutama untuk lereng agak curam atau curam
<i>Pengendalian erosi secara sipil teknis</i>					
1.	Pengolahan tanah konservasi				
	a. Pengolahan tanah minimum	0-60	>20	E	Untuk tanah gembur
	b. Tanpa olah tanah (<i>no-till, zero tillage</i>)	0-60	>20	E	Pengendalian gulma dengan mulsa atau herbisida
2.	Teras gulud (<i>ridge terrace</i>)	>3-10	>20	E	Diperlukan SPA yang aman
		10-40	>20	E	Penyerapan air baik
		40-60	>20	A	Butuh pematang
3.	Teras bangku (<i>bench terrace</i>)	>10	>40	S	Tenaga kerja sangat banyak
4.	Teras individu	15-60	>25	A/E	Rumput atau legume perlu ditanam diantara pohon
5.	Teras kredit (<i>credit/ Fanya juu terrace</i>)	5-40	>40	S	Tidak sering hujan lebat, penyerapan air baik
6.	Pematang kontur (<i>graded contour bund</i>)	1-15	>20	E	Diperlukan SPA
7.	Teras kebun (<i>garden terrace</i>)	1-15	>25	E	Jarak teras tergantung kerapatan pohon
8.	Barisan batu (<i>stone lines</i>)	3-25	semua	E	Daerah banyak batu
9.	Teras batu (<i>stone wall terrace</i>)	10-60	>40	S	Daerah banyak batu, tenaga kerja banyak

Sumber: Agus *et al.* 1999

Efektivitas Pengendalian Erosi Teknik Konservasi Tanah

Dari hasil penelitian selama ini dapat diketahui bahwa setiap jenis teknik konservasi tanah memiliki tingkat efektivitas yang berlainan tergantung dari kelerengan, sifat tanah, curah hujan, dimensi ukuran, dan pemeliharaan. Di bawah ini akan dijelaskan mengenai tingkat efektivitas teknik konservasi tanah yang berlaku secara umum dalam mengendalikan erosi (Agus *et al.* 1999).

Teknologi untuk pengendalian erosi jurang tidak dijelaskan lebih lanjut karena membutuhkan modal yang cukup besar. Petani sebenarnya sudah paham akan manfaat jangka panjang dari implementasi teknik konservasi tersebut, tapi keuntungan jangka pendek yang tidak diperolehnya menjadi salah satu faktor lemahnya implementasi. Kenyataan di lapangan membuktikan bahwa teknologi konservasi tanah belum diimplementasikan dengan baik sehingga produktivitas lahan kering tidak optimal (Subagyono *et al.* 2003). Salah satu upaya untuk meningkatkan keberhasilan implementasi teknologi konservasi tanah dapat ditempuh dengan jalan melakukan diseminasi secara efektif dan terus-menerus.

DISEMINASI TEKNOLOGI KONSERVASI TANAH

Diseminasi merupakan bagian dari kegiatan intensifikasi kawasan dan lahan pertanian pangan berkelanjutan seperti tercantum dalam UU PLPPB Pasal 28 (Setneg 2009). Salah satu bentuk diseminasi adalah pembuatan program komputer untuk membantu pelaku pertanian dalam memprediksi erosi yang terjadi di lahan mereka, menilai apakah pengelolaan lahan saat ini sudah aman dari erosi, dan menyediakan pilihan teknologi konservasi tanah yang sesuai untuk diterapkan di lahan mereka.

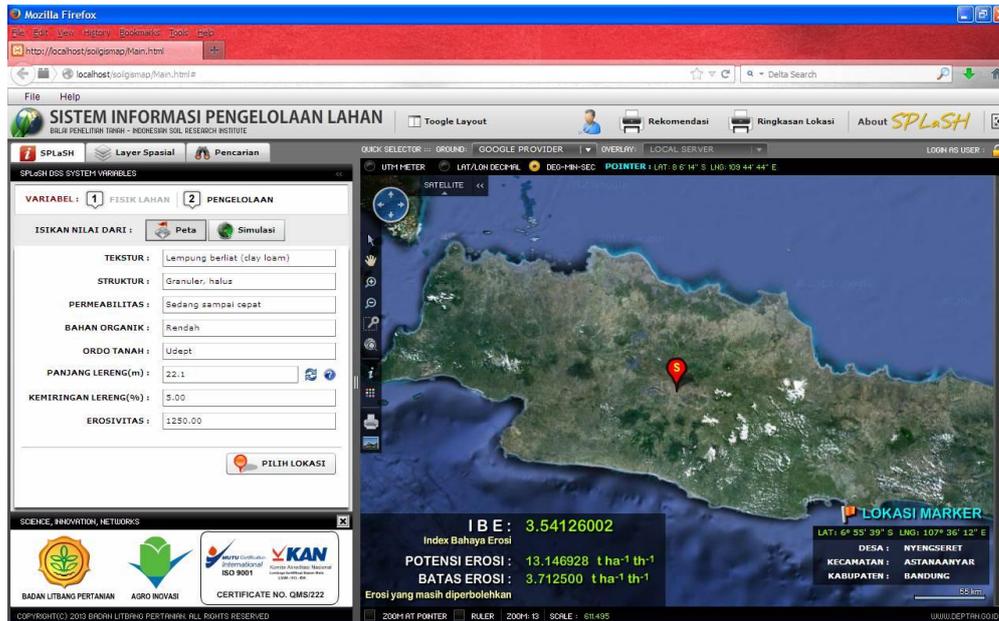
Rintisan program pengambilan keputusan tersebut telah dibuat oleh Balai Penelitian Tanah dengan algoritma yang disusun berdasarkan model USLE (*Universal Soil Loss Equation*) untuk memprediksi besaran erosi yang terjadi dalam skala petak (Wischmeier and Smith 1978). Pengambilan keputusan oleh komputer berdasarkan logika bahwa potensi erosi dari model USLE harus di bawah ambang batas erosi yang masih dapat dibiarkan (*tolerable soil loss*) di lokasi kajian. Model USLE saat ini sebenarnya sudah berkembang seiring dengan digunakannya tambahan variabel sumberdaya lahan yang lebih banyak untuk

mengakomodasi kebutuhan skala area pengamatan dan tingkat kedetilan prediksi. Konsistensi penggunaan model USLE di dunia hingga saat ini didasari atas tingginya akurasi prediksi pada skala petak serta kebutuhan data dan perhitungannya relatif lebih sederhana dibandingkan dengan model yang lain (Lal 2001; Merrit *et al.* 2003; Lim *et al.* 2005; Xu *et al.* 2008). Hasil pengembangan model USLE saat ini dikenal dengan nama *Revised USLE* (RUSLE) dan *Modified USLE* (MUSLE). Hasil pengembangan terakhir ini sudah diintegrasikan dalam perangkat SIG dengan pengembang ArcGIS yang diberi nama ArcMUSLE (Zhang *et al.* 2009).

Program yang diberi nama SPLaSH tersebut masih berupa paket yang harus diinstall dalam CPU (Computer Personal Unit) dan pengguna harus memiliki data tanah hasil analisis laboratorium (kelas tekstur dan bahan organik) dan data curah hujan selama kurang lebih 10 tahun terakhir. Keterbatasan secara teknis tersebut menyebabkan SPLaSH menjadi tidak populer dan tidak dapat diakses secara luas. Berdasarkan evaluasi dari program tersebut, maka pada tahun 2013 Balai Penelitian Tanah mulai memperbaiki kelemahan program tersebut dengan cara meningkatkan kemampuan basis data, penggunaan sistem informasi geografis (SIG), dan pemanfaatan teknologi web dan jaringan internet. Program baru tersebut diberi nama "Sistem Informasi Pengelolaan Lahan". Tampilan program tersebut disajikan pada Gambar 1.

SISTEM INFORMASI TEKNOLOGI PENGELOLAAN LAHAN KERING BERBASIS WEB

Sistem informasi teknologi pengelolaan lahan kering berbasis web yang tampilannya dapat dilihat di Gambar 1 telah berjalan di seluruh daerah administrasi Provinsi Jawa Barat. Pembuatan sistem informasi teknologi konservasi tanah berbasis web ini mengambil lokasi Provinsi Jawa Barat sebagai kajian dengan pertimbangan kelengkapan data yang dibutuhkan. Peningkatan kemampuan basis data dilakukan dengan memanfaatkan peta tanah skala tinjau (BBSDL 2012) untuk penyediaan data erodibilitas tanah (faktor K/tingkat kepekaan tanah terhadap erosi) dan data curah hujan dari stasiun-stasiun yang tersebar di provinsi ini untuk data erosititas hujan (faktor R/kemampuan hujan dalam menyebabkan erosi). Analisis dilakukan untuk menerjemahkan sifat-sifat tanah variabel model USLE berdasarkan subgrup tanah, kelas lereng, dan landform. Terdapat 11 ordo



Gambar 1. Sistem informasi pengelolaan lahan produksi Balai Penelitian Tanah

Figure 1. Information system on land management produced by Indonesian Soil Research Institute

Tabel 2. Ordo dan subgrup tanah di Provinsi Jawa Barat berdasarkan Soil Taxonomy (1999)

Table 2. Soil ordo and subgroup in West Java based on Soil Taxonomy

No.	Ordo	Subgrup
1.	Aquand	Typic Epiaquands (sawah)
2.	Aquent	Halic Fluvaquents, Typic Endoaquents, Typic Hydraquents
3.	Aquept	Typic Endoaquepts, Typic Epiaquepts, Typic Halaquepts, Vertic Epiaquepts
4.	Orthent	Typic Udorthents
5.	Psamment	Aquic Udipsamments
6.	Udalf	Typic Hapludalfs
7.	Udand	Typic Hapludands
8.	Udept	Andic Dystrudepts, Aquic Dystrudepts, Lithic Dystrudepts, Typic Dystrudepts, Typic Eutrudepts
9.	Udert	Chromic Hapluderts
10.	Udult	Typic Hapludults, Typic Kandiodults, Typic Paleudults
11.	Ustepts	Typic Haplustepts

tanah dan 22 subgrup tanah yang tersebar di seluruh Provinsi Jawa Barat (Tabel 2).

Data ordo tanah diperlukan dalam penghitungan TSL (*Tolerable Soil Loss*) sebagai faktor kedalaman efektif tanah. Data subgrup tanah diperlukan dalam interpretasi sifat tanah berupa tekstur, struktur, permeabilitas, kandungan bahan organik, dan berat isi tanah. Data-data ini memiliki nilai kuantitas dan merupakan variabel perhitungan erodibilitas tanah berdasarkan formula Hammer (1981). Berdasarkan hasil analisis diperoleh informasi sifat-sifat tanah (Tabel 3).

Data curah hujan harian digunakan untuk perhitungan nilai erosivitas hujan. Peta erosivitas hujan dibuat berdasarkan sebaran posisi stasiun curah hujan dan nilai erosivitasnya. Provinsi Jawa Barat dibagi menjadi 11 kisaran nilai erosivitas hujan mulai dari 500 hingga 8.000. Data erodibilitas tanah dan erosivitas hujan disediakan dalam bentuk data spasial sehingga tidak disediakan pilihan bagi pengguna (*user*) untuk menggunakan atau entry data sendiri. Data tersebut dapat langsung diketahui pada saat menjalankan sistem informasi ini. Data yang lain juga telah disediakan sebagai nilai standar (*default*), berupa nilai yang telah

Tabel 3. Tekstur, struktur, permeabilitas, dan kandungan bahan organik hasil interpretasi dari peta tanah skala tinjau
 Table 3. *Texture, structure, permeability, and organic content based on interpretation results from reconnaissance soil map*

Subgrup	Tekstur	Struktur	Permeabilitas	BO
Andic Dystrudepts	Lempung liat berpasir (sandy clay loam)	Granuler, halus; Granuler, kasar, sedang	Sedang sampai cepat	Sedang
Aquic Dystrudepts	Liat ringan (<i>light clay</i>)	Granuler, halus	Lambat	Rendah
Aquic Udipsamments	Pasir berlempung (<i>loamy sand</i>)	Granuler, kasar, sedang	Sedang sampai cepat	Sangat rendah
Chromic Hapluderts	Liat berat (<i>heavy clay</i>)	Gumpal, lempeng, pejal	Lambat	Rendah
Halic Fluvaquents	Lempung berliat (<i>clay loam</i>)	Granuler, halus	Lambat	Rendah
Lithic Dystrudepts	Lempung berliat	Granuler, kasar, sedang	Sedang sampai cepat	Sangat rendah
Typic Dystrudepts	Lempung (<i>loam</i>); lempung berliat; lempung liat berpasir	Granuler, halus; Granuler, kasar, sedang	Sedang sampai cepat	Rendah
Typic Endoaquents	Lempung berdebu (<i>silt loam</i>); lempung berliat	Granuler, halus	Lambat	Sedang; Rendah
Typic Endoaquepts	Lempung; lempung berdebu; lempung berliat; lempung liat berdebu (<i>silty clay loam</i>); liat ringan; pasir berlempung	Granuler, sangat halus; Granuler, halus; Granuler, kasar, sedang	Lambat	Sedang; Rendah
Typic Epiaquands (sawah)	Liat sedang (<i>medium clay</i>)	Tidak berstruktur	Lambat	Rendah
Typic Epiaquepts	Lempung; lempung berliat; liat berdebu (<i>silty clay</i>)	Granuler, halus	Sedang sampai cepat; Lambat	Sedang; Rendah
Typic Eutrudepts	Lempung; lempung berliat; liat ringan	Granuler, halus	Sedang sampai cepat; Sedang sampai lambat	Sedang; Rendah
Typic Halaquepts	Lempung berliat	Granuler, halus	Lambat	Rendah
Typic Hapludalfs	Lempung berliat; Liat ringan	Granuler, halus; Granuler, kasar, sedang	Sedang sampai cepat	Rendah
Typic Hapludands	Lempung berdebu	Granuler, sangat halus; Granuler, halus	Sedang sampai cepat	Tinggi; Sedang; Rendah
Typic Hapludults	Liat berat; liat ringan	Granuler, halus; Granuler, kasar, sedang	Sedang sampai lambat	Sedang; Rendah
Typic Haplustepts	Lempung berliat	Granuler, halus	Sedang sampai cepat	Rendah
Typic Hydraquents	Lempung berliat	Granuler, halus	Lambat	Rendah
Typic Kandiodults	Liat ringan	Granuler, halus	Sedang sampai lambat	Rendah
Typic Paleudults	Liat sedang	Granuler, halus	Sedang sampai lambat	Rendah
Typic Udorthents	Lempung	Granuler, kasar, sedang	Sedang sampai cepat	Rendah
Vertic Epiaquepts	Liat berat	Gumpal, lempeng, pejal	Lambat	Sedang

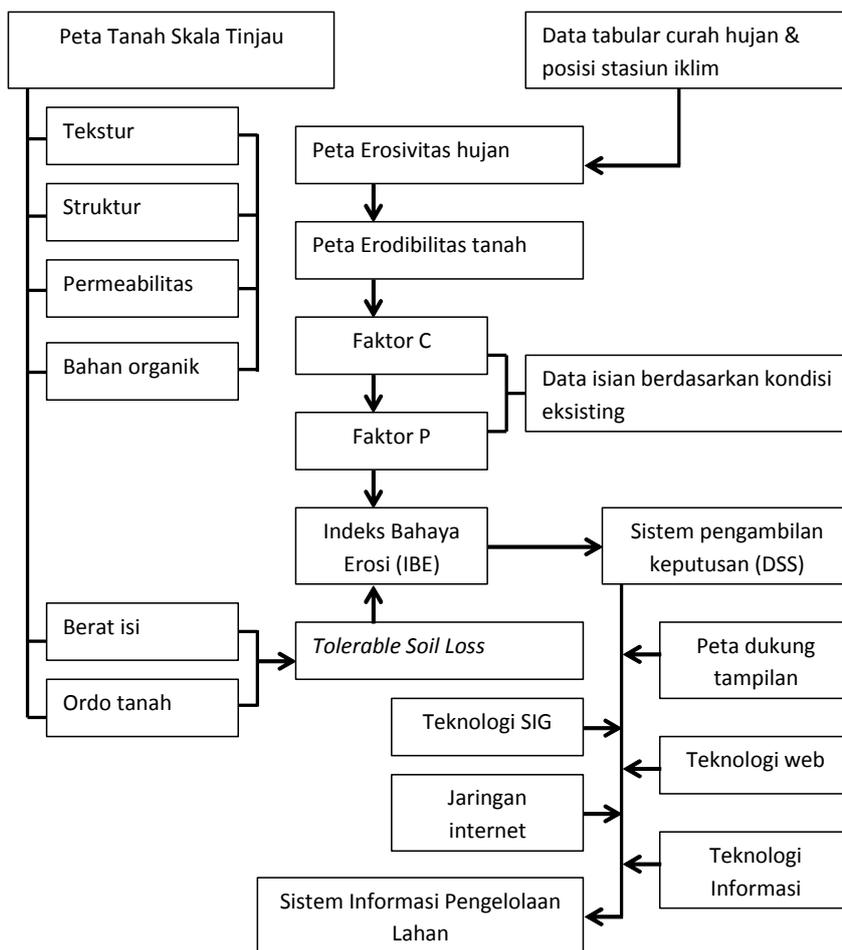
diketahui sebagai perwakilan umum seperti variabel berat isi tanah dan umur guna lahan.

Faktor panjang lereng (faktor L) ditetapkan sebagai nilai standar yaitu 22,1 m (Wischmeier and Smith 1978) berdasarkan dimensi petak erosi untuk pembangunan model USLE. Faktor panjang lereng ini dapat dirubah sendiri sesuai kondisi faktual di lapangan. Faktor kemiringan lereng (faktor S) diperoleh dari nilai tengah kelas lereng (BBSDLP 2009), dan dapat dirubah sendiri sesuai dengan kemiringan lokasi kajian.

Faktor tanaman (faktor C) dan pengelolaan lahan (faktor P) tidak disediakan dalam bentuk spasial mengingat laju konversi lahan yang cukup tinggi sehingga data faktor C dan P ini harus diperbaharui secara periodik menggunakan analisis inderaja. *Software* telah menyediakan daftar faktor C dan P yang dapat

dipilih oleh pengguna sesuai kondisi eksisting ataupun untuk keperluan simulasi. Apabila teknologi konservasi yang eksisting belum mampu untuk mengendalikan erosi, maka program ini dapat menyediakan pilihan teknologi pengelolaan lahan sebagai rekomendasi agar erosi di tempat tersebut dapat dikendalikan sekaligus untuk meningkatkan produksi. Misalnya rekomendasi penerapan mulsa, teknologi yang sangat sederhana namun menghasilkan manfaat yang luar biasa bagi tanah, tanaman, dan lingkungan (Erenstein 2009). Demikian juga untuk teknologi konservasi tanah lainnya.

Pengemasan diseminasi sistem tersebut dilakukan dengan prinsip dapat diakses secara luas, mudah, dan relatif murah tanpa mengabaikan faktor akurasi, presisi, dan estetika. Diseminasi yang dikembangkan dengan prinsip tersebut di atas



Gambar 2. Bagan alir pembuatan sistem informasi pengelolaan lahan berbasis web

Picture 2. Flow diagram on construction of web bases land management information system

kemungkinan akan diadopsi oleh masyarakat pertanian lahan kering dengan lebih cepat. Bagan alir sistem informasi pengelolaan lahan berbasis web ini disajikan pada Gambar 2. Sistem informasi lahan berbasis web mengandalkan teknologi internet sebagai media diseminasinya. Penggunaan internet memiliki peluang besar untuk sampai ke pelosok Nusantara terkait dengan program Kemenkominfo untuk menyediakan layanan internet kepada minimal 400 kota/kabupaten se-Indonesia.

Seluruh kelengkapan (fitur) penunjang sistem ini juga telah dibangun berbasis jaringan sehingga siap untuk dijalankan di server resmi. Fitur tersebut dibatasi pada aplikasi penting penggunaan peta seperti pembesaran (*zoom in*), pengecilan (*zoom out*), geser (*hand/pan*), identifikasi data tematik (*identity*), hingga perhitungan jarak dan luas (*measure*). Peta dasar yang akan digunakan pada layanan online telah disiapkan dari berbagai sumber pengembang (*vendor*), sehingga dapat dipilih sendiri oleh pengguna sesuai dengan

preferensinya. Mesin program yang digunakan merupakan integrasi dari beberapa perangkat lunak open source yang dikemas dalam bentuk aplikasi *dashboard* (paket program) sehingga penggunaan dan pengembangannya akan lebih leluasa.

Dibalik kelebihan dari sistem informasi pengelolaan lahan kering di atas, terdapat juga beberapa kelemahannya. Penggunaan formula USLE pada skala luas hingga saat ini masih menjadi perdebatan. Pada tahap ini untuk mengatasi hal tersebut, sistem telah dilengkapi dengan fasilitas perubahan (*edit*) terhadap variabel eksisting apabila berbeda dengan data yang telah disediakan. Perbedaan tersebut terkait dengan skala data dasar yang digunakan sehingga pemahaman terhadap skala peta menjadi penting bagi pengguna.

PENUTUP

Sistem informasi teknologi pengelolaan lahan kering yang dibangun dengan basis web, teknologi GIS, dan teknologi internet diharapkan dapat diakses secara luas oleh masyarakat pertanian Indonesia pada khususnya. Dukungan pemerintah dalam bentuk peningkatan kapasitas sumberdaya manusia, pembangunan infrastruktur fisik, jaringan, dan kebijakan yang pro pengembangan lahan kering ramah lingkungan akan turut mendorong mewujudkan pertanian lahan kering yang sesuai dengan kaidah konservasi tanah. Keberhasilan diseminasi teknologi pengelolaan lahan kering berdampak pada peningkatan produktivitas lahan sehingga mampu memenuhi target peningkatan swasembada pangan. Pembangunan pertanian lahan kering yang sesuai dengan kaidah konservasi tanah turut berperan dalam pengendalian kerusakan lingkungan sehingga akan mendorong peningkatan ekonomi dan kesejahteraan sosial masyarakat yang merupakan pilar pembangunan nasional yang berkelanjutan. Pengembangan lebih lanjut, dimulai pada TA 2014 sistem akan dilengkapi dengan analisis finansial aplikasi teknologi konservasi tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman, A., A. Dariah, dan A. Mulyani. 2008. Strategi dan teknologi pengelolaan lahan kering mendukung pengadaaan pangan nasional. *Jurnal Litbang Pertanian*, 27(2) 43-49.
- Agus, F., A. Abdurachman, A. Rachman, S.H. Tala'ohu, A. Dariah, B.R. Prawiradiputra, B. Hafif, dan S. Wiganda. 1999. *Teknik Konservasi Tanah dan Air*. Sekretariat Tim Pengendali Bantuan Penghijauan dan Reboisasi Pusat. Jakarta.
- Badan Litbang Pertanian. 2007. *Prospek dan Arah Pengembangan Agribisnis: Tinjauan aspek kesesuaian lahan*. Edisi II. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta. 30 hlm.
- BBSDLP. 2009. *Peta Sumberdaya Tanah Tinjau*. Balai Besar Sumber Daya Lahan Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Chhachhar, A.R., B. Qureshi, G.M. Khusk, S. Ahmed. 2014. Impact of information and communication technologies in agricultural development. *J. Basic. Appl. Sci. Res.* 4(1) 281-288.
- Dariah, A., A. Rachman, dan U. Kurnia. 2005. Erosi dan degradasi lahan kering di Indonesia. *Dalam* Kurnia U, Rachman A, Dariah A (Eds). *Teknologi Konservasi Tanah pada Lahan Kering Berlereng*, Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat.
- Erenstein, O. 2003. Smallholder conservation farming in the tropics and sub-tropics: a guide to the development and dissemination of mulching with crop residues and cover crops. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 100 17–37. doi:10.1016/S0167-8809(03)00150-6
- Hammer, H.I. 1981. *Second Soil Conservation Consultant Report*. AGOVINS/78/006.~Tech. Note No. 10. Centre for Soil Research. Bogor. Indonesia.
- Hermanto, R. 2007. Rancangan kelembagaan tani dalam implementasi prima tani di Sumatera Selatan. *Analisis Kebijakan Pertanian*. Volume 5 No.2, Juni 2007: 110-125
- Idjudin, A.A. dan S. Marwanto. 2008. Reformasi pengelolaan lahan kering untuk mendukung swasembada pangan. *Jurnal Sumberdaya Lahan* Vol 2 No 2, hal 115-125.
- Kaloxyllos A., J. Wolfert, T. Verwaart, C.M. Terol, C. Brewster, R Robbmond, Sundmaker H, 2013. The use of future internet technologies in the agriculture and food sector: integrating the supply chain. *Procedia Technology* 8:51-60. doi: 10.1016/j.proctcy.2013.11.009
- Kato E., Ringler C., Yesuf M., and Bryan E. 2009. *Soil and Water Conservation Technologies: A Buffer against Production Risk in the Face of Climate Change?* IFPRI Discussion Paper 00871.
- Knowler, D. and B Bradshaw. 2006. Farmer's adoption of conservation agriculture: A Review and synthesis of recent research. *Food Policy* 32: 25–48. doi:10.1016/j.foodpol.2006.01.003
- Lal, R. 2001. Soil degradation by erosion. *Land Degradation & Development* 12: 519–539. DOI: 10.1002/ldr.472
- Lim, J.K., M. Sagong, B.A. Engel, Z. Tang, J. Choi, and K. Kim. 2005. GIS based sediment assessment tool. *Catena* 64: 61–80.
- Mannini P., R. Genovessi, Letterio T. 2013. IRRINET: large scale DSS application for on-farm irrigation scheduling. *Procedia Environmental Sciences* 19: 823-829. doi: 10.1016/j.proenv.2013.06.091
- Merritt, W.S., Letcher R.A., and A.J. Jakeman. 2003. A review of erosion and sediment transport models. *Environmental Modeling and Software* 18: 761–799. doi: 10.1016/S1364-8152(03)00078-1
- Montgomery, D.R. 2007. Soil erosion and agricultural sustainability. *PNAS* Vol 104 No 33. 13268-13272. doi: 10.1073/pnas/0611508104
- Mulyani, A., S. Ritung, dan I. Las. 2011. Potensi dan Ketersediaan Sumber Daya Lahan untuk mendukung ketahanan pangan. *Jurnal Litbang Pertanian*, 30(2):73-80.
- Setneg (Sekretariat Negara Republik Indonesia). 2009. *Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 41 tentang Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan*. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2009 Nomor 149. Setneg, Jakarta.
- Simatupang, P. 2004. *Prima Tani sebagai Langkah Awal Pengembangan Sistem dan Usaha Agribisnis Industrial*. Pusat Analisis Sosial Ekonomi dan

Kebijakan Pertanian. Departemen Pertanian.

- Subagyono, K., S. Marwanto, dan U. Kurnia. 2003. Teknik Konservasi Tanah secara Vegetatif. Seri Monograf No 1 Sumber daya tanah Indonesia. Balai Penelitian Tanah. Bogor.
- Sudaryanto, T., R. Kustiari, dan H.P. Saliem. 2010. Perkiraan kebutuhan pangan tahun 2010–2050. Dalam Buku Analisis Sumber Daya Lahan Menuju Ketahanan Pangan Berkelanjutan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta. Hal 1-23.
- Sukarman dan N. Suharta. 2010. Kebutuhan lahan kering untuk kecukupan produksi pangan tahun 2010 sampai 2050. Dalam Buku Analisis Sumber Daya Lahan Menuju Ketahanan Pangan Berkelanjutan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Jakarta. Hal 111–124.
- Xu Y, Shao X, Kong X, Peng J, and Cai Y. 2008. Adapting the RUSLE and GIS to model soil erosion risk in a mountains karst watershed, Guizhou Province, China. *Environmental Monitoring and Assessment* 141: 275–286. doi : 10.1007/s10661-007-9894-9.
- <http://web.kominfo.go.id/sites/default/files/KEGIATAN%20PRIORITAS%20KOMINFO%20TAHUN%202010-2014.pdf>. download 05 Jui 2013.
- Zhang Y., Degroote J., Wolter C., Sugumaran R. 2009. Integration of Modified Universal Soil Loss Equation (MUSLE) into a gis framework to assess soil erosion risk. *Land Degrad. Develop.* 20: 84–91. doi : 10.1002/ldr.893.