

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/334027301>

# Agroekologi, status erosi dan logam trace untuk pengelolaan Daerah Aliran Sungai (ADS) Pertanian berkelanjutan di Sumatera Barat.

Experiment Findings · September 2016

CITATION

1

READS

183

4 authors, including:



**Aflizar Afizar**

State Polytechnique Payakumbuh for Agriculture

253 PUBLICATIONS 3,400 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Roni Afrizal**

Payakumbuh State Agricultural Polytechnic

19 PUBLICATIONS 284 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



**Edi Syafri**

Payakumbuh State Polytechnic of Agriculture

54 PUBLICATIONS 1,507 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Penelitian Terapan 2020 Ristekbrin [View project](#)



Agroekologigunalahan [View project](#)



# SEMINAR NASIONAL

## POLITEKNIK PERTANIAN NEGERI PAYAKUMBUH

Tanjung Pati, Rabu 21 September 2016

**"Dampak Perubahan Iklim Terhadap Biodiversitas Pertanian Indonesia (Analisis Kebijakan Inter Sektor)"**

POLITEKNIK PERTANIAN NEGERI PAYAKUMBUH  
TELP/FAX: (0752) 7754192 / (0752) 7750220

EMAIL:  
semnas2016@politanipyk.ac.id  
semnasbiodiversity2016@gmail.com

WEB: <http://conf.politanipyk.ac.id>

ISBN : 978-979-98691-0

# PROSIDING



**EDITOR:**

Ir. Gusmalini, M.Si

Ir. Irwan Roza, MP

Ir. John Nefri, M.Si

Ir. Irwan A, M.Si

Dr. Rinda Yanti, M.Si

Prof. Dr. Ir. Irfan Suliansyah, MS

Dr. Ir. Agusumar, MP

Dr. Wiwik Hardaningsih, SP, MP

Ir. Yun Sondang, MP

Notianni, SP, M.Si

M. Riza Nuram, S. Kom, M.Kom

**Layout:**

Annita, SP

Eraleni

**Sampul:**

Haryadi Saputra, A.Md

Abdi Wijaya, A.Md

**Prosiding:**

Dampak Perubahan Iklim terhadap Biodiversitas Pertanian Indonesia  
(Analisis Kebijakan Inter Sektor)

ISBN : 978-979-98691-0

**Penerbit :**

: Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh

: Jalan Raya Negara Km. 7 Tanjung Pati Kec. Harau

: Kab. Limapuluh Kota, Sumatera Barat 26271

Telep

: 0752-7754192

Fax

: 0752-7750220

Web

: <http://conf.politamipk.ac.id>

E-mail

: [semnas2016@politamipk.ac.id](mailto:semnas2016@politamipk.ac.id)

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
SUSUNAN PANITIA.....	iv
SAMBUTAN DIREKTUR.....	v
SAMBUTAN KETUA PANITIA.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix

### MAKALAH KUNCI

DAMPAK PERUBAHAN IKLIM TERHADAP BIODIVERSITAS PERTANIAN (ANALISIS KEBIJAKAN INTERSEKTORAL) (Prof. Dr. Ir. Hadi Sukadi Alikodra, MS) .....	1
---	---

### MAKALAH UTAMA

DAMPAK EMISI GAS RUMAH KACA TERHADAP KERAGAMAN TANAMAN di TROPIS (Prof. Dr. Azwar Maas, M.Sc).....	12
--	----

AGROEKOLOGI, STATUS EROSI DAN LOGAM TRACE UNTUK PENGELOLAAN DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS) PERTANIAN BERKELANJUTAN di SUMATERA BARAT (Aflizar, SP.MP.Ph.D) .....	13
---	----

### MAKALAH PENDAMPING

#### A. BIDANG TEKNOLOGI PRODUKSI TANAMAN

1. POTENSI TANAMAN JAGUNG YANG DIPANGKAS DAN DIPUPUK KOMPOS <i>Chromolaena odorata</i> SEBAGAI MODEL INTEGRASI TANAMAN PANGAN DAN PETERNAKAN Jamilah dan Asmutia Dabeta.....	27
2. EFEKTIVITAS BERBAGAI ISOLAT FUNGI MIKORIZA ARBUSKULAR TERHADAP SERAPAN HARA P DAN PERTUMBUHAN TANAMAN KOPI ROBUSTA Ardi Sardina Abdulah, Syafrison, dan Muzakkir.....	36
3. PEMANFAATAN ISOLAT MIKORIZA TERHADAP PERTUMBUHAN BIBIT KAKAO PADA BERBAGAI LOKASI PEMBIBITAN Muliadi Karo-Karo, Ardi Sardina Abdulah, Wiwik Hardaningsih, dan Muzakkir.....	43
4. SUBSTITUSI PUPUK BUATAN DENGAN PUPUK KANDANG SAPI PADA BUDIDAYA CABAI MERAH ( <i>Capiscum annum L.</i> ) N u r m i.....	50

## I. PEMAKALAH POSTER

1. PENGGUNAAN PUPUK KOMPOS JERAMI DENGAN DEKOMPOSER JAMUR *Trichoderma harzianum* UNTUK MENGOPTIMALKAN PERTUMBUHAN TANAMAN CABAI RAWIT  
Yurni Sari Amir dan Yefriwati ..... 572
2. PENERAPAN TEKNOLOGI PERTANIAN MELALUI PENGGUNAAN ALSINTAN PADA LAHAN SAWAH KEPADA MASYARAKAT TANI DI NAGARI MINANGKABAU KECAMATAN SUNGAYANG KABUPATEN TANAH DATAR  
Mislaini dan Khandra Fahmy ..... 580
3. PENAWARAN JAGUNG PIPILAN di KABUPATEN LIMAPULUH KOTA  
Riva Hendriani, Mukhlis, dan Syakib Sidqi ..... 594
4. TEKNOLOGI PENGKAYAAN KOMPOS BERBASIS KALSIMUM DAN BAKTERI PELARUT POSPAT (KOMPOS BIO P-CA) GUNA MENINGKATKAN KEBERNASAN POLONG KACANG TANAH  
Anidarfi, Ngakumalem Sembiring, dan Auzia Asman ..... 601
5. KARAKTERISASI MORFOLOGI DAN PELESTARIAN PLASMA NUTFAH UBI JALAR (*Ipomoea batatas* L.) SENTRA PRODUKSI KABUPATEN AGAM SUMATERA BARAT  
Ngakumalem Sembiring, Wiwik Hardaningsih, Anidarfi, dan Kasno Hakim ..... 616
6. PENINGKATAN PENDAPATAN PETANI INTEGRASI PADI-SAPI PADA KELOMPOK WANITA TANI TUNAS HARAPAN NAGARI BATU BALANG KECAMATAN HARAU  
Mukhlis dan Edi Syafri ..... 622
7. PENINGKATAN KEUNTUNGAN USAHATANI TERPADU SAPI-PADI PADA KELOMPOK TANI SAWAH IBU JORONG BONCAH NAGARI BATU BALANG KECAMATAN HARAU  
Siska Fitrianti, Imelfina Mustafa, Ali Suyonodan Mukhlis ..... 630
8. ANALISA EKONOMI PENGOPERASIAN ALAT PENGERING (SOLAR DRYER) KERUPUK MERAH  
Sandra Melly dan Mimi Harni ..... 638
9. IBM PRODUKSI BIOETANOL LIMBAH INDUSTRI PENGOLAHAN UBI KAYU  
Yuni Ermita dan Rildiwan ..... 644

# Agroekologi, Status Erosi dan Logam Trace untuk Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) Pertanian Berkelanjutan di Sumatera Barat

Aflizar, Roni Afrizal, Edi Syafri, Muzakkir

Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh

## ABSTRAK

Estimation of soil erosion provides basic information than can help manage agricultural areas sustainably, which has not been sufficiently conducted in Indonesia. Selected trace metals investigation of agricultural soil in Sumani watershed were conducted to determine their abundances and to assess contamination level. Agroecological land use planning based on soil erosion hazard and economic analyses could reduce soil erosion by 83.2% which an increase in total profit from agricultural production of about 9.2% in whole Sumani Watershed. Elevated values of Pb in vegetables area, possibly due to volcanic ash from mount Talang, excess application of fertilizer and pesticides, and high contents of Pb in gasoline in Indonesia.

**Keyword:** Agroecological, soil erosion, Trace element

## PENDAHULUAN

Tidak ada fenomena Tanah yang mendapat perhatian lebih di Indonesia daripada erosi tanah yang disebabkan oleh curah hujan tinggi dan pembalakan hutan karena sebab perluasan lahan untuk berproduksi. Hal ini telah meningkatkan permasalahan lingkungan dan sosial ekonomi, termasuk masalah kemiskinan dan penggunaan lahan pertanian berkelanjutan (Iwata *et al* 2003). Di Indonesia, erosi rata-rata 6-12 Mg/ha/tahun pada lahan pertanian dilaporkan telah menyebabkan kerugian ekonomi sebesar US \$ 340-406 juta pada tahun 1989 karena berakibat pada hampir 80% terjadinya penurunan produktivitas pertanian tanah. Sisanya 20% adalah karena kerugian seperti pendangkalan saluran irigasi dan hilangnya kapasitas tampung air pada waduk (Bank Dunia 1994, Margareth dan Arens 1989).

Erosi adalah masalah utama di Indonesia sebagai negara tropis. Laju erosi di DAS Sumani sekitar 59 Mg/ha/tahun pada tahun 2002. DAS Sumani mengalami erosi tinggi yang disebabkan oleh beberapa faktor seperti: Budidaya di lereng curam, curah hujan tahunan > 2000 mm, topografi berbukit dan perubahan hutan menjadi areal pertanian. Karena faktor itu, status erosi tanah diatas tingkat erosi ditoleransi (selanjutnya disebut TER). Masalah yang disebabkan oleh erosi

DAS Sumani sebagai penghasil beras dan sayuran di Sumatera Barat Akumulasi Trace metal (Cd,Cu,Zn,Cr,NI, Pb, Mn) di tanah pertanian dapat menyebabkan kontaminasi tanah, kualitas makanan dan beresiko pada kesehatan manusia. Kami fokus menilai status Polusi Trace metal di DAS Sumani untuk evaluasi Dampak dan pengaruh aktivitas antropogenik pada tanah pertanian Banyak daerah pertanian di DAS Sumani adalah irigasi dengan air sungai yang sebagian dipasok dari Danau Dibawah di sebelah barat Gunung Talang (2.500 m dpl), yang merupakan gunung berapi aktif. Namun, jejak logam/trace metal di daerah aliran sungai pertanian dengan penggunaan lahan yang bervariasi sedikit mendapat perhatian. Akibatnya, penelitian kami ini menilai status pencemaran logam jejak di DAS Sumani, untuk mengevaluasi pengaruh kegiatan antropogenik dan dampak pada tanah pertanian di dalamnya.

Berdasarkan hasil kerja ini, dalam penelitian ini dilakukan Rekomendasi Agroekologi untuk DAS dengan memodifikasi jenis penggunaan lahan untuk mengurangi erosi tanah ke nilai kurang dari TER, sambil mempertahankan produksi agro-ekonomi di DAS. Meskipun, ini adalah studi kasus, namun sangat sedikit yang pernah dilakukan di Pulau Sumatera, Indonesia.

Dalam studi sebelumnya (Affizar et al. 2011), telah mengevaluasi erosi tanah di DAS Sumani, yang merupakan perwakilan dari daerah produksi beras utama di Sumatera Barat. DAS telah menghadapi perubahan penggunaan lahan yang cepat dari hutan ke lahan pertanian berakibat pada peningkatan laju erosi tanah. Tingkat erosi tanah rata-rata di DAS Sumani, yang diestimasi oleh Universal Soil Loss Equation (USLE), meningkat dari 43,13 Mg/ha/tahun di tahun 1992 (Affizar et al. 2010) menjadi 76,70 Mg/ha/tahun di tahun 2011, akibat dari perubahan pola penggunaan lahan (Affizar et al. 2012). Tingkat erosi tanah melebihi tingkat toleransi erosi (TER) ditetapkan untuk Indonesia, yaitu 14 Mg/ha/tahun meliputi > 52% total luas DAS.

tanah diantaranya : penurunan kesuburan tanah, penurunan produktivitas tanaman dan ketersediaan air. Maka logikanya perlu mengurangi erosi dengan pendekatan yang sesuai. Berdasarkan ini, maka dilakukan studi tentang Karakterisasi status erosi tanah dan direkomendasikan Agro-ekologi dengan tetap menjaga pendapatan petani sebanyak mungkin.

Kemungkinan faktor yang mempengaruhi pada distribusi trace metal dan logam berat di DAS Sumani. Abu vulkanik bisa menjadi sumber alaminya. Pupuk, pestisida dan gas buangan dari kendaraan dapat menjadi sumber kontaminasi buatan/antropogenik. Tekstur tanah, pH dan TC dapat mengontrol ketersediaan trace metal. Topografi dan faktor erosi tanah dapat mengangkut trace metal di DAS. Karena tidak ada penelitian rinci tentang distribusi logam berat di DAS. Maka untuk mendeteksi adanya kontaminasi di tanah pertanian maka dianalisa trace metal/jejak logam (Pb,Zn,Cu,Ni,Cr,V,Sr,Rb,Ce,Th, Zr) dan juga ( $Fe_2O_3, CaO, MnO, TiO_2, P_2O_5$ ). Prosedur untuk mendeteksi kontaminasi tanah yaitu: Contamination factor(CF), enrichment factor(EF), pollution load index(PLI), Geo accumulation Index(Igeo) untuk menetapkan status jejak logam yang dipilih. Data ini juga memberikan informasi dasar yang diperlukan untuk mengembangkan strategi untuk pengendalian pencemaran masa depan dalam DAS pertanian.

## BAHAN DAN METODE

### Lokasi studi dan sampel Tanah

Lokasi studi dan distribusi sampel tanah di setiap titik di DAS Sumani (Gambar 2). Total luas DAS adalah 583 km<sup>2</sup>. Elevasi tertinggi yaitu 2500 m d asl pada gunung Talang dan elevasi terendah di Danau Singkarak yaitu 300 m asl. Titik Pengambilan sampel tanah ditunjukkan pada lingkaran hitam, Tanda bendera mewakili lokasi pengamatan sedimen. Survei tanah dan pengambilan sampel tanah pada kedalaman 0-20 dan 20-40 cm dilakukan pada 103 lokasi.

### Model USLE

Dalam tulisan terdahulu (Aflizar et al. 2011), kami estimasi tingkat erosi tanah di DAS Sumani menggunakan model USLE (Wischmeier dan Smith 1978), kehilangan tanah tahunan dinyatakan sebagai fungsi dari enam faktor erosi:

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P (1)$$

Dimana: A yaitu taksiran kehilangan tanah ( Mg/ha/tahun). R adalah faktor erosivitas hujan; K yaitu erodibilitas tanah; L yaitu faktor panjang lereng; S adalah faktor kemiringan; C adalah faktor tanaman; dan P yaitu faktor yang menyumbang efek praktek konservasi tanah. Secara umum, erosivitas hujan (R)



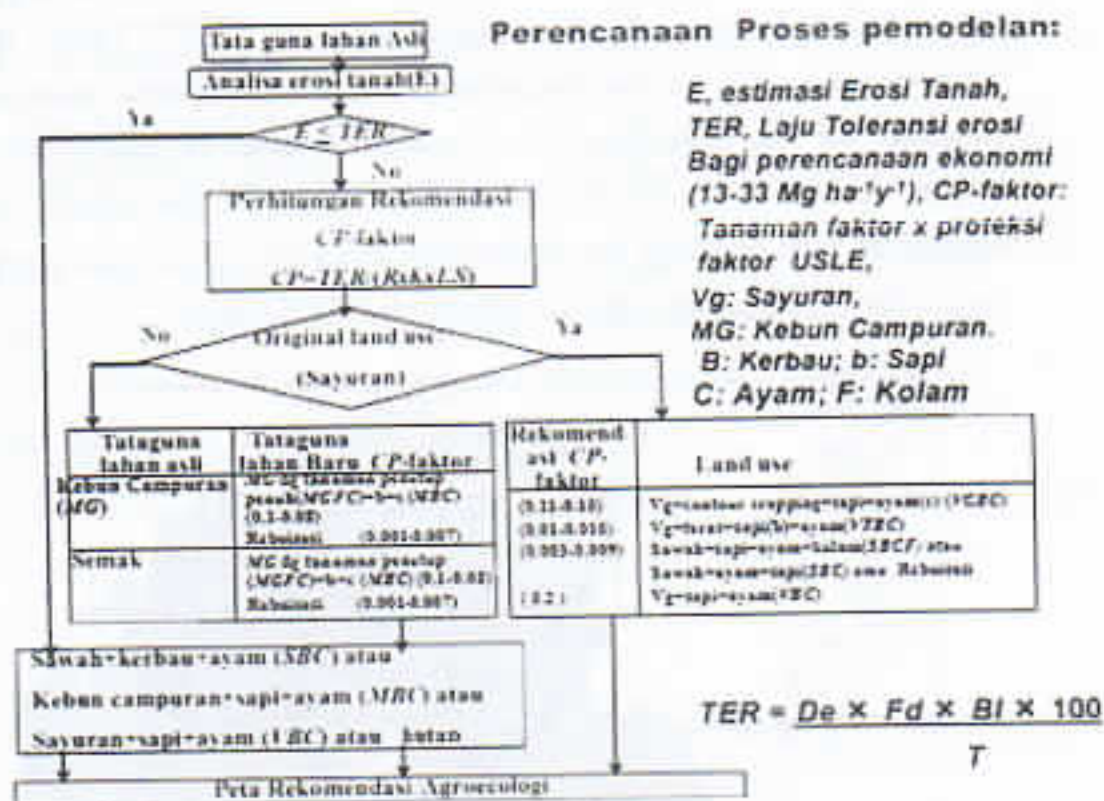
Survei tanah dilakukan pada 149 lokasi meliputi penduduk berbagai posisi geomorfik dan jenis penggunaan lahan berbeda (Gambar 2). Makalah ini membahas sampel tanah yang mewakili pada tanah sayuran dan tanah sawah, dan

### Survei Lapangan dan Metode analisa untuk Logam Trace

direkomendasikan sebagai Agroekologi. dibawah. Penggunaan lahan asli dibawah TER dan semua penggunaan lahan baru atau Reboisasi. Disesuaikan nilai faktor CP direkomendasikan pada gambar kami mengubah menjadi Kebun Campuran dengan penutup penamaman baik kisaran pada Gambar dibawah. Jika penggunaan lahan asli tidak lahan Sayuran, ayam menurut nilai faktor CP direkomendasikan (Abdurahman et al. 1990) dalam diubah menjadi sawah yang dikombinasikan dengan peternakan sapi, kerbau, kami memberikan konservasi seperti teras, penanaman menurut kontur atau faktor CP berdasarkan formula ini. Jika penggunaan lahan yaitu sayuran maka setiap grid data. Jika erosi lebih besar dari TER maka kami mengubah Agroekologi. TER dengan rumus "CP rekomendasi =  $TER / (R \times K \times L.S)$ " untuk lahan kurang dari TER maka harus direkomendasikan menjadi penggunaan lahan distribusi erosi tanah. Jika status Erosi tanah di masing-masing jenis penggunaan lahan, kita membuat peta model rekomendasi agroekologi. Dari penggunaan lahan asli, kita membuat peta penelitian ini mencoba untuk membuat Agroekologi penggunaan lahan. Proses Fakta data Afhizar et al (2010), erosi tanah di DAS Sumanti sangat tinggi, **Perencanaan Rekomendasi Agroekologi penggunaan lahan**

membuat kondisi agroekologi di DAS. faktor C dan P yang dapat dimodifikasi untuk menurunkan erosi tanah dan input, setiap faktor USLE pada grid dihitung. Di antara faktor USLE di atas, penggunaan metode kriging (Golden software 2011). Berdasarkan data yang di lahan, ketinggian tempat, data fisika kimia tanah, curah hujan. Data diproses diisikan pada setiap grid. Data diperoleh dengan membaca peta penggunaan DAS dibagi menjadi 39,312 grid berukuran 125 m x 125 m dan data dasar berdasarkan kondisi lokal untuk suksesnya penerapan model (Chris et al. 2002). dan erodibilitas tanah (K) adalah faktor paling penting yang perlu evaluasi

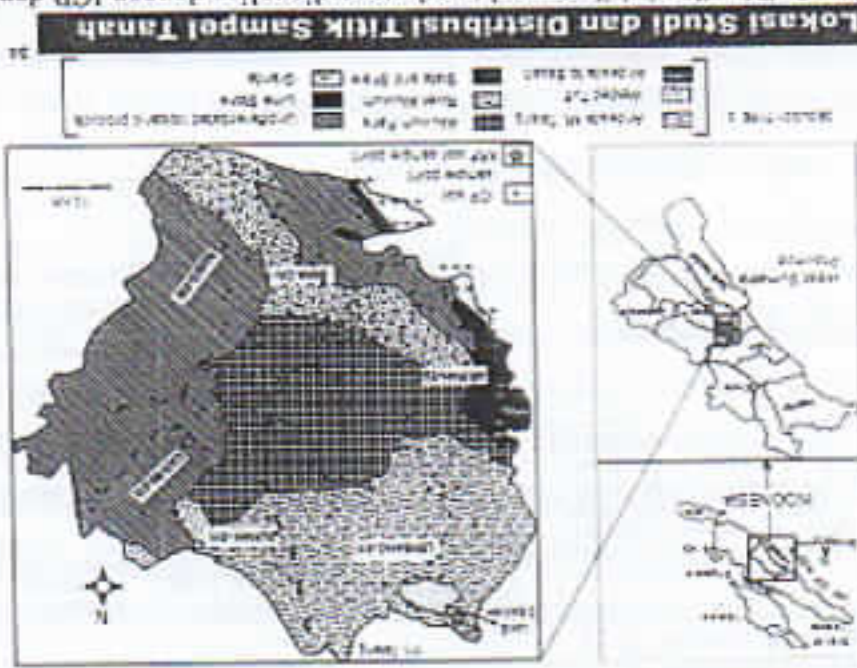
sedimen sungai yang kemudian dianalisis menggunakan X-ray fluorescence (XRF) (Affizar et al. 2015). Tanah dikumpulkan pada kedalaman 0-20 cm, di kering udarakan dan ayak serta lolos ukuran 2 mesh mm untuk dapat dianalisis sifat fisika-kimia tanah. Trace metal yang diukur yaitu Cd, Pb, Cu dan Zn memakai ekstrak 0,1 mol L-1 HCl. Konsentrasi Trace metal diukur dengan Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectroscopy (Shimadzu ICPs 2000, Kyoto, Jepang) di Laboratorium Soil and Ecological Laboratory, Shimane University. Empat sampel tanah perwakilan dari dataran tinggi, dataran rendah, topografi tengah dan sedimen sungai dipilih untuk analisis XRF. Prosedurnya sampel tanah dikeringkan selama 20 menit dalam autoklaf otomatis dan batu porselin



Gambar 1. Perencanaan Rekomendasi Agroekologi penggunaan lahan

Oksida utama terpilih [TiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (besi total dinyatakan sebagai Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), CaO, SiO<sub>2</sub> dan P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>] dan trace elemen (Pb, Zn, Cu, Ni, Cr, V, Sr, dan Rb). Konsentrasi diukur dengan XRF di Departemen Geoscience, Shimane University, menggunakan spektrometer RIX-2000 (Rigaku Denki Co Ltd) dilengkapi anoda

Gambar 2. Distribusi titik sampel tanah yang dianalisa dengan ICP dan XRF serta distribusi geologi tanah di DAS Sumani



Sifat fisika kimia di DAS Sumani tersaji di Tabel 1. Tanah tinggi kandungan debu dan liat, kandungan bahan organik sekitar 5%. Berdasarkan parameter ini kita menghitung faktor erodibilitas tanah (K-faktor). Nilai K berkisar 0,001-0,48, hal ini mengindikasikan bahwa bervariasi nilai K faktor dipengaruhi oleh bervariasi dari karakteristik fisika-kimia tanah pada topografi yang berbeda, penggunaan lahan dan jenis tanah di DAS Sumani.

**Sifat tanah lapisan atas di DAS Sumani untuk Estimasi Erosi**

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Rh, tabung X-ray. Semua sampel dibuat menjadi bentuk repung disk (Ogasawara, 1987). Rata-rata kesalahan untuk unsur-unsur itu kecil dari = 10%. Hasil analisis untuk USGS standar SCO-1 (Cody Shale) yang dapat diterima dibandingkan dengan nilai-nilai yang diusulkan (Potts et al. 1992). Kontaminasi Faktor (CF), Enrichment Factor (EF), Geo Akumulasi Index (Igeo) (Reddy et al. 2004; Rahman et al. 2012) dan Polusi Beban Index (PLI) (Tomlinson et al. 1980; Ray et al. 2006) dihitung untuk mengidentifikasi lingkungan status berdasarkan logam trace yang dipilih.

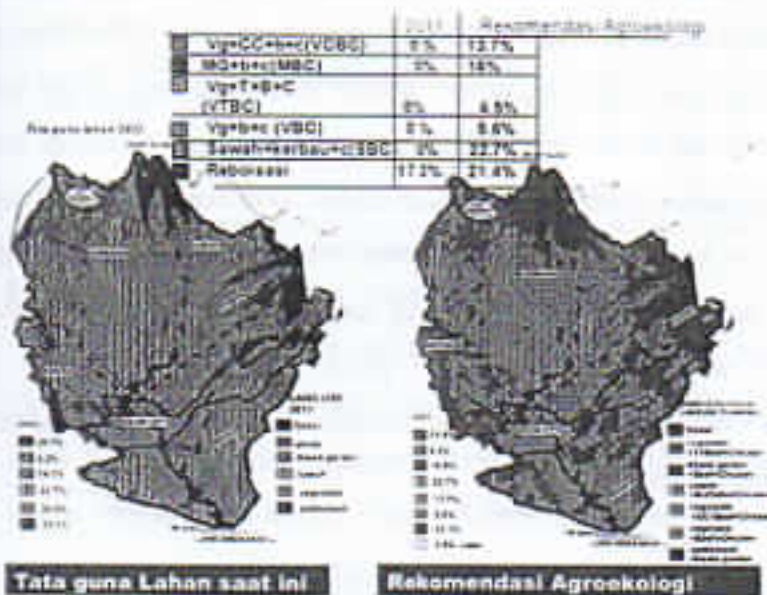
Gambar 3, membandingkan penggunaan lahan sekarang dengan penggunaan lahan Agroekologi. Dengan mengubah jenis penggunaan lahan seperti penelitian ini memperkenalkan 16% total luas DAS yaitu Kebun campuran + sapi + ayam, sayuran penanaman menurut kontur + sapi + ayam seluas 13,7% (warna biru), sayuran dengan

Tabel 1. Sifat umum fisika tanah di DAS Sumani

<b>Hasil</b> Sifat Umum Fisika-Kimia Tanah DAS Sumani				
n=121	Rata-rata	Max	Min	SD
Pasir (%)	9	58	0.4	11
Pasir sangat halus (%)	2	9	0.4	2
Debu (%)	55	85	0	20
Liat (%)	33	95	9	20
Bahan Organik (g kg <sup>-1</sup> )	54	111	21	24
Permeabilitas tanah (cm h <sup>-1</sup> )	93	1506	0	266
Kode permeabilitas	3	6	1	2
Kode Struktur tanah	3	4	1	1
Erodibilitas Tanah (K-faktor)	0.22	0.49	0.001	0.1
Berat Volume (g cm <sup>-3</sup> )	0.9	1.3	0.5	0.2
Kedalaman tanah efektif (cm)	71	160	40	27

Downloaded from www.nrcresearchpress.com by National Institute of Research in Agroecology on 11/27/15. For personal use only.

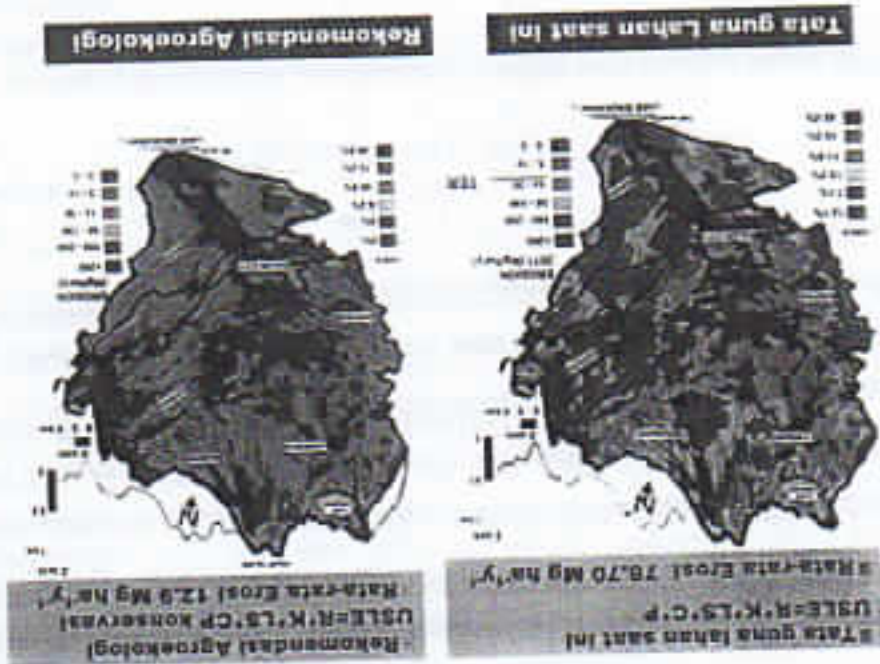
Teras + sapi + ayam seluas 4,5% (warna hijau), sawah baru + kerbau + ayam seluas 22,7% (warna kuning) dan reboisasi 3,8% (warna merah muda). Dengan Rekomendasi Agroekologi mempengaruhi status erosi dan pendapatan petani. Kita akan melihat dan membahasnya berikut ini.



Gambar 3. Perbandingan penggunaan lahan saat ini dengan Rekomendasi Agroekologi

Gambar 4, memperlihatkan perbandingan umum rata-rata erosi tanah antara penggunaan lahan saat ini dan penggunaan lahan Rekomendasi Agroekologi. Dalam penggunaan lahan saat ini, rata rata erosi tanah sebesar 76,70 ton/ha/tahun dan dengan menerapkan penggunaan lahan agroekologi, tingkat erosi tanah berkurang menjadi 12,9 ton/ha/tahun. Rekomendasi Agroekologi memberikan fakta bahwa Agroekologi dapat terjadi peningkatan pendapatan petani sekitar 9,2%. Sedangkan erosi tanah dan hasil sedimen berkurang sebesar 83%. Penelitian ini mengambatkan bahwa USLE digunakan dengan nilai-nilai yang sesuai untuk masing-masing faktor dan Surfer tool adalah tool yang berguna, terutama untuk menentukan daerah-daerah bersiko tinggi di mana rekomendasi agroekologi penggunaan lahan dan konservasi tanah diperlukan. Pertimbangan daerah bersiko erosi tanah tinggi adalah yang paling penting dalam perencanaan penggunaan lahan agroekologi. Selama konversi lahan pertanian berlereng curam ke penggunaan lain di DAS Sumani, dukungan keuangan dari organisasi pemerintah dan internasional sangat penting.

Gambar 4. Perbandingan erosi tanah pada penggunaan lahan saat ini dengan Rekomendasi Agroekologi di DAS Sumani



### Karakteristik Tanah untuk analisa Logam Trace

Karakteristik umum dan elemen yang banyak di DAS Sumani ditunjukkan pada Tabel 2. Pada DAS Sumani pada permukaan tanahnya mengandung tekstur lempung berdebu (55,8%) dan lempung liat berdebu. Rata-rata nilai pH tanah di permukaan tanah pada Lahan sawah, Lahan sayuran dan sungai sedimen masing-masingnya yaitu 4,90-5,85, 4,96 dan 5,34 menunjukkan karakteristik tanah sedikit asam. KTK tanah berkisar antara 9,17-15,32 emol / kg di Sawah; 17,83 emol / kg di kebun sayuran dan 13,99 emol / kg di sedimen sungai, yang mencerminkan kondisi kesuburan tanah rendah sampai sangat tinggi di lahan pertanian di DAS Sumani.

Tabel 2. Litologi dan konsentrasi unsur tanah pada keladalam 0-20 cm yang diukur dengan XRF

#### Litologi dan konsentrasi unsur pada sampel permukaan tanah (0-20 cm) diukur XRF pada DAS Sumani, Solok-Sumbar

Lokasi Kode	Kode no. Sampel	Litologi	Unsur Trace (mg/kg)								Major Oxide (wt%)						
			Te	Pb	Zn	Cu	Mn	Cr	Co	Ni	Pb	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
Kelompok 1	Sayuran(1)	3	12	173	28	38	29	0	3	121	98	98	52	2,58	1,9	0,68	0,18
Tempat 2	Sedimen Sungai 2	4	12	142	30	32	38	9	22	234	98	12	40	1,14	10,2	0,27	0,27
Sawah 1,2	Sawah(2)	0	19	92	30	44	11	12	24	277	27	14	42	1,08	10,1	0,18	0,10
Esakan 4	Sawah 4	2	49	152	18	24	8	18	28	198	47	24	68	1,22	8,8	0,47	0,00
	Rata-rata		13	141	30	38	22	10	20	218	58	27	50	1,00	9,2	0,40	0,09
Sumatra BCSCST					28	96	29	58	100	90	287	48	60	0,88	9,0	0,18	0,18
Java BCSCST					28	100	122	92	71	118	218	3	60	0,71	8,8	0,71	0,18
E. Sunda BCSCST					27	82	162	84	44	98	428	90	54	0,58	9,0	0,38	0,12
Jawa BCSCST					24	77	88	87	27	84	27	90	68	0,38	9,8	0,88	0,20
BCC					10	72	24	87	119	101	308	58	69	0,70	8,8	0,42	0,20
UCC					20	71	2	22	28	90	282	112	68	0,8	9	4,2	0,18

BCSCST, Bulk composition sediment columns subducting at trenches; BCC, Bulk continental crust from ...; S, Debu; C, Lat. L. Lempung; UCC, upper continental crust measured by XRF from ...

### Logam Trace dan unsur utama

Unsur Utama dan unsur trace dianalisis dari tanah lapisan atas yang mewakili (dua tanah sawah, satu tanah sayuran, dan satu tanah sedimen sungai) di DAS Sumani disajikan dalam Tabel 2. Karena tidak ada standar kriteria untuk logam berat dan logam trace dalam pertanian tanah di Indonesia, kami membandingkan data XRF terhadap data data sedimen modern dari sediment columns subducting at trenches di Sumatra (BCSCST), Java BCSCST, E. Sunda

BCSCST dan Japan BCSCST (Rudnick et al. 2005), UCC (Bulk continental crust) dari (Taylor et al. 1985) dan BCC (Bulk continental crust) dari (Rudnick et al. 1995). Hasil analisa XRF menunjukkan bahwa DAS Sumari rata-rata tanahnya mengandung 30 mg/kg Pb, 55,75 mg/kg Zn dan 23 mg/kg Cu. Konsentrasi Pb di Tanah pada DAS Sumari yaitu mirip dengan Sumatera, Jawa, E. Sunda dan Jepang BCSCST, tapi lebih tinggi dari BCC dan UCC. Namun, konsentrasi Zn dan Cu lebih rendah dari Sumatera, Jawa, E. Sunda dan Jepang BCSCST (Tabel 2). Rata-rata konsentrasi dari SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO dan P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> masing-masing yaitu 49,9, 1,0, 8,22, 0,4 dan 0,09 wt %, secara umum konsentrasi mirip dengan Sumatera BCSCST, Jawa BCSCST, E. Sunda BCSCST, Jepang BCSCST, UCC dan BCC (Tabel 2).

#### Penilaian pencemaran logam

Tingkat polusi pada sedimen sungai dan tanah pertanian dapat dinilai dengan menentukan parameter CF, EF, PLI dan Igeo. Dalam penelitian ini, indikator-indikator polutan dihitung berdasarkan rata-rata BCC (Lempeng Benua) dari (Rudnick et al. 1995). Metode yang berbeda dibahas di bawah

#### Index Beban Polusi (PLI)

Tingkat pencemaran logam Trace dihitung berdasarkan PLI (Tomlinson et al. 1980) yang dihitung dari nilai rata-rata geometrik dari CF yang ada di lokasi penelitian. PLI dihitung dengan rumus:

$$PLI = n (CF_1 \times CF_2 \times CF_3 \times \dots \times CF_n)^{1/n} \times 0,5$$

di mana CF adalah faktor kontaminasi dan n adalah jumlah logam yang dipilih Menurut Tomlinson et al (1980), nilai-nilai PLI yaitu 0, 1, atau > 1 menunjukkan adanya kehadiran polutan baseline. Nilai-nilai PLI rendah untuk semua empat sampel permukaan di tanah sawah dan tanah sayuran menunjukkan polutan tidak ditemukan (Tabel 3)

#### Faktor pengayaan (EF)

EF dihitung sebagai:

$$EF = (M / TiO_2 \text{ sampel}) / (\text{background } M / TiO_2)$$

Dimana (M / TiO<sub>2</sub>) sampel adalah rasio konsentrasi logam dan konsentrasi TiO<sub>2</sub> sampel (Background M / TiO<sub>2</sub>) adalah rasio konsentrasi logam dan konsentrasi TiO<sub>2</sub> background.

Tabel 3. Nilai CF dan PLI pada tanah Sawah, sayuran dan sedimen sungai di DAS Sumani

**Nilai CF dan PLI di tipe permukaan lahan yang mewakili di DAS Sumani, Solok-Sumbar**

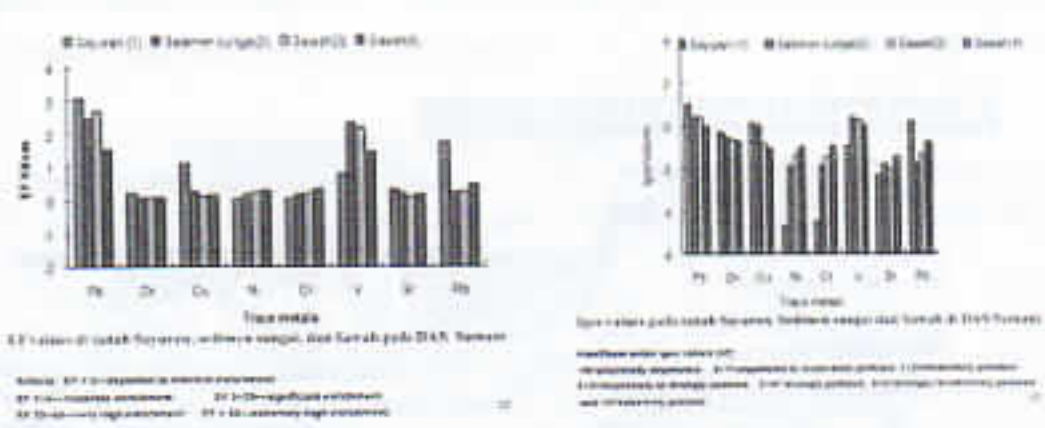
Lokasi (Kode)	Kode	Lapisan	Contaminasi Factor (CF)								PLI
			Pb	Zn	Cu	Ni	Cr	V	Sr	Rb	
Katongan(1)	Sayuran(1)	S-	3,02	1,21	1,51	0,06	0,07	0,77	0,30	1,89	0,004
Tengah(2)	Sedimen Sungai(2)	L	2,7	0,54	1,49	0,18	0,18	2,24	0,20	0,21	0,000
Sik. Bukit (3)	Sawah(3)	C	2,6	0,60	0,47	0,24	0,25	2,11	0,05	0,24	0,000
Sawah(4)	Sawah(4)	L	1,51	0,47	0,27	0,29	0,32	1,42	0,14	0,41	0,000
	Rata-rata		2,33	0,78	0,96	0,19	0,19	1,64	0,18	0,64	0,001

CF bisa mengindikasikan:  
 Kontaminasi rendah (CF < 1),  
 Kontaminasi sedang (1 < CF < 3),  
 Kontaminasi Tinggi (3 < CF < 6),  
 Kontaminasi Sangat Tinggi (CF > 6)

Metode :  
 PLI berkisar 0-1 Tidak ada polutan  
 PLI > 1 ada kehadiran polutan

Nilai PLI rendah untuk 4 sampel tanah pada lokasi sawah, sayuran dan sedimen sungai berarti tidak ada keberadaan polutan di tanah

Nilai CF (Tabel 3) untuk Pb berkisar dari 1,51 di tanah Sawah dan 4-3,02 di tanah sayuran, menunjukkan kontaminasi sedang sampai cukup terkontaminasi pada tanah ini.



Gambar 5. Lokasi Nilai EF dan Nilai Igeo pada tanah sayuran, tanah sawah dan sedimen sungai

Nilai EF untuk Pb, V, di tanah sayuran dan sedimen sungai menunjukkan terjadinya pengayaan sedang (EF, 2-5). Untuk elemen Pb ini bisa menunjukkan adanya kontribusi dari kegiatan manusia (agrokimia dan bensin bertimbal dari kendaraan) dan sumber alami (abu vulkanik) seperti dilaporkan oleh (Praveena et al. 2008; Fiantis et al. 2010). Nilai EF yang rendah untuk Zn, Cu, Ni, Cr, dan Sr



diklasifikasikan sebagai terjadi terjadinya deplet/penipisan sampai pengayaan minimal, yang bermakna bahwa tidak ada terasdi masalah lingkungan.

### Geoaccumulation Indeks (Igeo)

Nilai Igeo dihitung untuk menentukan tingkat pencemaran, digunakan persamaan berikut (Muller et al. 1969)

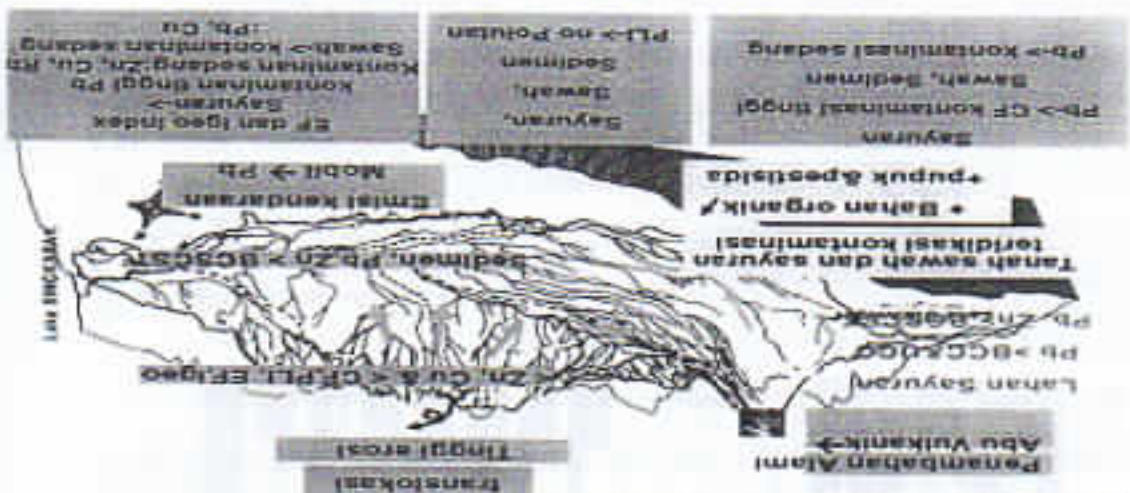
$$Igeo = \log_2 (Cn / 1.5Bn)$$

Dimana Cn adalah konsentrasi elemen n yang diukur dan Bn adalah nilai geokimia background dari elemen n di BCC (Rudnick et al. 2005).

Gambar 4. Menunjukkan Nilai Igeo tertinggi terdapat pada logam Pb, Cu, dan Zn ditemukan pada tanah Sayuran di dataran tinggi, menunjukkan bahwa praktek pertanian dapat mempengaruhi tanah. Namun, data base tanah yang lebih banyak dan nilai background untuk batuan dasar pembentuk tanah diperlukan sebelum diambil kesimpulan final.

### Kesimpulan

#### Kesimpulan dan saran



Tanah di DAS Sumani memiliki pH tanah agak asam sampai asam dan berdasarkan nilai KTK sampel tanah kondisi kesuburan tanah berkisar dari rendah sampai sangat tinggi untuk tanah pertanian. Nilai-nilai PII mengkonfirmasi bahwa kualitas tanah pada tanah sawah, sayuran dan sedimen sungai di DAS Sumani tidak ditemukan polutan, dan ini mungkin tidak berdampak pada produksi

tanaman, kehidupan manusia dan organisme lainnya. Menurut EF dan Indeks Igeo, ada daerah dapat dianggap memiliki kontaminasi dari logam Pb. Konsentrasi Pb dan Cu, di permukaan tanah di tanah sayuran dan tanah sawah di DAS Sumani mencerminkan kecenderungan kontaminasi logam yang tampaknya terkait dengan kondisi alami karena tambahan abu vulkanik dari gunung Talang, material organik melalui praktek-praktek pertanian dan sumber antropogenik seperti pupuk dan residu pestisida dan gas buangan dari kendaraan. Konsep Agroekologi untuk menurunkan erosi dan menjaga inkam petani akan sangat membantu untuk mengatasi permasalahan degradasi lahan karena erosi tanah di daerah tropik seperti Indonesia.

### Ucapan Terima Kasih

Kami mengucapkan terima kasih kepada Profesor Tsugiyuki Masunaga dan Profesor Ishiga dari Shimane University, Japan yang telah memberikan saran dan analisa XRF. Kami juga berterima kasih kepada MENRISTEK DIKTI yang telah mendanai penelitian ini. Terim kasih juga kepada seluruh civitas akademika Politani, teknisi dan karyawan serta honorer.

### Daftar Pustaka

- Abdurachman A, Abuyamin S, Kurnia U 1990: Pengelolaan Tanah and Tanaman untuk Usaha Konservasi (Soil and Crop Management for Conservation), PPT Bogor (in Indonesian).
- Aflizar, Cornelius Alarima Idowu, Edi Syafri, M. Azadur Rahman, Yoga Andriana Sandjaja, Husnain. 2015. Trace Metal Concentrations in an Agricultural Watershed: Case Study in the Sumani Watershed, West Sumatera Indonesia. *International Journal, Sustainable Future for Human Security. J-Sustain* 3(1). 2-11. Available online: <http://www.j-sustain.com>
- Aflizar, Roni A and Masunaga T. 2013. Assessment Erosion 3D hazard with USLE and Surfer Tool: A Case study of Sumani Watershed in West Sumatra Indonesia. *J. Tropical Soils* . 18(1).81-92
- Aflizar, Saidi A, Husnain, Ismawardi, Istijono B, Harmailis, Somura H, Wakatsuki T and Masunaga T . 2010a, A land use planning recommendation for the Sumani watershed, West Sumatera, Indonesia. *Tropics*, 19: 43-51. available online: <http://www.JSTAGE.com>
- Aflizar, Saidi A, Husnain, Indra R, Darmawan, Harmailis, Somura H, Wakatsuki T, Masunaga T. 2010b, Soil erosion characterization in an agricultural watershed in West Sumatra, Indonesia. *Tropics*, 19: 29-42. available online: <http://www.JSTAGE.com>

- Chris SR, Harbor H 2002: Soil erosion assessment tools from point to regional scales-the role of geomorphologists in land management research and implication. *Geomorphology*, 47, 189-209.
- Friant D, Nelson M, Shamsuddin J, Goh TB, Van Ranst E. 2010. Determination of the Geochemical Weathering Indices and Trace Element Content of new Volcanic Ash deposits from Mt. Talang west Sumatra) Indonesia. *Erosion Soil Sci*, 43(13): 1477-1485.
- Golden Software. 2011. SURFER 9 for windows. Golden, Colorado. Available from URL: <http://www.goldensoftware.com/products/surfer/surfer.shtml>.
- Iwata T, Nakano S, Inoue M 2003. Impact of past riparian deforestation on stream communities in a tropical rain forest in Borneo. *Ecol. Appl.*, 13, 461-473.
- Indonesia Geological Research and Development Centre (IGRDC). 1979. Systematic Geological map of the Solok, quadrangle Sumatra 0815. Scale: 1:250000 edition 2 by PH silitonga and Kastowo. Base map by U.S. Army Map service, series T-503:1995, (index number, SA 47-4). Index showing quadrangle names and number according to national coordination agency for surveys and mapping (NCSAM). 1975.
- Margareth and Arens 1989: World Bank Environmental Department Working paper No.18. The World Bank, Washington, DC.
- Muller G. 1969. Index of geoaccumulation in the sediments of the Rhine River. *Geol J.* 2: 108-118.
- Potts, P. J., Tindle, A. G., & Webb, P. C. 1992. Geochemical reference material compositions. (p. 313). Cairness:Whittles.
- Praveena SM, Ahmed A, Radojevic M, Abdullahi MH, Aziz AZ. 2008. Multivariate and Geoaccumulation Index Evaluation in Mangrove Surface Sediment of Mengkabong Lagoon, Sabah. *Hill Environ Contam Toxicol*; 81: 52-56.
- Reddy MS, Basha S, Kumar VGS, Joshi HV, Ramachandran G. 2004. Distribution, enrichment and accumulation of heavy metals in coastal sediments of Alang-Sosiyu ship scrapping yard, India. *Mar Pollut Bull*; 48:1055-1059.
- Rahman MA, Ishiga H. 2012. Trace metal concentrations in tidal flat coastal sediments, Yamaguchi Prefecture, southwest Japan. *Environ Monit Assess*; 184: 5755-5771.
- Ray AK, Tripathi SC, Patra S, Sarma VV. 2006. Assessment of Godavary estuarine mangrove ecosystem through trace metal studies. *Environ I*; 32:219-223.
- Rudnick RL, Fountain DM. 1995. Nature and composition of the continental crust: a lower crustal perspective. *Rev Geophys*; 33(3): 267-309.
- Rudnick RL, Gao S. The crust. In H. D. Holland & K. K. Turckian (Eds.). 2005. *Treatise on geochemistry*; 3 (p. 537). Oxford: Elsevier Science.
- Tomlinson DC, Wilson JG, Harris CR, Jeffrey DW. 1980. Problems in the assessment of heavy-metal levels in estuaries and the formation of a pollution index. *Helgoland Mar Res*; 3: 566-575.
- World Bank 1994: Indonesian Environment and Development: Challenges for the Future, Report No. 12083-Indonesia, Washington, DC. The World Bank, 21 March.

# SEMINAR NASIONAL

POLITEKNIK PERTANIAN NEGERI PAYAKUMBUH

## SERTIFIKAT

No. 17/2015/PL.2011.1/2016

Dibentangkan Kepada :

**Alfizar, SP, MP, Ph.D**

Atas Partisipasinya Sebagai

### **Pemakalah Utama**

Pada Seminar Nasional hari Rabu tanggal 21 September 2016 dengan Tema

*"Dampak Perubahan Iklim terhadap Biodiversitas Pertanian Indonesia*

*(Analisis Kebijakan Inter Sektor)"*

Direktor



Ketua Panitia



# **Agroekologi, Status Erosi dan Logam Trace untuk Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (DAS) Pertanian Berkelanjutan di Sumatera Barat**

**Aflizar, Roni Afrizal, Edi Syafri, Muzakkir**  
Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh

## **Abstrak**

Estimation of soil erosion provides basic information than can help manage agricultural areas sustainably, which has not been sufficiently conducted in Indonesia. Selected trace metals investigation of agricultural soil in Sumani watershed were conducted to determine their abundances and to assess contamination level. Agroecological land use planning based on soil erosion hazard and economic analyses could reduce soil erosion by 83.2% which an increase in total profit from agricultural production of about 9.2% in whole Sumani Watershed. Elevated values of Pb in vegetables area, possibly due to volcanic ash from mount Talang, excess application of fertilizer and pesticides, and high contents of Pb in gasoline in Indonesia.

**Keyword: Agroecological, soil erosion, Trace element**

## **PENDAHULUAN**

Tidak ada fenomena Tanah yang mendapat perhatian lebih di Indonesia daripada erosi tanah yang disebabkan oleh curah hujan tinggi dan pembalakan hutan karena sebab perluasan lahan untuk berproduksi. Hal ini telah meningkatkan permasalahan lingkungan dan sosial ekonomi, termasuk masalah kemiskinan dan penggunaan lahan pertanian berkelanjutan (Iwata *et al* 2003). Di Indonesia, erosi rata-rata 6-12 Mg/ha/tahun pada lahan pertanian dilaporkan telah menyebabkan kerugian ekonomi sebesar US \$ 340-406 juta pada tahun 1989 karena berakibat pada hampir 80% terjadinya penurunan produktivitas pertanian tanah. Sisanya 20% adalah karena kerugian seperti pendangkalan saluran irigasi dan hilangnya kapasitas tampung air pada waduk (Bank Dunia 1994; Margareth dan Arens 1989).

Erosi adalah masalah utama di Indonesia sebagai negara tropis. Laju erosi di DAS Sumani sekitar 59 Mg/ha/tahun pada tahun 2002. DAS Sumani mengalami erosi tinggi yang disebabkan oleh beberapa faktor seperti: Budidaya di lereng curam, curah hujan tahunan > 2000 mm, topografi berbukit dan perubahan hutan menjadi areal pertanian. Karena faktor itu, status erosi tanah diatas tingkat erosi ditoleransi (selanjutnya disebut TER). Masalah yang disebabkan oleh erosi tanah diantaranya : penurunan kesuburan tanah, penurunan produktivitas tanaman dan ketersediaan air. Maka logikanya perlu mengurangi erosi dengan pendekatan yang sesuai. Berdasarkan ini, maka dilakukan studi tentang Karakterisasi status erosi tanah dan direkomendasikan Agro-ekologi dengan tetap menjaga pendapatan petani sebanyak mungkin.

Dalam studi sebelumnya (Aflizar et al. 2011), telah mengevaluasi erosi tanah di DAS Sumani, yang merupakan perwakilan dari daerah produksi beras utama di Sumatera Barat. DAS telah menghadapi perubahan penggunaan lahan yang cepat dari hutan ke lahan pertanian berakibat pada peningkatan laju erosi tanah. Tingkat erosi tanah rata-rata di DAS Sumani, yang diestimasi oleh Universal Soil Loss Equation (USLE), meningkat dari 43,13 Mg/ha/tahun di tahun 1992 (Aflizar et al. 2010) menjadi 76,70 Mg/ha/tahun di tahun 2011, akibat dari perubahan pola penggunaan lahan (Aflizar

et al. 2012). Tingkat erosi tanah melebihi tingkat ditoleransi erosi (TER) ditetapkan untuk Indonesia, yaitu 14 Mg/ha/tahun meliputi > 52% total luas DAS.

Berdasarkan hasil kerja ini, dalam penelitian ini dilakukan Rekomendasi Agroekologi untuk DAS dengan memodifikasi jenis penggunaan lahan untuk mengurangi erosi tanah ke nilai kurang dari TER, sambil mempertahankan produksi agro-ekonomi di DAS. Meskipun, ini adalah studi kasus, namun sangat sedikit yang pernah dilakukan di Pulau Sumatera, Indonesia.

DAS Sumani sebagai penghasil beras dan sayuran di Sumatera Barat. Akumulasi Trace metal (Cd,Cu,Zn,Cr,Ni, Pb, Mn) di tanah pertanian dapat menyebabkan kontaminasi tanah, kualitas makanan dan beresiko pada kesehatan manusia. Kami fokus menilai status Polusi Trace metal di DAS Sumani untuk evaluasi Dampak dan pengaruh aktivitas antropogenik pada tanah pertanian. Banyak daerah pertanian di DAS Sumani adalah irigasi dengan air sungai yang sebagian dipasok dari Danau Dibawah di sebelah barat Gunung Talang (2.500 m dpl), yang merupakan gunung berapi aktif. Namun, jejak logam/trace metal di daerah aliran sungai pertanian dengan penggunaan lahan yang bervariasi sedikit mendapat perhatian. Akibatnya, penelitian kami ini meneliti status pencemaran logam jejak di DAS Sumani, untuk mengevaluasi pengaruh kegiatan antropogenik dan dampak pada tanah pertanian di dalamnya.

Kemungkinan faktor yang mempengaruhi pada distribusi trace metal dan logam berat di DAS Sumani. Abu vulkanik bisa menjadi sumber alaminya. Pupuk, pestisida dan gas buangan dari kendaraan dapat menjadi sumber kontaminasi buatan/antropogenik. Tekstur tanah, pH dan TC dapat mengontrol ketersediaan trace metal. Topografi dan faktor erosi tanah dapat mengangkut trace metal di DAS. Karena tidak ada penelitian rinci tentang distribusi logam berat di DAS. Maka untuk mendeteksi adanya kontaminasi di tanah pertanian maka dianalisa trace metal/jejak logam (Pb,Zn,Cu,Ni,Cr,V,Sr,Rb,Ce,Th, Zr) dan juga (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,CaO, MnO, TiO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Prosedur untuk mendeteksi kontaminasi tanah yaitu: Contamination factor(CF), enrichment factor(EF), pollution load index(PLI), Geo accumulation Index(Igeo) untuk menetapkan status jejak logam yang dipilih. Data ini juga memberikan informasi dasar yang diperlukan untuk mengembangkan strategi untuk pengendalian pencemaran masa depan dalam DAS pertanian.

## **BAHAN DAN METODA**

### **Lokasi studi dan sampel Tanah**

Lokasi studi dan distribusi sampel tanah di setiap titik di DAS Sumani (Gambar 2). Total luas DAS adalah 583 km<sup>2</sup>. Elevasi tertinggi yaitu 2500 m d asl pada gunung Talang dan elevasi terendah di Danau Singkarak yaitu 300 m asl. Titik Pengambilan sampel tanah ditunjukkan pada lingkaran hitam, Tanda bendera mewakili lokasi pengamatan sedimen. Survei tanah dan pengambilan sampel tanah pada kedalaman 0-20 dan 20-40 cm dilakukan pada 103 lokasi.

### **Model USLE**

Dalam tulisan terdahulu (Aflizar et al. 2011), kami estimasi tingkat erosi tanah di DAS Sumani menggunakan model USLE (Wischmeier dan Smith 1978), kehilangan tanah tahunan dinyatakan sebagai fungsi dari enam faktor erosi:

$$A = R \times K \times L \times S \times C \times P \quad (1)$$

Dimana: A yaitu taksiran kehilangan tanah ( Mg/ha/tahun); R adalah faktor erosivitas hujan; K yaitu erodibilitas tanah; L yaitu faktor panjang lereng; S adalah faktor kemiringan; C adalah faktor tanaman; dan P yaitu faktor yang menyumbang efek praktek konservasi tanah. Secara umum, erosivitas hujan (R) dan erodibilitas tanah (K) adalah faktor paling penting yang perlu evaluasi berdasarkan kondisi lokal untuk suksesnya penerapan model (Chris et al. 2002).

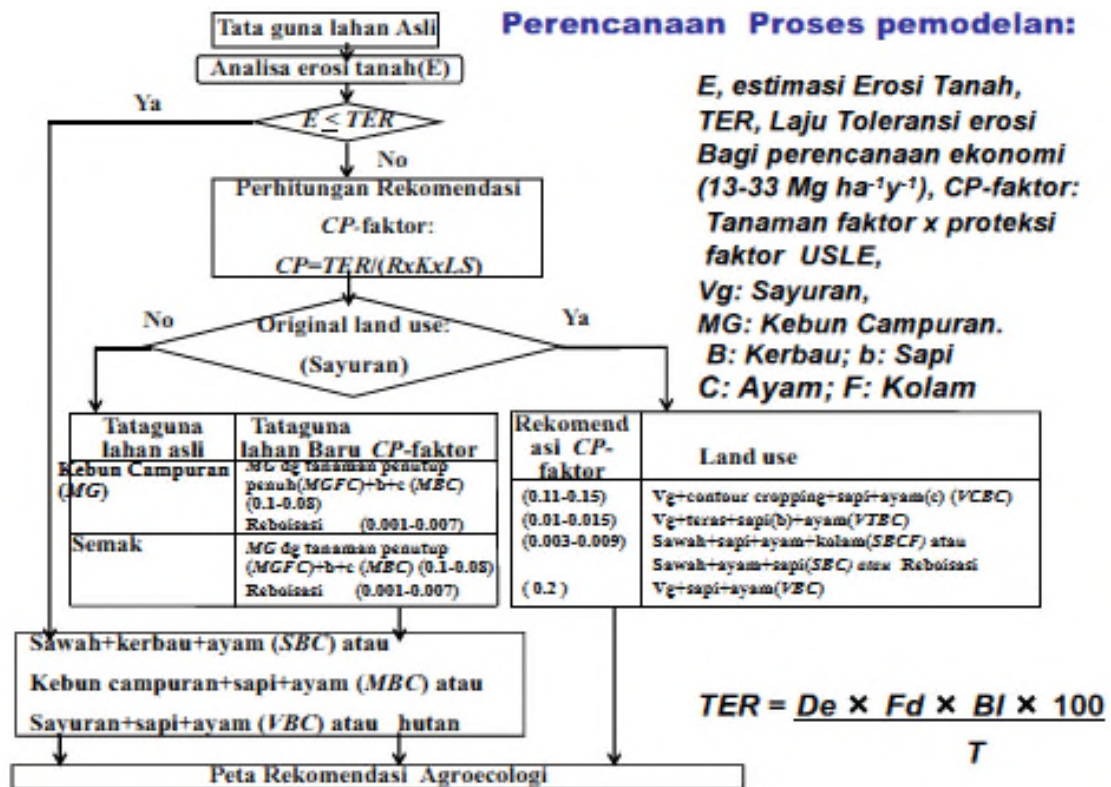
DAS dibagi menjadi 39.312 grid berukuran 125 m x 125 m dan data dasar diisikan pada setiap grid. Data diperoleh dengan membaca peta penggunaan lahan, ketinggian tempat, data fisika kimia tanah, curah hujan. Data diproses penggunaan metode kriging (Golden software 2011). Berdasarkan data yang di input, setiap faktor USLE pada grid dihitung. Di antara faktor USLE di atas, faktor C dan P yang dapat dimodifikasi untuk menurunkan erosi tanah dan membuat kondisi agroekologi di DAS.

### **Perencanaan Rekomendasi Agroekologi penggunaan lahan**

Fakta data Aflizar et al (2010), erosi tanah di DAS Sumani sangat tinggi, penelitian ini mencoba untuk membuat Agroekologi penggunaan lahan. Proses model rekomendasi agroekologi. Dari penggunaan lahan asli, kita membuat peta distribusi erosi tanah. Jika status Erosi tanah di masing-masing jenis penggunaan lahan kurang dari TER maka harus direkomendasikan menjadi penggunaan lahan Agroekologi. TER dengan rumus " $CP \text{ rekomendasi} = TER / (R \times K \times LS)$ " untuk setiap grid data. Jika erosi lebih besar dari TER maka kami mengubah faktor CP berdasarkan formula ini. Jika penggunaan lahan yaitu sayuran maka kami memberikan konservasi seperti teras, penanaman menurut kontur atau diubah menjadi sawah yang dikombinasikan dengan peternakan sapi, kerbau, ayam menurut nilai faktor CP direkomendasikan (Abdurahman et al, 1990) dalam kisaran pada Gambar dibawah. Jika penggunaan lahan asli tidak lahan Sayuran, kami mengubah menjadi Kebun Campuran dengan penutup penuh tanaman baik atau Reboisasi. Disesuaikan nilai faktor CP direkomendasikan pada gambar dibawah. Penggunaan lahan asli dibawah TER dan semua penggunaan lahan baru direkomendasikan sebagai Agroekologi.

### **Survei Lapangan dan Metode analisa untuk Logam Trace**

Survei tanah dilakukan pada 149 lokasi meliputi menduduki berbagai posisi geomorfik dan jenis penggunaan lahan berbeda (Gambar 2). Makalah ini membahas sampel tanah yang mewakili pada tanah sayuran dan tanah sawah, dan sedimen sungai yang kemudian dianalisis menggunakan X-ray fluorescence (XRF) (Aflizar et al. 2015). Tanah dikumpulkan pada kedalaman 0-20 cm, di kering udarakan dan ayak serta lolos ukuran 2 mesh mm untuk dapat dianalisis sifat fisika-kimia tanah. Trace metal yang diukur yaitu Cd, Pb, Cu dan Zn memakai ekstrak 0,1 mol L<sup>-1</sup> HCl. Konsentrasi Trace metal diukur dengan Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectroscopy (Shimadzu ICPs 2000, Kyoto, Jepang) di Laboratorium Soil and Ecological Laboratory, Shimane University. Empat sampel tanah perwakilan dari dataran tinggi, dataran rendah, topografi tengah dan sedimen sungai dipilih untuk analisis XRF. Prosedurnya sampel tanah dikeringkan selama 20 menit dalam autoklaf otomatis dan batu porselin



Gambar 1. Perencanaan Rekomendasi Agroekologi penggunaan lahan

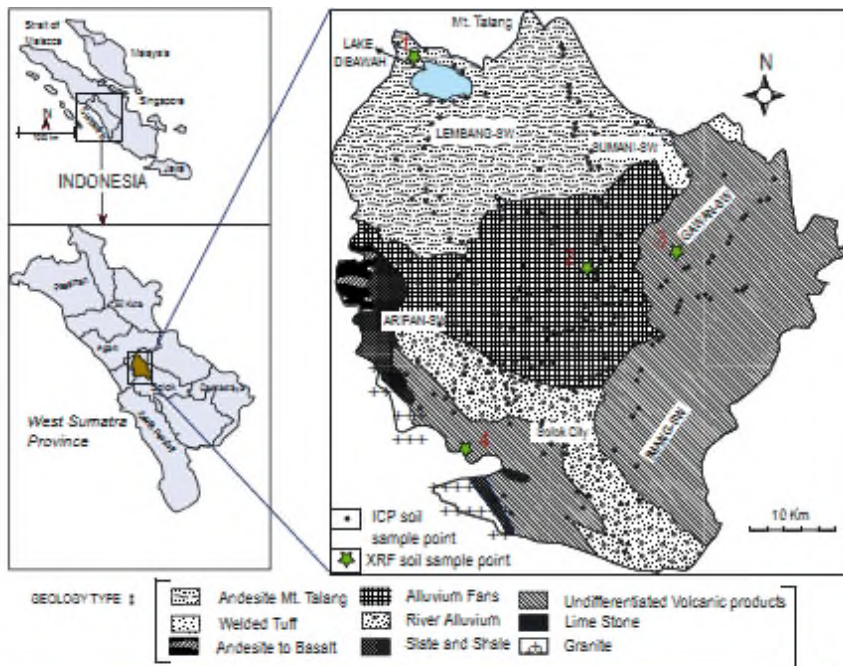
.Oksida utama terpilih [TiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (besi total dinyatakan sebagai Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), CaO, SiO<sub>2</sub> dan P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>] dan trace elemen (Pb, Zn, Cu, Ni, Cr, V, Sr, dan Rb). Konsentrasi diukur dengan XRF di Departemen Geoscience, Shimane University, menggunakan spektrometer RIX-2000 (Rigaku Denki Co Ltd) dilengkapi anoda Rh, tabung X-ray. Semua sampel dibuat menjadi bentuk tepung disk (Ogasawara, 1987). Rata-rata kesalahan untuk unsur-unsur itu kecil dari ± 10%. Hasil analisis untuk USGS standar SCO-1 (Cody Shale) yang dapat diterima dibandingkan dengan nilai-nilai yang diusulkan (Potts et al. 1992). Kontaminasi Factor (CF), Enrichment Factor (EF), Geo Akumulasi Index (Igeo) (Reddy et al. 2004; Rahman et al. 2012) dan Polusi Beban Index (PLI) (Tomlinson et al. 1980; Ray et al. 2006) dihitung untuk mengidentifikasi lingkungan status berdasarkan logam trace yang dipilih.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Sifat tanah lapisan atas di DAS Sumani untuk Estimasi Erosi

Sifat fisika kimia di DAS Sumani tersaji di Tabel 1, Tanah tinggi kandungan debu dan liat, kandungan bahan organik sekitar 5%. Berdasarkan parameter ini kita menghitung faktor erodibilitas tanah (K-faktor). Nilai K berkisar 0,001-0,48, hal ini mengindikasikan bahwa bervariasi nilai K faktor dipengaruhi oleh bervariasi dari karakteristik fisika-kimia tanah pada topografi yang berbeda, penggunaan lahan dan jenis tanah di DAS Sumani.





**Lokasi Studi dan Distribusi Titik Sampel Tanah** 34

Gambar 2. Distribusi titik sampel tanah yang dianalisa dengan ICP dan XRF serta distribusi geologi tanah di DAS Sumani

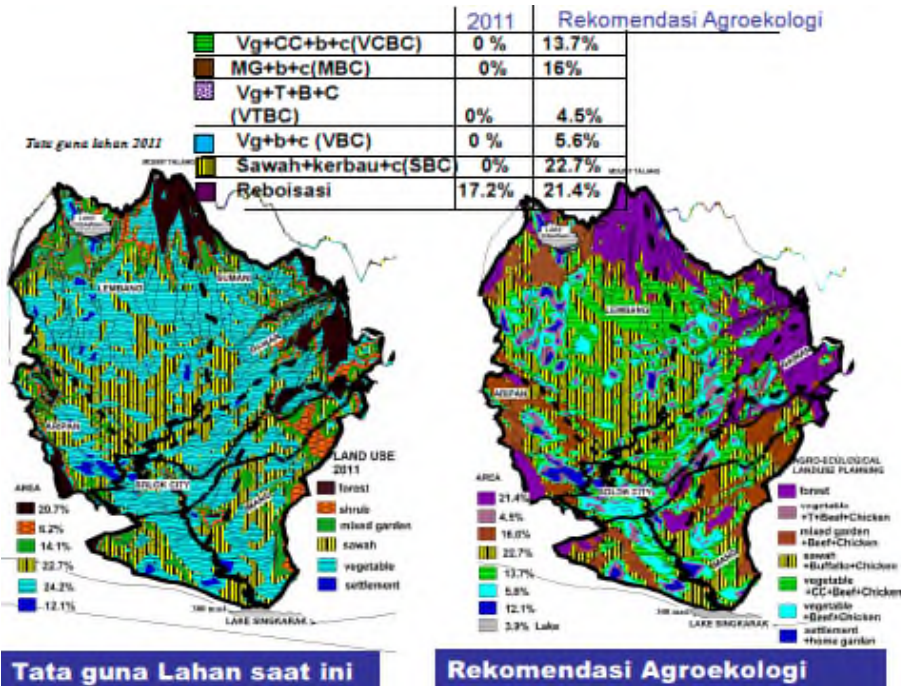
Gambar 3, membandingkan penggunaan lahan sekarang dengan penggunaan lahan Agroekologi. Dengan mengubah jenis penggunaan lahan seperti penelitian ini memperkenalkan 16% total luas DAS yaitu Kebun campuran + sapi + ayam, sayuran penanaman menurut kontur + sapi + ayam seluas 13,7% (warna biru), sayuran dengan

Tabel 1. Sifat umum fisika tanah di DAS Sumani

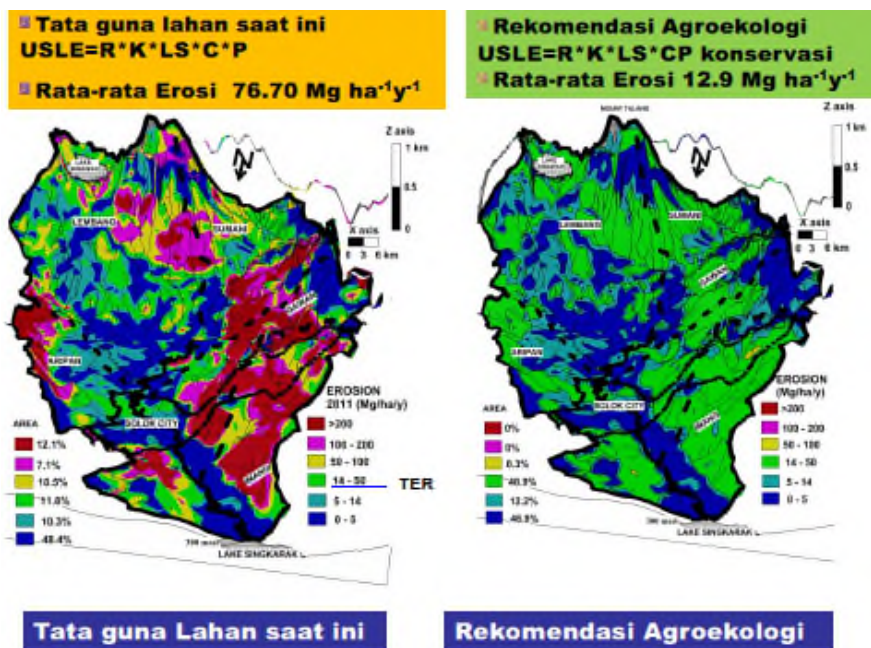
<b>Hasil Sifat Umum Fisika-Kimia Tanah DAS Sumani</b>					
n=121		Rata-rata	Max	Min	SD
Pasir (%)		9	58	0.4	11
Pasir sangat halus(%)		2	9	0.4	2
Debu(%)		55	85	0	20
Liat(%)		33	95	9	20
Bahan Organik (g kg <sup>-1</sup> )		54	111	21	24
Permeabilitas tanah (cm h <sup>-1</sup> )		93	1506	0	286
Kode permeabilitas		3	6	1	2
Kode Struktur tanah		3	4	1	1
Erodibilitas Tanah (K-faktor)		0.22	0.49	0.001	0.1
Berat Volume (g cm <sup>-3</sup> )		0.9	1.3	0.5	0.2
Kedalaman tanah efektif(cm)		71	160	40	27

Structure code: 1 very fine granular; 3 medium-coarse granular; 4 blocky, platy, massive  
Permeability code: 1 > 10% at 1/12 7.0% at 1/18 2.1% 1/71 & 1/45

Teras + sapi + ayam seluas 4,5% (warna hijau), sawah baru + kerbau + ayam seluas 22,7% (warna kuning) dan reboisasi 3,8% (warna merah muda). Dengan Rekomendasi Agroekologi mempengaruhi status erosi dan pendapatan petani. Kita akan melihat dan membahasnya berikut ini.



Gambar 3. Perbandingan penggunaan lahan saat ini dengan Rekomendasi Agroekologi



Gambar 4. Perbandingan erosi tanah pada penggunaan lahan saat ini dengan Rekomendasi Agroekologi di DAS Sumani

Gambar 4, memperlihatkan perbandingan umum rata-rata erosi tanah antara penggunaan lahan saat ini dan penggunaan lahan Rekomendasi Agroekologi. Dalam penggunaan lahan saat ini, rata rata erosi tanah sebesar 76,70 ton/ha/tahun dan dengan menerapkan penggunaan lahan agroekologi, tingkat erosi tanag berkurang menjadi 12,9 ton/ha/tahun. Rekomendasi Agroekologi memberikan fakta bahwa Agroekologi dapat terjadi peningkatan pendapatan petani sekitar 9,2%. Sedangkan erosi tanah dan hasil sedimen berkurang sebesar 83%. Penelitian ini menggambarkan bahwa USLE digunakan dengan nilai-nilai yang sesuai untuk masing-masing faktor dan Surfer tool adalah tool yang berguna, terutama untuk menentukan daerah-daerah berisiko tinggi di mana rekomendasi agroekologi penggunaan lahan dan konservasi tanah diperlukan. Pertimbangan daerah berisiko erosi tanah tinggi adalah yang paling penting dalam perencanaan penggunaan lahan agroekologi. Selama konversi lahan pertanian berlereng curam ke penggunaan lain di DAS Sumani, dukungan keuangan dari organisasi pemerintah dan internasional sangat penting.

### Karakteristik Tanah untuk analisa Logam Trace

Karakteristik umum dan elemen yang banyak di DAS Sumani ditunjukkan pada Tabel 2. Pada DAS Sumani pada permukaan tanahnya mengandung tekstur lempung berdebu (55,8%) dan lempung liat berdebu. Rata-rata nilai pH tanah di permukaan tanah pada Lahan sawah, Lahan sayuran dan sungai sedimen masing-masingnya yaitu 4,90-5,85, 4,96 dan 5,34 menunjukkan karakteristik tanah sedikit asam. KTK tanah berkisar antara 9,17-15,32 cmol / kg di Sawah; 17,83 cmol / kg di kebun sayuran dan 13,99 cmol / kg di sedimen sungai, yang mencerminkan kondisi kesuburan tanah rendah sampai sangat tinggi di lahan pertanian di DAS Sumani.

Tabel 2. Litologi dan konsentrasi unsur tanah pada keladalam 0-20 cm yang diukur dengan XRF

#### Litologi dan konsentrasi unsur pada sampel permukaan tanah (0-20 cm) diukur XRF pada DAS Sumani, Solok-Sumbar

Lokasi (Kode)	koder no. Sampel	Litologi		Unsur Trace(mg/kg)										Major Oxide (wt.%)				
		Tipe	pH	KTK	Pb	Zn	Cu	Ni	Cr	V	Sr	Rb	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	
Ketinggian(1)	Sayuran(1)	Si	5,0	17,8	38	88	39	3	8	101	96	98	53	0,56	1,9	0,66	0,16	
Tengah(2)	Sedimen Sungai(2)	L	5,3	14,0	30	62	36	9	22	294	65	12	40	1,14	15,3	0,27	0,07	
Sisi bukit (3)	Sawah(3)	C	5,9	9,2	33	44	11	12	24	277	27	14	42	1,08	10,1	0,18	0,10	
Bawah(4)	Sawah(4)	L	4,9	15,3	19	34	6	15	38	188	47	24	65	1,22	5,5	0,47	0,02	
	Rata-rata		5,3	14,1	30	56	23	10	23	215	59	37	50	1,00	8,2	0,40	0,09	
Sumatra BCSCST					25	96	39	58	102	90	251	45	63	0,69	5,0	3,16	0,15	
Jawa BCSCST					26	100	122	92	71	118	218	8	60	0,71	5,9	2,71	0,19	
E. Sunda BCSCST					21	82	163	64	44	96	405	63	54	0,59	5,0	9,06	0,13	
Japan BCSCST					24	77	89	67	37	84	87	60	69	0,35	3,8	0,65	0,20	
BCC					13	73	24	51	119	131	325	58	59	0,70	6,8	6,40	0,20	
UCC					20	71	2	20	35	60	350	112	66	0,5	5	4,2	0,16	

BCSCST, Bulk composition sediment columns subducting at trenches [50]; BCC, Bulk continental crust from [42]; Si, Debu; C, Liat, L, Lempung; UCC, upper continental crust measured by XRF from [46].

### Logam Trace dan unsur utama

Unsur Utama dan unsur trace dianalisis dari tanah lapisan atas yang mewakili (dua tanah sawah, satu tanah sayuran, dan satu tanah sedimen sungai) di DAS Sumani disajikan dalam Tabel 2. Karena tidak ada standar kriteria untuk logam berat dan logam trace dalam pertanian tanah di Indonesia, kami membandingkan data XRF terhadap data data sedimen modern dari sediment columns subducting at trenches di Sumatra (BCSCST), Jawa BCSCST, E. Sunda BCSCST dan Japan BCSCST (Rudnick et al. 2005), UCC (Bulk continental crust) dari (Taylor et al. 1985) dan BCC (Bulk continental crust) dari (Rudnick et al. 1995). Hasil analisa XRF menunjukkan bahwa DAS Sumani rata-rata tanahnya mengandung 30 mg / kg Pb, 55,75 mg / kg Zn dan 23 mg / kg Cu. Konsentrasi Pb di Tanah pada DAS Sumani yaitu mirip dengan Sumatera, Jawa, E. Sunda dan Jepang BCSCST, tapi lebih tinggi dari BCC dan UCC. Namun, konsentrasi Zn dan Cu lebih rendah dari Sumatera, Jawa, E. Sunda dan Jepang BCSCST (Tabel 2). Rata-rata konsentrasi dari SiO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO dan P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> masing-masing yaitu 49,9, 1,0, 8,22, 0,4 dan 0,09 wt %, secara umum konsentrasi mirip dengan Sumatera BCSCST, Jawa BCSCST, E. Sunda BCSCST, Jepang BCSCST, UCC dan BCC (Tabel 2).

### **Penilaian pencemaran logam**

Tingkat polusi pada sedimen sungai dan tanah pertanian dapat dinilai dengan menentukan parameter CF, EF, PLI dan Igeo. Dalam penelitian ini, indikator-indikator polutan dihitung berdasarkan rata-rata BCC (Lempeng Benua) dari (Rudnick et al. 1995). Metode yang berbeda dibahas di bawah.

### **Index Beban Polusi (PLI)**

Tingkat pencemaran logam Trace dihitung berdasarkan PLI (Tomlinson et al. 1980) yang dihitung dari nilai rata-rata geometrik dari CF yang ada di lokasi penelitian. PLI dihitung dengan rumus:

$$PLI = n (CF_1 \times CF_2 \times CF_3 \times \dots \times CF_n)^{0,5}$$

di mana CF adalah faktor kontaminasi dan n adalah jumlah logam yang dipilih. Menurut Tomlinson et al (1980), nilai-nilai PLI yaitu 0, 1, atau > 1 menunjukkan adanya kehadiran polutan baseline. Nilai-nilai PLI rendah untuk semua empat sampel permukaan di tanah sawah dan tanah sayuran menunjukkan polutan tidak ditemukan (Tabel 3).

### **Faktor pengayaan (EF)**

EF dihitung sebagai:

$$EF = (M / TiO_2 \text{ sampel}) / (\text{background } M / TiO_2);$$

Dimana (M / TiO<sub>2</sub>) sampel adalah rasio konsentrasi logam dan konsentrasi TiO<sub>2</sub> sampel. (Background M / TiO<sub>2</sub>) adalah rasio konsentrasi logam dan konsentrasi TiO<sub>2</sub> background.

Tabel 3. Nilai CF dan PLI pada tanah Sawah, sayuran dan sedimen sungai di DAS Sumani

**Nilai CF dan PLI di tipe pemakaian lahan yang mewakili di DAS Sumani, Solok-Sumbar**

Lokasi (Kode)	Kode/ No. Sampel	Litolo gi Tipe	Contamination Factor (CF)								PLI
			Pb	Zn	Cu	Ni	Cr	V	Sr	Rb	
Ketingian(1)	Sayuran(1)	Si	3,02	1,21	1,61	0,06	0,07	0,77	0,30	1,89	0,004
Tengah(2)	Sedimen Sungai(2)	L	2,4	0,84	1,49	0,18	0,18	2,24	0,20	0,21	0,000
Sisi Bukit (3)	Sawah(3)	C	2,6	0,60	0,47	0,24	0,20	2,11	0,08	0,24	0,000
Bawah(4)	Sawah(4)	L	1,5	0,47	0,27	0,29	0,32	1,42	0,14	0,41	0,000
	Rata-rata		2,38	0,78	0,96	0,19	0,19	1,64	0,18	0,64	0,001

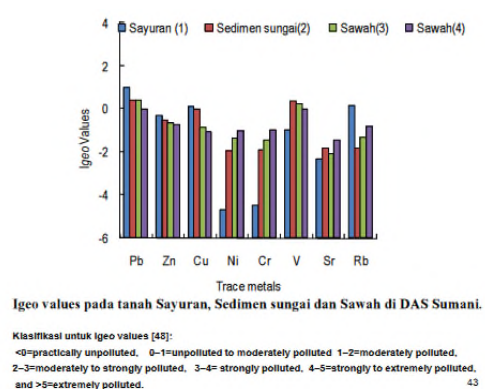
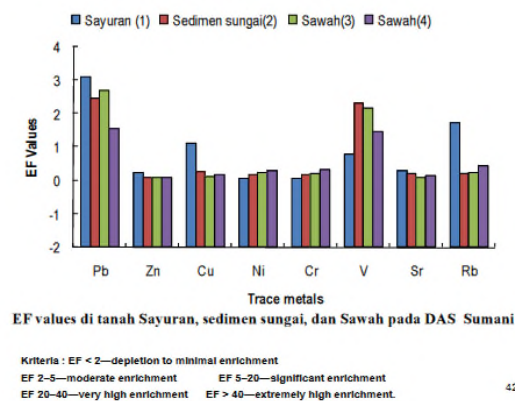
CF bisa mengindikasikan  
 Kontaminasi rendah (CF<1);  
 Kontaminasi sedang (1<CF<3)  
 Kontaminasi Tinggi (3<CF<6)  
 Kontaminasi Sangat Tinggi (CF>6)" [44].

Menurut [39],  
 PLI berkisar 0, 1 =Tidak ada polutan  
 PLI>1ada kehadiran polutan

Nilai PLI rendah untuk 4 sampel tanah pada lokasi sawah, sayuran dan sedimen sungai berarti tidak ada keberadaan polutan di Tanah

41

Nilai CF (Tabel 3) untuk Pb berkisar dari 1,51 di tanah Sawah dan 3,02 di tanah sayuran, menunjukkan kontaminasi sedang sampai cukup terkontaminasi pada tanah ini.



Gambar 5. Lokasi Nilai EF dan Nilai Igeo pada tanah sayuran, tanah sawah dan sedimen sungai

Nilai EF untuk Pb, V, di tanah sayuran dan sedimen sungai menunjukkan terjadinya pengayaan sedang (EF, 2-5). Untuk elemen Pb ini bisa menunjukkan adanya kontribusi dari kegiatan manusia (agrokimia dan bensin bertimbal dari kendaraan) dan sumber alami (abu vulkanik) seperti dilaporkan oleh (Praveena et al. 2008; Fiantis et al.

2010). Nilai EF yang rendah untuk Zn, Cu, Ni, Cr, dan Sr diklasifikasikan sebagai terjadinya deplesi/penipisan sampai pengayaan minimal, yang bermakna bahwa tidak ada terjadi masalah lingkungan.

### Geoaccumulation Indeks (Igeo)

Nilai Igeo dihitung untuk menentukan tingkat pencemaran, digunakan persamaan berikut (Muller et al. 1969):

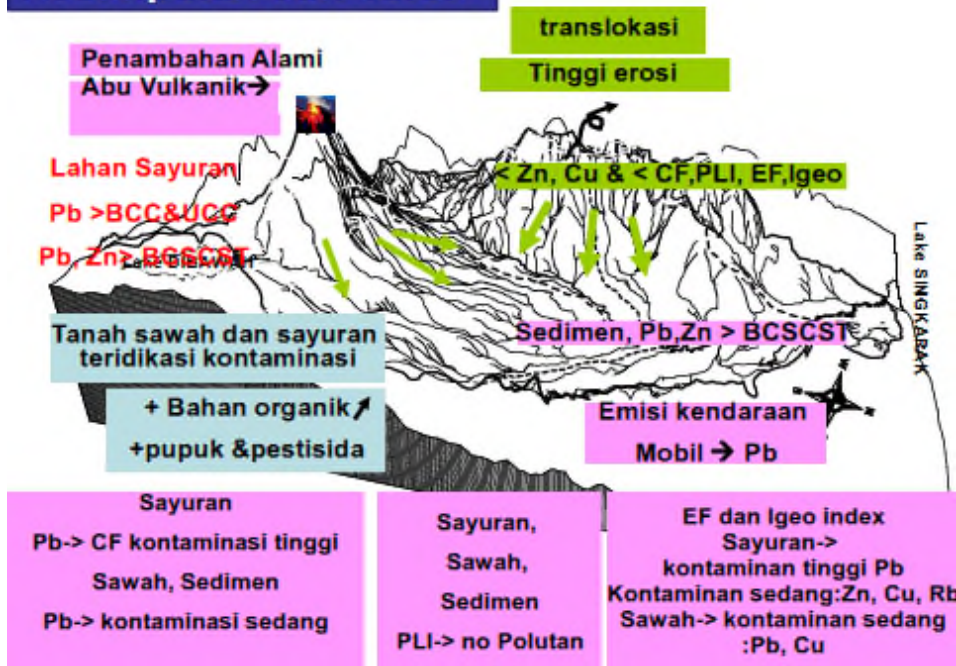
$$I_{geo} = \log_2 (C_n / 1.5B_n)$$

Dimana  $C_n$  adalah konsentrasi elemen  $n$  yang diukur dan  $B_n$  adalah nilai geokimia background dari elemen  $n$  di BCC (Rudnick et al. 2005).

Gambar 4. Menunjukkan Nilai Igeo tertinggi terdapat pada logam Pb, Cu, dan Zn ditemukan pada tanah Sayuran di dataran tinggi, menunjukkan bahwa praktek pertanian dapat mempengaruhi tanah. Namun, data base tanah yang lebih banyak dan nilai background untuk batuan dasar pembentuk tanah diperlukan sebelum diambil kesimpulan final.

### Kesimpulan

#### Kesimpulan dan saran



Tanah di DAS Sumani memiliki pH tanah agak asam sampai asam dan berdasarkan nilai KTK sampel tanah kondisi kesuburan tanah berkisar dari rendah sampai sangat tinggi untuk tanah pertanian. Nilai-nilai PLI mengkonfirmasi bahwa kualitas tanah pada tanah sawah, sayuran dan sedimen sungai di DAS Sumani tidak ditemukan polutan, dan ini mungkin tidak berdampak pada produksi tanaman, kehidupan manusia dan organisme lainnya. Menurut EF dan Indeks Igeo, ada daerah dapat dianggap memiliki kontaminasi dari logam Pb. Konsentrasi Pb dan Cu, di permukaan tanah di tanah sayuran dan tanah sawah di DAS Sumani mencerminkan kecenderungan kontaminasi logam yang tampaknya terkait dengan kondisi alami karena tambahan abu vulkanik dari gunung Talang, material organik melalui praktek-praktek

pertanian dan sumber antropogenik seperti pupuk dan residu pestisida dan gas buangan dari kendaraan. Konsep Agroekologi untuk menurunkan erosi dan menjaga inkam petani akan sangat membantu untuk mengatasi permasalahan degradasi lahan karena erosi tanah di daerah tropik seperti Indonesia.

### **Ucapan Terima Kasih**

Kami mengucapkan terima kasih kepada Profesor Tsugiyuki Masunaga dan Profesor Ishiga dari Shimane University, Japan yang telah memberikan saran dan analisa XRF. Kami juga berterima kasih kepada MENRISTEK DIKTI yang telah mendanai penelitian ini . Terim kasih juga kepada seluruh civitas akademika Politani, teknisi dan karyawan serta honorer .

### **Pustaka**

- Abdurachman A, Abuyamin S, Kurnia U 1990: Pengelolaan Tanah and Tanaman untuk Usaha Konservasi (Soil and Crop Management for Conservation), PPT Bogor (in Indonesian).
- Aflizar, Cornelius Alarima Idowu, Edi Syafri, M. Azadur Rahman, Yoga Andriana Sandjaja, Husnain. 2015. Trace Metal Concentrations in an Agricultural Watershed: Case Study in the Sumani Watershed, West Sumatera Indonesia. *International Journal, Sustainable Future for Human Security. J-Sustain* .3(1). 2–11. Available online: <http://www.j-sustain.com>
- Aflizar, Roni A and Masunaga T. 2013. Assessment Erosion 3D hazard with USLE and Surfer Tool: A Case study of Sumani Watershed in West Sumatra Indonesia. *J. Tropical Soils* . 18(1).81-92
- Aflizar, Saidi A, Husnain, Ismawardi, Istijono B, Harmailis, Somura H, Wakatsuki T and Masunaga T . 2010a, A land use planning recommendation for the Sumani watershed, West Sumatera, Indonesia .*Tropics*; 19: 43-51. available online: <http://www.JSTAGE.com>
- Aflizar, Saidi A, Husnain, Indra R, Darmawan, Harmailis, Somura H, Wakatsuki T, Masunaga T. 2010b, Soil erosion characterization in an agricultural watershed in West Sumatra, Indonesia. *Tropics*; 19: 29-42. available online: <http://www.JSTAGE.com>
- Chris SR, Harbor H 2002: Soil erosion assessment tools from point to regional scales- the role of geomorphologists in land management research and implication. *Geomorphology.*, 47, 189-209.
- Fiantis D, Nelson M, Shamsuddin J, Goh TB, Van Ranst E. 2010, Determination of the Geochemical Weathering Indices and Trace Element Content of new Volcanic Ash deposits from Mt. Talang west Sumatra) Indonesia. *Euroasian Soil Sci*; 43(13) : 1477-1485.
- Golden Software. 2011. SURFER 9 for windows. Golden, Colorado. Available from URL: <http://www.goldensoftware.com/products/surfer/surfer.shtml>.
- Iwata T, Nakano S, Inoue M 2003: Impact of past riparian deforestation on stream communities in a tropical rain forest in Borneo. *Ecol. Appl.*, 13, 461-473.
- Indonesia Geological Research and Development Centre (IGRDC). 1979, Systematic Geological map of the Solok, quadrangle Sumatra.0815. Scale: 1:250000 edition 2 by PH silitonga and Kastowo. Base map by U.S. Army Map service, series T-503;1995, (index number, SA 47-4). Index showing quadrangle names and number according to national coordination agency for surveys and mapping (NCSAM), 1975.

- Margareth and Arens 1989: World Bank Environmental Department Working paper No.18. The World Bank, Washington, DC.
- Muller G . 1969, Index of geoaccumulation in the sediments of the Rhine River. *Geol J*; 2: 108–118.
- Potts, P. J., Tindle, A. G., & Webb, P. C. 1992 . Geochemical reference material compositions. (p. 313). Caithness:Whittles.
- Praveena SM, Ahmed A, Radojevic M, Abdullah MH, Ariz AZ. 2008, Multivariate and Geoaccumulation Index Evaluation in Mangrove Surface Sediment of Mengkabong Lagoon, Sabah. *Bull Environ Contain Toxicol*; 81: 52-56
- Reddy MS, Basha S, Kumar VGS, Joshi HV, Ramachandraiah G. 2004, Distribution, enrichment and accumulation of heavy metals in coastal sediments of Alang-Sosiya ship scrapping yard, India. *Mar Pollut Bull*; 48:1055–1059.
- Rahman MA, Ishiga H. 2012, Trace metal concentrations in tidal flat coastal sediments, Yamaguchi Prefecture, southwest Japan. *Environ Monit Assess*; 184: 5755–5771.
- Ray AK, Tripathi SC, Patra S, Sarma VV. 2006, Assessment of Godavary estuarine mangrove ecosystem through trace metal studies. *Environ I* ; 32:219–223.
- Rudnick RL, Fountain DM. 1995, Nature and composition of the continental crust: a lower crustal perspective. *Rev Geophys* ; 33(3): 267–309
- Rudnick RL, Gao S. The crust. In H. D. Holland & K. K. Turekian (Eds.), 2005, *Treatise on geochemistry*; 3 (p. 537).Oxford: Elsevier Science
- Tomlinson DC, Wilson JG, Harris CR, Jeffrey DW. 1980, Problems in the assessment of heavy-metal levels in estuaries and the formation of a pollution index. *Helgoland Mar Res*; 3: 566–575.
- World Bank 1994: Indonesian Environment and Development: Challenges for the Future, Report No. 12083-Indonesia, Washington, DC” The World Bank, 21 March.



**SEMINAR NASIONAL**  
**POLITEKNIK PERTANIAN NEGERI PAYAKUMBUH**

**YK**  
Pusat Kajian

**SERTIFIKAT**

No. 4365/PL.25/LL/2016

Diberikan Kepada :

**Aflizar, SP. MP. Ph.D**

Atas Partisipasinya Sebagai

**Pemakalah Utama**

Pada Seminar Nasional hari Rabu tanggal 21 September 2016 dengan tema

***"Dampak Perubahan Iklim terhadap Biodiversitas Pertanian Indonesia  
(Analisis Kebijakan Inter Sektor)"***

Direktur,

  
Gusmalini, M.Si  
NIP. 195711101987032001

Ketua Pelaksana,

  
Dr. Rinda Yanti, SP, M.Si  
NIP. 197009231997022001