

**FORMULASI PEMANTAUAN PARTISIPATIF
KUALITAS LAHAN DAN AIR
UNTUK PROGRAM PENATAGUNAAN LAHAN DI LAOS**

IMAM BASUKI



**SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2011**

PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis **Formulasi Pemantauan Partisipatif Kualitas Lahan dan Air untuk Program Penatagunaan Lahan di Laos** adalah karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Bogor, 11 November 2011

Imam Basuki
P052080271

ABSTRACT

IMAM BASUKI. Formulation of Participatory Monitoring on Land and Water Quality for Land-use Planning Program in Laos. Under direction of SYAIFUL ANWAR, MANUEL JEAN BOISSIERE and HERRY PURNOMO.

Land use planning (LUP) is believed to be able to increase biodiversity, agriculture production and livelihood in remote areas. But until recently, it is eminent that in many developing countries that apply the LUP, environmental degradation continues and much of people living in rural and forested areas remain the poorest of the poor. The impact of LUP is poorly evaluated and understood. The objective of this study is to formulate an effective and applicable participatory monitoring system in the context of LUP in Laos. Participatory Action Research (PAR) was used to accommodate different stakeholders, i.e. communities, local government and researchers, in developing the monitoring system and integrating both scientific and local knowledge. The research was carried out from 2009 to the end of 2010 at seven villages and one sub-village in Khumban Muangmuay, Viengkham district, Laos. The results show that participatory monitoring could inform management decision in LUP by showing what trends are happening in the productivity of land for rice field agriculture and in the quality of drinking-water. Participatory monitoring provides alternatives for local government to cope their lack of human and financial resources by sharing the activities at village level to the communities and by reducing the cost. Integration of scientific and local knowledge brings more accurate, faster, cheaper and applicable system of monitoring to the impact of LUP on land productivity and drinking water quality. Participatory monitoring able to facilitate all stakeholders' perceptions, knowledge and responsibilities in informing decisions of land management, in the context of LUP, that will conserve environment, alleviate poverty and reduce negative impacts on local livelihoods.

Key words: participatory monitoring, land productivity, drinking water, land use planning.

RINGKASAN

IMAM BASUKI. Formulasi Pemantauan Partisipatif Kualitas Lahan dan Air untuk Program Penatagunaan Lahan di Laos. Dibimbing oleh SYAIFUL ANWAR, MANUEL JEAN BOISSIERE dan HERRY PURNOMO.

Perencanaan yang memadukan unsur pembangunan infrastruktur, kesesuaian lahan bagi pertanian dan kawasan lindung, dapat sekaligus meningkatkan konservasi keanekaragaman hayati, hasil produk pertanian, dan mendukung kehidupan masyarakat di daerah terpencil. Namun hal ini sulit diterima karena meskipun berbagai program perencanaan (termasuk tataguna lahan) telah dilakukan di banyak negara berkembang, fakta-fakta menunjukkan bahwa degradasi lingkungan terus terjadi. Selain itu penurunan produktifitas lahan juga terus meningkat kejadiannya akibat erosi dan hilangnya kesuburan, serta jumlah negara yang menghadapi krisis kekurangan air semakin banyak. Sekitar 1,6 milyar jiwa masyarakat terutama di wilayah pedesaan sekitar hutan masih hidup di dalam kemiskinan. Program penatagunaan lahan masih perlu dievaluasi dan didukung dengan informasi mengenai keefektifannya serta dampaknya terhadap lingkungan dan masyarakat.

Tujuan utama penelitian adalah untuk memformulasikan sistem pemantauan partisipatif untuk evaluasi dampak penatagunaan lahan terhadap produktivitas lahan dan kualitas air minum. Penelitian dilaksanakan selama tahun 2009 hingga tahun 2010 di delapan lokasi penelitian, Kumban Muangmuay, Kabupaten Viengkham, Provinsi Luang Phrabang, Laos. Posisi desa-desa tersebut berbeda jarak relatifnya terhadap Kawasan Lindung Phou Luoey dan jalan raya negara yang melintasi Kabupaten Viengkham. Kegiatan penelitian dilakukan dengan menggunakan pendekatan penelitian aksi partisipatif (PAR/*participatory action research*) dan survei lapangan serta survei desa. Pelatihan diberikan bagi masyarakat dan staf kabupaten, terkait pendekatan ilmiah untuk pemantauan kualitas tanah dan air. Pendekatan tersebut digunakan untuk memperoleh partisipasi aktif berbagai pihak terkait (DAFO/*district agriculture and forestry office*, TSC/*technical service center*, masyarakat desa, dan peneliti), mengumpulkan informasi mengenai kondisi kualitas tanah dan air pada lanskap setempat, serta mengakomodasi persepsi dan pengetahuan masyarakat mengenai kepentingan jenis-jenis tanah dan badan air yang ada.

Menurut masyarakat desa, terdapat enam (6) jenis tanah yang terdistribusi dengan luasan dan produktivitas yang berbeda-beda di wilayah penelitian (18,931 ha). Tanah hitam/'dinh dam' (7716 ha; 41%), tanah merah/'dinh deuang' (4279 ha; 23%), tanah berakar/'dinh ko' (1988 ha; 11%), tanah berbatu/'dinh hinh' (1984 ha; 11%), tanah berpasir/'dinh say' (1343 ha; 7%), dan tanah merah gelap/'dinh sot' (1293 ha; 7%). Tanah hitam memiliki produktivitas aktual tertinggi yaitu 357 kg dari benih sebanyak 10 kg (setara dengan sekitar 1.7 ton/ha). Tanah merah (dinh deuang) paling rendah produktivitasnya yaitu sekitar 0.6 ton/ha.

Status hara tanah umumnya rendah, kecuali pada wilayah di pinggir sungai yang memiliki ketersediaan hara, khususnya kalsium dan magnesium, yang mendominasi kompleks jerapan tanah. Korelasi positif yang signifikan (pearson; $r > 0.7$) ditunjukkan antara ketersediaan hara dengan kejenuhan basa dan nilai pH.

Ketersediaan hara tidak berkorelasi signifikan dengan nilai kapasitas tukar kation tanah.

Menurut masyarakat, produktivitas lahan untuk padi ladang telah menurun sejak pelaksanaan program penatagunaan lahan. Hal ini didasarkan pada perolehan hasil panen padi masyarakat yang terus menurun hingga saat ini. Informasi tersebut juga didukung hasil analisis kesuburan dan kesesuaian lahan secara ilmiah. Penyebab utama penurunan produktivitas adalah erosi tanah, makin pendeknya masa bera lahan pertanian yang dialokasikan bagi tiap keluarga serta tidak adanya input pupuk yang diberikan pada lahan. Hasil evaluasi lahan menunjukkan bahwa semua lokasi contoh tanah tidak sesuai untuk pengembangan komoditas karet. Hal ini disebabkan oleh faktor-faktor pembatas berupa ketersediaan air yang amat terbatas dan besarnya resiko terjadinya erosi tanah. Pengembangan padi, pohon jarak dan rumput gajah masih dimungkinkan pada sekitar 30% wilayah contoh dengan kelas kesesuaian S2 (sesuai dengan faktor pembatas ringan) atau S3 (sesuai dengan faktor pembatas berat). Hal inipun masih memiliki faktor pembatas kesesuaiannya yang berupa resiko erosi, media perakaran dan genangan.

Indeks produktivitas lahan setempat dapat memberikan informasi yang lebih detail dibandingkan evaluasi dengan pendekatan ilmiah. Indeks setempat yang menggunakan tumbuhan indikator sebagaimana telah digunakan, diidentifikasi dan dinilai sensitifitasnya oleh masyarakat setempat, mampu membedakan secara nyata antara lahan produktif dari lahan tidak produktif untuk budidaya padi ladang. Sementara di pihak lain, analisis kesuburan dan kesesuaian lahan tidak dapat membedakannya. Indeks setempat itu ternyata juga berhubungan dengan sifat-sifat fisika dan kimia tanah (tekstur, karbon, pH dan kejenuhan basa).

Hampir semua desa memiliki sumber air minum di wilayahnya yang merupakan sungai-sungai kecil berair jernih dengan debit yang bervariasi dari 0.1 liter/detik hingga ratusan liter/detik. Sebagian besar sungai yang lebih lebar dari empat meter dianggap sudah tidak penting untuk sumber air minum karena kualitasnya yang jauh menurun dan mudah keruh saat hujan. Pada sungai besar kandungan klorida lebih tinggi (20-60 ppm) mungkin disebabkan oleh aktivitas masyarakat yang sebagian besar masih mandi dan mencuci di sungai, sehingga banyak buangan deterjen terkandung dalam airnya. Namun nilai tersebut masih dibawah ambang batas yang diperbolehkan oleh WHO (*world health organization*) untuk penggunaan air minum yaitu 250 ppm. Sementara kandungan besi yang tinggi mungkin lebih disebabkan oleh proses pencucian besi dari sumber-sumber dalam tanah dan batuan serta pencemaran akibat kegiatan penambangan emas. Nilai lebih besar atau sama dengan satu (≥ 1) sudah tidak memenuhi kriteria yang diperbolehkan untuk air minum.

Variasi kualitas sumber air minum setempat lebih dipengaruhi oleh besar atau kecilnya aktivitas masyarakat setempat pada sumber air tersebut, misalnya mandi dan cuci, berternak, perladangan, dan penambangan emas. Kualitas sumber air minum di hulu masih layak untuk dikonsumsi, berdasarkan kriteria kementerian kesehatan Laos. Namun sungai Xeuang dan Ma di daerah hilir tidak lagi memenuhi standar kualitas air minum berdasarkan indikator kekeruhan, rasa dan bau yang tidak dapat diterima, serta kandungan besinya yang terlalu tinggi.

Indeks kualitas air minum setempat yang menggunakan 18 indikator dapat menjadi metode pemantauan kualitas sumber air minum. Uji coba tiga metode

penilaian kualitas air minum, yaitu GWMK/*green water monitoring kit*, invertebrata makro dan indikator setempat, menunjukkan bahwa penggunaan indikator setempat memberikan hasil yang bersesuaian dengan kualitas air minum berdasarkan standar kesehatan Laos (metode GWMK). Penggunaan metode invertebrata makro menunjukkan hasil sebaliknya.

Mencermati karakter lingkungan, sebagaimana disampaikan di atas, kita dapat memahami bahwa terdapat keragaman produktivitas lahan dan kualitas sumber air minum setempat. Tindakan pengelolaan sumberdaya lahan dan air sungai tidak bisa digeneralisir dan akan lebih tepat dengan memperhatikan karakter lingkungan dan kegiatan masyarakat setempat di tingkat desa. Pengelolaan akan lebih efektif dan efisien bila didasarkan pada informasi pendukung yang dapat diandalkan dan berdasar pada kondisi aktual. Pemantauan partisipatif diharapkan dapat menjadi alat penyedia informasi tersebut dan dirumuskan untuk dilakukan pada tingkat desa, khumban dan kabupaten. Kegiatan dibagi bersama antara masyarakat dan kepala desa, untuk kegiatan di tingkat desa, dan dengan staf TSC untuk kegiatan di tingkat Khumban. Staf DAFO akan berperan di tingkat kabupaten.

Masyarakat akan menggunakan indikator dan indeks setempat dalam pemantauan produktivitas lahan dan kualitas sumber air minum. Sebanyak 52 tumbuhan indikator telah diidentifikasi dan diuji aplikasinya dalam menentukan indeks produktivitas lahan setempat. Sementara 18 indikator, termasuk beberapa jenis binatang dan karakteristik lingkungan, digunakan untuk menentukan indeks kualitas sumber air minum. Staf TSC akan melakukan pemantauan dengan pendekatan ilmiah, yaitu dengan PUTK (perangkat uji tanah kering) untuk pendugaan tindakan pengelolaan tanah yang diperlukan sebagai tindak lanjut hasil pemantauan yang dilakukan oleh masyarakat. Selain itu GWMK juga akan digunakan untuk pendugaan tindakan pengelolaan sumber air minum.

Pemantauan partisipatif memiliki beberapa kelebihan untuk mengatasi masalah pemantauan dampak penatagunaan lahan di Laos dan beberapa negara berkembang lainnya, misalnya kesederhanaan, aplikatif, relatif murah dan cepat, serta akurat. Aplikasi sistem pemantauan partisipatif akan dapat mendukung pencapaian target tataguna lahan dengan menyediakan informasi mengenai perubahan yang terjadi pada sumberdaya lahan dan air. Ketersediaan informasi akan berimplikasi pada penentuan tindakan pengelolaan yang lebih tepat untuk pencapaian tujuan penatagunaan lahan.

©Hak Cipta Milik IPB, tahun 2011
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah; dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

**FORMULASI PEMANTAUAN PARTISIPATIF
KUALITAS LAHAN DAN AIR
UNTUK PROGRAM PENATAGUNAAN LAHAN DI LAOS**

IMAM BASUKI

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Sains pada
Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan

**SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2011**

Penguji Luar Komisi Pada Ujian Tesis: Dr. Ir. Titik Sumarti, M.S

Judul Tesis : Formulasi Pemantauan Partisipatif Kualitas Lahan dan Air untuk
Program Penatagunaan Lahan di Laos
Nama : Imam Basuki
NIM : P052080271

Disetujui

Komisi Pembimbing

Dr. Ir. Syaiful Anwar, M.Sc.

Ketua

Dr. Manuel Jean Boissiere

Anggota

Dr. Ir. Herry Purnomo, M.Sc.

Anggota

Diketahui

Ketua Program Studi Pengelolaan
Sumberdaya Alam dan Lingkungan

Dekan Sekolah Pascasarjana

Prof. Dr. Ir. Cecep Kusmana, M.S.

Dr. Ir. Dahrul Syah M.Sc. Agr.

Tanggal Ujian: 11 November 2011

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala karunia-Nya sehingga tesis ini dapat diselesaikan. Tesis ini disusun dalam rangka memenuhi persyaratan memperoleh gelar Magister Sains pada Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Syaiful Anwar, M.Sc, Dr. Manuel Jean Boissiere dan Dr. Ir. Herry Purnomo, M.Sc selaku komisi pembimbing yang telah memberikan ilmu, arahan dan motivasi dalam penyusunan tesis ini.
2. Kedua orang tua, istri dan anak-anakku, keluarga, kerabat dan sahabat, atas doa dan dukungannya yang tidak pernah berhenti kepada penulis.
3. Dr. Douglas Sheil dan Dr. Robert Nasi yang selalu memberikan semangat dan bantuan untuk penyelesaian studi.
4. Dr. Jean Laurent Pfund, John Watt, Dr. Jean Christophe Castella, Vongvilay V., Fabien Bastide, Yulia Fitriana, Amandine Boucard, Sayasith P., Khamsao M., Bhountan, dan seluruh rekan dalam proyek Landscape Mosaic.
5. Proyek Landscape Mosaic dan Biodiversity Monitoring yang telah memberikan bantuan dana dan kesempatan bagi penulis untuk melaksanakan penelitian.
6. Seluruh masyarakat di desa-desa Khumban Muangmuay, para staf TSC dan DAFO Kabupaten Viengkham atas kolaborasi baiknya.
7. Nining Liswanti, Andre Ekadinata, M. Agus Salim, Rahayu Subekti, Tonni Asmawan, Anang, Rahman Pasha, Sofi Mardiah, Michael Padmanaba, yang telah membantu dalam diskusi ihwal penelitian.
8. Prof. Dr. Ir. Cecep Kusmana, MS selaku ketua Program Studi PSL, Dr. Ir. Titik Sumarti, M.S. selaku penguji dari luar komisi pembimbing, dan Dr. Ir. Etty Riani, M.Sc. selaku penguji dari program studi.
9. Rekan-rekan PSL 2008 yang telah memberikan dukungan dan motivasi.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi masyarakat dan perkembangan ilmu pengetahuan.

Bogor, 11 November 2011

Imam Basuki

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Jakarta pada tanggal 16 Februari 1974 sebagai anak kedua dari pasangan Bapak H. Ahmad Gunadi B.A. dan Ibu Hj. Mardiyati. Gelar Sarjana Pertanian diperoleh dari Departemen Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor pada tahun 1999. Penulis bekerja sebagai *Research Officer* di Center for International Forestry Research (CIFOR) sejak tahun 2000 hingga saat ini dan telah melakukan berbagai penelitian di bidang kehutanan, tanah dan kehidupan masyarakat hutan di Indonesia, Vietnam, India, dan Laos.

Pendidikan pada Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Sekolah Pasca Sarjana IPB, mulai penulis dapatkan pada tahun 2008. Tahun 2009, penulis juga mengikuti *Summer School on Millenium Ecosystem Assessment*, di Peyresq Perancis, yang diselenggarakan oleh Postdam Institute.

Penulis aktif dalam kegiatan peningkatan kapasitas sumberdaya manusia dengan kegiatan pelatihan tentang penelitian dan penggunaan metode multi-disiplin bagi mahasiswa dan peneliti. Beberapa kegiatan ilmiah pernah juga diikuti diantaranya ATBC *Conference* di India tahun 2007 dan Bali tahun 2010, sebagai penyaji makalah ilmiah. Tahun 2009 mengikuti *World Agroforestry Congress* di Nairobi. Tahun 2010 mempresentasikan hasil penelitian dalam COP-CBD 10 di Nagoya dan tahun 2011 dalam *World Biodiversity Congress* di Kuching serta *International Conference of Indonesia Forestry Researcher* di Bogor. Beberapa karya ilmiah juga telah penulis publikasikan (2003-2011), baik sebagai penulis utama atau penulis pendamping, melalui CIFOR, Earthscan, Cambridge University Press, International Journal of Environment and Sustainable Development, Biodiversity and Conservation Journal, Ambio Journal, Journal of Forestry Research, International Forestry Review, Journal of Tropical Ethnobiology, dan Info Hutan.

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Kerangka Pemikiran.....	2
1.3 Perumusan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Pemantauan Partisipatif, Indikator, Pengetahuan Setempat dan Pengelolaan Sumberdaya Lahan dan Air.....	8
2.2 Laos: Kemiskinan, Konservasi Hutan dan Tataguna Lahan...	11
2.3 Kebijakan Tataguna Lahan dan Pengelolaan Sumberdaya Alam.....	12
2.4 Penelitian <i>Biodiversity Monitoring</i> dalam Proyek <i>Landscape Mosaic</i>	16
III METODE PENELITIAN	18
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	18
3.2 Bahan dan Alat.....	19
3.3 Rancangan Penelitian.....	19
3.3.1 Pengumpulan Data Lingkungan Terkait Tataguna Lahan.....	21
3.3.2 Persepsi Masyarakat Desa tentang Nilai Penting Lahan dan Sumber Air, serta Pengambilan Contoh Tanah dan Air.....	22
3.3.3 Indikator Kualitas Tanah dan Sumber Air Minum Setempat.....	24
3.3.4 Peran serta Staf Pemerintah Kabupaten dan Masyarakat serta Informasi Dasar Sumberdaya Lahan dan Air.....	26

3.4 Analisis Data.....	28
IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
4.1 Karakteristik Lingkungan terkait Program Penatagunaan Lahan: Penutupan Vegetasi, Iklim dan Kemiringan Lahan.....	31
4.1.1 Perubahan Penutupan Vegetasi.....	31
4.1.2 Iklim: Curah Hujan dan Temperatur Udara.....	33
4.1.3 Kemiringan Lahan.....	34
4.2 Kondisi dan Tren Kualitas Lahan.....	35
4.2.1 Pengetahuan dan Persepsi Masyarakat.....	35
4.2.1.1 Distribusi dan Nilai Penting Tanah, serta Produktivitas Lahan.....	36
4.2.1.2 Indikator Pemantauan Produktivitas Lahan Setempat	38
4.2.2 Evaluasi Kualitas Lahan secara Ilmiah.....	41
4.2.2.1 Uji Kesuburan Tanah di Lapangan.....	43
4.2.2.2 Kesuburan dan Status Unsur Hara.....	42
4.2.2.3 Kesesuaian Lahan untuk Budidaya Pertanian.....	45
4.3 Kondisi dan Tren Kualitas Sumber Air Minum.....	45
4.3.1 Pengetahuan dan Persepsi Masyarakat	45
4.3.1.1 Nilai Penting, Kondisi dan Tren Kualitas Sumber Air Minum.....	45
4.3.1.2 Indikator Pemantauan Kualitas Sumber Air Minum...	47
4.3.2 Evaluasi Kualitas Sumber Air Minum secara Ilmiah.....	49
4.3.2.1 Karakteristik Sumber Air Minum.....	49
4.3.2.2 Kualitas Sumber Air Minum.....	52
4.4 Degradasi Produktivitas Lahan dan Kualitas Air Minum.....	55
4.5 Hubungan Pengetahuan Masyarakat dan Pendekatan Ilmiah.....	56
4.5.1 Kualitas Lahan.....	57
4.5.2 Kualitas Sumber Air Minum.....	58
4.6 Sistem Pemantauan Partisipatif.....	59
4.6.1 Unsur Pemantauan Partisipatif.....	60

4.6.2 Pemantauan yang Efektif dan Berkelanjutan.....	63
4.7 Implikasi Hasil Penelitian bagi Konservasi Sumberdaya Lahan dan Air serta Kesejahteraan Masyarakat.....	65
4.8 Nilai Tambah Aplikasi Pemantauan Partisipatif bagi Parapihak Kualitas Lahan dan Sumber Air.....	67
V SIMPULAN DAN SARAN.....	68
5.1 Simpulan.....	68
5.2 Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA.....	71
LAMPIRAN.....	76

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Penatagunaan lahan belum dapat melindungi lingkungan dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Perencanaan yang memadukan unsur pembangunan infrastruktur, kesesuaian lahan bagi pertanian dan kawasan lindung, seharusnya dapat meningkatkan konservasi keanekaragaman hayati, hasil produk pertanian, dan mendukung kehidupan masyarakat di daerah terpencil (Brandon *et al.* 2005). Namun hal ini belum terbukti karena meskipun berbagai program perencanaan (termasuk tataguna lahan) telah dilakukan di banyak negara berkembang, fakta-fakta menunjukkan bahwa degradasi lingkungan terus terjadi. Hutan tropis terus hilang pada tingkat kritis hingga 13 juta ha/tahun di seluruh dunia (FAO 2010) dan sekitar 1.1 juta ha/tahun khusus di Asia Tenggara (Miettinen *et al.* 2011). Selain itu produktivitas lahan untuk kegiatan pertanian juga terus mengalami penurunan akibat erosi dan hilangnya kesuburan (FAO 2002) dan jumlah negara yang menghadapi krisis kekurangan air semakin banyak. Kenyataan juga menunjukkan bahwa sekitar 1,6 milyar jiwa masyarakat terutama di wilayah sekitar hutan masih hidup di dalam kemiskinan (Scherr *et al.* 2003; FAO 2006). Program penatagunaan lahan, sebagai suatu bentuk perencanaan, masih perlu dievaluasi dan disempurnakan keefektifannya.

Konsep pembangunan berkelanjutan telah disepakati secara internasional untuk diterapkan (UNEP 1992) namun memerlukan cara yang tepat untuk mencapai tujuannya, yaitu melindungi sistem pembangunan dan lingkungan global yang semakin rusak. Konsep tersebut dapat diwujudkan dengan pendekatan partisipatif yang berpotensi meningkatkan integrasi sistem ekologi, sosial budaya dan ekonomi. Pendekatan partisipatif ini mengutamakan keterbukaan informasi untuk memahami perubahan dan keleluasaan dalam menyuarakan permasalahan, termasuk masalah lingkungan (Laumonier *et al.* 2008). Selain itu pengelolaan sumberdaya juga perlu dilakukan secara adaptif dan kolaboratif, yang pada beberapa kasus dapat mendukung keberlanjutan kegiatan pembangunan (Colfer 2005). Pengelolaan ini mensyaratkan peran serta aktif dan persamaan hak dari

tiap pihak yang berkepentingan dalam pemanfaatan sumberdaya alam, termasuk masyarakat (Resosudarmo *et al.* 2009; Colfer *et al.* 2010).

Pemantauan partisipatif sangat penting dan banyak dilakukan di berbagai tempat, namun terkendala dalam keberlanjutan pelaksanaannya. Pemantauan partisipatif merupakan suatu kegiatan yang menjadi syarat berlangsungnya pengelolaan sumberdaya alam dan lingkungan yang produktif dan berkelanjutan (Garcia & Lescuyer 2008). Pengalaman selama dekade terakhir menunjukkan bahwa kegiatan pemantauan secara kolaboratif merupakan pendekatan yang efektif, aplikatif dan masuk akal (Evans & Guariguata 2008). Kegiatan ini dilakukan secara bersama-sama dan melibatkan tahapan-tahapan kegiatan yang disusun untuk mengakomodasi kepentingan semua pihak. Kolaborasi antara berbagai pihak dalam proses pemantauan partisipatif (Borgouine *et al.* 2011; Purnomo & Mendoza 2011) dan pemanfaatannya dalam pengambilan keputusan pengelolaan sumberdaya alam (Garcia & Lescuyer 2008) menjanjikan keberlanjutan implementasinya.

Penelitian ini bertujuan untuk merumuskan sistem pemantauan partisipatif terhadap kondisi dan tren kualitas lahan dan air di wilayah sekitar hutan dalam kerangka program penatagunaan lahan di Lao PDR (Laos). Pelaksanaan kegiatan ini dilandasi oleh fakta tentang: (a) masih tidak efektifnya penatagunaan lahan dan penurunan kualitas lahan serta air di wilayah hutan tropis, (b) keterdesakan lahan hutan oleh ekspansi lahan pertanian, dan (c) ketiadaan alat pemantauan pelaksanaan penatagunaan lahan sebagai kebijakan pemerintah Laos untuk mengatasi kemiskinan dan perladangan berpindah.

1.2. Kerangka Pemikiran

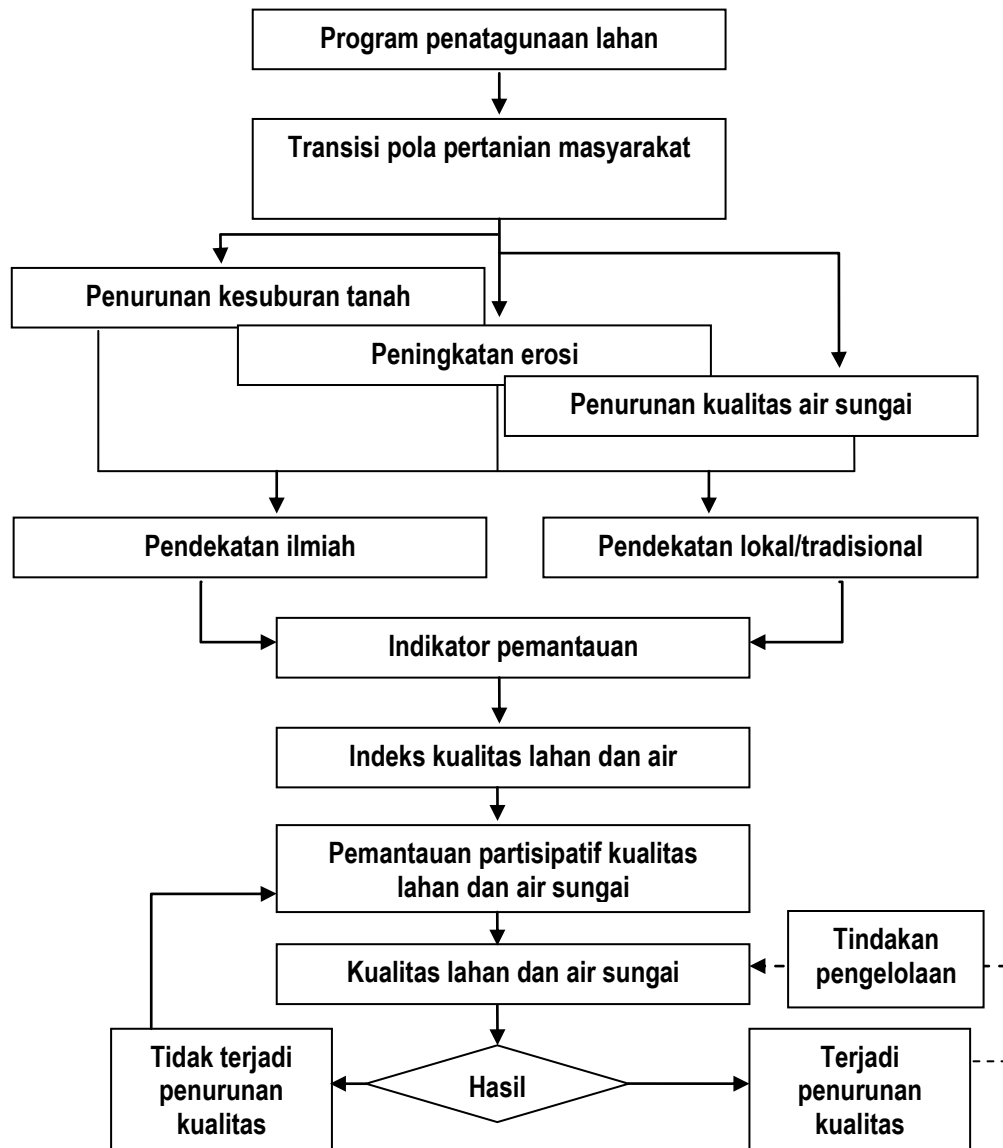
Program penatagunaan lahan di Laos memicu perubahan pola pertanian masyarakat. Kegiatan yang telah dilaksanakan sejak tahun 1990 merupakan usaha pemerintah untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan melindungi sumberdaya alam serta lingkungan (Lestrelin 2011). Alokasi lahan pertanian telah membatasi kawasan yang boleh digunakan masyarakat untuk kegiatan perladangan. Keterbatasan lahan pertanian dan subsidi pemerintah untuk pengembangan pertanian berorientasi pasar, telah menyebabkan transisi pola

pertanian masyarakat setempat. Pola pertanian subsisten yang berkembang lama dalam sistem tradisional, mulai digantikan dengan pola pertanian intensif yang berorientasi pasar dan menetap.

Pola pertanian yang intensif menjanjikan peningkatan pendapatan dan kesejahteraan masyarakat, serta terlindunginya hutan dari ancaman perladangan berpindah. Namun intensifikasi pertanian tersebut juga berpotensi menimbulkan penurunan kesuburan tanah, peningkatan erosi, dan penurunan kualitas air sungai akibat terjadinya erosi (Lestrelin *et al.* 2008; Salle & Hepperly 2008). Hal ini dipengaruhi oleh curah hujan setempat yang cukup tinggi pada musim hujan, topografi lanskap yang berbukit/bergunung, terbukanya permukaan tanah dari vegetasi, dan belum adanya budaya konservasi tanah (Fitriana 2008).

Keberlanjutan program tataguna lahan berbasis produksi pertanian intensif sulit diwujudkan tanpa adanya sistem pemantauan mengenai dampaknya terhadap sumberdaya yang dibutuhkan masyarakat, misalnya kualitas lahan dan sumber air. Hingga saat ini, hasil penatagunaan lahan beragam dan tidak terdokumentasikan dengan baik (Sysomvang 1997). Pemantauan dampak sangat diperlukan untuk proses adaptasi terhadap perubahan-perubahan yang terjadi, misalnya penurunan produktivitas lahan. Penatagunaan lahan perlu dipantau untuk mengukur efektifitasnya dalam mencapai tujuan.

Keberhasilan program penatagunaan lahan akan dipengaruhi oleh efektifitasnya dalam mencegah dan mengantisipasi terjadinya erosi, penurunan kesuburan tanah dan berkurangnya kualitas air. Pemantauan terhadap kualitas lingkungan tersebut menjadi sangat penting untuk menyediakan informasi mengenai dampak program dan perubahan lingkungan serta penentuan alternatif kegiatan pengelolaannya. Masyarakat perlu dilibatkan secara aktif dalam pengembangan sistem pemantauan, pemilihan indikator yang aplikatif, serta rekomendasi hasil pemantauan dalam proses tersebut. Informasi dan persepsi yang diperoleh dari masyarakat merupakan faktor yang vital dalam verifikasi hasil pemantauan (Gambar 1). Hal ini juga untuk membangun proses pembelajaran mengenai arti dan tujuan penting penatagunaan lahan dan rasa memiliki masyarakat terhadap kegiatan yang dilakukan.



Gambar 1. Diagram alir kerangka pemikiran sebagai dasar penelitian

1.3. Perumusan Masalah

Efektifitas penatagunaan lahan, untuk melestarikan hutan dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat di Laos, belum dipantau dan belum terdokumentasikan secara baik. Hal ini terkait dengan kendala-kendala yang dihadapi dalam penatagunaan lahan yaitu keterbatasan jumlah dan kapasitas sumberdaya manusia serta modal dari para pelaksana di tingkat kabupaten. Selain itu terdapat pula permasalahan lain diantaranya implementasi proses penatagunaan lahan yang terlalu cepat untuk diikuti staf Kabupaten, tidak adanya

alat pemantauan dampak pada tingkat desa, dan terlalu banyaknya jumlah desa yang harus ditangani oleh staf Kabupaten (Sysomvang *et al.* 1997).

Kondisi kesuburan tanah, erosi dan kualitas air sungai merupakan faktor lingkungan yang perlu dipertimbangkan dalam alokasi penggunaan lahan pertanian. Menurut FAO (2002), penurunan kesuburan tanah dan erosi merupakan masalah yang mengancam kemampuan lahan di kawasan Asia Pasifik, termasuk Laos, untuk mendukung pengembangan sektor pertanian. Produktivitas padi Laos sangat rendah dibandingkan negara lain di Asia Tenggara yaitu 1.4 ton/ha pada tahun 1994 (Library of Congress, 1995). Lestrelin (2008) menjelaskan bahwa perubahan penggunaan lahan dan makin pendeknya masa bera lahan pertanian dianggap telah mendegradasi lahan di Laos. Sementara jaminan ketersediaan air minum yang bersih masih merupakan target yang belum bisa dicapai dalam tujuan pembangunan Laos (ADB 2007). Terkait dengan program penatagunaan lahan di lokasi penelitian, maka kajian mengenai hubungannya terhadap ketiga parameter lingkungan di atas perlu dikaji dengan pendekatan ilmiah maupun melalui pengetahuan masyarakat setempat.

Permasalahan penelitian ini adalah bagaimana rumusan pemantauan partisipatif, yang efektif dan berkelanjutan, untuk menyediakan informasi tentang kondisi dan tren perubahan kualitas lahan dan sumber air minum untuk keberhasilan program tataguna lahan. Informasi tersebut akan mendukung pembuatan keputusan yang lebih baik mengenai tindakan pengelolaan untuk mengantisipasi, mengatasi, dan beradaptasi terhadap terjadinya degradasi sumberdaya alam. Beberapa pertanyaan penting yang akan dicoba dijawab melalui penelitian ini antara lain:

- a. Bagaimana kondisi dan tren produktivitas lahan, erosi, dan kualitas air sungai di wilayah penelitian setelah implementasi tataguna lahan?
- b. Apa saja indikator dan kriteria kualitas lahan dan air setempat yang dianggap penting dan dapat dipantau secara partisipatif oleh pihak-pihak yang terkait dengan sumberdaya tersebut?
- c. Bagaimana mengintegrasikan pendekatan ilmiah dan pengetahuan masyarakat lokal dalam pemantauan partisipatif?

- d. Bagaimana formulasi sistem pemantauan partisipatif yang efektif, aplikatif, mewakili aspirasi pihak-pihak terkait dan dapat disepakati semua pihak?

1.4. Tujuan Penelitian

Terdapat beberapa tujuan dalam penelitian ini untuk dapat menjawab permasalahan yang terjadi dalam perubahan sistem penatagunaan lahan dan evaluasinya, yaitu:

1. Menilai kondisi kesuburan tanah dan kesesuaiannya untuk beberapa tanaman (padi ladang, karet, jarak dan rumput gajah), kerawanan erosi tanah dan kualitas air sungai yang dipengaruhi oleh perubahan sistem tataguna lahan.
2. Mengidentifikasi kriteria dan indikator hayati setempat yang dapat digunakan dalam proses pemantauan partisipatif terhadap produktivitas lahan dan kualitas air sungai.
3. Mengintegrasikan pengetahuan ilmiah dan lokal dalam sistem pemantauan partisipatif.
4. Memformulasikan sistem pemantauan partisipatif terhadap kualitas lahan dan air di wilayah penelitian.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian yang akan melibatkan beberapa pihak berkepentingan dalam perencanaan tataguna lahan ini diharapkan dapat memberikan manfaat, terutama terkait dengan usaha-usaha pelestarian sumberdaya lahan dan air serta pembangunan berkelanjutan. Beberapa manfaat dari hasil penelitian antara lain:

1. Memberikan informasi ilmiah mengenai formulasi pemantauan partisipatif kualitas lahan dan air yang dapat mengakomodasi kepentingan, pengetahuan dan persepsi parapihak.
2. Menyediakan alat dan metode bagi masyarakat, lembaga swadaya masyarakat, dan staf pemerintah, di wilayah setempat dan tempat lain,

untuk melakukan pemantauan terhadap kualitas lahan dan air secara berkelanjutan.

3. Mendukung pemerintah dan masyarakat untuk lebih mampu melakukan pengelolaan sumberdaya alam dan lingkungan secara produktif dan lestari.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pemantauan Partisipatif, Indikator, dan Pengetahuan Setempat dalam Pengelolaan Sumberdaya Lahan dan Air

Pemantauan merupakan proses pengumpulan dan analisis informasi secara sistematis mengenai kondisi suatu objek. Pemantauan partisipatif merupakan suatu pendekatan proses pemantauan yang dilakukan dengan melibatkan partisipasi aktif berbagai pihak yang berkepentingan dengan objek pemantauan, termasuk masyarakat, peneliti, pengusaha, lembaga masyarakat dan para penentu kebijakan (Evans & Guariguata 2008). Kegiatan ini menggunakan rangkaian indikator dan kriteria sebagai obyek yang diamati perubahannya secara fisik maupun sosial (Garcia & Lescuyer 2008). Kolaborasi antara berbagai pihak dalam proses pemantauan partisipatif menjanjikan keberlanjutan penatagunaan lahan (Borgouine *et al.* 2011; Purnomo & Mendoza 2011).

Indikator merupakan hal yang berguna dalam pemantauan partisipatif, namun harus dibentuk dan disepakati bersama oleh pihak-pihak terkait (Purnomo *et al.* 2011), termasuk masyarakat setempat, dan tidak terlalu bersifat teknis. Indikator yang dianggap penting oleh pemerintah, peneliti, pengusaha atau masyarakat adalah berbeda dalam menilai kondisi suatu objek, misalnya keberlanjutan pengelolaan sumberdaya alam (Purnomo *et al.* 2005). Indikator yang baik akan membentuk metode pemantauan yang berkelanjutan, yaitu pemantauan yang mudah dilakukan, murah dan relevan dengan kondisi setempat (Evans & Guariguata 2008; Reeds *et al.* 2008).

Pengetahuan masyarakat setempat berpotensi untuk dapat memberikan alternatif metode pemantauan yang murah dan aplikatif (Danielsen *et al.* 2007). Wavey (1993) dalam Purnomo (2003) menyatakan bahwa para ilmuwan telah memahami bahwa pengetahuan lokal tentang sistem kehidupan sangat luas dan akurat. Pengetahuan masyarakat setempat merupakan hasil akumulasi dari pengalaman hidup mereka dalam berhubungan dengan lingkungan sekitarnya yang terus berubah selama beberapa generasi (Puffer 1995 dalam Basuki & Sheil 2005). Pengetahuan tersebut bersifat sangat spesifik dan jarang terdokumentasikan.

Indikator dan kriteria hayati dan non hayati setempat mengenai produktivitas lahan dan kualitas sumber air minum dapat digunakan dalam proses pemantauan partisipatif. Purnomo (2003) menyatakan bahwa pengetahuan setempat bersifat praktis namun kurang berstruktur dibandingkan pengetahuan ilmiah. Upaya untuk mengadaptasikan pengetahuan setempat dan ilmiah dapat dilakukan menggunakan sistem berbasis pengetahuan, dimana kepraktisan dan kekhususan pengetahuan setempat saling melengkapi dengan objektivitas dan sifat umum pengetahuan ilmiah.

Pengelolaan sumberdaya alam memperoleh dukungan dan keuntungan dengan dibentuknya pemantauan partisipatif, terutama dalam proses pengambilan keputusan pengelolaan yang efektif (Danielsen *et al.* 2005) dan sensitif terhadap perbedaan sudut pandang para pengguna sumberdaya tersebut (Armitage *et al.* 2009). Pengelolaan sumberdaya lahan dan air secara terpadu dalam sistem ketahanan pangan dan kelestarian lingkungan memiliki kelebihan dibandingkan kegiatan pengelolaan secara terpisah dan sektoral (Vries *et al.* 2003). Pendekatan pengelolaan (termasuk penelitian) secara sektoral tersebut dan tidak dilibatkannya masyarakat sebagai aktor langsung pengguna sumberdaya lahan dan air, telah menyebabkan terus menurunnya produktivitas lahan dan kualitas air yang mengancam ketahanan pangan dan kelestarian lingkungan. Hal ini, seperti yang terjadi di Laos, diperparah dengan tidak dipertimbangkannya aspek-aspek eksternal dalam sistem pengelolaan sumberdaya tersebut, termasuk keterkaitan dengan kebijakan di berbagai tingkat pemerintahan dan pengalaman-pengalaman dari wilayah lain.

Sumberdaya lahan sangat vital dalam keberlanjutan program pembangunan, ketahanan pangan dan kelestarian alam. Degradasi kualitas lahan, termasuk kesuburan, produktivitas dan fungsi lainnya, merupakan ancaman serius bagi tujuan-tujuan pembangunan di Laos dan juga negara-negara berkembang lainnya. Kesuburan tanah merupakan sebuah kondisi dinamis yang menentukan seberapa baik tanah dapat mendukung pertumbuhan tanaman (Sumner 2000). Tanah mendukung pertumbuhan tanaman dengan menyediakan media tumbuh bagi perakarannya, serta memberikan berbagai unsur hara dan air yang diperlukan tanaman dalam proses metabolismenya. Produktivitas lahan merupakan hasil dari

kemampuan lahan (termasuk kesuburan tanah, lereng, kelembaban, suhu dan lainnya) untuk menampung dan menyediakan kondisi lingkungan terbaik yang dibutuhkan fungsi-fungsi perakaran tanaman (Johnson *et al.* 2000).

Staf peneliti (1983) Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat melaporkan bahwa terdapat beberapa sifat penting tanah yang menentukan kemampuannya dalam mendukung pertumbuhan tanaman. Sifat tersebut antara lain kapasitas tukar kation (KTK), kejenuhan basa (perbandingan kandungan unsur hara dalam larutan tanah), kandungan karbon, fosfor, dan kalium.

Erosi tanah juga perlu dipertimbangkan secara serius dalam penatagunaan lahan. Pengabaian dapat menyebabkan dampak negatif terhadap kualitas lahan. Erosi dapat mengurangi kedalaman tanah, menghilangkan bahan organik, dan unsur hara tanaman yang terkonsentrasi di lapisan permukaan tanah. Faktor-faktor tersebut dan peningkatan kemampatan tanah akan menurunkan produktivitas serta potensi lahan di masa yang akan datang (Young 1990). Kehilangan lapisan permukaan tanah akibat erosi juga berarti kehilangan komponen biologi yang menjaga kesuburan tanah (Basuki & Sheil 2005).

Erosi tidak hanya mengancam kualitas lahan di suatu tempat, tetapi juga menimbulkan resiko lingkungan di tempat lain (Arsyad 2010). Ia dapat meningkatkan resiko terjadinya longsor dan menurunkan fungsi badan air termasuk kualitas air serta hasil perikanan.

Air merupakan sumberdaya penting yang terdegradasi. Masalah utama yang dihadapi banyak masyarakat di dunia, termasuk Laos, adalah makin terbatasnya kuantitas air dan degradasi kualitas air untuk keperluan domestik. Kegiatan industri, pertambangan, pertanian, dan rumah tangga telah banyak memberikan dampak negatif terhadap sumberdaya air.

Ketersediaan air minum yang bersih masih merupakan target yang belum bisa dicapai dalam tujuan pembangunan Laos. Kontaminasi bibit penyakit pada sumur gali telah menyebabkan banyak terjadi wabah diare. Sementara pembangunan sumur pompa masih terkendala biaya instalasi yang cukup tinggi (ADB 2007). Sungai yang berair bersih, terutama bagi masyarakat di dataran tinggi, terletak jauh dari jangkauan masyarakat dan kadang tidak cukup jumlahnya untuk mencukupi kebutuhan seluruh desa. Sementara sungai-sungai besar

memiliki air yang kondisinya sering keruh dan hanya digunakan untuk sarana mencuci dan mandi sehari-hari.

2.2. Laos: Kemiskinan, Konservasi Hutan dan Tata guna Lahan

Laos terletak di jantung Indochina yang memiliki luas sekitar 236.800 km², dimana kawasan hutan saat ini tersisa sekitar 10 juta hektar (47%). Jumlah penduduk saat ini sekitar 5,8 juta jiwa dan tumbuh sebesar 2.3% per tahun. Walaupun kawasan pertanian hanya sekitar 4% dari total luas negara, namun sejarah penggunaan lahan di Laos mencatat bahwa kegiatan utama masyarakatnya adalah di bidang pertanian subsisten, padi lahan basah dan kering (Evrard 2004 dalam Fitriana 2008).

Keberagaman ekosistem dan bentuk lahan negara ini telah membentuk budaya-budaya yang mewarnai kehidupan berbagai suku. Lao Lum merupakan salah satu suku dominan yang mengembangkan budaya pertanian lahan basah di wilayah dataran lembah, Lao Theung mengembangkan budaya pertanian lahan kering di lahan miring, dan Lao Soung (termasuk suku Hmong dan Yao) mengembangkan budaya mengumpulkan hasil hutan di dataran tinggi.

Negara tanpa lautan ini memperoleh pendapatan terbesarnya dari sektor pertanian (51% GDP), yang menyediakan 80-90% pangsa tenaga kerja (Hanephom 2002). Namun sektor tersebut masih dicirikan dengan produktivitas yang rendah akibat praktek yang tidak efisien, minim teknologi, dan hambatan akses ke pasar akibat lemahnya infrastruktur transportasi. Pengeluaran dan konsumsi per kapita bulanan di Laos adalah 29.126 Kip (sekitar Rp. 30.840 atau 3,6 USD), dan pada tahun 2003 terdapat 39% masyarakatnya yang masih berada di bawah garis kemiskinan (World Bank 2006). Kemiskinan tidak menyebar rata di seluruh Negara, dimana proporsi terbesar adalah di wilayah utara sebesar 53% pada tahun 1998.

Konservasi hutan di Laos mulai dilaksanakan secara resmi tahun 1996 seiring diberlakukannya Undang-undang Kehutanan (*Forestry Law*) yang mengatur tentang Kawasan Konservasi Keanekaragaman hayati Nasional (NBCA/*National Biodiversity Conservation Area*). Hingga saat ini terdapat 20 NBCA di seluruh Laos yang meliputi sekitar 12-14% total lahan yang ada.

Tujuan pembentukan NBCA antara lain: a) perlindungan hutan, satwa dan air, b) pengelolaan kelimpahan sumberdaya alam dan kestabilan lingkungan, dan c) perlindungan alam untuk keindahan dan penelitian. Untuk mencapai tujuan-tujuan tersebut, pemerintah Laos menetapkan pendekatan pengelolaan yang bersifat; i) menguntungkan masyarakat di kawasan NBCA, ii) melibatkan partisipasi masyarakat, dan iii) didelegasikan pada pemerintahan daerah (Robichaud 2001).

Tataguna lahan merupakan salah satu program pendukung pengelolaan NBCA di Laos diantara proyek lainnya, seperti pariwisata, potensi hasil hutan bukan kayu, peningkatan kesadaran masyarakat, pemberantasan ladang opium dan pemilikan senjata api serta pengembangan budidaya ternak.

2.3. Kebijakan dan Parapihak Tataguna Lahan serta Realitas Pengelolaan Sumberdaya Alam

Penatagunaan lahan merupakan kegiatan penilaian sistematis tentang faktor fisik, sosial dan ekonomi sebagai cara untuk membantu pengguna lahan dalam pemilihan kegiatan yang meningkatkan produktivitasnya, berkelanjutan dan bermanfaat bagi masyarakat banyak (FAO 1993). Penatagunaan lahan merupakan satu diantara lima kebijakan utama Laos dalam strategi pembangunan dan pengentasan kemiskinannya. Program ini telah dilaksanakan dalam dua dekade terakhir (Thongphanh 2004; Lestrelin *et al.* 2010; Bourgoïn & Castella 2011).

Tujuan pelaksanaan program tataguna lahan adalah untuk menstabilkan kegiatan perladangan berpindah dan mengentaskan kemiskinan masyarakat. Kesejahteraan masyarakat berusaha ditingkatkan dengan memberikan kepastian kepemilikan lahan untuk memotivasi keikutsertaan petani dalam program intensifikasi pertanian. Perlindungan sumberdaya alam dan lingkungan diupayakan dengan menstabilkan perladangan berpindah. Hasil kegiatan selama ini beragam dan tidak terdokumentasikan dengan baik. Permasalahan utama yang dihadapi dalam penatagunaan lahan adalah keterbatasan jumlah dan kapasitas para pelaksana di tingkat kabupaten.

Pemantauan seharusnya menjadi salah satu tahapan penting penatagunaan lahan di Laos, namun kegiatan tersebut belum mampu diimplementasikan hingga

saat ini. Tahapan pelaksanaan penatagunaan lahan yang diatur dalam kebijakan pemerintah pusat terdiri atas 10 tahap dan menjadi tantangan bagi pemerintah daerah dan masyarakat dalam mengimplementasikannya. Tahapan tersebut termasuk: (a) Persiapan implementasi penatagunaan lahan; (b) Penetapan batas desa dan zona tataguna lahan; (c) Pengumpulan data dan analisis; (d) Penatagunaan lahan desa; (e) Keputusan alokasi lahan hutan dan pertanian; (f) Pengukuran lapangan lahan pertanian; (g) Persetujuan lahan kehutanan dan pemberian hak bagi masyarakat; (h) Penyimpanan informasi penatagunaan dan alokasi lahan; (i) Data alokasi lahan pertanian; dan (j) Pemantauan dan evaluasi (NAFES *et al.* 2009). Pengetahuan mengenai potensi dan kendala dari implementasi tahapan-tahapan di atas akan diperlukan dalam proses pemantauan efektifitas dan efisiensi sistem penatagunaannya.

Sistem perladangan berpindah sudah dilakukan sejak sekitar 4500-3500 tahun lalu di Laos dan wilayah hutan tropis Asia Tenggara lainnya, sejak terjadinya migrasi masyarakat berbahasa Austronesia (Hope *et al.* 2005; Donohue & Denham 2010). Namun, Fujita (2006) dalam Fitriana (2008) melaporkan bahwa akhir-akhir ini terdapat kecenderungan perubahan penggunaan lahan dari perladangan berpindah yang bersifat subsisten menjadi pertanian intensif yang berorientasi pasar, sejak dilaksanakannya program tataguna lahan.

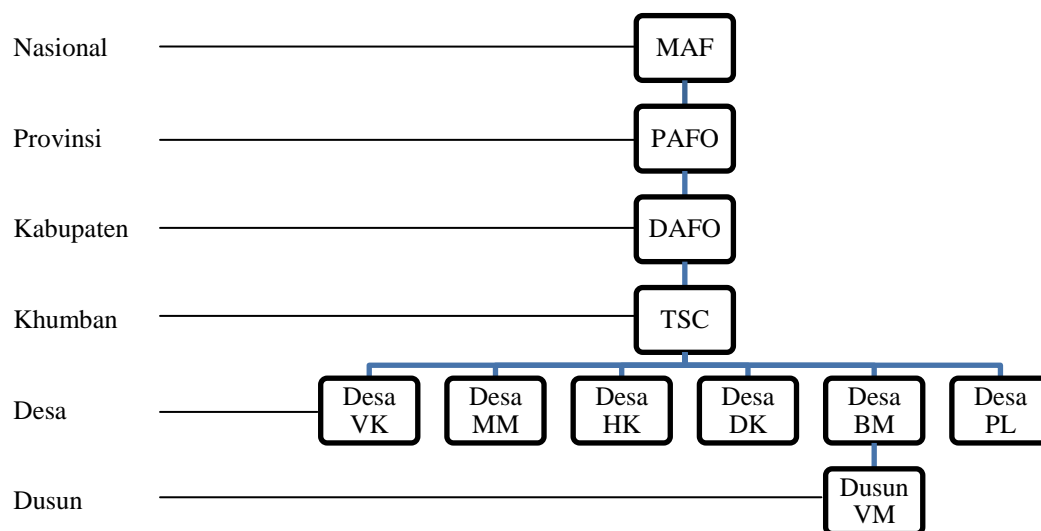
Berbagai kebijakan terkait dengan penatagunaan lahan antara lain adalah Keputusan Perdana menteri (PM) no. 99/1992 tentang Kebijakan Alokasi Lahan, Keputusan PM no. 169/1993 tentang Pengelolaan dan Penggunaan Hutan dan Lahan Hutan, Keputusan PM no. 186/1994 tentang izin bagi masyarakat dan pihak swasta untuk berinvestasi di bidang perkebunan pada lahan milliknya.

Beberapa kebijakan yang selanjutnya dibuat juga mendukung terlaksananya program penatagunaan lahan. Kebijakan tersebut antara lain Arahan Kementrian Pertanian dan Kehutanan (MAF) no. 822/1996 tentang delapan tingkat proses penatagunaan lahan dan alokasi lahan, Hukum Kehutanan tahun 1996 (dan disempurnakan tahun 2007), Hukum Air dan Sumberdaya Perairan tahun 1996, dan Hukum Pertanahan tahun 1997.

Hukum Kehutanan menetapkan bahwa penggunaan hutan tradisional merupakan titik awal dari rencana dan alokasi pengelolaan hutan. Hukum Air dan

Perairan menegaskan bahwa pengelolaan air dan sumberdaya perairan dikontrol dan dikelola secara terpusat dan dibagi menurut ukuran dan hak penggunaan air. Hukum Pertanahan menyediakan lahan untuk dialokasikan pada individu, keluarga dan organisasi, dengan jaminan penggunaan, pengalihan dan penguasaan selama digunakan menurut rencana penatagunaan lahan pemerintah serta tidak menurunkan kualitasnya (Badenoch 1999).

Implementasi penatagunaan lahan melibatkan parapihak utama yang terbagi dalam beberapa tingkat administrasi (Gambar 2). Pihak-pihak di tingkat pusat antara lain Kementerian Pertanian dan Kehutanan (MAF), Lembaga Administrasi Lahan Nasional (NLMA), Institut Penelitian Pertanian dan Kehutanan Nasional (NAFRI), dan Lembaga Pengembangan Pertanian dan Kehutanan Nasional (NAFES). Pada tingkat provinsi dan kabupaten pihak yang terkait adalah Kantor Pertanian dan Kehutanan Provinsi (PAFO), Lembaga Pengembangan Pertanian dan Kehutanan Kawasan Utara (NAFREC), Kantor Pertanian dan Kehutanan Kabupaten (DAFO), Pusat Pelayanan Teknis (TSC) dan masyarakat desa. Secara operasional, parapihak di tingkat provinsi membangun strategi pelaksanaan tataguna lahan. Pemerintah kabupaten menerjemahkan strategi tersebut menjadi perencanaan yang akan diimplementasikan pada tingkat desa.



Gambar 2. Diagram organisasi kelembagaan utama terkait tataguna lahan di bawah kordinasi Kementerian Pertanian dan Kehutanan (MAF) di wilayah penelitian

Pemerintah Laos mengawali proses penatagunaan lahan, tahun 1990 di Provinsi Luang Prabang dan Sayaboury (Fitriana 2008), dengan penelitian dan kajian tentang strategi dan model yang sejalan dengan kebijakan pembangunannya. Strategi dan model kemudian divalidasi dengan pelaksanaan penatagunaan lahan di beberapa tempat yang diharapkan dapat menjadi pemicu pengembangannya di tempat lain. Alokasi penggunaan lahan dilakukan di tingkat desa dimana wilayahnya dibagi menjadi beberapa kawasan, tergantung pada penggunaan masyarakat setempat dan kondisi vegetasinya, misalnya lahan hutan dan pertanian. Lahan hutan di tiap desa dikelaskan menjadi hutan konservasi, hutan lindung, hutan produksi, hutan regenerasi dan hutan terdegradasi (NAFES *et al.* 2009). Lahan pertanian dikelaskan menjadi ladang, tanaman keras, kebun buah, sawah atau kolam, padang penggembalaan, yang dapat dikelola oleh tiap anggota keluarga yang mampu (maksimum 25 ha/orang dengan komposisi 3 ha, 3 ha, 3 ha, 1 ha dan 15 ha secara berurutan), bila tersedia dalam lahan desa, dengan sertifikat hak penggunaan sementara.

Hingga saat ini, laju penyelesaian penatagunaan lahan di tingkat desa makin lambat seiring dengan makin banyak dampak negatif yang timbul dan berkurangnya ketersediaan dana. Implementasi hingga tahun 2003 sudah dilakukan pada lebih dari 50% jumlah desa di Laos (NAFRI, NAFES, NUOL 2005), dan menimbulkan permasalahan akses lahan, degradasi kesejahteraan masyarakat, tidak adanya aktifitas intensifikasi dan relokasi desa dari dataran tinggi mendekati jalan raya (Evrard 2004 dalam Fitriana 2008). Kecuali Desa Paklao dan Bouammi yang telah melaksanakan tataguna lahan hingga tahap penatagunaan lahan desa (keempat dari sepuluh tahapan) sejak tahun 2006, desa-desa lain di wilayah penelitian belum melakukan program tataguna lahan (Bourgoin & Castella 2011).

Seiring dengan pelaksanaan penatagunaan lahan, terdapat pula beberapa program pembangunan yang berlangsung di daerah pedesaan. Program-program tersebut saling terkait dalam hubungannya terhadap aktifitas hidup masyarakat. Program pembangunan yang telah dilakukan adalah pemberantasan aktifitas ladang opium, pembangunan sarana jalan, pengembangan instalasi bendungan

untuk pembangkit listrik dan irigasi sawah, serta pengembangan fasilitas pendidikan dan kesehatan (Fitriana 2008).

2.4. Penelitian *Biodiversity Monitoring* dalam Proyek *Landscape Mosaic* dan Penelitian Aksi Partisipatif (PAR)

Proyek *Landscape Mosaic* sudah dilaksanakan pada lima negara berkembang yang berkaitan dengan aktivitas penatagunaan lahan untuk berbagai tujuan. Aktivitas penatagunaan lahan itu dilaksanakan dengan menggabungkan tujuan pembangunan dengan konservasi keragaman hayati (ICRAF & CIFOR 2007; Colfer *et al.* 2010). Pada tiap negara, telah dipilih tiga desa yang berdekatan dengan sebuah kawasan lindung dan dilaksanakan metode serta aktivitas yang sama. Laos dipilih sebagai salah satu lokasi dari proyek penelitian ini karena memiliki keanekaragaman hayati tinggi dan berupaya mengintegrasikan peran masyarakat dalam tujuan konservasinya.

Proyek mengasumsikan bahwa mosaik lanskap, yang merupakan kombinasi kawasan lindung, pemukiman, lahan pertanian, dan sistem wanatani, memiliki peran terhadap konservasi keragaman hayati (CIFOR 2007). *Biodiversity Monitoring* merupakan komponen dari proyek yang memantau dampak penatagunaan lahan terhadap kehidupan masyarakat dan keanekaragaman hayati serta fungsi hutan secara efektif. Komponen ini berusaha membuat metode pemantauan sederhana yang dapat digunakan oleh berbagai pihak terkait. Dengan menggunakan penelitian aksi partisipatif, kegiatannya melibatkan masyarakat dan pihak-pihak setempat lainnya dalam mencapai tujuan pembangunan dan konservasinya, sekaligus berkontribusi dalam pembangunan sosial.

Pada tingkat provinsi, kesepemahaman dan komitmen telah terjalin antara pihak-pihak terkait penatagunaan lahan setelah diadakannya beberapa rapat kerja mengenai proyek *Landscape Mosaic*, termasuk kegiatan pemantauan partisipatif. Mereka termasuk wakil pemerintah pusat, provinsi, kabupaten, lembaga penelitian, dinas pertanahan, dinas kehutanan dan pertanian, universitas dan lembaga donor. Pada tingkat kabupaten, komitmen tersebut juga terjalin antara Bupati, dinas pertanian dan kehutanan, serta kepala desa.

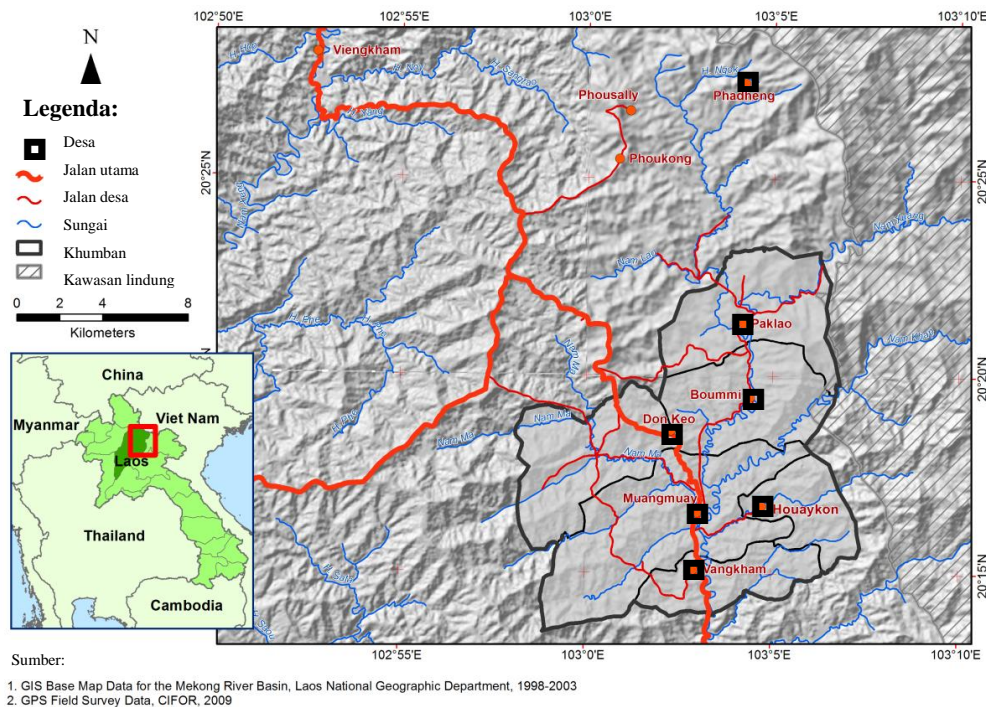
Penelitian ini merupakan bagian dari proyek di atas yang mengaplikasikan kerangka dan konsep dasar mosaik lanskap. Koleksi data dan analisis dilakukan menggunakan pendekatan penelitian aksi partisipatif (PAR) yang mempertimbangkan aspek pembangunan dan konservasi pada tingkat global dan mengadaptasikannya pada kondisi spesifik setempat wilayah studi di Laos. Penelitian ini berfokus pada formulasi sistem pemantauan kualitas lahan dan air. Permasalahan yang akan dipecahkan adalah ketiadaan alat dan metode pemantauan untuk mengantisipasi terjadinya degradasi kualitas lahan dan air.

PAR merupakan suatu pendekatan penelitian yang menempatkan masyarakat sebagai subjek penelitian dan mengutamakan aksi langsung untuk menjawab permasalahan penelitian (Selener 1997). Masyarakat dan parapihak utama lainnya menjadi subjek penelitian yang menentukan permasalahan penting untuk dipecahkan bersama sesuai dengan kemampuan yang dimiliki dan kondisi sosial budaya setempat. Terdapat empat pendekatan utama dalam aplikasi PAR, yaitu (a) penelitian partisipatif dalam pemberdayaan masyarakat, (b) penelitian aksi dalam organisasi, (c) penelitian aksi dalam pendidikan, dan (d) penelitian partisipatif petani. Penelitian ini berkarakteristik pendekatan (a) dan (d) yang berupaya untuk memberdayakan masyarakat setempat dengan mendorong pembentukan alat pemantauan kualitas lahan dan air secara partisipatif.

III. METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di delapan lokasi penelitian, yaitu: Desa Phadeng/PD, Desa Bouammi/BM, Dusun Vangmat/VM, Desa Paklao/PL, Desa Donkeo/DK, Desa Vang Kham/VK, Desa Houay Khone/HK dan Desa Muangmuay/MM. Kecuali Phadeng, semua desa berada di bawah struktur Kumban Muangmuay, Kabupaten Viengkham, Provinsi Luang Phrabang, Laos. Posisi desa-desa tersebut berbeda jarak relatifnya terhadap Kawasan Konservasi Keanekaragaman Hayati (NBCA) Phou Luoey dan jalan raya negara yang melintasi Kabupaten Viengkham (Gambar 3).



Gambar 3. Lokasi penelitian relatif terhadap kawasan lindung dan jalan raya

Masyarakat Desa Phadeng telah pindah ke wilayah Phousally atas himbauan pemerintah daerah untuk mendekati akses jalan dan infrastruktur pembangunan lainnya. Data penelitian yang dikumpulkan dari desa ini akan tetap dianalisis berdasarkan kerangka penelitian, walaupun mereka tidak akan terlibat

dalam pemantauan kualitas lahan dan air di Kumban Muangmuay di masa yang akan datang.

Waktu dan tahapan penelitian terbagi menjadi beberapa bagian, diantaranya:

- a. Pengambilan data : November 2009 – September 2010
- b. Analisa data : Oktober 2010 – Maret 2011
- c. Penulisan laporan : April – September 2011

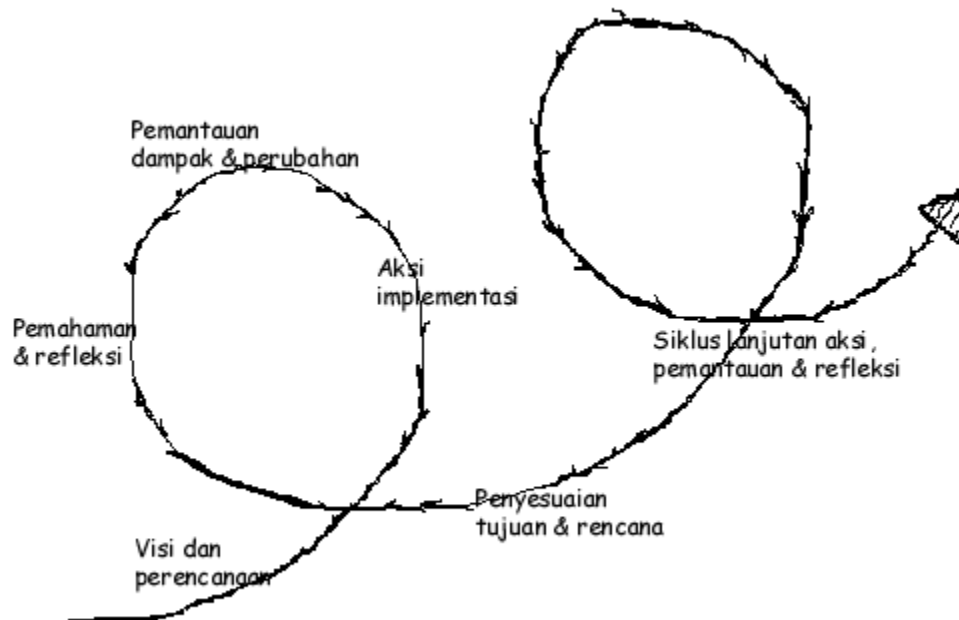
3.2. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain alat tulis, kertas *flipchart*, bahan kimia untuk analisis contoh tanah dan air serta citra satelit Landsat TM (tahun 1988, 2002, 2007, 2010 dan 2011) dan citra SRTM tahun 2004. Beberapa alat yang digunakan antara lain: GPS (*global positioning system*), kamera digital, lembar data pengukuran dan kuesioner wawancara, meteran 20 m, perangkat uji tanah kering (PUTK), perangkat uji pemantauan air (GWMK/*green water monitoring kit*), termometer, bola pingpong, pengukur waktu digital, bor tanah, plastik contoh tanah, botol contoh air, alat ukur 1 m, dan seperangkat komputer beserta programnya (termasuk ILWIS Map 3.4).

3.3. Rancangan Penelitian

Pelaksanaan dan pengumpulan data penelitian ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan penelitian aksi partisipatif (PAR/participatory action research; Selener 1997; Wadsworth 1998), survei lapangan dan survei desa (Sheil *et al.* 2003) serta studi literatur. PAR merupakan pendekatan penelitian yang memberdayakan anggota masyarakat dalam bekerjasama dengan peneliti untuk memahami permasalahan yang dihadapi dan mencari solusi yang efektif dan praktikal. PAR memfasilitasi parapihak untuk mengidentifikasi masalah, mengumpulkan dan menganalisa informasi, serta melakukan aksi dalam membangun solusi masalah dan mendukung terjadinya perbaikan (Selener, 1997; Gambar 4). Pendekatan tersebut digunakan untuk memperoleh partisipasi aktif berbagai pihak terkait utama (DAFO, TSC dan masyarakat desa; lihat sub-bab

2.3) dalam kegiatan penelitian dan mengumpulkan informasi yang akurat mengenai persepsi dan pengetahuan masyarakat serta kondisi aktual lanskap setempat, terutama kualitas lahan dan air.



Gambar 4. Siklus proses pelaksanaan penelitian aksi partisipatif (PAR; McDougall 2009): perencanaan – aksi – pemantauan – pemahaman – perbaikan rencana, dst.

Lokakarya (*workshop*) dilakukan beberapa kali terkait kegiatan penelitian Landscape Mosaic dan Biodiversity Monitoring, serta pelaksanaan penelitian ini. Kegiatan ini dilakukan untuk memperoleh masukan, saran, persepsi dan kesepakatan dari semua pihak terkait mengenai kerangka keseluruhan kegiatan penelitian aksi partisipatif (Boucard *et al.* 2010; Colfer *et al.* 2010).

Survei desa dilakukan dengan kegiatan penilaian persepsi masyarakat mengenai kepentingan dan manfaat jenis-jenis tanah serta badan air setempat, berdasarkan periode waktu yang berbeda. Selain itu pengumpulan data juga dilakukan dengan wawancara tokoh kunci menggunakan kuesioner (Lampiran 1 dan 2), diskusi kelompok masyarakat dan kegiatan perencanaan partisipatif yang diadaptasikan dari Evans *et al.* (2006).

Survei lapangan dilakukan dengan pengamatan dan pengukuran karakteristik tanah, erosi dan kualitas air di lokasi-lokasi yang representatif berdasarkan nilai penting menurut masyarakat lokal. Penentuan lokasi pengambilan contoh di lapangan dilakukan melalui diskusi bersama masyarakat dan pemetaan partisipatif. Beberapa ahli lokal yang dipilih oleh masyarakat ikut dalam proses pengukuran yang dilakukan, untuk sekaligus dicatat pengetahuan lokalnya mengenai variabel-variabel amatan.

Kegiatan-kegiatan di atas merupakan pengumpulan data primer penelitian (diringkas dalam Lampiran 3).

3.3.1. Pengumpulan Data Lingkungan Terkait Tataguna Lahan

Pemahaman tentang kondisi lingkungan setempat menjadi dasar yang penting untuk berbagai perencanaan kegiatan pengelolaan sumberdaya alam, termasuk kegiatan pemantauannya. Pengetahuan tersebut dapat dianalisa hubungannya dengan pengetahuan dan persepsi masyarakat setempat tentang kondisi dan tren sumberdaya alam disekitarnya. Karakteristik lingkungan yang dipelajari antara lain penutupan vegetasi, iklim dan kemiringan lahan sebagai bagian dari kesatuan lahan wilayah penelitian selain tanah dan sumber air (sungai).

Analisis indeks vegetasi (*NDVI-normalized difference value index*; Ekadinata *et al.* 2008) dilakukan dengan menggunakan citra satelit landsat tahun 1988, 2002, 2007, 2010 dan 2011, untuk memahami dinamika luas penutupan vegetasi di wilayah penelitian selama dua dekade terakhir. Analisis ini dilakukan untuk melengkapi informasi hasil penelitian mengenai penutupan lahan utama di wilayah penelitian dan sekitarnya yang dilakukan oleh Dewi dan Ekadinata (2010).

Analisis kemiringan lahan dilakukan dengan analisis *digital elevation model/DEM* (ITC 2001) menggunakan hasil pengolahan citra SRTM wilayah penelitian tahun 2004.

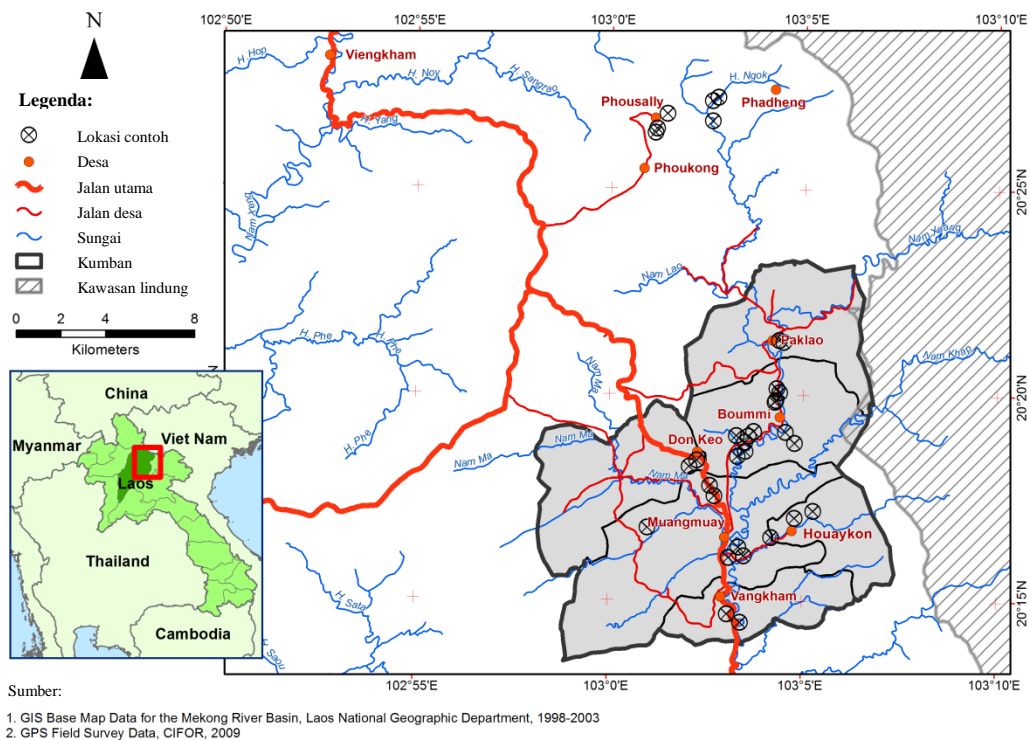
Keadaan iklim wilayah penelitian didekati dengan data yang tersedia dalam literatur, termasuk data yang ada di situs resmi dalam jaringan internet.

3.3.2. Persepsi Masyarakat Desa tentang Nilai Penting Lahan dan Sumber Air, serta Pengambilan Contoh Tanah dan Air

Diskusi dengan kelompok masyarakat dan staf TSC serta staf DAFO juga dilakukan untuk topik-topik khusus termasuk mengenai persepsi masyarakat terhadap nilai penting bagi jenis-jenis tanah dan sumber-sumber air minum, serta arti nilai pentingnya. Jenis tanah dan sumber air yang berbeda diberikan nilai penting melalui kegiatan diskusi menggunakan kertas berwarna dan seratus biji jagung, pada waktu yang berbeda. Hasil distribusi biji jagung yang terbagi habis pada kertas yang sudah dituliskan nama perwakilan jenis tanah atau sumber air, menunjukkan persentase kepentingan dari jenis/sumber tertentu. Dalam hal ini, jenis dengan nilai 20% berarti 2 kali lebih penting dari jenis bernilai 10%. Selanjutnya masyarakat memberikan penjelasan mengenai arti dari tiap nilai penting yang diberikan pada jenis tanah terhadap jenis lainnya, atau sumber air tertentu terhadap sumber lainnya.

Hasil yang diperoleh dari diskusi kelompok tentang nilai penting tanah dan sumber air digunakan untuk melakukan pemilihan lokasi pengambilan contoh tanah dan air. Hal ini ditujukan agar contoh yang diambil dapat mewakili aspirasi masyarakat mengenai lokasi-lokasi yang bermanfaat dan dianggap penting untuk dilakukan pemantauan kualitasnya. Contoh tanah terambil akan digunakan dalam penilaian kualitas kesuburan, kesesuaian bagi komoditas tertentu, dan tingkat bahaya erosinya berdasarkan kriteria yang tersedia (Biro Perencanaan 1997). Contoh air akan digunakan dalam penilaian kelayakannya untuk air minum berdasarkan kriteria Kementerian Kesehatan Laos dan WHO.

Contoh tanah dikoleksi dari 31 lokasi ladang padi masyarakat yang sudah ditinggalkan selama 3-5 tahun dan dipilih oleh masyarakat dalam kegiatan diskusi kelompok (Gambar 5). Karakteristik lokasi pengambilan contoh dicatat termasuk posisi geografis dan kemiringan lerengnya. Pengambilan contoh tanah dilakukan pada transek sepanjang 100 m searah garis kontur dengan interval 50 m (0m, 50m, 100m). Pada masing-masing titik pengambilan, dua contoh tanah dimasukkan dalam kantong plastik terpisah yang mewakili kedalaman 0 – 20 cm dan 20 – 40 cm. Dua contoh tanah yang dikompositkan kemudian diberikan label untuk menunjukkan lokasi dan jenis tanahnya.



Gambar 5. Lokasi pengambilan contoh tanah (produktif dan non produktif) dan situasi sungai serta sumber air utama

Sebagian kecil dari contoh tanah yang dikoleksi, diuji dengan perangkat uji tanah kering/PUTK (Puslittanak Bogor) untuk menunjukkan secara cepat dan kualitatif dari status nitrogen, fosfor, kalium, pH dan kandungan karbon. Alat ini juga memberikan rekomendasi pemupukan dan pengapuran berdasarkan hasil pengujian. Pelaksanaan uji tersebut juga digunakan untuk demonstrasi pada masyarakat mengenai cara cepat untuk memantau kondisi kesuburan tanah setempat. Contoh tanah lainnya kemudian dikirimkan ke Laboratorium Uji Tanah Puslittanak Bogor, untuk mengetahui status hara dan kualitas tanah secara kuantitatif. Beberapa duplikat contoh tanah dibuat dan dikirimkan ke laboratorium NAFRI di Vientiane, Laos, untuk mendapatkan perbandingan hasil pengukuran di antara keduanya.

Transek sepanjang 10m untuk pengukuran kualitas air minum dibuat pada 15 sumber air yang dipilih masyarakat (Gambar 5 di atas). Suhu air diukur dengan thermometer yang dibuat kedap air, setelah dicatat nilai suhu udara terukur. Contoh air dikoleksi ke dalam wadah plastik dari bagian hulu transek. Kemudian diukur beberapa karakteristik kimia dan fisika menurut GWMK

(Lampiran 4) dan dievaluasi hasilnya pada adaptasi Standar Kualitas Air Minum Nasional Laos (Tabel 1) dan WHO. Kecerahan air diamati dengan secchi disk untuk menilai tingkat kekeruhan yang diverifikasi dengan observasi warna larutan air sungai menurut standar Howard (2001) di dalam Myre dan Shaw (2006).

Debit air diukur dengan dua cara berbeda, tergantung lebar sungai. Pada sungai dengan lebar lebih dari 1 meter pengukuran debit dilakukan dengan mengukur kecepatan bola pingpong sepanjang transek secara berulang. Pada sungai dengan lebar kurang dari 1 meter, debit diukur dengan menggunakan kecepatan air, yang dibendung, untuk mengisi botol dengan volume 1 liter. Secara terpisah kedalaman dan lebar sungai diukur secara berulang pada ujung dan pangkal transek (lihat Rahayu *et al.* 2009).

Tabel 1. Standar Kualitas Air Minum Nasional Laos (Kementerian Kesehatan) dan WHO

No.	Parameter	Unit	Batas toleransi
1	pH	-	6.5-8.5
2	Kekeruhan	NTU	<10
3	Rasa dan Bau	-	Dapat diterima
4	Konduktivitas	uS/cm	1000
5	Besi	mg/l	<1
6	Mangan	mg/l	<0.5
7	Arsenik	mg/l	<0.05
8	Florida	mg/l	<1.5
9	Nitrat	mg/l	40
10	<i>Thermo tolerant coliform</i>	No/100 ml	0
11	Kesadahan	mg/l	<500

3.3.3. Indikator Kualitas Tanah dan Sumber Air Minum Setempat

Informasi indikator setempat bagi kualitas lahan (indikator tumbuhan) dan air (indikator hayati dan non hayati) juga didiskusikan, serta diberi nilai sesuai dengan sensitifitasnya dalam mengindikasikan kondisi kualitas sumberdaya tersebut. Jenis-jenis indikator diidentifikasi, diberi nilai dan disepakati melalui diskusi dan mufakat kelompok masyarakat. Setiap indikator, untuk penilaian produktivitas lahan dan kualitas air minum, diberi nilai rendah (1 – 5) sesuai dengan sensitifitasnya dalam mengindikasikan produktivitas lahan yang rendah

atau kualitas air minum yang buruk. Sebaliknya, mereka diberi nilai tinggi (6 – 10) bila mengindikasikan kondisi yang baik.

Karena keterbatasan waktu dan kesempatan dari warga desa, maka diputuskan dalam pertemuan desa bahwa cukup empat lokasi contoh yang digunakan untuk menguji penggunaan indikator lokal untuk tingkat produktivitas lahan (dua lokasi) dan kualitas air minum (dua lokasi) di setiap desa. Lokasi penguji indikator tingkat produktivitas lahan mewakili lahan produktif dan tidak produktif. Lokasi penguji indikator kualitas air minum mewakili sumber air yang baik dan buruk. Jadi 16 plot digunakan untuk menguji indikator produktivitas lahan dan 14 plot untuk menguji indikator kualitas air minum. Desa DK tidak memiliki plot pengujian karena tidak terdapat sumber air minum yang berada di desa ini (sumber berada di desa tetangga).

Enambelas lokasi terpilih, mewakili lahan produktif dan tidak produktif yang berada di 8 desa penelitian, digunakan untuk menguji kemampuan indikator lokal dalam menilai indeks produktivitasnya. Masyarakat setempat menyusuri transek 100 m secara zig-zag, sekitar 10 menit, untuk mengidentifikasi indikator hayati yang tumbuh di sekitar lokasi contoh tersebut berdasarkan daftar indikator yang sudah disiapkan sebelumnya. Jenis-jenis indikator hayati yang ada di 16 lokasi terpilih tersebut kemudian dicatat. Indeks produktivitas lahan dihitung dengan merata-ratakan skor dari semua tumbuhan indikator yang hadir dalam lokasi contoh.

Masyarakat setempat (termasuk murid sekolah) menguji aplikasi indikator kualitas air (invertebrata makro dan indikator setempat). Invertebrata yang diidentifikasi dari transek sepanjang 10m secara zig-zag dalam badan sungai, dari hilir ke arah hulu, dikumpulkan dalam wadah plastik. Invertebrata makro tersebut dikumpulkan dalam waktu sekitar 5 menit dan kemudian diidentifikasi menggunakan panduan menurut Subekti (2009). Jenis-jenis invertebrata yang teridentifikasi diberikan nilai sesuai sensitifitasnya terhadap kondisi kualitas air. Jenis yang lebih sensitif memiliki nilai yang lebih tinggi dalam rentang nilai 1 hingga 10. Indeks hasil penilaiannya menunjukkan kondisi kualitas air secara kualitatif. Masyarakat juga melakukan evaluasi kualitas sumber air minum berdasarkan kehadiran indikator setempat yang telah dibuat pada kegiatan diskusi

kelompok di desa. Nilai indeks kualitas air minum diperoleh dengan merata-ratakan skor dari semua jenis indikator yang hadir.

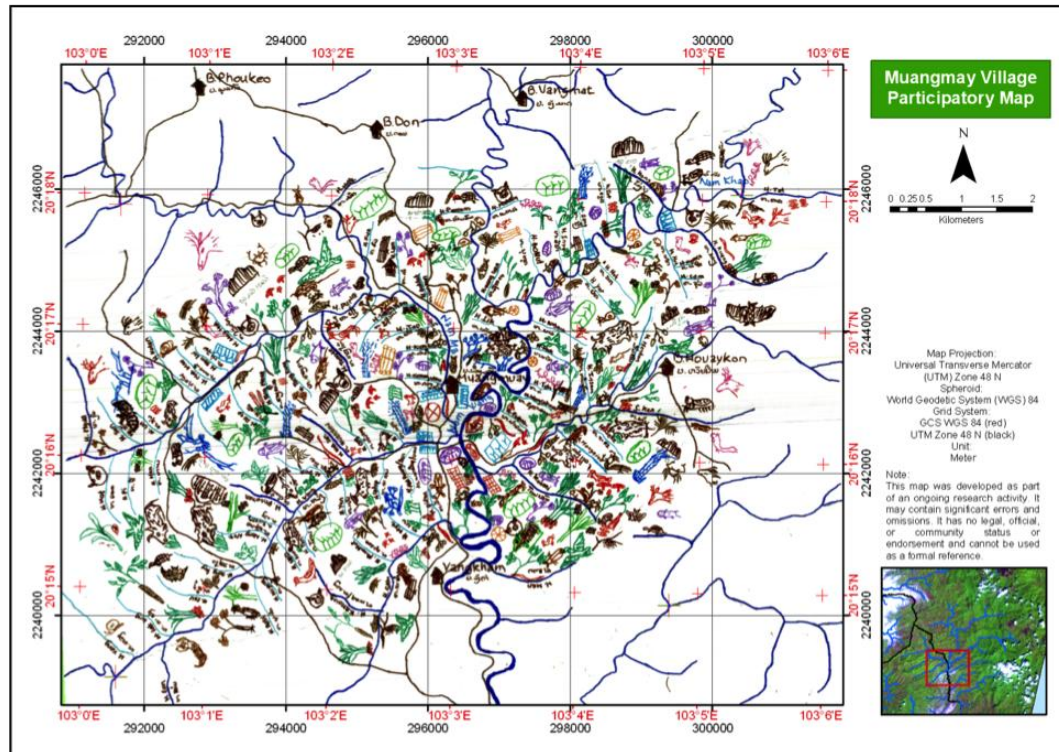
3.3.4. Peran serta Staf Pemerintah Kabupaten dan Masyarakat serta Formulasi Pemantauan Partisipatif Kualitas Tanah dan Air

Informasi dan penjelasan tentang kegiatan penelitian dilakukan dalam pertemuan awal dengan staf DAFO, TSC dan seluruh masyarakat di tiap desa penelitian. Tujuan utama pertemuan adalah untuk berdialog dan berdiskusi mengenai: a) menumbuhkan pengertian dan kepercayaan masyarakat mengenai arti dan manfaat kegiatan, terutama tentang pemantauan kualitas lahan dan air b) menjelaskan kegiatan-kegiatan yang akan dilakukan dan waktu yang digunakan dalam penelitian, c) menumbuhkan motivasi dan partisipasi anggota masyarakat dalam kegiatan penelitian, dan d) diskusi terbuka mengenai beberapa definisi dan informasi dasar yang dibutuhkan untuk kegiatan berikutnya, misalnya pemantauan, kriteria, indikator, manajemen, sistem dll. Ketiga pihak di atas selalu ikut serta dalam kegiatan – kegiatan penelitian yang dilakukan selanjutnya.

Sebagai sebuah bagian dari kegiatan penelitian ‘Landscape Mosaic’, penulis menggunakan hasil-hasil kegiatan sebelumnya sebagai penyambung dan pengantar penjelasan tentang kegiatan yang dilakukan. Pada pertemuan dengan masyarakat desa-desa di awal kegiatan penelitian ini, hasil kegiatan MLA sebelumnya misalnya peta sumberdaya partisipatif (Gambar 6), ditunjukkan kepada masyarakat dan digunakan sebagai peta dasar. Selanjutnya, penulis berdiskusi dengan masyarakat tentang kondisi dan tren produktivitas lahan serta kualitas air di wilayah desa.

Pertemuan yang dilakukan selanjutnya dengan wakil kelompok masyarakat (7 orang; 2 kelompok berdasarkan jenis kelamin) dan seorang staf perwakilan dari masing-masing DAFO serta TSC, dilakukan untuk mendiskusikan kondisi dan tren dari jenis-jenis tanah pertanian dan produktivitasnya, serta sumber air minum utama di wilayah desa. Pertanyaan yang diajukan termasuk tentang lokasi dan keadaan kesuburan tanah, produksi, erosi dan perubahan yang terjadi dari tiap jenis tanah. Pertanyaan juga diajukan mengenai lokasi dan gambaran umum tentang jumlah dan kualitas air minum sumber-sumber air

utama. Selanjutnya mereka juga diminta untuk menggambarkan lokasi dan sebaran jenis tanah serta badan air tersebut ke atas peta dasar yang disediakan. Peta dasar tersebut telah dilengkapi simbol-simbol dan informasi tentang sungai-sungai dan lokasi desa.



Gambar 6. Contoh peta sumberdaya partisipatif desa (sumber: Boucard *et al.*, 2010)

Sistem pemantauan yang akan dirumuskan juga dibicarakan dalam diskusi kelompok tersebut, dan dalam kegiatan pelatihan (lihat sub-bab 3.3.3). Hal-hal yang dibicarakan antara lain siapa saja yang akan melakukan pemantauan, frekwensi pengamatan, cara pengumpulan data, bagaimana proses pelaporan, dan apa insentif yang dibutuhkan oleh pelaku pemantauan.

Pelatihan keterampilan pemantauan produktivitas lahan dan kualitas air minum diberikan terhadap staf DAFO dan TSC serta perwakilan masyarakat desa untuk meningkatkan pemahaman dan keterampilan serta kolaborasi diantara pihak-pihak terkait. Keterampilan yang diberikan antara lain tentang teknik pengambilan contoh tanah dan air, pengukuran badan air dan penilaian indeks kualitas air dengan invertebrata makro, pengukuran karakteristik air dengan

GWMK dan uji tanah dengan PUTK. Pelatihan dilakukan dengan presentasi dan diskusi mengenai topik keterampilan di dalam kelas, serta praktek di beberapa lokasi penelitian (Gambar 7). Panduan pelaksanaan pelatihan dicatat oleh masing-masing peserta dengan alat tulis yang telah disediakan.



Gambar 7. Pelatihan keterampilan pengukuran kualitas lahan dan air bagi staf TSC

3.4. Analisis Data

Data, analisis data dan hasilnya ditampilkan pada Tabel 2. Metode analisis spasial akan dilakukan terhadap perubahan penutupan vegetasi dan kepekaan erosi sesuai yang dikemukakan oleh Ekadinata *et al.* (2008). Kegiatan tersebut akan dilaksanakan dengan bantuan perangkat lunak ILWIS 3.4 (*Open Source*).

Analisis kesuburan tanah dilakukan dengan metode yang dikemukakan oleh Staf Peneliti (1983). Metode tersebut mengklasifikasikan kesuburan tanah menjadi kelas 1 (sangat rendah) hingga 5 (sangat tinggi), berdasarkan beberapa variabel kimia dan biologi tanah yaitu kapasitas tukar kation/KTK (me/100gr),

kejenuhan basa/KB (%), fosfor/ P_2O_5 (ppm), kalium/ K_2O (ppm), dan C-organik (%) (Lampiran 5).

Analisis kesesuaian lahan akan dilakukan menggunakan prosedur sesuai yang dikemukakan oleh Biro Perencanaan (1997) dalam Basuki dan Sheil (2005). Kegiatan ini dilakukan menggunakan metode *site matching*.

Variabel kualitas air akan dievaluasi menurut baku mutu air minum yang berlaku (lihat Tabel 1 di atas). Selain itu variabel tersebut juga akan dianalisis hubungannya dengan indeks kualitas sumber air minum setempat.

Sebagai proses perumusan sistem pemantauan partisipatif kualitas lahan dan air, juga akan dilakukan beberapa analisis terhadap:

- nilai penting jenis tanah dan badan air.
- indikator hayati dan kriteria lokal kualitas lahan dan air.
- hasil perencanaan unsur pemantauan berdasarkan diskusi kelompok, dan
- hubungan indikator dan kriteria lokal dengan variabel kualitas lahan dan air.

Tabel 2. Jenis, metode pengumpulan data dan analisis data berdasarkan tujuan penelitian

Tujuan Penelitian	Jenis dan Sumber Data	Teknik Pengumpulan Data	Analisis Data	Hasil
1. Mengevaluasi kondisi kesuburan tanah dan kesesuaiannya untuk beberapa tanaman (padi ladang, karet, manggis, rumput gajah), kelas erosi dan kualitas air sungai yang dipengaruhi oleh perubahan sistem tata guna lahan.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Citra Landsat TM. 2. Sifat-sifat kimia tanah. 3. Sifat-sifat kimia air sungai. 4. Jurnal dan laporan kondisi kesuburan tanah dan kualitas air minum. 5. Kriteria dan indikator kesuburan tanah. 6. Baku mutu air minum di Laos dan WHO. 7. Kriteria kesesuaian lahan bagi tanaman terpilih. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Download citra satelit. 2. Pengambilan contoh tanah. 3. Uji tanah cepat. 4. Analisis laboratorium. 5. Pengukuran karakteristik sungai. 6. Uji air cepat. 7. Pengumpulan dan identifikasi invertebrata makro. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Analisis NDVI dan DEM citra satelit; 2. Analisis kesuburan tanah dan kesesuaian lahan; 3. Analisis tingkat kepekaan erosi; 4. Analisis kualitas air minum; 5. Analisis hubungan secara statistik. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peta perubahan penutupan vegetasi; 2. Peta kelas lereng 3. Deskripsi kelas kesuburan tanah; 4. Deskripsi kepekaan erosi tanah; 5. Deskripsi kesesuaian lahan; dan 6. Deskripsi kualitas air minum.
2. Menggali informasi dan persepsi masyarakat mengenai produktivitas lahan dan kualitas sumber air minum. 3. Mengidentifikasi dan merekomendasikan indikator hayati lokal yang dapat digunakan dalam proses pemantauan partisipatif terhadap kesuburan tanah dan kualitas air sungai.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Persepsi dan pengetahuan masyarakat tentang tanah dan air. 2. Identifikasi dan skor indikator produktivitas lahan dan kualitas sumber air minum 3. Uji kehadiran dan indeks lokal produktivitas lahan 4. Uji kehadiran dan indeks lokal kualitas air minum 5. Indikator dan indeks lokal produktivitas lahan. 6. Indikator dan indeks lokal kualitas air. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pertemuan dan diskusi umum dengan masyarakat. 2. Pemetaan partisipatif 3. Diskusi kelompok. 4. Wawancara tokoh. 5. Survey lahan pertanian 	Analisis hubungan antara indikator hayati tradisional dan karakteristik kesuburan tanah.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peta jenis tanah lokal; 2. Daftar indikator hayati dan kriteria kesuburan tanah dan kualitas air minum.
4. Merumuskan sistem pemantauan partisipatif terhadap kualitas lahan dan air di wilayah penelitian.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Persepsi dan pengetahuan masyarakat. 2. Motivasi dan insentif pihak terkait. 3. Persetujuan pihak terkait dengan rumusan sistem pemantauan. 4. Strategi implementasi pemantauan. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diskusi kelompok, 2. Pelatihan uji tanah cepat. 3. Pelatihan uji air cepat. 4. Pelatihan pengumpulan dan identifikasi invertebrata makro. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Analisis deskriptif. 2. Potensi rumusan sistem pemantauan partisipatif produktivitas lahan dan air minum. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rumusan sistem pemantauan partisipatif kualitas lahan dan air minum. 2. Rekomendasi pelaksanaan sistem pemantauan partisipatif kualitas lahan dan air minum.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Karakteristik Lingkungan terkait Program Penatagunaan Lahan

Kondisi lingkungan wilayah penelitian diamati dan dianalisis untuk mempelajari potensi dan tantangannya dalam hubungannya dengan program penatagunaan lahan, konservasi dan pembangunan wilayah. Pemahaman tentang kondisi lingkungan setempat menjadi dasar yang penting untuk berbagai perencanaan kegiatan pengelolaan sumberdaya alam, termasuk kegiatan pemantauannya. Pengetahuan tersebut dapat dianalisa hubungannya dengan pengetahuan dan persepsi masyarakat setempat tentang kondisi dan tren sumberdaya alam disekitarnya. Karakteristik lingkungan yang dipelajari antara lain penutupan vegetasi, iklim dan kemiringan lahan sebagai bagian dari kesatuan lahan wilayah penelitian selain tanah dan sumber air (sungai).

4.1.1. Perubahan Penutupan Vegetasi

Hasil analisis indeks vegetasi (NDVI-*normalized difference value index*) menggunakan citra satelit landsat tahun 1988, 2002, 2007, 2010 dan 2011, menunjukkan dinamika luas penutupan vegetasi di wilayah penelitian selama dua dekade terakhir (Tabel 3). Wilayah tanpa vegetasi meningkat tajam antara tahun 2002 hingga 2007 sebesar 4900 hektar, namun menurun kembali di tahun 2010. Wilayah dengan penutupan vegetasi sama dan lebih dari 50% menurun drastis dan bahkan habis di tahun 2007, seiring dengan peningkatan wilayah dengan sedikit dan tanpa vegetasi (0-25%). Pada tahun 2010 wilayah tersebut meningkat kembali bersamaan dengan penurunan luas wilayah dengan sedikit dan tanpa vegetasi.

Luas total wilayah penelitian (Khumban Muangmuay) pada tahun 2010 terhitung lebih kecil (17716 ha) dari tahun-tahun sebelumnya (18831 ha) yang disebabkan oleh kekosongan data (*striping*) yang terdapat pada citra satelit Landsat 7 akibat kerusakan sensor satelit (*scan line corrector/SLC*) sejak tahun 2003. Hal tersebut menyebabkan sekitar 20% wilayah tidak teranalisis dalam perhitungan luas dari kelas-kelas penutupan vegetasi (Howat & Eddy 2011). Walaupun telah dilakukan analisis dengan metode *gap-fill* (YCEO 2011), namun

tidak seluruh luasan yang hilang akibat *striping* dapat dikoreksi (sekitar 20% dari luasan yang hilang).

Tabel 3. Perubahan luas kelas penutupan vegetasi sebelum (1988-2007) dan setelah proses tataguna lahan (2010)

Penutupan vegetasi	Luas (hektar)			
	1988	2002	2007	2010
Tanpa vegetasi	6	27	4927	128
Vegetasi 0-25%	1090	925	14899	717
Vegetasi 50%	10380	18213	5	10362
Vegetasi >50%	8355	666	0	6509
Total	19831	19831	19831	17716

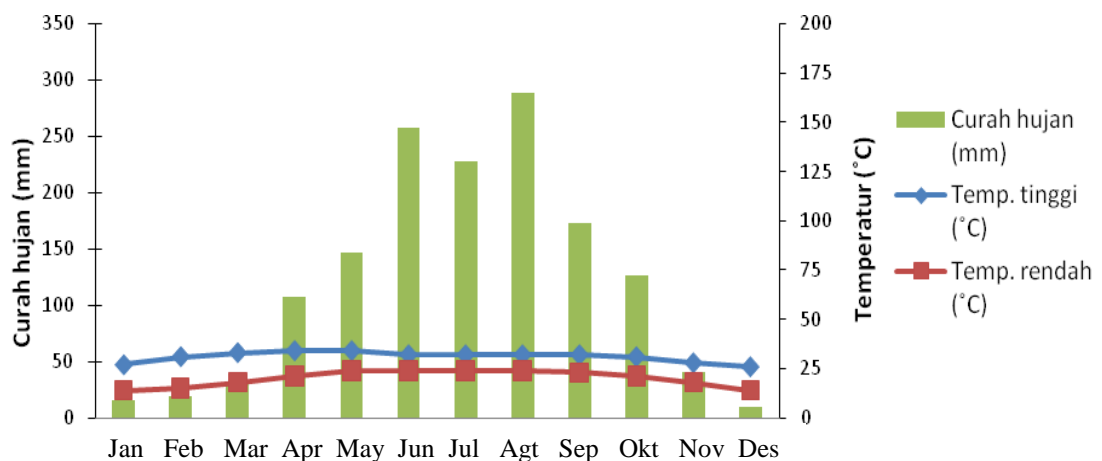
Penutupan vegetasi mengalami dinamika perubahan luas dari waktu ke waktu yang dipengaruhi oleh kegiatan perladangan masyarakat dan penatagunaan lahan. Sebelum penatagunaan lahan telah terjadi fluktuasi penutupan vegetasi, namun kecenderungan menunjukkan terjadinya penurunan tajam pada kerapatan vegetasi yang sama atau lebih dari 50%. Sebaliknya, penutupan lahan setelah penatagunaan lahan semakin meningkat. Pelaksanaan program penatagunaan lahan yang dimulai tahun 1990 di tingkat Negara Laos, dan tahun 2006 khusus di tingkat wilayah penelitian (Boucard *et al.* 2010), ternyata telah meningkatkan penutupan vegetasi lahan selama lima tahun terakhir. Lebih jauh, terdapat beberapa lokasi yang kini ditanami secara permanen untuk tanaman jangka panjang, misalnya jati atau gaharu, serta wilayah yang dialokasikan untuk hutan konservasi dan produksi (Fitriana 2008).

Masyarakat, berdasarkan hasil observasi dan wawancara penulis, selain memiliki luas wilayah berladang yang relatif stabil ternyata juga tidak melanggar wilayah yang dialokasikan sebagai hutan konservasi dan hutan produksi, yang sudah ditetapkan sejak penatagunaan lahan, untuk kegiatan pertanian (perladangan). Dewi dan Ekadinata (2010) melaporkan bahwa luas hutan di Kabupaten Viengkham cenderung meningkat oleh menurunnya tekanan terhadap wilayah di perbatasan hutan konservasi utama. Hal ini dipengaruhi oleh alternatif mata pencaharian yang masih mereka miliki dan digunakan untuk menutupi kekurangan hasil pertanian di saat paceklik, misalnya dengan menjual hasil hutan,

ternak (babi, kerbau, sapi dan unggas), serta mencari hasil hutan dan tambang emas. Hasil ini memperkuat penelitian Robichaud *et al.* (2009) dari wilayah berhutan di Laos tengah, dimana penutupan lahan hutan stabil akibat relatif tetapnya wilayah pertanian masyarakat dan munculnya alternatif mata pencaharian masyarakat dari penjualan hasil hutan (tumbuhan obat dan binatang).

4.1.2. Iklim: Curah Hujan dan Temperatur Udara

Laos memiliki tiga wilayah iklim utama: sub-tropis dengan musim hujan dan kemarau di pegunungan utara dan barat laut; hujan tropis di bagian tengah dan selatan; dan wilayah tropis dengan karakter dua musim, hujan dan kemarau, di sepanjang dataran Sungai Mekong. Musim hujan terjadi secara bersamaan di seluruh negeri, tetapi waktu terjadinya dapat berubah dari tahun ke tahun (Fitriana 2008; Gambar 8). Hal ini dipengaruhi oleh kondisi topografi yang sangat berbeda, dari bagian selatan yang cenderung berupa dataran landai hingga ke utara yang didominasi wilayah pegunungan dan perbukitan.



Gambar 8. Variasi curah hujan dan temperatur bulanan di wilayah sekitar Propinsi Luang Prabang, Laos

Sumber:

<http://www.wunderground.com/NORMS/DisplayIntlNORMS.asp?CityCode=48930&Units=both>

Wilayah penelitian yang berada di propinsi Luang Prabang memiliki curah hujan dan temperatur yang bervariasi dari bulan ke bulan. Bulan basah terjadi dari bulan April hingga bulan Oktober, bulan kering dari bulan November hingga bulan Maret. Curah hujan rata-rata tahunan wilayah penelitian sekitar 1.443 mm/tahun, sedangkan temperatur udara rata-rata berkisar dari 20°C hingga 31°C.

4.1.3. Kemiringan lahan

Lahan miring sangat curam (75-100%) mendominasi wilayah penelitian. Hasil pengolahan citra SRTM dengan analisis *digital elevation model*/DEM menunjukkan bahwa hanya 1% luas wilayah Kumban Muangmuay yang berkemiringan lahan kurang dari 75% (Gambar 9). Proporsi luas lahan bagi masing-masing kelas lereng antara 0 – 75% ditampilkan pada Tabel 4. Berdasarkan hasil pengukuran pada 31 lokasi lahan pertanian masyarakat, rata-rata kemiringan lahannya adalah 41% (sangat curam) dan berkisar dari 0 (datar) hingga 75% (sangat curam). Lebih besarnya kemiringan lereng hasil perhitungan model (DEM) dibandingkan hasil pengukuran lapangan diduga disebabkan oleh topografi wilayah yang dominan berbukit dengan perbedaan ketinggian yang besar. Perbedaan hasil perhitungan yang sama juga dilaporkan oleh Van Niel *et al.* (2004) di wilayah Australia.



Gambar 9. Kelas lereng Khumban Muangmuay yang didominasi wilayah berkemiringan >75% (warna abu-abu)

Kemiringan lahan di wilayah penelitian menunjukkan bahwa produktivitas lahan pertanian masyarakat sangat terancam oleh erosi. Setiap terjadi hujan aliran

permukaan akan cepat terbentuk di lahan miring dan menghanyutkan lapisan paling subur di permukaan tanah. Hal itu juga akan mempercepat terjadinya pemadatan. Bahan organik dan unsur-unsur hara tanaman akan hilang dari tanah, sehingga kesuburan dan produktivitasnya akan menurun.

Tabel 4. Luas dan persentase wilayah berdasarkan kelas kemiringan lahan hasil analisis DEM terhadap citra SRTM

Kelas lereng (%)	Luas (hektar)	Persen luas
0--8	9	0.0
8--15	12	0.1
15--25	23	0.1
25--40	42	0.2
40-- 75	121	0.6
>75	19625	99.0
Total	19831	100.0

4.2. Kondisi dan Tren Kualitas Lahan

4.2.1. Pengetahuan dan Persepsi Masyarakat

Masyarakat di berbagai desa mengutarakan tentang permasalahan penurunan kualitas lahan pertaniannya. Sebagian besar khawatir dengan terjadinya penurunan kesuburan tanah pertanian. Mereka menjadi selektif dalam memilih lokasi berladang dan menggunakan beberapa indikator untuk mengetahui kualitas lahan di suatu tempat. Masyarakat di MM, HK dan PD juga menyampaikan kekhawatiran pada terjadinya erosi tanah dan longsor. Beberapa lokasi kami tinjau bersama (Gambar 10) untuk diamati dan didiskusikan kondisi biofisik serta keberadaan indikator lokalnya.

Pengetahuan masyarakat dalam pemantauan kualitas lahan sangat penting untuk menjamin efektifitas dan kontinuitas sistem pemantauan tersebut. Hasil diskusi dengan sebagian besar warga dan wawancara dengan tokoh-tokoh di tiap desa (dua orang per desa) menunjukkan bahwa terdapat berbagai jenis tanah yang tersebar dan berbeda nilai kepentingannya untuk penggunaan tertentu. Nilai kepentingan ini juga berubah dari waktu ke waktu dipengaruhi oleh faktor-faktor

internal (misalnya jarak dan kualitas sumberdaya) dan/atau eksternal (seperti keputusan pemerintah dan program pembangunan) dari kehidupan masyarakat.



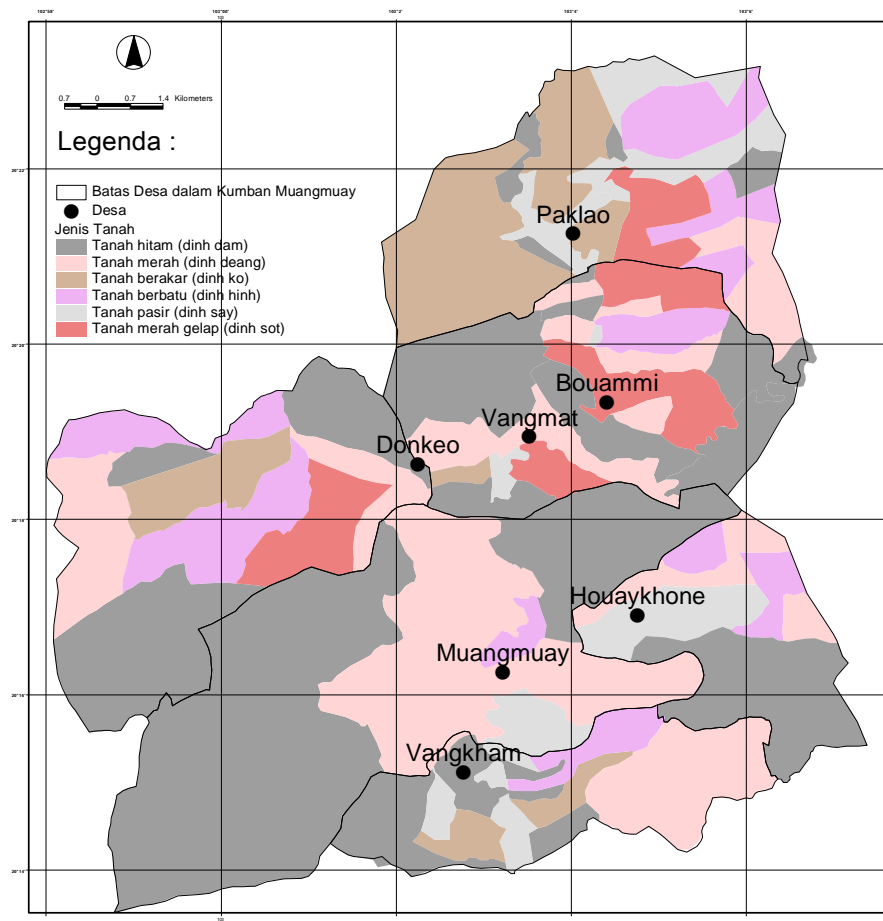
Gambar 10. Pengamatan lahan pertanian utama masyarakat bersama dengan wakil masyarakat dan staf kabupaten

4.2.1.1. Distribusi, Nilai Penting dan Produktifitas Lahan

Menurut masyarakat desa, terdapat enam (6) jenis tanah yang terdistribusi di wilayah penelitian (Gambar 11 dan Tabel 5). Tanah hitam (7716 ha; 41%) dan tanah merah (4279 ha; 23%) merupakan jenis yang paling dominan dan tersebar di seluruh desa. Mereka mendominasi wilayah-wilayah lereng atas di perbukitan dan sebagian kecil tepi sungai besar (misalnya Sungai Xeuang). Tanah berakar (1988 ha; 11%) dan tanah berbatu juga tersebar di beberapa desa namun dengan luasan yang lebih kecil (1984 ha; 11%) dan lebih banyak berada di lereng terjal sungai-sungai kecil. Tanah berpasir (1343 ha; 7%) dan tanah merah gelap (1293 ha; 7%) merupakan jenis yang hanya terdapat di sebagian desa dan memiliki luasan paling kecil. Tanah berpasir berada di tepi sungai besar, sedangkan jenis tanah terakhir lebih banyak berada di perbukitan.

Masyarakat menilai kepentingan jenis tanah setempat berdasarkan produktivitas dan luasannya. Jenis tanah terpenting adalah tanah hitam/'dinh dam' (32%) yang memiliki produktivitas aktual sebesar 357 kg dari benih sebanyak 10 kg (setara dengan sekitar 1.7 ton/ha). Tanah ini merupakan jenis yang dianggap mengalami penurunan produktivitas oleh warga di 6 dari 7 desa penelitian. Tanah berpasir/'dinh say' merupakan jenis terpenting kedua dan memiliki produktivitas sebesar 249 kg/10 kg (setara dengan 1.2 ton/ha). Jenis ini memiliki tren produktivitas cukup baik dan hanya di 2 dari 6 desa dianggap mengalami penurunan produktivitas. Tanah berakar/'dinh sot' memiliki produktivitas lebih tinggi dari tanah berpasir, namun kurang penting bagi

masyarakat. Hal ini diduga disebabkan bahwa sebaran jenis tanah ini yang hanya ada di tiga desa dan tren produktivitasnya menurun. Tanah merah/'dinh deuang' paling rendah produktivitasnya yaitu sekitar 0.6 ton/ha.



Gambar 11. Distribusi jenis tanah (dengan penamaan lokal) di Khumban Muangmuay

Tabel 5. Nilai penting, produktivitas dan tren produktivitas jenis tanah di wilayah penelitian

Jenis Tanah	Jumlah desa dengan jenis tanah terkait	Nilai penting rata-rata (%)	Produktivitas rata-rata (kg panen/10 kg benih)	Frekwensi tren produktivitas	Luas (hektar)
Tanah hitam	7	32	357	-7	7716
Tanah merah	7	16	120	-5	4279
Tanah berbatu	6	13	126	-1	1988
Tanah berakar	3	5	133	-1	1984
Tanah merah gelap	4	14	293	-3	1343
Tanah berpasir	6	20	249	-2	1293

Penurunan produktivitas dari berbagai jenis tanah pertanian masyarakat dipengaruhi oleh tingginya tingkat erosi dan oleh makin pendeknya masa bera ladang (Lestrelin 2008) dan transisi menuju sistem pertanian intensif (Fitriana 2008). Tingginya tingkat erosi disebabkan oleh tingkat curah hujan yang tinggi dan kemiringan lereng serta proses pembersihan lahan berladang. Lahan yang sudah ditebang dan dibakar seluruh vegetasi di atasnya dapat terpapar erosi selama masa tanam hingga saat padi berbulir.

Pendeknya masa bera ladang disebabkan oleh terbatasnya lahan yang dapat digunakan masyarakat untuk berladang setelah pelaksanaan program penatagunaan lahan. Saat ini mereka hanya dapat melakukan perladangan berpindah di wilayah yang masuk dalam zona pertanian desa, dimana masing-masing keluarga berhak menggunakan lahan seluas 4 hektar yang terbagi pada 3 hingga 4 lokasi terpisah. Hal ini menyebabkan kesuburan alami tanah yang hilang setelah satu masa panen tidak sempat terbaharui secara alami selama masa bera lahan yang singkat (3 tahun).

Sistem pertanian intensif yang mulai menggantikan sistem perladangan tradisional masyarakat masih dalam tahap dini. Perubahan tersebut belum diikuti dengan peningkatan kemampuan masyarakat dan pemerintah daerah dalam mengelola produktivitas lahannya. Perlunya upaya peningkatan produktivitas lahan dihadapkan pada keterbatasan finansial, teknis dan sarana yang dibutuhkan pada tingkat desa dan kabupaten. Hal ini dibarengi dengan ketiadaan sistem dan alat pemantauan produktivitas lahan yang sangat dibutuhkan dalam proses pengelolaan lahan.

Pengetahuan masyarakat setempat berguna untuk dilibatkan dalam kegiatan pengelolaan lahan di tingkat kabupaten. Jenis dan sebarannya yang sudah dipetakan dapat menjadi satuan pengelolaan di tiap desa. Skala prioritas pengelolaan tanah dapat disusun berdasarkan pengetahuan lokal mengenai jenis-jenis tanah, sebaran dan produktivitasnya.

4.2.1.2. Indikator Pemantauan Produktivitas Lahan Setempat

Masyarakat menggunakan beberapa jenis tumbuhan yang biasa ditemui pada lahan bekas ladang untuk menilai kondisi produktivitas lahan di suatu

tempat. Tumbuhan-tumbuhan tersebut biasanya tumbuh secara kondisional dimana beberapa jenis dominan berada di lokasi yang lebih produktif (misalnya *Eupatorium odoratum* L.), sementara beberapa jenis lainnya dominan berada di lokasi yang kurang produktif (misalnya *Cratogeomys formosum* (Jack) Dyer subsp.; Tabel 6).

Tiap desa di wilayah penelitian memiliki sekelompok jenis tumbuhan yang mereka gunakan sebagai indikator bagi tingkat produktivitas lahan pertaniannya. Beberapa jenis umum digunakan hampir di semua desa, seperti dua jenis yang dicontohkan di atas, beberapa jenis lagi hanya digunakan di satu atau dua desa saja (misalnya *Aglaonema tenuipes* Engler/BM dan *Aglaia odorata* Blume/DK). Jumlah jenis tumbuhan yang digunakan di tiap desa tidak sama, berselang antara 10 jenis (PD) hingga 26 jenis (DK dan PL). Masyarakat menjelaskan bahwa tiap jenis tumbuhan dalam kelompok tersebut terbagi menjadi indikator tingkat produktivitas rendah (skor 1 - 5) dan tinggi (skor 6 – 10; Lampiran 6).

Indeks produktivitas lahan lokal, yang menggunakan spesies tumbuhan sebagai indikator untuk tingkat produktivitas lahan setempat, mampu membedakan antara lahan produktif dan tidak produktif. Hasil pengujian terhadap keberadaan jenis tumbuhan indikator pada 16 plot lahan bekas ladang masyarakat menunjukkan bahwa indeks produktivitas lahan antara lahan yang dianggap produktif dan yang tidak produktif ternyata berbeda nyata (Uji Kruskal Wallis; $p = .001$).

Tabel 6. Tumbuhan indikator produktivitas lahan, skor dan jumlah desa penggunaannya (berlanjut ke halaman berikutnya)

No.	-----Indikator produktivitas lahan-----		Skor (modus)	Jumlah desa
	Nama lokal	Nama ilmiah		
1	yak kee lor	<i>Eupatorium odoratum</i> L.	10	8
2	may hia yai	<i>Cephalostachyum virgatum</i> Kurz	10	6
3	pa nhor khom	<i>Indosasa sinica</i> C.D. Chou & C.S. Chao	10	5
4	pa nhor van	<i>Phyllostachys</i> sp.	10	2
5	mak khai poo	<i>Aglaia odorata</i> Blume	10	1
6	tong ging	<i>Halopegia blumei</i> (Koern.) K. Schumann	10	1
7	may hok	<i>Dendrocalamus hamiltonii</i> Nees & Arn. ex	9	7
8	mak naeng	<i>Amomum</i> spp.	9	4
9	pa nor ja	<i>Sinarundinaria</i> sp.	9	4
10	kok thong jen	<i>Aglaonema tenuipes</i> Engler	9	1
11	may sarng	<i>Dendrocalamus membranaceus</i> Munro	9	2
12	may sok	TT-2	9	1

No.	-----Indikator produktivitas lahan----- Nama lokal Nama ilmiah	Skor (modus)	Jumlah desa
13	kok mak nort <i>Ficus semicordata</i> Buch.-Ham. ex J.E. Smith	9	1
14	kam ienr TT-4	9	1
15	may kor <i>Diospyros hayatae</i> H. Lec. var. <i>laosensis</i>	8	4
16	kok dok ban <i>Bauhinia</i> spp. generally	8	2
17	kok pha <i>Callicarpa tomentosa</i> (L.) Murray	8	1
18	may sort <i>Oxytenanthera parvifolia</i> Br.	8	4
19	ga ngrone TT-3	8	1
20	may mee <i>Litsea monopetala</i> (Roxburgh) Persoon	8	3
21	peuak meuak <i>Boehmria malabarica</i> Wedd	8	1
22	por sa <i>Broussonetia papyrifera</i> (L.) Ventenat	8	1
23	may ann TT-1	7	1
24	kok gnua <i>Syzygium cinereum</i> (Kurz) Chant. & Parn.	7	3
25	TT-5	7	2
26	thong koop <i>Macaranga denticulata</i> (Blume) Müll. Arg.	6	3
27	ya ynoung <i>Microstegium ciliatum</i> (Trinius) A. Cam.,	6	6
28	mak kook <i>Spondias pinnata</i> (L. f.) Kurz	6	1
29	may khap <i>Buddleja asiatica</i> Loureiro	5	1
30	ya meo TT-11	5	1
31	kor kook <i>Quercus fleuryi</i> Hickel et A. Camus (FTCHXK)	5	1
32	san sua TT-16	5	1
33	kor la ba TT-10	4	2
34	kao lia nia TT-15	4	1
35	<i>Aporosa villosa</i> (Lindl.) Baillon	3	5
36	<i>Thysanolaena latifolia</i> (Roxburgh ex Hornem)	3	5
37	ya liem <i>Melia azedarach</i> L.	3	4
38	ya dok luang TT-6	3	3
39	<i>Cycas siamensis</i> Miquel	3	2
40	<i>Lepidagathis incurva</i> D. Don var. <i>semiherbacea</i>	3	2
41	may tiou <i>Cratogeomys formosum</i> (Jack) Dyer subsp.	2	8
42	phak koot <i>Diplazium esculentum</i> (Retzius) Swartz	2	5
43	kauy par <i>Musa acuminata</i> Colla	2	2
44	ta eng roy TT-12	2	1
45	kok karng par <i>Securinega virosa</i> (Willdenow) Pax & Hoffm.	2	1
46	ton jia TT-14	2	1
47	<i>Cyperus</i> sp.	1	2
48	yar khar <i>Imperata cylindrica</i> (L.) Beauvois	1	7
49	rong long TT-7	1	3
50	mak nam TT-8	1	3
51	kor lan TT-9	1	1
52	kok brang TT-13	1	1

* TT-1..16: Tidak teridentifikasi nama ilmiahnya.

Rata-rata nilai indeks lahan produktif 6.5 sedangkan lahan tidak produktif 3.9. Nilai indeks 5.3 ditemukan menjadi nilai terendah pada plot-plot yang dianggap masyarakat produktif, sementara nilai 4.6 ditemukan menjadi nilai tertinggi pada

plot yang dianggap tidak produktif (Tabel 7). Kehadiran tumbuhan indikator di tiap plot bervariasi dari 19% (PL) hingga 70% (PD; Lampiran 7).

Tabel 7. Kehadiran tumbuhan indikator pada plot pengujian (P/produktif dan TP/tidak produktif) di tiap desa; dan indeks produktivitas lokal

Desa	Produktivitas	Jumlah	Kehadiran (%)	Indeks
Padheng	P	10	70	5.6
	TP	10	60	4.0
Muangmuay	P	14	25	7.0
	TP	14	41	2.0
Vangkham	P	15	20	6.6
	TP	15	60	4.6
Houaykhon	P	16	50	6.4
	TP	16	46	4.4
Vangmat	P	14	42	5.3
	TP	14	21	4
Bouammi	P	20	30	7.4
	TP	20	30	4.1
Donkeo	P	26	48	6.7
	TP	26	37	4.3
Paklao	P	26	19	6.6
	TP	26	23	4.1

4.2.2. Evaluasi Kualitas Lahan secara Ilmiah

Tanah pada wilayah penelitian bervariasi berdasarkan ciri fisik maupun kimia (Lampiran 8a dan 8b). Sifat tekstur bervariasi dari tekstur liat, yang ditemukan pada lahan miring dan datar, hingga berpasir, yang ditemukan di daerah pinggir sungai. Karakteristik kimia tanah menunjukkan larutan tanah yang cenderung masam (rata-rata pH=4.5) dan berkisar dari sangat masam hingga netral (Tabel 8). Tanah-tanah yang bereaksi netral ditemukan di daerah pinggir sungai.

Karbon organik dan nitrogen umum digunakan sebagai ukuran kasar kesuburan tanah (Landon 1991 di dalam Kauffman *et al.* 1998). Rata-rata dan rentang nilai karbon dan nitrogen organik di wilayah penelitian ternyata selalu lebih tinggi pada lapisan atas tanah. Hal ini mendukung laporan Kauffman *et al.* (1998) pada berbagai tempat di wilayah berhutan tropis.

Kecukupan hara dalam tanah bagi tanaman ditampilkan dalam bentuk ketersediaan basa-basa (kalsium, magnesium, kalium dan natrium), kejenuhan

basa (KB) dan kapasitas tukar kation (KTK). Status hara tanah umumnya rendah, kecuali pada wilayah di pinggir sungai yang memiliki ketersediaan hara, khususnya kalsium dan magnesium, yang mendominasi KTK tanah. Korelasi positif yang signifikan (pearson; $r > 0.7$) ditunjukkan antara ketersediaan hara dengan kejenuhan basa dan nilai pH. Ketersediaan hara tidak berkorelasi signifikan dengan nilai KTK tanah.

Tabel 8. Tekstur dan karakteristik kimia tanah (31 contoh) wilayah penelitian (berlanjut ke halaman berikutnya)

	Lapisan tanah	Rataan	Standar deviasi	Minimum	Maximum
Pasir (%)	1	22.0	14.1	7.0	68.0
	2	21.8	13.2	8.0	56.0
Debu (%)	1	35.7	6.1	17.0	47.0
	2	35.0	4.9	27.0	47.0
Liat (%)	1	42.3	10.8	15.0	53.0
	2	43.2	11.5	11.0	58.0
Debu/Liat	1	0.9	0.3	0.5	2.2
	2	0.9	0.5	0.5	3.0
pH-H ₂ O	1	4.5	0.5	3.8	6.0
	2	4.5	0.4	4.0	5.8
pH-KCl	1	3.7	0.4	3.2	4.9
	2	3.7	0.3	3.2	4.6
Karbon organik (%)	1	2.3	0.6	0.9	3.6
	2	1.4	0.4	0.8	2.1
Nitrogen (%)	1	0.2	0.1	0.1	0.3
	2	0.1	0.0	0.1	0.2
C/N	1	11.2	1.5	9.0	16.0
	2	11.2	1.4	9.0	13.0
P ₂ O ₅ tersedia (ppm)	1	12.8	4.6	3.2	27.9
	2	8.7	2.9	3.0	13.8
K ₂ O tersedia (ppm)	1	75.0	45.4	17.0	231.0
	2	56.5	30.9	21.0	153.0
Ca ²⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	1	1.7	1.9	0.2	6.9
	2	1.0	1.2	0.1	4.7
Mg ²⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	1	0.8	0.9	0.1	4.5
	2	0.5	0.6	0.0	2.9
K ⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	1	0.1	0.1	0.0	0.5
	2	0.1	0.1	0.0	0.3
Na ⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	1	0.1	0.1	0.0	0.3
	2	0.1	0.1	0.0	0.3
Basa-basa (cmol(+)kg ⁻¹)	1	2.7	2.6	0.3	10.2
	2	1.7	1.6	0.5	5.6

	Lapisan tanah	Rataan	Standar deviasi	Minimum	Maximum
Kapasitas tukar kation (cmol(+)kg ⁻¹)	1	10.7	2.7	5.6	17.7
	2	9.1	2.1	5.1	14.0
Kejenuhan basa (%)	1	28.9	29.1	3.0	100.0
	2	21.0	23.8	2.0	100.0
Al ²⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	1	3.0	2.2	0.0	7.5
	2	3.2	1.9	0.0	8.2
H ⁺ (cmol(+)kg ⁻¹)	1	0.3	0.2	0.0	0.6
	2	0.3	0.1	0.0	0.7

4.2.2.1. Uji Kesuburan Tanah di Lapangan

Pengukuran secara cepat dengan PUTK memberikan indikasi tentang status unsur hara makro (nitrogen/N, fosfor/P, kalium/K, kalsium/Ca) dan reaksi tanah (pH) pertanian di lahan kering. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa hampir semua lokasi yang diukur, baik yang menurut masyarakat produktif atau tidak, memiliki nilai pH 5.5 (Tabel 9). Hanya di MM diperoleh nilai pH 4.5 pada lahan yang tidak produktif. Kandungan P dan N umumnya rendah, sedangkan kandungan K umumnya sedang hingga tinggi. Kandungan Ca bervariasi antara rendah dan tinggi yang ditemukan di banyak desa, dan hanya di Desa PD dan PL kandungan Ca selalu tinggi.

Tabel 9. Indikasi kondisi beberapa sifat kimia tanah pada lahan yang dianggap produktif (P) dan tidak produktif (TP) oleh masyarakat di beberapa desa

Desa	P/TP	Karakteristik tanah				
		pH	Fosfor	Kalium	Nitrogen	Kalsium
PD	P	5.5	↓	↑	↑	↑
	TP	5.5	↓	↑	↓	↑
MM	P	5.5	↓	→	↓	↑
	TP	4.5	↓	↑	↓	↓
VK	P	5.5	↓	↑	↓	↑
	TP	5.5	→	↓	↓	↓
HK	P	5.5	↓	↓	↓	↓
	TP	5.5	↓	→	↑	↑
DK	P	5.5	↓	→	↓	↑
	TP	5.5	↓	→	↓	↓
PL	P	5.5	↓	↑	↓	↑
	TP	5.5	↓	↑	↓	↑

* ↓ = rendah; → = sedang; ↑ = tinggi

Perangkat uji tanah kering menyediakan rekomendasi jenis dan jumlah bahan yang diperlukan untuk mengoptimalkan produksi tanaman padi ladang, jagung dan kedelai berdasarkan hasil pengukuran contoh tanah. Rekomendasi yang diberikan kurang aplikatif dalam proses pengelolaan lahan pertanian setempat, karena jenis dan jumlah bahan penyubur tanah tersebut (kapur, bahan organik dan pupuk NPK) tidak tersedia dan terjangkau bagi masyarakat atau pemerintah daerah setempat. Bahan organik bisa diproduksi secara lokal namun karena masyarakat tidak terbiasa menggunakannya, maka pengenalan dan pelatihan cara pembuatan serta penggunaan bahan organik (cara, waktu, tempat dan dosisnya) perlu dilakukan.

4.2.2.2. Kesuburan dan Status Unsur Hara

Contoh tanah yang diambil dari seluruh desa menunjukkan status kesuburan yang rendah atau sangat rendah (Tabel 10). Kendala utama yang menyebabkan kondisi tersebut antara lain adalah rendahnya KTK, kejenuhan basa dan kandungan fosfor. Dua faktor lain, yaitu kandungan karbon dan pH, tidak menjadi pembatas utama kesuburan tanah setempat.

Rendahnya KTK menunjukkan kompleks jerapan yang sangat terbatas untuk memungkinkan terjerapnya unsur-unsur hara yang dibutuhkan tumbuhan (Basuki & Sheil 2005). Rendahnya KTK dipengaruhi oleh jenis partikel liat yang mendominasi tanah setempat, tekstur tanah dan sedikitnya kandungan bahan organik.

Tabel 10. Kelas kesuburan tanah di desa-desa dalam Khumban Muangmuay

Desa	Jumlah contoh	Status Kesuburan	Faktor Pembatas Utama
Bouammi/Vangmat	10	Rendah	Fosfor, KTK, KB
Don Keo	2	Rendah	Fosfor, KTK, KB
Houaykhon	2	Rendah	Fosfor, KTK
Muangmuay	7	Rendah	Fosfor, KTK, KB
Paklao	2	Rendah	Fosfor, KTK
Padheng	6	Rendah	Fosfor, KTK, KB
Vangkham	2	Rendah	KTK

* KTK: kapasitas tukar kation, KB: kejenuhan basa

Kondisi kejenuhan basa yang juga rendah atau sangat rendah dipengaruhi oleh sedikitnya ketersediaan unsur-unsur hara dalam kompleks jerapan dan

larutan tanah. Unsur hara yang terbatas dipengaruhi proses pelapukan tanah yang cepat, dengan faktor intensitas hujan dan suhu udara yang tinggi. Sistem pertanian tradisional yang tidak menggunakan tambahan bahan organik dan pupuk juga berpengaruh besar.

Evaluasi terhadap status unsur hara tanah secara umum, menunjukkan bahwa hanya K-total (ppm) yang banyak berada di kelas kesuburan tinggi. Sementara karakteristik lainnya termasuk C, N, P tersedia, kation-kation basa yang dapat dipertukarkan, KTK, KB dan bahkan Al dominan berada di kelas kesuburan rendah hingga sangat rendah (Tabel 11). Hal ini sejalan dengan hasil evaluasi kesuburan tanah di atas.

Tabel 11. Status karakteristik kimia tanah berdasarkan Kriteria Pusat Penelitian Tanah Indonesia pada berbagai desa

Desa	Jumlah contoh	-----Status karakteristik tanah-----				
		Sangat Tinggi	Tinggi	Sedang	Rendah	Sangat Rendah
Bouammi/Vangmat	10	K ₂ O; KB	C; Mg; K ₂ O; KB	C; N; P; Ca; Mg; KTK	C; N; P; Ca; Mg; K; KTK	C; P; Ca; Mg; K; KB; KTK; Al
Don Keo	2	K ₂ O	C; K ₂ O	N	C; N; P; Mg; K; KTK	Ca; KB; Al
Houaykhon	2	KB	K ₂ O	C; Mg; KB	N; K ₂ O; Ca; K; KTK	P; K; Al
Muangmuay	7	K ₂ O; KB	K ₂ O	C; N; P; K; Ca; Mg; K	C; N; P; Mg; K; KTK; KB	P; Ca; Mg; K; KB; Al
Paklao	2	-	K ₂ O	C; N; P; K ₂ O; Mg; KB	P; Ca; K; KTK	Ca; Mg; K; Al
Padheng	6	K ₂ O	C; KB	C; N; P; Mg; K	C; N; P; Ca; Mg; K; KTK; KB	P; Ca; Mg; KB; Al
Vangkham	2	K ₂ O	P	C; N; KB	C; N; P; K ₂ O; Mg; K; KTK	Ca; Mg; KB; Al

* KTK: kapasitas tukar kation, KB: kejenuhan basa

4.2.2.3. Kesesuaian Lahan untuk Budidaya Pertanian

Analisis kesesuaian lahan bagi beberapa komoditas terpilih, misalnya karet, padi, jarak dan rumput gajah, dilakukan berdasarkan pada kualitas lahan setempat (Tabel 12). Temperatur dan ketersediaan air diperoleh melalui studi literatur dan pengunduhan data dari website “Wunderground”. Kualitas lahan

lainnya diketahui melalui pengukuran lapangan dan laboratorium (lihat juga Tabel 8).

Tabel 12. Kualitas dan karakteristik lahan selain retensi hara untuk evaluasi kesesuaian lahan

Kualitas Lahan	Karakteristik Lahan	Nilai tengah	Selang Nilai
Temperatur	Temperatur rerata (°C)	25.5	20-31
Ketersediaan air	Curah hujan (mm)	1443	-
	Jumlah bulan kering	5	-
Ketersediaan oksigen	Drainase	4	3-5
Media perakaran	Tekstur	5	2-5
	Bahan kasar (%)	5	-
	Kedalaman tanah (cm)	100	80-100
Toksisitas	Aluminium (ppm)	3.04	0-7.42
Bahaya erosi	Lereng (%)	42	0-75
Bahaya banjir	Genangan	0	0-1
Penyiapan lahan	Batuan permukaan (%)	5	0-5
	Singkapan batuan (%)	1	0-1

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa semua lahan, dimana contoh tanah diperoleh, adalah tidak sesuai untuk pengembangan komoditas karet (Tabel 13). Hal ini disebabkan oleh faktor-faktor pembatas berupa ketersediaan air yang amat terbatas dan besarnya resiko terjadinya erosi. Pengembangan padi, pohon jarak dan rumput gajah masih dimungkinkan pada sekitar 30% wilayah contoh dengan kelas kesesuaian S2 atau S3. Hal inipun masih memiliki faktor pembatas kesesuaiannya yang berupa resiko erosi, media perakaran dan genangan.

Tabel 13. Perbandingan jumlah plot dalam kelas-kelas kesesuaian lahan untuk empat komoditas tanaman

Kelas Kesesuaian Lahan	Karet	Padi	Jarak	Rumput gajah
S1 (Sesuai)	0	0	0	0
S2 (Sesuai bersyarat)	0	3	1	0
S3 (Sesuai bersyarat)	0	8	10	11
N (Tidak Sesuai)	31	20	20	20

Sedikitnya lokasi yang sesuai untuk pengembangan pertanian (karet, padi, jarak dan rumput gajah) menunjukkan bahwa dugaan Dufumier (1996) dalam Fitriana (2008), tentang 70% lahan di dataran tinggi Laos sesuai untuk pengembangan pertanian, adalah terlalu besar. Berdasarkan analisis kesuburan

dan kesesuaian lahan, penulis menduga bahwa wilayah yang sesuai untuk pengembangan pertanian sekitar 40% saja. Pengembangan lebih besar dari wilayah yang sesuai tersebut akan membutuhkan biaya produksi yang sangat tinggi dan mendorong terjadinya degradasi lahan dan lingkungan yang semakin hebat, misalnya longsor dan pendangkalan sungai.

Meskipun semua contoh tanah menunjukkan tingkat kesuburan yang rendah dan sangat rendah namun beberapa lokasi menunjukkan kesesuaian bersyarat untuk pengembangan padi tadah hujan, jarak dan rumput gajah. Perbaikan kesuburan tanah, pencegahan resiko erosi di wilayah berlereng sertaantisipasi bahaya genangan air di dataran pinggir sungai, akan dapat meningkatkan potensi lahan untuk pengembangan komoditas pertanian. Teknik konservasi tanah, sistem drainase dan pemberian bahan pupuk organik merupakan alternatif pengelolaan lahan yang perlu dipertimbangkan untuk hal tersebut.

4.3. Kondisi dan Tren Kualitas Sumber Air Minum

4.3.1. Pengetahuan dan Persepsi Masyarakat

Masyarakat menilai terdapat beberapa permasalahan utama pada sumber air minum sejak dilaksanakannya penatagunaan lahan, yaitu pencemaran oleh kotoran ternak, berkurangnya debit air, dan kekeruhan. Mereka yakin bahwa meminum air dari sungai yang tercemar, meskipun setelah direbus, akan menyebabkan sakit perut atau gangguan kesehatan lainnya. Uraian lebih jauh mengenai kondisi dan tren kualitas sumber air minum, serta berbagai indikator setempat untuk memantau perubahannya disampaikan di bawah ini.

4.3.1.1. Nilai Penting, Kondisi, Tren dan Indikator Kualitas Sumber Air Minum

Hampir semua desa memiliki sumber air minum di wilayahnya. Sumber air tersebut merupakan sungai-sungai kecil berair jernih dengan debit yang bervariasi dari 0.1 liter/detik hingga ratusan liter/detik (Tabel 14). Masyarakat mengetahui setiap aliran sungai tersebut, bahkan semuanya diberikan nama tersendiri. Hanya Desa Don Keo yang tidak memiliki sungai yang dapat mudah diakses untuk sumber air minum, sehingga masyarakat desa tersebut

memanfaatkan sungai di wilayah desa tetangga di sebelah hulu untuk keperluan tersebut. Sungai Tengoeh dan Xeuang di Desa Vangkham tidak diukur karakteristiknya akibat kondisi cuaca yang buruk pada saat pelaksanaan pengukuran.

Sebagian besar sungai yang lebih lebar dari empat meter dianggap kurang penting untuk sumber air minum karena kualitasnya yang rendah dan mudah keruh saat hujan. Sungai Khon di Desa Houay Khon memiliki lebar 17 meter namun dianggap penting sebagai sumber air minum. Masyarakat menilai bahwa sungai ini memiliki kualitas yang baik karena jernih, tidak mudah keruh saat hujan dan selalu berair sepanjang tahun. Sungai Ujoh di Desa Padheng memiliki lebar 1 meter namun dianggap tidak penting sebagai sumber air minum karena memiliki debit air yang sangat kecil dan kering saat musim kemarau.

Tabel 14. Nilai penting dan karakteristik sumber air minum di wilayah penelitian

Sungai	Desa	Nilai penting	Lebar (m)	Kedalaman rata-rata (m)	Debit (l/dtk)
Tengoeh	VK	Penting	n.a.	n.a.	n.a.
Xeuang_1	VK	Tidak	n.a.	n.a.	n.a.
Mak Pheuak	MM	Penting	2.0	0.1	0.3
Ma	MM	Kurang	15.0	0.5	5385.1
Xeuang_2	MM	Tidak	19.0	0.5	5980.1
Ving	MM	Tidak	5.0	0.2	305.2
Khon	HK	Penting	17.0	0.2	929.1
Palay	VM	Penting	1.5	0.1	0.3
Xeuang_3	VM	Tidak	16.0	0.4	2992.3
Sum Phung	BM	Penting	3.6	0.1	209.0
Xeuang_4	BM	Tidak	32.0	0.2	4751.0
Nya Say	PL	Penting	1.3	0.0	0.2
Xeuang_5	PL	Tidak	28.0	0.2	608.3
U Joh	PD	Tidak	1.0	0.1	.01
Phung	PD	Penting	3.3	0.1	.03
Lainnya (32)	Semua desa	Tidak	n.a.	n.a.	n.a.

* Sungai Xeuang 1 – 5 menunjukkan posisi dari hilir ke hulu.

Sungai-sungai besar, dengan debit air ribuan liter/detik, dijadikan sumber air untuk keperluan rumah tangga selain air minum. Sungai Xeuang mengalir melalui desa-desa wilayah penelitian kecuali Don Keo, yang terletak di atas punggung bukit, Houaykhon dan Phousally, yang berada di luar DAS Xeuang

(Gambar 5 di atas). Di setiap desa yang dilaluinya, nilai penting Sungai Xeuang sebagai sumber air minum selalu lebih rendah daripada sungai lain, yang lebih kecil debit airnya, dangkal dan sempit.

Masyarakat menganggap bahwa Sungai Xeuang sudah jauh menurun kualitas airnya untuk minum akibat kegiatan perladangan, ternak, dan pemukiman di desa-desa sebelah hulu. Sungai Mak Pheuak, di Desa Muangmuay, tiga kali lebih penting dibandingkan dengan Sungai Xeuang yang lima kali lebih dalam serta 10 kali lebih lebar. Masyarakat di Dusun Vang Mat – Desa Bouammi, menganggap bahwa Sungai Palay hampir dua kali lebih penting dibanding Sungai Xeuang. Mereka meyakini bahwa perladangan dan permukiman yang ada di sebelah hulu telah jauh menurunkan kualitas air Sungai Xeuang untuk diminum.

Penulis menilai bahwa telah terjadi pencemaran yang nyata dirasakan akibatnya oleh masyarakat yang hidup di sekitar sungai-sungai besar, misalnya Sungai Xeuang (Desa PL, BM, VM, MM, dan VK) dan Sungai Ma (Desa MM). Kegiatan masyarakat di sungai seperti mencuci, mandi dan buang air, ternak yang bebas masuk ke sungai, dan penebangan tumbuhan di pinggir sungai untuk berladang, dan penambangan emas (khusus Sungai Xeuang), telah mencemari sungai dengan deterjen, bahan organik, sedimen tanah, dan merkuri. Sungai tersebut kini tidak dapat lagi dijadikan sumber air minum karena keruh akibat erosi dari ladang pertanian dan mengandung bibit penyakit akibat kontaminasi kotoran ternak, dan limbah pemukiman.

4.3.1.2. Indikator Pemantauan Kualitas Sumber Air Minum

Informasi yang disampaikan masyarakat mengenai penurunan kualitas air sungai sebagai sumber air minum dapat ditinjau lebih jauh dengan indikator kualitas air sebagaimana dipahami dan digunakan oleh mereka sehari-hari. Karakteristik air (kejernihan, kekeruhan, warna minyak dan bau busuk), penggunaan lahan di sekitar sumber air (ladang, padang penggembalaan, rawa dan hutan) dan keberadaan beberapa spesies hewan menjadi indikator kualitas suatu sumber air minum.

Terdapat lima jenis indikator kualitas air yang digunakan masyarakat pada semua desa, antara lain kejernihan, kekeruhan, padang penggembalaan, katak dan ikan. Sementara tiga jenis indikator lainnya masing-masing hanya digunakan oleh

masyarakat di satu desa tertentu, misalnya keberadaan rawa, capung dan belut. Katak dan kepiting merupakan dua hewan yang dianggap sebagai indikator buruknya kualitas air minum bagi Masyarakat Padheng, namun sebaliknya bagi masyarakat desa yang lain (Tabel 15).

Tabel 15. Indikator kelayakan air minum lokal dan skornya di masing-masing desa (- : indikator tidak digunakan)

No.	Indikator lokal	Skor indikator per desa						
		PD	MM	VK	HK	VM	BM	PL
1	Kejernihan	10	10	10	10	10	10	10
2	Ikan	5	6	6	8	9	9	8
3	Katak	1	8	8	6	7	7	8
4	Kekeruhan	2	4	2	3	5	4	5
5	Padang penggembalaan	1	1	1	1	3	1	1
6	Kepiting	1	-	7	7	8	9	8
7	Ladang	4	-	2	5	5	4	5
8	Cacing tanah	-	5	5	1	1	1	2
9	Warna minyak	3	1	1	1	-	1	2
10	Hutan	-	-	9	10	10	10	10
11	Alga	5	3	-	-	4	5	-
12	Bau busuk	-	1	-	-	1	-	1
13	Udang	-	-	-	8	-	-	7
14	Anggang-anggang	-	-	-	-	-	8	6
15	Siput	-	-	-	-	4	-	7
16	Capung	-	-	-	-	-	-	8
17	Rawa	-	-	-	2	-	-	-
18	Belut	-	-	-	-	-	-	2

Indeks kualitas air lokal, yang menggunakan 18 indikator untuk tingkat kualitas air minum setempat, mampu membedakan antara sumber air minum yang baik dan buruk. Hasil pengujian terhadap keberadaan indikator pada 14 sungai menunjukkan bahwa indeks pada sungai yang dianggap berkualitas air minum baik dan buruk ternyata berbeda (Uji Kruskal Wallis; $p = .02$). Rata-rata nilai indeks sungai berkualitas air minum baik 6.8 sedangkan yang berkualitas buruk 4.7. Hasil pengujian kehadiran seluruh indikator pada 14 sumber air yang digunakan masyarakat, baik untuk minum maupun keperluan sehari-hari lainnya, menunjukkan bahwa kehadiran mereka bervariasi antara 33% (PD) hingga 88% (PL; Tabel 16; Lampiran 9).

Tabel 16. Kehadiran indikator setempat pada plot pengujian di tiap desa (hilir ke hulu); dan indeks kualitas air minum lokal

Desa	Sungai	Kualitas sungai	Jumlah Indikator	Kehadiran Indikator (%)	Indeks Kualitas
VK	Tengoeh	Baik	10	42	8
MM	Mak Pheuak	Baik	9	33	7
	Ma	Buruk	9	56	3.4
	Xeuang_2	Buruk	9	30	3.6
	Ving	Baik	9	30	8
HK	Khon	Baik	13	50	7.3
BM	Palay	Baik	12	58	6.2
	Xeuang_3	Buruk	12	75	5.2
	Sum Phung	Baik	12	58	7.7
	Xeuang_4	Buruk	12	75	5.3
PL	Nya Say	Baik	16	38	7.7
	Xeuang_5	Buruk	16	88	6
PD	U Joh	Baik	9	33	4.7
	Phung	Baik	9	33	4.7

* Sungai Xeuang 1 – 5 menunjukkan posisi dari hilir ke hulu.

4.3.2. Evaluasi Kualitas Sumber Air Minum secara Ilmiah

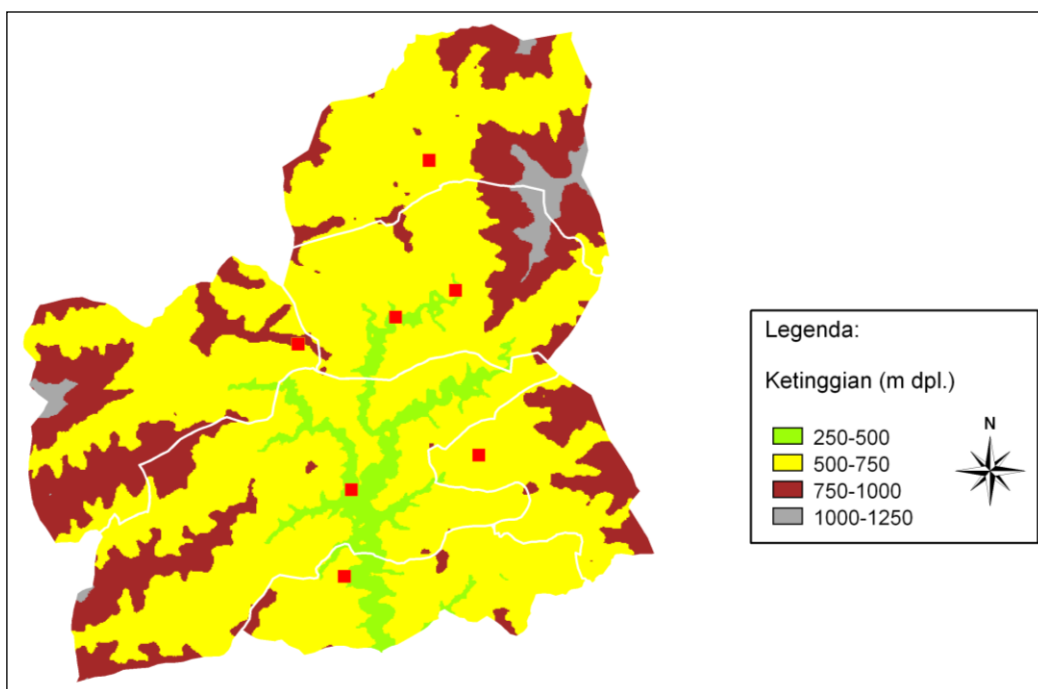
4.3.2.1. Karakteristik Sumber Air Minum

Sungai-sungai yang tersebar di perbukitan wilayah penelitian (dalam DAS Xeuang) dapat dibagi menjadi empat kelas dan dipengaruhi oleh topografi setempat (Gambar 12). Sungai Xeuang, yang merupakan sungai utama dan kelas keempat dalam DAS tersebut, menjadi outlet bagi semua sungai yang berada di wilayah penelitian. Sungai ini memiliki lebar yang berkisar dari 32 m, di bagian hulu, hingga menjadi 16 m di bagian hilir. Kedalaman terukur sungai sekitar 40 cm hingga 85 cm (saat tidak hujan). Sungai Xeuang terbentuk dari berbagai mata air di sekitar wilayah penelitian dan pegunungan di dalam kawasan konservasi Phu Loey (Phu Loey *NBCA*). Aliran sungai mengarah ke selatan, menuju ibukota Propinsi Luang Prabang.

Perbedaan ketinggian yang cukup besar dan lereng yang sangat curam merupakan karakter utama sungai yang ada. Lokasi-lokasi tertinggi wilayah penelitian (hingga 1250 m dpl.) sebagian besar berada di sebelah timur laut, timur dan barat, terutama Desa Paklao, Bouammi dan Houaykhon. Lokasi terendah berada di bagian tengah dan selatan, termasuk Desa Muangmuay, Vangkham dan Bouammi (250-500 m dpl.).

Sungai Xeuang dan sungai lain yang dimanfaatkan masyarakat terletak dekat dengan pemukiman dan lahan pertanian desa. Masyarakat menggunakan air sungai tersebut sebagai sumber air minum maupun keperluan sehari-hari (termasuk mandi dan mencuci pakaian). Ternak (kerbau, anjing dan babi) juga terlihat sering keluar masuk air sungai yang relatif dangkal. Banyak masyarakat yang tinggal di Vangmat, Muangmuay dan Vangkham yang sejak awal tahun 2010 bekerja pada penambangan emas di sekitar Sungai Xeuang (Gambar 13).

Kondisi sungai di Desa Vangkham tidak diamati karakteristiknya akibat kondisi cuaca dan ketersediaan waktu masyarakat yang tidak memungkinkan dilakukan pengukuran.



Gambar 12. Kelas ketinggian tempat di wilayah penelitian



Gambar 13. Penambangan emas (kiri) dan aktivitas sehari-hari di Sungai Xeuang (kanan)

Oksigen terlarut lebih tinggi (8 mg/l) pada sungai-sungai yang lebar dan memiliki debit air besar, keadaan sebaliknya pada sungai yang sempit dan aliran air lebih tenang (4 mg/l). Tentunya nilai oksigen terlarut yang lebih tinggi menunjukkan daya dukung lebih tinggi terhadap kehidupan organisme air (Tabel 17).

Tabel 17. Karakteristik sungai-sungai di wilayah penelitian (dari hilir ke hulu)

Desa	Sungai	Temperatur air (°C)	Temperatur udara (°C)	Oksigen terlarut (mg/l)	Fosfat /PO ₄ ⁻³ (mg/l)	Klorida	pH	Besi (ppm)	Alkalinitas	Kesadahan
MM	Mak Pheuak	26	31	8	4	0	8	1	160	80
	Ma	27	28.5	8	2	20	8	1	160	80
	Xeuang_2	29	29	8	1	60	7	10	160	80
	Ving	31	35	8	3.5	0	7	0.5	200	120
HK	Khon	28	28	8	4	0	7	0.5	160	80
BM	Palay	20	28	8	4	20	7	5	80	40
	Xeuang_3	31	34	8	4	0	8	1	160	80
	Sum Phung	28	32	6	4	0	8	1	280	120
	Xeuang_4	30.5	32	6	4	20	8	0.5	200	80
PL	Nya Say	26	34	6	4	0	7	0	40	40
	Xeuang_5	31	31	6	4	20	8	0	240	80
PD	U Joh	29	35	4	4	0	7	0	200	80
	Phung	30	35	4	4	0	8	0	200	80

* Sungai Xeuang 1 – 5 menunjukkan posisi dari hilir ke hulu.

Nilai kandungan klorida dan besi ditemukan dengan pola yang sama dengan oksigen terlarut, yaitu lebih tinggi pada sungai besar. Pada sungai besar kandungan klorida lebih tinggi (20-60 ppm) dapat disebabkan oleh aktivitas masyarakat yang sebagian besar masih mandi dan mencuci di sungai, sehingga banyak buangan deterjen terkandung dalam airnya. Namun nilai tersebut masih dibawah ambang batas yang diperbolehkan untuk penggunaan air minum (250 ppm; WHO 2008). Kandungan besi yang tinggi diduga disebabkan oleh proses pencucian besi dari sumber-sumber dalam tanah dan batuan, serta pencemaran akibat kegiatan penambangan emas (Ochieng *et al.* 2010). Nilai lebih atau sama dengan satu sudah tidak memenuhi kriteria yang diperbolehkan untuk air minum.

Alkalinitas lebih tinggi ditemukan pada sungai-sungai yang berada di daerah hulu dan tampak berkorelasi positif dengan nilai kesadahan. Nilai kesadahan yang lebih besar dari 100, memiliki daya sangga yang lebih tinggi terhadap perubahan pH air. Nilai ini pada air minum yang dikonsumsi juga diketahui tidak berkorelasi langsung dengan kesehatan makhluk hidup (Effendi 2003), namun diduga berpengaruh pada fungsi kerja ginjal manusia (komunikasi pribadi dengan Riani E, 2011).

Pemantauan kualitas air minum perlu dilakukan pada sungai kecil dan besar. Sungai kecil penting untuk sumber air minum masyarakat di seluruh desa, sementara sungai besar hanya digunakan untuk keperluan rumah tangga. Pemantauan sungai besar dapat dijadikan tolok ukur tentang kualitas sungai kecil yang berada dalam unit DAS yang sama. Apabila sungai besar memiliki kualitas air yang baik maka dapat disimpulkan bahwa sungai kecil pun memiliki kualitas yang sama atau lebih baik. Pemantauan kedua jenis sungai tersebut dapat bermanfaat dalam memberi peringatan dini dan informasi yang akurat tentang sumber dan jenis pencemaran yang terjadi.

4.3.2.2. Kualitas Sumber Air Minum

Kualitas air sungai dalam DAS wilayah penelitian secara umum masih layak untuk digunakan sebagai air minum, berdasarkan kriteria Kementerian Kesehatan Laos (Tabel 18). Perhatian perlu diberikan pada kandungan besi di Sungai Palay yang jauh di atas ambang batas (5 mg/l). Sungai Xeuang yang merupakan outlet dari banyak sungai tidak memenuhi standar kualitas air minum berdasarkan indikator rasa dan bau, serta kandungan besinya (10 mg/l). Sungai tersebut tidak lagi digunakan sebagai sumber air minum oleh masyarakat di semua desa.

Tabel 19 menunjukkan hasil evaluasi kualitas air berdasarkan kehadiran indikator invertebrata makro. Indeks kualitas air sungai di wilayah penelitian berkisar antara 3.5 (air kotor) hingga 7.1 (air bersih). Nilai indeks tertinggi yaitu pada Sungai Xeuang yang mengalir melalui Desa Paklao, sementara yang terendah yaitu pada Sungai Ujoh yang mengalir di Desa Padheng. Sungai-sungai besar dengan lebar lebih dari empat meter dan debit lebih dari 200 l/s, yaitu

Indikator invertebrata makro	PD		-----MM-----				VK	HK	-----BM-----				--PL--	
	U Joh	Phung	Mak Pheuak	Ma	Xeuang_2	Ving	Tengoeh	Khon	Palay	Xeuang_3	Sum Phung	Xeuang_4	Nya Say	Xeuang_5
<i>Alderfly nymphs</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Swimming mayfly nymphs</i>	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Other fly larvae</i>	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0
<i>Flatworms</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Beetle larvae</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0
<i>Adult beetles</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Pond skaters</i>	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0
<i>Water measurers</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Greater water boatmen</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lesser water boatmen</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Other water bugs</i>	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0
<i>Snails with doors</i>	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Swan mussels</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Freshwater limpets</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dragonfly nymphs</i>	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<i>Other damselfly nymphs</i>	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0
<i>Caseless caddisfly larvae</i>	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1
<i>Caddis fly larvae with cases made from leaf</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1
<i>Square-gilled mayfly nymphs</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Freshwater prawns and shrimps</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
<i>Long-mouthed saucer bugs</i>	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Caddis fly larvae</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Flattened mayfly nymphs</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Prong-grilled mayfly nymphs</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
<i>Burrowing mayfly nymphs</i>	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
<i>Stonefly nymphs</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Indeks kualitas air	3.5	4.6	5.8	5.5	6.0	5.8	4.5	6.4	5.0	6.9	5.0	6.6	5.0	7.1

* Latar abu-abu menunjukkan sungai yang relatif lebar (> 4m); * Sungai Xeuang 1 – 5 menunjukkan posisi dari hilir ke hulu.

Hasil evaluasi dengan indikator invertebrata makro bertentangan dengan hasil evaluasi dengan standar Kementrian Kesehatan Laos. Hasil tersebut juga tidak sesuai dengan informasi yang diberikan masyarakat (lihat pembahasan lebih lanjut pada sub bab 4.1.3.6). Indeks kualitas air sungai yang tertinggi menurut indikator invertebrata makro (Xeuang² dan Xeuang³), ternyata tidak memenuhi standar kualitas air minum Laos. Sungai-sungai tersebut mengandung kadar besi yang terlalu tinggi, bau yang tidak dapat diterima, dan keruh. Berdasarkan hal-hal tersebut maka pemantauan dengan invertebrata makro tidak cocok digunakan untuk penilaian kualitas sumber air minum.

4.4. Degradasi Produktivitas Lahan dan Kualitas Air Minum

Penurunan produktivitas lahan dan kualitas air minum telah terjadi setelah pelaksanaan program penatagunaan lahan. Masyarakat melaporkan penurunan produksi padi yang besar dalam waktu 10 tahun terakhir. Lahan pertanian masyarakat dicirikan oleh rendahnya kandungan unsur hara, rendahnya nilai pH dan kapasitas tukar kation. Hasil pengukuran dan diskusi dengan masyarakat menunjukkan bahwa kualitas air minum cenderung menurun hanya pada sungai-sungai besar akibat pengaruh aktivitas manusia, misalnya perladangan, ternak, limbah pemukiman dan penambangan emas. Tindakan pengelolaan sumberdaya lahan dan air sungai tidak bisa digeneralisir dan akan lebih tepat dengan memperhatikan karakter lingkungan dan kegiatan masyarakat setempat di tingkat desa.

Alokasi lahan untuk perladangan dalam program penatagunaan lahan berhasil menstabilkan perladangan berpindah, namun berdampak negatif pada produktivitas lahan. Masyarakat melaporkan lokasi ladang yang dibuka setiap tahunnya kepada staf DAFO (Fitriana 2008), sesuai dengan lahan yang dialokasikan, dan kegiatan pengendalian dilakukan secara efisien oleh pemerintah kabupaten. Degradasi produktivitas lahan dipengaruhi minimnya input yang diberikan pada lahan berladang. Selain itu, dominasi kemiringan wilayah yang curam, erosivitas tanah yang relatif tinggi (kandungan liat tinggi dan bahan organik yang rendah), semakin pendeknya masa bera ladang dan kebiasaan bertani masyarakat yang menebang serta membakar habis tumbuhan di lahan

wilayah sempadan sungai menjadi salah satu penyebab utama terjadinya degradasi kualitas lahan.

Penurunan kualitas air minum lebih disebabkan oleh kegiatan masyarakat. Masyarakat terbiasa menebangi lahan sempadan sungai untuk berladang, menggunakan sungai untuk MCK (mandi, cuci dan kakus) dan memandikan ternak. Perusahaan dan masyarakat juga melakukan penambangan emas terbuka di Sungai Xeuang dan menyebabkan penurunan kualitas airnya. Pengamatan penulis memberikan kesan bahwa setiap kali terjadi hujan, sungai-sungai yang berada di hilir wilayah perladangan masyarakat akan segera menjadi keruh (pengukuran tingkat kecerahan dengan secchi disk setelah hujan sekitar 2-4 cm di Sungai Xeuang). Penelitian lebih jauh mengenai dampak penambangan emas di Sungai Xeuang diduga akan dapat memberi bukti penurunan kualitas air, misalnya pencemaran merkuri.

Penegakan hukum lingkungan yang berlaku dan penyadaran masyarakat tentang konservasi tanah dan air masih menghadapi tantangan. Penebangan habis tumbuhan di sempadan sungai dan lereng yang terjal, serta semakin pendeknya masa bera di lahan-lahan bekas ladang harus segera diantisipasi dengan metode pertanian yang lebih ramah lingkungan. Proses ini membutuhkan usaha yang keras dan lama karena budaya bertani masyarakat tersebut sudah berlangsung lama, dan paling tidak sudah berlangsung selama 50 tahun (Ohlsson 2009). Pemberian ijin penambangan emas terbuka di sungai oleh pemerintah daerah terhadap perusahaan kontraktor merupakan pelanggaran terhadap hukum lingkungan dan sangat merugikan kelestarian alam dan kehidupan masyarakat.

4.5. Hubungan Pengetahuan Masyarakat dan Pendekatan Ilmiah

Integrasi pengetahuan ilmiah dan pengetahuan lokal membutuhkan kegiatan dan pemahaman dari kedua sisi. Penulis mengevaluasi kesuburan dan kesesuaian lahan untuk beberapa komoditas pertanian yang potensial, serta mengevaluasi kualitas air sungai untuk penggunaan air minum. Masyarakat menjelaskan berbagai jenis tanah dan tren produktivitasnya, serta tentang sumber air minum berikut tren kualitasnya. Analisis hubungan di antara kedua jenis pengetahuan di atas dapat menjembatani proses integrasi yang berguna untuk meningkatkan efektifitas dan akurasi pemantauan partisipatif.

Hasil-hasil kegiatan penelitian yang telah disampaikan di atas menunjukkan dua perspektif yang berbeda mengenai kondisi lahan dan air setempat, yaitu perspektif masyarakat dan perspektif para ilmuwan. Analisis hubungan antara kedua pendekatan tersebut dapat memberi manfaat untuk mengkaji alternatif integrasinya untuk pemantauan partisipatif. Integrasi pendekatan ilmiah dan pengetahuan lokal diyakini dapat meningkatkan akurasi dan kemudahan aplikasi sistem pemantauan dalam mendukung proses pengambilan keputusan pengelolaan lahan.

4.5.1. Kualitas Lahan

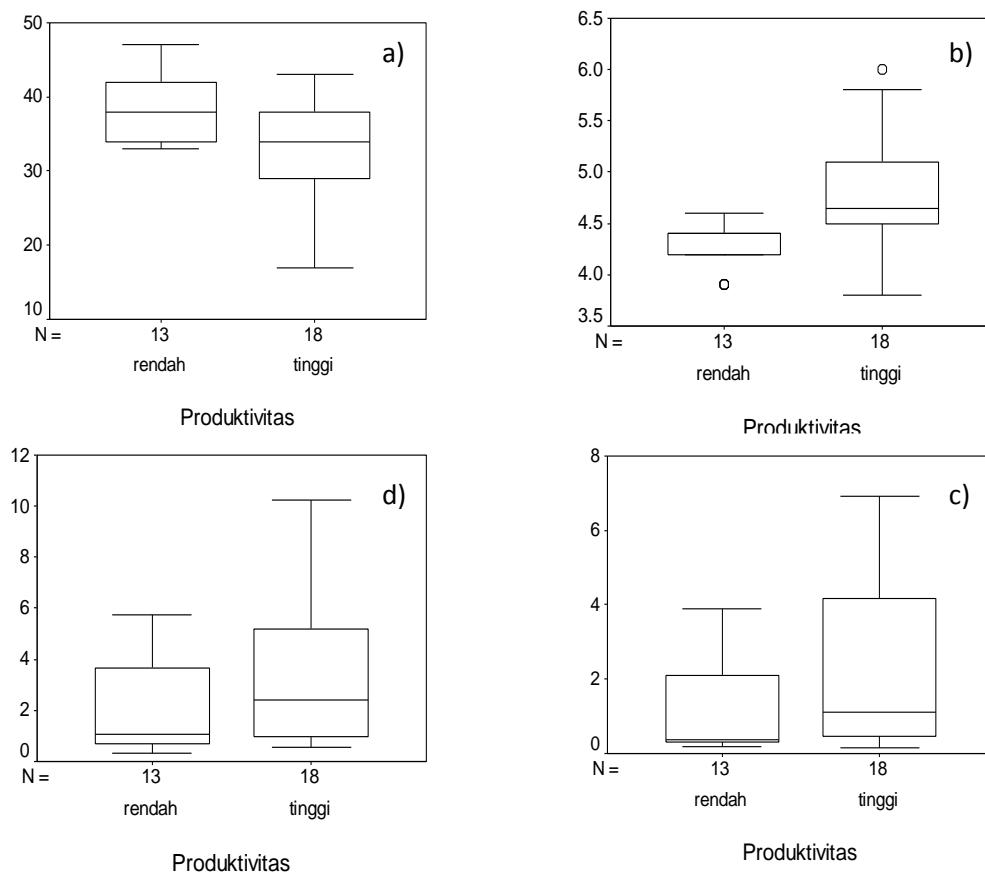
Tidak terdapat perbedaan yang nyata (uji chi-square, nilai $p=0.640$) antara frekwensi kelas lahan, yang menurut masyarakat setempat produktif, dalam kelas sesuai dan tidak sesuai menurut klasifikasi kesesuaian lahan secara ilmiah untuk padi ladang. Tabel 20 menunjukkan bahwa hanya sedikit lahan yang dianggap produktif oleh masyarakat (58%) yang bersesuaian dengan hasil evaluasi kesesuaian lahan secara ilmiah (35%). Walaupun cukup banyak lahan yang dianggap tidak produktif oleh masyarakat (42%) yang bersesuaian dengan hasil klasifikasi kesesuaian lahan ilmiah (65%).

Tabel 20. Kelas kesesuaian lahan menurut masyarakat dan menurut ilmuwan untuk padi ladang (N=31)

Kelas kesesuaian lahan	Klasifikasi setempat (%)	Klasifikasi ilmiah (%)
Sesuai	58	35
Tidak Sesuai	42	65
Total	100	100

Korelasi yang nyata (Spearman-rho; $p < .1$) ditunjukkan antara kelas produktivitas lahan menurut masyarakat dengan hasil pengukuran karakteristik tanah, antara lain dengan kandungan debu ($p = .04$; $r^2 = -.379$), pH ($p = .001$; $r^2 = .575$), dan kandungan ion kalsium serta jumlah basa-basa ($p = .08$; $r^2 = .314$). Tanah-tanah yang lebih produktif menurut masyarakat dicirikan oleh kandungan debu yang lebih rendah, nilai pH yang lebih tinggi, serta kandungan unsur hara (kalsium) yang lebih banyak (Gambar 14).

Indeks produktivitas lahan lokal mampu memberi informasi yang lebih terperinci daripada evaluasi lahan secara ilmiah. Analisis kesuburan secara ilmiah menghasilkan informasi bahwa seluruh lokasi contoh tanah tingkat kesuburannya rendah (lihat Tabel 10 di atas). Kegiatan pemantauan kualitas lahan akan lebih bermanfaat bila dapat menunjukkan perbedaan kualitasnya. Indeks produktivitas lahan lokal mampu membedakan tingkat produktivitas lokasi contoh secara nyata (bagian 4.2.1.2). Perbedaan itupun dapat dijelaskan dengan keterkaitannya pada beberapa sifat fisik dan kimia tanah, misalnya tekstur, pH, dan jumlah unsur hara.



Gambar 14. Debu (a), Nilai pH (b), Kalsium (c) dan Jumlah basa (d) dalam tanah di masing-masing kelas produktivitas (rendah dan tinggi)

4.5.2. Kualitas Air Minum

Hasil penilaian kualitas sumber-sumber air minum dengan penggunaan indikator yang digunakan masyarakat (Tabel 16 di atas) menunjukkan kemiripan hasil dengan penilaian kualitas berdasarkan indikator dan kriteria dari Kementerian Kesehatan Laos (Tabel 1 di atas). Delapan (8) dari 13 sungai yang dievaluasi

dengan indeks kualitas air minum lokal ternyata bersesuaian dengan hasil evaluasi berdasarkan standar kualitas air minum Laos. Sementara, hanya 5 dari 13 sungai yang dievaluasi dengan indeks kualitas air berdasarkan invertebrata makro memberikan hasil yang sama (Tabel 21).

Indeks kualitas air minum lokal dapat menjadi alternatif metode pemantauan sumber air minum pada tingkat desa. Masyarakat akan dengan mudah menggunakan 18 indikator lokal untuk memantau kualitas sumber air minumnya sehari-hari. Biaya pemantauan lebih murah daripada penggunaan metode GWMK, karena peralatan yang dibutuhkan hanyalah alat tulis. Metode pemantauan dengan invertebrata makro cukup mudah diaplikasikan oleh masyarakat namun hasil analisis hubungan menunjukkan bahwa metode ini tidak sesuai untuk diadaptasikan pada sistem pemantauan kualitas sumber air minum setempat.

Tabel 21. Kualitas air beberapa sungai (hilir ke hulu) berdasarkan standar kualitas air minum Laos, indeks invertebrata makro dan indeks lokal

Sungai	Desa	Standar kualitas air minum Laos (Sesuai/Tidak)	Indeks invertebrata makro	Indeks lokal
Mak Pheuak	MM	Tidak	Sedang	Baik
Ma	MM	Tidak	Sedang	Buruk*
Xeuang_2	MM	Tidak	Bersih	Buruk*
Ving	MM	Sesuai	Sedang*	Baik*
Khon	HK	Sesuai	Bersih*	Baik*
Palay	VM	Tidak	Sedang	Baik
Xeuang_3	VM	Tidak	Bersih	Buruk*
Sum Phung	BM	Tidak	Sedang	Baik
Xeuang_4	BM	Sesuai	Bersih*	Buruk
Nya Say	PL	Sesuai	Sedang*	Baik*
Xeuang_5	PL	Sesuai	Bersih*	Buruk
U Joh	PD	Sesuai	Kotor	Baik*
Phung	PD	Sesuai	Kotor	Baik*

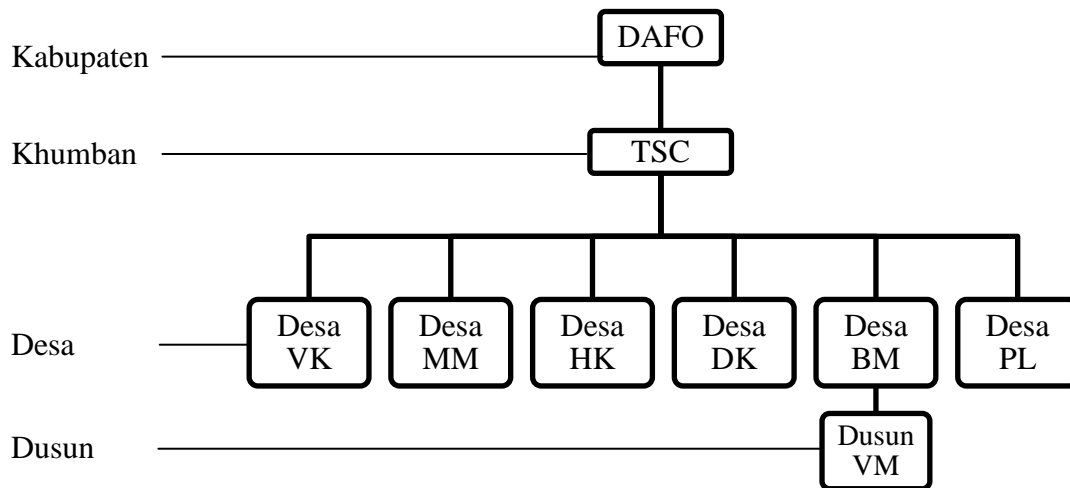
* : bersesuaian dengan standar kualitas air minum Laos.

4.6. Sistem Pemantauan Partisipatif

Ketiadaan sistem pemantauan partisipatif terhadap kualitas lahan serta air merupakan masalah utama penelitian yang telah diidentifikasi dalam lokakarya dengan parapihak tataguna lahan setempat. Hal ini penting terutama dengan

informasi yang disampaikan tokoh-tokoh masyarakat mengenai terjadinya penurunan produktivitas lahan pertanian, tanah longsor, kekeruhan air sungai dan kekurangan sumber air bersih. Keberadaan sistem pemantauan tersebut akan menjadi alat penyedia informasi yang berguna, bagi masyarakat dan pemerintah daerah, untuk mencapai tujuan penatagunaan lahan di wilayah penelitian (kesejahteraan masyarakat dan kelestarian lingkungan).

Sistem pemantauan partisipatif yang akan diformulasikan perlu dipahami bersama oleh parapihak, terutama masyarakat dan pemerintah setempat (Gambar 15). Hal ini menyangkut semua rencana dan kegiatan yang akan dilakukan serta manfaat yang ingin diperoleh. Kondisi tersebut dipermudah karena selama dua tahun sebelum penelitian ini dilakukan, masyarakat sudah terlibat dengan kegiatan sejenis dan mengerti istilah yang digunakan pada kegiatan pemantauan keanekaragaman hayati.



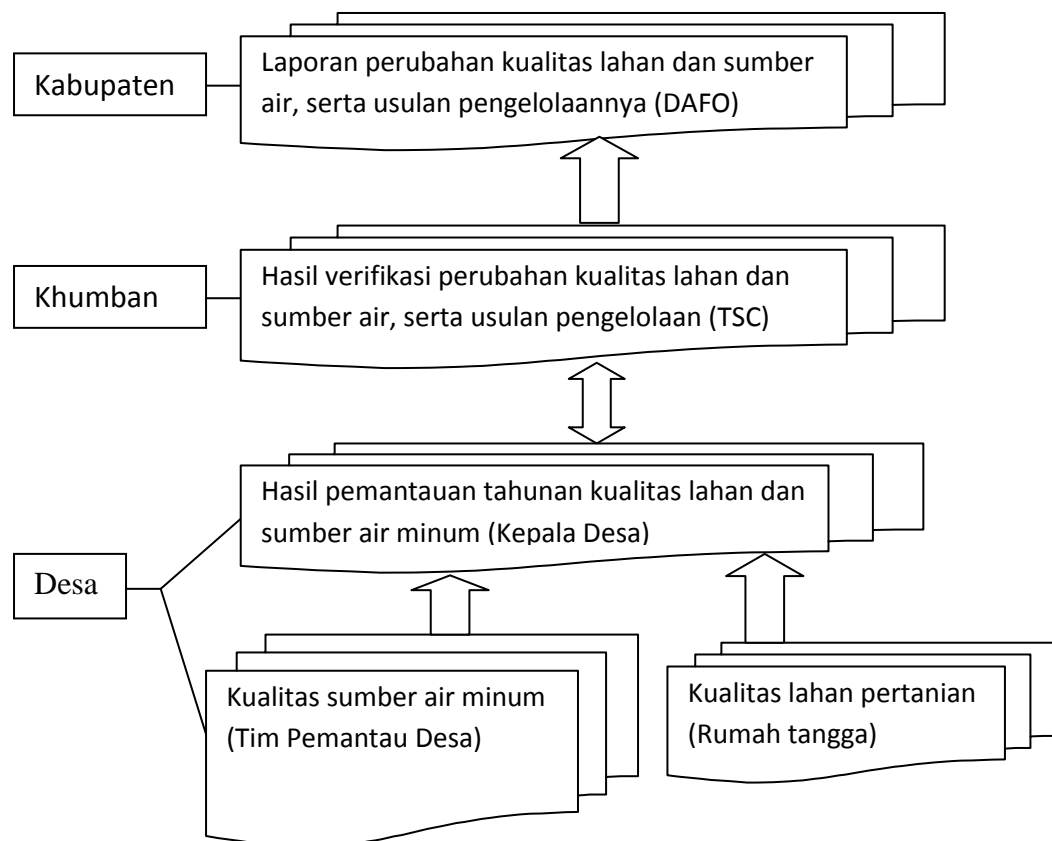
Gambar 15. Diagram kelembagaan parapihak setempat tentang tataguna lahan di Kabupaten Viengkham

4.6.1. Unsur Pemantauan Partisipatif

Informasi tentang bagaimana pengetahuan, persepsi dan adaptasi masyarakat terhadap kondisi dan tren kualitas sumber air minum, dan kualitas lahan seperti disampaikan sebelumnya, merupakan hal penting bagi pengelolaan sumberdaya alam terkait program penatagunaan lahan. Informasi ini menjadi dasar pertimbangan pentingnya masyarakat dilibatkan dalam kegiatan pemantauan dampak penatagunaan lahan pada sumberdaya lahan dan air.

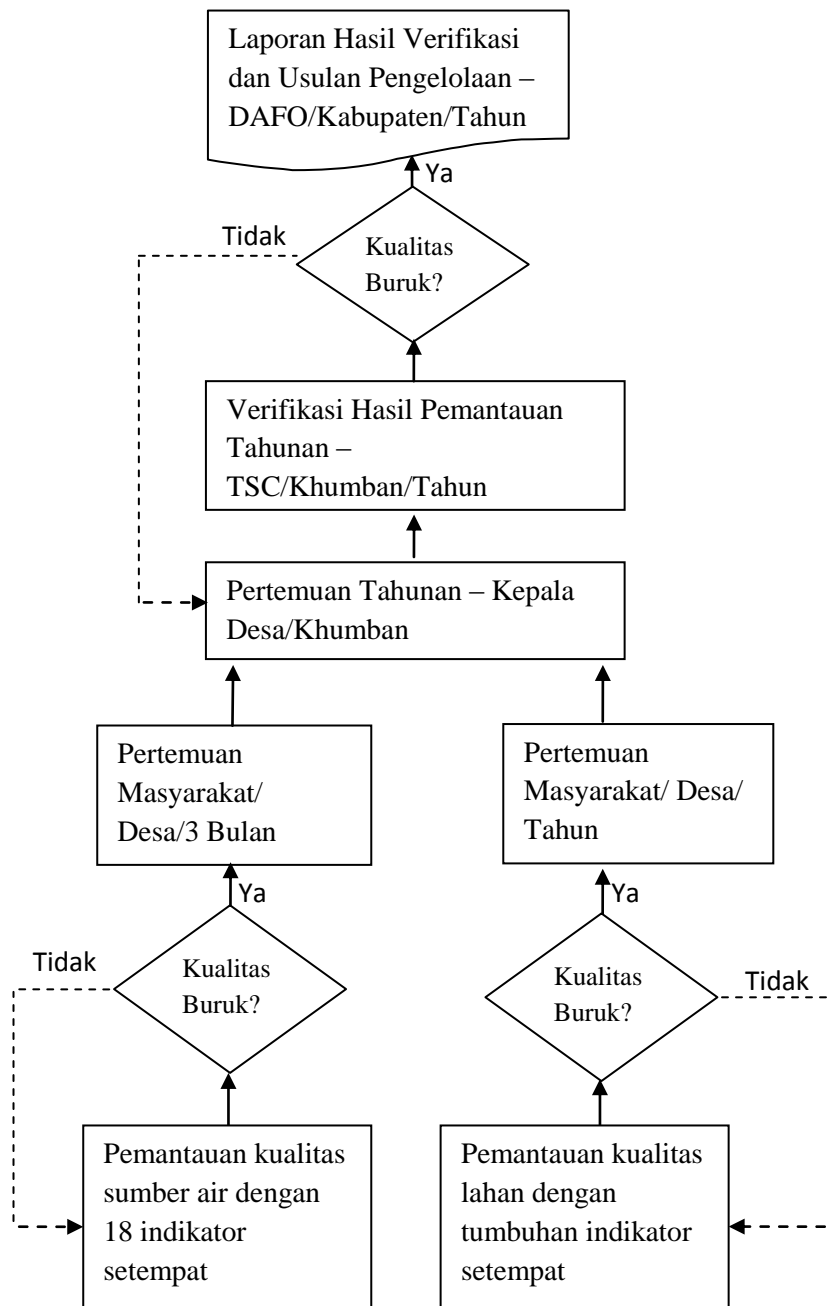
Beberapa unsur pemantauan telah didiskusikan dengan masyarakat dan staf pemerintah Kabupaten, antara lain siapa saja yang akan melakukan pemantauan, frekwensi pengamatan, cara pengumpulan data, bagaimana proses pelaporan, dan apa insentif yang dibutuhkan oleh pelaku pemantauan. Gambar 16 menunjukkan aliran informasi yang dihasilkan oleh parapihak setempat dari beberapa tahapan dalam sistem pemantauan partisipatif yang disepakati.

Pemantauan produktivitas lahan telah disepakati untuk dilakukan oleh masing-masing keluarga saat akan memilih lokasi berladang atau saat setelah panen. Kegiatan ini dilakukan satu kali dalam setahun terhadap bekas-bekas ladang yang mereka miliki. Pengumpulan data dilakukan dengan metode yang telah diuji bersama-sama antara penulis, masyarakat, dan staf pemerintah kabupaten, yaitu mengamati kehadiran tumbuhan indikator sepanjang jarak lurus 100 meter di dalam lahan pertanian yang dilalui secara zig-zag selama sekitar 10 menit (lihat bagian 4.2.1.2).



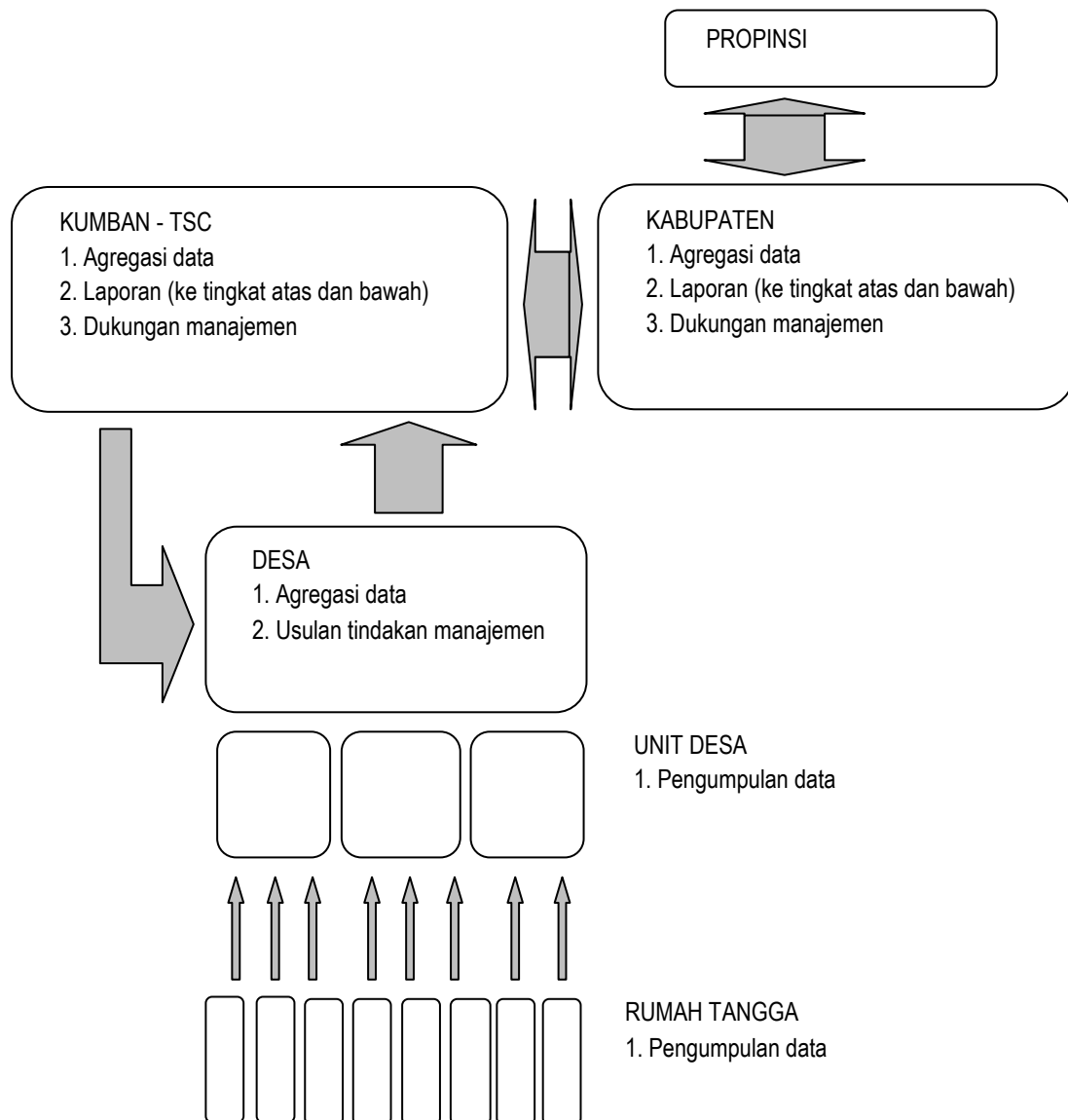
Gambar 16. Diagram alir informasi pemantauan partisipatif kualitas lahan dan sumber air minum

Pemantauan kualitas air minum disepakati masyarakat untuk dilakukan oleh dua atau tiga orang perwakilan desa yang ditugaskan secara aklamasi dalam pertemuan masyarakat desa. Pengumpulan data akan dilakukan dengan metode pengamatan kehadiran dan keadaan indikator setempat pada jarak sepanjang 10 meter mengikuti alur sumber air dari hilir ke hulu (lihat bagian 4.3.1.2). Pengamatan akan dilakukan setiap bulan dan dicatat dalam buku panduan pemantauan yang berisi daftar jenis-jenis indikator dan skornya (Gambar 17).



Gambar 17. Diagram alir kegiatan pemantauan partisipatif kualitas lahan dan sumber air minum

Data hasil pemantauan akan dicatat dan dilaporkan kepada kepala desa dalam sebuah pertemuan masyarakat yang waktunya akan disepakati bersama dalam kurun waktu satu tahun sekali (untuk kualitas lahan) dan tiga bulan sekali (untuk kualitas sumber air minum). Kepala desa akan membuat rangkuman laporan anggota masyarakatnya dan menyerahkannya pada staf TSC (Gambar 18; Boucard *et al.* 2010).



Gambar 18. Diagram alir organisasi dan kegiatan pemantauan partisipatif keanekaragaman hayati

Selanjutnya pada tingkat khumban, staf TSC akan memverifikasi laporan para kepala desa dengan melakukan pengukuran langsung pada lokasi yang

mengalami penurunan kualitas lahan atau air minum. Staf kabupaten, dengan pelatihan yang telah dilakukan dalam proses penelitian, dapat melakukan pengukuran indikator lahan dan air dengan metode PTUK dan GWMK). Hal ini sangat penting karena pemantauan di tingkat desa tidak dapat menunjukkan terjadinya dan tingkat pencemaran oleh bakteri (misalnya *E. coli*) atau bahan kimia (misalnya DDT atau zat arsenic lain). Apabila hasil verifikasi membuktikan bahwa memang telah terjadi penurunan kualitas maka TSC akan membuat laporan kepada DAFO. Laporan tersebut juga dilengkapi dengan usulan tindakan pengelolaan yang dirumuskan bersama-sama dengan para kepala desa.

Insentif yang diharapkan oleh masyarakat untuk pelaksanaan kedua proses pemantauan di atas adalah penyediaan alat pengamatan, misalnya meteran, alat tulis, dan buku panduan pengamatan untuk pelaksanaan pemantauan produktivitas lahan dan kualitas air minum. Penyuluhan dan pelatihan berkala dari TSC sangat diharapkan oleh masyarakat agar pengamatan yang dilakukan dapat dilakukan secara akurat. Studi banding ke wilayah lain, yang telah berhasil melakukan proses pemantauan, juga menjadi insentif yang diharapkan mereka.

Unsur-unsur pemantauan yang telah disampaikan akan menjadi bagian pelengkap dalam struktur sistem pemantauan partisipatif, yang meliputi tingkat rumah tangga hingga tingkat propinsi, yang telah dibuat, disepakati dan diusulkan oleh seluruh masyarakat melalui kegiatan lain dalam kerangka proyek *“Landscape Mosaic-Biodiversity Monitoring”*.

4.6.2. Pemantauan yang Efektif dan Berkelanjutan

Masyarakat merupakan aktor penting dalam pemantauan partisipatif kualitas lahan dan air. Berbagai hasil di atas menunjukkan bahwa masyarakat memiliki pengetahuan tentang (a) keragaman jenis tanah dan produktivitas lahan, (b) kondisi dan potensi sumber air minum, dan (c) indikator pemantauan kualitas sumberdaya lahan dan air setempat yang berguna untuk dipertimbangkan dan dilibatkan dalam proses pemantauan kedua sumberdaya alam tersebut. Pengetahuan mereka dapat menjadi dasar satuan rencana pengelolaan kualitas lahan dan air yang realistis, dalam hal ketersediaan tenaga kerja dan waktu, dan efektif untuk kegiatan pemantauan di tingkat desa.

Hasil pengembangan metode pemantauan lokal dengan indikator kualitas lahan dan air setempat, dan pengujian serta pelatihan aplikasi beberapa alternatif metode pemantauan secara ilmiah menunjukkan bahwa pemantauan partisipatif memiliki beberapa kelebihan yang dapat diharapkan untuk mengatasi permasalahan implementasi penatagunaan lahan di Laos. Pertama, kesederhanaan metode pelaksanaan pemantauan lokal yang dapat dilaksanakan secara mandiri oleh masyarakat. Hal ini sangat penting dalam mengatasi masalah keterbatasan staf di tingkat implementasi program pemantauan (Sysomvang *et al.* 1997).

Kedua, beberapa indikator setempat yang digunakan masyarakat terbukti dapat diterima dan dijelaskan secara ilmiah untuk menyusun indeks kualitas lahan dan air setempat. Penggunaan indikator lokal lebih memudahkan bagi masyarakat dan staf pemerintahan terkait serta pihak-pihak yang berkepentingan dengan penggunaan lahan dan air minum.

Ketiga, keberadaan alternatif metode pemantauan yang murah dan hemat waktu memungkinkan implementasinya di tingkat desa sehingga dapat membantu tersedianya data yang terkini dan terjangkau. Hal ini mendukung laporan Danielsen *et al.* (2007) bahwa di Filipina pemantauan yang memadukan partisipasi masyarakat dan pendekatan ilmiah dapat secara nyata meningkatkan efisiensi biaya pemantauan dan pengelolaan sumberdaya alam. Pendapat serupa juga diutarakan dari hasil penelitian Boissiere *et al.* (2009) di Vietnam.

Terakhir, seperti telah diutarakan juga oleh Reed *et al.* (2008) dan Lestrelin (2008), kombinasi antara pengetahuan masyarakat dan pendekatan ilmiah dalam sistem pemantauan partisipatif yang sudah dibentuk akan memberikan hasil yang lebih akurat dan bermakna daripada penggunaan masing-masing pendekatan itu secara tersendiri. Akurasi hasil pemantauan dapat ditingkatkan dengan informasi dan pengetahuan masyarakat mengenai lokasi, kronologi dan waktu terjadinya perubahan. Hasil pemantauan lebih bermakna karena laporan yang disampaikan pada pemerintah daerah akan dibarengi dengan usulan mengenai tindakan pengelolaan yang diinginkan.

4.7. Implikasi Hasil Penelitian bagi Konservasi Sumberdaya Lahan dan Air serta Kesejahteraan Masyarakat

Mempertimbangkan tren penutupan lahan yang relatif stabil di wilayah penelitian, kemungkinan program menstabilkan perladangan berpindah tidak diperlukan lagi apabila proses alokasi lahan dengan intensifikasi pertanian masyarakat dapat terlaksana (lihat juga Fitriana 2008). Namun intensifikasi pertanian memerlukan proses pemantauan untuk mengukur tingkat keberhasilannya. Tersedianya metode pemantauan partisipatif yang mengkombinasikan antara pengetahuan masyarakat dan pendekatan ilmiah akan mempermudah terlaksananya tujuan-tujuan program penatagunaan lahan (Danielsen *et al.* 2007). Termasuk tujuan untuk mengkonservasi fungsi-fungsi sumberdaya lahan dan air serta meningkatkan kesejahteraan masyarakat, tidak hanya di Laos tapi juga di negara berkembang lainnya.

Motivasi keikutsertaan masyarakat dalam program penatagunaan lahan dan intensifikasi pertanian sangat dipengaruhi oleh proses pelibatan mereka dalam keseluruhan proses pelaksanaan program. Masyarakat dapat secara cepat belajar dan memahami arti penting suatu inovasi atau kegiatan yang diprakarsai dari pihak luar, termasuk penulis, apabila mereka dilibatkan dalam proses pelaksanaan sejak awal. Mereka tidak akan termotivasi dan yakin dengan hasil pelaksanaan program bila hanya dijadikan tenaga kerja. Mereka harus dilibatkan dalam proses-proses perencanaan, pengambilan keputusan kebijakan dan pelaksanaan. Hasil ini mendukung penelitian Lestrelin (2011) dari wilayah lain di Laos.

Pemilihan komoditas yang sesuai dengan ketersediaan sumberdaya manusia dan kondisi lingkungan sangat penting untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat dan konservasi sumberdaya tanah dan air. Hasil evaluasi kesesuaian lahan terhadap beberapa komoditas pertanian yang kami lakukan menunjukkan terdapat beberapa komoditas yang diperkirakan sesuai secara lingkungan dan ekonomi, dengan beberapa persyaratan tindakan untuk mengatasi faktor pembatas keberlanjutannya, misalnya kemiringan lereng dan rendahnya kesuburan tanah. Kesuburan tanah yang rendah, keterbatasan keuangan dan akses masyarakat terhadap input pertanian seperti pupuk kimia dan pestisida, menunjukkan bahwa pola pertanian berkelanjutan (misalnya pertanian organik)

merupakan alternatif sistem pertanian yang masuk akal di wilayah penelitian. Sistem pertanian berkelanjutan merupakan pola pertanian yang mempertahankan keberlanjutan fungsi-fungsi tanah, ekosistem dan kehidupan masyarakat (UNCTAD 2011). Sistem ini menggunakan kegiatan-kegiatan termasuk penggunaan kompos (tumbuhan atau hewan), mulsa tanah, pergiliran tanaman, tumpang sari (tumbuhan atau ternak), wanatani, anti hama biologis, pencegahan erosi, dan efisiensi pemanfaatan air. Kita bersama sudah maklum tentang berbagai keberhasilan dari sistem pertanian organik dalam hal produktivitas dan kelestariannya yang melampaui sistem pertanian konvensional (lihat juga Salle & Hepperly 2008; Ramesh *et al.* 2010).

4.8. Nilai Tambah Aplikasi Pemantauan Partisipatif bagi Parapihak Kualitas Lahan dan Sumber Air

Pemantauan partisipatif dapat membantu identifikasi terjadinya perubahan pada kualitas sumberdaya lahan atau air secara cepat, murah dan mudah. Selain efektif untuk melibatkan berbagai pihak dalam proses pemantauan, sistem ini juga menjangkau obyek pemantauan pada skala yang berbeda. Masyarakat dapat mengumpulkan data secara mandiri, pada skala desa, dan melaporkannya pada staf pemerintah kabupaten untuk menindaklanjutinya dalam alur proses pemantauan yang telah dibuat (lihat Gambar 13).

Beberapa nilai tambah bagi beberapa pihak setempat dari penerapan metode pemantauan partisipatif di wilayah penelitian telah penulis identifikasi dan uraikan berikut ini. Pertama, bagi masyarakat, metode pemantauan merupakan alat untuk menginformasikan kepada pemerintah setempat tentang kebutuhan sarana dan prasarana pendukung untuk meningkatkan produksi pertanian. Ia juga dapat dimanfaatkan sebagai media komunikasi dengan pihak lain, termasuk pemerintah, pedagang, maupun investor.

Kedua, bagi pemerintah daerah, pemantauan partisipatif merupakan bantuan bagi keterbatasan sumberdaya manusia atau staf dalam pemantauan dampak program tata guna lahan; sebagai alat penyedia peringatan dini terhadap terjadinya perubahan kondisi lahan pertanian dan kualitas air minum setempat; cara yang murah untuk mendapatkan informasi yang diperlukan dalam pembuatan

keputusan manajemen lahan; dan merupakan pengurangan penggunaan anggaran biaya daerah.

Ketiga, bagi penanam modal, ketersediaan sistem pemantauan tersebut dapat menjadi alternatif cara yang murah dan akurat untuk menyeleksi lokasi yang produktif untuk pengembangan usaha pertaniannya; menjamin keberlanjutan usaha pertanian yang intensif namun optimum dan lestari; memberikan kenyamanan berinvestasi dengan ketersediaan informasi yang terpercaya dan terkini; memberikan media untuk ikut memantau keberlanjutan keuntungan usahanya; dan menjamin partisipasi aktif masyarakat sebagai tenaga kerja.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Lahan dan air minum di wilayah penelitian menurun kualitasnya setelah proses penatagunaan lahan. Status kesuburan tanah setempat rendah atau sangat rendah yang dipengaruhi oleh kejadian erosi, makin pendeknya masa bera ladang dan keterbatasan input pupuk. Kualitas air minum beberapa sungai besar tercemar oleh kegiatan manusia, antara lain perladangan masyarakat, perawatan ternak dan penambangan emas.

Indikator setempat untuk pemantauan kualitas lahan dan air minum dapat digunakan dan diandalkan. Tumbuhan indikator (52 spesies) telah diidentifikasi dan terbukti secara ilmiah dapat membedakan tingkat produktivitas lahan pertanian masyarakat. Delapan belas indikator setempat juga telah diidentifikasi dan terbukti secara ilmiah dapat membedakan kualitas sumber air minum antara yang baik dan yang buruk di tingkat desa.

Integrasi pendekatan ilmiah dan lokal menyediakan formulasi sistem pemantauan yang lebih akurat dan bermakna daripada penggunaan masing-masing pendekatan itu secara tersendiri. Akurasi hasil pemantauan dapat ditingkatkan dengan informasi dan pengetahuan masyarakat mengenai lokasi, kronologi dan waktu terjadinya perubahan pada kualitas lahan atau sumber air minum. Hasil pemantauan lebih bermakna karena laporan yang disampaikan pada pemerintah daerah akan dibarengi dengan usulan mengenai tindakan pengelolaan yang diinginkan. Pendekatan ilmiah penting untuk memberikan validasi dan argumentasi objektif tentang perubahan kualitas yang terjadi dan menjadi salah satu dasar rekomendasi tindakan pengelolaan bila diperlukan.

Pemantauan dilakukan terutama pada tingkat desa dan disepakati oleh masyarakat serta staf kabupaten. Aktor pemantauan dibagi berdasarkan lokasi dan fokus kegiatan, yaitu (1) masyarakat dan kepala desa melakukan pengumpulan data di tingkat desa menggunakan indikator dan indeks setempat dalam pemantauan produktivitas lahan (satu kali setahun) dan kualitas sumber air minum (setiap bulan), (2) Staf TSC berperan untuk mengagregasikan data dari seluruh desa, melakukan validasi dengan pengukuran kualitas lahan dan air secara

ilmiah, dan membuat laporan pada DAFO, satu kali dalam satu tahun. Hasil pemantauan diharapkan dapat menjadi informasi bagi staf DAFO untuk membuat laporan kepada pengambil kebijakan di tingkat Kabupaten mengenai dampak tataguna lahan terhadap produktivitas lahan dan kelayakan air minum di tingkat desa.

Sistem pemantauan partisipatif yang dirumuskan dapat menguntungkan masyarakat dan pemerintah karena menyediakan informasi yang dibutuhkan dalam pengelolaan sumberdaya lahan yang berkelanjutan. Di satu sisi masyarakat memperoleh alat untuk menyampaikan kondisi, permasalahan dan usulan mengenai produktivitas lahan dan sumber air minum. Di pihak lain pemerintah memperoleh informasi yang dapat menjadi pertimbangan tentang tindakan pengelolaan lahan yang efektif dan relevan terhadap pencapaian tujuan tataguna lahan di Laos.

Sistem pemantauan partisipatif, yang diformulasikan dengan pendekatan PAR dan berada dalam konteks pelaksanaan program penatagunaan lahan di Laos, menunjukkan beberapa kelebihan dan keterbatasannya. Integrasi indikator pemantauan setempat dan pendekatan ilmiah dalam sistem ini mampu menunjukkan dampak kegiatan tataguna lahan secara sederhana dan akurat. Lebih penting lagi, komitmen para pengambil keputusan di tingkat kabupaten dan provinsi (DAFO dan PAFO) untuk mendukung kegiatan penelitian dan hasilnya merupakan jaminan secara politik terhadap keberlanjutan sistem pemantauan. Pemantauan ini, bagi masyarakat, merupakan hal yang sudah biasa dilakukan tetapi ditambahkan dengan pencatatan dan analisis hasilnya. Namun keberlanjutan implementasi sistem pemantauan juga akan memerlukan tersedianya dana operasional, seperti yang juga disampaikan oleh para staf TSC dan DAFO, setelah kegiatan proyek penelitian berakhir.

5.2. Saran

1. Sistem pemantauan partisipatif produktivitas lahan dan kualitas air perlu diimplementasikan dalam proses penatagunaan lahan.

2. Eksplorasi lebih jauh perlu dilakukan untuk pengembangan indikator kualitas lahan dan kualitas air yang lebih sensitif terhadap pengaruh berbagai aktivitas masyarakat (perkebunan, peternakan dan pertambangan emas).
3. Rehabilitasi lahan perlu dilakukan untuk meningkatkan produktivitas lahan di wilayah perladangan masyarakat.
4. Konservasi lahan sempadan sungai penting untuk mencegah terjadinya longsor dan erosi yang lebih besar.
5. Sumber dana operasional perlu dicari dan ditetapkan mekanismenya untuk mendukung keberlanjutan sistem pemantauan ini. Keberlanjutan sistem pemantauan tersebut akan menjadi dasar dan daya tarik untuk proses pengadaptasiannya di wilayah lain.
6. Pemantauan secara ilmiah perlu didukung dengan aplikasi pemantauan setempat untuk meningkatkan akurasi dan relevansinya dalam pembuatan keputusan pengelolaan lahan, termasuk tanah dan sumber air minum.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah SA, Nakagoshi N. 2007. Forest fragmentation and its correlation to human land use change in the state of Selangor, peninsular Malaysia. *Forest Ecology and Management* 241:39-48.
- [ADB] Asian Development Bank. 2007. *Asian Development Outlook 2007: Growth Amidst Change. Lao People's Democratic Republic*. Manila: Asian Development Bank. Hal. 213-215.
- Armitage DR, *et al.* 2009. Adaptive co-management for social–ecological complexity. *Front Ecol Environ* 7:95-102.
- Arsyad S. 2010. *Konservasi Tanah dan Air*. Ed ke-2, cetakan ke-2. Bogor: IPB Press.
- Basuki I, Sheil D. 2005. *Local Perspectives of Forest Landscapes: A Preliminary Evaluation of Land and Soils, and their Importance in Malinau, East Kalimantan, Indonesia*. Bogor: Center for International Forestry Research.
- Basuki I. 2011. Plant Indicators for Land Productivity Monitoring in Laos [abstrak]. Di dalam: *The 2nd World Biodiversity Congress*; Kuching, 8 - 12 Sep 2011. India: Century Foundation. Abstr no 35.
- Badenoch N. 1999. *Watershed Management and Upland Development in Lao PDR: a Synthesis of Policy Issues*. World Resource Institute.
- Biro Perencanaan. 1997. *Kriteria Kesesuaian Tanah dan Iklim Tanaman Pertanian*. Jakarta: Departemen Pertanian.
- Boissière M, Sheil D, Basuki I, Wan M, and Le H. 2009. Can engaging local people's interests reduce forest degradation in Central Vietnam? *Biodiversity and Conservation* 18(10):2743-2757.
- Boucard A, Boissière M, Castella JC, Basuki I, Ponkphady S, Mouaxeng-cha K, Thephavanh M, Vongmany O. 2010. *Methodology of Design of Participatory Monitoring System for Clusters of Villages, in Lao PDR*. Technical Report Landscape Mosaics Project Biodiversity Monitoring. Lao PDR: CIFOR and NAFRI.
- Bourgoin J, Castella JC. 2011. "PLUP Fiction": Landscape Simulation for Participatory Land Use Planning in Northern Lao PDR. *Mountain Research and Development* 31(2):78-88.
- Brandon K, *et al.* 2005. Reconciling Biodiversity Conservation, People, Protected Areas, and Agricultural Suitability in Mexico. *World Development* 33(9):1403-1418.

- [CIFOR, ICRAF] Center for International Forestry Research, World Agroforestry Center. 2007. *Integrating Livelihoods and Multiple Biodiversity Values in Landscape Mosaics*. Bogor: CIFOR.
- [CIFOR] Center for International Forestry Research. 2007. *Biodiversity Platform*. Bogor: CIFOR.
http://www.biodiversityplatform.cgiar.org/_ref/home/index.htm.
- [CIFOR] Center for International Forestry Research. 2008. *Biodiversity monitoring in Laos: from theory to practice*. Bogor: CIFOR.
- Colfer CJP. 2005. *The Complex Forest, Communities, Uncertainty, and Adaptive Collaborative Management*. Washington DC.: RFF Press.
- Colfer CJP, Andriamampandry E, Asaha S, Basuki I, Boucard A, Feintrenie L, Ingram V, Roberts M, Sunderland TCH, Urech Z. 2010. *Minefields in collaborative governance*. Di dalam: Colfer, CJP, Pfund JL (ed). *Collaborative Governance of Tropical Landscapes*. London: Earthscan.
- Danielsen F, Marlynn MM, Anson T, Phillip AA, Danilo SB, Arne EJ, Martin E, Michael KP. 2007. Increasing Conservation Management Action by Involving Local People in Natural Resource Monitoring. *Ambio* 36 (7):566-570.
- Dewi S, Ekadinata A. 2010. *Landscape dynamics over time and space from an ecological perspective*. Working paper 103. Bogor: World Agroforestry Centre (ICRAF) Southeast Asia Program.
- Donohue M, Denham T. 2010. Farming and Language in Island Southeast Asia Reframing Austronesian History. *Current Anthropology* 51:223-256
- Dufumier M. 1996. Minorités ethniques et agriculture d'abatis brûlis au Laos. *Cahier Science Humaine* 32 (1):199-208.
- Effendi H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Ekadinata A, Dewi S, Hadi D, Nugroho D, Johana F. 2009. *Sistem Informasi Geografis Untuk Pengelolaan Bentang Lahan Berbasis Sumber Daya Alam. Buku 1: Sistem Informasi Geografis dan Penginderaan Jauh Menggunakan ILWIS Open Source*. Bogor: World Agroforestry Center.
- Evans K, et al. 2006. *Field guide to the future: four ways for communities to think ahead*. Nairobi: CIFOR, ASB, World Agroforestry Center.
- Evans, K, Guariguata MR. 2008. *Participatory monitoring in tropical forest management: a review of tools, concepts and lessons learned*. Bogor: CIFOR.
- [FAO] Food and Agriculture Organization. 1993. Guidelines for land-use planning. *FAO Development Series* (1):6.

- [FAO] Food and Agriculture Organization. 2002. Investment in Land and Water. Di dalam: *Proceedings of the Regional Consultation*; Bangkok, 3-5 October 2001. Bangkok: FAO.
- [FAO] Food and Agriculture Organization. 2010. *The Global Forest Resources Assessment 2010*. Rome: FAO.
- [FAO] Food and Agriculture Organization. 2006. Capturing Opportunities for the Poor in Forest Harvesting and Wood Processing. *Forest News* XX (4):1-3.
- Fitriana YR. 2008. *Landscape and Farming System in Transition: Case Study in Viengkham District, Luang Prabang Province, Lao PDR*. Montpellier: Agronomy and Agro-Food Program, Institut Des Regions Chaudes-Supagro.
- Garcia CA, Lescuyer G. 2008. Monitoring, indicators and community based forest management in the tropics: pretexts or red herrings? *Biodiversity and Conservation* 17(6): 1303-1317.
- Hanephom S. 2002. *Country Paper: Lao PDR's Paper on Poverty and Rural Development*. Lao PDR: Planning Department of the Ministry of Agriculture and Forestry.
- Hope G, Chokkalingham U, Anwar S. 2005. The stratigraphy and fire history of the Kutai Peatlands, Kalimantan, Indonesia. *Quaternary Research* (64):407–417.
- Howat IM, Eddy A. 2011. Multi-decadal retreat of Greenland's marine-terminating glaciers. *Journal of Glaciology* 57 (203).
- [ITC] International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences. 2001. ILWIS 3.0 Academic User's Guide. Enschede: International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences. <ftp://ftp.itc.nl/pub/ilwis/ilwis30/pdf>
- Inthakoun L, Delang CO, 2008. Lao Flora A checklist of plants found in Lao PDR with scientific and vernacular names. Morrisville: Lulu Press.
- Johnson GV, Raun WR, Zhang H, Hattey JA. 2000. *Oklahoma Soil Fertility Handbook. First Edition*. Department of Plant and Soil Sciences. Stillwater: Oklahoma State University
- Kauffman S, Sombroek WG, Mantel S. 1998. *Soil of rainforests: Characterization and major constraint of dominant forest soils in the humid tropics*. Di dalam: Schulte A, Ruhayat D. (Ed) *Soils of Tropical Forest Ecosystems: Characteristics, Ecology and Management*. Berlin: Springer.
- Laumonier Y, Bourgeois R, Pfund JL. 2008. Accounting for the ecological dimension in participatory research and development: lessons learned from Indonesia and Madagascar. *Ecology and Society* 13(1): 15.
- Lestrelin G, et al. 2008. Integrating scientific and local knowledge of land degradation: a participatory case study in Ban Lak Sip, Lao P.D.R. *The Lao Journal of Agriculture and Forestry*, special issue (17).

- Lestrelin G, Bourgoïn J, Bouahom B, Castella, JC. 2011. Measuring participation: Case studies on village land use planning in northern Lao PDR. *Applied Geography* 31(3):950-958.
- Library of Congress. 1994. *Laos: A Country Study*. Washington DC: Library of Congress.
- McDougall, C., Pandit, B.H., Banjade, M.R., Paudel, K.P. Ojha, H., Maharjan, M., Rana, S., Bhattarai, T. and Dangol, S, 2009. *Facilitating forests of learning: Enabling an adaptive collaborative approach in community forestry user groups*. Bogor: CIFOR.
- Miettinen J, Shi C, Liew SC. 2011. Deforestation rates in insular Southeast Asia between 2000 and 2010. *Global Change Biology* 17(7):2261–2270.
- [NAFES, DoF, NAFRI, DLPD] National Agriculture and Forestry Extension Service, Department of Forestry, National Agriculture and Forestry Research Institute, Department of Land Planning and Development. 2009. *Manual Participatory Agriculture and Forest Land Use Planning at Village and Village Cluster Levels*. Laos: National Land Management Authority.
- [NAFRI, NAFES, NUOL] National Agriculture and Forestry Research Institute, National Agriculture and Forestry Extension Service, National University of Laos. 2005. *Improving livelihoods in the upland of the Lao PDR, Volume 1: Initiatives and approaches*. Vientiane: National Agriculture and Forestry Research Institute.
- Ochieng GM, Ephraïm S, Seanego, Nkwonta OI. 2010. Impacts of mining on water resources in South Africa: A review. *Scientific Research and Essays* 5(22): 3351-3357.
- Ohlsson B. 2009. *Farmers and Forest Land Use in Lao PDR and Vietnam*. Sweden: Swedish University of Agricultural Sciences.
- Purnomo H. 2003. *A Modeling Approach to Collaborative Forest Management*. Disertasi. Bogor: Bogor Agricultural University.
- Purnomo H, Mendoza GA, Prabhu R. 2005. Analysis of local perspectives on sustainable forest management an Indonesian case study. *Journal of Environmental Management* 74: 111-126.
- Purnomo H, Mendoza GA. 2011. A system dynamics model for evaluating collaborative forest management: A case study in Indonesia. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology* 18(2): 164-176.
- Purnomo H, Herawati H, Santoso H. 2011. Indicators for assessing Indonesia's Javan rhino National Park vulnerability to climate change. *Mitig Adapt Strateg Glob Change* 16(7): 733–747.
- Rahayu S, Widodo RH, van Noordwijk M, Suryadi I, Verbist B. 2009. *Monitoring air di daerah aliran sungai*. Bogor: World Agroforestry Centre.

- Ramesh P, Panwar NR, Singh AB, Ramana S, Yadav SK, Shrivastava R, Rao AS. 2010. Status of organic farming in India. *Current Science* 98 (9).
- Reed MS, Dougill AJ, Baker TR. 2008. Participatory Indicator Development: What Can Ecologists and Local Communities Learn from Each Other? *Ecological Applications* 18(5):1253-1269.
- Resosudarmo BP, Resosudarmo IAP, Sarosa W, Subiman NL. 2009. 'Socioeconomic Conflicts in Indonesia's Mining Industry'. Di dalam Cronin R, Pandya A. (Eds.): Exploiting Natural Resources Growth, Instability, and Conflict in the Middle East and Asia. Washington, D.C: The Henry L. Stimson Center.
- Robichaud WG, Sinclair AREN, Lanquaye O, Klinkenberg B. 2009. Stable forest cover under increasing populations of swidden cultivators in central Laos: the roles of intrinsic culture and extrinsic wildlife trade. *Ecology and Society* 14(1) Article 33.
- Salle TJ Ia, Hepperly P. 2008. *Regenerative Organic Farming: A Solution to Global Warming*. Rodale Institute.
- Scherr SJ, White A, and Kaimowitz D. 2003. *A New Agenda for Forest Conservation and Poverty Reduction: Making Markets Work for Low Income Producers*. Washington DC: Forest Events.
- Selener D. 1997. Participatory Action Research and Social Change. Ed ke-2. Ecuador: Global Action Publication.
- Sheil D, Puri RK, Basuki I, van Heist M, Syaefuddin, Rukmiyati, Sardjono MAA, Samsoedin I, Sidiyasa K, Chrisandini, Permana E, Angi EM, Gatzweiler F, Johnson B, Wijaya A. 2003. *Exploring biological diversity, environment and local people's perspectives in forest landscapes. Methods for a multidisciplinary landscape assessment*. 2nd Edition. Bogor: CIFOR.
- Subekti R, Suryadi I, Verbist B, Dedeker A, Mouton A, Noordwijk MV. 2009. Water quality biomonitoring using macroinvertebrates in Way Besai, Sumberjaya, West Lampung. *Southeast Asian Water Environment* (3).
- Sumner ME. 2000. *Handbook of Soil Science*. Florida: CRC Press LLC.
- Staf Peneliti. 1983. *Terms of Reference Klasifikasi Kesesuaian Lahan*. Bogor: Pusat Penelitian Tanah, Proyek Penelitian Pertanian Menunjang Transmigrasi (P3MT), Departemen Pertanian.
- Sysomvang S, Senthavy S, Amphaychith H, Jones P. 1997. *A Review of Problems in Land Use Planning and Land Allocation Processes, Procedures and Methods*. Workshop on Land Use Planning and Land Allocation Procedures and Method Development; Vientiane, 29-30 Jul 1997. Vientiane: Department of Forestry.

- Thongphanh D. 2004. *Does Decentralisation Meet the Needs of Local People? Implementing Land and Forestland Allocation In two Local Communities, Lao PDR*. Vientiane: Faculty of Forestry, National University of Laos.
- [UNCTAD] United Nation Conference on Trade and Development. 2011. *Sustainable Agriculture and Food Security in LDCs*. UNCTAD Policy Briefs.
- [UNEP] United Nations Environment Program. 1992. *Rio Declaration on Environment and Development*. United Nations publication.
- Van Niel, Shawn KP, Laffan W, Lees BG. 2004. Effect of Error in the DEM on Environmental Variables for Predictive Vegetation Modelling. *Journal of Vegetation Science* 15 (6):747-756.
- Vries FWTP de, Acquay H, Molden D, Scherr SJ, Valentin C, Cofie O. 2003. *Integrated Land and Water Management for Food and Environmental Security. Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture Research Report 1*. Colombo: Comprehensive Assessment Secretariat.
- Wadsworth Y. 1998. What is Participatory Action Research. *Action Research International* (2).
- [WHO] World Health Organization. 2008. *Guidelines for Drinking-water Quality*. Third Edition. Geneva: World Health Organization.
- World Bank. 2006. *Lao PDR: Rural and Agriculture Sector Issues Paper*. Washington DC: Rural Development and Natural Resources Sector Unit East Asia and Pacific Region
- [YCEO] Yale Center for Earth Observation. 2011. *Filling Gaps in Landsat ETM Images*. New Haven: Yale Center for Earth Observation.
- Young A. 1990. *Agroforestry for Soil Conservation*. Wallingford: C.A.B International.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Kuesioner wawancara informan kunci tentang kualitas tanah

CHANGES ON SOIL QUALITIES BY LUP

Village:	Date & Time:
Key informant:	Interviewer:

1. What are main differences on soil/land qualities (fertility/productivity, suitability for specific crops, erosion) between now and before LUP process?
2. For each quality, how had the change happened, how much difference recognized?
3. How it varied across villagers (who are mostly affected by the change and why)?
4. In case there are examples for each changing on soil quality, please describe the time, the place, the activities and persons involved, the scale, any other related information? (locate on map!)
5. Are there significance/impacts of the changes to local crops, drinking and household water supply, or livelihood)? Is it good or bad influence for you/people?
6. Please give examples of changing soil qualities with their location? (locate on map)
7. Are there sign/s (indicator/s) for you/people to measure or recognize the changing aspect/qualities of soil? What are they and how do you measure them?
8. What are your expectations on the LUP and its impact on the soil quality?

Lampiran 2. Kuesioner wawancara informan kunci tentang kualitas air

CHANGES ON WATER QUALITIES BY LUP

Village:	Date & Time:
Key informant:	Interviewer:

1. What are main differences on water qualities between now and before LUP process?
2. For each quality, how had the change happened, how much difference recognized?
3. How it varied across villagers (who are mostly affected by the change and why)?
4. In case there are examples for each changing on water quality, please describe the time, the place, the activities and persons involved, the scale, any other related information? (locate on map!)
5. Are there significance/impacts of the changes to local drinking and household water supply, or livelihood? Is it good or bad influence for you/people?
6. Please give examples of changing water qualities with their location? (locate on map)
7. Are there sign/s (indicator/s) for you/people to measure or recognize the changing aspect/qualities of water? What are they and how do you measure them?
8. What are your expectations on the LUP and its impact on the water quality?

Lampiran 3. Laporan pelaksanaan kegiatan pengumpulan data di Laos (2009-2010)

1-14 December 2009

Purpose:

- To participate to a team meeting for Landscape Mosaics and Biodiversity Monitoring projects in Luang Prabang, Lao PDR
- To follow up the preliminary fieldwork for Participatory Biodiversity Monitoring project
- To meet and discuss with local villagers and research partners

Review of the trip:

Team meeting

The team meeting in Luang Prabang was held in Nafrec building in order to review progress of project's activities for the last 4 months (September to December 2009). IB joined other project-team members (MB, Houm S., Pouthone S., John Watt/JW, Amandine Boucard/AB, Guillaume/Gui, Vilaphong Kanyasone/VK, Sayasith/Mik, Khamsao/Sa, Susannah Raffe/SR, Jeab, Khampan/Kpn, Vongvilay/VV, Oudomphone, Vansing and Jeab) who attended the meeting. We had full day of discussions to review all research activities that have been done, to plan posters preparation for NAFRI's anniversary, to schedule next activities including workshop at Khumban (and district level) and fieldwork, as well as to agree on next team meeting.

We developed a time-schedule of all the activities until May 2010. During the meeting I had a chance to discuss shortly with Guillaume who has done similar researches to assess local land quality with JCC in Phonexay and Luang Prabang. We agreed to use common protocol for these continuing activities, and to compare our future results.

Community meeting

Khamsao and myself could only held community meeting in Muangmuay and Bouammi, because in the other project village (Phadeng/Phousally) people were too busy finishing their new houses to spare time with us. During the meeting we presented results from previous activities in the village (e.g. participatory resource mapping) and followed

up with discussions on the upcoming research activities on participatory monitoring of local soil and water qualities (Photoset 1).



Photoset 1. Community meeting

During this meeting, the local people, who are familiar with us and our activities, raised concerns on these topics, e.g. water contamination by livestock dung and diseases, less water-flow, turbidity of river water. They were also concerned about erosion, landslides, and infertile soils in the agriculture zone. People are depended on water tap (and availability of springs) for drinking water, since they cannot use the river water for drinking anymore. They believe that drinking the water from river, even after boiling, will provoke stomachache and other diseases. Villagers also reported that they had used specific plant (*Nya kilor*) as indicators to understand the good quality of land, and some properties of water bodies (e.g color and stone) to check the drinkability of the spring water. Villagers also agreed on participating to upcoming research activities next February 2010.

Ground checking and interviews with key informants



Photoset 2. Field checking on water source and indicator species for good soil

Local informants guided us to visit and check some important sites reflecting key areas that could be monitored for land and water qualities, as suggested during community meeting. We checked water-dam where people take their drinking water and household supply, as well as some fertile areas in the agriculture zone. The informants also brought us to observe landslides. In each site we recorded the conditions and position of the object using camera and GPS. Notes were also taken for specific

characteristics e.g. frequency in maintaining the dam and people responsible for taking care of it (Photoset 2).

Interviews were done for some key informants (e.g. village head, head of woman union, head of security, village party representative) in order to collect information on their knowledge and perspectives on local land and water condition and management. These interviews were also done to have detail information on peoples' problems regarding soil and water quality.

At the end of our visit in Viengkham, we went to Phadeng to get an update about the relocation of the village to Phousally. We found out that most of the villagers had already moved to Phousally (Photoset 3). This new location is the site allocated by the district government for Phadeng people to settle nearby Phoukong village and the district road.



Photoset 3. Interview with key informants

6 February - 11 March 2010

Purpose:

- To participate to a project workshop for Landscape Mosaics project and Biodiversity Monitoring component in Vientiane, Lao PDR
- To follow up the soil and water quality monitoring fieldwork for Participatory Biodiversity Monitoring project
- To meet and discuss with local villagers and research partners

Review of the trip:

Project Workshop

The team meeting in Vientiane took place at NAFRI and was organized around the project activities and the preparation of the workshop. During the workshop, different projects, institutions, NGO, and the donor (SDC) attended and participated to the discussions about our achievements and difficulties to solve. We divided the workshop in two sessions, one related to the project results and activities, one on the new project on

Participatory Land Use Plan at the village cluster level. A session was also organized for presenting the different posters of the project. The schedule of the workshop is in the document attached.

Community Meeting

During a first community meeting, to which village headman (Naiban) and elders attended, we introduced research' members, objectives, activities, period, and discussed about villagers' participation. We explained the concepts and uses of participatory soil and water monitoring using posters, presentations and open discussions. Having a common understanding on these issues (what is monitoring, what is soil/water monitoring, for what purpose etc), we developed together a schedule to implement the research activities.

During the meeting we also listed the most important soil types, with their location and productivity for rice (kg of planted seed/kg of yield). Important water sources (with trends on their water quantity and turbidity) were discussed and the causes of the trends were identified.

Focus Group Discussion

In each village, discussions were held with groups of villagers (7-10 men and women). During the discussions, soil types and location of drinking water sources were drawn on a base map. The map was later used as guideline in scoring exercise and further activities (Photoset 4).

Using beans and sheet of paper, they scored relatif importance of different soil types and drinking water sources. They also provided explanations about the scores they gave for those resources.

Groups also discussed local indicators to judge soil and drinking water quality (good and bad). We focused on plant indicators for soil quality, while for water on plants, animals and physical indicators.



Photoset 4. Group discussion

Soil Sampling and Field Test

Local informants guided us to visit, check and take sample of soils from the main cultivation area (rice and cassava). The samples were taken from 2 soil layers of 0-20 and 21-40 cm depth using soil auger. Overall there were 36 samples collected from 18 sites (Photoset 5). Part of each sample was tested using Upland Soil Test Kit, to have preliminary indication of qualities such as pH, organic Carbon, Phosphorus, and Potassium, and the rest was brought to Indonesia for further analyses.



Photoset 5. Soil sampling and field test

25 May - 21 June 2010

Purpose:

- To follow up the soil and water quality monitoring fieldwork for Participatory Biodiversity Monitoring project
- To train staff of Technical Service Center on the application of Soil and Water Monitoring Test Kit
- To meet and discuss with local villagers and research partners

Review of the trip:

Community Meeting

During the community meeting, in which village headman (Naiban) and elders present, we re-introduced the research activities as a follow up of previous visits and discussed about villagers' participation. We explained again the concepts and uses of participatory soil and water monitoring using posters, presentations and open discussions. We did this in every village start from Phousally to Muangmuay, Vang Kham, Hoae Khon, Vang mat, Bouammi, Paklao, and Don Keo.

During the meeting we also listed the local vegetation indicators of soil for rice productivity (kg of planted seed/kg of yield), with their relatif score of sensitivity.

Vegetation that indicates productive soil scored with value range from 6 – 10. Vegetation indicates non-productive soil scored from 1 – 5.

List of local indicators for drinking-water quality was also developed by various observable habitat measures, e.g. animals, water color, sediment, or vegetation. Important water sources (with increasing or decreasing water quantity and quality) were discussed and the causes of the trends were identified.

Focus Group Discussion

In villages such as Vang Kham, Hoae Khon, Paklao and Don Keo, discussions on soil types and water sources were held with groups of villagers (7-10 men and women). This was to complement the previous results gathered from other villages and include drawing maps. The maps were later used as guideline in scoring exercises and further activities (Photoset 6).

Using beans and sheet of paper, they scored relative importance of different soil types and drinking water sources. They also provided explanations about the scores they gave for those resources.



Photoset 6. Group discussion

Soil and Water Sampling and Field Test

Local villagers guided us to visit, check and take sample of soils from places with contrast quality (good vs bad). They also, with students where available, participated in collecting water samples from the main sources. The soil samples were taken from 2 soil layers of 0-20 and 21-40 cm depth. There were 26 soil samples collected from the 13 sites, and part of each sample was tested using Upland Soil Test Kit for pH, Carbon, Fosforus, and Potassium. Vegetation indicators for soil productivity, as had been discussed and listed during the community meeting, were also checked for their presence in the 100x100 m² of sampling area.

Water samples were taken from 10 meters plot of stream and river that are important for local drinking and other household needs. Chemical and physical variables measured for each samples. Macro-invertebrate along the plot were taken and identified

to approach the water quality (Photoset 7). The presence of the local indicators for water quality was also checked.



Photoset 7. Measuring quality of drinking water sources

Training on Soil and Water monitoring

Training for TSC staffs on soil and water monitoring test kit was held in 7-8 June 2010 in the TSC office (Photoset 8). The soil test kit used was upland soil test kit provided by Indonesian Soil Research Center, and the water test kit by the Forestry Supplier (Green Advanced Water Monitoring Kit). During the training the staff noted and discussed guidelines to apply the testing steps on soil and water, and practice the steps using soil and water samples. They commented that the methods are useful and applicable for their work, but need financial support to follow up the monitoring work.



Photoset 8. Training for the District TSC staffs

8 - 19 Dec 2010

Purpose:

- To held a final workshop of the projects “Landscape Mosaics” and “Participatory Biodiversity Monitoring” in Luang Prabang, Laos
- To held a “kumban day” (or “Village cluster Day”) in Muangmuay (Viengkham district), Luang Prabang

Review of the trip:

Final workshop of the projects “Landscape Mosaics” and “Participatory Biodiversity Monitoring”

The Director of PAFO in Luang Prabang opened and chaired the workshop that was attended by about 40 participants of project partners (Figure 1). The two days workshop started by an explanation of what research and development is important for the NAFRI, and how Landscape Mosaics Project could help. In the later sessions various results of the project were presented and discussed such as *biodiversity monitoring and management, land use change analyses, photo-voice for assessing livelihoods, livelihood monitoring, policy terrain analyses, and negotiation for participatory land use planning*. The project’s brief (attached) was among the main messages delivered to the participants for further dissemination in Laos. In the afternoon, all participants were grouped to discuss three themes of project’s impact pathways like *how to increase participation in monitoring activities, how to strengthen negotiation capacity, and how to provide extension for the project’s follow up*.

The second day started with presentations and discussions on ideas for project’s impact pathways and follow-up, resulting from working groups on the previous day. Themes, such as *generalization of methods developed by LM project and impact in different contexts, long term monitoring of livelihoods and impact of PLUP, and village action plans, networking and extension activities*, were also presented and discussed.



Photoset 9. Participants of Landscape Mosaic project’s final workshop in Luang Prabang, Laos

Kumban Day

Titled as “Conserving biodiversity and supporting rural communities across landscapes” the Kumban Day event focused on: a) the presentation of the results of the Landscape Mosaics Project, Participatory Land Use Planning, and Monitoring systems by villagers, partner projects and local institutions, b) discussions on possible follow-up activities, and c) celebrating with the villagers, Kumban and District officials the new LUP developed at

the Kumban level and the end of Landscape Mosaic project. During the day some activities were held including speeches of district officials, presentations of project results by villagers and district staffs, village contest and competition on traditional games, and closing ceremony (Photoset 10).



Photoset 10. The Kumban Day

Lampiran 4. Lembar Data Pengukuran Karakteristik Sungai (berlanjut ke halaman berikutnya)

Village:	Plot:
Date:	Recorder:

Measured variables	Method	Reading
A. General information		
Stream/river name:	Interview	
Plot code:		
Sampling date:		
Geographical position:	Field Observation	
Altitude:		
Climate condition a day before sampling:	Interview	
Climate condition during sampling:	Observation	
B. Physical and chemical variable		
Temperature (°C)	TesTab® method	
Dissolved Oxygen (mg/l)	TesTab® method	
Phosphat /PO4-3 (mg/l)	TesTab® method	
Ammonium/NH4+ (mg/l)	TesTab® method	
Nitrate/NO3- (mg/l)	TesTab® method	
Chloride	TesTab® method	
Chlorine	TesTab® method	
pH	TesTab® method	
BOD5	TesTab® method	
Copper	TesTab® method	
Iron	TesTab® method	
Alkalinity	TesTab® method	
Hardness	TesTab® method	
C. Environment and structure characteristic		
Landuse systems around sampling plot	Observation	
Landuse systems in upstream and downstream	Observation	
Buffer strip	Observation	
Bank slope (%)	measurement	
Percentage light (%)	Observation	
Presence algae	Observation	
Presence water plants	Observation	
Pool/riffle	Observation	
Hydomorphological unit	measurement	
Stream/river width (m)	measurement	

Measured variables	Method	Reading
Depth (m)	measurement	
Meandering	Observation	
Presence of hollow bank	Observation	
D. Additional variable		
River flow acceleration (m/s)	Ball-flowmeter	
Percentage stones substrate (%)	Observation	
Percentage gravel substrate (%)	Observation	
Percentage sand substrate (%)	Observation	
Percentage clay substrate (%)	Observation	
Organic materials (%)	Observation	

Lampiran 5. Kriteria status karakteristik kimia tanah

Karakteristik	Sangat Rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
C (%)	<1	1-2	2.01-3	3.01-5	>5
N (%)	<0.1	0.1-0.2	0.21-0.5	0.51-0.75	>0.75
C/N	<5	5-10	11-15	16-25	>25
P ₂ O ₅ Bray I (mg/kg)	<10	10-15	16-25	26-35	>35
K ₂ O (mg/kg)	<10	10-20	21-40	41-60	>60
CEC (me/100g)	<5	5-16	17-24	25-40	>40
K (me/100g)	<0.1	0.1-0.2	0.3-0.5	0.6-0.1	>1.0
Na (me/100g)	<0.1	0.1-0.3	0.4-0.7	0.8-1.0	>1.0
Mg (me/100g)	<0.4	0.4-1.0	1.1-2.0	2.1-8.0	>8.0
Ca (me/100g)	<2	2-5	6-10	11-20	>20
Kejenuhan basa (%)	<20	20-35	36-50	51-70	>70
Aluminium (%)	<10	10-20	21-30	31-60	>60

Lampiran 6. Nilai tumbuhan indikator yang digunakan masyarakat untuk menilai produktivitas tanah di tiap desa (berlanjut ke halaman berikutnya)

No.	Indikator kualitas tanah	Skor per desa							
		PD	DK	MM	HK	VK	VM	BM	PL
1	<i>Eupatorium odoratum</i> L.	10	10	10	10	10	10	10	10
2	<i>Macaranga denticulata</i> (Blume) Müll. Arg.	7	5	-	-	-	-	6	-
3	<i>Cephalostachyum virgatum</i> Kurz	-	7	10	-	10	10	10	8
4	<i>Dendrocalamus hamiltonii</i> Nees & Arn. ex Munro	-	10	8	10	9	9	8	10
5	<i>Amomum</i> spp.	-	8	-	-	-	8	9	10
6	<i>Indosasa sinica</i> C.D. Chou & C.S. Chao	9	10	-	10	-	-	9	10
7	<i>Sinarundinaria</i> sp.	-	10	-	9	-	-	7	9
8	<i>Aglaonema tenuipes</i> Engler	-	-	-	-	-	-	9	-
9	TT-1	-	-	-	-	-	-	7	-
10	<i>Diospyros hayatae</i> H. Lec. var. laosensis	-	-	-	6	-	7	8	8
11	<i>Microstegium ciliatum</i> (Trinius) A. Cam.,	6	6	7	-	-	6	6	8
12	<i>Bauhinia</i> spp. generally	-	8	-	-	-	-	8	-
13	<i>Syzygium cinereum</i> (Kurz) Chant. & Parn.	-	-	7	-	-	-	8	7
14	<i>Callicarpa tomentosa</i> (L.) Murray	-	-	-	-	-	-	8	-
15	<i>Dendrocalamus membranaceus</i> Munro	-	8	-	-	-	-	-	10
16	TT-2	-	-	-	-	-	-	-	9
17	<i>Ficus semicordata</i> Buch.-Ham. ex J.E. Smith	-	-	9	-	-	-	-	-
18	<i>Phyllostachys</i> sp.	-	10	-	-	-	-	-	10
19	<i>Oxytenanthera parvifolia</i> Br.	7	6	-	-	8	-	-	8
20	<i>Aporosa villosa</i> (Lindl.) Baillon	1	6	4	-	-	-	2	3
21	TT-3	-	8	-	-	-	-	-	-
22	TT-4	-	9	-	-	-	-	-	-
23	<i>Aglaia odorata</i> Blume	-	10	-	-	-	-	-	-
24	<i>Litsea monopetala</i> (Roxburgh) Persoon	8	-	-	8	5	-	-	-
25	<i>Boehmeria malabarica</i> Wedd	-	-	-	8	-	-	-	-
26	<i>Broussonetia papyrifera</i> (L.) Ventenat	-	-	-	8	-	-	-	-
27	TT-5	8	-	-	6	-	-	-	-
28	<i>Halopegia blumei</i> (Koern.) K. Schumann	-	-	-	-	10	-	-	-
29	<i>Spondias pinnata</i> (L. f.) Kurz	-	-	-	-	6	-	-	-
30	<i>Cratoxylum formosum</i> (Jack) Dyer subsp.	3	1	1	1	2	2	1	1
31	<i>Buddleja asiatica</i> Loureiro	-	-	-	-	-	-	5	-
32	<i>Cyperus</i> sp.	-	-	-	-	-	1	1	-
33	<i>Thysanolaena latifolia</i> (Roxburgh ex Hornem)	-	3	-	1	5	-	5	2
34	<i>Imperata cylindrica</i> (L.) Beauvois	-	1	2	3	1	1	1	1
35	<i>Melia azedarach</i> L.	-	-	-	5	4	1	-	1
36	TT-6	-	-	3	-	-	5	-	1

No.	Indikator kualitas tanah	Skor per desa							
		PD	DK	MM	HK	VK	VM	BM	PL
38	TT-7	-	1	-	-	2	-	-	1
38	TT-8	-	1	-	1	-	-	-	1
39	<i>Diplazium esculentum</i> (Retzius) Swartz	2	1	-	1	3	-	-	1
40	TT-9	-	-	1	-	-	-	-	-
41	<i>Cycas siamensis</i> Miquel	-	-	-	2	-	-	-	3
42	<i>Musa acuminata</i> Colla	-	2	-	-	-	-	-	2
43	TT-10	-	3	-	-	-	-	-	4
44	TT-11	-	-	-	-	-	-	-	5
45	<i>Lepidagathis incurva</i> D. Don var. semiherbacea (LPN)	-	-	-	-	2	-	-	3
46	<i>Quercus fleuryi</i> Hickel et A. Camus (FTCHXK)	-	-	5	-	-	-	-	-
47	TT-12	-	2	-	-	-	-	-	-
48	TT-13	-	1	-	-	-	-	-	-
49	<i>Securinega virosa</i> (Willdenow) Pax & Hoffm.	-	2	-	-	-	-	-	-
50	TT-14	2	-	-	-	-	-	-	-
51	TT-15	4	-	-	-	-	-	-	-
52	TT-16	5	-	-	-	-	-	-	-

* -: tidak digunakan.

Lampiran 7. Kehadiran tumbuhan indikator pada plot pengujian (P/Produktif dan TP/Tidak Produktif) di tiap desa (berlanjut ke dua halaman berikutnya)

No.	Indikator	PD		MM		VK		HK		VM		BM		DK		PL	
		P	TP	P	TP	P	TP	P	TP	P	TP	P	TP	P	TP	P	TP
1	<i>Eupatorium odoratum</i> L.	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0
2	<i>Macaranga denticulata</i> (Blume) Müll. Arg.	1	0	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0	1	1	-	-
3	<i>Cephalostachyum virgatum</i> Kurz	-	-	0	0	0	1	-	-	0	0	0	0	0	0	1	1
4	<i>Dendrocalamus hamiltonii</i> Nees & Arn. ex Munro	-	-	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0
5	<i>Amomum</i> spp.	-	-	-	-	0	0	-	-	0	0	0	0	1	0	1	0
6	<i>Indosasa sinica</i> C.D. Chou & C.S. Chao	0	0	-	-	-	-	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0
7	<i>Sinarundinaria</i> sp.	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0
8	<i>Aglaonema tenuipes</i> Engler	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0	1	1	-	-	-	-
9	TT-1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0	1	0	-	-	-	-
10	<i>Diospyros hayatae</i> H. Lec. var. <i>laosensis</i>	-	-	-	-	-	-	0	1	0	1	-	-	-	-	0	0
11	<i>Microstegium ciliatum</i> (Trinius) A. Cam.,	1	0	1	0	-	-	-	-	0	0	0	0	1	1	0	0
12	<i>Bauhinia</i> spp. generally	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0	-	-
13	<i>Syzygium cinereum</i> (Kurz) Chant. & Parn.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-
14	<i>Callicarpa tomentosa</i> (L.) Murray	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	1	0	-	-
15	<i>Dendrocalamus membranaceus</i> Munro	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0	0
16	TT-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
17	<i>Ficus semicordata</i> Buch.-Ham. ex J.E. Smith	-	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	<i>Phyllostachys</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0	0	0
19	<i>Oxytenanthera parvifolia</i> Br.	1	1	0	1	1	1	-	-	1	1	0	1	0	1	1	1
20	<i>Aporosa villosa</i> (Lindl.) Baillon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1	1	0	1	1
21	TT-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	TT-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0	-	-
23	<i>Aglaia odorata</i> Blume	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-

[illegible]

No.	Indikator	PD		MM		VK		HK		VM		BM		DK		PL	
		P	TP	P	TP	P	TP	P	TP	P	TP	P	TP	P	TP	P	TP
47	TT-12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1	-	-
48	TT-13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	-	-
49	<i>Securinega virosa</i> (Willdenow) Pax & Hoffm.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
50	TT-14	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
51	TT-15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
52	TT-16	0	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* 1: hadir, 0: tidak hadir, -: tidak digunakan.

Lampiran 8a. Contoh tanah berdasarkan kelas produktivitas lahan setempat, lereng dan karakteristik tanah di semua desa (berlanjut ke halaman berikutnya)

No.	Kode contoh tanah	Produktivitas	Lapisan tanah	slope	Pasir	Debu	Liat	pH		C	N	C/N
				-----%-----				H ₂ O	KCl	-----%-----		
1	MM1	TP	1	50	8	43	49	4.4	3.7	2.99	0.33	9
2	MM1	TP	2	50	8	42	50	4.2	3.7	2.08	0.23	9
3	MM2	TP	1	75	28	34	38	4.4	3.6	2.02	0.19	11
4	MM2	TP	2	75	29	32	39	4.2	3.6	1.14	0.12	10
5	MM3	P	1	0	45	38	17	5.8	4.9	1.62	0.14	12
6	MM3	P	2	0	56	33	11	5.8	4.6	0.77	0.06	13
7	PD1	P	1	50	11	36	53	4.4	3.5	1.94	0.18	11
8	PD1	P	2	50	11	38	51	4.4	3.6	1.34	0.15	9
9	BM1	P	1	50	20	31	49	5.1	3.8	3.05	0.30	10
10	BM1	P	2	50	18	33	49	4.9	3.7	1.09	0.11	10
11	VM1	TP	1	60	7	42	51	4.2	3.3	2.45	0.24	10
12	VM1	TP	2	60	9	41	50	4.3	3.4	1.98	0.18	11
13	PD2	P	1	75	27	34	39	4.7	3.4	2.21	0.14	16
14	PD2	P	2	75	25	36	39	4.5	3.4	1.32	0.10	13
15	PD3	P	1	75	11	38	51	5.0	3.6	1.66	0.16	10
16	PD3	P	2	75	12	37	51	4.7	3.5	1.08	0.11	10
17	VM2	TP	1	45	14	40	46	4.2	3.2	2.71	0.23	12
18	VM2	TP	2	45	15	38	47	4.3	3.2	1.91	0.19	10
19	BM2	P	1	45	22	33	45	4.3	3.2	1.65	0.17	10
20	BM2	P	2	45	20	31	49	4.3	3.3	1.05	0.11	10
21	MM4	P	1	50	10	40	50	4.5	3.5	2.51	0.28	9
22	MM4	P	2	50	11	37	52	4.5	3.5	1.63	0.17	10
23	BM2	TP	1	50	11	37	52	4.4	3.3	1.83	0.21	9
24	BM2	TP	2	50	10	35	55	4.4	3.3	1.24	0.13	10
25	VM3	P	1	75	8	43	49	4.5	3.3	2.03	0.19	11
26	VM3	P	2	75	10	45	45	4.5	3.4	1.21	0.13	9
27	BM3	P	1	5	55	28	17	5.4	4.2	0.93	0.10	9
28	BM3	P	2	5	54	27	19	5.3	3.9	0.78	0.08	10
29	MM5	P	1	75	17	34	49	4.7	3.5	2.29	0.24	10
30	MM5	P	2	75	21	31	48	4.6	3.5	1.61	0.17	9
31	BM4	P	1	50	21	29	50	4.5	3.5	2.25	0.22	10
32	BM4	P	2	50	20	30	50	4.5	3.4	1.61	0.14	12
33	VM4	P	1	5	68	17	15	6.0	4.7	1.21	0.11	11
34	VM4	P	2	5	52	32	16	4.5	4.0	0.75	0.07	11
35	PD4	TP	1	0	32	40	28	4.3	3.7	1.79	0.16	11
36	PD4	TP	2	0	28	37	35	4.1	3.6	1.17	0.11	11
37	PD5	TP	1	45	13	37	50	4.6	3.8	3.47	0.27	13
38	PD5	TP	2	45	13	35	52	4.5	3.7	1.74	0.15	12
39	PD6	P	1	30	18	38	44	4.7	3.9	2.05	0.17	12
40	PD6	P	2	30	22	38	40	4.6	3.8	1.33	0.11	12
41	DK1	TP	1	15	20	47	33	4.4	3.7	1.90	0.15	13

No.	Kode contoh tanah	Produktivitas	Lapisan tanah	slope	Pasir	Debu	Liat	pH		C	N	C/N
				-----%-----				H ₂ O	KCl	-----%-----		
42	DK1	TP	2	15	32	36	32	4.4	3.8	1.09	0.09	12
43	DK2	P	1	15	13	35	52	4.0	3.7	3.56	0.31	11
44	DK2	P	2	15	9	33	58	4.4	3.8	2.00	0.17	12
45	HK1	TP	1	0	19	34	47	4.4	3.8	2.07	0.17	12
46	HK1	TP	2	0	13	34	53	4.3	3.6	1.86	0.15	12
47	HK2	P	1	45	11	43	46	5.1	4.2	2.23	0.17	13
48	HK2	P	2	45	10	47	43	4.9	3.9	1.16	0.09	13
49	PL1	TP	1	60	25	34	41	4.4	3.7	2.85	0.23	12
50	PL1	TP	2	60	22	36	42	4.4	3.8	1.86	0.15	12
51	PL2	P	1	30	28	25	47	3.8	3.7	2.77	0.25	11
52	PL2	P	2	30	23	29	48	4.1	3.8	1.80	0.15	12
53	MM6	TP	1	50	19	38	43	3.9	3.5	2.54	0.23	11
54	MM6	TP	2	50	28	33	39	4.1	3.7	1.14	0.09	13
55	MM7	P	1	50	19	34	47	4.6	3.9	2.46	0.21	12
56	MM7	P	2	50	18	27	55	4.6	3.9	1.62	0.13	12
57	VM5	TP	1	75	15	43	42	3.9	3.7	3.00	0.27	11
58	VM5	TP	2	75	15	41	44	4.0	3.7	1.92	0.15	13
59	VM6	P	1	25	43	29	28	4.5	3.8	1.44	0.11	13
60	VM6	P	2	25	40	31	29	4.6	3.8	0.81	0.07	12
61	BM5	TP	1	15	24	33	43	3.9	3.5	2.83	0.21	13
62	BM5	TP	2	15	22	29	49	4.5	3.7	1.39	0.11	13

Lampiran 8b. Contoh tanah berdasarkan kelas produktivitas lahan setempat dan sifat-sifat kimia tanah di semua desa (berlanjut ke halaman berikutnya)

No.	Kode contoh tanah	Lapisan tanah	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	K	Na	Jumlah	KTK	KB (%)	Al ³⁺	H ⁺
			-----ppm----	-----cmol(+)/kg-----								cmol(+)/kg	
1	MM1	1	16.0	83	0.34	0.53	0.16	0.05	1.08	12.07	9	3.45	0.41
2	MM1	2	9.7	67	0.23	0.20	0.13	0.05	0.61	10.14	6	3.60	0.29
3	MM2	1	17.3	33	0.32	0.13	0.06	0.05	0.56	9.49	5	2.88	0.33
4	MM2	2	10.0	31	0.28	0.11	0.06	0.05	0.50	7.19	7	3.32	0.18
5	MM3	1	13.9	47	6.91	1.41	0.09	0.02	8.43	7.90	100	0.00	0.02
6	MM3	2	11.9	36	4.68	0.79	0.06	0.05	5.58	5.46	100	0.00	0.00
7	PD1	1	16.1	89	0.47	0.42	0.17	0.08	1.14	11.74	10	4.83	0.23
8	PD1	2	10.2	63	0.36	0.36	0.10	0.11	0.93	10.33	9	4.40	0.38
9	BM1	1	14.5	92	5.40	4.48	0.18	0.18	10.24	17.73	58	0.66	0.28
10	BM1	2	5.1	38	2.41	2.86	0.07	0.03	5.37	11.27	48	0.80	0.26
11	VM1	1	8.8	51	0.36	0.20	0.10	0.03	0.69	12.52	6	6.47	0.24
12	VM1	2	9.8	67	0.20	0.20	0.13	0.11	0.64	11.30	6	6.48	0.31
13	PD2	1	10.7	86	0.16	0.22	0.17	0.13	0.68	13.24	4	7.42	0.61
14	PD2	2	7.6	66	0.11	0.21	0.13	0.05	0.50	11.88	4	8.22	0.34
15	PD3	1	13.9	203	1.20	1.27	0.39	0.03	2.89	10.28	28	1.88	0.38
16	PD3	2	9.5	141	0.40	0.61	0.26	0.03	1.30	9.01	14	3.41	0.27
17	VM2	1	12.9	67	0.23	0.36	0.13	0.03	0.75	14.67	5	7.46	0.41
18	VM2	2	11.5	53	0.20	0.18	0.10	0.08	0.56	13.98	2	6.74	0.67
19	BM2	1	12.2	69	0.50	0.21	0.13	0.05	0.89	9.59	9	4.02	0.26
20	BM2	2	8.5	67	0.37	0.15	0.13	0.05	0.70	8.34	6	3.70	0.26
21	MM4	1	14.2	71	0.83	0.44	0.14	0.32	1.73	11.55	15	2.78	0.32
22	MM4	2	13.8	68	0.64	0.20	0.13	0.24	1.21	10.96	11	3.04	0.19
23	BM2	1	11.4	65	0.64	0.24	0.13	0.32	1.33	11.79	11	4.40	0.17
24	BM2	2	8.6	53	0.64	0.16	0.10	0.19	1.09	10.41	10	4.34	0.37
25	VM3	1	10.4	67	0.46	0.20	0.13	0.16	0.95	9.99	10	3.87	0.39
26	VM3	2	8.2	51	0.34	0.12	0.10	0.18	0.74	9.01	8	3.42	0.36
27	BM3	1	13.0	47	4.17	0.76	0.09	0.19	5.21	6.26	83	0.02	0.07
28	BM3	2	12.1	31	3.70	0.66	0.06	0.14	4.56	5.69	80	0.04	0.11
29	MM5	1	12.5	89	0.52	0.39	0.17	0.13	1.21	12.23	10	4.02	0.19
30	MM5	2	10.1	53	0.36	0.21	0.10	0.13	0.80	10.71	5	3.88	0.19
31	BM4	1	15.5	84	0.41	0.06	0.16	0.16	0.79	12.54	4	5.74	0.42
32	BM4	2	12.3	87	0.34	0.04	0.16	0.13	0.67	10.90	6	5.12	0.32
33	VM4	1	17.6	49	5.44	1.22	0.09	0.09	6.84	7.49	91	0.00	0.00
34	VM4	2	13.1	32	3.15	0.87	0.06	0.15	4.23	6.70	63	0.05	0.14
35	PD4	1	18.7	102	3.89	1.52	0.19	0.15	5.75	10.04	57	0.52	0.19
36	PD4	2	9.0	89	2.47	1.07	0.16	0.10	3.80	9.02	42	1.28	0.20
37	PD5	1	8.8	231	3.12	0.26	0.45	0.11	3.94	13.57	29	3.70	0.43
38	PD5	2	3.9	153	1.15	0.08	0.30	0.11	1.64	9.13	18	3.90	0.39
39	PD6	1	3.2	78	3.32	1.46	0.15	0.07	5.00	8.58	58	0.93	0.23
40	PD6	2	5.1	73	2.24	1.00	0.14	0.29	3.67	8.43	44	1.75	0.31
41	DK1	1	10.5	56	0.60	0.17	0.11	0.25	1.13	7.24	16	2.75	0.32

No.	Kode contoh tanah	Lapisan tanah	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	K	Na	Jumlah	KTK	KB (%)	Al ³⁺	H ⁺
			----ppm----		-----cmol(+)/kg-----							cmol(+)/kg	
42	DK1	2	6.8	78	0.34	0.17	0.15	0.11	0.77	6.17	12	2.52	0.40
43	DK2	1	13.9	76	1.34	0.80	0.15	0.16	2.45	13.66	18	2.97	0.30
44	DK2	2	5.7	36	0.47	0.17	0.07	0.11	0.82	9.72	8	2.74	0.30
45	HK1	1	10.0	59	2.09	1.40	0.11	0.05	3.65	8.16	45	1.21	0.27
46	HK1	2	5.7	37	0.89	0.93	0.07	0.09	1.98	9.17	22	3.34	0.32
47	HK2	1	4.2	17	4.47	1.81	0.03	0.04	6.35	8.10	78	0.09	0.14
48	HK2	2	3.0	23	2.64	1.02	0.04	0.07	3.77	10.97	34	1.01	0.23
49	PL1	1	13.0	56	2.51	1.82	0.11	0.07	4.51	9.58	47	1.21	0.29
50	PL1	2	8.4	37	0.64	0.79	0.07	0.05	1.55	8.32	19	2.18	0.27
51	PL2	1	17.3	23	0.28	0.18	0.04	0.07	0.57	9.89	6	4.23	0.52
52	PL2	2	6.8	21	0.25	0.14	0.04	0.09	0.52	8.46	6	3.35	0.32
53	MM6	1	7.0	22	0.17	0.06	0.04	0.07	0.34	13.37	3	4.56	0.63
54	MM6	2	3.7	21	0.25	0.05	0.04	0.25	0.59	7.05	8	2.94	0.44
55	MM7	1	11.1	113	1.02	0.98	0.22	0.16	2.38	9.64	25	1.48	0.25
56	MM7	2	6.6	58	0.51	0.43	0.11	0.07	1.12	7.81	14	1.93	0.23
57	VM5	1	27.9	79	0.34	0.14	0.15	0.09	0.72	11.54	6	4.87	0.39
58	VM5	2	13.0	37	0.17	0.14	0.07	0.23	0.61	8.34	7	4.17	0.57
59	VM6	1	10.3	97	1.32	0.81	0.19	0.11	2.43	5.58	44	0.93	0.27
60	VM6	2	7.6	56	0.72	0.33	0.11	0.11	1.27	5.10	25	1.47	0.25
61	BM5	1	8.9	23	0.21	0.12	0.04	0.21	0.58	11.00	5	4.82	0.58
62	BM5	2	11.2	27	0.38	0.12	0.05	0.15	0.70	10.49	7	4.76	0.44

Lampiran 9. Kehadiran indikator setempat pada plot sungai di tiap desa; dan indeks kualitas air minum berdasarkan rata-rata skor indikator (1: hadir, 0: tidak hadir, -: tidak digunakan)

Indikator lokal	PD		-----MM-----				VK	HK	-----BM-----				PL	
	U Joh	Phung	Mak Pheuak	Ma	Xeuang_2	Ving	Tengoeh	Khon	Palay	Xeuang_3	Sum Phung	Xeuang_4	Nya Say	Xeuang_5
Jernih	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1
Keruh	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Warna minyak	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Bau busuk	-	-	0	0	0	0	-	0	-	-	-	-	0	0
Ladang	1	1	-	-	-	-	0	0	0	1	0	1	0	1
Rawa	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-
Hutan	-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	1	0	1	1
Ternak	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1
Katak	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1
Kepiting	1	1	-	-	-	-	1	1	1	1	1	1	1	1
Ikan	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
Cacing tanah	-	-	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
Algae	0	0	0	0	0	0	-	-	0	1	0	1	-	-
Siput	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1
Udang	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	0	1
Capung	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
Anggang	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	1	1	0	1
Belut	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	1
Kehadiran (%)	33	33	33	56	30	30	42	50	58	75	58	75	38	88
Indeks	4.7	4.7	7.0	3.4	3.6	8.0	8.0	7.3	6.2	5.2	7.7	5.3	7.7	6.0

* Warna abu-abu menunjukkan sungai berkualitas air rendah.