

Prospek Pertanian Berkelanjutan di Lahan Gambut: dari Petani ke Peneliti dan Peneliti ke Petani

Sustainable Agriculture Prospect in PeatLand: from Farmer to Researcher and from Researcher to Farmer

¹Muhammad Noor, ²Dedi Nursyamsi, ¹Muhammad Alwi, dan ¹Arifin Fahmi

¹ Peneliti Badan Litbang Pertanian di Balai Penelitian Lahan Rawa, Jl. Kebun Karet, Lok Tabat Utara, Banjarbaru 70712; email: m_noor_balittra@yahoo.co.id

² Peneliti Badan Litbang Pertanian di Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Jl. Tentara Pelajar No. 12, Bogor 16114

Diterima 5 Maret 2014; Direview 5 Mei 2014; Disetujui dimuat 16 Juni 2014

Abstrak. Pemanfaatan lahan gambut untuk pertanian berkembang pesat seiring dengan adanya Proyek Pembukaan Persawahan Pasang Surut (P4S) pada tahun 1969-1984 dan Pembukaan Lahan Gambut (PLG) Sejuta Hektar tahun 1995-1999. Luas lahan gambut di Indonesia sekitar 14,95 juta hektar, di antaranya 2,5 juta hektar telah dimanfaatkan untuk pengembangan pertanian. Lahan gambut mempunyai sifat dan watak tanah spesifik yang berbeda dengan tanah mineral umumnya, antara lain adalah (1) permukaan tanahnya mudah mengalami penurunan (*ambles*), (2) mudah kering tak balik, (3) daya hidrolis secara horizontal lebih besar daripada vertikal, dan (4) daya dukung beban sangat rendah. Pertanian berkelanjutan adalah *upaya* dan *kemampuan* untuk mempertahankan produksi pertanian secara optimal pada tingkat pengelolaan (*input*) minimal. Konsep pertanian berkelanjutan di lahan gambut bersifat *dinamis* mengingat pertanian berkembang sesuai dengan *pilihan* dan *tuntutan*. Pilihan terkait dengan kebijakan strategis nasional (pemerintah) dan pengelolaannya tergantung pada isu-isu global yang berkembang seperti penurunan emisi gas rumah kaca, pembangunan ekonomi hijau, pertanian bioindustri dan sebagainya. Pengelolaan lahan gambut untuk pertanian terkait dengan faktor biofisik dan faktor sosial ekonomi yang saling pengaruh satu sama lain. Faktor biofisik meliputi (1) tanah, (2) air, (3) tanaman, dan (4) lingkungan hidup, termasuk (5) hama dan penyakit tanaman. Faktor sosial ekonomi meliputi (1) keuntungan komparatif, (2) persepsi masyarakat dan (3) kondisi sosiologis. Pertanian berkelanjutan di lahan gambut memerlukan implementasi antara lain: (1) perbaikan sistem pengelolaan lahan dan tanaman, (2) peningkatan nilai tambah, (3) penguatan kelembagaan, dan (4) dukungan kebijakan.

Kata kunci : Pertanian / Lahan Gambut / Berkelanjutan

Abstract. Utilization of peatlands for agriculture is growing rapidly in line with the opening of Paddy Tidal Project (P4S) in 1969-1984 and the Opening of the Peatland (PLG) Million Hectare in 1995-1999. The area of peatland in Indonesia around 14.95 million hectares, of which 2.5 million hectares are used for agricultural development. Peatlands have the nature and character of different specific soil with mineral soil generally, among other things: (1) subsidence, (2) irreversible drying, (3) horizontal hydraulic conductivity is greater than the vertical, and (4) bearing capacity is very low. Sustainable agriculture is the effort and the ability to maintain optimal agricultural production at the level of management (inputs) minimum. The concept of sustainable agriculture on peatlands is dynamic given agriculture developed in accordance with the choice and demands. Options related to national strategic policy (government) and its management depends on global issues that develop as a decrease in greenhouse gas emissions, green economic development, agriculture bioindustry and so on. Management of peatlands for agriculture-related biophysical and socio-economic factors that mutually influence each other. Biophysical factors include (1) land, (2) water, (3) plants, and (4) the environment, including pests and plant diseases. Social and economic factors include (1) a comparative advantage, (2) public perception and (3) sociological conditions. Sustainable agriculture on peatlands requires implementation include: (1) improvement of the land and crop management systems, (2) an increase in value added, (3) institutional strengthening, and (4) support the policy.

Keywords : Agriculture / Peatland/ Sustainable

PENDAHULUAN

Pertama kali gambut ditemukan oleh Koorders pada tahun 1865 yang sedang mengikuti ekspedisi Ijzerman yang melaporkan bahwa hampir seperlima dari luas total Pulau Sumatera berupa lahan gambut yang berada di hutan rawa sepanjang pantai timur (Soepraptohardjo dan Driessen 1976 dalam Noor 2012a). Penemuan ini mengilhami tentang perlunya penelitian tentang gambut yang lebih luas dan mendalam mengingat potensi lahan gambut yang cukup luas di Indonesia (Nugroho 2012).

Luas lahan gambut di Indonesia ditaksir 14,95 juta hektar yang tersebar di Sumatera sekitar 6,44 juta hektar, di Kalimantan 4,78 juta hektar dan di Papua 3,69 juta hektar. Dari lahan gambut seluas 14,95 juta hektar, di antaranya 11,00 juta hektar berada di daerah rawa pasang surut dan sisanya sekitar 3,90 juta hektar berada di rawa lebak dan pantai. Berdasarkan ketebalannya, sekitar 5,24 juta hektar termasuk gambut dangkal (ketebalan 51-100 cm), 3,91 juta hektar gambut sedang (ketebalan 101-200 cm), 2,76 juta hektar gambut dalam (ketebalan 201-400 cm) dan 2,98 juta hektar gambut sangat dalam (ketebalan > 400 cm) (BBSDLP 2011).

Pemanfaatan lahan gambut untuk pertanian secara luas dan terencana dimulai dari Proyek Pembukaan Persawahan Pasang Surut (P4S) pada tahun 1969-1984 dan disusul kemudian Proyek PLG Sejuta Hektar di Kalimantan Tengah pada tahun 1995-1999 untuk menjadikan Indonesia sebagai lumbung pangan dunia. Dalam sepuluh tahun terakhir ini pemanfaatan lahan gambut semakin luas karena semakin sempitnya lahan pertanian yang tersedia. Pesatnya konversi lahan dan meningkatnya kebutuhan pangan dan hasil pertanian lainnya baik untuk konsumsi dalam negeri maupun untuk mengisi peluang ekspor, maka pemanfaatan lahan gambut semakin luas. Namun, di sisi lain pengembangan lahan gambut menghadapi tantangan dari aspek lingkungan terkait dengan perubahan iklim dan pemanasan global. Perluasan perkebunan seperti kelapa sawit ke lahan gambut disinyalir menimbulkan peningkatan emisi gas rumah kaca (GRK). Dengan demikian, agar tidak melahirkan dampak buruk bagi lingkungan maka pemanfaatan lahan gambut harus disertai dengan penerapan sistem pengelolaan yang lebih baik dan inovatif.

Tulisan ini merupakan tinjauan terhadap prospek pertanian berkelanjutan di lahan gambut. Pertanian

berkelanjutan di lahan gambut dimaknai sebagai upaya atau kemampuan petani untuk mempertahankan kelestariannya. Praktek pertanian di lahan gambut agar berkelanjutan sangat ditentukan oleh faktor pendukungnya. Penerapan sistem pertanian berkelanjutan memerlukan rencana dan langkah-langkah komprehensif yang didasarkan pada sifat dan potensi lahannya.

PRAKTEK PERTANIAN DI LAHAN GAMBUT

Kondisi lahan gambut saat ini sebagian masih berupa hutan alami, terutama yang tergolong gambut dalam dan gambut sangat dalam. Sebagian besar berupa hutan sekunder, dan sisanya berupa hutan gambut terdegradasi akibat pembalakan dan kebakaran. Menurut Noor (2010) terdapat sekitar 2,0-2,5 juta hektar lahan gambut yang dimanfaatkan untuk pertanian, di antaranya 0,5 juta hektar digunakan untuk tanaman pangan dan 1,5-2,0 juta hektar digunakan untuk perkebunan, khususnya kelapa sawit. Lahan gambut yang belum dimanfaatkan masih cukup luas, karena keseluruhan luas lahan gambut yang berpotensi baik untuk pertanian adalah sekitar 8,4 juta hektar (Subarja dan Suryani 2012). Menurut Wahyunto *et al.* (2013a; 2013b) terdapat sekitar 3,83 juta hektar lahan gambut terdegradasi yang ditumbuhi semak-belukar tersebar di pulau Sumatera, Kalimantan, dan Papua juga berpotensi untuk menjadi lahan budidaya pertanian.

Berdasarkan ketebalannya, maka penggunaan lahan gambut dapat diarahkan sebagai berikut. Untuk lahan bergambut (tebal gambut < 50 cm) dan gambut dangkal (tebal gambut 51-100 cm) lebih cocok untuk budidaya tanaman pangan (padi dan palawija); lahan gambut sedang (tebal gambut 101-200 cm) cocok untuk sayuran dan hortikultura; lahan gambut dalam (tebal gambut 201-400 cm) dapat untuk perkebunan dengan budidaya terbatas; selebihnya berupa lahan gambut sangat dalam (tebal gambut > 400 cm) diarahkan untuk menjadi kawasan konservasi dan restorasi atau kawasan lindung. Namun demikian, kenyataan menunjukkan bahwa sebagian lahan gambut yang dibuka sejak tahun 1970-1990an untuk lahan pertanian dan perkebunan telah merambah masuk ke lahan gambut dalam dan lahan gambut sangat dalam (ketebalan 400-700 cm) (GOI-TN 2008).

Pemanfaatan lahan gambut untuk pertanian atau perkebunan juga sering menimbulkan permasalahan terkait dengan tingkat kesuburannya yang rendah dan

biofisik lahan yang rapuh. Namun apabila dikelola dan dibudidayakan dengan baik dan bijak, lahan gambut dapat memberikan hasil tanaman yang baik bahkan dapat mencapai produktivitas yang tidak kalah dengan tanah mineral (Noor 2001; Najiyati *et al.* 2005). Tingkat pemahaman terhadap sifat, watak dan ekologi lahan gambut dirasakan masih terbatas, baik di kalangan masyarakat petani maupun di kalangan pelaksana teknis pada lembaga atau institusi pemerintah sehingga pemanfaatan dan pengelolaan lahan gambut untuk pengembangan pertanian/perkebunan kurang memperhatikan hakekat gambut sebagai sumberdaya lahan yang rapuh dan mudah berubah.

Berdasarkan sistem pemanfaatan dan pengelolaan, pertanian lahan gambut atau rawa dapat dipilah menjadi dua sistem pertanian, yaitu (1) sistem persawahan dan tanaman semusim, yang umumnya intensif dan (2) sistem tegalan atau kebun yang semi intensif (Gambar 1). Pemanfaatan lahan gambut untuk perkebunan terbagi dua sistem pengelolaan, yaitu (1) perkebunan rakyat dan (2) perkebunan besar dari perusahaan swasta atau perusahaan negara. Perkebunan rakyat dikelola secara tradisional, sedangkan perkebunan besar dikelola secara profesional. Namun dari segi luasannya maka perkebunan rakyat lebih luas dibandingkan dengan perkebunan swasta atau perkebunan negara (Tarigan dan Sipayung 2011; Barani 2012).

Pengembangan pertanian di lahan gambut perlu memperhatikan faktor biofisik dan sosial ekonomi yang saling terkait satu sama lain. Faktor biofisik meliputi bidang sumberdaya lahan sebagai medium bagi

tanaman, ternak, hama penyakit, iklim serta sarana dan prasarana pendukungnya. Faktor sosial ekonomi meliputi bidang sumberdaya manusia sebagai aktor atau *agent* utama perubahan dalam hal ini adalah petani. Petani di lahan gambut mempunyai persepsi dan kondisi sosiologis spesifik yang dapat mempengaruhi sikap dan perilakunya dalam berusahatani (Noorinayuwati *et al.* 2007).

FAKTOR BIOFISIK DAN LINGKUNGAN LAHAN GAMBUT

Tanah

Tanah gambut, sebagai medium bagi pertumbuhan tanaman, memiliki kendala sangat beragam dari tingkat ringan sampai berat. Secara umum mempunyai kelas kesesuaian bersyarat, dari ringan sampai berat, dan sebagian tidak sesuai bagi pertanian. Tingkat kepekaan tanah gambut sangat tinggi. Dalam pemanfaatan yang intensif atau pembukaan lahan yang eksploitatif sering menimbulkan berbagai masalah, baik secara fisika maupun secara kimia. Masalah secara fisik yaitu penurunan muka tanah (*ambles/subsidence*), kering tidak balik (*irreversible drying*), dan berubahnya sifat gambut menjadi anti air (*hidrophobik*), sedangkan masalah secara kimia yaitu pemasaman (pH 2-3), peningkatan kadar-kadar toksik seperti Al, Fe, Mn, asam-asam organik dan atau sulfida.

Tanah gambut mempunyai status hara yang rendah, khususnya pada lahan gambut yang



Doc. M. Noor (2012 & 2013)

Gambar 1. Pengembangan tanaman buah dan perkebunan di lahan gambut tebal < 4 meter di Kalimantan Tengah dan Kalimantan Barat

Figure 1 Fruit and plantation development on peat land < 4 meter thick in Central and West Kalimantan

dimanfaatkan secara intensif untuk budidaya tanaman semusim. Pada tanaman tahunan, ameliorasi dan pemupukan juga diperlukan, karena tanah gambut semakin lama dimanfaatkan maka lahan akan semakin kurus, antara lain terjadi pemasaman dan kahat (*deficient*) hara (Noor 2010; Saragih *et al.* 2013).

Pembukaan atau reklamasi lahan gambut pada hakekatnya adalah pengaturan air agar tanaman bisa tumbuh baik, tidak tergenang pada musim hujan dan tidak kekeringan (kekurangan air) pada musim kemarau. Sistem reklamasi, yang pada tahap awal dimaksudkan sebagai upaya pengatusan atau pengeringan (*drainase*), hal ini potensial menimbulkan terjadinya *over drainage* dan *irreversible drying*. Seyogyanya praktek dalam pembukaan atau reklamasi lahan harus dibarengi dengan dengan pembuatan pintu-pintu air, untuk mempertahankan muka air, sehingga tanah dapat dipertahankan tetap basah atau lembab (Noor 2001; Saragih *et al.* 2013).

Praktek pertanian di lahan gambut, khususnya dalam budidaya tanaman semusim (padi, palawija) dikenal dengan sistem pengelolaan bahan organik dan sekaligus pengolahan tanah minimal yang disebut dengan sistem *tajak puntal hambur*, pemberian abu, garam, dan pupuk kandang. Praktek pertanian ini pada hakekatnya merupakan respon atau tanggapan petani terhadap kondisi sifat dan potensi lahan gambut. Namun, dalam kondisi ketersediaan pupuk yang terbatas (termasuk harga yang mahal) maka sebagian petani tidak lagi memberikan pupuk pada lahan usahatannya sesuai anjuran, sebagian hanya memupuk dengan pupuk N (urea) saja, sebagian lagi hanya memberikan pupuk N dan P, tanpa pupuk K. Kondisi ini dapat menimbulkan penurunan produksi bio-massa atau hasil panen dan memacu degradasi lahan (Noor 2001; Saragih *et al.* 2007; Noor 2012b).

Air

Pada kondisi alami lahan gambut tergenang air. Pembuatan jaringan tata air dan pengelolaan air di lahan gambut merupakan kunci dalam keberhasilan pemanfaatan lahan untuk pertanian. Sumber air di lahan gambut dapat berasal dari hujan, sungai, laut, hutan rawa sekitarnya dan aliran atau kiriman atau banjir dari daerah hulu. Kualitas air di lahan gambut sangat tergantung pada sirkulasi atau pergantian yang terjadi secara berkala akibat adanya pasang surut seperti lahan rawa pasang surut tipe luapan B atau peralihan antara tipe luapan A ke luapan B dan/atau air kiriman seperti yang terjadi pada lahan rawa lebak.

Umumnya kualitas air pada saat pasang dan atau musim hujan lebih baik dibandingkan pada saat surut dan atau musim kemarau. Kualitas air pada saat surut atau musim kemarau lebih masam (pH 2-3), tinggi kadar sulfat (SO_4), asam-asam organik, dan besi (Anwar dan Mawardi 2011).

Praktek pengelolaan, khususnya daerah reklamasi yang dikembangkan untuk pertanian tanaman pangan, umumnya mempunyai pintu-pintu air yang sebagian besar sudah mengalami kemerosotan dan tidak berfungsi sehingga air bebas mengalir, dan pada musim kemarau terjadi kekeringan. Pembuatan pintu tabat (*dam overflow*) oleh masyarakat setempat secara swadaya perlu didorong lebih luas sehingga sekaligus bermanfaat sebagai pencegahan kekeringan/kebakaran (GOI-TN 2008; Noor 2010). Pembuatan tabat selain berfungsi dalam rangka mempertahankan air, juga berfungsi untuk mencegah kebakaran dan penurunan kualitas lahan, khususnya pada tanaman perkebunan (Gambar 2). Tabat juga berfungsi untuk mengatur muka air dan aras air tanah (*ground water level*) sehingga dapat mencegah peningkatan emisi GRK.

Tanaman

Jenis komoditi yang dibudidayakan di lahan gambut sangat beragam, dari tanaman semusim (padi, jagung, kacang tanah, kacang panjang dan berbagai hortikultura) sampai tanaman tahunan (karet, kelapa, jeruk, kakao, dan lainnya) yang merupakan hasil dari adaptasi dan domestikasi dari jenis-jenis liar yang ada di alam oleh para petani dalam rentang waktu yang cukup lama. Dalam praktek pertanian, penggunaan varietas lokal, baik tanaman semusim maupun klon-klon tanaman tahunan, masih luas. Varietas dan klon-klon lokal ini sekalipun mempunyai produktivitas rendah, namun dikenal mudah diperoleh disamping tidak memerlukan pupuk yang banyak bahkan tidak dipupukpun masih memberikan hasil. Namun hasil produksi dari varietas atau klon lokal ini masih tergolong rendah (Noor 2001; Najiyati *et al.* 2005; Noor 2012b).

Pengenalan varietas atau klon-klon unggul, selain memerlukan perubahan cara budidaya juga memerlukan pola pikir (*mindset*) yang menyangkut kebiasaan dan adat setempat. Dalam konteks lahan gambut, misalnya, penggunaan varietas padi unggul masih terkendala (hanya sebagian kecil petani saja). Para petani umumnya masih menggunakan varietas lokal dengan pertimbangan antara lain: benih mudah diperoleh, dan umumnya petani membibitkan sendiri,



Doc M. Noor (2013)

Gambar 2. Pintu tabat berperan penting sebagai bagian dari pengelolaan air di lahan gambut Kalimantan Barat dan Kalimantan Tengah

Figure 2. An important role of Dam Overflow) as part of peatland water management in Central and West Kalimantan

harga jual lebih mahal di samping mudah dijual atau pasarnya luas, tidak memerlukan perawatan intensif dan tidak perlu pupuk yang banyak, mempunyai ketahanan terhadap hama dan penyakit yang cukup baik, dan banyak memberi peluang waktu untuk kerja sampingan (karena tanamannya berumur panjang, yaitu 11 bulan, dan sistem budidaya mempunyai waktu yang longgar). Penggunaan varietas-varietas unggul juga sering dihadapkan dengan permasalahan antara lain (1) dukungan infrastruktur jaringan layanan tata air yang masih belum baik, penyiapan lahan seperti pengolahan tanah memerlukan mekanisasi, (2) pasar yang belum memberikan harga yang baik, dan (3) memerlukan ketersediaan sarana produksi (pupuk dan obat-obatan) yang tepat jumlah, tepat waktu, dan tepat mutu (Noor dan Rina 2001).

Hama Penyakit

Hama dan penyakit tanaman di lahan gambut cukup beragam dan tingkat perusakannya tergolong tinggi. Hama tersebut antara lain tikus, babi, monyet, wereng, hama putih palsu, penggerek batang, blas, tungro, dan jamur, khususnya pada tanaman semusim, sehingga akibatnya sangat merugikan. Pemakaian pestisida dan insektisida, tampaknya tidak banyak membantu bahkan merugikan petani karena penggunaan yang berlebihan dapat membunuh banyak musuh alami. Pengendalian hama dan penyakit terpadu yang mengkombinasikan antara perbaikan cara

bercocok tanam dan penggunaan pestisida nabati cukup efektif dan aman (Thamrin dan Asikin 2005).

Kaidah pengendalian dalam menghadapi kemungkinan ledakan hama, akibat kondisi lingkungan yang terganggu, dihadapkan pada kondisi sistem budidaya yang masih tradisional. Praktek budidaya pertanian seperti pada tanaman semusim (padi) dengan waktu tanam yang tidak serempak dengan skala yang terpecah sempit-sempit, kemudian *input* pupuk yang kurang memadai menyebabkan vigor tanaman lemah sehingga rentan terhadap serangan hama dan penyakit, penggunaan varietas yang rentan dan tidak adanya penggantian atau pergiliran varietas berakibat pada belum dicapainya hasil yang optimal dan tidak berkelanjutan. Di tengah harga sarana produksi seperti obat-obatan yang mahal membuat petani mengurangi takaran dan intensitas penyemprotan yang hal ini dapat menyebabkan semakin meningkatnya luasnya serangan dan semakin intensif (Noor *et al.* 2007).

Lingkungan Hidup

Habitat atau ekologi rawa gambut alami mengalami perubahan biofisik dan kimia akibat pembukaan dan pemanfaatan yang berdampak pada perubahan iklim dan pemanasan global. Perubahan iklim yang dipicu oleh meningkatnya emisi GRK antara lain CO₂, CH₄, NO₂ dari lahan gambut menjadi kekhawatiran global sehingga pengelolaan dan pemanfaatan lahan gambut mendapat perhatian khusus

bahkan tekanan. Peningkatan aktivitas di lahan gambut disinyalir dapat meningkatkan efek GRK yang akan mempengaruhi perubahan iklim yang akan berdampak sangat besar pada kehidupan manusia dan lingkungannya. Lahan gambut mempunyai biomassa yang menyimpan sekitar 200 ton karbon yang dapat menjadi sumber emisi bila terbakar atau terdekomposisi (Rahayu *et al* 2005). Oleh karena itu harus diupayakan pemanfaatan dan pengelolaan lahan gambut yang sekaligus disertai upaya mitigasi agar tidak menghasilkan emisi GRK yang tergolong tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengelolaan air dengan mempertahankan muka air tanah pada kedalaman kurang atau sama dengan 30 cm dapat menurunkan emisi GRK sekaligus mencegah kebakaran. Penggunaan pupuk kandang dari ayam lokal dapat menekan peningkatan emisi GRK. Untuk mengurangi emisi GRK dapat juga dilakukan penanaman komoditas atau varietas tertentu yang rendah emisi, seperti misalnya nanas (Ambak dan Melling 2000). Nanas dikenal sebagai tanaman yang sangat adaptif di lahan rawa masam (pH 2-3), drainase jelek dan gambut tebal dengan hasil 3 t ha⁻¹ (Noor 2004).

KONDISI SOSIAL EKONOMI PERTANIAN LAHAN RAWA

Keuntungan Komparatif

Latar belakang dan arah kebijakan pembukaan serta pemanfaatan lahan rawa pada awalnya (1969-1984) ditujukan untuk pengembangan tanaman pangan, khususnya padi seiring dengan kondisi pangan yang sangat memprihatinkan pada saat itu. Namun jauh sebelumnya, lahan rawa juga dikembangkan oleh masyarakat setempat untuk berbagai komoditas tanaman tahunan seperti perkebunan kelapa, karet, kakao, jeruk, kelapa sawit, dan sebagainya. Kenyataan menunjukkan bahwa banyak petani yang beralih komoditas dari tanaman pangan ke tanaman perkebunan merupakan indikator bahwa menanam padi tidak lagi menarik karena keuntungan komparatif tanaman pangan terhadap usahatani lainnya semakin rendah. Bahkan sebagian sawah rawa sudah beralih fungsi menjadi lahan non pertanian (Noor *et al.* 2012a).

Pengembangan lahan gambut untuk perkebunan kelapa sawit dan karet melalui perusahaan-perusahaan besar swasta semakin pesat dalam sepuluh tahun terakhir (Noor 2010; 2012a). Walaupun pengembangan

perkebunan ini pada satu sisi memberikan dampak pesat terhadap perkembangan sosial ekonomi masyarakat dalam waktu singkat, namun pada sisi lain dapat membuat semakin terpuruknya ketersediaan pangan nasional dalam masa mendatang karena lahan gambut sebagai lahan alternatif pangan telah berubah fungsi.

Persepsi Masyarakat

Pengembangan lahan gambut sangat dipengaruhi oleh pemahaman atau persepsi masyarakat baik tentang sifat dan karakteristik lahan gambut maupun tentang cara-cara pengelolaan yang pada masa-masa awal pengembangan kurang diperhatikan. Akibat informasi yang belum memadai tentang teknis budidaya dan pengelolaan lahan gambut, sehingga pemanfaatan lahan gambut terkesan semaunya (*plan by doing*) yang pada gilirannya, tanpa disadari, menjadikan lahan gambut sebagai lahan yang terdegradasi.

Suku-suku (etnis) yang tinggal dan hidup di lahan gambut mempunyai persepsi dan cara-cara yang berbeda dalam memanfaatkan gambut sebagai sumberdaya lahan pertanian, termasuk para pendatang dari etnis Jawa, Madura, Nusa Tenggara, Bali, dan lainnya yang mempunyai kebiasaan usahatani di lahan kering memandang lahan gambut berbeda-beda. Misalnya, petani suku Banjar memandang lahan gambut cocok untuk ditanami padi sawah, tetapi petani suku Jawa yang umumnya sebagai pendatang memandang lahan gambut cocok untuk ditanami palawija dan sayur-sayuran. Demikian juga suku-suku lainnya, seperti suku Bugis berpendapat bahwa lahan gambut lebih tepat ditanami padi sawah, nenas dan kelapa seperti di Riau dan Kalimantan Timur, suku Dayak di Kalimantan Tengah berpendapat bahwa lahan gambut lebih cocok ditanami padi ladang, karet, rotan, jelutung, nibung atau sagu dan buah-buahan seperti durian atau cempedak. Lain lagi, dengan suku Bali yang bermukim di Kalimantan memandang lahan gambut cocok untuk buah-buahan seperti nenas, cempedak berbeda dengan masyarakat di Sulawesi Barat yang memandang lahan gambut cocok untuk tanaman jeruk dan cokelat. Orang-orang Cina di Kalimantan Barat umumnya memandang lahan gambut lebih tepat untuk ditanami sayuran daun seperti sawi, ku cai (sejenis bawang daun), seledri, dan lidah buaya. Sementara suku Melayu di Riau memandang lahan gambut cocok ditanami nenas, kelapa, karet atau kelapa sawit (Noor *et al.* 2008; Noor 2012b).

Kondisi Sosiologis

Perkembangan masyarakat yang semakin terbuka membawa konsekuensi semakin beragamnya regulasi dan kebijakan. Wewenang penanganan daerah gambut tidak saja menjadi ranahnya bidang pertanian pada Kementerian Pertanian saja, tetapi juga masuk dalam bidang sumberdaya air pada Kementerian Pekerjaan Umum, bidang lingkungan hidup pada Kementerian Lingkungan Hidup. Kondisi ini menambah rumitnya pengembangan daerah rawa ke depan. Keterlibatan banyak lembaga atau institusi yang menangani masalah rawa dan gambut boleh jadi dapat memberikan pemecahan secara komprehensif dan holistik tentang lahan gambut dengan pendekatan terpadu dari berbagai aspek dan masalah sesuai dengan tanggung jawab dan wewenangnya dan tentunya tidak diharapkan terjadinya penanganan yang tumpang tindih atau terpecah-pecah (*partial*).

Pemanfaatan lahan gambut menjadi isu dunia terkait dengan masalah lingkungan tentang perubahan iklim. Komitmen pemerintah untuk menurunkan tingkat emisi GRK sebesar 26% secara sukarela dengan biaya sendiri dan 40% dengan dukungan dana dari luar “memaksa” pemerintah untuk menghentikan sementara pembukaan hutan dan lahan gambut untuk pengembangan perkebunan khususnya kelapa sawit (Inpres No 10/2011 dan Inpres No 6/2013). Kesempatan ini diharapkan dapat digunakan untuk perbaikan sistem pengelolaan dan mendorong intensifikasi pada lahan-lahan yang sudah ada.

PERTANIAN LAHAN GAMBUT BERKELANJUTAN

Pertanian di lahan gambut dimulai dari upaya masyarakat lokal setempat yang sehari-harinya hidup di kawasan gambut. Bertani di lahan gambut pada awalnya dilakukan secara alami, yang sangat tergantung pada keramahan alam. Adakalanya berhasil, tetapi tidak jarang juga gagal. Ketergantungan terhadap kondisi alam sangat tinggi. Namun demikian, masyarakat yang bermukim di lahan gambut tidak mempunyai pilihan lain, kecuali berupaya memberdayakan lahan gambut tersebut sebaik-baiknya untuk memenuhi kebutuhan hidupnya dengan bertanam, beternak, menangkap ikan atau berburu.

Pengetahuan yang diwariskan secara turun temurun menjadi pembelajaran bagi generasi selanjutnya sampai menjadi adat yang melembaga yang

disebut kearifan lokal setempat. Beragam kearifan lokal dalam perspektif pemanfaatan lahan gambut berkembang dalam masyarakat setempat meskipun dalam skala terbatas. Dalam masyarakat lokal juga dikenal nilai-nilai pelestarian yang dibuat dalam bentuk pantangan-pantangan atau kepercayaan (tabu) yang apabila dilanggar dianggap *kuwalat* dan biasanya dikenakan sanksi (hukum) adat (NoorGINAYuwati *et al.* 2007). Oleh karena itu, pelestarian lahan gambut dapat memanfaatkan nilai-nilai kearifan lokal setempat sehingga menjadi lebih efektif daripada hukum formal. Sanksi adat kadang-kadang lebih dijunjung tinggi masyarakat karena berakar pada masyarakat daripada sanksi hukum formal (NoorGINAYuwati *et al.* 2007).

Dalam perkembangannya penerapan pertanian berkelanjutan di lahan gambut, seyogyanya memiliki tiga hal penting, yaitu (1) secara ekonomi menguntungkan, (2) secara ekologi aman dan ramah lingkungan, dan (3) secara sosial dapat diterima atau tidak bertentangan dengan adat istiadat dan kepercayaan masyarakat setempat terkait dengan *sara*. Upaya yang diperlukan untuk dapat mendukung penerapan sistem pertanian berkelanjutan di lahan gambut antara lain seperti diuraikan di bawah ini.

Penyusunan Zonasi Penggunaan Lahan

Pengelolaan lahan gambut seyogyanya diatur dan diarahkan untuk mengikuti sistem terpadu mengikuti satu kesatuan pengelolaan. Zonasi makro, meso dan mikro diperlukan untuk mengelimi dampak yang dapat timbul pada kawasan maupun daerah sekitarnya. Arahan zonasi didasarkan pada berbagai kepentingan yang meliputi kawasan konservasi (hutan/daerah lindung, daerah “larangan” misalnya ketebalan gambut > 3 m, kubah gambut, daerah yang mempunyai kekhasan sebagai habitat yang dilindungi), kawasan pengembangan (pengelolaan pantai, pengelolaan adaptif, pengelolaan pengembangan/pertanian/perikanan). Sesuai dengan karakteristik lahan rawa, maka satuan unit pengelolaan terkecil dapat didasarkan pada karakteristik satuan hidrologi (rawa/sungai/daerah aliran sungai) (WACLIMAD 2011).

Perbaikan Sistem Pengelolaan Lahan dan Tanaman

Dalam pengelolaan lahan gambut, maka perlu diperhatikan kegiatan yang terkait dengan penyiapan lahan, pengelolaan air, dan pengelolaan hara dan pupuk, serta pengendalian hama dan penyakit.

Penyiapan lahan untuk pertanian di lahan gambut umum dilakukan dengan sistem tebas bakar (*slash and burn*). Penyiapan lahan sistem bakar ini masih banyak dilakukan, sekalipun sudah dilarang dengan berbagai peraturan (keputusan) pemerintah provinsi/kabupaten. Pelarangan terhadap pembukaan atau penyiapan lahan dengan sistem tebas bakar pada dasarnya ditujukan untuk mencegah terjadinya kabut asap, kerusakan lapisan gambut, dan meningkatnya emisi GRK, khususnya pada musim kemarau yang sangat merugikan secara ekonomi maupun ekologi (Simatupang *et al.* 2013; Saragih *et al.* 2013).

Cara atau sistem penyiapan lahan untuk tanaman padi di lahan gambut sangat tergantung pada jenis padi dan sistem budidayanya. Penyiapan lahan untuk budidaya padi sawah berbeda dengan padi gogo karena karakteristik lahan dan lingkungan fisik yang berbeda. Pada lahan gambut tipe luapan B dapat dilakukan pensawahan dengan menanam padi sawah, sedangkan pada lahan gambut tipe luapan C cocok untuk padi gogo, kecuali pada saat musim hujan dapat saja ditanami padi sawah (Simatupang *et al.* 2013). Penyiapan lahan dan pengolahan tanah terbatas (*minimum tillage*) di lahan rawa, termasuk gambut umumnya menggunakan alat *tajak* yang dikenal dengan *Sistem Banjar* yang juga diistilahkan sistem *tajak-puntal-hampar*. Penyiapan lahan dengan menggunakan traktor sudah banyak dilakukan petani di lahan gambut, khususnya lahan bergambut dan gambut dangkal, tetapi untuk lahan gambut sedang penggunaan traktor mengalami kendala sering amblas karena daya dukung lahan sangat rendah. Penyiapan lahan juga dapat dibantu dengan herbisida sesuai dengan anjuran.

Pengelolaan air di lahan gambut mempunyai dua tujuan utama, yaitu (1) menyediakan air yang cukup bagi pertumbuhan padi dan (2) menjaga gambut agar tidak rusak dan habis akibat perombakan. Untuk tanaman pangan diperlukan saluran atau parit dengan kedalaman 10-50 cm. Saluran lebih dalam dari itu berisiko mengeringkan tanah gambut, mempercepat oksidasi, dan perombakan bagian permukaan lahan gambut. Gambut yang terbuka akan mudah teroksidasi dan cepat mengalami perombakan sehingga mengalami amblasan dan gambutnya akan semakin menipis. Menjaga lahan gambut selalu dalam keadaan basah atau lembab adalah penting untuk mencegah terjadinya penurunan atau kerusakan lahan. Oleh karena itu, pintu-pintu air mempunyai peran penting dalam pengelolaan air atau menjaga muka air tanah tetap dangkal (<70 cm) sehingga tanah tetap basah dan

kebutuhan air untuk tanaman terpenuhi (Noor 2010; Noor *et al.* 2013).

Pengelolaan hara di lahan gambut dimaksudkan untuk meningkatkan ketersediaan hara dalam tanah bagi tanaman antara lain dengan pemberian bahan amelioran dan pupuk baik anorganik maupun organik. Kesuburan lahan gambut bukan terletak pada tanahnya, tetapi pada apa yang diberikan dari tanaman yang tumbuh atau dibudidayakan di atasnya. Hampir semua hara makro (P, K, Ca, dan Mg) dan hara mikro (khususnya Cu, Zn, B, dan Mo) di lahan gambut dalam status kahat. Oleh karena itu, bertanam di lahan gambut identik dengan bertanam pada sistem hidroponik (Noor 2001). Hasil penelitian Noor *et al.* (2009) menunjukkan pada lahan gambut yang telah mengalami pemasaman (pH tanah < 4,5) untuk budidaya padi diperlukan pemberian bahan amelioran kapur paling sedikit 0,5 t ha⁻¹ per musim. Sementara apabila status hara P rendah (< 10 mg P₂O₅/100 g) dan K rendah (< 20 mg K₂O/100g) maka untuk budidaya padi diperlukan paling sedikit masing-masing 100 kg pupuk SP-36 dan 100 kg pupuk KCl/ha/musim. Namun akibat pemberian bahan amelioran dan pemberian pupuk akan mempercepat perombakan bahan organik dan atau gambut sendiri. Pengamatan penulis pada lahan gambut di Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah yang tebalnya 50-100 cm pada tahun 1985-1990 setelah ditanami padi dalam kurun waktu 15 tahun sebagian besar gambutnya hilang dan tersisa dengan ketebalan hanya 0-15 cm. Penipisan atau kehilangan gambut tentu saja tidak hanya karena pemupukan, tetapi juga karena dibakar dalam penyiapan lahan atau kebakaran alami yang sering terjadi hampir setiap tahun.

Pembuatan saluran-saluran pengatusan selain mengeringkan lapisan tanah gambut juga menimbulkan emisi GRK seperti CO₂. Gambut yang kering mudah terekspose dan mudah melepaskan gas CO₂. Bahan amelioran seperti kapur, pupuk, baik anorganik maupun organik, yang diberikan pada tanah gambut juga dapat menimbulkan emisi CH₄, CO₂, dan N₂O seiring akibat perombakan terhadap gambut oleh mikroba yang mengalami pertumbuhan dan perkembangbiakan lebih baik (Hadi 2010; Susilawati *et al.* 2013). Namun demikian, hasil penelitian tentang hal ini masih terbatas dan belum banyak dilaporkan.

Perkembangan berbagai jenis hama dan penyakit tanaman di lahan gambut cukup mempengaruhi keberhasilan petani dalam pengembangan lahan gambut. Kondisi lahan gambut yang umumnya lembab

dan basah merupakan tempat paling cocok dan ideal bagi hama dan penyakit tanaman. Pengendalian hama dan penyakit perlu dilakukan secara intensif. Penggunaan insektisida dalam pengendalian hama dan penyakit di lahan gambut cukup tinggi, khususnya untuk tanaman padi, palawija dan sayuran. Pengendalian secara kimia sangat menentukan keberhasilan panen bagi petani. Penggunaan insektisida selain mengakibatkan pencemaran juga dapat menimbulkan emisi GRK, baik karena muatan karbon dari bahan penyusunnya maupun akibat dari membaiknya pertumbuhan dan penambahan dari mikroba sehingga dapat meningkatkan terjadinya laju emisi GRK pada batas-batas tertentu. Penelitian tentang hubungan antara penggunaan herbisida dan pestisida dengan laju dan besarnya emisi GRK ini juga belum banyak dilaporkan.

Peningkatan Nilai Tambah

Sistem pertanian, termasuk perikanan, peternakan di lahan gambut masih padat karya dan tradisional. Penggunaan inovasi teknologi masih sangat terbatas, walaupun sudah mulai dikenalkan, tetapi hanya sebagian yang mengadopsi dan juga hanya pada beberapa komponen budidaya saja, belum mengadopsi sepenuhnya. Inovasi teknologi yang mereka adopsi antara lain adalah penggunaan varietas, penggunaan pupuk, sebagian penggunaan traktor dalam pengolahan tanah. Perbaikan teknologi budidaya, termasuk pola usahatani dengan diversifikasi komoditas (misalnya padi-jeruk, padi-palawija-sayur-mayur, ubi dan sebagainya) dan diversifikasi usahatani integrasi tanaman-ternak (seperti padi-itik/ayam, padi-ikan) sehingga dapat meningkatkan pendapatan petani.

Dengan adanya diversifikasi komoditas, maka peluang untuk peningkatan pendapatan juga dapat dilakukan dengan peningkatan pengolahan hasil sekunder sehingga sebagian dari nilai tambah dapat diterima petani. Nilai lainnya adalah pemanfaatan limbah pertanian, seperti jerami untuk jamur merang, pakan ternak, bahkan biogas untuk keperluan rumah tangga.

Penguatan Kerjasama Kelembagaan

Pertanian berkelanjutan tidak dapat dilepaskan dari campur tangan para pemangku kepentingan (*stakeholder*) dan kerjasama kelembagaan baik di tingkat pusat maupun daerah. Kerjasama kelembagaan ini meliputi institusi pembuat kebijakan, penyuluhan, dan

penelitian dan pengembangan. Sementara ini terkesan kerjasama kelembagaan ini baru pada tingkat komunikasi, dan sangat diharapkan segera sampai pada tingkat implementasi. Upaya perubahan dan perbaikan budidaya dan pola tanam, introduksi inovasi teknologi senantiasa melibatkan berbagai pihak dan institusi serta kelembagaan di berbagai tingkat. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian sebagai salah satu institusi atau lembaga negara mempunyai peran penting sebagai penghasil inovasi dan teknologi baik pada aspek budidaya maupun aspek pengelolaan lahan gambut secara berkelanjutan, termasuk teknologi mitigasi dan adaptasi terhadap perubahan iklim (Noor 2010). Misalnya hasil kerjasama penelitian dan pengembangan untuk pertanian di lahan gambut yang dilaksanakan oleh ICCTF (*Indonesia Climate Change Trust Fund*) dapat dijadikan referensi dalam pengembangan pertanian di lahan gambut ke depan (Balitbangtan-ICCTF 2013).

Kebijakan Pemerintah

Dorongan pemerintah berupa kebijakan dalam upaya penerapan sistem pertanian berkelanjutan di lahan gambut sangat penting. Perhatian dan komitmen pemerintah terhadap lahan gambut selama ini terkesan terputus-putus (*inkonsisten*). Otonomi daerah pada dasarnya memberikan peluang bagi pemerintah daerah untuk memanfaatkan lahan gambut seluas-luasnya untuk pangan dan energi (perkebunan). Namun demikian dorongan dan dukungan pemerintah pusat tetap diperlukan.

KESIMPULAN DAN IMPLIKASI KEBIJAKAN

Praktek-praktek pertanian di lahan gambut berkembang seiring dengan campur tangan manusia berupa teknologi, termasuk perkembangan orientasi atau sikap *agent* utama, yaitu petani, yang mempunyai pengaruh terhadap kegiatan pertanian di lahan gambut.

Bentuk maupun cara-cara pertanian berkelanjutan di lahan gambut ditentukan oleh faktor biofisik dan sosial ekonomi yang saling berinteraksi antara satu dengan lain. Faktor biofisik meliputi (1) tanah, (2) air, (3) tanaman, dan (4) lingkungan hidup, termasuk hama dan penyakit tanaman. Faktor sosial ekonomi meliputi (1) keuntungan komparatif, (2) persepsi masyarakat dan (3) kondisi sosiologis.

Dalam mendukung sistem pertanian berkelanjutan di lahan gambut, maka faktor penting

utama yang perlu diperhatikan adalah pengelolaan air dan pengendalian hama dan penyakit tanaman. Sistem pengelolaan air yang semula diarahkan pada pengeringan (drainase), maka untuk lahan gambut yang sudah terbuka justru diperlukan pengairan. Pengendalian hama yang utama di lahan gambut antara lain hama tikus, babi, monyet, serangga (wereng cokelat, hama putih palsu, penggerek batang/buah, penghisap), sedang penyakit utama antara lain blas, tungro, dan jamur.

Upaya yang diperlukan agar dapat mendukung penerapan sistem pertanian berkelanjutan di lahan gambut antara lain: (1) penyusunan zonasi penggunaan lahan, (2) perbaikan sistem pengelolaan lahan dan tanaman, (3) peningkatan nilai tambah, (4) penguatan kelembagaan, dan (5) dukungan kebijakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambak, K dan L. Melling. 2000. Management practices for sustainable cultivation of crop plants on tropical peatlands. Pp. 119-129 In Proceeding of the International Symposium on Tropical Peatlands. 22-23 November 1999. Bogor-Indonesia.
- Anwar, K dan Mawardi. 2011. Dinamika tinggi muka air dan kemasaman air pasang surut pada saluran sekunder sepanjang sungai Barito. *Jurnal Tanah dan Iklim Edisi Khusus*: 1-12.
- Balitbangtan-ICCTF (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian - Indonesia Climate Change Trust Fund). 2013. Laporan Akhir Tahun Kegiatan ICCTF Fase 2 2013. Badan Litbang Pertanian, Kementan. Jakarta. 142 hlm.
- Barani, A.M. 2012. Karet Alam sebagai ATM Petani dan Sumber Devisa Negara. *Media Perkebunan*. Jakarta. 102 hlm.
- BBSDLP (Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian), 2011. Peta Lahan Gambut Indonesia Skala 1:250.000 (Indonesian Peatland Map at The Scale 1:250,000). Indonesian Center for Agricultural Land Resources Research and Development, Bogor, Indonesia.
- GOI-TN (Government of Indonesia - The Netherland). 2008. Master Plan for the Rehabilitation and Revitalisation of the Ex Mega Rice Project in Central Kalimantan. Report First Draft for Counsultation July. 2008. 189 hlm.
- Hadi, A. 2010. Pengelolaan lahan gambut yang berkelanjutan ditinjau dari aspek biologi tanah. Makalah Semiloka Nasional Pemanfaatan Lahan Gambut Berkelanjutan untuk Mengurangi Kemiskinan dan Percepatan Pembangunan Daerah, 28 Oktober 2010. Institut Pertanian Bogor (IPB). Bogor.
- INPRES (Instruksi Presiden Republik Indonesia) No. 6 Tahun 2011 tentang Penundaan Pemberian Izin Baru dan Penyempurnaan Tata Kelola Hutan Alam Primer dan Lahan Gambut (selama dua tahun sampai tahun 2013).
- INPRES (Instruksi Presiden Republik Indonesia) No. 10 Tahun 2013 tentang Penundaan Pemberian Izin Baru dan Penyempurnaan Tata Kelola Hutan Alam Primer Dan Lahan Gambut (selama dua tahun sampai tahun 2015).
- Najiyati, S., L. Muslihat, I.N.N. Suryadiputra. 2005. Panduan Pengelolaan Lahan Gambut untuk Pertanian Berkelanjutan. Wetland International - Indonesia Programme & WHC. Bogor, Indonesia. Hlm. 241.
- Noor, M. 2001. Pertanian Lahan Gambut, Potensi dan Kendala. Kanisius. Yogyakarta. Hlm 174.
- Noor, M. 2004. Lahan Rawa, Pengelolaan Tanah Bermasalah Sulfat Masam. Rajawali Pers. Jakarta. Hlm 241.
- Noor, M. 2010. Lahan Gambut, Pengembangan, Konservasi dan Perubahan Iklim. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta. Hlm 212.
- Noor, M. 2012a. Sejarah pembukaan lahan gambut untuk pertanian di Indonesia. Hlm 399-412. Dalam Edi Husen *et al.* (Ed.). Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Lahan Gambut Berkelanjutan. BBSDLP. Bogor.
- Noor, M. 2012b. Kearifan lokal pertanian di lahan gambut. Hlm. 155-172. Dalam Edi Husen *et al.* (Ed.). Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Lahan Gambut Berkelanjutan. BBSDLP. Bogor.
- Noor, M. dan Y. Rina. 2001. Pola tanam sawit dupa dalam perspektif peningkatan produksi padi di lahan pasang surut. Hlm. 571-578. Dalam B. Prayudi *et al.* (Ed.). Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Tanaman Pangan Lahan Rawa. Puslitbangtan-BALITTRA. Bogor/Banjarbaru.
- Noor, M., Mukhlis dan Achmadi. 2007. Pengelolaan sumberdaya lahan rawa dalam perspektif pengembangan inovasi teknologi pertanian. Hlm. 211-222. Dalam D. Subardja *et al.* (Ed.). Prosiding Seminar Nasional Sumberdaya Lahan Pertanian, Buku III. 14-15 September 2006. BBSDLP. Bogor.
- Noor, M., Noorinayuwati, dan A. Jumberi. 2008. Pemanfaatan dan pengelolaan lahan gambut untuk pertanian: keterbatasan, ketentuan dan kelestarian. *Jurnal Alami* 13 (1): 1-8.
- Noor, M., A. Haerani, Muhammad, S. Nurzakiah, dan A. Fahmi. 2009. Pengembangan Teknologi Pemupukan Berdasarkan Dinamika Hara Pada Tanaman Padi IP 300 di Lahan Rawa Pasang Surut. Laporan Hasil Penelitian SINTA 2009. Balai Penelitian Pertanian Lahan Rawa. Banjarbaru.
- Noor, M., M. Saleh dan H. Syahbuddin. 2013. Penggunaan dan Permasalahan Lahan Gambut. Hlm. 63-88. Dalam M. Noor, M. Alwi, Mukhlis dan M. Thamrin (Ed). *Lahan Gambut, Pemanfaatan dan Pengembangannya untuk Pertanian*. Kanisius. Yogyakarta.
- Noorinayuwati, A. Rafieq, M. Noor, dan A. Jumberi. 2007. Kearifan lokal dalam pemanfaatan lahan gambut untuk pertanian di Kalimantan. Hlm. 11-27. Dalam Mukhlis *et al.* (Ed). *Kearifan Lokal Pertanian di Lahan Rawa*. BBSDLP. Bogor.
- Nugroho, K. 2012. Sejarah penelitian gambut dan aspek lingkungan. Hlm 173-184. Dalam Edi Husen *et al.* (Ed).

- Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Lahan Gambut Berkelanjutan. BBSDLP. Bogor.
- Rahayu, S., B. Lusiana, dan M. van Noordwijk. 2005. Above Ground Carbon Stock Assesment For Various Land Use Systems in Nunukan, East Kalimantan. Pp 21-34. In Lusiana, B, van Noordwijk dan Rahayu, S (Ed). Carbon Stock Monitoring in Nunukan, East Kalimantan, A Spatial and Modelling Approach. World Agroforestry Centre. Bogor.
- Saragih, S., M. Alwi, dan M. Thamrin. 2013. Teknologi budidaya tanaman perkebunan di lahan gambut. Hlm. 149-186. Dalam M. Noor, M. Alwi, Mukhlis, D. Nusyamsi dan M. Thamrin (Ed). Lahan Gambut, Pemanfaatan dan Pengembangannya untuk Petanian. Kanisus. Yogyakarta.
- Simatupang, R.S.S., I. Indrayati dan S. Asikin. 2013. Teknologi budidaya tanaman pangan di lahan gambut. Hlm. 89-116. Dalam M. Noor, M. Alwi, Mukhlis, D. Nusyamsi dan M. Thamrin (Ed). Lahan Gambut, Pemanfaatan dan Pengembangannya untuk Petanian. Kanisus. Yogyakarta.
- Subarja, D. dan E. Suryani, 2012. Klasifikasi dan distribusi tanah gambut di Indonesia serta pemanfaatannya untuk pertanian. Hlm. 87-94. Dalam Edi Husen et al. (Ed). Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Lahan Gambut Berkelanjutan. BB SDLP. Bogor.
- Suryatmojo, H. 2012. Adaptasi masyarakat di kawasan ekosistem gambut dalam mengantisipasi perubahan iklim. Jurnal Ilmu Sosial Transformatif Wacana 27 (14): 55-84.
- Susilawati, H.I., M. Noor, T. Sopiawati, A. Pramono, dan P. Setyanto. 2012. Peranan pemberian bahan organik dan dolomit terhadap emisi GRK (CO₂ dan CH₄) dan neraca karbon pada lahan padi sawah di tanah gambut, Kalimantan Selatan. Hlm. 357-368. Dalam Edi Husen *et al.* (Ed). Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Lahan Gambut Berkelanjutan. BBSDLP. Bogor.
- Thamrin, M. dan S. Asikin. 2005. Strategi pengendalian penggerek batang padi tanpa insektisida sintetis di lahan rawa pasang surut. Hlm 251-260. Dalam Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknolgi Pengelolaan Sumberdaya Lahan Rawa dan Pengendalian Pencemaran Lingkungan, 5-7 Oktober 2004. Banjarbaru. Puslitbantanak. Bogor.
- Tarigan, B. dan T. Sipayung. 2011. Perkebunan Kelapas Sawit dalam Perekonomian dan Lingkungan Hidup Sumatera Utara. IPB Press. Bogor. Hlm 128.
- WACLIMAD (Water Management for Climate Change Mitigation and Adaptive Management Development). 2012. Lowland Macro Zoning. Working Paper 3. Bappenas.-Euroconsult MatMacDonald. GOI-World Bank. Jakarta.
- Wahyunto, S. Ritung, K. Nugroho, Y. Sulaeman, Hikmatullah, C. Tafakresnanto, Suparto, dan Sukarman. 2013a. Peta Lahan Gambut Terdegradasi di Pulau Sumatera Skala 1:250.000. Badan Litbang Pertanian. Bogor.
- Wahyunto, S. Ritung, K. Nugroho, Y. Sulaeman, Hikmatullah, C. Tafakresnanto, Suparto, dan Sukarman. 2013b. Peta Lahan Gambut Terdegradasi di Pulau Kalimantan dan Papua Skala 1:250.000. Badan Litbang Pertanian. Bogor.