

Model Pengelolaan Perkebunan Kelapa Sawit Berkelanjutan Pada Lahan Gambut di Provinsi Riau

Model of Sustainability of Palm Oil Management in Peatlands, Riau

Besri Nasrul^{1*}, Suwondo², Anthony Hamzah³, Idwar¹, Syahril Nedi⁴, Surnadi⁵

¹Staf Pengajar Jurusan Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Riau

²Staf Pengajar Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Riau

³Staf Pengajar Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Riau

⁴Staf Pengajar Jurusan Kimia Lingkungan, Fakultas MIPA, Universitas Riau

⁵Staf Bidang Ekonomi Pembangunan, Balitbang Provinsi Riau

ABSTRACT

A model of sustainable oil palm management in the tropical peatlands in Riau, precise and comprehensive data of land and social economic farmers are required. The research has conducted in the Riau District four months by using field survey on land unit. The lands were had evaluated by maximum limiting factors and the socio-economic were calculated by Multi-Dimensional Scaling. Oil palm development exist in the peatland affected on: 1) DHL score which exceeds saturation level of 4 mS, and the highest score in Bengkalis 107,32 mS; 2) Land subsidence > 6 cm year⁻¹ especially Rokan Hilir have 18 cm year⁻¹; 3) Change of ground water exceeding value float for oil palm (60 cm), highest value there was Siak 30-95 cm; 4) Level continue oil palm plantation in peatlands for the ecology dimension showed index 47,35% (less have continuation) with ecology factor having an effect: water level, prevention of burning land, usage of amelioran /fertilization, and specific of site technology; 5) For social dimension showed index 55,65% (enough have continuation) with social factor having an effect: community empowerment, policy synchronization, solving of sosio-conflict, and weak of law straightening; 6) For economic dimension showed index 68,62% (enough have continuation) with economic factor having an effect: capital structure, price of fruit, and production equipments.

Keywords: sustainable management model, tropical peatland, oil palm

ABSTRAK

Model pengelolaan perkebunan kelapa sawit yang berkelanjutan pada lahan gambut di Provinsi Riau membutuhkan data-data tentang lahan dan sosial-ekonomi yang terpadu. Penelitian ini dilakukan di daerah Riau selama empat bulan dengan menggunakan pengukuran unit tanah. Lokasi pengamatan ditentukan sebelum ke lapangan berdasarkan Peta Satuan Lahan sebagai unit pengambilan sampelnya. Metode yang digunakan untuk analisis lahan adalah faktor pembatas, sedangkan analisis keberlanjutan dilakukan dengan pendekatan *Multi-Dimensional Scaling*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengelolaan rawa gambut pada agroekologi perkebunan kelapa sawit berpengaruh kepada: 1) Nilai DHL melebihi ambang kerusakan gambut (4 mS) dan tertinggi di Bengkalis (107,32 mS); 2) Subsideni melebihi ambang kerusakan gambut (6 cm/tahun) dan tercepat di Rokan Hilir (18 cm/tahun); 3) Perubahan kedalaman air tanah melebihi nilai ambang budidaya (60 cm) dan tertinggi di Siak (30-95 cm); 4) Tingkat keberlanjutan perkebunan kelapa sawit pada lahan gambut untuk dimensi ekologi menunjukkan indeks 47,35% (kurang berkelanjutan) dengan faktor yang berpengaruh adalah pengaturan tata air, pencegahan kebakaran, penggunaan amelioran/pemupukan, penerapan teknologi spesifik lokasi; 5) Untuk dimensi sosial menunjukkan indeks 55,65% (cukup berkelanjutan) dengan faktor yang berpengaruh adalah pemberdayaan petani, sinkronisasi kebijakan, penyelesaian konflik lahan dan lemahnya penegakan hukum; 6) Untuk dimensi ekonomi menunjukkan indeks 68,62% (cukup berkelanjutan) dengan faktor yang berpengaruh adalah struktur permodalan, harga TBS, sarana produksi.

Kata kunci: model pengelolaan berkelanjutan, lahan gambut tropika, kelapa sawit

* Penulis Korespondensi : bes_nasrul@yahoo.co.id

PENDAHULUAN

Pemerintah Provinsi Riau mengembangkan perkebunan kelapa sawit melalui program K2I maupun program-program kebun kabupaten sebagai upaya mensejahterakan masyarakat. Upaya-upaya tersebut, menjadikan daerah ini memiliki luas kebun kelapa sawit yang terluas di Indonesia, yaitu 25% dari total luas kebun kelapa sawit secara nasional. Luas lahan perkebunan kelapa sawit yang tercatat adalah sebesar 2.056.008 ha (Dinas Perkebunan Provinsi Riau, 2009).

Pengembangan kebun kelapa sawit di Provinsi Riau akan mengkonversi lahan gambut, karena sebesar kurang lebih 4 juta hektar dari daratannya terdiri atas lahan gambut (BBSDL, 2009). Konversi lahan gambut akan meningkatkan laju oksidasi sehingga rentan kebakaran, subsiden, banjir, dan intrusi air laut. Gangguan fungsi rawa gambut juga dapat menyebabkan lepasnya karbon ke atmosfer dan mendorong laju perubahan iklim (CCFPI, 2005; Las, Nugroho dan Hidayat, 2008).

Kawasan lahan gambut akan sulit dipulihkan kondisinya apabila telah mengalami kerusakan (Sabiham dan Sudadi, 2010). Tahap ini tentu akan memberikan dampak negatif bagi masyarakat sekitarnya. Untuk itu, dalam rangka pengelolaan yang berkelanjutan, Pemerintah Daerah Provinsi Riau perlu mengkaji kelayakan keruangan, lingkungan, dan dampak sosial ekonomi dari lahan-lahan rawa gambut yang telah dikembangkan untuk perkebunan kelapa sawit.

Hubungan pembangunan kelapa sawit dengan degradasi lahan gambut sampai saat ini belum banyak diketahui. Penelitian-penelitian yang menelaah perubahan vegetasi hutan menjadi perkebunan kelapa sawit dalam kaitannya dengan perubahan iklim, jumlah air tanah, kesuburan tanah, dan sosial ekonomi belum banyak dilakukan (Nasrul, Sudharsono, dan Ardiansyah, 2005). Kebanyakan argumentasi yang menyatakan bahwa degradasi lahan gambut akibat pengusahaan perkebunan kelapa sawit masih bersifat asumsi atau belum ditemukan bukti ilmiah yang meyakinkan. Oleh karenanya, kajian mengenai hubungan dampak pembangunan perkebunan kelapa sawit dengan lingkungan lokal perlu dilakukan.

Tujuan penelitian ini adalah:

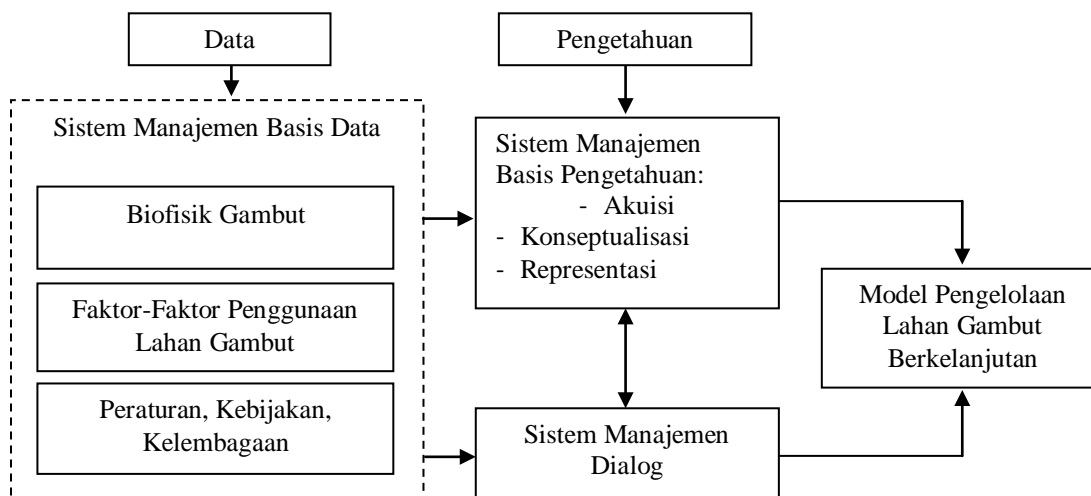
1. Mengetahui pengaruh pembangunan perkebunan kelapa sawit terhadap kondisi biofisik, sosial dan ekonomi masyarakat di sekitar perkebunan kelapa sawit;
2. Mengidentifikasi model pengelolaan perkebunan kelapa sawit yang berkelanjutan dan spesifik lokasi untuk lahan gambut di Provinsi Riau.

BAHAN DAN METODE

Alur pikir penelitian menggunakan sistem penunjang keputusan (Gambar 1). Penetapan lokasi dilakukan sengaja dengan pertimbangan bahwa perkebunan kelapa sawit dengan umur tanaman menghasilkan (\pm 10 tahun) berada pada kawasan rawa gambut marine, transisi dan pedalaman serta kawasan lindung gambut sebagai kontrol.

Lokasi pengamatan ditentukan sebelum ke lapangan berdasarkan Peta Satuan Lahan sebagai unit pengambilan sampelnya (Nasrul, Hamzah dan Idwar, 2009). Jumlah lokasi pengamatan yang telah dilakukan adalah 45 titik. Teknik *geographical information system* yang digunakan untuk menghasilkan peta ini adalah tumpang tepat. Jenis dan sumber data yang diperlukan untuk penelitian ditunjukkan pada Tabel 1.

Metode yang digunakan untuk analisis karakteristik lahan gambut lingkungan pasca perkebunan kelapa sawit di Provinsi Riau disajikan Tabel 1, sedangkan analisis keberlanjutan pengelolaan rawa gambut pada agroekologi perkebunan kelapa sawit dilakukan dengan pendekatan *Multi-Dimensional Scaling* (MDS). Analisis keberlanjutan melalui tahapan: 1) Penentuan atribut pengelolaan ekosistem rawa gambut secara berkelanjutan untuk dimensi ekologi, ekonomi, dan sosial; 2) Penilaian atribut dalam skala ordinal berdasarkan kriteria keberlanjutan untuk setiap faktor dan analisis ordinasasi yang berbasis MDS, dan 3) Penyusunan indeks dan status keberlanjutan pengelolaan rawa gambut. Kategori status keberlanjutan pada studi ini disusun atas empat skala dasar (0-100): \leq 24,9 (buruk); 25-49,9 (kurang); 50-74,9 (cukup); dan $>$ 75 (baik) (Walter dan Stutzel, 2009).



Gambar 1. Sistem Pendukung Keputusan Model Pengelolaan Perkebunan Kelapa Sawit Berkelanjutan pada Lahan Gambut di Provinsi Riau

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Biofisik Lahan Gambut

Hasil pengamatan terhadap karakteristik lahan gambut yang ada di Provinsi Riau, ambang kerusakan gambut dan nilai ambang untuk budidaya kelapa sawit disajikan berturut-turut pada Tabel 2.

Lahan gambut yang diusahakan oleh masyarakat untuk budidaya kelapa sawit termasuk gambut sedang (100-200 cm) dan pada beberapa lokasi termasuk gambut dalam (> 3 meter). Nilai bobot isi berkisar 0,1-0,3 g/cm³. Nilai ini berhubungan erat dengan tingkat kematangan gambut, dimana semakin besar nilai bobot

isinya, maka semakin matang gambut. Tingkat kematangan tanah gambut rata-rata hemik atau gambut setengah matang. Tingkat kemasaman lahan gambut yang dijadikan kebun kelapa sawit berada pada kisaran masam dan sangat masam, dengan nilai pH H₂O rata-rata 3,5-4,2. Berdasarkan nilai pH ini, maka kawasan gambut termasuk pada gambut peralihan dan pantai. Gambut peralihan dan pantai memiliki kejenuhan basa masing-masing 1-5% dan 3-7%, sehingga tingkat kesuburannya rendah.

Berdasarkan nilai DHL, kawasan budidaya kelapa sawit berada pada kondisi di atas ambang batas kerusakan (4 mS) yang dapat menyebabkan terjadinya

Tabel 1. Jenis Data dan Cara Pengumpulan Data

No.	Jenis Data	Teknik
1.	Karakteristik lahan: Warna (<i>Munsell Soil Chart</i>), Ketebalan gambut, cm (pemboran); Kematangan/komposisi gambut (metode cepat di lapangan,McKinzie); Substratum (pemboran); Kadar air, % (gravimetri, Klute); Kedalaman air tanah (pemboran); Drainase (perhitungan); Luapan dan banjir (perhitungan); Salinitas, mmhos/cm (konduktometer); Berat volume, g/cm ³ (pemboran); Kadar serat, % (pemboran); pH H ₂ O 1:1 (pH-meter); C-organik, % (Walkley Black); N-total, % (Kjeldahl); DHL (mS); kedalaman pirit, cm (pemboran)	Sampling Tanah
2.	Identifikasi faktor strategis (Prospektif)	Wawancara, FGD
3.	Perbandingan antar faktor (Prospektif)	Wawancara, FGD
4.	Analisis kebutuhan stakeholders	Wawancara, FGD
5.	Data aspek ekonomi: produktifitas, produksi, pemodalan petani, pendapatan	<i>Desk study</i> , konsultasi (data series)
6.	Data aspek sosial: jumlah penduduk, ketersediaan tenaga kerja, tingkat pendidikan, umur tenaga kerja	
7.	Aspek teknologi: ketersediaan teknologi, penyuluhan pertanian, penyuluh,	

Tabel 2. Karakteristik Lahan Gambut pada Kawasan Hutan Alami dan Kawasan Budidaya Kelapa Sawit di Provinsi Riau

No.	Karakteristik Lahan	Nilai Rata-rata Karakteristik Lahan					Keterangan*
		I	II	III	IV	V	
1.	Ketebalan (cm)	358	170,50	157,30	97,10	118,5	Ambang budidaya < 300 cm
2.	Kematangan	He-Fi	He	He	He	He	Ambang budidaya hemik dan saprik
3.	Substratum	Li	Li-LiD	LLiP	Li	LLi-LiD	Ambang budidaya bukan pasir kuarsa
4.	Air tanah (cm)	17	26,8	30-95	31,10	33,3	Ambang budidaya < 60 cm dan ambang kerusakan gambut ≥ 100 cm di musim kemarau
5.	Pirit (cm)	≥ 400	100-250	>150	82,1	123	Ambang budidaya > 100 cm
6.	Subsidence (cm)	-	32	35-45	30-40	20-140	Ambang kerusakan gambut 30 cm / 5tahun
7.	pH H ₂ O (1:1)	3,36	3,62	3,88	3,45	3,98	Ambang kerusakan gambut nilai pH 3,5
8.	DHL (mS)	10,82	22-65	14-75	107,32	16,82	Ambang kerusakan gambut > 4 mS
9.	Berat Volume (g/cm ³)	0,1 - 0,2	0,2-0,3	0,2-0,3	0,2-0,3	0,2-0,3	Ambang kerusakan gambut < 0,1 g/cm ³

Keterangan: I=Hutan Alami; II=Indragiri Hilir; III=Siak; IV=Bengkalis; V=Rokan Hilir; He = Hemik; Fi=Fibrik; Sa=Saprik; Li=Liat; LLiP=Lempung liat berpasir; LiD=Liat berdebu; *Ambang kerusakan gambut (KLH, 2007)

Tabel 3. Tingkat Pendapatan Petani Kelapa Sawit pada Lahan Gambut

No.	Kategori Pendapatan (Rp)	Pendapatan (Rp)/Bulan	
		Sawit	Non Sawit
1	1.000.000-2.500.000	38 (4,75 %)	341 (85,25 %)
2	2.600.000-3.500.000	119 (14,75 %)	3 (0,75 %)
3	> 3.600.000	243 (60,75 %)	56 (7 %)
	Jumlah Responden	400 (100 %)	400 (100 %)

proses *plasmolisis* (pemecahan sel akar aktif) sehingga tanaman mati. Berdasarkan kondisi di lapangan, proses plasmolisis belum terjadi. Hal ini disebabkan karena gambut selalu basah tergenang secara periodik. Tingginya nilai DHL lebih disebabkan oleh penyusupan air laut, karena tipe gambut termasuk pada tipe gambut peralihan dan gambut pantai (Limin, Layuniati, dan Jamal, 2000; Meiling dan Goh, 2008).

Lapisan sedimen di bawah gambut umumnya mineral liat sampai lempung berliat yang mengandung pirit, dengan kedalaman pirit rata-rata >100 cm, kecuali di lahan gambut yang terdapat di kabupaten Bengkalis yang memiliki kedalaman pirit rata-rata <100 cm. Menurut Widjaja-Adhi (1986), apabila pembuatan saluran drainase sampai pada lapisan pirit, maka akan terjadi proses oksidasi pirit sehingga akan menyumbang kemasaman tanah.

Pendapatan petani kelapa sawit di lahan gambut lebih rendah dibandingkan dengan petani sawit di tanah mineral. Besarnya biaya pengelolaan lahan yang harus dikeluarkan petani untuk meningkatkan produktivitas lahan menjadi penyebab pendapatan petani lebih kecil. Sungguh pun demikian, hasil pengamatan dan wawancara terhadap 400 responden petani kelapa sawit menunjukkan bahwa pendapatan petani kelapa sawit per bulan paling besar berada pada kategori tinggi (> Rp. 3.600.000), yaitu mencapai 60,75 %. Sebaliknya pada perkebunan non kelapa sawit, kebanyakan petani berada pada kategori pendapatan rendah (≤ Rp. 2.500.000) seperti terlihat pada Tabel 2.

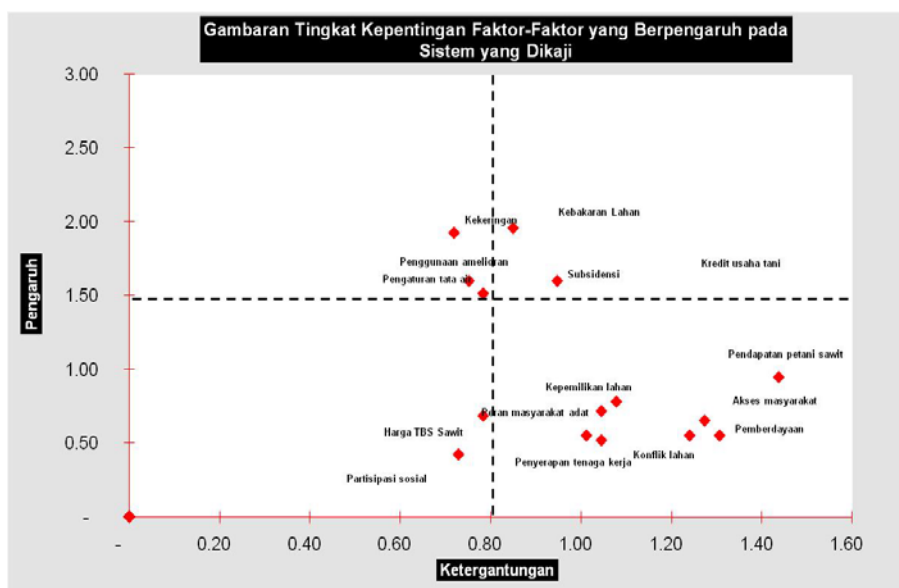
Faktor Penting Pengelolaan

Berdasarkan hasil analisis keberlanjutan perkebunan kelapa sawit pada lahan gambut diperoleh 15 atribut sensitif yang mempengaruhi indeks keberlanjutan dan merupakan variabel penting kondisi

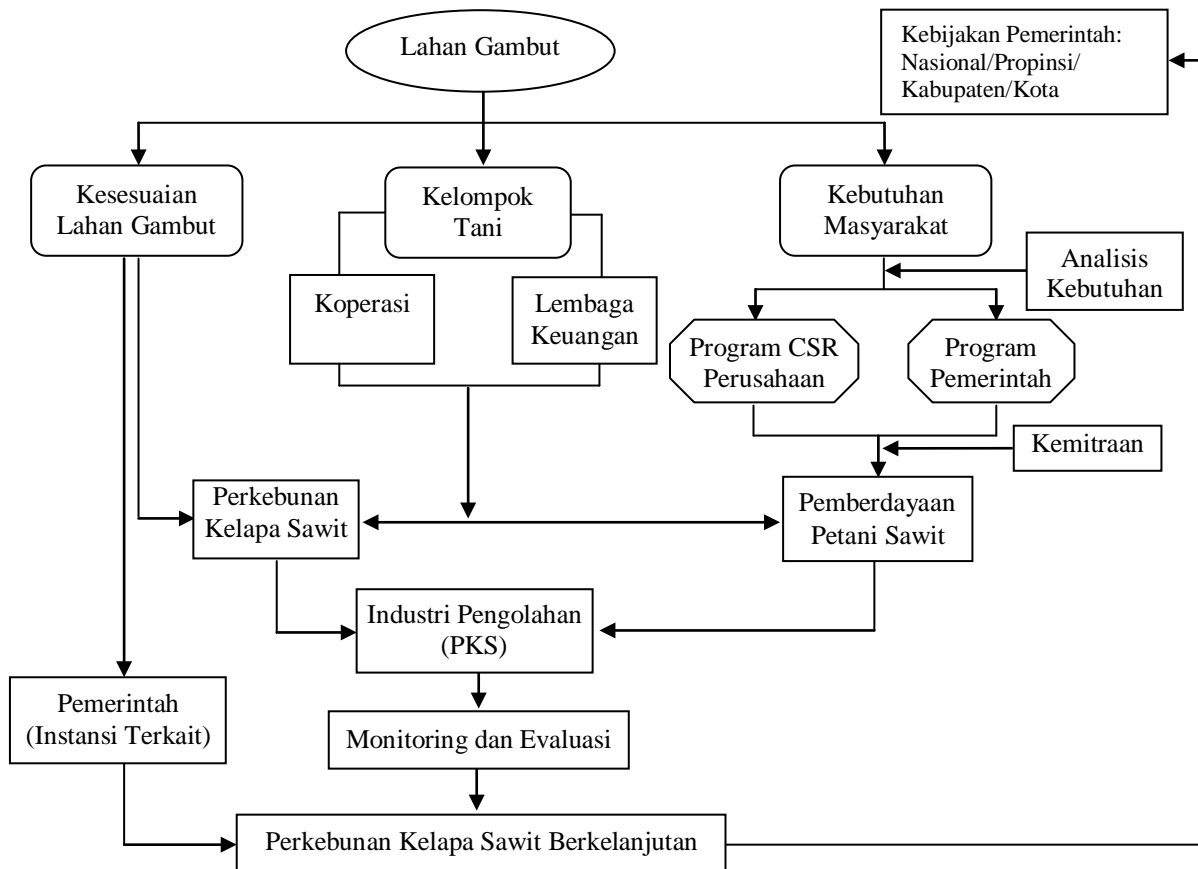
saat ini. Indeks keberlanjutan untuk dimensi ekologi sebesar 47,35% (kurang berkelanjutan), dimensi ekonomi sebesar 68,62% (cukup berkelanjutan) dan dimensi sosial sebesar 55,65% (cukup berkelanjutan).

Variabel penting yang berpengaruh terhadap keberlanjutan dimensi ekologi antara lain: (1) Produktifitas kebun sawit, (2) Pengaturan tata air, (3) Kebakaran lahan, (4) Kekeringan, dan (5) Kesuburan lahan gambut. Variabel penting yang berpengaruh terhadap keberlanjutan dimensi ekonomi antara lain: (1) Kredit usaha tani, (2) Jumlah penduduk miskin, (3) Penyerapan tenaga kerja, (4) Pendapatan petani sawit dan (5) Kepemilikan lahan, sedangkan variabel penting yang berpengaruh terhadap keberlanjutan dimensi ekonomi antara lain: (1) Kemandirian masyarakat, (2) Konflik lahan, (3) Akses masyarakat, (4) Pola hubungan dalam masyarakat dan (5) Pemberdayaan masyarakat.

Hasil analisis prospektif terhadap 15 atribut variabel penting diperoleh 6 faktor kunci, seperti terlihat pada Gambar 2. Faktor kunci indeks keberlanjutan yang diperoleh antara lain: (1) Pengaturan tata air, (2) Kebakaran lahan, (3) Kekeringan, (4) Subsidi dan (5) Kredit usaha tani. Hasil wawancara dan survei lapangan menunjukkan bahwa dalam pengelolaan perkebunan kelapa sawit pada lahan gambut di masa yang akan datang harus memperhatikan faktor-faktor penting secara ekologi, ekonomi dan sosial. Faktor ekologi yang berpengaruh pada pengelolaan lahan gambut: (1) Pengaturan tata air, (2) Pencegahan kebakaran, (3) Penggunaan bahan amelioran/pemupukan, (4) Penerapan teknologi spesifik lokasi. Faktor ekonomi yang berpengaruh pada pengelolaan lahan gambut antara lain : (1) Struktur permodalan, (2) Harga TBS, (3) Sarana produksi. Faktor sosial yang berpengaruh pada pengelolaan lahan gambut antara lain: (1) Lemahnya penegakan hukum, (2) Sinkronisasi kebijakan, (3) Pemberdayaan petani, (4) Penyelesaian konflik lahan



Gambar 2. Pengaruh dan Ketergantungan Antar Variabel Penting Berdasarkan Analisis Keberlanjutan.



Gambar 3. Model Pengelolaan Perkebunan Kelapa Sawit Berkelanjutan di Lahan Gambut.

Model Pengelolaan

Pembangunan berkelanjutan menghendaki adanya keselarasan antara dimensi ekologi (lingkungan), ekonomi dan sosial. Terdapat ketimpangan yang besar dalam aspek lingkungan, ekonomi dan sosial dalam pengembangan perkebunan kelapa sawit di Provinsi Riau. Keuntungan ekonomi yang diperoleh dari perkebunan kelapa sawit belum diikuti oleh pengelolaan lahan (ekologi) yang berkelanjutan. Kondisi ini menyebabkan secara ekologi (lingkungan) lahan gambut mengalami degradasi yang berakibat pada produktifitas lahan semakin rendah.

Pendekatan integratif faktor ekologi, ekonomi dan sosial perlu dilakukan pada kawasan perkebunan kelapa sawit pada lahan gambut (Sumardjo dan Suwondo, 2010). Perlu dirancang suatu model pengelolaan yang mempertimbangkan semua komponen termasuk sumberdaya lokal yang terdapat pada ekosistem pada Gambar 3.

KESIMPULAN

Lahan gambut perkebunan kelapa sawit di daerah studi merupakan gambut pantai dan transisi dengan kematangan hemik dan kedalaman 1-4 meter, sub stratum mineral lempung berliat sampai liat, nilai DHL melebihi ambang kerusakan gambut (4 mS) dan tertinggi di Kabupaten Bengkalis (107,32 mS), subsidensi melebihi ambang kerusakan gambut (6 cm/tahun) dan tercepat di Kabupaten Rokan Hilir (18

cm/tahun), serta perubahan kedalaman air tanah yang melebihi nilai ambang budidaya (60 cm) dan tertinggi di Kabupaten Siak (30-95 cm).

Tingkat keberlanjutan perkebunan kelapa sawit pada lahan gambut untuk dimensi ekologi menunjukkan indeks 47,35% (kurang berkelanjutan) dengan faktor yang berpengaruh adalah pengaturan tata air, pencegahan kebakaran, penggunaan amelioran/pupukan, penerapan teknologi spesifik lokasi. Tingkat keberlanjutan perkebunan kelapa sawit pada lahan gambut untuk dimensi sosial menunjukkan indeks 55,65% (cukup berkelanjutan) dengan faktor yang berpengaruh adalah pemberdayaan petani, sinkronisasi kebijakan, penyelesaian konflik lahan, dan lemahnya penegakan hukum. Tingkat keberlanjutan perkebunan kelapa sawit pada lahan gambut untuk dimensi ekonomi menunjukkan indeks 68,62% (cukup berkelanjutan) dengan faktor yang berpengaruh adalah struktur permodalan, harga TBS, sarana produksi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai DPA-SKPD Badan Penelitian dan Pengembangan Provinsi Riau Tahun Anggaran 2010. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi.

DAFTAR PUSTAKA

- BBSDL. 2009. Penelitian Kesesuaian Ekologis dan Teknologi Pada Lahan Gambut untuk Pembangunan Pertanian Berkelanjutan dan Ramah Lingkungan. Balai Besar Sumberdaya Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian. Jakarta.
- CCFPI. 2005. *Pemanfaatan Lahan Gambut secara Bijaksana untuk Manfaat Berkelanjutan*. Seri Prosiding 08. Ditjen Bina Bangda - Depdagri, Ditjen PHKA - Dephut, Pemprop. Kalimantan Tengah, Pemprop. Riau, Wetlands International - Indonesia Programme, Wildlife Habitat Canada, Global Environment Centre, WWF - Indonesia, Care International - Indonesia, Yayasan BOS - Mawas, LP3LH. Bogor.
- Dinas Perkebunan Provinsi Riau. 2009. Statistik Perkebunan Provinsi Riau. Dinas Perkebunan Provinsi Riau. Pekanbaru.
- Las I. K. Nugroho, dan A. Hidayat. 2008. Strategi pemanfaatan lahan gambut untuk pengembangan pertanian berkelanjutan. *J. Pengembangan Inovasi Pertanian* 2(4): 295-298. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor
- Limin, S., Layuniati., Jamal, Y., 2000. Utilization of Inland Peat for Food Crop Commodity Development Requires High Input and is Detrimental to Peat Swamp Forest Ecosystem. *Proc. International Symposium on Tropical Peatlands 22-23 November 1999*. Bogor-Indonesia.
- Meiling L, Goh KJ. 2008. Sustainable Oil Palm Cultivation on Tropical Peatland. *Tropical Peat Research Laboratory & Applied Agricultural Resources*. Kualalumpur
- Nasrul, B., Sudharsono, dan M. Ardiansyah. 2005. Karakteristik lahan untuk perkebunan kelapa sawit di daerah Kerinci dan sekitarnya. *J. Natur Indonesia* 8 (1): 59-64. Akriditasi.
- Nasrul, B., A. Hamzah, dan Idwar. 2009. Analisis digital landsat ETM+ untuk mengidentifikasi sistem agroforestri daerah riau. *Jurnal Tanah Tropika Vol. 4 (1):1-7*. Akriditasi.
- Radiansyah, A.D. 2006. Strategi Nasional Pengelolaan Gambut Berkelanjutan. KLH RI. Jakarta.
- Sabiham S, Sudadi U. 2010. Indonesian Peatlands and Their Ecosystem Unique: A Science Case for Conservation and Sound Management. *Conference Soil properties for soil fertility and for use of soil services*. Department of Soil Science and Land Resource, Bogor Agricultural University. Bogor
- Sumardjo dan Suwondo. 2010. Model Pemberdayaan Masyarakat dan Pengelolaan Konflik Sosial Pada Perkebunan Kelapa Sawit Di Provinsi Riau. Seminar dan Lokakarya Pengelolaan Terpadu Lingkungan Perkebunan Kelapa Sawit Berkelanjutan di Provinsi Riau, Pekanbaru, 28 Juli 2010
- Widjaja-Adhi.I.P.G. 1986. Pengelolaan lahan pasang surut dan lebak. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian* V(1) 1986.
- Walter CH, Stutzel. 2009. A New Method for Assessing the Sustainability of Land-use System (I): Identifying the relevant issues. *J. Ecological Economics*. 68 : 1275-1287.