ISSN 1907-0799

Makalah REVIEW

Evaluasi Kesesuaian Lahan Mineral dan Gambut untuk Peremajaan Tanaman Kelapa Sawit (Studi Kasus pada Beberapa Kebun Plasma di Provinsi Riau)

Suitability Evaluation of Mineral and Peat Lands for Replanting of Oil Palm (A Case Study on Several Smallholder Plantations in Riau Province)

[1]I Gusti Putu Wigena, [2]D. Subardja, dan [3]Andriati

[1] Peneliti Badan Litbang Pertanian di Balai Penelitian Tanah, Jl. Tentara Pelajar No. 12 Bogor 16114, email : wigenapandawa@gmail.com

[2] Peneliti Badan Litbang Pertanian di Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Lahan Pertanian, Jl. Tentara Pelajar No. 12 Bogor 16114, email : d.subardja@yahoo.com

[3] Peneliti Badan Litbang Pertanian di Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian, Jl. Tentara Pelajar No. 10 Bogor 16114

Diterima 10 September 2013; Disetujui Dimuat 6 November 2013

Abstrak. Kesesuaian lahan sangat berkaitan dengan potensi perkebunan kelapa sawit plasma yang mampu berproduksi secara optimum dan berkelanjutan sehingga sangat diperlukan baik untuk pembangunan kebun baru maupun peremajaan (*replanting*). Untuk itu, dilakukan penelusuran kegiatan karakterisasi lahan mineral dan gambut serta evaluasi kesesuaiannya untuk peremajaan tanaman yang sudah tidak produktif di beberapa kebun plasma selama periode 3 tahun dari 2007-2009. Semua kebun bermitra dengan PTPN 5 yaitu kebun plasma Sei Pagar Kabupaten Kampar Kiri dengan agroekosistem gambut dangkal (<300 cm), Sei Galuh Kabupaten Kampar Kanan dengan agroekosistem gambut dalam (500-1200 cm), dan Sei Tapung Kabupaten Rokan Hulu dengan agroekosistem tanah mineral kering masam, Provinsi Riau. Gambut dangkal mendominasi kebun kelapa sawit plasma di Sei Pagar, memiliki kelas kesesuaian lahan cukup sesuai (S2), pembatas retensi unsur hara (nr) dengan produktivitas rata-rata > 24 t tbs ha^{-1} th-1. Selain itu, ditemui juga lahan berbahan induk alluvial masam bergambut yang memiliki kelas kesesuaian lahan cukup sesuai (S2), pembatas ketersediaan unsur hara rendah dan retensi unsur hara (ns,nr), dengan produktivitas rata-rata >20 t tbs ha^{-1} th-1. Gambut dalam terdapat di kebun plasma Sei Galuh, memiliki kelas kesesuaian lahan sesuai marginal (S3), pembatas perkembangan perakaran, ketersediaan unsur hara rendah, dan retensi unsur hara (rc,ns,nr) dengan produktivitas rata-rata <12 t tbs ha^{-1} th^{-1}. Kebun kelapa sawit plasma di Sei Tapung didominasi oleh tanah mineral kering masam dengan topografi datar-berbukit, ada hubungan antara persentase lereng dengan kelas kesesuaian dan produktivitas kelapa sawit. Pada topografi datar (lereng 0-3%), kelas kesesuaian lahan cukup sesuai (S2), pembatas retensi unsur hara (nr), dengan produktivitas rata-rata >20,43 t tbs ha^{-1} th^{-1}. Pada topografi berombak-bergelombang (lereng 3-8%), kelas kesesuaian lahan cukup sesuai (S2), pembatas retensi unsur hara dan bahaya erosi ringan (nr,eh), dengan produktivitas rata-rata >17,21 t tbs ha^{-1} th^{-1}. Pada topografi berbukit (lereng>15%), kelas kesesuaian lahan sesuai marginal (S3), pembatas bahaya erosi, perkembangan perakaran, dan retensi unsur hara (eh,rc,nr) dengan produktivitas rata-rata <16,44 t tbs ha^{-1} th^{-1}.

Kata kunci : Kebun kelapa sawit plasma / Kesesuaian lahan / Tandan buah segar

Abstract. Land suitability evaluation has a significant correlation with the potential of smallholder oil palm plantation for optimum and sustainable production so that this activity become a prerequisite for both development of new plantation and replanting. Based on this reason, a review on the charachterization of mineral and peatland and its suitability evaluation for replanting of oil palm plantation on several smallholder oil palm plantation were conducted for the periode of 3 years, from 2007-2009. All plantation are under PTPN 5 partnership collaboration, namely Sei Pagar, Kampar Kiri Regency with shalow peat agroecosystem, Sei Galuh Kampar Kanan Regency with deep peat agroecosystem, and Sei Tapung Rokan Hulu Regency with mineral soil agroecosystem, Riau Province. The plantation areas are in Sei Pagar, dominated by shalow peatlands (<300 cm) with moderate suitability status (S2), and nutrients retention as a constraint (nr) and the average productivity is >24 t fruit bunches ha^{-1}year^{-1}. There is also found acidic clay alluvial as parent materials with moderate suitability status (S2), and root condition and nutrients retention (rc,nr) as constraints, and the average producitivity is >20 t fruit bunches ha^{-1} year^{-1}. Deep peatlands (500-1200 cm) are located at Sei Galuh with marginal suitability status (S3), and root condition, nutrients supply, and nutrients retention as the constraint (rc, ns,nr), and average productivity <12 t fruit bunches ha^{-1}year^{-1}. Sei Tapung areas are dominated by upland acid mineral soils with plain-highly topography. In this location, and there is a significant correlation between slope degrees and land sutaibility status and oil palm productivity. On the plain topography (slope 0-3%), land suitability is a moderate (S2) and nutrients retention (nr) as constraint with average productivity >20,43 t fruit bunches/ha/year. The lands with undulating-rolling tofographiq (slope degree 3-8%), land suitability status was moderate suitable (S2), nutrients retention and slighty erosion hazard (nr,eh) as the constraints and average productivity is >17,21 t fruit bunches ha^{-1}year^{-1}. On the hilly topography areas (slope >15%), the lands are marginal suitability status (S3) with heavy erosion hazard, root condition, and nutrients retention as constraints, and average oil palm productivity is <16,44 t fruit bunches ha^{-1}year^{-1}.

Keywords : Smallholder oil palm areas / Land suitability / Fruit bunches

Perkebunan kelapa sawit plasma merupakan perkebunan rakyat yang dalam pengembangannya diintegrasikan kepada Perkebunan Besar Swasta Nasional (PBSN) maupun Perkebunan besar Nasional (PBN). Secara nasional, program ini dimulai sejak tahun 1977 dengan dikeluarkannya pola Perusahaan Inti Rakyat (PIR) yang meliputi PIR-Lokal, PIR-Khusus dan PIR Berbantuan (NESS, *Nucleus Estate Smallholder*) Direktorat Jenderal Perkebunan 1992). Perkebunan kelapa sawit rakyat mengalami perkembangan pesat dengan rata-rata pertumbuhan luas tanam sebesar 25,2% (Departemen Pertanian, 2008). Sampai tahun 2011 luas areal tanamnya mencapai 36% terhadap total luasan kebun kelapa sawit di Indonesia yaitu 7,9 juta ha atau sekitar 2,85 juta ha (Anonimus 2012). Sementara itu, Dirjen Perkebunan (2012) menginformasikan bahwa luas lahan perkebunan kelapa sawit di Indonesia sekitar 8,8 juta ha, terdiri atas kebun sawit rakyat 3,8 juta ha (42,9%), Perkebunan Besar Nasional 793 ribu ha (8,9%), dan Perkebunan Besar Swasta 4,28 juta ha (48,2%).

Permasalahan yang umum dihadapi pada perkebunan plasma mulai terjadi sejak fase normatif (legalitas kebun), diikuti oleh permasalahn selama fase pembangunan kebun, fase konversi kebun, dan fase produksi. Akibatnya, pengelolaan kebun plasma jarang bisa memenuhi standar pengelolaan yang dianjurkan yang berujung pada timbulnya resiko jangka panjang yaitu penurunan produktivitas lahan dan pencemaran lingkungan (Hasibuan 2005). Produktivitas lahan perkebunan rakyat yang rendah tercermin dari rata-rata produksi kelapa sawit perkebunan rakyat secara nasional setinggi 3,4 t *crude palm oil* (CPO) ha^{-1} th^{-1}, lebih rendah dari PBN setinggi 4,43 t CPO ha^{-1} th^{-1} (Badan Pusat Statistik, 2008). Selain produksi dan kualitas yang rendah, pengelolaan yang tidak memenuhi standar juga berdampak terhadap umur ekonomis kelapa sawit yang lebih pendek dari umur produktif normal yaitu sekitar 25 tahun (Adiwiganda 2002).

Pentingnya peranan kelapa sawit dalam perekonomian nasional, pemerintah memberikan perhatian yang tinggi terhadap perkebunan kelapa sawit sebagai penghasil devisa yang besar (80% dari keseluruhan komoditas pangan andalan ekspor)(Kadin, 2010) dengan dikeluarkannya Program Revitalisasi Perkebunan (kelapa sawit, karet dan kakao). Untuk kelapa sawit, total areal kebun sasaran sekitar 1.550.000 ha dengan rincian perluasan areal 1.375 000 ha, peremajaan tanaman 125.000 ha, dan rehabilitasi tanaman seluas 50.000 ha (Direktorat Jenderal Perkebunan 2007). Hal ini mengindikasikan bahwa pengelolaan kebun plasma yang sesuai dengan potensi lahan diperlukan agar produksi sawit optimal dan lestari.

Evaluasi kesesuaian lahan merupakan kegiatan yang sangat penting dalam merancang pengelolaan sebidang lahan yang sesuai dengan potensinya. Menurut Sitepu (2007), evaluasi lahan merupakan proses penilaian penampilan atau keragaan (*performance*) lahan yang dipergunakan untuk tujuan tertentu yang meliputi pelaksanaan dan interpretasi survey dan studi bentuk lahan, tanah, vegetasi, iklim, dan aspek lahan lainnya agar dapat mengidentifikasi dan membuat perbandingan berbagai penggunaan lahan yang dikembangkan. Keluarannya adalah alternatif pilihan penggunaan lahan yang optimum di masa mendatang dengan mempertimbangkan aspek fisik dan sosial ekonomi serta konservasi sumberdaya alam (FAO 1983; Erningpraja *et al*. 2006). Berkaitan dengan hal tersebut maka perlu dilakukan kajian penelusuran yang berkaitan dengan karakterisasi dan potensi kesesuaian lahan serta hubungannya sifat-sifat tanah terhadap produksi kelapa sawit plasma yang dapat digunakan sebagai dasar arahan pengelolaan yang sesuai dengan potensi lahannya sehingga produksi sawit optimal dan berkelanjutan.

PROSEDUR EVALUASI KESESUAIAN LAHAN

Evaluasi kesesuaian lahan dapat dilakukan menggunakan beberapa pendekatan yaitu: sistem perkalian parameter, sistem penjumlahan parameter, dan sistem pencocokan (matching) antara karakteristik lahan dengan persyaratan tumbuh tanaman. Sistem yang diacu pada paper ini adalah pencocokan (matching) karakteristik lahan dengan persyaratan tumbuh tanaman (Ritung *et al.* 2007, Djaenuddin *et al*. 2003) dan dapat diaplikasikan untuk skala 1:50.000. Variabel karakteristik lahan yang dijadikan parameter penilaian lahan untuk kelapa sawit adalah: temperatur udara (tc), ketersediaan air (wa), ketersediaan oksigen (oa), keadaan perakaran (rc), retensi unsur hara (nr), ketersediaan unsur hara (na), toksisitas karena salinitas (xc), toksisitas karena sodisitas (xn), bahaya erosi (eh), bahaya banjir (fh) dan penyiapan lahan (lp), dan ketebalan serta kematangan gambut untuk kelapa sawit yang dikembangkan di lahan gambut (Tabel 1).

Tabel 1. Persyaratan tumbuh kelapa sawit (*Elaeis guinensis* Jack.)

Table 1. Crop growth requirement for oil palm (Elaeis guinensis Jack*.)*

Persyaratan tumbuh tanaman	Kelas kesesuaian			
	S1	S2	S3	N
Suhu udara (tc):				
Suhu udara tahunan rata-rata (°C)	25-28	22-25	20-22	< 20
	28-32	32-35		> 35
Ketersediaan air (wa):				
Curah hujan rata-rata tahunan (mm)	1700-2500	1450-1700	1250-1450	< 1250
		2500-3500	3500-400	> 4000
Jumlah bulan kering (bulan)	< 2	2-3	3-4	> 4
Ketersediaan oksigen (oa): Drainase	Baik-sedang	Agak terhambat	Terhambat, agak cepat	Sangat terhambat, cepat
Media perakaran (rc):				
Tekstur tanah (permukaan)	Halus, agak halus, sedang	-	Agak kasar	Kasar
Material kasar (%)	< 5	15 – 35	35 – 55	> 55
Kedalaman tanah mineral (cm)	> 100	75-100	50-75	< 50
Gambut:				
Ketebalan (cm)	< 60	60-140	140-200	>200
Ketebalan (cm, ada sisipan bahan mineral)	< 140	140-200	200-400	> 400
Kematangan gambut	Saprik	Saprik, hemik	Hemik, fibrik	Fibrik
Retensi hara (nr): KTK liat (cmol kg^{-1}	> 16	< 16	-	-
pH (H_2O)	5,0 – 6,5	4,2 – 5,0	< 4,2	-
		6,5 – 7,0	> 7,0	-
C-organik (%)	> 0,8	< 0,8	-	-
Ketersediaan hara (na): Total N	> sedang	Rendah	Sangat rendah	-
P_2O_5	> sedang	Rendah	Sangat rendah	-
K_2O	> sedang	Rendah	Sangat rendah	-
Keracunan (xc): Salinitas (ds m^{-1})	< 2	2 - 3	3- 4	>4
Sodisitas (xn)				
Alakalinitas/ESP (%)	-	-	-	-
Kercunan sulfida (xs)				
Ketebalan sulfida (cm)	>125	100 - 125	60 - 100	<60
Bahaya erosi (eh) lereng	<8	8 – 16	16 – 30	>30
Kelas bahaya erosi	Sangat rendah	rendah-sedang	bahaya	Sangat bahaya
Bahaya kebanjiran (fh) kebanjiran	F0	F1	F2	>F2
Penyiapan lahan (lp)				
Batuan permukaan (%)	< 5	5-15	15-40	>40
Singkapan batuan (%)	< 5	5-15	15-25	. 25

Proses evaluasi kesesuaian lahan dilakukan dalam beberapa tahapan, yaitu: (1) penyusunan karakteristik lahan, (2) penyusunan persyaratan tumbuh tanaman, (3) evaluasi kesesuaian lahan (*matching*) antara karakteristik lahan dan persyaratan tumbuh tanaman dan (4) kelas kesesuaian lahan (Ritung *et al*. 2007) (Gambar 1). Data/peta iklim (suhu udara dan curah hujan) diperoleh dari stasiun iklim ditumpang tepatkan dengan peta tanah (lereng dan karakteristik tanah) dan peta topografi (relief dan elevasi). Hasil dari tahapan ini adalah karakteristik lahan yang akan ditanami kelapa sawit. Karakteristik lahan kemudian dicocokkan (*matching*) dengan persyaratan pertumbuhan kelapa sawit yang menghasilkan kelas kesesuaian lahan kelapa sawit. Proses evaluasi tersebut dilakukan pada setiap satuan lahan yang akan dikembangkan untuk memperoleh keragaan kelas kesesuaian lahan pada seluruh areal kebun kelapa sawit plasma.

Kelas kesesuaian lahan akan mencerminkan produktivitas kelapa sawit di suatu areal tertentu. FAO (1983), menggambarkan hubungan antara kelas kesesuaian lahan dengan produksi tanaman sebagai berikut:

Kelas S1: sangat sesuai: >80-100 % produksi

Kelas S2: cukup sesuai: >60-80% produksi

Kelas S3: sesuai marjinal: 40-60% produksi

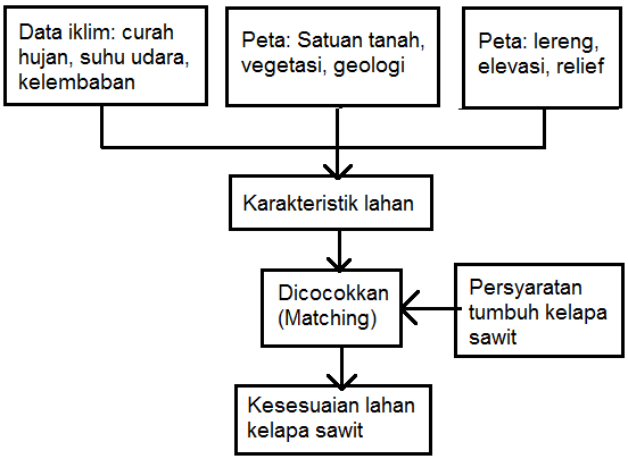
Kelas N: tidak sesuai: <40% produksi

Produktivitas lahan mineral dan gambut untuk tanaman kelapa sawit cukup beragam tergantung dari faktor pembatasnya, tetapi umumnya pemanfaatan lahan mineral memiliki pembatas yang lebih sedikit dan lebih ringan dibandingkan dengan lahan gambut, kecuali kondisi lahan berlereng curam (lereng >30%) akan sangat menurunkan produktivitas kelapa sawit secara permanen. Selain kuantitas, kualitas TBS pada lahan mineral juga relatif lebih baik dimana rendemen

CPO TBS rata-rata lebih tinggi sekitar 2% dibandingkan dengan TBS yang dihasilkan dari lahan gambut (Winarna *et al*. 2006). Lebih lanjut dilaporkan bahwa kondisi iklim (curah hujan, bulan kering, dan suhu) tidak mempengaruhi produktivitas kelapa sawit pada gambut, tetapi berkorelasi dengan kematangan, kedalaman, kadar bahan kasar, kadar abu, kedalaman sulfidik, dan pH yang dinyatakan dalam persamaan berikut:

Y = -27,364 + 0,045*kematangan + 0,162*kedalaman + 0,145*kadar bahan kasar – 0,202*kadar abu + 0,207* kedalaman sulfidik + 0,170*pH (R2 = 0,972)

Implementasi dari persamaan tersebut memperlihatkan bahwa gambut kedalaman <200 cm, pH 3,1-5,1 memiliki tingkat produktivitas tertinggi sampai 31 t TBS ha^{-1} th^{-1}. Sementara gambut fibrik kedalaman sekitar 220 cm, kadar abu 10,65%, pH 3,53, dan salinitas 1,11 mS per cm memiliki potensi produktivitas sekitar 20,80 t TBS ha^{-1} th^{-1}.



Gambar 1. Tahapan proses evaluasi kesesuaian lahan
Figure 1. The step of land evaluation process

Agroekosistem Beberapa Perkebunan Kelapa Sawit Plasma di Provinsi Riau

Agroekosistem di tiga lokasi kebun kelapa sawit plasma yang bermitra dengan PT Perkebunan Nusantara 5 Provinsi Riau beragam dari lahan kering masam, gambut dangkal, dan gambut dalam. Ketiga kebun kelapa sawit plasma tersebut adalah Kebun Sei Pagar seluas 6.000 ha dengan agroekosistem lahan gambut dangkal (100-300 cm); kebun Sei Galuh seluas 5.000 ha dengan agroekosistem gambut dangkal-dalam (500-120 cm); dan kebun Sei Tapung seluas 5.000 ha dengan agroekosistem lahan kering masam. Kondisi agroekosistem ini memberikan gambaran karakteristik serta faktor pembatas terkait dengan kesesuaian lahan untuk kelapa sawit. Umur kelapa sawit di tiga lokasi antara 22-24 tahun, merupakan stadia umur yang lanjut dan memerlukan perencanaan yang matang untuk peremajaan.

Variabel yang dijadikan bahan evaluasi kesesuaian lahan adalah karakteristik tanah, iklim dan persyaratan tumbuh (*crop requirement*) kelapa sawit. Karakteristik lahan meliputi sifat kimia, fisika, dan pengelolaan kebun kelapa sawit plasma. Untuk lokasi kebun di Sei Tapung yang merupakan lahan kering masam dengan topografi berombak-bergelombang, faktor erosi tanah juga dijadikan pertimbangan mengingat kontribusi erosi tanah cukup besar terhadap penurunan produktivitas lahan.

Fisiografi, Bentuk Wilayah, dan Karakteristik Tanah

Sei Tapung

Sebagian besar fisiografi daerah Sei Tapung tergolong peneplain (dataran) yang terbentuk dari bahan induk batuan sedimen masam berumur tersier, didominasi oleh batuliat dan batupasir. Sebagian kecil bentuk wilayah bervariasi mulai dari berombak-berbukit. Umumnya berombak sampai bergelombang, lereng berkisar dari 3 sampai 12%, setempat-setempat datar agak cekung dan berbukit kecil (*hummocky*) sampai berbukit dengan lereng 15-40 %. Ketinggian tempat berkisar dari 50 m sampai 160 m di atas permukaan laut, tergolong agroekosistem lahan kering dataran rendah yang beriklim basah.

Tanah-tanah di daerah Sei Tapung terbentuk dari batuan induk sedimen masam berumur tua (tersier) dalam lingkungan iklim tropika basah dan umumnya pada topografi dataran dengan ketinggian tempat 50-160 m dpl. Tanah-tanah yang terbentuk sebagian besar dalam, drainase baik, sebagian besar bertekstur halus (liat), bereaksi masam dan miskin cadangan mineral. Warna tanah coklat sampai merah kekuningan, sebagian tanah mengandung liat sangat tinggi (>60%) dan agak memadat di lapisan bawah (>30 cm dari permukaan tanah), lapisan atas kaya bahan organik (*top soil*) umumnya tipis (3-10 cm), perakaran tanaman dan aktivitas biologi terkonsentrasi pada kedalaman 0-30 cm dari permukaan tanah. Pada kedalaman >30 cm, aktivitas biologi tanah sangat sedikit ditandai oleh perakaran tanaman dan pori mikro dan makro sangat

sedikit. Pada sebagian kecil tanah bertekstur kasar (pasir berlempung) umumnya sangat porus, sedikit dapat menyimpan air sehingga tanah dan tanaman rentan kekeringan terutama di musim kemarau, serta peka erosi. Berdasarkan karakteristik morfologi dan asal bahan induk pembentuknya, tanah-tanah di daerah Sei Tapung diklasifikasikan sebagai Ultisols dan Inceptisols (USDA-Soil Survey Staff 2003) dengan karakteristik dan klasifikasi tanah pada masing-masing satuan fisiografi disajikan pada Tabel 2.

Jenis tanah dominan yang terdapat di Sei Tapung adalah Aluvial (Endoaquepts), Dystrudepts yang bertekstur kasar atau berpasir, dan Hapludults yang bertekstur halus. Sifat fisik tanah Aluvial yang berkembang dari bahan aluvium dari hasil pengendapan bahan-bahan di atasnya pada umumnya dalam, drainase terhambat, tekstur halus sampai sedang, permeabilitas lambat. Reaksi tanah masam, kandungan bahan organik tanah umumnya sedang, cadangan mineral dan hara tersedia diduga rendah. Posisi tanah ini berada di bagian bawah pada dataran datar agak cekung sehingga tanah selalu basah (jenuh air) dan diduga mendapat pengkayaan dari daerah atasnya. Tanah ini dari aspek status haranya kemungkinan lebih baik dari pada tanah-tanah di bagian atasnya.

Tanah Dystrudepts terbentuk dari batupasir, umumnya dalam, drainase baik, tektur sedang-kasar, permeabilitas sedang-cepat, porus, air hujan cepat hilang, peka erosi, reaksi tanah sangat masam, kandungan bahan organik dan hara tersedia serta kapasitas tukar kation diduga sangat rendah. Tanah Hapludults terbentuk dari batu liat, umumnya dalam, drainase sedang, tekstur liat (>60% liat), permeabilitas lapisan atas sedang-agak lambat dan lapisan bawah (>30 cm) sangat lambat, agak memadat (kadar liat meningkat, jumlah pori sangat rendah) sehingga sulit ditembus perakaran tanaman kelapa sawit. Jika terjadi hujan, aliran permukaan (*run off*) diduga jauh lebih besar dari air yang meresap ke dalam tanah sehingga peka erosi. Lapisan atas kaya bahan organik umumnya sangat tipis (3-5 cm). Reaksi tanah masam-sangat masam, miskin basa-basa dan hara tersedia, kapasitas tukar kation rendah, kandungan besi bebas dan aluminium dapat tukar diduga tinggi serta cadangan mineral pasir sangat rendah. Tanah ini mempunyai status kesuburan tergolong rendah. Dibandingkan dengan tanah berpasir, tanah berliat berat ini masih mempunyai kemampuan menahan hara lebih baik.

Sei Pagar

Kondisi lahan perkebunan kelapa sawit plasma di Sei Pagar relatif homogen dibandingkan dengan perkebunan di Sei Tapung. Hal ini berpengaruh terhadap pembentukan tanah dimana secara garis besar, bahan induk tanah di kebun kelapa sawit plasma Sei Pagar ada 2 jenis yaitu bahan endapan (aluvium) oleh aktivitas sungai besar (Sungai Kampar Kiri dan Sungai Kampar Kanan) dan bahan organik hasil pelapukan dari kayu-kayu hutan dalam kondisi anaerob. Pada fisiografi (bentuk wilayah) yang relatif datar, kedua bahan induk ini membentuk tanah dengan sifat-sifat berbeda (Tabel 3).

Tabel 2. Karakteristik dan klasifikasi tanah pada setiap satuan fisiografi di daerah Sei Tapung

Table 2. Soil charachteristics and classification on each physiogafic unit at Sei Tapung

No.	Satuan fisiografi	Klasifikasi	Karakteristik
1.	Dataran *aluvial*, datar agak cekung <3%, bahan aluvium	Endoaquepts	Dalam, drainase terhambat, tekstur halus-sedang, masam
2.	Dataran datar <3%, batupasir, batuliat atau bahan campuran	Dystrudepts	Dalam, drainase sedang-agak terhambat, tekstur sedang, masam
3.	Dataran berombak 3-8%, batuliat dan batupasir	Hapludults, Dystrudepts	Dalam, drainase sedang, tekstur halus-sedang, masam
4.	Dataran berombak-bergelombang 5-8%, batuliat dan batupasir	Hapludults	Dalam, drainase sedang, tekstur halus, masam
5.	Dataran bergelombang agak tertoreh, 8-15%, batuliat dan batupasir	Hapludults, Dystrudepts	Dalam, drainase sedang-baik, tekstur halus-sedang, masam
6.	Dataran berbukit kecil tertoreh, 15-25%, batupasir, batuliat	Dystrudepts, Hapludults	Dalam, drainase sedang-baik, tekstur halus-sedang, masam
7.	Perbukitan tertoreh, 15-40%, batupasir	Dystrudepts	Dalam, drainase baik, tekstur kasar-sedang, masam

Tabel 3. Karakteristik dan klasifikasi tanah pada setiap satuan fisiografi di daerah Sei Pagar

Table 3. Soil charachteristics and classification on each physiogafic unit at Sei Pagar

No.	Satuan fisiografi	Klasifikasi	Karakteristik
1.	Datar – agak berombak	Humic Dystrudepts	Dalam, drainase sedang, masam, tekstur sedang, bahan organik tinggi, retensi hara tinggi, ketersediaan hara rendah
		Typic Dystrudepts	Dalam, drainase sedang, masam, tekstur sedang, bahan organik rendah, retensi hara tinggi, ketersediaan hara rendah
2.	Datar – agak cekung (kubah)	Typic Haplosaprists	Dalam, drainase agak terhambat , saprik, masam-sangat masam, retensi hara tinggi
		Terric Haplosaprists	Agak dalam, drainase agak terhambat, saprik, masam – sangat masam, retensi hara tinggi

Tabel 4. Karakteristik dan klasifikasi tanah pada setiap satuan fisiografi di daerah Sei Galuh

Table 4. Soil charachteristics and classification on each physiogafic unit at Sei Galuh

No.	Satuan fisiografi	Klasifikasi	Karakteristik
1.	Datar – agak cekung (kubah)	Haplo Saprists	Dalam, drainase agak terhambat , saprik, masam-sangat masam, retensi hara tinggi
2.	Datar – agak berombak	Endoaquepts/Endoaquults	Dalam, drainase sedang, masam, tekstur sedang, bahan organik rendah, retensi hara tinggi, ketersediaan hara rendah
3.	Agak berombak – berombak	Hapludults, Dystropepts	Dalam, drainase sedang, masam, tekstur sedang, bahan organik rendah, retensi hara tinggi, ketersediaan hara rendah
4.	Datar – agak berombak	Udipsamments	Dalam, drainase baik, masam, tekstur sedang, bahan organik rendah, retensi hara rendah, ketersediaan hara rendah

Bahan induk aluvium membentuk tanah Inceptisols, dimana pada daerah peralihan dengan gambut mendapat pengkayaan bahan organik membentuk tanah Humic Dystrudepts dengan kedalaman efektif dalam, drainase sedang, kadar bahan organik tinggi, reaksi tanah masam, dan KTK rendah. Sifat-sifat tersebut berpengaruh terhadap kemampaun tanah dalam menjerap unsur hara fosfat yang tinggi sehingga kurang tersedia untuk tanaman, sementara terhadap unsur nitrogen, kalium, kalsium magnesium daya jerapnya rendah sehingga tercuci ke lapisan tanah bagian bawah (*sub soil*). Bahan induk aluvium pada daerah yang berjauhan dengan gambut, tidak mendapat pengkayaan bahan organik membentuk tanah Typic Dystrudepts dengan kedalaman efektif dalam, kadar bahan organik rendah, drainase sedang, reaksi masam, KTK rendah. Dikaitkan dengan dinamika unsur hara, tanah jenis ini mempunyai sifat yang sama dengan tanah Humic Dystrudepts.

Bahan induk bahan organik membentuk dua jenis tanah gambut yaitu Typic Haplosaprists dengan kedalaman efektif dalam, drainase agak terhambat (daerah cekungan), kematangan gambut sudah lanjut (saprik), reaksi tanah masam-sangat masam, KTK rendah. Tanah gambut yang lainnya yaitu Terric Haplosaprist dengan kedalaman efektif agak dalam, drainase agak terhambat (daerah cekungan), kematangan gambut lanjut (saprik), reaksi tanah masam-sangat masam, KTK rendah. Terkait dengan dinamika unsur hara, kedua tanah Histosol ini sifatnya hampir sama dengan tanah aluvium yaitu menjerap unsur hara fosfat kuat, tetapi jerapan terhadap unsur lainnya seperti nitrogen, kalium, kalsium dan magnesium rendah.

Sei Galuh

Tanah di lahan kelapa sawit plasma Sei Galuh terbentuk dari batuan sedimen masam (batu pasir), bahan alluvium dan bahan endapan organik membentuk tanah-tanah gambut dan tanah mineral (Tabel 4). Sebagian besar kebun plasma yang berada di lahan gambut didominasi oleh Terric Haplosaprists, sedangkan tanah mineral didominasi oleh Humic Dystrudepts, Humic/Fluventic Endoaquepts dan Typic Uidipsamments. Organosol (Terric Haplosaprists) penyebarannya cukup luas terutama di kebun plasma Afdeling B, C, dan D, menempati wilayah datar agak cekung, drainase jelek, ketebalan gambut cukup bervariasi umumnya masih cukup tebal >150 cm dengan tingkat kematangan saprik. Di antara lapisan organik umumnya terdapat sisipan lapisan bahan

mineral (liat atau liat bergambut) setebal 20-30 cm pada kedalaman 30-80 cm dari permukaan tanah. Pada tanah gambut dalam (>300 cm), sering dijumpai bahan hemik pada kedalaman >150 cm. Reaksi tanah sangat masam, pH tanah<4 (3,3-3,9), C-organik sangat tinggi (20-57%), N-total sedang sampai tinggi, kandungan P dan K total serta tersedia umumnya rendah, basa-basa dan kejenuhan basa rendah, dan KTK tanah umumnya tinggi.

Tanah mineral yang sangat dominan adalah Hidromorfik Kelabu (Histic/Humic Endoaquepts), solum tebal >120 cm, drainase terhambat, sangat masam (pH<4,5), kandungan C-organik umumnya tinggi di lapisan atas (3-7%, dan pada epipedon histic >20%), lapisan bawah berwarna kelabu, tekstur lempung berdebu sampai liat berdebu, N-total umunya sedang, P dan K total serta tersedia umumnya rendah sampai sangat rendah, KTK tanah dan kejenuhan basa rendah sampai sangat rendah. Tanah mineral lainnya di kebun sawit mempunyai penyebaran tidak begitu luas, yaitu Podsolik Merah Kuning (Hapludults, Dystrudepts) dan Regosol (Udipsamments). Podsolik Merah Kuning terdapat di Afdeling D, sekitar Indrapura, menempati bentuk wilayah berombak, solum tebal, drainase baik, tekstur lempung berliat, kandungan C-organik dan hara N, P, K rendah, KTK dan kejenuhan basa rendah. Regosol menempati wilayah datar agak berombak di kebun plasma Afdeling A dan kebun inti Afdeling II, tekstur berpasir sampai pasir berlempung, kandungan pasir >80%, solum tebal, reaksi tanah sangat masam sampai masam (pH 4,3-5,1), kandungan C-organik dan hara dalam tanah (N, P, K) sangat rendah, KTK tanah dan kejenuhan basa sangat rendah.

Sifat- Sifat Fisika Tanah

Parameter fisik tanah yang berhasil dihimpun di lokasi ini adalah berat isi, pori-pori, dan permeabilitas tanah. Berat isi tanah adalah rasio berat tanah dalam keadaan kering mutlak melalui pemanasan pada suhu 105^0C terhadap volume tanah tertentu dalam keadaan utuh, dinyatakan dalam g cm^{-3}. Berat isi tanah dapat digunakan sebagai indikator kepadatan tanah, kematangan tanah, dan dalam perhitungan kebutuhan air irigasi dan pupuk. Untuk indikator kepadatan tanah, semakin tinggi nilai berat isi tanah, semakin padat tanah tersebut, meskipun tidak selalu demikian, terutama pada tanah-tanah dengan tekstur kasar (berpasir).

Pori-pori di dalam tanah mempunyai berbagai macam ukuran, terutama dalam kaitannya dengan kemampuan tanah menahan air. Penyebaran pori-pori di dalam tanah sangat ditentukan oleh perimbangan antara udara dan air yang mengisi pori-pori tersebut. Secara umum pori-pori di dalam tanah terdiri atas pori berguna dan pori tidak berguna, masing-masing mempunyai diameter pori yang berbeda. Distribusi ukuran pori di dalam tanah lazim ditetapkan menggunakan alat pF (*pF apparatus*). Dalam hubungannya dengan pertumbuhan tanaman, pori berguna terkait dengan kemampuan akar tanaman mengisap air. Pada pori tidak berguna, akar tanaman tidak mampu mengisap air, menyebabkan tanaman menjadi layu, dan akhirnya mati. Beberapa jenis ukuran pori yang berhubungan dengan kemampuan akar mengisap atau melepaskan air adalah ruang pori total, pori drainase cepat, dan pori air tersedia.

Permeabilitas tanah adalah kemampuan tanah melalukan atau meloloskan air di dalam penampang tanah. Permeabilitas tanah sangat erat kaitannya dengan kepekaan tanah terhadap erosi. Permeabilitas tanah juga berkaitan dengan drainase tanah dimana drainase tanah ditentukan oleh nilai permeabilitas paling lambat di dalam penampang tanah.

Sei Tapung

Berdasarkan data dari 16 buah contoh tanah utuh (*undisturbed soil sample*) pada dua kedalaman, yaitu lapisan atas (0-20 cm) dan lapisan bawah (20-40 cm). Tanah-tanah di kebun plasma tersebut merupakan tanah mineral, tanah lapisan atas umumnya mempunyai berat isi lebih rendah dari lapisan bawah dengan variasi antara 0,76 dan 1,23 g cm^{-3}, dan lapisan bawah antara 0,88-1,36 g cm^{-3}. Kondisi ini mengindikasikan bahwa tanah-tanah lapisan atas tersebut mempunyai struktur tanah yang lebih baik atau gembur (Tabel 5).

Ruang pori total (RPT) tanah di kebun plasma Sei Tapung berkisar antara 47,88 dan 69,75% volume pada tanah lapisan atas, dan antara 42,34 dan 61,61% volume pada tanah lapisan di bawahnya. Pori drainase cepat atau pori aerasi tanah umumnya bervariasi dari 6,10 sampai 31,96% volume di lapisan atas, dan 6,05 sampai 34,0% volume di lapisan bawah, yang tergolong rendah sampai sangat tinggi. Kondisi ini umumnya masih sejalan dengan nilai berat isi tanahnya. Pori air tersedia tanah umumnya tergolong tinggi sampai sangat tinggi, yang berkisar antara 16,97-29,10% volume di lapisan atas, dan 17,06-22,88% volume di lapisan bawah.

Tabel 5. Sifat-sifat fisika tanah areal perkebunan kelapa sawit plasma Sei Tapung

Table 5. The soil physical properties of smallholder oil palm plantation areas at Sei Tapung

Jenis tanah	Kedalaman (cm)	Berat isi (g cm^{-3})	RPT[a]	Pori aerasi	Pori air tersedia	Permeabilitas (cm jam^{-1})
			…… % volume ……			
Dystrudepts, lereng 15-40%	0-20	1,18	51,03	31,96	10,97	13,49
	20-40	1,17	51,80	34,00	9,71	25,39
Endoaquepts, 0-3%	0-20	0,98	58,32	8,31	16,97	0,97
	20-40	1,17	55,73	8,75	12,01	0,87
Hapludults, lereng 5-8%	0-20	0,87	64,23	11,67	29,10	2,79
	20-40	1,11	56,84	13,07	17,06	1,91
Dystrudepts, lereng 0-3%	0-20	1,20	47,88	6,10	28,35	1,78
	20-40	1,36	42,34	6,30	17,07	0,71
Hapludults, lereng 15-25%	0-20	0,94	57,82	12,97	13,04	19,01
	20-40	1,12	54,79	13,08	2,74	6,74
Dystrudepts, lereng 8-15%	0-20	1,23	48,42	21,07	17,02	9,48
	20-40	1,31	43,56	11,22	22,88	11,99
Hapludults, lereng 8-15%	0-20	0,80	67,75	13,43	23,85	3,04
	20-40	0,88	61,61	8,70	21,89	1,45

[a]RPT = ruang pori total

Permeabiltas tanah di lokasi kebun kelapa sawit plasma Sei Tapung tergolong agak lambat sampai cepat, baik di lapisan atas (0,91-19,01 cm.jam^{-1}) maupun di lapisan bawah (0,71-25,39 cm.jam^{-1}). Berdasarkan pori drainase cepat (pori aerasi) yang pada umumnya tergolong sedang sampai tinggi, dan permeabilitas tanahnya yang agak lambat sampai cepat, maka drainase tanah di lahan perkebunan kelapa sawit Sei Tapung tergolong sedang sampai baik.

Berdasarkan data sifat-sifat fisik tanah, dan keadaan di lapangan maka kualitas tanah di lahan perkebunan kelapa sawit plasma Sei Tapung dapat dikatagorikan sedang, yaitu tanah umumnya gembur sampai agak masif, pori aerasi atau drainase tanah bervariasi dari rendah sampai tinggi. Akan tetapi, kemampuan tanahnya menahan air tergolong tinggi sampai sangat tinggi, sehingga ketersediaan air (kelembaban) di dalam tanah sangat baik dan cukup untuk mendukung pertumbuhan tanaman kelapa sawit. Selain itu, faktor-faktor lain seperti kesuburan tanah, kualitas bibit, dan tingkat pengelolaan lahan sangat menentukan berhasil tidaknya budidaya tanaman kelapa sawit.

Kebun plasma Sei Tapung memiliki bentuk wilayah/topografi lahan bervariasi dari datar dengan lereng 0-3%, berombak (3-8%), dan bergelombang (8-15%). Di pihak lain, kondisi penutupan permukaan tanah oleh tajuk pohon kelapa sawit (*coverage*) sangat baik, demikian juga dengan penutupan permukaan lahan oleh tumbuhan rumput alami, pakis, resam, lumut, dan tumbuh-tumbuhan perdu lainnnya sangat baik. Di antara dua barisan pohon kelapa sawit, berselang setiap dua baris pohon terdapat tumpukan pelepah daun kelapa sawit hasil pangkasan yang ditempatkan memanjang sejajar barisan pohon kelapa sawit, sehingga dapat juga berperan sebagai teknik konservasi tanah yang menyerupai penghalang atau barier terhadap kemungkinan terjadinya penghanyutan tanah oleh aliran permukaan, dan juga berfungsi sebagai mulsa.

Kombinasi dari faktor-faktor penutupan tanah tersebut memungkinkan terjadinya erosi sangat kecil. Berdasarkan data curah hujan di lokasi penelitian, diestimasi erosivitas hujan (R) sebesar 1.750, dengan erodibilitas tanah (K) berkisar antara 0,104 pada tanah bertekstur halus dan 0,273 pada tanah bertekstur kasar. Nilai faktor penutupan tanaman dan konservasi tanah (CP) diasumsikan sebesar 0,01, karena penutupan permukaan tanah perkebunan cukup baik. Hasil prediksi erosi menunjukkan bahwa besarnya erosi umum-nya masih jauh di bawah erosi yang masih dapat diabaikan (*tolerable soil loss* = TSL), yaitu berkisar antara 1,032 dan 4,649 t ha^{-1} th^{-1}. Nilai TSL untuk tanah-tanah di lokasi perkebunan ini diperkirakan sekitar 15 t ha^{-1} th^{-1} (Saptarini *et al*. 2007). Besarnya prediksi erosi pada tanah di perkebunan kelapa sawit PTP Nusantara V Sei Tapung disajikan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Faktor-faktor erosi dan besarnya erosi[1] pada lahan perkebunan kelapa sawit plasma Sungai Tapung
Table 6. Erosion factors and erosion rate of smallholder oil palm plantation at Sei Tapung

Bentuk wilayah	R	K	LS	CP	Erosi[1] (t ha^{-1} th^{-1})
Datar	1.750	0,246	0,285	0,01	1,227
Berombak	1.750	0,104	0,567	0,01	1,032
Bergelombang	1.750	0,273	0,973	0,01	4,649

[1] Perhitungan erosi menggunakan *USLE* (Wischmeier and Smith 1978)

Tabel 7. Sifat-sifat fsik tanah areal perkebunan kelapa sawit plasma Sei Pagar
Table 7. The soil physical properties of smallholder oil palm plantation areas at Sei Pagar

Jenis tanah	Kedalaman (cm)	Berat isi (g.cm^{-3})	RPT[a]	Pori aerasi	Pori air tersedia	Permeabilitas (cm jam^{-1})
			..... % volume			
Humic Dystrudepts	0-20	0,7	67,9	21,2	21,8	8,87
	20-40	0,9	59,0	18,1	17,6	16,31
Typic Dystrudepths	0-20	1,2	47,5	9,2	20,6	4,82
	20-40	1,4	42,8	8,6	17,8	6,23
Typic Haplosaprists	0-20	0,3	85,2	24,4	41,5	7,98
	20-40	0,4	75,5	25,9	26,0	1,34
Terric Haplosaprists	0-20	0,3	84,2	32,9	29,7	14,55
	20-40	0,3	80,9	22,5	36,2	11,37

Sei Pagar

Bentuk wilayah lokasi umumnya datar dengan kemiringan 0-3% dan hanya sebagian kecil saja wilayah dengan kemiringan 3-5%, dimana gambut dangkal mendominasi lahan di lokasi penelitian ini. Kondisi topografi yang datar tersebut menyebabkan keragaan sifat-sifat tanah yang lebih homogen dan memungkinkan untuk mengambil contoh tanah dalam jumlah relatif sedikit namun sudah bisa mewakili kondisi lapangan yaitu sebanyak 8 contoh tanah utuh pada dua kedalaman, yaitu lapisan atas (0-20 cm) dan lapisan bawah (20-40 cm).

Berdasarkan hasil analisis laboratorium dari contoh tanah yang diambil, berat isi tanah gambut (Typic Haplosaprists dan Terric Haplosaprists) lapisan atas di perkebunan kelapa sawit plasma Sei Pagar berkisar antara 0,3 g.cm^{-3} dan lapisan bawah antara 0,3-0,4 g.cm^{-3}. Berat isi gambut ini sesuai dengan pola berat isi gambut di Kalimantan Barat dimana pada lapisan atas cenderung lebih rendah daripada lapisan bawah karena adanya campuran liat yang umumnya merupakan pengkayaan dari sungai (Wahyunto *et al.* 2010). Berat isi tanah mineral (Typic Dystrudepts dan Humic Dystrudepts) lapisan atas antara 0,7-1,2 g.cm^{-3} dan lapisan bawah antara 0,9-1,4 g.cm^{-3} (Tabel 5). Nilai ini menunjukkan bahwa tanah di lokasi penelitian mempunyai struktur gembur yang baik untuk perkembangan akar tanaman.

Pada tanah gambut dan tanah mineral bergambut, pori aerasi atau pori drainase cepat tanah tergolong sangat tinggi, baik lapisan atas antara 21,2-32,9% volume maupun lapisan bawah antara 18,1-25,9% volume, kecuali pada areal tanah mineral jenis Typic Dystrudepts pada lapisan atas sebesar 9,2% volume dan lapisan bawah sebesar 8,6% volume. Pori air tersedia juga tergolong tinggi pada semua jenis tanah. Untuk lapisan atas, pori air tersedia berkisar antara 20,6 – 41,5% volume dan lapisan bawah antara 17,6 – 36,2% volume. Permeabilitas tanah lapisan atas maupun lapisan bawah termasuk sedang sampai cepat dengan kisaran antara 4,82-14,55 cm jam^{-1} utuk lapisan atas dan antara 1,34-16,31 cm jam^{-1} untuk lapisan bawah (Tabel 7).

Vegetasi yang menutupi permukaan tanah di seluruh areal perkebunan sangat baik berupa rumput-rumputan alami, pakis resam, lumut-lumutan dan tumbuhan perdu pendek lainnnya. Sesuai dengan standar pengelolaan kebun kelapa sawit, di antara dua barisan pohon kelapa sawit, berselang setiap dua barisan pohon terdapat tumpukan pelepah dahan dan daun kelapa sawit hasil pangkasan, memanjang sejajar barisan pohon kelapa sawit yang sengaja ditempatkan

Tabel 8. Sifat-Sifat Fsik Tanah Areal Perkebunan Kelapa Sawit Plasma Sei Galuh

Table 8. The Soil Physical Properties of Smallholder Oil palm Plantation Areas at Sei Galuh

Jenis tanah	Kedalaman (cm)	Berat isi ($g.cm^{-3}$)	RPT[a]	Pori aerasi	Pori air tersedia	Permeabilitas ($cm.jam^{-1}$)
			..... % volume			
Humic Dystrudepts	0-20	0,7	67,9	21,2	21,8	8,87
	20-40	0,9	59,0	18,1	17,6	16,31
Typic Dystrudepths	0-20	1,2	47,5	9,2	20,6	4,82
	20-40	1,4	42,8	8,6	17,8	6,23
Typic Haplosaprists	0-20	0,3	85,2	24,4	41,5	7,98
	20-40	0,4	75,5	25,9	26,0	1,34
Terric Haplosaprists	0-20	0,3	84,2	32,9	29,7	14,55
	20-40	0,3	80,9	22,5	36,2	11,37

oleh petani (gawangan mati). Tumpukan material ini dapat berfungsi sebagai penyangga atau penghalang hanyutnya tanah oleh aliran permukaan dan juga sebagai mulsa untuk mencegah gulma, menjaga suhu tanah dan lain-lain.

Kombinasi dari sifat vegetasi penutupan tanah (*coverage*), peranan gawangan mati, topografi wilayah yang datar dan penutupan tanah yang baik (rapat) oleh tajuk kelapa sawit sendiri yang berumur 15-22 tahun maka kemungkinan terjadinya erosi tanah oleh hujan dan aliran permukaan sangat kecil atau bahkan tidak ada. Sangat rendahnya tingkat erosi tanah terlihat dari sifat kimia contoh air sungai di lokasi penelitian dimana kadar lumpur air rendah sekitar 41 – 83 mg ltr^{-1} dengan warna air tergolong jernih.

Berdasarkan interpretasi hasil analisis sifat fisika dan kondisi visual lapangan, dapat disimpulkan bahwa secara fisik kondisi tanah lokasi perkebunan kelapa sawit plasma Sei Pagar cukup baik. Namun demikian, perlu mempertimbangkan faktor-faktor lain seperti kesuburan tanah dan kualitas bibit yang berinteraksi erat dengan sifat fisika tanah.

Sei Galuh

Kebun plasma Sei Galuh didominasi oleh gambut dengan kedalaman antara 2-10 m dan relatif homogen. Berdasarkan hasil analisis data 8 contoh tanah di Laboratorium Kimia dan Fisika dapat disimpulkan kondisi seperti berikut ini. Tanah-tanah di kebun kelapa sawit plasma Sei Galuh mempunyai berat isi bervariasi. Berat isi pada tanah gambut (Histosols) sekitar 0,22 $g.cm^{-3}$ di lapisan atas, dan sekitar 0,32 $g.cm^{-3}$ di lapisan bawah. Kondisi ini menunjukkan bahwa gambut di Sei Galuh sudah mengalami kematangan lanjut (saprik) dan pada lapisan bawah mendapat pengkayaan liat atau bahn lainnya sehingga berat isinya lebih besar dibandingkan lapisan atas (Hartatik *et al*. 2006).

Berat isi tanah mineral berkisar antara 0,89 dan 1,14 $g.cm^{-3}$ pada tanah lapisan atas dan antara 1,03 dan 1,21 $g.cm^{-3}$ pada lapisan bawah (Tabel 8). Data tersebut mengindikasikan bahwa tanah di lapisan bawah relatif lebih padat dibandingkan dengan tanah di lapisan atas. Meskipun demikian, tanah-tanah di lokasi ini khususnya tanah mineral dengan nilai berat isi > 1,15 g. cm^{-3} tidak mengindikasikan tanahnya padat, melainkan karena tekstur tanahnya mengandung pasir lebih banyak, sehingga tanahnya mempunyai bobot yang lebih berat. Dengan memperhatikan nilai berat isi tanah tersebut, tanah-tanah di lokasi penelitian umumnya mempunyai struktur gembur dan merupakan media tumbuh yang baik bagi perkembangan akar di dalam tanah. Hasil pengamatan lapangan menunjukkan bahwa hampir di seluruh penampang (profil) tanah menunjukkan kondisi tanah gembur, mengindikasikan drainase tanahnya tergolong baik (*well drained*).

Ruang pori total (RPT) tanah di kawasan kebun Sei Galuh berkisar antara 57,04 dan 85,17% volume pada tanah lapisan atas, dan antara 54,52 dan 79,08% volume pada tanah lapisan bawah. Nilai RPT tertinggi terdapat pada tanah gambut, dan ini sejalan dengan nilai berat isi tanahnya yang rendah. Pori drainase cepat atau pori aerasi tanah-tanah umumnya tergolong sangat tinggi, baik di lapisan atas maupun lapisan bawah, berturut-turut berkisar antara 21,45-33,53% volume dan 12,81-30,05% volume. Pori aerasi tanah tergolong sedang, baik di lapisan atas maupun di lapisan bawah (13,21-12,81% volume). Kondisi ini sejalan dengan nilai berat isi tanah,yang menunjukkan bahwa tanah-tanah di areal perkebunan kelapa sawit Sungai Galuh umumnya gembur dan tekstur tanahnya berpasir. Pori air tersedia tanah-tanah di perkebunan kelapa sawit PTP Nusantara V Sei Galuh umumnya tergolong tinggi sampai sangat tinggi,berkisar antara 14,01-38,65% volume di lapisan atas, dan 14,14-34,57 % volume di lapisan bawah.

Tabel 9. Faktor-faktor erosi dan besarnya erosi[1] di kebun plasma Sei Galuh

Table 9. Erosion factors and erosion rate of smallholder oil palm plantation at Sei Galuh

Bentuk wilayah	R	K	LS	CP	Erosi[1]
					t ha^{-1} th^{-1}
Datar	1.750	0,265	0,285	0,01	1,322
Berombak	1.750	0,345	0,567	0,01	3,423
Bergelombang	1.750	0,265	0,973	0,01	4,512

Tabel 10. Kesesuaian lahan kelapa sawit pada setiap satuan lahan di kebun plasma Sei Tapung

Table 10. Land suitability of oil palm on each land unit of Sei Tapung smallholder plantation

Satuan lahan	Kese-suaian	Karakteristik	Sebaran (ha)	Produktivitas (t tbs ha^{-1} th^{-1})
Au.1	S2-rc,nr	Cukup sesuai dengan pembatas perkembangan perakaran dan retensi unsur hara karena drainase kurang baik, dan pH rendah (Endoaquepts)	820	>17,21
P.1.1	S2-nr	Cukup sesuai dengan pembatas retensi unsur hara karena pH rendah (Dystrudepts)	1.340	>20,43
P.3.1	S2-nr	Cukup sesuai dengan pembatas retensi unsur hara karena pH rendah (Dystrudepts, Kandiudults)	1.318	>20,43
P.4.1	S2-nr,eh	Cukup sesuai dengan pembatas retensi unsur hara terkait dengan pH dan KTK rendah dan bahaya erosi karena berlereng (Kandiudults)	206	>17,21
P.5.2	S2-nr,eh	Cukup sesuai dengan pembatas retensi unsur hara terkait dengan pH rendah dan bahaya erosi karena berlereng (Kandiudults, Dystrudepts)	67	>17,21
P.7.2	S3-nr,eh	Sesuai marginal dengan pembatas retensi unsur hara terkait dengan pH rendah dan bahaya erosi karena berlereng (Kandiudults, Hapludox)	130	<17,21
H.1.3	S3-eh,rc,nr	Sesuai marginal dengan pembatas bahaya erosi karena berlereng, perkembangan perakaran karena lapisan tanah tipis, dan retensi unsur hara terkait dengan pH rendah (Hapludox)	875	<16,44
		Jumlah (ha)	4.765	

Permeabiltas tanah di lokasi perkebunan kelapa sawit Sei Galuh tergolong agak lambat sampai cepat, baik di lapisan atas (0,51-19,39 cm.jam^{-1}) maupun di lapisan bawah (1,61-22,02 cm.jam^{-1}). Permeabilitas tanah umumnya berkaitan dengan drainase tanah. Kondisi drainase tanah ditentukan oleh nilai permeabilitas paling lambat di dalam penampang tanah. Sesuai dengan pori drainase cepat (pori aerasi) tanah ini yang umumnya tergolong tinggi, dan permeabilitas tanahnya agak lambat sampai cepat, maka drainase tanah di lahan perkebunan kelapa sawit Sei Galuh tergolong baik.

Bentuk wilayah lahan perkebunan kelapa sawit Sei Galuh umumnya datar dengan lereng 0-3%, dan sebagian kecil dijumpai lahan dengan bentuk wilayah berombak (3-8%) sehingga kemungkinan terjadinya erosi sangat kecil. Demikian juga pada lahan perkebunan kelapa sawit dengan bentuk wilayah berombak. Berdasarkan data yang diperoleh, erosivitas hujan (R) untuk lokasi perkebunan Sei Pagar diperkirakan sebesar 1.750, dengan erodibilitas tanah (K) berkisar antara 0,265-0,345, dan nilai faktor penutupan tanaman dan konservasi tanah (CP) diasumsikan sebesar 0,01. Prediksi erosi pada ke tiga bentuk wilayah di lahan perkebunan tersebut disajikan dalam Tabel 5. Hasil prediksi erosi menunjukkan bahwa besarnya erosi umumnya masih jauh di bawah erosi yang masih dapat diabaikan (tolerable soil loss, TSL). Nilai TSL untuk tanah di lokasi perkebunan ini sekitar 15 t ha^{-1} th^{-1} (Tabel 9).

Kesesuaian Lahan untuk Kelapa Sawit

Kelas kesesuaian lahan untuk kelapa sawit di kebun plasma Sei Tapung ditetapkan dengan cara membandingkan karakteristik dan kualitas lahan pada masing-masing satuan lahan dengan kriteria kesesuaian kelapa sawit yang disusun oleh Djaenuddin *et al*. (2003). Hasil evaluasi kelas kesesuaian lahan saat ini (aktual) untuk kelapa sawit di daerah penelitian Sei Tapung disajikan pada Tabel 10 dan penyebarannya pada Lampiran 1.

Tanah gambut (satuan lahan Au.1) memiliki kelas kesesuaian lahan cukup sesuai (S2) dengan pembatas perkembangan perakaran karena drainase jelek dan retensi unsur hara terkait dengan pH rendah (rc,nr). Pada tanah mineral datar dengan persentase lereng 3-8% (satuan lahan P.1.1 dan P.3.1), kelas kesesuaian lahan cukup sesuai (S2), dengan pembatas retensi unsur hara terkait dengan pH tanah yang rendah (nr). Pada tanah mineral dengan persentase lereng <8-15% (satuan lahan P.4.1 dan P.5.2), kelas kesesuaian lahan S2-nr,eh dengan pembatas retensi unsur hara dan bahaya erosi ringan. Hal ini disebabkan oleh keragaan perakaran kelapa sawit yang rapat sehingga dapat berfungsi sebagai tanaman penahan erosi dan diperkuat oleh penutupan tanah oleh vegetasi di bawah tegakan pohon yang rapat (Harahap 2007). Semakin tinggi derajat kelerengan, tanah mineral mempunyai pembatas kesesuaian lahan semakin banyak seperti pada satuan lahan P.7.2 dan H.1.3 memiliki kelas kesesuaian lahan sesuai marginal (S3) dengan pembatas bahaya erosi, perkembangan perakaran karena lapisan tanah sudah tipis, dan retensi unsur hara karena pH rendah (eh,rc, dan nr).

Kelas kesesuaian lahan memiliki hubungan dengan produktivitas kelapa sawit dimana semakin sedikit faktor pembatas dalam kelas kesesuaian lahan maka produktivitas kelapa sawit semakin tinggi. Wawancara dengan petani plasma menunjukkan bahwa produktivitas tanah mineral dengan kelas kesesuaian lahan S2-nr rata-rata > 20,43 t tbs ha^{-1} th^{-1}. Rata-rata produktivitas tanah gambut dengan kelas kesesuaian lahan S2-rc,nr sama dengan produktivitas tanah mineral dengan kelas kesesuaian lahan S2-nr,eh >17,21 t tbs ha^{-1} th^{-1}. Untuk tanah mineral dengan kelas kesesuaian lahan S3-eh,rc,nr produktivitasnya rata-rata <16,44 t tbs ha^{-1} th^{-1}. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa semakin rendah kelas/tingkat kesesuaian lahan produktivitasnya juga semakin rendah.

Dilihat dari produktivitas gambut di kebun plasma Sei Tapung, rata-rata produktivitasnya lebih rendah dari produktivitas lahan gambut saprik pada kebun inti sebesar 23,2 t tbs ha^{-1} th^{-1} (Winarna 2007). Hal ini dimungkinkan oleh perbedaan pengelolaan terutama aplikasi pemupukan pada kebun kelapa sawit plasma lebih rendah dibandingkan dengan kebun inti. Kondisi ini merupakan permasalahan utama dalam pengelolaan kebun dimana faktor perilaku sumberdaya manusia (petani plasma) memegang peranan yang sangat menentukan dalam upaya meningkatkan dan mempertahankan produktivitas kelapa sawit.

Untuk memperbaiki kelas kesesuaian lahan kelapa sawit pada tanah kering masam dapat dilakukan dengan pengelolaan faktor-faktor pembatasnya, kecuali pembatasnya iklim seperti curah hujan dan kejadian bulan kering maka varietasnya dipilih yang tahan. Pada tanah kering masam berlereng, tindakan pengelolaan yang bisa dilakukan antara lain (Josiva 2010).

Mengendalikan erosi dan aliran permukaan melalui teknik *U-shape frond stacking* (meletakkan tumpukan pelepah sawit membentuk huruf U) yang efektif pada lahan dengan lereng <8%. Jika lereng 8-15%, dilakukan kombinasi *U-shape frond stacking* dengan teras.

Manajemen pemupukan sesuai dengan 4 tepat (4T): tepat waktu, jenis pupuk, dosis pupuk, dan tepat cara pemberian.

Manajemen untuk mengurangi pengaruh buruk kekurangan air: penutupan permukaan tanah dengan mulsa atau *land cover crops* (LCC)

Sei Pagar

Hasil evaluasi kelas kesesuaian lahan di kebun plasma Sei Pagar disajikan pada Tabel 11 dan sebarannya disajikan pada Lampiran 2. Seluruh areal perkebunan kelapa sawit plasma di Sei Pagar dikategorikan kedalam kelas kesesuaian cukup sesuai (S2) dengan faktor-faktor pembatas yang bervariasi. Sebagian besar (87%) lahan memiliki kelas kesesuaian lahan cukup sesuai (S2) dengan pembatas retensi unsur hara tinggi karena pH rendah. Lahan ini terdiri atas tanah gambut Typic Haplosaprists (satuan lahan D.1.1.2), Terric Haplosaprists (satuan lahan Pq.2.1) dan Humic Dystrudepts (satuan lahan Pfq.2.1). Dengan kedalaman gambut rata-rata <300 cm, rata-rata produktivitas kelapa sawit pada lahan ini >24 t tbs ha^{-1} th^{-1}, termasuk kategori produktivitas baik. Kondisi ini mungkin ditopang oleh sifat fisik tanah yang relatif baik untuk pertanian karena adanya pengkayaan liat dan unsur hara dari endapan Sungai Kampar Kiri dan Sungai Kampar Kanan. Pada kondisi seperti ini, kedalaman gambut untuk kesesuaian lahan kelas S2 bagi kelapa sawit tidak hanya 60-140 cm tetapi lebih dalam lagi yaitu 140-200 cm (Ritung *et al.* 2007).

Kondisi lahan seperti di Sei Pagar memang cukup baik untuk penggunaan perkebunan kelapa sawit seperti dilaporkan oleh Juwanto (2007) bahwa penggunaan tanah gambut untuk kebun kelapa sawit, produktivitasnya dipengaruhi oleh kedalaman air tanah dan kematangan gambut. Winarna (2007) melaporkan bahwa tanah gambut saprik seperti di lokasi penelitian paling potensial untuk digunakan sebagai kebun kelapa

Tabel 11. Kesesuaian lahan kelapa sawit pada setiap satuan lahan di kebun plasma Sei Pagar

Table 11. Land suitability of oil palm on each land unit of Sei Pagar smallholder plantation

Satuan lahan	Kese-suaian	Karakteristik	Sebaran (ha)	Produktivitas (t tbs ha^{-1} th^{-1})
Au.1	S2-rc,nr	Cukup sesuai dengan pembatas perkembangan perakaran dan retensi unsur hara karena drainase kurang baik, dan pH rendah (Endoaquepts)	820	>17,21
P.1.1	S2-nr	Cukup sesuai dengan pembatas retensi unsur hara karena pH rendah (Dystrudepts)	1.340	>20,43
P.3.1	S2-nr	Cukup sesuai dengan pembatas retensi unsur hara karena pH rendah (Dystrudepts, Kandiudults)	1.318	>20,43
P.4.1	S2-nr,eh	Cukup sesuai dengan pembatas retensi unsur hara terkait dengan pH dan KTK rendah dan bahaya erosi karena berlereng (Kandiudults)	206	>17,21
P.5.2	S2-nr,eh	Cukup sesuai dengan pembatas retensi unsur hara terkait dengan pH rendah dan bahaya erosi karena berlereng (Kandiudults, Dystrudepts)	67	>17,21
P.7.2	S3-nr,eh	Sesuai marginal dengan pembatas retensi unsur hara terkait dengan pH rendah dan bahaya erosi karena berlereng (Kandiudults, Hapludox)	130	<17,21
H.1.3	S3-eh,rc,nr	Sesuai marginal dengan pembatas bahaya erosi karena berlereng, perkembangan perakaran karena lapisan tanah tipis, dan retensi unsur hara terkait dengan pH rendah (Hapludox)	875	<16,44
		Jumlah (ha)	4.765	

Tabel 12. Kesesuaian lahan kelapa sawit pada setiap satuan lahan di kebun plasma Sei Galuh

Table 12. Land suitability of oil palm on each land unit of Sei Galuh smallholder plantation

Satuan lahan	Kese-suaian	Uraian	Sebaran (ha)	Produktivitas (t tbs ha^{-1} th^{-1})
Pfq.1.1	S2-ns,nr	Cukup sesuai dengan faktor pembatas ketersediaan unsur hara kurang dan retensi unsur hara tinggi terkait pH masam (*Dystrudepts*)	3.403	>20
Pfq.1.2	S2-ns,nr	Cukup sesuai dengan faktor pembatas ketersediaan unsur hara kurang dan retensi unsur hara tinggi terkait pH masam (*Kandiudults*)	4.670	>20
Pq.1.1	S3-ns,nr	Sesuai marginal dengan pembatas ketersediaan unsur hara kurang dan retensi unsur hara rendah terkait KTK rendah (*Udipsamments*)	1.509	<16,44
D.2.1.2	S3-rc, ns,nr	Sesuai marginal dengan pembatas perkembangan perakaran kurang karena drainase jelek, ketersediaan unsur hara kurang dan retensi unsur hara tinggi terkait pH masam (*Haplosaprists*)	1.200	<12
		Jumlah (ha)	10.782	

sawit dengan produktivitas rata-rata 25,45 t TBS ha^{-1} th^{-1} dibandingkan dengan gambut hemik dan fibrik dengan produktivitas masing-masing 23,20 dan 20,80 t TBS ha^{-1} th^{-1}. Peneliti lain melaporkan bahwa produktivitas kelapa sawit pada lahan gambut Hemic Troposaprist agak dalam dan dalam dipengaruhi oleh lingkar batang dan produksi aktual TBS (Koedadiri *et al*. 2007).

Sekitar 13% lahan dengan stuan lahan Pfq.1.1 dan Au.1.3 memiliki kelas kesesuaian lahan cukup sesuai (S2) dengan pembatas ketersediaan unsur hara rendah dan retensi unsur hara tinggi (ns,nr). Produktivitas lahan ini masih cukup baik dengan rata-rata >20 t tbs ha^{-1} th^{-1}. Kondisi ini disebabkan oleh sifat bahan induk tanah berupa endapan batuan masam dan miskin unsur hara. Namun demikian, produktivitas tanah ini cukup baik untuk digunakan sebagai perkebunan kelapa sawit. Pahan (2005) menyatakan bahwa tanah mineral masam seperti di lokasi penelitian dengan tingkat kesesuaian cukup sesuai (S2) mempunyai kisaran produktivitas lahan yaitu 19-24 t TBS ha^{-1} th^{-1}. Hasil wawancara dengan petani dan penelusuran data panen bulanan di bagian database tanaman menunjukkan bahwa rata-rata produktivitas lahan kelapa sawit di lokasi tersebut 19,2 t TBS ha^{-1} bulan-1 atau 23,04 t TBS ha^{-1} th^{-1} (PT Perkebunan Nusantara V 2007).

Sei Galuh

Evaluasi kelas kesesuaian lahan di kebun plasma Sei Galuh disajikan pada Tabel 12 dan sebarannya pada setiap satuan lahan pada Lampiran 3. Secara umum, kelas kesesuaian di kebun kelapa sawit plasma Sei Galuh paling jelek dengan faktor pembatas yang

beragam. Lahan gambut (Haplosaprists) dengan satuan lahan D.2.1.2, menempati areal sekitar 11% berupa tanah gambut dalam (500-1.200 cm), memiliki kelas kesesuian lahan sesuai marginal (S3) dengan pembatas perkembangan perakaran kurang karena drainase jelek, ketersediaan unsur hara rendah dan retensi unsur hara tinggi terkait pH masam. Produktivitas lahan ini rendah rata-rata <12 t tbs ha^{-1} th^{-1}. Pengamatan di lapangan menunjukkan adanya stagnasi pertumbuhan kelapa sawit (kerdil) dengan gejala defisiensi unsur hara beragam (N, K, Mg, Ca, dan Cu). Rendahnya produktivitas lahan gambut ini berkaitan dengan kedalaman, pH, kematangan, kadar bahan kasar, dan kadar abu seperti dilaporkan oleh Winarna et al.(2006) bahwa pada gambut fibrik dengan kedalaman 220 cm, kadar abu 10,65%, pH 3,53 dan salinitas 1,11 mS per cm, produktivitas kelapa sawit < 20,8 t TBS ha^{-1} th^{-1}.

Tanah mineral berpasir (Udipsamments) menempati areal sekitar 14% dengan satuan lahan Pq.1.1, memiliki kelas kesesuaian lahan sesuai marginal (S3) dengan faktor pembatas ketersediaan unsur hara kurang dan retensi hara tinggi (tekstur pasir, pH rendah). Produktivitas lahan ini tergolong rendah rata-rata <16,4 t tbs ha^{-1} th^{-1}. Di lapangan, tanah ini berwarna putih cerah, bahan induk miskin unsur hara (batu pasir) dan drainase jelek (porus) sehingga pencucian unsur hara berlangsung intensif. Selain miskin unsur hara, bahan induk tanah ini juga masam (pH) rendah yang menyebabkan unsur hara yang tercuci terikat kuat oleh fraksi aluminium dan besi pada lapisan bawah.

Dua jenis satuan lahan lainnya memiliki kelas kesesuaian cukup sesuai (S2), dengan sedikit pembatas utama yaitu ketersediaan unsur hara terutama hara makro N, P, dan K kurang dan retensi unsur hara tinggi terkait dengan pH rendah dan kadar besi dan aluminium tinggi. Kedua jenis satuan lahan tersebut adalah Pfq.1.2 dari jenis tanah Ultisols yang menempati areal seluas 43% dan Pfq.1.1 dari jenis tanah Dystrudepth yang menempati areal seluas 32%. Produktivitas kedua satuan lahan tersebut termasuk sedang, rata-rata >20 t tbs ha^{-1} th^{-1}.

Berdasarkan pembatas penggunaan lahannya untuk kelapa sawit, maka perbaikan pengelolaan lahan yang diperlukan di kebun kelapa sawit Sei Galuh adalah sebagai berikut (Josiva 2010):

- Pengendalian drainase pada lahan gambut agar air permukaan tanah tidak terlalu tinggi (tergenang) sehingga tanaman dapat tumbuh dan berproduksi optimal.
- Pemberian ameliorasi tanah seperti kapur pertanian atau dolomit untuk memperbaiki kondisi kemasaman tanah dan meningkatkan ketersediaan hara (Ca, Mg).
- Pemberian pupuk berimbang sesuai dengan kebutuhan tanaman dan status hara tanah.

KESIMPULAN

1. Lahan gambut dangkal (<300 cm) mendominasi kebun kelapa sawit plasma di Sei Pagar memiliki kelas kesesuaian lahan cukup sesuai (S2), pembatas retensi unsur hara (nr) dengan produktivitas rata-rata > 24 t tbs ha^{-1} th^{-1}.
2. Lahan gambut dalam (500-1200 cm) terdapat di kebun plasma Sei Galuh, memiliki kelas kesesuaian lahan sesuai marginal (S3), pembatas perkembangan perakaran, ketersediaan unsur hara rendah, dan retensi unsur hara (rc,ns,nr) dengan produktivitas rata-rata <12 t tbs ha^{-1} th^{-1}. Selin itu, kedalaman gambut, kadar bahan kasar, kadar abu mempengaruhi tingkat kesesuaian gambut untuk kelapa sawit, semakin dalam gambutnya maka tingkat kesesuaiannya semakin rendah.
3. Lahan berbahan induk aluvial liat masam dan sering tergenang terdapat di kebun plasma Sei Tapung, memiliki kelas kesesuaian lahan cukup sesuai (S2), pembatas perkembangan perakaran dan retensi unsur hara (rc,nr) dengan produktivtas rata-rata >17,21 t tbs ha^{-1} th^{-1}.
4. Lahan berbahan induk alluvial masam bergambut terdapat di kebun plasma Sei Pagar, memiliki kelas kesesuaian lahan cukup sesuai (S2), pembatas ketersediaan unsur hara rendah dan retensi unsur hara (ns,nr), dengan produktivitas rata-rata >20 t tbs ha^{-1} th^{-1}.
5. Kebun kelapa sawit plasma di Sei Tapung didominasi oleh tanah mineral kering masam dengan topografi datar-berbukit dan terdapat hubungan antara perentase lereng dengan kelas kesesuaian dan produktivitas kelapa sawit. Pada topografi datar (lereng 0-3%), kelas kesesuaian lahan cukup sesuai (S2), pembatas retensi unsur hara (nr), dengan produktivitas rata-rata >20,43 t tbs ha^{-1} th^{-1}. Pada topografi berombak-bergelombang (lereng 3-8%), kelas kesesuaian lahan cukup sesuai (S2), pembatas retensi unsur hara dan bahaya erosi ringan (nr,eh), dengan produktivitas rata-rata >17,21 t tbs ha^{-1} th^{-1}. Pada topografi berbukit (lereng>15%), kelas

kesesuaian lahan sesuai marginal (S3), pembatas bahaya erosi, perkembangan perakaran, dan retensi unsure hara (eh,rc,nr) dengan produktivitas rata-rata <16,44 t tbs ha^{-1} th^{-1}.

DAFTAR PUSTAKA

Adiwiganda, R. 2002. Pengelolaan Lapangan dalam Aplikasi Pupuk di Perkebunan Kelapa Sawit. Seminar Nasional Pengelolaan Pupuk pada Kelapa Sawit. PT. Sentana Adidaya Pratama. Medan.

Anonimus. 2012. Industri Palm Oil Di Indonesia. Indonesian Commercial Newsletter. Jakarta. Pp. 46-47.

Badan Pusat Statistik. 2008. Statistik Indonesia. Jakarta

Darto, M. 2012. Nasib Petani Kelapa Sawit. www. m.jakartapress.com. 3 Januari 2013.

Departemen Pertanian. 2008. Komitmen Pemerintah Membangun Perkebunan Kelapa Sawit Berkelanjutan. http://www. indonesia.go.id. 20 Agustus 2008.

Direktorat Jenderal Perkebunan. 1992. Perusahaan Inti Rakyat Perkebunan. Pelaksanaan dan Pelatihan. Direktorat Jenderal Perkebunan. Jakarta.

Direktorat Jenderal Perkebunan. 2007. Pedoman Umum Program Revitalisasi Perkebunan (Kelapa Sawit, Karet dan Kakao). Jakarta.

Direktorat Jenderal Perkebunan. 2010. Statistik Kelapa Sawit Indonesia. Jakarta.

Djaenudin, D., Marwan, H. Subagyo, dan A. Hidayat. 2003. Petunjuk Teknis Evaluasi Lahan untuk Komoditas Pertanian. Edisi I. Balai Penelitian Tanah. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor.

Dessaunettes J.R. 1977. Catalogue Landform for Indonesia. FAO-Soil Research Institute. Bogor.

Erningpraja, L., T. Wahyono, M. Akmal, Ratnawati, dan A. Kurniawan. 2006. Strategi Mengembalikan Kejayaan Kelapa Sawit Indonesia dengan Barometer Malaysia. Sawit. Jurnal Penelitian Kelapa Sawit. 14(1): 47-67. Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Medan.

Food and Agriculture Organization. 1983. Guidlines Land Evaluation for Rainfed Agricuture. Soil Bulletin. 52. Rome.

Harahap, E.M. 2007. Kelapa Sawit Penuhi Syarat Jadi Tanaman Konservasi. www.antara.co.id. 20 Agustus 2008.

Hartatik, W., I G.M. Subiksa, dan A. Dariah. 2006. Sifat Kimia dan Fisika Tanah Gambut. Balai Penelitian Tanah Bogor. Badan Litbang Pertanian. www.balittanah.litbang.deptan.go.id.

Hasibuan, A. 2005. Prospek Pengembangan PIR Kelapa Sawit dan Peranan Koperasi dalam Ekonomi Kerakyatan Di Masa Mendatang. Prosiding Seminar Nasional Perkebunan Kelapa Sawit Rakyat: Pemberdayaan Perkebunan Kelapa Sawit Rakyat sebagai Upaya Penguatan Ekonomi Kerakyatan. Pekan Baru, 15-16 April 2005. Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Medan. Hal. 119-125.

Josiva. 2010. Strategi Pengelolaan Lahan Perkebunan Kelapa Sawit. www.josivaneodick.blogspot.com. 7 Januari 2013.

Juwanto. 2007. Pengembangan Model Penilaian Kesesuaian Lahan Gambut untuk Kelapa Sawit (Studi Kasus Wilayah Irigasi Muko-Muko Kanan). www.bdpnuib.org, Juni 2007.

Kamar Dagang dan Industri Indonesia. 2010. Feed the World: Menuju Swasembada yang Kompetitif dan Berkelanjutan serta Mendorong Produk-Produk Unggulan Menjadi Primadona Dunia. Jakarta.

Koedadiri, A.D., R. Adiwiganda, K. Martoyo. 2007. Produktivitas Kelapa Sawit pada Tanah Hemic Troposaprist. www.iopri.org. Juni 2007.

Pahan, I. 2005. Sebuah Pemikiran: Pola Peremajaan Areal Plasma dari Segi Pembinaan Petani, Ketersediaan Modal dan Mengatasi Kesenjangan Pendapatan. Prosiding Seminar Nasional Perkebunan Kelapa Sawit Rakyat: Pemberdayaan Perkebunan Kelapa Sawit Rakyat sebagai Upaya Penguatan Ekonomi Kerakyatan. Pekan Baru, 15-16 April 2005. Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Medan. Hal. 126-132.

P.T Perkebunan Nusantara V. 2007. Laporan Sekilas Perkembangan Kebun Plasma Sei Garo/Sei Pagar/Sei Galuh. Pekanbaru.

Ritung, S., Wahyunto, F. Agus, and H. Hidayat. 2007. Guidelines and Suitability Evaluation with A Case Map of Aceh Barat District. Indonesian Soil Research Institute-World Agroforestry Centre. Bogor.

Saptarini, C.L., B.A. Kironoto, dan R. Jayadi. 2007. Kajian Perusakan Erosi Permukaan Akibat Pembangunan Hutan Tanaman Industri di Areal Pencadangan HTI Kabupaten Ketapang Provinsi Kalimantan Barat. UGM Press. Yogyakarta.

Sitepu, A. 2007. Evaluasi Kesesuaian Lahan untuk Tanaman Kelapa Sawit *(Elaeis guenensis Jack*), Coklat (*Theobroma cacao*), dan Karet (*Havea brasiliensis*) di Desa Belinteng, Kecamatan Sei Bingei, Kabupaten Langkat, Sumatera Utara. Skripsi. Departemen Ilmu Tanah. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan.

Soil Survey Staff. 2003. Keys To Soil Taxonomy. Tenth Edition. Department of Agricultural Natural Resources Conservation Services. Washington.

Troeh, F.R., J.A. Hobss, and R.L. Donahue. 2004. Soil and Water Conservation for Productivity and Environmental Protection. Fourth Edition.Pearson Education. Prentice Hall. Upper Saddle River. New Jersey.

Wahyunto, A. Dariah, and F. Agus. 2010. Distribution, Properties, and Carbon Stock of Indonesian Peatland. Proc. of Int. Workshop on Evaluation and Sustainable Management of Soil Carbon Sequestration in Asian Countries. Bogor, Indonesia, Septb., 28-29, 2010.

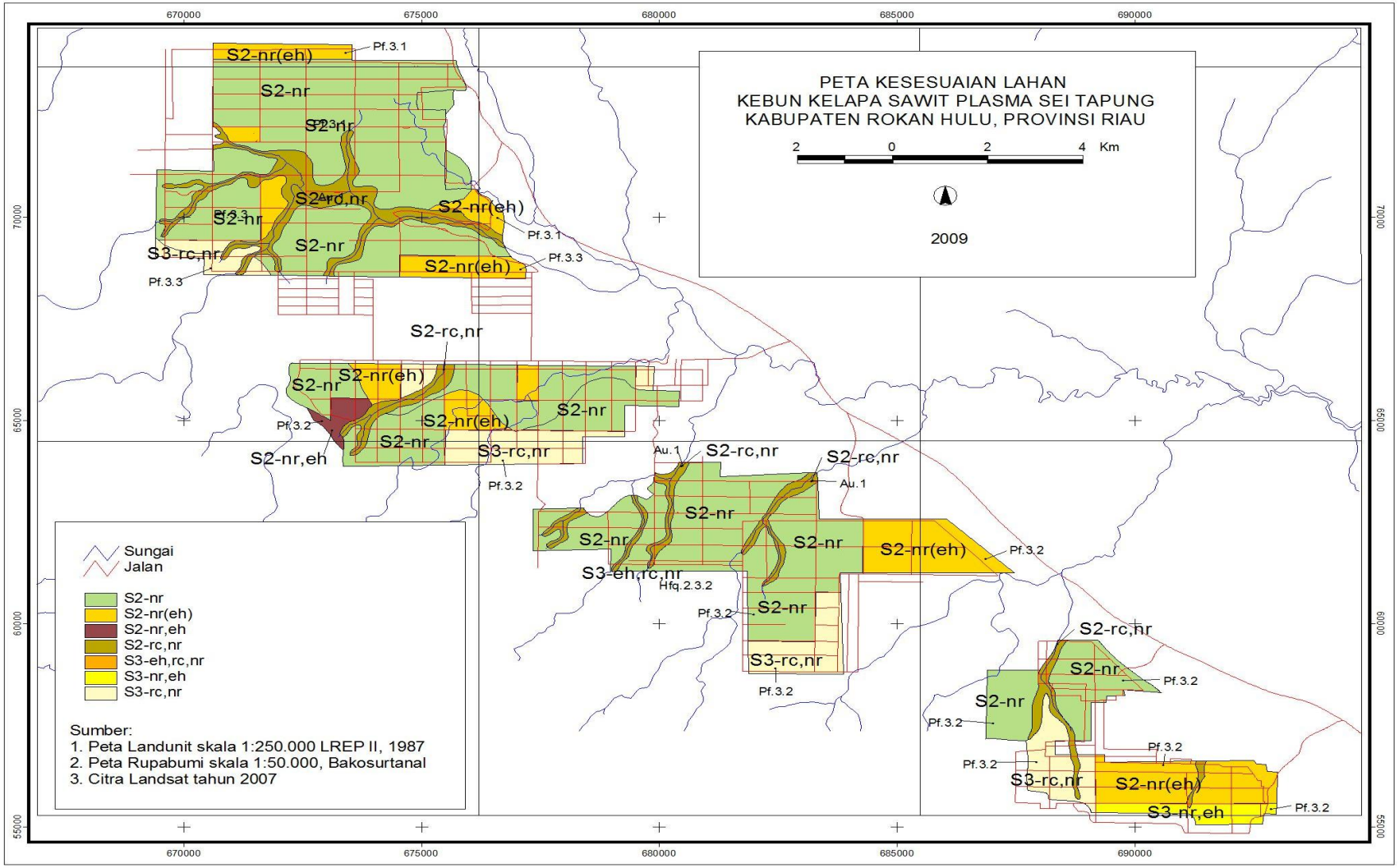
Winarna, M.L. Fadli, D. Wiratmoko, dan E.S. Sutarta. 2006. Krakteristik Tanah dari Bahan Alluvial Ash dan Kesesuaiannya untuk Tanaman Kelapa Sawit. Jurnal 14(2). Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Medan.

Winarna. 2007. Lahan Gambut Saprik Paling Potensial untuk Kebun Sawit. www.kapanlagi.com. 30 Juni 2007.

Wischmeier, W.H and D.D. Smith. 1978. Predicting Rainfall Erosion Losses: A Guide to Conservation Planning. Agriculture Handbook No. 537. United State Department of Agriculture. Washington D.C.

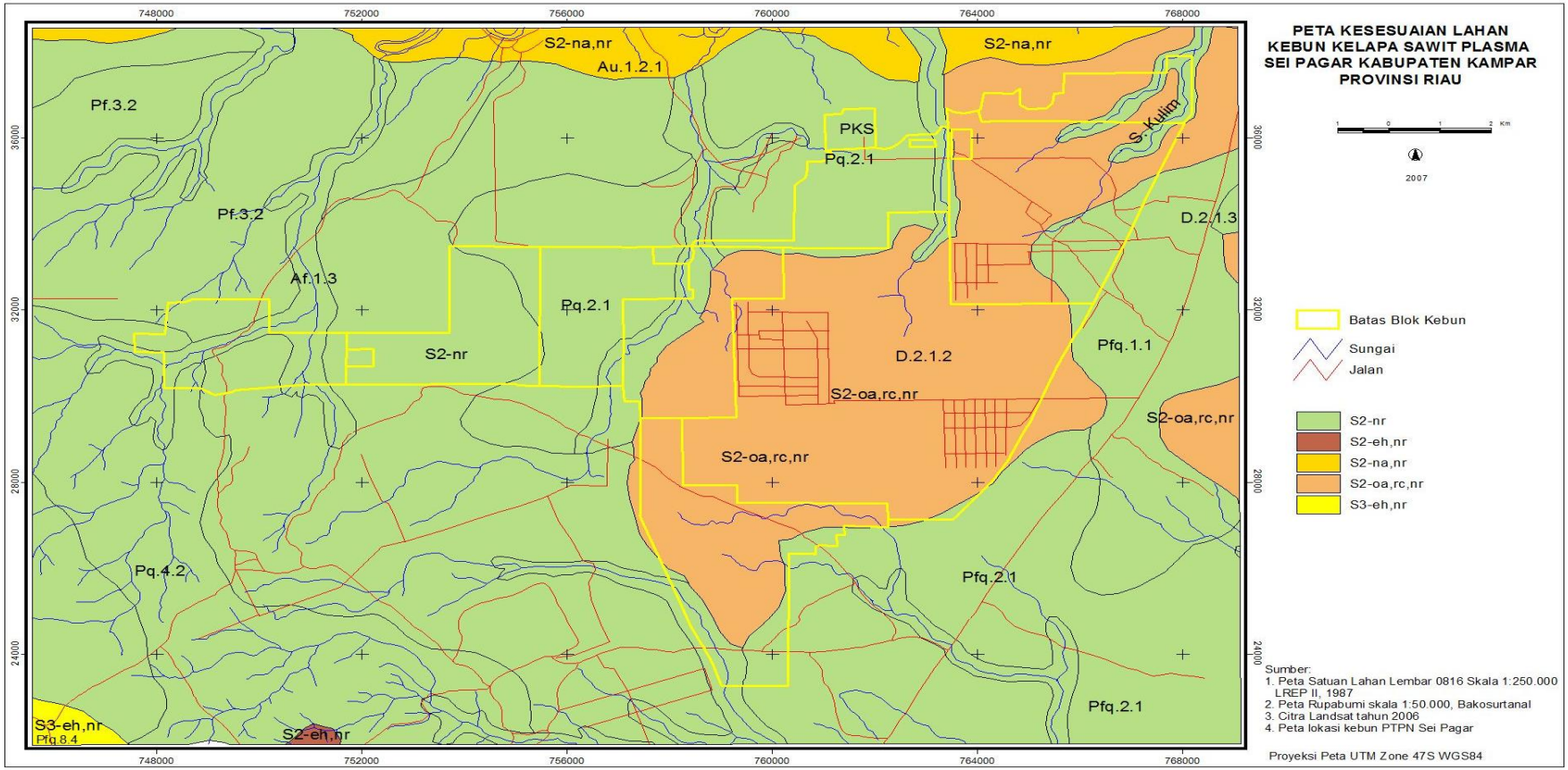
Lampiran 1. Sebaran kesesuaian lahan pada setiap satuan lahan di kebun kelapa sawit plasma Sei Tapung

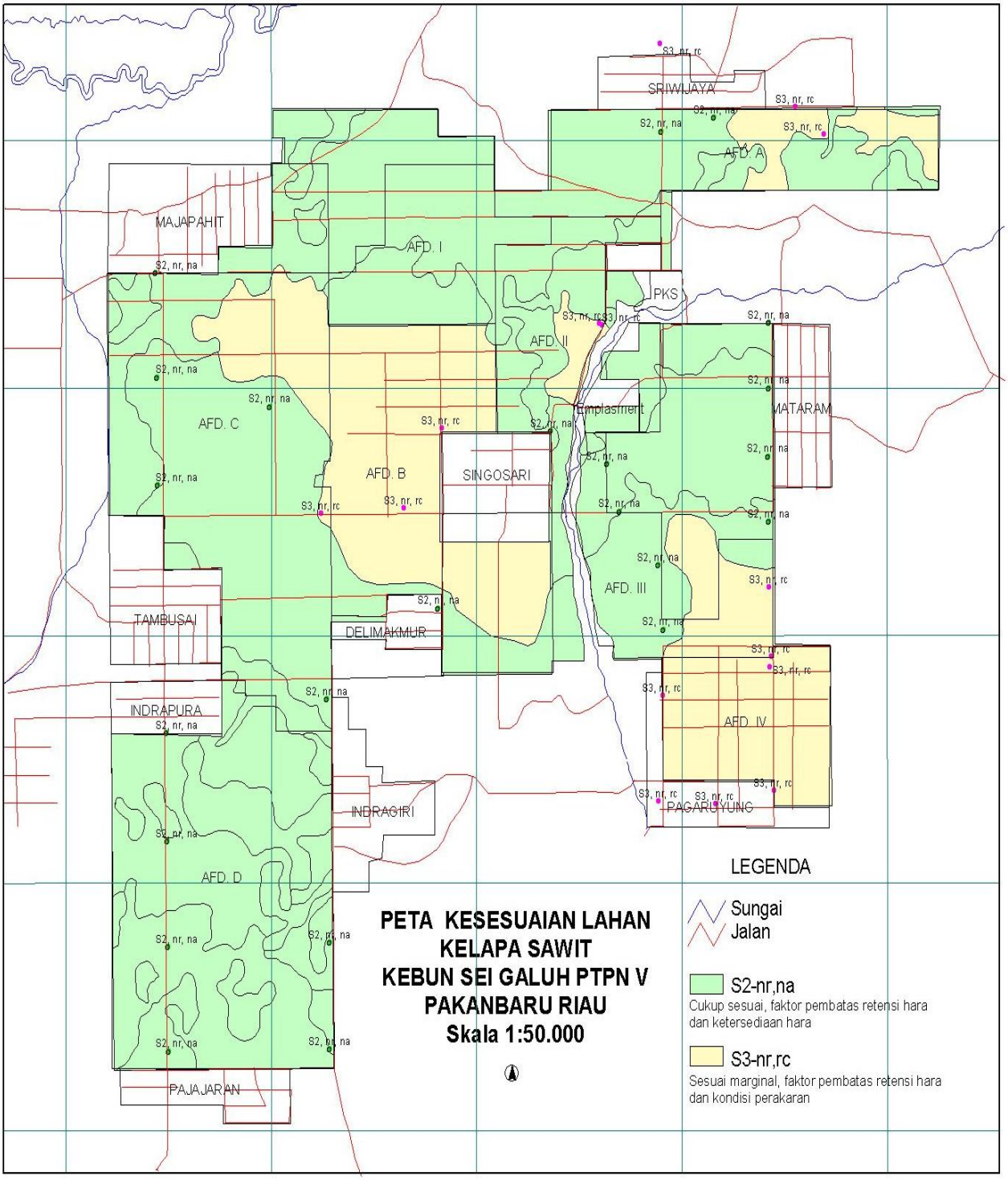
Attachment 1. Land suitability map on each land unit of smallholder oil palm plantation at Sei Tapung



Lampiran 2. Sebaran kesesuaian lahan pada setiap satuan lahan di kebun kelapa sawit plasma Sei Pagar

Attachment 2. Land suitability map on each land unit of smallholder oil palm plantation at Sei Pagar



Lampiran 3. Sebaran kesesuaian lahan pada setiap satuan lahan di kebun kelapa sawit plasma Sei Galuh

Attachment 3. Land suitability map on each land unit of smallholder oil palm plantation at Sei Galuh