

PENETAPAN GUGUS FUNGSIONAL TANAH GAMBUT PADA PERKEBUNAN KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN FTIR SPEKTROSKOPI

DETERMINATION OF THE FUNCTIONAL GROUPS OF PEAT SOIL UNDER OIL PALM PLANTATION USING FTIR-SPECTROSCOPY

Winarna, K. Murtilaksono¹, S. Sabiham¹, A. Sutandi¹, dan E. S. Sutarta

Abstrak Penelitian dilakukan untuk mengkaji komposisi gugus-gugus fungsional tanah gambut pada perkebunan kelapa sawit menggunakan *fourier transform infrared* (FTIR) spektroskopi. Hasil penelitian ini dapat menjadi acuan dalam penilaian perubahan sifat-sifat tanah gambut. Contoh tanah gambut diambil dari tiga umur penggunaan lahan untuk kelapa sawit, yaitu pada areal bukaan baru (umur 1 tahun), kebun Panai Jaya (umur 6 tahun), dan kebun Meranti Paham (umur 20 tahun). Pengukuran gugus-gugus fungsional dengan FTIR spektroskopi diatur pada kisaran spektrum bilangan gelombang infrared 400 cm^{-1} – 4000 cm^{-1} . Gugus-gugus fungsional utama yang ditemukan meliputi gugus fungsional O-H (gugus hidroksil), C-H (gugus metil dan/atau metilen), C=O (gugus karboksilat), C=C (gugus alkenil), dan C-O (gugus ether). Perbedaan gugus fungsional tanah gambut dari ketiga lokasi terletak pada intensitas keberadaannya dalam tanah yang dinyatakan sebagai presentase unit area gugus tersebut terhadap luas total spektra FTIR. Peningkatan kematangan tanah menyebabkan penurunan gugus fungsional O-H dan peningkatan gugus C-H dan C=C. Hubungan antara gugus-gugus fungsional memiliki arti penting sebagai indikator perubahan sifat-sifat gambut. Berdasarkan rasio C-H/O-H, C=C/O-H, dan C=O/O-H, digambarkan kematangan gambut saprik Meranti Paham > gambut saprik Panai Jaya > gambut hemik Meranti Paham > gambut hemik Panai Jaya > gambut hemik areal bukaan baru. Hasil analisis rasio komponen hidrofobik/hidrofilik, semua sampel tanah gambut pada

penelitian ini masih bersifat hidrofilik (analisis WDPT) dengan kisaran rasio 0.14 – 0.41.

Kata kunci : gugus fungsional, kematangan tanah gambut, kelapa sawit, FTIR spektroskopi

Abstract The study was conducted to determine composition of the functional groups of peat soil under oil palm plantation using *fourier transform infrared* (FTIR) spectroscopy. The results of this study can be a reference in the assessment of changes of peat soil properties. Peat soil samples were taken from three ages of land use for oil palm, which is the new planting area of oil palm (1 year old), Panai Jaya estate (6 years old), and Meranti Paham estate (20 years old). Functional groups measurement using FTIR spectroscopy were arranged in the range of wave numbers at $400 - 4000\text{ cm}^{-1}$. The main functional groups that were found O-H (hydroxyl groups), C-H methyl and/or methylen groups), C=O (carboxylic groups), C=C (alkenyl groups), and C-O groups (ether groups). The difference of functional groups of peat soils from three locations is the intensity of its presence in the soil. The intensity of functional groups expressed as a percentage of the unit area to the total area of the FTIR spectra. The increasing of peat decomposition degree leads decreasing O-H groups and an increase of C-H and C=C groups. The relations between the functional groups are important as an indicator of changes in the peat soil properties. The ratio of C-H/O-H, C=C/O-H, and C=O/O-H, describes the peat's maturity of Meranti Paham (sapric) > Panai Jaya (hemic) > Meranti Paham (hemic) > Panai Jaya (hemic) > newly area (hemic). Based on the ratio of hydrophobic components to the hydrophilic components, all the studied peat soils classified as hydrophilic (WDPT method) dengan kisaran rasio 0.14 – 0.41.

Keywords : functional groups, peat soils maturity, oil palm, FTIR spectroscopy

Penulis yang tidak disertai dengan catatan kaki instansi adalah peneliti pada Pusat Penelitian Kelapa Sawit

Winarna (✉)
Pusat Penelitian Kelapa Sawit
Jl. Brigjen Katamso No. 51 Medan, Indonesia
Email: win_arna@yahoo.com

¹ Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Institut Pertanian Bogor

PENDAHULUAN

Pengembangan tanaman kelapa sawit di lahan gambut mensyaratkan adanya upaya-upaya pengelolaan tanah, sehingga tanaman dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik. Keberhasilan budi daya kelapa sawit di lahan gambut mensyaratkan pengelolaan kedalaman muka air tanah yang sesuai untuk tanaman melalui drainase. Drainase juga untuk meningkatkan daya sangga (*bearing capacity*) tanah untuk mendukung mekanisasi. Namun demikian, drainase lahan gambut secara berlebihan menyebabkan timbulnya berbagai permasalahan seperti peningkatan laju subsiden, banjir, penurunan kemampuan menahan air (*water holding capacity*), rentan kebakaran, dan ketidak seimbangan hara tanah (Melling *et al.*, 2002). Drainase secara berlebihan (*excessive drainage*) akan menyebabkan munculnya sifat kering tak balik (*irreversible drying*) dan terjadi penurunan produksi kelapa sawit (Melling *et al.*, 2002; Hasnol *et al.*, 2010).

Beberapa penulis menjelaskan adanya kaitan antara pengelolaan lahan gambut dengan perubahan sifat-sifat gambut, dimana terjadi perubahan komposisi gambut seperti gugus fungsional, kandungan senyawa humik, dan lain-lain. Kemampuan untuk menahan dan mengikat air yang tinggi pada tanah gambut berhubungan dengan kandungan senyawa humik yang tinggi dalam tanah gambut (Szajdak dan Szatyłowicz, 2010). Air dijerap melalui ikatan kimia pada permukaan koloid bahan organik dan bertanggungjawab terhadap proses pengembangan dan pengerutan gambut (Utami *et al.*, 2009; Utami, 2010). Selain menjelaskan bagaimana air terikat, komposisi gambut juga dapat menggambarkan perubahan-perubahan sifat tanah gambut lainnya seperti tingkat kematangan tanah gambut, kimia tanah, dan munculnya sifat kering tak balik. Perkembangan metode analisis memungkinkan pendalaman mengenai komposisi tanah gambut untuk mempelajari perubahan sifat-sifat gambut.

Fourier Transform Infrared (FTIR) spektroskopi merupakan suatu metode yang telah banyak digunakan untuk pencirian gugus-gugus fungsional bahan organik. Metode ini dianggap sangat bernilai dalam identifikasi gugus fungsional dan susunan struktur molekul humik (Tan, 2003). Gugus-gugus fungsional dapat dikenali berdasarkan intensitas serapan cahaya infra merah (*absorption bands*) yang menghasilkan puncak (*peak*) yang khas. Aplikasi FTIR

menghasilkan spektrum yang berisi informasi untuk memprediksi sifat-sifat fisik dan kimia tanah (Chapman *et al.* 2001; Artz *et al.* 2008; Viscarra *et al.* 2006; Ellerbrock dan Kaiser, 2005). Beberapa peneliti menggunakan FTIR antara lain untuk analisis kelembaban tanah (Linker, 2011), kandungan fraksi-fraksi karbon organik tanah (Zimmermann *et al.* 2007), dan kualitas kompos (Grube *et al.* 2006). Hidrofobisitas tanah gambut juga dapat dipelajari melalui aplikasi FTIR, yaitu melalui analisis distribusi senyawa hidrofobik dan hidrofilik (Matejkova dan Simon, 2012; Urbanek *et al.* 2007; Dlapa *et al.* 2012).

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji perbedaan komposisi senyawa-senyawa organik dalam gambut kaitannya dengan umur penggunaan lahan pertanaman kelapa sawit. Hal ini dimaksudkan sebagai acuan dalam penggunaan FTIR spektroskopi untuk penilaian perubahan sifat-sifat tanah gambut di lingkungan perkebunan kelapa sawit.

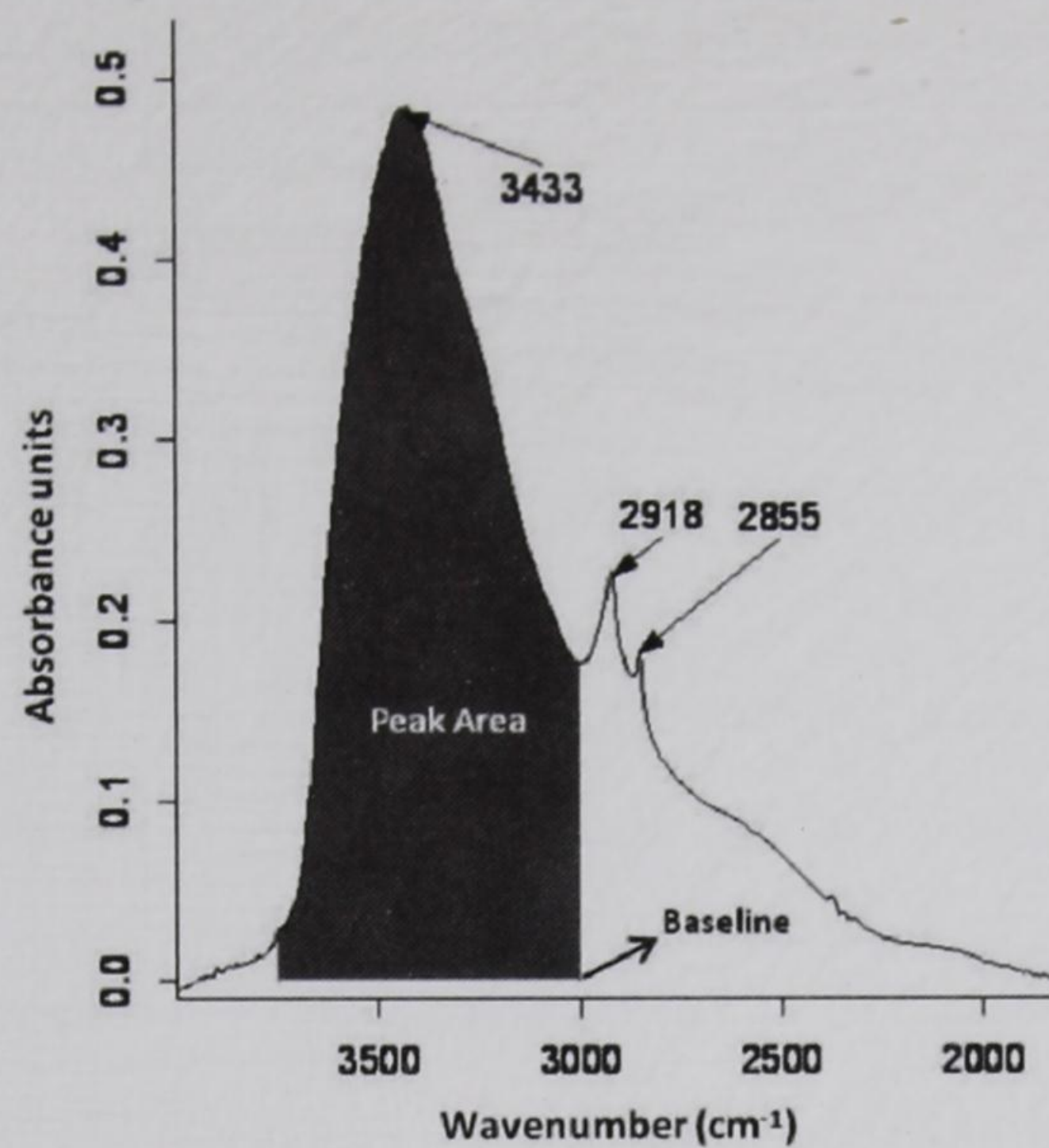
BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada agroekosistem kelapa sawit di wilayah kabupaten Labuhan Batu, propinsi Sumatera Utara, yaitu di lokasi pengembangan kelapa sawit dengan umur penggunaan lahan berbeda. Lokasi penelitian seluruhnya berada di lingkup PT Perkebunan Nusantara IV yaitu di: (i) areal pembukaan lahan baru untuk kelapa sawit ($2^{\circ}22'05''$ N dan $100^{\circ}16'20''$ E) di proyek pengembangan kebun kelapa sawit Panai Jaya, (ii) areal tanaman kelapa sawit muda (umur 6 tahun) kebun Panai Jaya ($2^{\circ}22'25'' - 2^{\circ}22'50''$ N dan $100^{\circ}16'0'' - 100^{\circ}17'10''$ E), dan (iii) areal tanaman kelapa sawit tua (umur 20 tahun) kebun Meranti Paham ($2^{\circ}16'20'' - 2^{\circ}16'55''$ N dan $100^{\circ}9'10'' - 100^{\circ}9'35''$ E). Ketiga lokasi pengambilan sampel merupakan lahan gambut dengan ketebalan berkisar 343.65 – 502.92 cm (Yulianti, 2009). Kedalaman muka air tanah pada saat pengambilan sampel di ketiga lokasi berkisar 60-70 cm dari permukaan tanah. Analisis tanah dilakukan di Laboratorium Tanah Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Medan. Penelitian dilaksanakan pada bulan September – Desember tahun 2013.

Sampling Tanah

Sampel tanah diambil dari setiap lokasi pada 3-5 titik pengamatan untuk dianalisis di laboratorium.



Gambar 1. Metode penentuan *peak area* menggunakan *peak integration*.
Figure 1. Methode of *peak area* determination with *peak integration*.

Sampel tanah gambut tersebut terdiri dari sampel tanah tidak terganggu (*undisturbed*) dan terganggu (*disturbed*) (sampai kedalaman 50 cm) serta dibagi dalam dua tingkat kematangan gambut yaitu saprik di bagian atas dan hemik di bagian bawah.

Analisis Tanah Pendahuluan

Analisis pendahuluan terdiri dari sifat fisika dan kimia tanah, yaitu meliputi kadar abu (metode pengabuan), bobot isi, air tersedia, retensi air (pF 2.54 dan 4.2), kematangan gambut (metode von Post), pH, dan C-organik. Kemasaman tanah merupakan pH H₂O dengan rasio tanah:air yaitu 1:5 dan diukur menggunakan gelas elektroda. Penentuan kadar abu dan C-organik menggunakan metode pengabuan (*Loss of Ignition*) pada suhu 500°C selama 6 jam. Analisis sifat fisika dan kimia tanah tersebut mengacu pada metode yang dikembangkan Radjagukguk *et al.* (2000). Analisis hidrofobisitas tanah gambut dengan metode *Water Drop Penetration Time* (WDPT) yang dikembangkan oleh Bisdorn *et al.* (1993).

Analisis FTIR Spektroskopi

Analisis FTIR spektroskopi dilakukan terhadap sampel tanah dari setiap lokasi penelitian dengan

menggunakan ALPHA spectrometer (Bruker Optik GmbH). Sebelum pembacaan dengan FTIR, sampel tanah kering udara ditambahkan serbuk KBr dengan perbandingan sampel tanah : KBr sebesar 1:100. Sampel tanah yang telah ditambahkan serbuk KBr dibentuk menjadi pelet menggunakan *tablet holder*, selanjutnya dilakukan pengukuran dengan FTIR spektroskopi yang diatur pada kisaran panjang gelombang *infrared* 400–4000 cm⁻¹. Interpretasi hasil analisis FTIR dilakukan menurut Artz *et al.* (2008) pada Tabel 1, sedangkan analisis kurva spektral menggunakan software OPUS 6.5. Intensitas gugus fungsional ditetapkan melalui perhitungan *peak area* dari setiap kurva gugus fungsional yang ditemukan. *Peak area* merupakan unit luas dari wilayah bawah kurva sampai *baseline* yang ditetapkan dengan menggunakan bantuan fasilitas *peak integration* yang disediakan oleh software OPUS (Gambar 1).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Fisika dan Kimia Tanah Gambut

Hasil analisis sifat fisik dan kimia tanah dari ketiga lokasi penelitian disajikan pada Tabel 2. Ketiga lokasi pada saat pengambilan sampel merupakan areal tanaman kelapa sawit, namun ketiganya berbeda

Tabel 1. Bilangan gelombang utama dari band serapan *Infrared* (IR) sampel tanah gambut (Artz *et al.*, 2008).
Table 1. The principal wavenumber of IR absorption bands of peat samples (Artz *et al.*, 2008).

Bilangan gelombang (cm ⁻¹)	Gugus Fungsional	Karakterisasi
3400 – 3300	Rangkaian gugus OH terikat hidrogen	Selulosa
2940 – 2900	Rangkaian C-H alifatik, CH ₂ asimetrik	Lemak, lilin, lipida
2850	Ch ₂ simetrik	Lemak, lilin, lipida
1720	Rangkaian C=O dari COOH or COOR	Asam karboksilat, ester aromatik
1710–1707	Rangkaian C=O dari COOH	Asam organik bebas
1650–1600	Rangkaian C=C aromatik dan atau rangkaian C–O asimetrik dalam COO–	Lignin atau gugus aromatik lain, karboksilat aromatik atau alifatik
1515–1513	Rangkaian C=C aromatik	Lignin/fenolik backbone
1426-1400	Rangkaian C–O simetrik dari COO– atau rangkaian deformasi OH (COOH)	Struktur karboksilat (asam humat)
1450, 1371	C–H alifatik deformasi	Fenolik (lignin) dan struktur alifatik
1265 (approximately)	Rangkaian C–O dari fenolik -OH dan atau arilmetileter	Diindikasikan sebagai backbone lignin
1080–1030	Kombinasi rangkaian C–O dan O–H deformasi	Polisakarida
900	Di luar rangkaian ikatan	Selulose, koresponden dengan puncak bilangan gelombang 3340
720	Ch ₂ wag	Rantai panjang alkana (>C4)
835	CH aromatik di luar lembaran	Lignin

umur penggunaan lahannya. Umur penggunaan untuk kelapa sawit tentunya akan berdampak pada perubahan sifat-sifat tanah, baik fisik maupun kimia tanahnya. Tingkat kematangan gambut di lokasi bukaan baru masih didominasi oleh hemik, sedangkan di Panai Jaya pada lapisan atas (0 – 10/20 cm) adalah saprik dan di lapisan bawah adalah hemik (10/20 – 50 cm). Kematangan tanah gambut Meranti Paham lapisan atas (0 – 30/40 cm) adalah saprik, sedangkan lapisan bawah hemik (pada 30/40 – 50 cm).

Aktifitas pengelolaan lahan untuk budidaya tanaman kelapa sawit seperti penggunaan alat berat, drainase tanah, pemupukan, dan aktifitas kultur teknis tanaman akan memberikan dampak terhadap perubahan

beberapa sifat-sifat tanah, antara lain pH tanah, C-organik, kadar abu, bobot isi, dan retensi air tanah. Kemasaman tanah umumnya tergolong sangat masam dan cenderung terjadi peningkatan pH tanah pada areal dengan umur tanaman yang semakin tua, hal ini terkait dengan peningkatan kematangan gambut. Kadar abu gambut meningkat pada lapisan atas dengan bertambahnya umur penggunaan lahan untuk kelapa sawit. Peningkatan kadar abu pada lapisan atas tersebut dapat dikaitkan dengan penambahan bahan-bahan mineral (pupuk) dalam upaya perbaikan kesuburan tanah untuk budidaya tanaman.

Bobot isi (*bulk density*) tertinggi ditunjukkan oleh gambut saprik dari Meranti Paham yaitu mencapai lebih

Tabel 2. Sifat fisik dan kimia tanah gambut dari areal bukaan baru, Panai Jaya, dan Meranti Paham.
Table 2. Physical and chemical properties of peat soils from new planting area, Panai Jaya, and Meranti Paham.

Sifat-Sifat Tanah	Bukaan Baru	Panai Jaya		Meranti Paham	
	(hemik)	saprik	hemik	saprik	hemik
pH (H ₂ O)	3.20	3.68	3.50	3.73	3.60
C-organik (%)	57.12	55.08	55.26	53.33	53.94
Kapasitas Tukar Kation (me/100g)	101.15	98.62	106.17	126.35	108.78
Kemasaman Total (me/g)	4.10	3.82	4.35	5.93	5.18
COOH (me/g)	0.51	0.61	0.43	0.65	0.18
Fenolat-OH (me/g)	3.74	3.21	3.84	5.31	4.99
Kadar abu (%)	1.53	5.05	4.73	8.07	7.00
Kadar serat (%)	72	44	68	32	64
Particel Density (g/cm ³)	1.70	1.53	1.81	1.58	1.93
Bulk Density (g/cm ³)	0.17	0.18	0.17	0.28	0.16
Porositas (%)	90.20	88.00	90.67	82.33	91.50
Kadar air pF2.54	373.28	354.21	375.93	253.34	377.34
Kadar air pF4.2	171.34	171.48	179.10	165.61	128.96

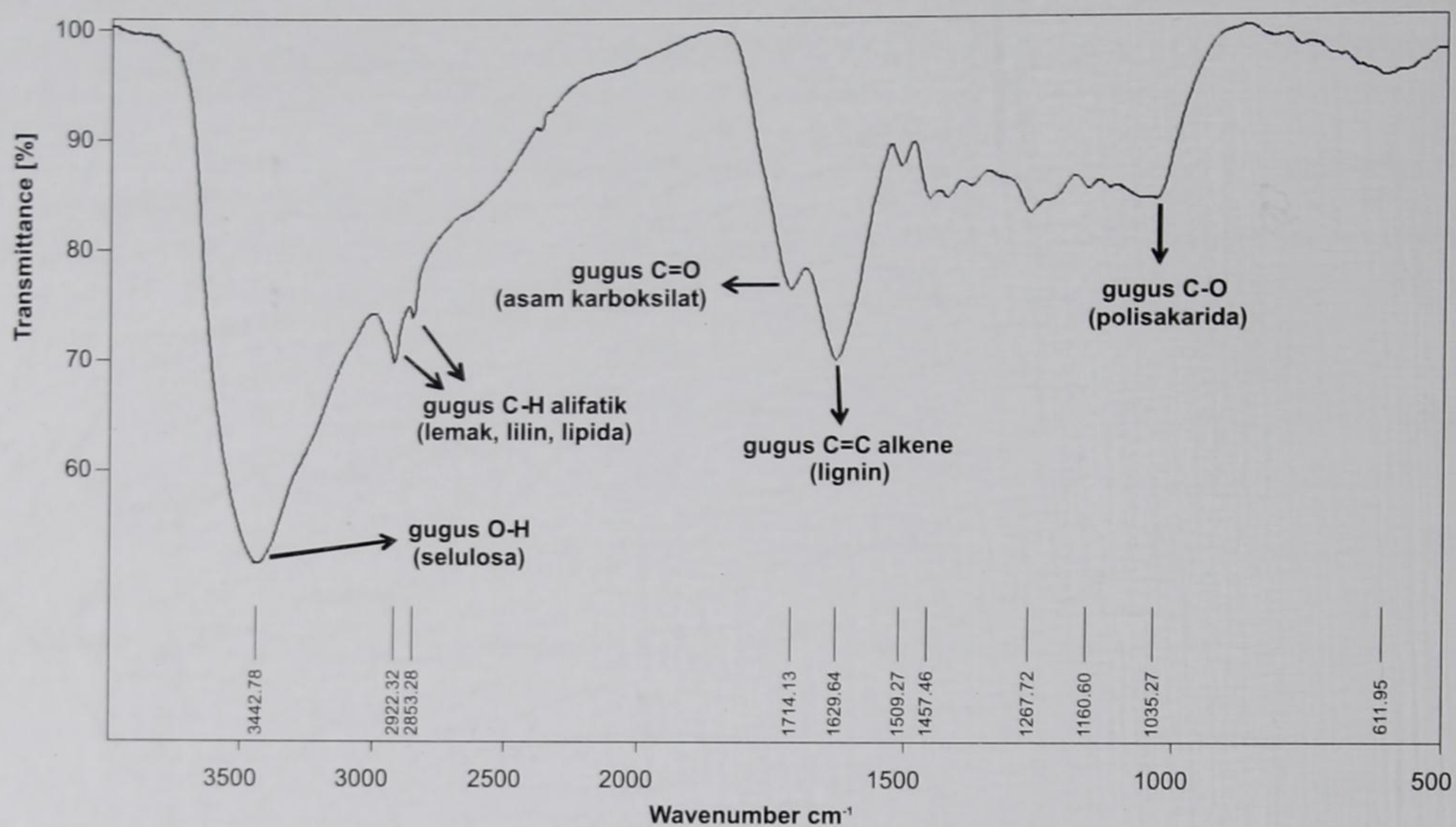
dari 0.2 g/cm³. Tanah gambut saprik Panai Jaya memiliki bobot isi 0.18 g/cm³, sedangkan gambut hemik di ketiga lokasi berkisar 0.16 – 0.17 g/cm³. Peningkatan bobot isi pada gambut dengan umur penggunaan lahan yang lebih tua tersebut disebabkan oleh kegiatan budidaya tanaman yang lebih intensif. Bobot isi tanah gambut cenderung meningkat dengan meningkatnya taraf dekomposisi gambut dan kadar abu (Verry *et al.* 2011). Bobot isi tanah gambut tropika untuk kematangan saprik memiliki nilai lebih besar dari 0.2 g/cm³, sedangkan untuk hemik memiliki bobot isi 0.075 – 0.195 g/cm³ (Andriesse, 1988; Yulianti, 2010; Melling dan Hatano, 2010).

Kemampuan gambut mengikat air meningkat dengan bertambahnya umur penggunaan lahan. Verry *et al.* (2011) menyebutkan bahwa kemampuan mengikat air (*water retention*) merupakan fungsi dari bobot isi tanah gambut, dimana kemampuan mengikat air meningkat dengan meningkatnya bobot isi tanah. Persentasi air teretensi kuat pada pF 4.2 (terhadap kandungan air pada pF 2.54) tertinggi pada gambut saprik Meranti Paham mencapai 65% dan diikuti dengan gambut saprik Panai Jaya sebesar 48%, sedangkan pada gambut hemik lebih rendah 34 – 47%. Kemampuan retensi air lebih tinggi pada gambut yang lebih matang erat kaitannya dengan penurunan porositas tanah.

Spektra FTIR Tanah Gambut

Gambar 2 menyajikan spektra FTIR perwakilan tanah gambut dari lokasi penelitian. Berdasarkan spektra tersebut diperoleh beberapa peak pada bilangan gelombang tertentu yang dapat diidentifikasi sebagai gugus-gugus fungsional yang terkandung dalam tanah gambut. Berdasarkan identifikasi menurut Artz *et al.* (2008), ditemukan gugus-gugus fungsional utama dan penting tanah gambut dari lokasi penelitian meliputi gugus fungsional O-H (gugus hidroksil), C-H (gugus metil dan/atau metilen), C=O (gugus karboksilat), C=C (gugus alkenil), dan C-O (gugus ether). Gugus fungsional O-H (gugus hidroksil) dengan band serapan pada kisaran 3750 – 3000 cm⁻¹ yang diidentifikasi sebagai selulosa. Utami *et al.* (2009) juga mengidentifikasi gugus tersebut sebagai indikasi adanya selulosa pada gambut Kalimantan Tengah. Gugus C-H terjadi pada kisaran serapan 3000 – 2800 cm⁻¹ dengan dua puncak berurutan yaitu pada 2922 cm⁻¹ dan 2852 cm⁻¹ yang diidentifikasi sebagai hidrokarbon alifatik. Puncak pertama adalah ikatan C-H asimetrik (CH₂ alifatik, CH₂ asimetrik) dan puncak kedua ikatan C-H simetrik, keduanya diidentifikasi bersumber dari lemak, lilin atau lipida (Artz *et al.* 2008; Krumins *et al.* 2012).

Ikatan C=O merupakan gugus fungsional dari asam-asam karboksilat atau asam organik bebas yang



Gambar 2. Spektra FTIR secara umum tanah gambut dari lokasi penelitian.

Figure 2. Common FTIR spectral of peat soil from the sites of study.

memiliki band serapan pada kisaran bilangan gelombang 1800 – 1650 cm^{-1} . Pada kisaran serapan 1650 – 1500 cm^{-1} diidentifikasi adanya ikatan ganda C=C yang berasal dari lignin. Keberadaan gugus C=C ini dapat menjadi ciri khas spektrum gambut tropika. Menurut Sabiham *et al.* (1997), komposisi tanah gambut dari Sumatera dan Kalimantan mengandung lignin yang tinggi, sedangkan protein, selulosa, hemiselulosa, dan senyawa-senyawa lainnya rendah. Hal tersebut erat kaitannya dengan bahan asal pembentuknya. Gugus penting lainnya yang juga ditemukan adalah gugus C-O yang diidentifikasi sebagai polisakarida pada puncak bilangan gelombang 1029 cm^{-1} .

Perbedaan Gugus-gugus Fungsional

Berdasarkan spektra hasil analisis FTIR tanah gambut dari tiga lokasi penelitian (Gambar 3), diperoleh komposisi gugus-gugus fungsional gambut dari setiap lokasi tersebut (Tabel 3). Komposisi gugus fungsional secara umum meliputi gugus O-H, C-H, C=O, gugus C=C, dan gugus C-O. Perbedaan gugus fungsional tanah gambut dari ketiga lokasi terletak pada intensitasnya. Intensitas gugus-gugus fungsional dinyatakan sebagai presentase unit area gugus tersebut terhadap luas total kurva spektra.

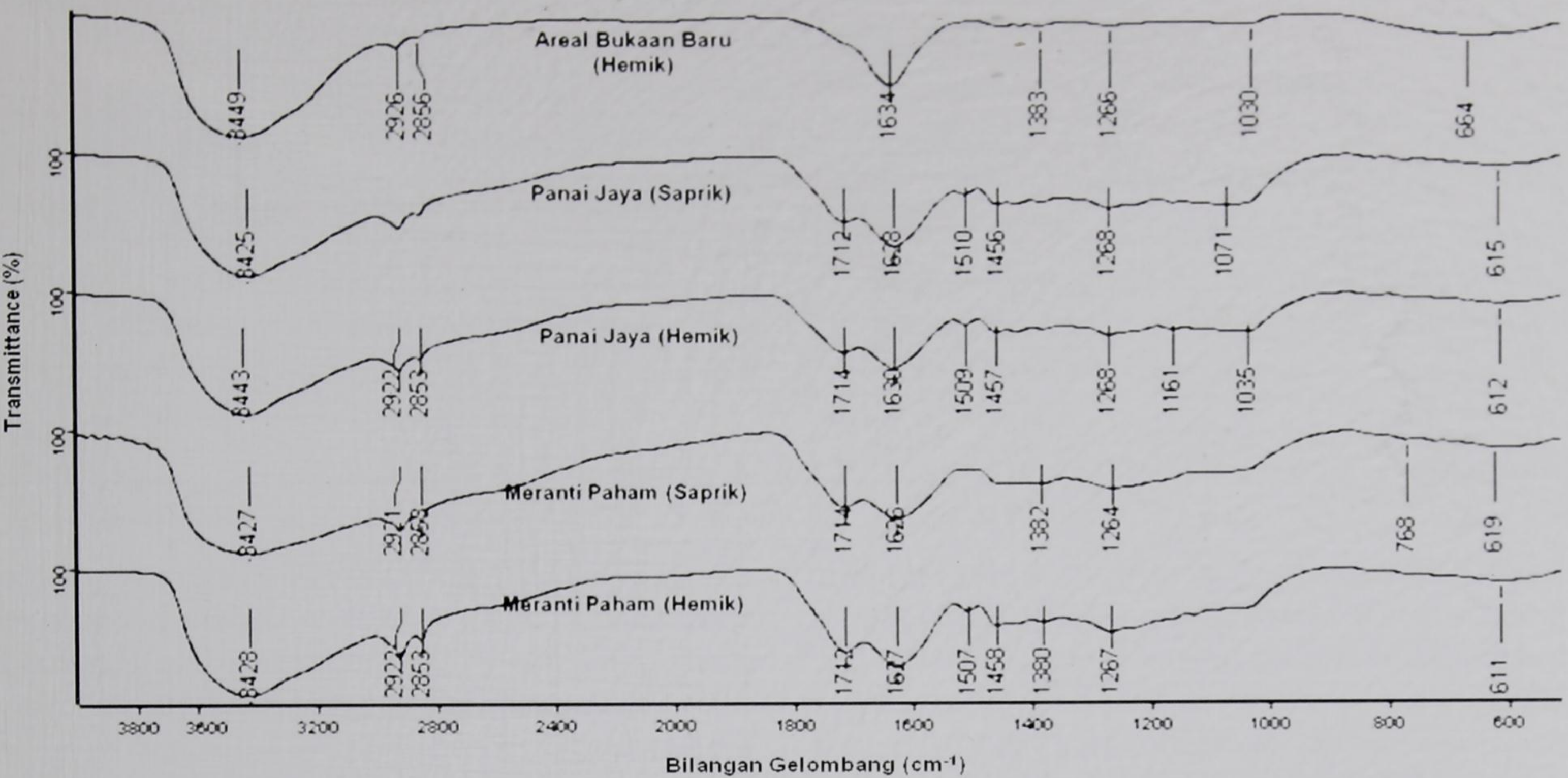
Disamping itu, pada gambut Panai Jaya dan Meranti Paham ditemukan adanya gugus karboksilat (C=O) dengan persentase berkisar 2.32 – 4.37%. Keberadaan

gugus karboksilat pada gambut penting, kaitannya sifat menyimpan air dari tanah gambut tersebut. Pada kondisi tanah gambut mengalami kekeringan, maka gugus ini akan menurun dan gambut mengalami kering tak balik (Matejkova dan Simon, 2012).

Gugus fungsional C=C dari keberadaan lignin ditemukan pada gambut bukaan baru, Panai Jaya dan Meranti Paham (hemik), sedangkan pada gambut saprik Meranti Paham tidak muncul. Hal ini sebagai indikasi bahwa keberadaan lignin berkurang dengan meningkatnya kematangan gambut (Artz *et al.* 2008). Komposisi gugus fungsional lain pada gambut Panai Jaya dan Meranti Paham relatif meningkat persentasenya dibandingkan pada gambut areal bukaan baru. Pengelolaan lahan yang sudah berjalan lebih lama dan intensif pada gambut Meranti Paham dan Panai Jaya mengakibatkan terjadinya perubahan komposisi gambut, dimana secara umum terjadi peningkatan kematangan gambut.

Hubungan antar gugus fungsional

Gugus-gugus fungsional memiliki keterkaitan satu dengan yang lainnya yang dapat menjadi indikator perubahan sifat-sifat gambut. Rasio C-H/O-H, C=C/O-H, C=O/O-H, dan C-O/O-H dapat mejadi indikator tingkat kematangan gambut (Krumis *et al.* 2012). Kaitannya dengan proses kering tak balik gambut (hidrofobisitas), rasio komponen hidrofobik (gugus C-



Gambar 3. Spektra FTIR tanah gambut berasal dari areal bukaan baru, Panai Jaya, dan Meranti Paham.
Figure 3. FTIR spectral of peat soil from new planting area, Panai Jaya, and Meranti Paham.

Tabel 3. Komposisi gugus-gugus fungsional, *peak area*, dan persentasenya pada tanah gambut yang diteliti.
Table 3. Composition of functional groups, *peak area*, and its precentage of studied peat soils.

Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)	Areal Bukan Baru		Panai Jaya				Meranti Paham			
	Peak area (unit)	%	Peak area (unit)	%	Peak area (unit)	%	Peak area (unit)	%	Peak area (unit)	%
3449 - 3425	388,28	80,11	114,65	57,88	206,03	66,19	163,82	46,26	292,72	54,78
2926 - 2921	8,87	1,83	10,92	5,51	13,95	4,48	22,09	6,24	31,2	5,84
2856 - 2854	13,81	2,85	25,84	13,04	21,04	6,76	50,85	14,36	56,49	10,57
1714 - 1712			4,59	2,32	8,54	2,74	15,49	4,37	20,69	3,87
1634 - 1628	29,78	6,14	11,32	5,72	23,76	7,63			39,66	7,42
1510 - 1507							27,89	7,88		
1458 - 1456									6,45	1,21
1422					3,64	1,17	3,13	0,88	3,952	0,74
1267 - 1264	2,66	0,55	4,19	2,12	6,28	2,02	5,44	1,54	10,96	2,05
1071 - 1030	1,45	0,3	2,32	1,17	3,75	1,39	15,11	4,27		
Lainnya	39,81	8,21	24,26	12,25	24,31	7,63	50,31	14,21	72,25	13,52

Ket.: (*) nyata pada taraf $\alpha= 5\%$

H, C=C) terhadap komponen hidrofilik (gugus O-H, C=O) dapat menggambarkan hidrofobisitas gambut (Matejkova dan Simon, 2012; Urbanek *et al.*, 2007). Berdasarkan hasil FTIR pada Tabel 3, dapat dihitung nilai rasio antar gugus fungsional yang ditemukan (Tabel 4) untuk penilaian sifat-sifat gambut yang

berasal berbagai umur penggunaan lahan untuk kelapa sawit.

Berdasarkan hasil perhitungan nilai C-H/O-H, C=C/O-H, dan C=O/O-H, secara umum gambut saprik Meranti Paham > gambut saprik Panai Jaya > gambut hemik Meranti Paham > gambut hemik Panai Jaya >

Tabel 4. Rasio antar gugus-gugus fungsional tanah gambut Panai Jaya dan Meranti Paham.
Table 4. Ratio between functional groups of peat soil of Panai Jaya and Meranti Paham.

Rasio Antar Gugus Fungsi	Areal Buka-an Baru	Panai Jaya		Meranti Paham	
	saprik	saprik	hemik	saprik	hemik
C-H/O-H	0,06	0,32	0,17	0,45	0,30
C=C/O-H	0,08	0,10	0,12		0,14
C=O/O-H		0,04	0,04	0,09	0,07
(C-H+C=C)/(O-H+C=O)	0,14	0,40	0,27	0,41	0,41

gambut hemik areal bukaan baru. Hasil tersebut sesuai dengan tingkat kematangan dari gambut dari Meranti Paham, Panai Jaya, dan areal bukaan baru. Krumis *et al.* (2012) menyebutkan bahwa semakin tinggi konsentrasi senyawa-senyawa tersebut dalam gambut, maka dekomposisi tanah gambut semakin meningkat.

Selain itu, keberadaan gugus-gugus fungsional C-H, C=C, O-H, dan C=O banyak yang mengaitkan dengan sifat kering tak balik (hidrofobisitas) tanah gambut (Utami *et al.* 2009; Matejkova dan Simon, 2012; Urbanek *et al.* 2007; Dlapa *et al.* 2012). Kejadian kering tak balik menyebabkan peningkatan gugus-gugus fungsional yang bersifat hidrofobik (C-H dan C=C) dan penurunan komponen yang bersifat hidrofilik (O-H dan C=O) (Utami *et al.* 2009). Rasio komponen hidrofobik terhadap komponen hidrofilik pada semua tanah gambut dalam penelitian ini berkisar 0.14 – 0.41 dan masih bersifat hidrofilik (berdasarkan hidrofobisitas menggunakan metode WDPT), rasio tersebut akan meningkat jika gambut mengalami kekeringan. Matejkova dan Simon (2012) memperoleh rasio komponen hidrofobik terhadap komponen hidrofilik pada tanah yang bersifat hidrofobik berkisar 0.42 – 0.49.

KESIMPULAN

Komposisi gugus fungsional gambut dari ketiga lokasi dalam penelitian ini secara umum meliputi gugus O-H (berasal dari selulosa), C-H (berasal dari lemak, lilin, lipida), C=O (dari asam-asam karboksilat), C=C (lignin dan senyawa aromatik), dan C-O (polisakarida). Perbedaan gugus fungsional tanah gambut dari ketiga lokasi terletak pada intensitasnya. Kehadiran gugus O-H tertinggi pada gambut hemik bukaan baru dan diikuti oleh gambut hemik dan saprik berturut-turut dari Panai Jaya dan Meranti Paham. Hal

tersebut menunjukkan bahwa kehadiran gugus O-H menurun dengan meningkatnya kematangan gambut. Berbeda dengan gugus O-H, keberadaan gugus C-H intensitasnya meningkat pada tanah gambut yang lebih matang.

Hubungan antara gugus fungsional memiliki arti penting sebagai indikator perubahan sifat-sifat gambut. Berdasarkan rasio C-H/O-H, C=C/O-H, dan C=O/O-H, menunjukkan tingkat kematangan gambut saprik Meranti Paham > gambut saprik Panai Jaya > gambut hemik Meranti Paham > gambut hemik Panai Jaya > gambut hemik areal bukaan baru. Tanah gambut pada penelitian ini masih bersifat hidrofilik (analisis WDPT) dengan rasio komponen hidrofobik terhadap komponen hidrofilik berkisar 0.14 – 0.41, rasio tersebut akan meningkat jika tanah gambut mengalami kekeringan hingga berubah menjadi hidrofobik.

DAFTAR PUSTAKA

Andriesse, J.P., 1988. Nature and Management of Tropical Peat Soils. FAO Soils Bulletin 59 Rome.

Artz, R. R. E., S. J. Chapman, A. H. J. Robertson, J. M. Potts, F. Laggoun-De´ farge, S. Gogo, L. Comont, J. R. Disnar, A. J. Francez. 2008. FTIR spectroscopy can be used as a screening tool for organic matter quality in regenerating cutover peatlands. Soil Biology & Biochemistry. (40): 515–527.

Chapman, S. J, C. D. Campbell, A. R. Fraser, G. Puri. 2001. FTIR spectroscopy of peat in and bordering Scots pine woodland: relationship with chemical and biological properties. Soil Biology & Biochemistry. (33): 1193-1200

- Dlapa, P., M. B. Bodí, J. M. Solera, A. Cerdà, S. H. Doerr. 2012. FT-IR spectroscopy reveals that ash water repellency is highly dependent on ash chemical composition, *Catena*. doi:10.1016.
- Ellerbrock, R. H., Kaiser, M. 2005. Stability and composition of different soluble soil organic matter fractions—evidence from ¹³C and FTIR signatures. *Geoderma*. (128): 28–37.
- Grube, M., J. G. Lin, P. H. Lee, S. Kokorevicha. 2006. Evaluation of sewage sludge-based compost by FT-IR spectroscopy. *Geoderma*. (130): 324–333.
- Hasnol, O., A. T. Mohammed, M. H. Harun, F. M. Darus, H. Mos. 2010. Best management practices for oil palm planting on peat: optimum ground water table. *MPOB Information Series*, No. 472.
- Krumins, J, M. Klavins, V. Seglins, E. Kaup. 2012. Comparative Study of Peat Composition by using FT-IR Spectroscopy. *Material Science and Applied Chemistry*. (26): 106-114.
- Linker, R. 2011. Application of FTIR Spectroscopy to Agricultural Soils Analysis, *Fourier Transforms New Analytical Approaches and FTIR Strategies*. Prof. Goran Nikolic (Ed.). InTech://www.intechopen.com.
- Matejkova, S., Simon T. 2012. Application of FTIR spectroscopy for evaluation of hydrophobic/hydrophilic organic components in arable soil. *Plant Soil Environ*. 58 (4): 192–195.
- Melling, L., R. Hatano. 2010. Proceedings of Palangkaraya International Symposium and Workshop on Tropical Peatland Management, Palangkaraya, Indonesia, 10-11 Juni 2010 “The Proper Use of Tropical Peatland”
- Melling, L., R. Hatano, and M. Osaki. 2002. Sustainable agriculture development on tropical peatland. Symposium 17th WCSS, 14-21 August 2002. Thailand.
- Radjaguguk, B., A. Sajarwan, A. Kurnain, R. E. Kusuma. 2000. Panduan Analisis Laboratorium Untuk Gambut. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Supiandi, S., S. Dohong, and T. Prasetyo. 1997. Phenolic acids in Indonesian peat. pp. 289-292. In, Riley, J.O., and S.E. Page (eds.), *Biodiversity and Sustainability of Tropical Peatlands*. Smith Settle, UK.
- Szajdak, L., J. Szatylowicz. 2010. Impact of drainage on hidrofobicity of fen peat-moorsh soils. *Mires and Peat*. (6): 158-174.
- Tan, K. H. 2003. Humic matter in soil and the environment, principles and controversies. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Urbanek, E., P. Hallett, D. Feeney, R. Horn. 2007. Water repellency and distribution of hydrophilic and hydrophobic compounds in soil aggregates from different tillage systems. *Geoderma* (140): 147–155.
- Utami S. N. H., A. Maas, B. Radjaguguk, B. H. Purwanto. 2009. Sifat fisik, kimia, dan FTIR spektrofotometri gambut hidrofofik Kalimantan Tengah. *Jurnal Tanah Tropika*. 14 (2): 159-166.
- Utami S. N. H. 2010. Pemulihan gambut hidrofofik dengan surfaktan dan amelioran, serta pengaruhnya terhadap serapan P oleh jagung disertai. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Verry ES, Boelter DH, Päivänen J, Nichols DS, Malterer T, Gafni A. 2011. Physical Properties of Organic Soils, *In Peatland Biogeochemistry and Watershed Hydrology*. Taylor and Francis Group: 135-176.
- Viscarra Rossel R.A., D.J.J. Walvoort, A. B. McBratney, L. J. Janik, J. O. Skjemstad. (2006): Visible, near infrared, mid infrared or combined diffuse reflectance spectroscopy for simultaneous assessment of various soil properties. *Geoderma*. (131): 59–75.
- Yulianti, N. 2009. Cadangan Karbon Lahan Gambut Dari Agroekosistem Kelapa Sawit PTPN IV Ajamu, Kabupaten Labuhan Batu, Sumatera Utara tesis. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Zimmermann, M., J. Leifeld, J. Fuhrer, 2007. Quantifying soil organic carbon fractions by infrared-spectroscopy. *Soil Biology & Biochemistry*. (39): 224–231