

IDENTIFIKASI JENIS GAMBUT BERDASARKAN STRUKTUR PORINYA DENGAN MENGGUNAKAN GEOMETRI FRAKTAL

Norsiah^{a)}, Andi Ihwan^{a)}, Joko Sampurno^{a)}*

^{a)}Jurusan Fisika FMIPA Universitas Tanjungpura

Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak

*Email: jokosampurno@physics.untan.ac.id

Abstrak

Telah dilakukan analisis terhadap tingkat kompleksitas struktur mikroskopik dari berbagai jenis gambut untuk mengetahui pola keteraturan struktur porinya. Data yang digunakan berjumlah 9 buah sampel gambut yang terdiri dari 3 buah saprik, 3 buah hemik, dan 3 buah fibrik. Analisis sampel dilakukan dengan cara makroskopik dan mikroskopik. Secara makroskopik, sifat fisik tanah yang dianalisis adalah porositas. Sedangkan secara mikroskopik, sifat fisik tanah gambut dianalisis dengan cara sampel dipindai dengan Micro-CT *Scanner* untuk menghasilkan citra 3D. Hasil dari pemindaian tersebut diolah dan dianalisis dengan metode fraktal. Hasil perhitungan dimensi fraktal yang dilakukan dengan metode *box-counting* menunjukkan bahwa dimensi fraktal saprik 1,7196 sampai dengan 1,7989, hemik 1,6149 sampai dengan 1,7322, dan fibrik 1,5271 sampai dengan 1,6817. Rentang nilai dimensi tersebut menunjukkan tingkat keteraturan struktur pori pada tiap jenis gambut yang bervariasi. Tingkat keteraturan struktur pori pada tiap jenis gambut dari yang paling teratur hingga tak teratur secara berturut-turut adalah gambut saprik, hemik, dan fibrik.

Kata Kunci : *Gambut, Dimensi Fraktal, Box-Counting, Struktur Mikroskopik*

1. Latar Belakang

Tanah gambut merupakan tanah yang terbentuk dari timbunan sisa-sisa jaringan tumbuhan alami, pada berbagai tingkat dekomposisi (pelapukan) bahan organiknya [1]. Tanah gambut yang belum terdekomposisi memiliki porositas yang sangat tinggi dengan ruang pori yang cukup besar dan memiliki sifat yang sangat kompresibel [2]. Tanah gambut juga bersifat *porous* dan sangat ringan [3]. Oleh karena itu, tanah gambut memiliki kemampuan daya dukung yang rendah dan kurang baik jika diperuntukkan bagi pendirian bangunan berskala besar [4]. Daya dukung tanah yang rendah juga dipengaruhi oleh jenis tanah, tingkat kepadatan, kadar air, porositas, dan lain-lain [5].

Porositas merupakan proporsi ruang pori (ruang kosong) yang terdapat dalam suatu volume tanah yang ditempati oleh air dan udara. Porositas yang tinggi menunjukkan jumlah pori dalam tanah tersebut sangat besar sehingga membuat tanah menjadi lebih *porous*. Porositas juga berkaitan erat dengan tingkat kepadatan tanah, semakin padat tanah maka porositas tanah semakin kecil dan sebaliknya [6].

Tyler dan Wheatcraft, (1992) menyatakan bahwa konsep fraktal dapat diterapkan pada tanah selama tanah itu merupakan bahan pecahan atau medium berpori (*porous*) [7]. Fraktal sendiri merupakan susunan geometri yang menunjukkan skala simetri (kesamaan diri). Fraktal dipercaya sangat potensial untuk mendeskripsikan kompleksitas

sifat fisik suatu medium berpori dan proses yang terjadi di dalamnya.

Beberapa peneliti dalam ilmu tanah, menyatakan bahwa konsep fraktal dapat diaplikasikan untuk menganalisis distribusi ukuran pori dan partikel tanah, gambar irisan tipis tanah, analisis struktur tanah liat, struktur pori dan matrik suatu media berpori di alam, kekuatan permukaan dan variabilitas spasial properti tanah. Parameter multifraktal dapat mengkuantifikasi susunan spasial pori-pori tanah sehingga dapat digunakan untuk mengklasifikasikan struktur tanah. Sebelumnya Sampurno, dkk (2013) juga telah membahas tentang metode analisis fraktal yang diaplikasikan pada tekstur tanah gambut dan sekaligus menghitung dimensi fraktalnya dengan menggunakan metode Minkowski-Bougligand [8].

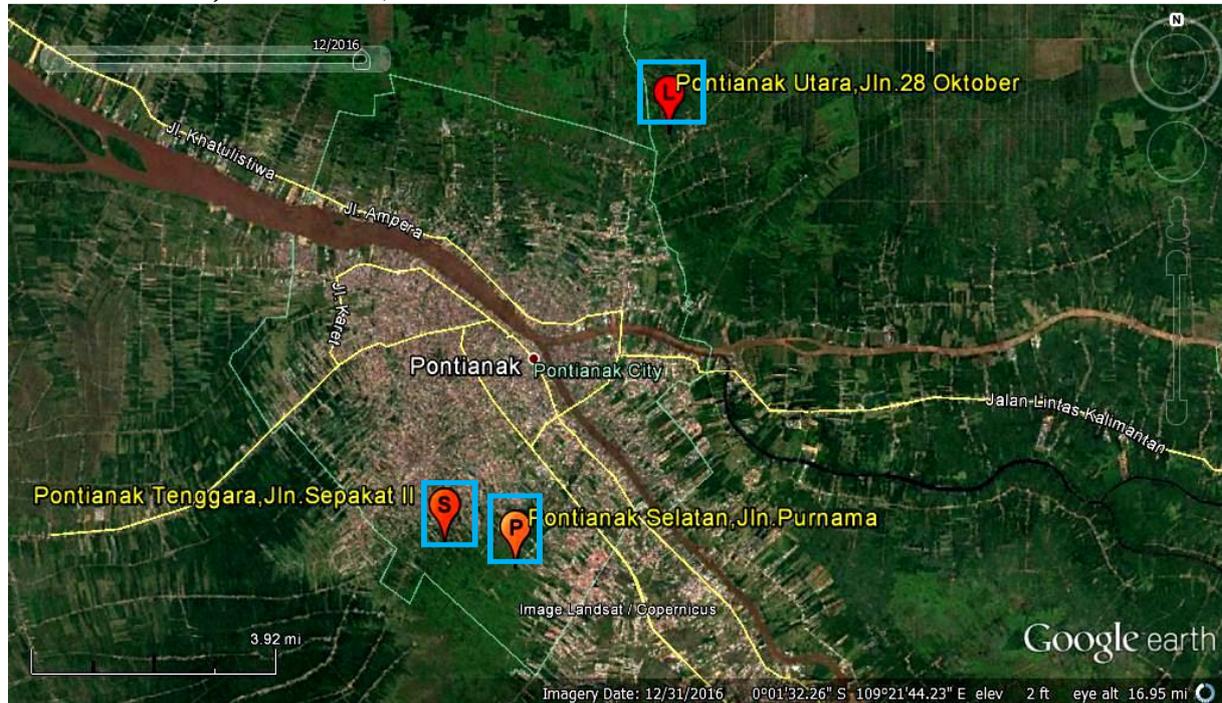
Pada penelitian ini, sifat fisik tanah gambut dikaji berdasarkan jenis tanah gambut. Analisis sampel dilakukan dengan dua cara yaitu secara makroskopik dan mikroskopik. Pada pengamatan makroskopik dilakukan uji laboratorium terhadap porositas tanah gambut. Sedangkan pada pengamatan mikroskopik dilakukan melalui perangkat pemindai Micro-CT *Scanner*. Pada uji ini, sampel tanah gambut direkonstruksi menjadi kumpulan citra 2D dalam citra skala keabuan (*grayscale*). Selanjutnya dilakukan analisis fraktal untuk membandingkan hubungan antara sifat fisis makroskopik dan kompleksitas struktur secara mikroskopik.

2. Metodologi

2.1 Pengambilan Data Sampel Tanah Gambut

Pengambilan data sampel tanah gambut dilakukan di lokasi wilayah kota Pontianak. Lokasi pengambilan data sampel adalah Kecamatan Pontianak Utara Jalan 28 Oktober, Kecamatan Pontianak Selatan Jalan Purnama, dan Kecamatan

Pontianak Tenggara Jalan Sepakat 2. Lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 1. Titik koordinat untuk masing-masing daerah adalah N=00°01'29,2"; E=109°22'26,4", S=00°04'26,2"; E=109°20'18,9", dan S=00°04'08,7"; E=109°19'19,5".



Gambar 1. Peta lokasi penelitian: Pontianak Utara, Pontianak Selatan, dan Pontianak Tenggara[9]

Data sampel tanah gambut diambil dengan menggunakan alat bor gambut (*Bor Eijkelpamp*). Cara pengambilan data dilakukan dengan cara bor ditancapkan secara vertikal di sekitar titik pengambilan sampel dengan kedalaman 50 cm. Data diambil dari lapisan permukaan atas hingga ke lapisan tanah mineral. Data sampel tersebut diambil berdasarkan tingkat dekomposisi (kematangan) gambut. Ukuran masing-masing sampel diambil dengan panjang interval 10 cm.

2.2 Penentuan Porositas

Porositas adalah perbandingan antara volume ruang pori terhadap volume total tanah. Porositas ini dinyatakan dalam persen (%). Pada penelitian ini, porositas ditentukan secara langsung dengan uji laboratorium. Dimana nilai porositas dapat diketahui dengan nilai bobot isi dan berat jenis partikel (BJP). Sehingga porositas dapat dihitung dengan rumus [10]:

$$\text{Porositas}(\%) = \left(1 - \frac{\text{Bobot Isi}}{\text{BJP}}\right) \times 100\% \quad (1)$$

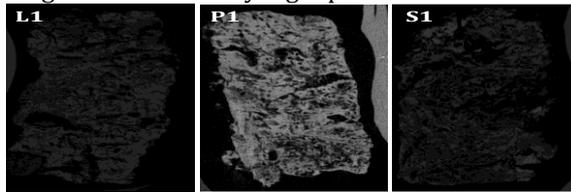
2.3 Pengolahan Citra

Pada tahap ini, sampel tanah gambut direkonstruksi dengan menggunakan perangkat pemindai Micro-CT *Scanner SkyScan 1173*. Micro-CT *Scanner* merupakan alat pencitraan 3D yang resolusi spasialnya mencapai orde mikrometer. Pada proses ini, sampel tanah dibuat dalam bentuk kubus dengan ukuran 2 cm x 2 cm x 2 cm. Kemudian dilakukan proses *scanning* dengan sumber arus sebesar 50 μA , sumber tegangannya sebesar 55 kV, lama pencahayaan 500 ms, ukuran piksel 28 μm , dan format gambar yang dihasilkan adalah berupa gambar vektor TIFF.

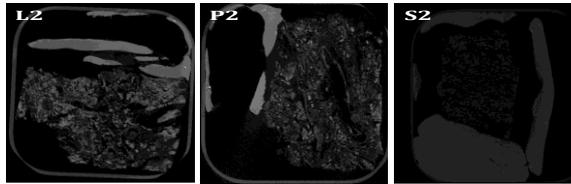
Citra yang dihasilkan dari proses pemindaian tersebut berupa data citra digital. Data citra digital tersebut terlebih dahulu direkonstruksi menjadi tampilan 3D. Citra tersebut direkonstruksi dengan menggunakan *software NRecon*. Hasil keluarannya berupa gambar citra mentah (*raw image*). Gambar citra ini kemudian dipotong secara horizontal untuk menghasilkan gambar penampang (*slice*) 2D. Hasilnya ditampilkan pada layar monitor berupa irisan tomografi dari sampel dalam bentuk citra

skala-keabuan (*grayscale*) yang ditunjukkan pada Gambar 2.

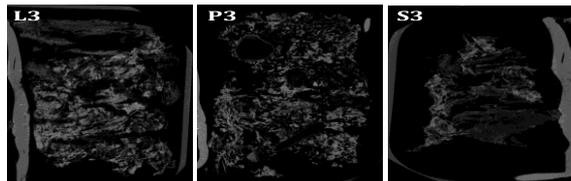
Proses selanjutnya dilakukan pengolahan citra atau dikenal dengan "*image processing*". Proses ini meliputi tahapan membedakan padatan dan struktur pori sampel dengan mengubah citra skala keabuan menjadi citra biner. Dalam proses ini diterapkan metode *thresholding*[11]. Setelah dilakukan *thresholding*, daerah dari citra yang akan dianalisis ditentukan dengan membuat *Region Of Interest (ROI)*. Penentuan ROI dilakukan dengan proses *cropping* menggunakan perangkat lunak *ImageJ* [12]. *Cropping* merupakan suatu proses pemotongan bagian gambar dari suatu objek sesuai dengan area tertentu yang diperlukan.



(a)



(b)



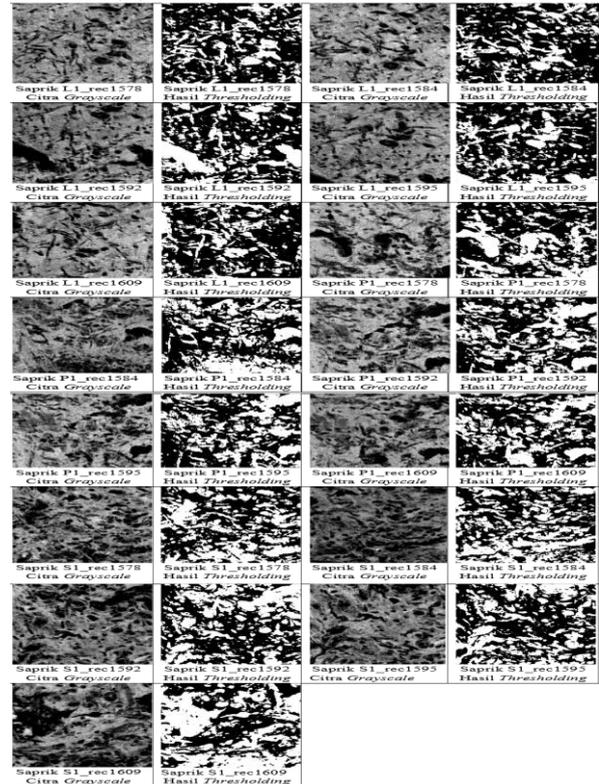
(c)

Gambar 2. Citra skala-keabuan (*grayscale*):
(a).Gambut saprik,(b).Gambut hemik,
dan (c). Gambut fibrik.

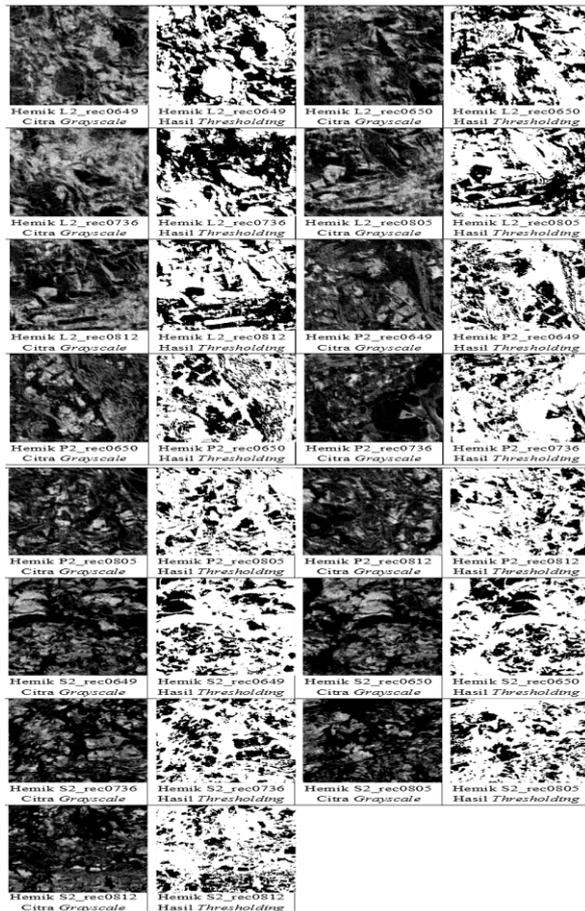
Citra yang ditunjukkan pada Gambar 2 akan diolah lebih lanjut dengan proses *cropping*. Citra tersebut dicrop pada bagian area yang diperlukan dalam bentuk segmen dua dimensi (2D). Ukuran gambar yang diambil adalah 360 pixel x 360 pixel dengan tipe 16 bit, dan format penyimpanan berupa gambar jpg. Untuk masing-masing jenis gambut diambil 5 buah citra sehingga menjadi 45 buah citra.

Data 45 buah citra *grayscale* tersebut akan diubah menjadi citra biner dengan metode *thresholding*. Citra biner berfungsi untuk membedakan antara batas tepi pori berwarna putih dan padatan butiran tanah berwarna hitam. Setiap daerah batas tepi pori akan diberi nilai 254 pixel (putih) dan selainnya diberi nilai 0 pixel (hitam).

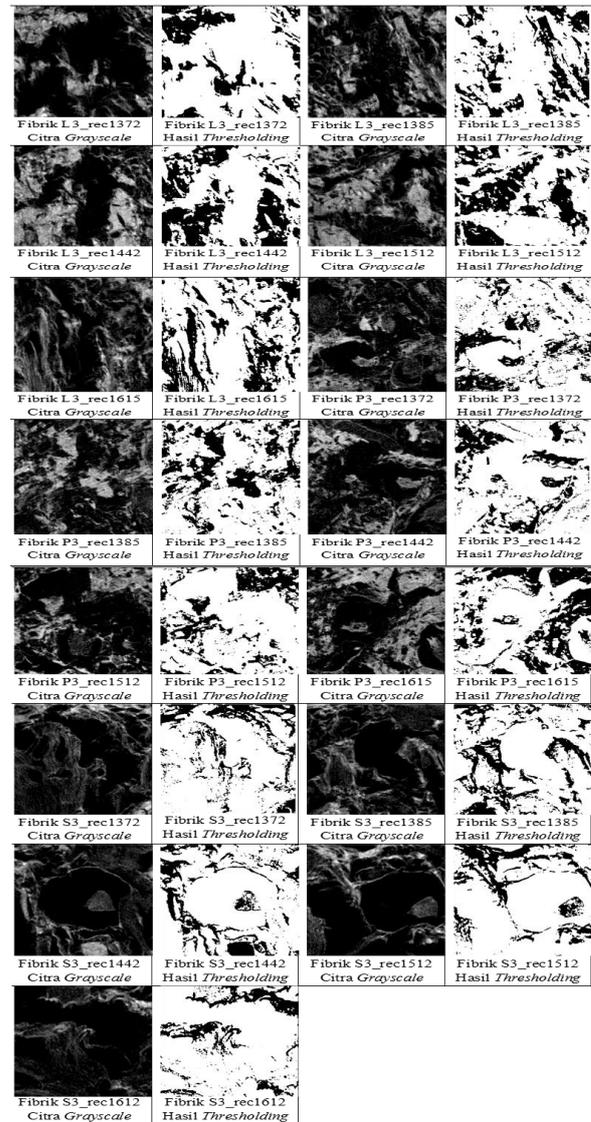
Hasil dari proses *thresholding* dapat dilihat pada Gambar 3,4, dan 5.



Gambar 3. Hasil segmentasi 2D citra *grayscale* dan hasil *Thresholding* pada gambut saprik.



Gambar 4. Hasil segmentasi 2D citra *grayscale* dan hasil *Thresholding* pada gambut hemik.



Gambar 5. Hasil segmentasi 2D citra *grayscale* dan hasil *Thresholding* pada gambut fibrik.

2.4 Penentuan Dimensi Fraktal

Perhitungan dimensi fraktal dilakukan dengan menggunakan metode *box-counting*. Dimensi fraktal dengan metode ini dihitung melalui persamaan[6]:

$$\text{Dim}_{\text{box}}(S) = \lim_{\epsilon \rightarrow 0} \left(\frac{\log N_{\epsilon}}{\log \left(\frac{1}{\epsilon} \right)} \right) \quad (2)$$

Dimana $\log (N(\epsilon))$ adalah jumlah kotak yang menutupi pori (warna putih) dan $\log (\epsilon)$ adalah ukuran panjang sisi kotak.

3. Hasil

a. Porositas Gambut

Hasil uji laboratorium menunjukkan bahwa porositas gambut di tiga wilayah kota pontianak

relatif tinggi berkisar antara 77,23 % hingga 95,18 %. Nilai porositas ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil porositas tanah gambut

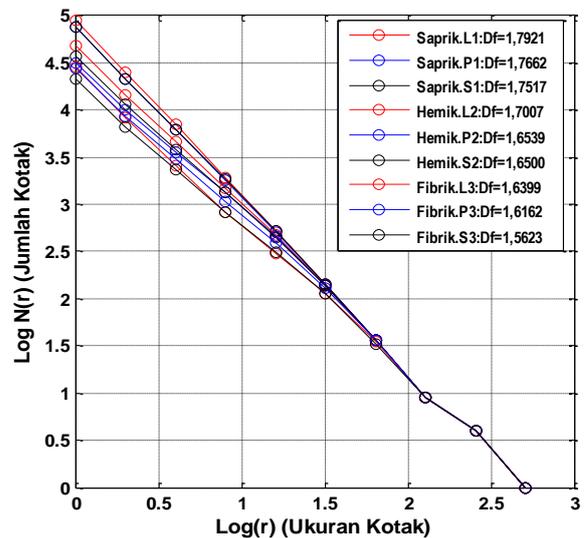
Kode Sampel	Jenis Gambut	Porositas (%)
L1	Saprik	77,23
L2	Hemik	88,85
L3	Fibrik	92,12
P1	Saprik	79,38
P2	Hemik	90,08
P3	Fibrik	93,62
S1	Saprik	80,20
S2	Hemik	90,21
S3	Fibrik	95,18

Pada Tabel 1 dapat diketahui bahwa porositas gambut dari yang paling rendah ke yang paling tinggi berturut-turut adalah sampel L, P, dan S. Porositas gambut pada sampel L sebesar 77,23% sampai dengan 92,12%, sampel P sebesar 79,38% sampai dengan 93,62%, dan sampel S sebesar 80,20% sampai dengan 95,18%. Porositas gambut cenderung lebih rendah untuk gambut yang sudah melapuk. Hal ini karena gambut yang sudah mengalami pelapukan membentuk butiran-butiran yang lebih halus sehingga membangun ruang pori dengan porositas total yang lebih rendah [13]. Sebaliknya, gambut yang belum melapuk memiliki porositas yang tinggi dengan proporsi pori-pori besar yang tinggi [14].

Perbedaan nilai porositas yang diperoleh pada sampel L, P, dan S berkorelasi terhadap jenis gambut. Porositas gambut saprik lebih rendah dibanding porositas gambut hemik. Sedangkan porositas gambut hemik lebih rendah dibanding porositas gambut fibrik.

b. Dimensi Fraktal

Hasil dari kurva linier yang mewakili distribusi data log (N(ε)) vs log (ε) untuk masing-masing segmen citra ditampilkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil pengolahan data dengan menggunakan metode *box-counting*.

Pada Gambar 6 kemiringan garis (*slope*) dari kurva linier menunjukkan nilai dimensi fraktal untuk tiap jenis gambut. Nilai dimensi fraktal citra sampel untuk seluruh jenis gambut dapat dilihat pada Tabel 2.

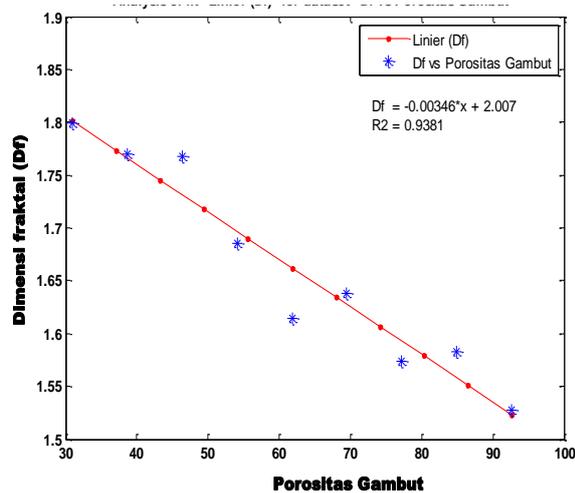
Tabel 2. Nilai dimensi fraktal (Df)

Kode Sampel	Jenis Gambut	Df
L1	Saprik	1,7921
L2	Hemik	1,7007
L3	Fibrik	1,6399
P1	Saprik	1,7662
P2	Hemik	1,6539
P3	Fibrik	1,6162
S1	Saprik	1,7517
S2	Hemik	1,6500
S3	Fibrik	1,5623

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa sampel gambut saprik memiliki dimensi fraktal 1,7517 sampai dengan 1,7921. Sampel gambut hemik memiliki dimensi fraktal 1,6500 sampai dengan 1,7007. Sampel gambut fibrik memiliki dimensi fraktal 1,5623 sampai dengan 1,6399.

c. Pembahasan

Hasil dari pengolahan data sampel menunjukkan hubungan antara nilai dimensi fraktal (Df) dengan porositas gambut. Dengan menggunakan metode regresi linier dapat dilihat hasil percocokan hubungan antara Df dengan porositas gambut (Gambar 7).



Gambar 7. Kurva dimensi fraktal vs porositas.

Dari Gambar 7 terlihat bahwa dimensi fraktal berbanding terbalik dengan porositas gambut. Semakin besar dimensi fraktal maka porositas gambut semakin kecil dan sebaliknya.

Dari Tabel 1 dan Tabel 2 serta Gambar 7 dapat disimpulkan bahwa semakin besar dimensi fraktal maka ukuran pori semakin kecil dan sebaliknya. Disisi lain, dimensi fraktal menunjukkan tingkat keteraturan distribusi pori. Semakin besar dimensi fraktal maka distribusi porinya semakin tidak teratur dan sebaliknya. Dari kedua hal tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin kecil ukuran pori maka distribusi porinya semakin tidak teratur.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa metode analisis fraktal dapat mengidentifikasi struktur pori pada tiap jenis gambut. Nilai dimensi fraktal gambut saprik lebih tinggi dibandingkan gambut hemik dan fibrik. Nilai dimensi fraktal tinggi menunjukkan bahwa distribusi pori pada tiap jenis gambut semakin tidak teratur. Tingkat keteraturan pola struktur pori seluruh segmen tanah gambut dari yang paling teratur hingga yang paling tidak teratur secara berturut-turut adalah gambut fibrik (S3,P3,L3), gambut hemik (S2,P2,L2), dan gambut saprik (S1,P1,L1),

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Nurida, N.L., Anny,M., Fahmuddin Agus. 2011. *Pengolahan Lahan Gambut Berkelanjutan*. Bogor : Balai Penelitian Tanah.
- [2] Nugroho, U., 2008. Stabilisasi Tanah Gambut Rawapening Dengan Menggunakan Campuran Portland Cement dan Gypsum Sintesis

(CaSO₄2H₂O) Ditinjau Dari Nilai California Bearing Ratio (RCB). *Jurnal teknik sipil dan perencanaan*, Vol.10, N0.2, Hlm. 161-170.

- [3] Wibowo, H., 2010. Laju Infiltrasi Pada Lahan Gambut yang Dipengaruhi Air Tanah (Study Kasus Sei Raya Dalam Kecamatan Sei Raya Kabupaten Kubu Raya), *Jurnal Belian*,Vol.9, No.1, Hlm. 90-103.
- [4] Pokja Sanitasi Kota Pontianak. *Buku Putih Sanitasi Kota Pontianak*. Pontianak: Pemerintahan Kota Pontianak, 2010.
- [5] Rakhma, Y.E., 2002. *Nilai Faktor Konversi C-Organik Ke Bahan Organik Pada Beberapa Jenis Tanah*. Bogor: Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. (Skripsi)
- [6] Hanafiah, K.A., 2007. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- [7] Tyler, S.W., dan S.W., Wheatcraft, 1992. Fractal scalling of soil particle – size distribution: Analysis and limitations. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 56. p. 362 – 369.
- [8] Sampurno, J., Azrul, A., Fourier, D. E. L., dan Wahyu, S., 2013. *Analisis Fraktal Tekstur Tanah Gambut Dengan Menggunakan Metode Minkowski-Bouligand*, *Prosiding Seminar Kontribusi Fisika*, Hlm. 187-192, Bandung.
- [9] "Pontianak", 0°01'32.26"S and 109°21'44.23"E, Google Earth, 31 Desember 2016.
- [10] Sundema, G., 2010. *Studi Beberapa Fisika Tanah Gambut Pasca Kebakaran Lahan dii Desa Kuala Dua Kecamatan Sungai Raya Kabupaten Kubu Raya*. Pontianak : Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura. (Skripsi)
- [11] Nabella,W.M., Joko Sampurno, Nurhasanah, 2013,"Analisis Citra Sinar-X Tulang Tangan Menggunakan Metode Thresholding Otsu." *Positron*, Vol. III, No. 1, Hlm. 12-15.
- [12] Schindelin J., *et al.*, "Fiji: an open - source platform for biological-image Analysis", *Nature Methods*, pp. 676-82, 2012.
- [13] Supriyo, A., dan E. Maftu'ah, 2009, "Teknologi Rehabilitasi Lahan Gambut Bongkor." *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan* Vol.9, No.1, Hlm.58-67.
- [14] Suswati, D., Bambang, H.S., Dja'far Shiddieq, Didik, I., 2011, "Identifikasi Sifat Fisik Lahan Gambut Rasau Jaya III Kabupaten Kubu Raya Untuk Pengembangan Jagung." *Jurnal Tek. Perkebunan dan PSDL*, Vol.1, No.2, Hlm. 31-40.

