

Pengaruh Sifat Fisik Tanah Terhadap Konduktivitas Hidrolik Jenuh pada Lahan Pertanian Produktif di Desa Arang Limbung Kalimantan Barat

Tri Handayani, Dwiria Wahyuni*

Prodi Fisika, Fakultas MIPA Universitas Tanjungpura,
Jalan Prof. Dr. Hadari Nawawi, Pontianak, Indonesia

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

Abstrak

Pengukuran Nilai Konduktivitas Hidrolik Jenuh (KHJ) sangat penting untuk lahan pertanian, karena KHJ dapat mempengaruhi kesuburan tumbuhan. Nilai KHJ yang rendah pada lahan pertanian akan mengakibatkan tumbuhan menjadi layu dan kering, dan lahan pertanian memiliki nilai KHJ yang tinggi akan mengakibatkan tumbuhan menjadi layu akibat terganggunya penyerapan air. Jika lahan pertanian memiliki nilai KHJ yang cukup maka tumbuhan akan lebih segar dan baik untuk dikonsumsi. Pengolahan lahan pertanian juga dapat mempengaruhi sifat fisik tanah dan KHJ. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya nilai KHJ tanah pada dua lahan pertanian produktif dengan menggunakan metode *Variabel/Falling Head Permeability Test* dan mengetahui pengaruh sifat fisik tanah terhadap KHJ. Penelitian dilakukan di Desa Arang Limbung Kalimantan Barat pada bulan April 2015 hingga bulan Oktober 2015. Penentuan sifat fisik tanah yaitu KHJ, bobot isi, berat jenis partikel, porositas tanah, dan tekstur tanah pada dua lahan pertanian produktif yaitu lahan gambas dan lahan sawah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai KHJ lahan sawah lebih tinggi daripada lahan gambas. Sifat fisik tanah yang mempengaruhi KHJ yaitu bobot isi, porositas, dan tekstur tanah.

Kata Kunci : *Sifat Fisik Tanah, KHJ, Falling Head Permeability Test*

1. Latar Belakang

Air dan tanah adalah komponen penting yang sangat dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman sebagai media dalam penyediaan nutrisi (kesuburan tanah). Komponen tersebut sangat penting untuk pertumbuhan tanaman dimana pergerakan air di dalam tanah yang kondisinya jenuh akan mempengaruhi limpasan dan infiltrasi pada suatu lahan pertanian, sedangkan proses pergerakan tersebut sangat dipengaruhi oleh sifat-sifat fisik tanah. KHJ tanah merupakan suatu parameter sifat fisik tanah yang menunjukkan kemampuan tanah dalam keadaan jenuh untuk melewati air. Jika suatu lahan pertanian memiliki KHJ tanah yang sangat rendah maka kesuburan lahan pertanian yang akan terpengaruh sehingga mengakibatkan tumbuhan menjadi layu dan tanah akan kekurangan zat hara. Melihat kondisi tersebut maka perlu adanya penelitian mengenai KHJ tanah yang berperan dalam penentuan ketersediaan air tanah pada suatu lahan pertanian.

Penelitian mengenai KHJ/Permeabilitas tanah telah dilakukan oleh beberapa peneliti diantaranya: pengukuran KHJ pada lima lahan pertanian dengan kedalaman tanah yang berbeda yaitu 0-15 cm, 15-30 cm, dan 30-45 cm, dimana diketahui lahan sawah irigasi pada kedalaman 30-45 cm yang memiliki nilai KHJ tertinggi yaitu $0,047 \text{ ms}^{-1}$ (1). Nilai permeabilitas

dapat ditingkatkan dengan menambahkan polimer emulsi *vinyl acecate co acrylic* pada tanah (2). Pengukuran nilai laju permeabilitas tanah menggunakan metode uji laboratorium dan uji lapangan telah dilakukan pada tanah Andepst, tanah Inceptisol dan tanah Ultisol dengan nilai laju permeabilitas tertinggi pada tanah Inceptisol yaitu 3,20 cm/jam untuk uji laboratorium dan 2,23 cm/jam untuk uji lapangan (3). Identifikasi sifat fisik tanah suatu lahan yang meliputi tingkat kematangan dan ketebalan gambut, warna tanah, tekstur, struktur, konsistensi, drainase tanah, kedalaman air tanah, kedalaman efektif, kedalaman sulfidik, dan kematangan tanah (n-value) yang dilakukan pada lima Satuan Peta Tanah (SPT) untuk mendukung penanaman jagung pada lahan gambut di Rasau Jaya III Kabupaten Kubu Raya (4).

Penetapan KHJ tanah didasarkan pada Hukum Darcy dengan metode *Variabel/Falling Head Permeability Test* yang sesuai untuk tanah lanau yang halus. Berdasarkan uraian latar belakang di atas peneliti ingin mengetahui nilai KHJ pada 2 lahan pertanian produktif dan mengetahui pengaruh sifat fisik tanah terhadap KHJ.

2. Metodologi

Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan di Desa Arang Limbung Kalimantan Barat dengan dua lokasi pertanian, yaitu lahan gambas dan lahan sawah (Gambar 1) dengan 9 sampel tanah setiap lahan dengan metode acak. Sampel tanah setiap lahan diambil pada kedalaman 0-10 cm, 10-20 cm, dan 20-30 cm, hal ini dikarenakan pada kedalaman > 30 cm tanah tingkat kesuburannya menurun karena tanaman akan sulit mencapai lapisan mineral yang berada di lapisan bawahnya (4). Setiap sampel tanah yang diambil dengan menggunakan ring sampel kemudian dibungkus dengan kain berpori, agar pada saat perendaman tanah tidak terlepas dari ring, dan berfungsi untuk melepaskan udara yang terperangkap di dalam tanah.

Pengujian Sampel

Penelitian ini menggunakan 18 sampel tanah yang dianalisis parameter fisiknya yaitu KHJ, bobot isi, berat jenis partikel, porositas di Laboratorium Fisika dan Konservasi Tanah Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura Pontianak. Analisis tekstur tanah dilakukan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura Pontianak.

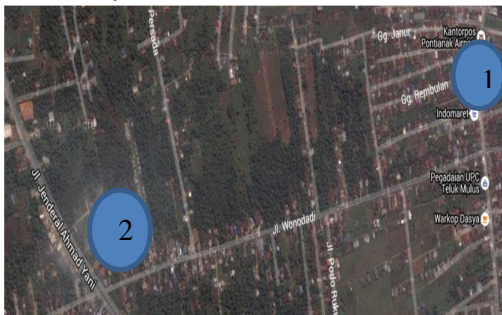
Hukum Darcy dan Persamaan Variable/Falling Head Permeability Test

Hukum pengaliran air melalui tanah pertama kali dipelajari oleh Darcy (1856) yang mendemonstrasikan percobaannya untuk aliran laminar dalam kondisi tanah jenuh. Kecepatan aliran dan kuantitas/debit air per satuan waktu adalah sebanding dengan gradien hidrolis yang dituliskan dalam Persamaan (1) dan (2) :

$$q = K \cdot i \cdot A \tag{1}$$

$$v = \frac{V}{A} = K \cdot i \tag{2}$$

- V = Volume air (cm³)
- K = Koefisien permeabilitas (cm/detik)
- i = Gradien hidrolis
- A = Luas penampang tanah (cm²)
- v = kecepatan aliran (cm/detik)



Gambar 1. Lokasi penelitian (5)

Maka besar permeabilitasnya dapat dihasilkan dengan Persamaan (3), (4) dan (5):

$$K = \frac{V}{i \cdot A \cdot t} \tag{3}$$

Jika
$$i = \frac{h}{L} \tag{4}$$

$$K = \frac{V \cdot L}{A \cdot h \cdot t} \tag{5}$$

dengan :

- L = Panjang sampel batuan/tanah (cm)
- h = Ketinggian (cm)
- t = Waktu selama percobaan (detik)

Penentuan KHJ dilakukan dengan menggunakan metode *Variabel/Falling Head Permeability test*. Metode ini digunakan untuk tanah yang memiliki butiran halus dan koefisien permeabilitas yang rendah, sehingga penentuan koefisien permeabilitas (K) dapat menggunakan Persamaan (6) :

$$K = \frac{(a \cdot x \cdot i)}{A} \times \left(\frac{2,3}{t}\right) \times \log\left(\frac{h_1}{h_2}\right) \tag{6}$$

dengan :

- K = Koefisien permeabilitas (cm/detik)
- a = Luas penampang (cm²)
- i = Tinggi air dalam buret (cm)
- A = Luas penampang ring silinder (cm²)
- t = Waktu air turun dari h₁ ke h₂ (detik)
- h₁ = Tinggi awal (cm)
- h₂ = Tinggi akhir (cm)
- 2,3 = Konstanta Kecepatan Reaksi Penurunan Air dari h₁ ke h₂

Bobot isi adalah berat per unit volume tanah yang dikeringkan dengan oven yang dinyatakan dalam g/cm³. Penentuan bobot isi didahului dengan penentuan kadar air dengan menggunakan Persamaan (7):

$$\text{Kadar Air Gravimetri} = \frac{BKU - BKO}{BKO} \cdot 100\% \tag{7}$$

dengan :

- Kadar air Gravimetri dalam % berat
- BKU = Berat Kering Udara (g)
- BKO = Berat Kering Oven (g)
- Kemudian volume ring dihitung menggunakan Persamaan (8):

$$V = \pi r^2 t \tag{8}$$

dengan :

- V = Volume (cm³)
- π = 3,14
- r = Jari-jari
- t = Tinggi tabung/ring (cm)

dan bobot isi (g/cm³) dihitung menggunakan Persamaan (9):

$$\text{Bobot Isi Tanah} = \frac{\text{Tanah Berat Kering Oven (g)}}{\text{Volume Tanah Kering Oven (cm}^3\text{)}} \quad (9)$$

Berat Jenis Partikel (*Particle Density*) dari suatu tanah menunjukkan kerapatan dari partikel padat secara keseluruhan. Berat jenis partikel dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (10):

$$\text{BJP} = \frac{c}{i} \quad (10)$$

dengan :

c = Berat sampel tanah (g)
 i = volume partikel tanah (cm³)
 BJP = Berat jenis Partikel (g/cm³)

Porositas tanah merupakan volume dari tanah yang ditempati oleh udara dan air yang dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan (11):

$$\text{Porositas Tanah} = \left(1 - \frac{\text{Bobot Isi}}{\text{Berat Jenis Partikel}}\right) \times 100\% \quad (11)$$

dengan porositas tanah dalam %.

Tekstur tanah merupakan perbandingan antara fraksi pasir, debu dan liat (%). Setiap sampel tanah diukur fraksi pasir, debu, dan liat dengan menggunakan alat hidrometer tanah tipe 152 H.

Pengolahan data

Data yang dihasilkan diolah ke dalam grafik untuk mengetahui nilai hubungan sifat fisik tanah yaitu konduktivitas hidrolis jenuh (KHJ), bobot isi, berat jenis partikel, porositas, dan tekstur tanah pada tiap kedalaman.

Analisis Sifat Fisik Tanah terhadap Konduktivitas Hidrolis Jenuh (KHJ)

Analisis pengaruh sifat fisik tanah terhadap Konduktivitas Hidrolis Jenuh (KHJ) menggunakan Analisis Statistik *Korelasi Pearson*. Korelasi tersebut menggunakan Persamaan (12):

$$r = \frac{n\sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{\{n\sum x^2 - (\sum x)^2\} \{n\sum y^2 - (\sum y)^2\}}} \quad (12)$$

dengan:

r = Koefisien korelasi
 n = Banyaknya pasangan data x dan y
 $\sum x$ = Total jumlah dari variabel x
 $\sum y$ = Total jumlah dari variabel y
 $\sum x^2$ = Kuadrat dari total jumlah variabel x
 $\sum y^2$ = Kuadrat dari total jumlah variabel y
 $\sum xy$ = Hasil perkalian dari total jumlah variabel x dan variabel y

3. Hasil dan Pembahasan Sifat Fisik Tanah

Nilai KHJ pada lahan gambas berkisar 20,19 cm/jam sampai 494,91 cm/jam dan pada lahan

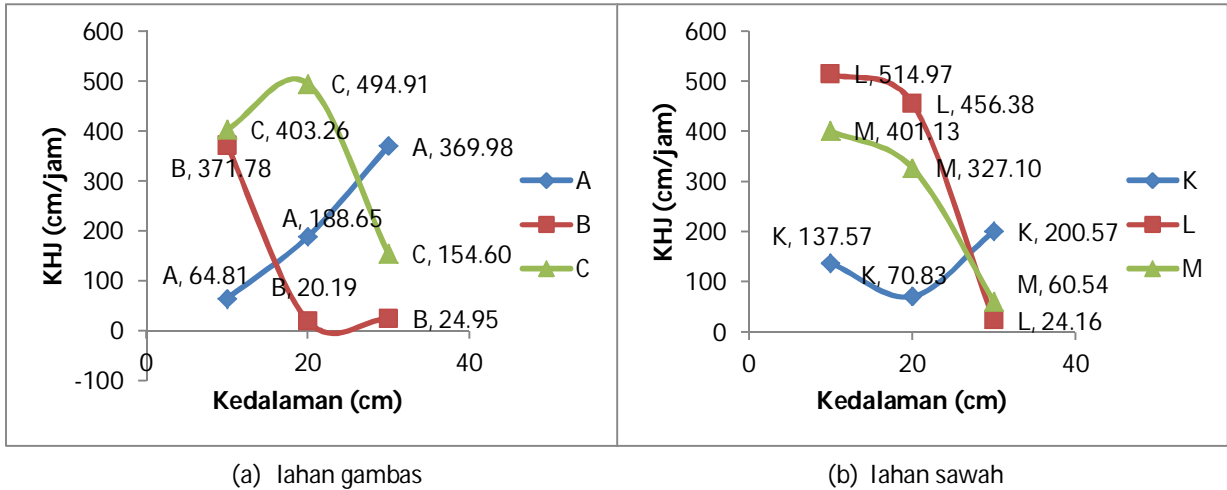
sawah berkisar 24,16 cm/jam sampai 514,97 cm/jam. Pada Gambar 2 terlihat bahwa nilai KHJ lahan sawah lebih tinggi dibandingkan dengan lahan gambas dan dapat diketahui bahwa nilai KHJ semakin menurun terhadap kedalaman.

Nilai bobot isi (BI) pada lahan gambas berkisar 0,62 g/cm³ sampai 1,16 g/cm³ dan lahan sawah berkisar 0,51 g/cm³ sampai 0,96 g/cm³. Pada Gambar 3 terlihat bahwa nilai bobot isi lahan gambas lebih tinggi dibandingkan dengan lahan sawah dan dapat diketahui bahwa nilai bobot isi semakin menurun terhadap kedalaman.

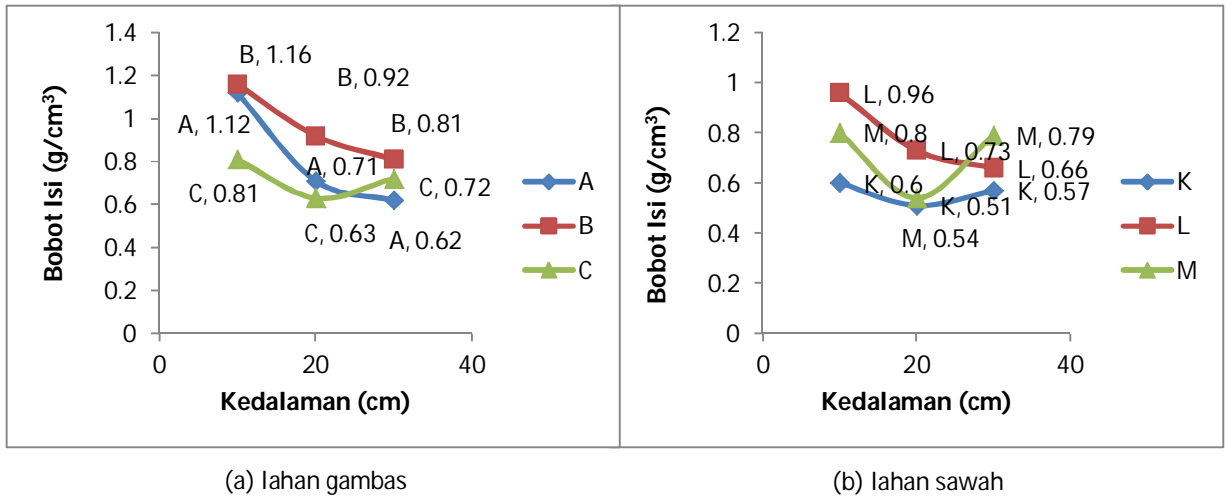
Nilai berat jenis partikel (BJP) pada lahan gambas berkisar 2,02 g/cm³ sampai 2,96 g/cm³ dan pada lahan sawah berkisar 0,90 g/cm³ sampai 2,51 g/cm³. Pada Gambar 4 dapat terlihat bahwa nilai BJP lahan gambas lebih tinggi dibandingkan dengan lahan sawah dan dapat diketahui bahwa bahwa nilai BJP meningkat terhadap kedalaman.

Nilai porositas tanah pada lahan gambas berkisar 53,86 % sampai 72,78 %, dan lahan sawah berkisar 33,28 % sampai 77,20 %. Pada Gambar 5 terlihat bahwa nilai porositas tanah lahan sawah lebih tinggi dibandingkan dengan lahan gambas dan dapat diketahui bahwa porositas tanah meningkat terhadap kedalaman.

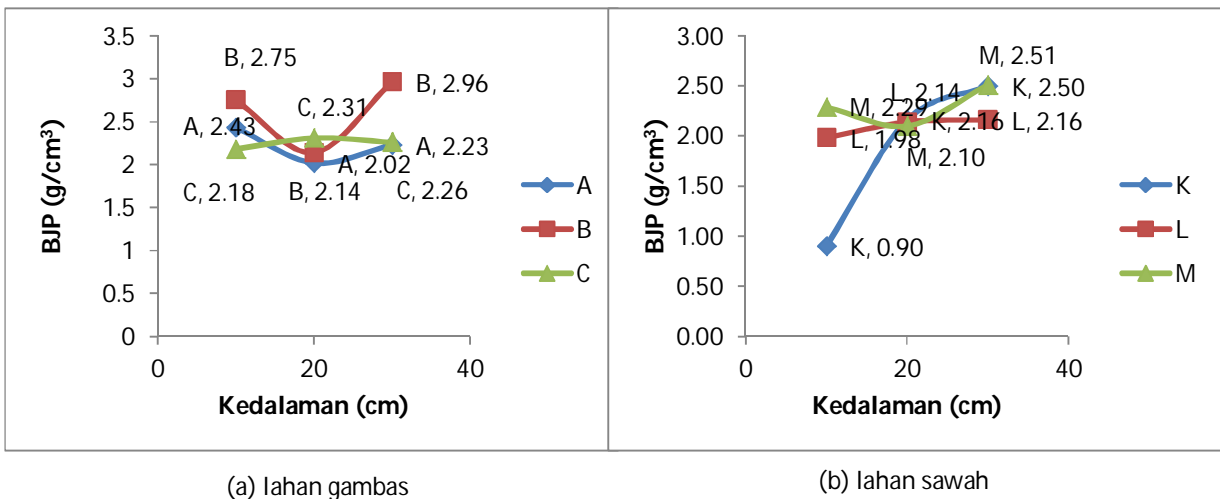
Nilai rata-rata kandungan pasir pada lahan gambas berkisar 4,29 % sampai 7,51 %, nilai rata-rata kandungan debu berkisar 44,58 % sampai 45,37 %, dan nilai rata-rata kandungan liat berkisar 47,90 % sampai 50,33 %. Nilai rata-rata kandungan pasir pada lahan sawah berkisar 10,79 % sampai 11,97 %, nilai rata-rata kandungan debu berkisar 42,63 % sampai 43,53 %, dan nilai rata-rata kandungan liat berkisar 45,40 % sampai 45,68 %. Pengaruh tekstur tanah pada lahan pertanian produktif terlihat pada Gambar 6 terlihat bahwa nilai kandungan pasir pada lahan sawah lebih tinggi dibandingkan lahan gambas, kandungan debu lahan gambas lebih tinggi dibandingkan dengan lahan sawah, dan kandungan liat lahan gambas lebih tinggi dibandingkan dengan lahan sawah. Dapat diketahui bahwa kandungan pasir menurun terhadap kedalaman, kandungan debu meningkat terhadap kedalaman dan kandungan liat meningkat terhadap kedalaman.



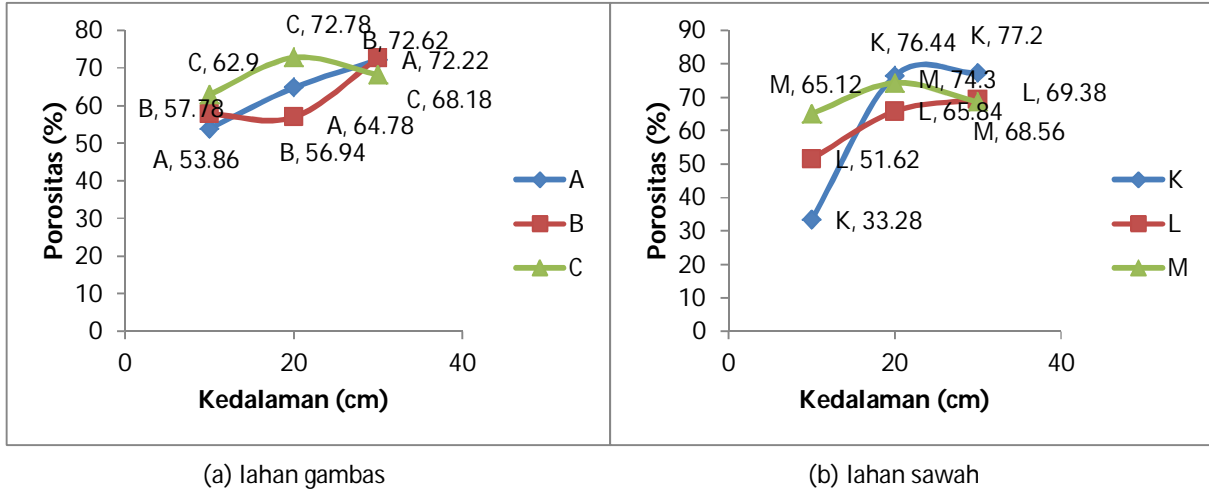
Gambar 2. KHJ terhadap Kedalaman



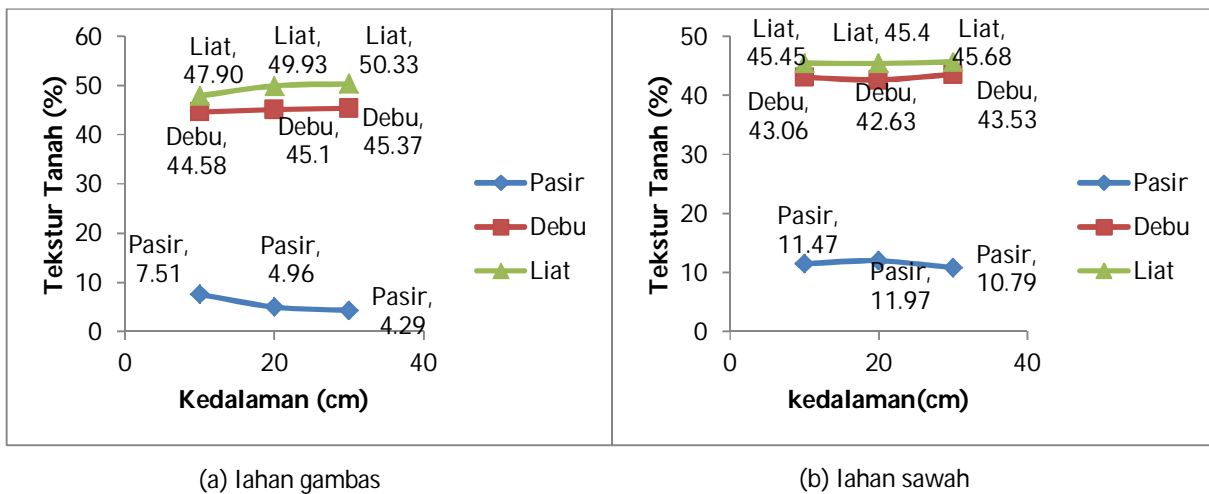
Gambar 3. Bobot Isi terhadap Kedalaman



Gambar 4. BJP terhadap Kedalaman



Gambar 5. Porositas Tanah terhadap Kedalaman



Gambar 6. Tekstur Tanah terhadap Kedalaman

Pengaruh Sifat Fisik Tanah terhadap Konduktivitas Hidrolik Jenih (KHJ)

Pengaruh sifat fisik tanah terhadap KHJ berdasarkan dari interpretasi koefisien korelasi. Pengaruh bobot isi terhadap KHJ dapat dilihat pada Gambar 7 yang menunjukkan bahwa pada lahan gambas memiliki nilai $r = 0,90$ yaitu memiliki pengaruh sangat kuat dan lahan sawah memiliki nilai $r = 0,33$ yaitu memiliki pengaruh rendah, sehingga dapat diketahui bahwa bobot isi berpengaruh terhadap KHJ. Nilai bobot isi yang tinggi mengakibatkan tanah akan sulit untuk meneruskan air sehingga pergerakan air semakin lambat.

Pengaruh berat jenis partikel terhadap KHJ dapat dilihat pada Gambar 8 yang menunjukkan bahwa pada lahan gambas memiliki nilai $r = 0,11$ yaitu memiliki pengaruh sangat rendah, dan lahan sawah memiliki nilai $r = 0,92$ yaitu memiliki pengaruh sangat kuat, sehingga berat

jenis partikel tidak mempengaruhi KHJ. Nilai berat jenis partikel tanah yang tinggi mengakibatkan tanah akan mudah untuk meneruskan air, sehingga pergerakan air semakin cepat.

Pengaruh porositas tanah terhadap KHJ dapat dilihat pada Gambar 9 yang menunjukkan bahwa pada lahan gambas memiliki nilai $r = 0,99$ yaitu memiliki pengaruh sangat kuat, dan lahan sawah memiliki nilai $r = 0,68$ yaitu memiliki pengaruh kuat, sehingga porositas tanah mempengaruhi KHJ. Porositas yang tinggi mengakibatkan tanah akan mudah untuk meneruskan air, sehingga pergerakan air semakin cepat.

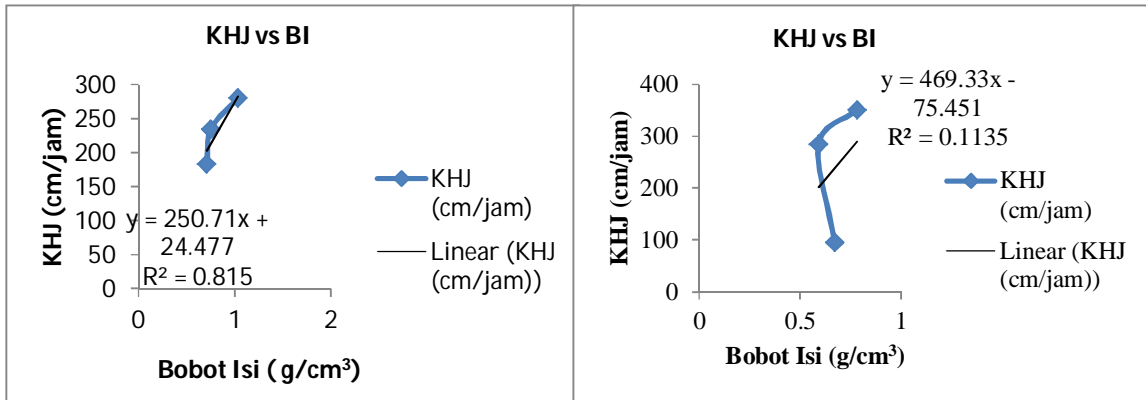
Pengaruh kandungan pasir terhadap KHJ dapat dilihat pada Gambar 10 yang menunjukkan bahwa pada lahan gambas memiliki nilai $r = 0,93$ yaitu memiliki pengaruh sangat kuat, dan lahan sawah memiliki nilai $r =$

0,77 yaitu memiliki pengaruh kuat. Kandungan pasir ini akan mempengaruhi porositas tanah yang secara tidak langsung akan mempengaruhi KHJ. Kandungan pasir yang tinggi mengakibatkan tanah akan mudah untuk meneruskan air sehingga pergerakan air semakin cepat.

Pengaruh kandungan debu terhadap KHJ dapat dilihat pada Gambar 11 yang menunjukkan bahwa pada lahan gambas memiliki nilai $r = 0,97$ yaitu memiliki pengaruh sangat kuat, dan lahan sawah memiliki nilai $r = 0,73$ yaitu memiliki pengaruh kuat. Kandungan debu ini akan mempengaruhi porositas tanah yang secara tidak langsung akan mempengaruhi KHJ. Kandungan debu yang tinggi

mengakibatkan tanah akan mudah untuk meneruskan air, sehingga pergerakan air semakin cepat.

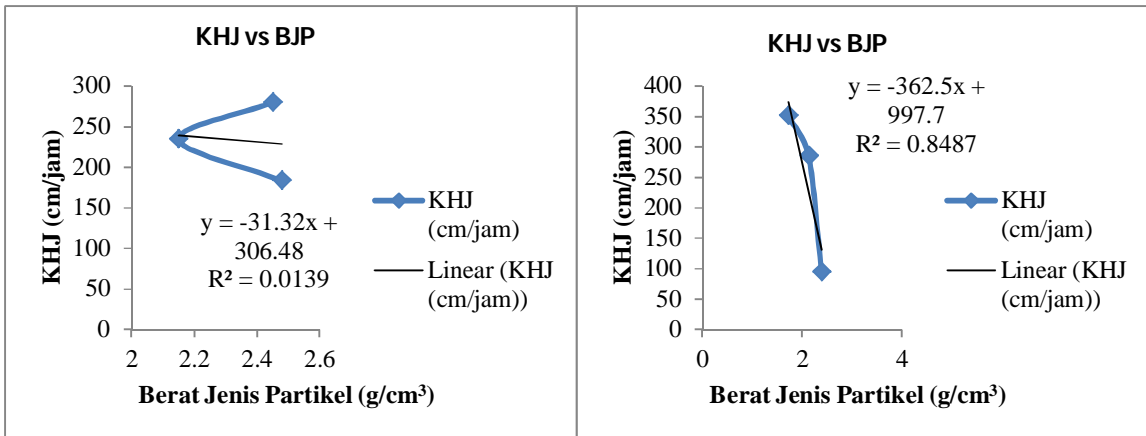
Pengaruh kandungan liat terhadap KHJ dapat dilihat pada Gambar 12 yang menunjukkan bahwa pada lahan gambas memiliki nilai $r = 0,91$ yaitu memiliki pengaruh sangat kuat, dan lahan sawah memiliki nilai $r = 0,91$ yaitu memiliki pengaruh sangat kuat. Kandungan liat ini akan mempengaruhi porositas tanah yang secara tidak langsung mempengaruhi KHJ. Kandungan liat yang tinggi mengakibatkan tanah akan sulit untuk meneruskan air, sehingga pergerakan air semakin lambat.



(a) lahan gambas

(b) lahan sawah

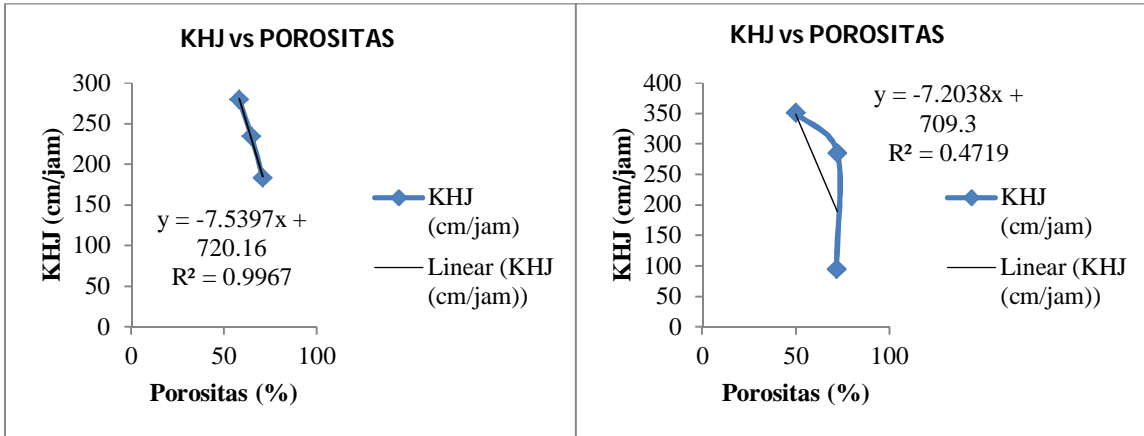
Gambar 7. Pengaruh KHJ terhadap Bobot Isi



(a) lahan gambas

(b) lahan sawah

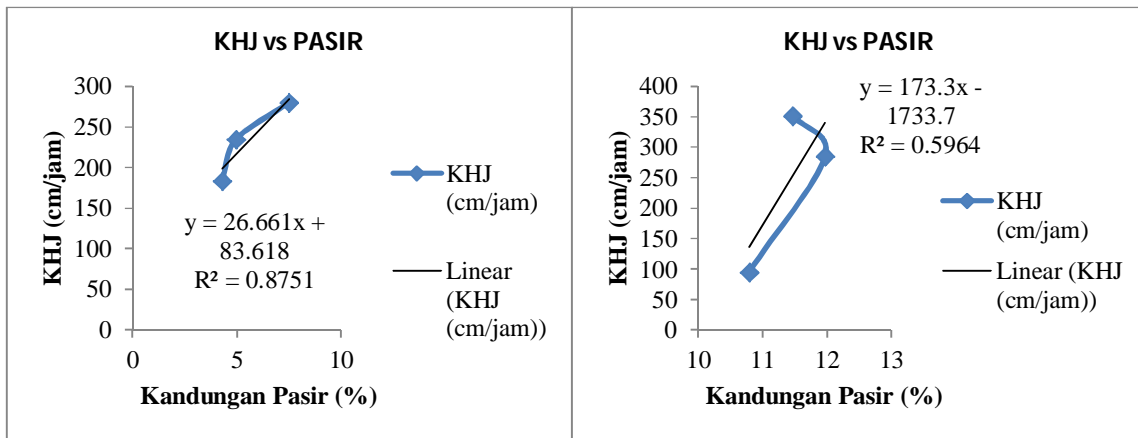
Gambar 8. Pengaruh KHJ terhadap Berat Jenis Partikel



(a) lahan gambas

(b) lahan sawah

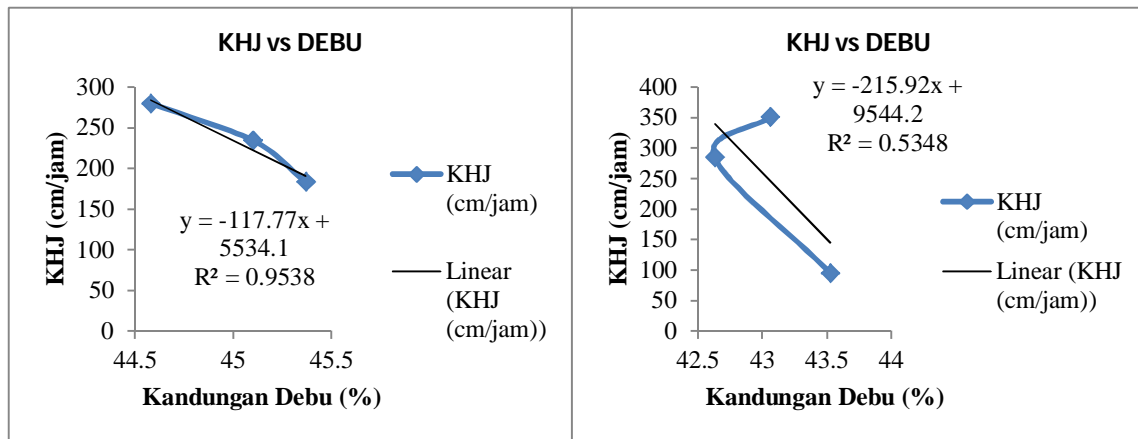
Gambar 9. Pengaruh KHJ terhadap Porositas



(a) lahan gambas

(b) lahan sawah

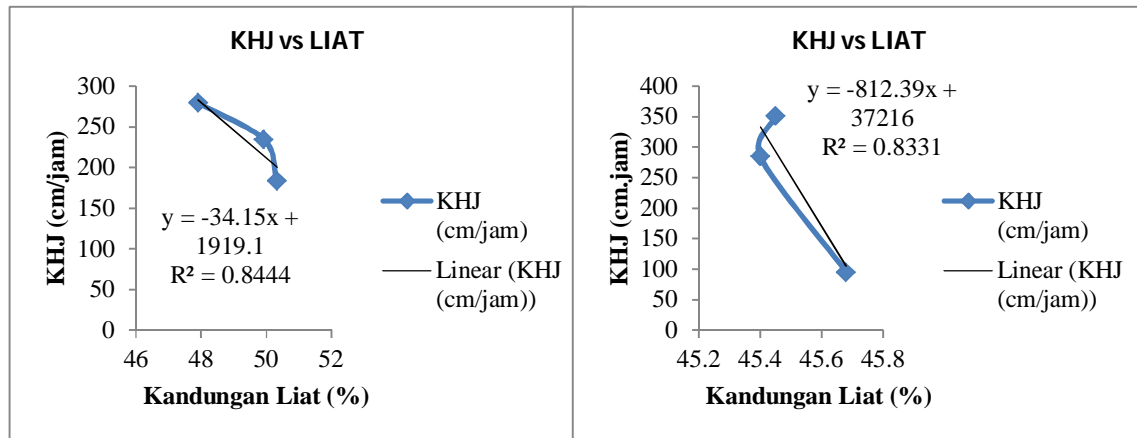
Gambar 10. Pengaruh KHJ terhadap Kandungan Pasir



(a) lahan gambas

(b) lahan sawah

Gambar 11. Pengaruh KHJ terhadap Kandungan Debu



(a) lahan gambas

(b) lahan sawah

Gambar 12. Pengaruh KHL terhadap Kandungan Liat

4. Kesimpulan

Nilai KHL lahan sawah lebih tinggi daripada lahan gambas. Sifat fisik tanah yang mempengaruhi KHL yaitu bobot isi, porositas, dan tekstur tanah, sedangkan berat jenis partikel tanah tidak mempengaruhi KHL.

Daftar Pustaka

- [1] Rosyidah E, Wirosuedarmo R. Pengaruh Sifat Fisik Tanah pada Konduktivitas Hidrolik Jenuh di 5 Penggunaan Lahan (Studi Kasus Sumbersari Malang). *Agritech*. 2013 Agustus; 33(3): p. 340-345.
- [2] Halaudin, Suhendra. Pengaruh Penambahan Emulsi Vinyl Acecate Co Acrylic pada Tanah Lempung terhadap Uji Permeabilitas Melalui Constant Head Permeability Test. *Berkala Fisika*. 2011 April; 14(2): p. 55-62.
- [3] Siregar NA, Sumono, Munir AP. Kajian Permeabilitas Beberapa Jenis Tanah di Lahan Percobaan Kwala Bekala Usu melalui Uji Laboratorium dan Lapangan. *J. Rekayasa Pangan dan Pertanian*. 2013 November; 1(4): p. 138-143.
- [4] Suswati D, S BH, Shiddieq D, Indradewa D. Identifikasi Sifat Fisik Lahan Gambut Rasau Jaya III Kabupaten Kuburaya Untuk Pengembangan Jagung. *J. Tek. Perkebunan dan PSDL*. 2011 Desember; 1: p. 31-40.
- [5] Maps7. Arang Limbung, Sungai Raya, Kubu Raya, Kalimantan Barat, Indonesia Peta. [Online].; 2015 [cited 2015 Oktober 28]. Available from: <http://www.maps7.com/id/Arang%20Limbung,%20Sungai%20Raya,%20Kubu%20Raya,%20Kalimantan%20Barat,%20Indonesia.htm> I#.Vw3KmVIsLPh.