# EVALUASI KEPADATAN TANAH YANG DIOLAH DENGAN TRAKTOR PADA LAHAN USAHATANI KENTANG DI DESA KEBUN BARU KECAMATAN KAYU ARO BARAT KABUPATEN KERINCI

**JURNAL**

**PASTI SITANGGANG**

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**
**FAKULTAS PERTANIAN**
**UNIVERSITAS JAMBI**
**2017**

Jurnal dengan judul "Evaluasi Kepadatan Tanah yang Diolah dengan Traktor pada Lahan Usahatani Kentang di Desa Kebun Baru Kecamatan Kayu Aro Barat Kabupaten Kerinci" disusun oleh Pasti Sitanggang, NIM D1A012044

Menyetujui :

Dosen Pembimbing I,

Dr. Ir. Henny H., M.Si.
NIP. 19621009 198803 2 003

Dosen Pembimbing II,

Ir. Itang Ahmad Mahbub, M.P.
NIP. 19611027 198802 1 001

Mengetahui :
Ketua Jurusan Agroekoteknologi,

Dr. Sunarti, S.P., M.P.
NIP. 19731227 199903 2 003

# EVALUASI KEPADATAN TANAH YANG DIOLAH DENGAN TRAKTOR PADA LAHAN USAHATANI KENTANG DI DESA KEBUN BARU KECAMATAN KAYU ARO BARAT KABUPATEN KERINCI

**Pasti Sitanggang[1], Henny H[2], Itang Ahmad Mahbub[2]**
Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jambi 2017

## ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk mengetahui dan mempelajari kepadatan tanah yang diolah dengan traktor dan ditanami kentang di Desa Kebun Baru, Kecamatan Kayu Aro Barat, Kabupaten Kerinci. Penelitian menggunakan Metode Survei Eksploratif-deskriptif pada petak penelitian di lahan usahatani milik petani. Petak penelitian terdiri dari dua bidang lahan berukuran 30 m x 15 m masing-masing dengan kemiringan lereng 10 dan 20 persen. Data yang dikumpulkan dianalisis secara deskriptif. Setelah diolah tanah menjadi sangat halus, sangat longgar dan lepas hingga kedalaman ± 30 cm. Setelah 31 hari dan ditanami kentang (67 hari setelah diolah) terjadi proses pemadatan tanah yang ditunjukkan oleh nilai BV dan TRP 67 hari setelah diolah relatif tidak berbeda dengan sebelum diolah; dengan peningkatan ketahanan penetrasi, penurunan pori drainase dan aerase serta C-organik tanah hingga sehari sebelum panen (157 hari setelah diolah).

Kata kunci: ketahanan penetrasi, traktor, pengolahan tanah

## PENDAHULUAN

Tanah merupakan media tumbuh dan menyediakan hara bagi pertumbuhan tanaman. Komponen penyusun tanah berada dalam suatu keseimbangan yang dinamis dengan lingkunganya. Oleh karena itu tanah dapat meningkat atau menurun kualitasnya atau rusak baik sifat fisik, kimia maupun biologinya (Arsyad, 2010; Hardjowigeno, 2010; Sutedjo dan Kartasapoetra, 2010; Hanafiah, 2005).

Curah hujan dengan energi kinetik butir-butir hujan memecah agregat dan aliran permukaan menghanyutkan partikel-partikel tanah terutama partikel halus yang dapat menyumbat pori-pori tanah. Akibatnya pori-pori tanah menjadi berkurang atau menurun sehingga terjadi pemadatan tanah (Sutedjo dan Kartasapoetra, 2010; Kenzie, 2010; Kuth dan Reintam, 2004; Foth, 1990).

Pemadatan tanah juga dapat akibat injakan hewan dan manusia terhadap tanah serta tekanan dari lintasan alat-alat berat (seperti traktor) dalam kegiatan pengolahan tanah (Sutedjo dan Kartasapoetra, 2010; Kenzie, 2010; Kuth dan Reintam, 2004; Foth, 1990).

Usahatani tanaman semusim umumnya melakukan pengolahan tanah secara intensif pada setiap musim tanam, salah satunya usahatani sayuran terutama kentang di Desa Kebun Baru, Kecamatan Kayu Aro Barat, Kabupaten Kerinci dengan tanah tergolong ordo Andisol. Hasil penelitian tahun 2009 menunjukkan bahwa kondisi fisik tanah pada lahan usahatani sayuran di lahan tersebut masih cukup baik dengan pengolahan tanah sistem “malir” yaitu pengolahan tanah dengan cangkul dan membenamkan sisa tanaman ke dalam tanah (Henny, 2012). Namun tahun

2010-2011 sebagian besar petani sayuran di desa tersebut beralih menggunakan *handtractor*. Kemudian tahun 2012 hingga saat ini hampir semua petani di Desa Kebun Baru telah menggunakan traktor untuk pengolahan tanah. Penelitian bertujuan untuk mengetahui dan mempelajari kepadatan tanah yang diolah dengan traktor dan ditanami kentang serta faktor-faktor yang mempengaruhinya di Desa Kebun Baru, Kecamatan Kayu Aro Barat, Kabupaten Kerinci.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Desa Kebun Baru, Kecamatan Kayu Aro Barat, Kabupaten Kerinci dari bulan Juni-November 2016 menggunakan Metode Survei Eksploratif-deskriptif pada dua petakan lahan dengan kemiringan 10 dan 20 persen masing-masing seluas 450 $m^2$ (30 m x 15 m, panjang petak searah lereng). Kedua petakan lahan diolah menggunakan Traktor Mini Kubota Tipe L3608 (1115 kg) dengan bajak rotari dan ditanami kentang (guludan searah lereng).

Petak penelitian dengan kemiringan lereng 10 % merupakan lahan yang sebelumnya ditanami kentang pada bulan Agustus-Desember tahun 2015 dan diolah menggunakan traktor tanpa pemberian pupuk organik. Kemudian Januari-April 2016 lahan ditanami tomat dengan "sistem malir" (pengolahan tanah dengan cangkul dan sisa tanaman dibenamkan). Bulan Juni 2016 permukaan tanah masih ditutupi mulsa (guludan) dan banyak sisa-sisa tanaman.

Petak penelitian dengan kemiringan 20 % merupakan lahan bekas usahatani kentang pada bulan September 2015 hingga Januari 2016. Persiapan tanah dilakukan menggunakan traktor dengan bajak rotari dan diberi pupuk kimia dan pupuk organik. Setelah panen lahan tersebut tidak digunakan dan dibiarkan ditutupi gulma hingga bulan Juni 2016 (saat penelitian).

Pengukuran ketahanan penetrasi tanah (dengan penetrometer saku dan *cone penetrometer*) dilakukan sehari sebelum pengolahan tanah dan 31, 67, 157 hari sesudah pengolahan tanah. Pengambilan contoh tanah untuk penetapan tekstur, struktur, BV, TRP, distribusi ukuran pori dan C-organik tanah dilakukan pada bagian atas dan bawah guludan dan parit pada kedua petakan penelitian sehari sebelum dan 67 hari sesudah pengolahan tanah. Data dianalisis secara deskriptif menggunakan kriteria sifat fisika dan C-organik tanah yang tersedia.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Tanah petak penelitian tergolong Andisol, dicirikan oleh tekstur tanah yang didominasi oleh fraksi debu (77.00-63.58 %) dengan kelas lempung berdebu, kecuali tanah bagian atas guludan dan parit pada petak dengan kemiringan 20 % yang bertekstur lempung dan lempung berpasir (Tabel 1). Debu yang merupakan fraksi tanah berukuran lebih kecil dibandingkan dengan fraksi pasir dan lebih besar dari fraksi liat adalah fraksi tanah yang paling mudah tererosi karena tidak bermuatan (Utomo *et al.,* 2016; Kurnia *et al.,* 2006; Dariah *et al*., 2004).

Tekstur tanah yang merupakan perbandingan relatif partikel primer tanah (pasir, debu, liat) di dalam suatu massa tanah adalah sifat fisika tanah yang bersifat *inherent* yaitu relatif tidak berubah (permanen) atau akan berubah dalam waktu yang lama (Arsyad, 2010; Hardjowigeno, 2010; Weil, 2000; Sarief, 1989).

Tekstur tanah di bagian atas guludan dan parit pada petak dengan kemiringan 20 % masing-masing

Tabel 1. Sebaran fraksi dan kelas tekstur tanah sebelum dan setelah pengolahan tanah dengan traktor pada lahan tanaman kentang di Desa Kebun Baru, Kecamatan Kayu Aro Barat, Kabupaten Kerinci

| Kedalaman tanah (cm) | Petak kemiringan 10 % | | | | | | | | Petak kemiringan 20 % | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Guludan | | | | Parit | | | | Guludan | | | | Parit | | | |
| | pasir | debu | liat | kelas tekstur | pasir | debu | liat | kelas tekstur | pasir | debu | liat | kelas tekstur | pasir | debu | liat | kelas tekstur |
| sehari sebelum pengolahan tanah | | | | | | | | | | | | | | | | |
| posisi atas | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0-20 | 20.26 | 76.70 | 3.04 | LpD | 21.85 | 71.92 | 6.23 | LpD | 28.19 | 56.50 | 10.31 | Lp | 43.41 | 43.70 | 12.89 | LpP |
| 20-40 | 27.71 | 63.58 | 8.71 | LpD | 27.52 | 63.63 | 8.85 | LpD | 33.34 | 53.00 | 13.66 | Lp | 41.14 | 42.99 | 15.87 | LpP |
| posisi bawah | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0-20 | 21.00 | 77.00 | 2.00 | LpD | 21.42 | 73.53 | 5.05 | LpD | 20.74 | 75.00 | 4.26 | LpD | 19.51 | 70.86 | 8.91 | LpD |
| 20-40 | 20.87 | 72.01 | 7.12 | LpD | 26.98 | 66.12 | 6.09 | LpD | 21.13 | 72.70 | 6.17 | LpD | 23.72 | 64.64 | 11.64 | LpD |
| 67 hari setelah pengolahan tanah (32 hari setelah tanam) | | | | | | | | | | | | | | | | |
| posisi atas | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0-20 | 18.99 | 73.01 | 7.00 | LpD | 22.57 | 70.12 | 7.31 | LpD | 35.11 | 54.99 | 9.90 | Lp | 46.17 | 42.96 | 10.87 | LpP |
| 20-40 | 19.41 | 68.29 | 12.30 | LpD | 26.84 | 62.98 | 9.41 | LpD | 32.36 | 52.98 | 14.66 | Lp | 41.93 | 40.89 | 17.18 | LpP |
| posisi bawah | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 0-20 | 18.52 | 77.93 | 3.55 | LpD | 18.54 | 72.00 | 9.46 | LpD | 15.15 | 75.75 | 9.10 | LpD | 20.52 | 72.00 | 7.48 | LpD |
| 20-40 | 16.11 | 74.90 | 8.99 | LpD | 22.81 | 65.21 | 11.98 | LpD | 18.38 | 70.14 | 11.48 | LpD | 23.07 | 63.89 | 13.04 | LpD |

Keterangan: LpD = lempung berdebu; Lp = lempung; LpP = lempung berpasir

lempung dan lempung berpasir. Hal ini diduga karena tanah petak dengan kemiringan 20 % telah mengalami erosi lebih besar dibandingkan dengan petak kemiringan 10 %. Dalam peristiwa erosi, fraksi halus tanah (terutama debu) terangkut lebih dahulu dan lebih banyak dibandingkan dengan fraksi lebih kasar, karena erosi bersifat selektif. Makin curam lereng, maka aliran permukaan akan meningkat sehingga erosi menjadi lebih besar (Arsyad, 2010; Kurnia *et al*., 2006).

Andisol yang merupakan tanah berbahan induk abu vulkan umumnya memiliki C-organik lebih tinggi dibandingkan dengan tanah mineral lainnya yang disebabkan oleh suhu yang rendah di dataran tinggi (Utomo *et al.,* 2016; Sukarman dan Dariah, 2014; Kurnia *et al.*, 2004).

Kandungan C-organik tanah sebelum dan 67 hari setelah diolah cenderung menurun, meskipun masih dalam kriteria relatif sama) (Tabel 2). Kandungan C-organik tanah tersebut relatif sama karena pada saat pengolahan tanah sisa-sisa tanaman ikut terolah, sehingga melapuk dan dapat memelihara kandungan bahan organik tanah. Namun temperatur udara rendah dan curah hujan tinggi di lokasi penelitian menyebabkan proses dekomposisi bahan organik tanah relatif lambat sehingga kandungan C-organik tanah tetap tinggi (Utomo *et al.*, 2016; Rachman *et al.*, 2015; Nurida dan Jubaedah, 2014; Foth, 1990).

Kandungan C-organik tanah yang cenderung menurun setelah 67 hari setelah pengolahan tanah dibandingkan dengan sebelum pengolahan tanah menunjukkan bahwa pengolahan tanah dapat menurunkan kandungan bahan organik tanah (Hoorman, 2011; Arsyad, 2010; Sutedjo dan Kartasapoetra 2010). Kondisi ini dapat menyebabkan terjadinya proses pemadatan tanah (Utomo *et al.,* 2016; Foth, 1990) yang ditunjukkan oleh penigkatan nilai BV tanah.

Nilai BV tanah petak penelitian baik petak kemiringan 10 % maupun 20% lebih tinggi daripada BV tanah Andisol pada umumnya (0.60-0.90 g/cm$^3$) (Tabel 3) (Agus *et al.*, 2006) yang berarti tanah di petak penelitian lebih

Tabel 2. Kandungan C-organik tanah (%) sebelum dan setelah pengolahan tanah dengan traktor pada lahan tanaman kentang di Desa Kebun Baru, Kecamatan Kayu Aro Barat, Kabupaten Kerinci

| Kedalaman tanah (cm) | Petak kemiringan 10 % | | Petak kemiringan 20 % | |
|---|---|---|---|---|
| | Guludan | Parit | Guludan | Parit |
| | sehari sebelum pengolahan tanah | | | |
| | posisi atas | | | |
| 0-20 | 6.49 (*st*) | 5.98 (*st*) | 5.98 (*st*) | 5.87 (*t*) |
| 20-40 | 4.13 (*t*) | 5.05 (*st*) | 2.13 (*s*) | 3.72 (*s*) |
| | posisi bawah | | | |
| 0-20 | 11.93 (*st*) | 6.26 (*st*) | 6.77 (*st*) | 6.37 (*st*) |
| 20-40 | 8.98 (*st*) | 5.12 (*st*) | 4.26 (*t*) | 5.44 (*st*) |
| | 67 hari setelah pengolahan tanah (32 hari setelah tanam) | | | |
| | posisi atas | | | |
| 0-20 | 6.34 (*st*) | 5.90 (*st*) | 4.40 (*t*) | 3.41 (*t*) |
| 20-40 | 4.68 (*t*) | 4.10 (*t*) | 2.08 (*s*) | 2.11 (*s*) |
| | posisi bawah | | | |
| 0-20 | 6.60 (*st*) | 6.04 (*st*) | 6.42 (*st*) | 5.13 (*st*) |
| 20-40 | 5.08 (*st*) | 5.00 (*t*) | 5.07 (*st*) | 4.21 (*t*) |

Keterangan: s = sedang; t = tinggi; st = sangat tinggi (Hardjowigeno, 2010)

padat dibandingkan dengan tanah Andisol umumnya. Kondisi ini dapat disebabkan oleh faktor pengelolaan tanah dan faktor iklim (terutama curah hujan tinggi dan temperatur udara yang rendah).

Sesaat setelah pengolahan tanah kondisi fisik tanah sangat halus, sangat longgar dan lepas hingga kedalaman ± 30 cm sehingga tidak bisa dilakukan pengambilan contoh tanah utuh (menggunakan *ring sampler*) untuk penetapan BV, TRP dan distribusi ukuran pori tanah. Namun 67 hari setelah pengolahan tanah (32 hari setelah tanam) sudah dapat dilakukan pengambilan contoh tanah utuh. Hal ini menunjukkan bahwa 67 hari setelah pengolahan tanah (32 hari setelah tanam) tanah sudah mengalami proses pemadatan yang ditunjukkan oleh nilai BV dan TRP tanah 67 hari setelah pengolahan tanah relatif tidak berbeda dengan BV dan TRP tanah sehari sebelum diolah.

Terjadinya proses pemadatan tanah setelah pengolahan tanah disebabkan oleh curah hujan yang mempunyai energi kinetik sehingga tumbukan butiran hujan dapat menyebabkan pemadatan dan sekaligus penghancuran agregat tanah. Kemudian partikel halus tanah yang telah terpisah akibat hancurnya agregat tanah dapat menyumbat pori-pori tanah yang gembur (setelah pengolahan tanah) karena terbawa air infiltrasi dan aliran permukaan. Oleh karena itu tanah yang gembur sebagai tujuan utama pengolahan tanah hanya bersifat sementara (Arsyad, 2010). Hal ini juga dikemukakan oleh Rachman *et al.* (2015) bahwa curah hujan dalam masa pertanaman menyebabkan tanah makin padat yang ditunjukkan oleh peningkatan BV dan penurunan TRP tanah (Kartasapoetra, 2010).

Goehring *et al.* (2016) juga mengemukakan bahwa pengolahan tanah menyebabkan tanah sangat gembur tetapi hanya sementara (1-2 bulan), karena tanah akan mengalami pemadatan akibat tumbukan butiran hujan dan menurunnya kandungan bahan organik tanah oleh proses dekomposisi yang berjalan cepat pada tanah yang gembur (tata udara tanah lebih baik).

Tabel 3. BV dan TRP tanah sebelum dan setelah pengolahan tanah dengan traktor pada lahan tanaman kentang di Desa Kebun Baru, Kecamatan Kayu Aro Barat, Kabupaten Kerinci

| Kedalaman tanah (cm) | Petak kemiringan 10 % | | | | Petak kemiringan 20 % | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | guludan | | parit | | guludan | | parit | |
| | BV ($g/cm^3$) | TRP (%) | BV ($g/cm^3$) | TRP (%) | BV ($g/cm^3$) | TRP (%) | BV ($g/cm^3$) | TRP (%) |
| | sehari hari sebelum pengolahan tanah | | | | | | | |
| | *posisi atas* | | | | | | | |
| 0-20 | 0.89 (s) | 58.53 (s) | 1.09 (*s*) | 50.08 (*r*) | 1.24 (*s*) | 47.09 (*r*) | 1.21 (*s*) | 46.40 (*r*) |
| 20-40 | 1.08 (s) | 49.47 (r) | 1.14 (*s*) | 47.60 (*r*) | 1.27 (*s*) | 42.18 (*r*) | 1.27 (*s*) | 43.84 (*r*) |
| | *posisi bawah* | | | | | | | |
| 0-20 | 0.81 (*s*) | 62.44 (*s*) | 1.21 (*s*) | 47.71 (*r*) | 1.02 (*s*) | 53.02 (*r*) | 1.09 (*s*) | 48.83 (*r*) |
| 20-40 | 1.18 (*s*) | 42.44 (*r*) | 1.23 (*s*) | 44.92 (*r*) | 1.05 (*s*) | 52.51 (*r*) | 1.15 (*s*) | 48.02 (*r*) |
| | 67 hari setelah pengolahan tanah, 32 hari setelah tanam | | | | | | | |
| | *posisi atas* | | | | | | | |
| 0-20 | 0.92 (*s*) | 56.42 (*r*) | 1.07 (*s*) | 49.20 (*r*) | 0.98 (*s*) | 51.92 *(r)* | 1.12 (*s*) | 47.96 (*r*) |
| 20-40 | 1.17 (*s*) | 45.03 (*r*) | 1.11 (*s*) | 47.35 (*r*) | 1.16 (*s*) | 46.74 (*r*) | 1.17 (*s*) | 45.25 (*r*) |
| | *posisi bawah* | | | | | | | |
| 0-20 | 0.84 (*s*) | 61.86 (*s*) | 1.02 (*s*) | 49.29 (*r*) | 0.87 (*s*) | 57.32 (*r*) | 1.05 (*s*) | 48.85 (*r*) |
| 20-40 | 1.16 (*s*) | 47.62 (*r*) | 1.13 (*s*) | 48.58 (*r*) | 1.14 (*s*) | 48.53 (*r*) | 1.16(*s*) | 48.32 (*r*) |

Keterangan: r = rendah; s = sedang; t = tinggi

Diduga kepadatan tanah akan terus meningkat dengan meningkatnya umur tanaman. Hal ini juga didukung oleh kandungan bahan organik (C-organik) tanah yang cenderung menurun setelah 67 hari diolah (Tabel 2). Hal ini sesuai dengan Goehring *et al*. (2016) yang mengemukakan bahwa kondisi fisik tanah yang baik setelah diolah hanya sementara (1-2 bulan), akibat makin berkurangnya kandungan bahan organik tanah oleh proses dekomposisi yang terus berjalan sehingga terjadi proses pemadatan terutama pada tanah berdebu dan berliat.

Nilai BV dan TRP tanah pada titik-titik pengamatan di dalam petak penelitian relatif sejalan dengan sebaran fraksi tanah dan kelas tekstur nya serta kandungan C-organik tanah (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa BV tanah sebagai indikator kepadatan tanah tergantung pada tekstur dan kandungan bahan organik tanah tersebut. Tanah dengan sebaran fraksi pasir yang lebih banyak mempunyai BV lebih tinggi yang berarti lebih padat (terutama tanah pada posisi atas guludan dan parit di petak kemiringan 20 %) dibandingkan dengan tanah yang lebih sedikit fraksi pasirnya.

Semakin rendah C-organik tanah, maka makin tinggi BV dan makin rendah TRP tanah yang berarti tanah makin padat. Hal ini karena BV tanah dipengaruhi oleh tekstur, struktur, kandungan air dan bahan organik tanah, pengolahan tanah dan pemadatan tanah akibat penggunaan alat-alat pertanian (Utomo *et al.*, 2016; Tarigan *et al.*, 2015; Hanafiah, 2010; Agus *et al*., 2006; Sarief 1989).

Kepadatan tanah dapat dinilai dari ketahanan penetrasi tanah (Kurnia *et al.*, 2006). Ketahanan penetrasi tanah pada titik-titik pengamatan sebelum dan setelah diolah dengan traktor, ditanami kentang hingga menjelang panen tergolong rendah hingga sangat rendah pada petak kemiringan 10 %; dan rendah hingga sangat rendah pada petak kemiringan 20 %; kecuali pada parit petak kemiringan 20 % (sehari sebelum dan 157 hari setelah diolah)

Tabel 4. Ketahanan penetrasi tanah (kg/cm$^2$) sebelum dan setelah diolah dengan traktor pada lahan tanaman kentang di Desa Kebun Baru, Kecamatan Kayu Aro Barat, Kabupaten Kerinci

| Kedalaman tanah (cm) | Petak kemiringan 10 % | | | | | | | | Petak kemiringan 20 % | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 HBO | | 31 HSO | | 67 HSO | | 157 HSO | | 1 HBO | | 31 HSO | | 67 HSO | | 157 HSO | |
| | guludan | parit | guludan | parit | guludan | parit | guludan | parit | guludan | parit | guludan | parit | guludan | parit | guludan | parit |
| | | | | | | | | posisi atas | | | | | | | | |
| 0-10 | 0,75 (sr) | 2,23 (r) | 0,04 (pr) | 0,41 (sr) | 0,25 (sr) | 1,32 (r) | 0,92 (sr) | 1,50 (r) | 1,83 (r) | 3,27 (r) | 0,20 (sr) | 0,54 (sr) | 0,87 (sr) | 2,18 (r) | 1,77 (r) | 3,50 (r) |
| 10-20 | 1,37 (r) | 2,80 (r) | 0,37 (sr) | 0,48 (sr) | 1,58 (sr) | 1,38 (r) | 1,65 (sr) | 2,74 (r) | 2,57 (r) | 4,10 (r) | 0,89 (sr) | 0,81 (sr) | 2,43 (r) | 2,72 (r) | 2,65 (r) | 3,73 (r) |
| 20-30 | 1,37 (r) | 2,90 (r) | 0,35 (sr) | 0,69 (sr) | 1,62 (r) | 2,00 (r) | 2,17 (r) | 2,97 (r) | 9,75 (r)* | 10,22 (s)* | 0,86 (sr) | 1.09 (sr) | 3,28 (r) | 3,53 (r) | 3,58 (r) | 9,91 (r)* |
| 30-40 | 2,30 (r) | 3,57 (r) | 0,54 (sr) | 1,23 (sr) | 2,16 (r) | 2,56 (r) | 2,33 (r) | 3,53 (r) | 9,99 (r)* | 13,6 (s)* | 0,94 (sr) | 1,19 (r) | 4,67 (r) | 4,89 (r) | 9,37 (r)* | 12,06 (s)* |
| | | | | | | | | posisi bawah | | | | | | | | |
| 0-10 | 0,54 (sr) | 1,30 (r) | 0,09 (pr) | 0,26 (sr) | 0,33 (sr) | 0,98 (sr) | 0,55 (sr) | 1,20 (r) | 0,93 (sr) | 1,07 (r) | 0,13 (sr) | 0,29 (sr) | 0,17 (sr) | 1,33 (sr) | 0,93 (sr) | 1,33 (r) |
| 10-20 | 1,65 (r) | 1,90 (r) | 0,21 (sr) | 0,38 (sr) | 1,68 (sr) | 1,16 (r) | 0,96 (sr) | 2,07 (r) | 1,27 (r) | 1,73 (r) | 0,27 (sr) | 0,93 (sr) | 0,39 (sr) | 1,97 (r) | 1,10 (r) | 2,23 (r) |
| 20-30 | 1,73 (r) | 1,87 (r) | 0,38 (sr) | 0,36 (sr) | 1,96 (r) | 2,20 (r) | 1,40 (r) | 2,50 (r) | 1,70 (r) | 1,93 (r) | 0,44 (sr) | 0,78 (sr) | 1,70 (r) | 2,92 (r) | 2,03 (r) | 2,67 (r) |
| 30-40 | 1,90 (r) | 2,83 (r) | 0,48 (sr) | 0,65 (sr) | 2,28 (r) | 2,64 (r) | 2,37 (r) | 3,13 (r) | 2,00 (r) | 2,63 (r) | 0,74 (sr) | 1,08 (r) | 2,60 (r) | 3,51 (r) | 2,80 (r) | 3,33 (r) |

Keterangan: HBO = hari sebelum pengolahan tanah, HSO = hari setelah pengolahan tanah, HST = hari setelah tanam * = hasil pengukuran dengan menggunakan *cone penetrometer*

tergolong sedang (Tabel 4). Namun sebagian besar nilai ketahanan penetrasi tanah tersebut tergolong rendah, yang berarti tingkat kepadatan tanah tersebut rendah (tanah poros) baik pada petak kemiringan 10 % maupun kemiringan 20 % sebelum dan setelah diolah (32 HSO), setelah ditanami kentang (32 HST, 67 HSO), hingga menjelang panen (121 HST, 157 HSO). Hal ini karena Andisol merupakan tanah berbahan induk abu vulkan dengan bahan organik tinggi sehingga mempunyai BV rendah dan paling rendah dibandingkan dengan tanah mineralnya (Utomo *et al.*, 2016; Kurnia *et al.*, 2004) yang ditunjukkan oleh tekstur tanah didominasi fraksi debu (Tabel 1), kandungan bahan organik 4.10-11.93 % yang tergolong tinggi hingga sangat tinggi (Tabel 2), BV tergolong sedang (0,81-1,27 g/cm$^3$) dan TRP tergolong rendah (58.53-62.44 %) (Tabel 3).

Ketahanan penetrasi tanah pada guludan dan parit sebelum, 67 dan 157 hari setelah diolah lebih tinggi di posisi atas petak penelitian daripada posisi bawah petak penelitian baik pada petak kemiringan 10 % maupun 20 %. Hal ini dapat karena tanah bagian atas telah mengalami erosi sehingga partikel halus tanah terangkut ke bagian bawah dan posisi atas menjadi lebih kasar, sedangkan posisi bawah menjadi lebih halus. Erosi mengangkut partikel halus tanah juga akan membawa bahan organik tanah sehingga bagian yang tererosi akan mengalami penurunan kandungan bahan organik. Tekstur dan bahan organik tanah merupakan faktor-faktor yang mempengaruhi ketahanan penetrasi tanah (Landsberg, 2003).

Tanah dengan sifat fisika yang baik (tekstur sedang) mempunyai ketahanan penetrasi yang rendah, karena ketahanan penetrasi tanah dipengaruhi oleh kadar air, BV, struktur, C-organik dan tekstur tanah. Oleh karena itu tanah lapisan permukaan memiliki ketahanan penetrasi lebih rendah daripada lapisan bawah (Kurnia *et al.*, 2006; Landsberg 2003; Baver 1972).

Tanah pada guludan dan parit di petak dengan kemiringan 20 % mempunyai ketahanan penetrasi lebih tinggi dibandingkan dengan di petak kemiringan 10 % baik sebelum maupun 67 hari setelah diolah. Hal ini dapat karena tanah petak kemiringan 20 % telah mengalami erosi yang lebih banyak daripada tanah dengan kemiringan 10 %, ditunjukkan oleh bahan organik yang lebih rendah dan BV lebih tiggi pada tanah dengan petak kemiringan 10 % (Tabel 2, Tabel 3). Bahan organik tanah mempengaruhi tingkat kepadatan tanah, sehngga tanah makin tinggi kandungan bahan organik tinggi akan makin rendah ketahanan penetrasi tanah (Kurnia *et al*., 2006)

Kandungan bahan organik tanah yang lebih tinggi pada petak penelitian menyebabkan tanah memiliki ketahananan penetrasi rendah, namun setelah pengolahan tanah kandungan bahan organik tanah cenderung menurun sehingga berpotensi untuk mengalami pemadatan karena akan mempengaruhi pembentukan agregat yang kuat dan mantap. Tanah berpasir yang tidak dapat membentuk agregat juga mudah mengalami pemadatan; sedangkan tanah berliat ketika basah akan sangat rentan terhadap pemadatan karena partikel tanah menjadi mudah bergerak satu sama lain (Wolkowski dan Lowery, 2008).

Ketahanan penetrasi tanah pada guludan dan parit baik di petak kemiringan 10 % maupun 20 %. umumnya lebih tinggi sebelum pengolahan tanah daripada setelah pengolahan tanah, namun cenderung meningkat 31, 67 dan 157 hari setelah pengolahan tanah. Hal ini merupakan dampak dari pengolahan tanah yang menggemburkan tanah yang hanya bersifat sementara, karena pengolahan tanah merusak struktur tanah dan menciptakan kondisi derainase dan aerase tanah) lebih baik sehingga bahan organik tanah dapat menurun (Arsyad, 2010; Sarief, 1986). Tanah yang padat mempengaruhi perkembangan akar karena tanaman sulit menembus tanah untuk menemukan air dan unsur hara (Singh, 2015; Coder, 2007; Singer, 1987).

Air di dalam tanah berada di ruang pori yang tergantung pada struktur tanah (Sarief, 1986). Bentuk dan ukuran struktur tanah di bagian atas dan bawah guludan dan parit pada kedalaman 0-20 cm dan 20-40 cm sebelum dan sesudah pengolahan tanah cenderung tidak berbeda baik pada petak kemiringan 10 % maupun 20 % (Tabel 5). Hal ini dapat disebabkan oleh tingginya kandungan bahan organik tanah (Tabel 2) yang dapat menurunkan resiko kerusakan struktur tanah akibat pengolahan tanah dan tumbukan butiran hujan (Sutanto, 2005; Sarief, 1989).

Struktur tanah merupakan susunan butir-butir primer (pasir, debu dan liat) yang terbentuk secara alami yang terikat oleh bahan perekat (bahan organik oksida-oksida besi) (Arsyad, 2010; Hardjowigeno, 2010; Sarief, 1989). Adanya perakaran juga membantu pembentukan struktur tanah yang menghasilkan ruang pori tanah, sehingga menghasilkan tanah yang sarang dengan tingginya jumlah pori tanah (Hannim, 2014).

Ruang pori tanah berkaitan dengan pergerakan air, semakin besar ruang pori menyebabkan laju pergerakan air semakin mudah, sedangkan semakin kecil ruang pori akan menghambat pergerakan air. Tanah yang lebih padat menyebabkan TRP semakin rendah sehingga menyebabkan ruang untuk pengisian air dan udara menjadi terbatas (Foth, 1990). Menurut Sarief (1986) TRP yang tinggi tidak teralu berarti bagi pertumbuhan tanaman

Tabel 5. Bentuk dan ukuran struktur tanah sebelum dan setelah pengolahan tanah dengan traktor pada lahan tanaman kentang di Desa Kebun Baru, Kecamatan Kayu Aro Barat, Kabupaten Kerinci

| Kedalaman tanah (cm) | Petak kemiringan 10 % | | Petak kemiringan 20 % | |
|---|---|---|---|---|
| | Guludan | Parit | Guludan | Parit |
| | sehari sebelum pengolahan tanah | | | |
| | posisi atas | | | |
| 0-20 | *granular-h* | *granular-h* | *granular-h* | *granular-sk* |
| 20-40 | *granular- sk* | *granular-sk* | *granular-sk* | *granular-sk* |
| | posisi bawah | | | |
| 0-20 | *granular-h* | *granular-h* | *granular-h* | *granular-h* |
| 20-40 | *granular- sk* | *granular- sk* | *granular- sk* | *granular- sk* |
| | 67 hari setelah pengolahan tanah (32 hari setelah tanam) | | | |
| | posisi atas | | | |
| 0-20 | *granular-h* | *granular-h* | *granular-h* | *granular- sk* |
| 20-40 | *granular- sk* | *granular- sk* | *granular- sk* | *granular- sk* |
| | posisi bawah | | | |
| 0-20 | *granular-h* | *granular-h* | *granular-h* | *granular-h* |
| 20-40 | *granular- sk* | *granular- sk* | *granular- sk* | *granular- sk* |

Keterangan: h = halus; sk = sangat kasar

terutama untuk memenuhi kebutuhan air dan udara, karena tanah yang baik bagi pertumbuhan tanaman adalah tanah dengan ruang pori berisi udara dan air minimal 10 %. Sudirman *et al*. (2006) juga mengemukakan bahwa data TRP akan lebih bermanfaat jika ada data distribusi ukuran pori tanah, karena melalui data tersebut dapat diketahui sebaran pori tanah dalam hubungannya dengan kemampuan tanah memegang air yang tersedia bagi tanaman.

Distribusi ukuran pori tanah pada petak kemiringan 10 % relatif lebih baik (pori drainase cepat dan pori air tersedia lebih tinggi) dibandingkan dengan pori tanah di petak kemiringan 20 % baik sebelum maupun 67 hari setelah pengolahan tanah (Tabel 6). Hal ini menunjukkan bahwa tanah di petak kemiringan 20 % lebih padat dibandingkan dengan tanah dipetak kemiringan 10 %, karena PDC merupakan pori yang berukuran lebih besar (diameter >28.8 µ) tempat udara tanah dan PAT merupakan pori berukuran lebih kecil (diameter 0.2-8.6 µ) yang merupakan pori pemegang air yang dibutuhkan tanaman dan pada sebagian besar tanah dan menentukan laju infiltrasi dan permeabilitas, karena tanah yang baik untuk pertumbuhan tanaman minimum pori-pori tanah berisi 10 % udara dan 10 % air (Utomo *et al.*, 2016; Sarief, 1989).

Pori air tersedia merupakan pori berguna yang berfungsi memegang air tersedia yaitu jumlah air maksimum yang tersedia untuk tanaman yaitu selisih kandungan air pada kapasitas lapang (KL) dengan titik layu permanen (TLP). Kadar air KL merupakan jumlah kandungan air di dalam tanah sesudah air gravitasi turunsama sekali dimana keadaan ini adalah kondisi tanah mengandung air yang terbanyak bagi tanaman; sedangkan TLP adalah jumlah kandungan air tanah yang paling sedikit yang akar tanaman tidak mampu menghisapnya sehingga tanaman mulai layu dan kemudian mati (Kurnia *et al*., 2006; Sarief, 1989).

Tanah di petak kemiringan 10 % mempunyai kadar air KL dan TLP lebih tinggi dibandingkan tanah petak kemiringan 20 % sebelum dan 67 hari setelah pengolahan tanah (Tabel 7).
Hal ini berarti bahwa tanah petak

Tabel 6. Distribusi ukuran pori tanah (% volume) sebelum dan setelah diolah dengan traktor pada lahan tanaman kentang di Desa Kebun Baru, Kecamatan Kayu Aro Barat, Kabupaten Kerinci

| Kedalaman tanah (cm) | Petak kemiringan 10 % | | | | | | Petak kemiringan 20 % | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Guludan | | | Parit | | | Guludan | | | Parit | | |
| | PDC | PDL | PAT | PDC | PDL | PAT | PDC | PDL | PAT | PDC | PDL | PAT |
| | sehari sebelum pengolahan tanah | | | | | | | | | | | |
| | *posisi atas* | | | | | | | | | | | |
| 0-20 | 17.74 (*t*) | 10.19 (*s*) | 10.87 (*s*) | 8.79 (*r*) | 9.97 (*r*) | 10.07 (*s*) | 12.59 (*s*) | 10.36 (*s*) | 9.16 (*r*) | 8.29 (*r*) | 6.71 (*r*) | 7.30 (*r*) |
| 20-40 | 10.33 (*s*) | 9.44 (*r*) | 7.90 (*r*) | 7.49 (*r*) | 8.85 (*r*) | 9.56 (*r*) | 8.40 (*r*) | 9.51 (*r*) | 8.88 (*r*) | 6.47 (*r*) | 4.71 (s*r*) | 7.40 (*r*) |
| | *posisi bawah* | | | | | | | | | | | |
| 0-20 | 23.04 (*t*) | 12.20 (*s*) | 15.00 (*s*) | 10.71 (*s*) | 9.98 (*r*) | 10.04 (*s*) | 17.89 (*t*) | 10.22 (*s*) | 10.61 (*s*) | 11.93 (*s*) | 6.01 (*r*) | 11.09 (*s*) |
| 20-40 | 11.97 (*s*) | 9.17 (*r*) | 10.60 (*s*) | 9.80 (*r*) | 8.61 (*r*) | 9.90 (*r*) | 10.28 (*s*) | 9.37 (*r*) | 11.01 (*s*) | 8.39 (*r*) | 5.16 (*r*) | 9.14 (*r*) |
| | 67 hari setelah pengolahan tanah (32 hari setelah tanam) | | | | | | | | | | | |
| | *posisi atas* | | | | | | | | | | | |
| 0-20 | 16.06 (*t*) | 10.46 (*s*) | 11.10 (*s*) | 13.70 (*s*) | 10.50 (*s*) | 9.30 (*r*) | 15.72 (*t*) | 10.60 (*s*) | 9.30 (*r*) | 11.98 (*s*) | 11.58 (*s*) | 8.50 (*r*) |
| 20-40 | 10.40 (*s*) | 9.10 (*r*) | 9.67 (*r*) | 11.90 (*s*) | 9.70 (*r*) | 10.80 (*s*) | 9.70 (*r*) | 10.54 (*s*) | 8.96 (*r*) | 10.42 (*s*) | 9.18 (*r*) | 7.20 (*r*) |
| | *posisi bawah* | | | | | | | | | | | |
| 0-20 | 21.66 (*t*) | 15.87 (t) | 13.73 (*s*) | 10.28 (*s*) | 10.99 (*s*) | 10.02 (*s*) | 19.62 (*t*) | 16.90 (*t*) | 10.10 (*s*) | 10.76 (*s*) | 10.29 (*s*) | 10.10 (*s*) |
| 20-40 | 10.20 (*s*) | 11.00 (*s*) | 9.70 (*r*) | 7.70 (*r*) | 9.60 (*r*) | 9.60 (*r*) | 10.50 (*s*) | 10.32 (*s*) | 9.02 (*r*) | 8.80 (*r*) | 9.50 (*r*) | 8.60 (*r*) |

Keterangan: PDC = pori drainase cepat, PDL pori drainase lambat, PAT = pori air tersedia; sr = sangat rendah; r = rendah; s = sedang; t = tinggi

kemiringan 20 % lebih padat dibandingkan tanah petak kemiringan 10 %, karena pada tanah yang padat pori-pori tanah didominasi oleh pori berukuran kecil (Foth, 1990), sehingga air di dalam pori tersebut sulit atau tidak dapat diserap akar terutama pori berukuran <0.2 mikron (Kurnia *et al*., 2006; Sudirman *et al*., 2006).

Lebih tingginya kadar air KL pada tanah di petak kemiringan 10 % karena tekstur tanah lebih halus (lempung berdebu) (Tabel 1) dan kandungan bahan organik tanah lebih tinggi dibandingkan dengan tanah di petak 20 % (Tabel 2). Hal ini sebagaimana dikemukakan Sarief (1989) bahwa kadar air kapasitas lapang tergantung pada faktor antara lain tekstur dan bahan organik tanah, makin tinggi bahan organik tanah akan makin tinggi kadar air KL (Sarief, 1989).

Goehring *et al.* (2016) juga mengemukakan bahwa kadar air KL dan TLP sangat ditentukan oleh tekstur tanah. Secara umum tanah berpasir mempunyai kadar air KL 15-25 % dan TLP 5-10 %, tanah berlempung mempunyai kadar air KL 35-45 % dan TLP 10-15 %, dan tanah berliat mempunyai kadar air KL 45-55 % dan TLP 15-20 %. Berdasarkan kriteria ini, maka tanah di petak penelitian yang mempunyai tekstur tanah lempung berdebu (Tabel 1) mempunyai kadar air KL lebih rendah dan TLP lebih tinggi dibandingkan dengan tanah berlempung pada umumnya (KA-KL 35-45 persen dan TLP 10-15 persen) baik sebelum dan setelah diolah. Hal ini dapat disebabkan penggunaan lahan intensif dan tidak diikuti dengan penggunaan pupuk organik yang cukup dan guludan searah lereng sehingga bahan organik tanah terbawa erosi.

Tabel 7. Kadar air tanah kapasitas lapang dan titik layu permanen (% volume) sebelum dan setelah diolah dengan traktor pada lahan tanaman kentang di Desa Kebun Baru, Kecamatan Kayu Aro Barat, Kabupaten Kerinci

| Kedalaman tanah (cm) | Petak kemiringan 10 % | | | | Petak kemiringan 20 % | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Guludan | | Parit | | Guludan | | Parit | |
| | KL | TLP | KL | TLP | KL | TLP | KL | TLP |
| | sehari sebelum pengolahan tanah | | | | | | | |
| | posisi atas | | | | | | | |
| 0-20 | 30.60 | 19.73 | 32.11 | 22.04 | 24.14 | 14.98 | 31.40 | 24.10 |
| 20-40 | 29.70 | 21.80 | 31.26 | 21.70 | 22.11 | 13.23 | 32.20 | 24.80 |
| | *posisi bawah* | | | | | | | |
| 0-20 | 27.20 | 12.20 | 27.02 | 16.98 | 24.91 | 14.30 | 31.40 | 19.80 |
| 20-40 | 21.30 | 10.70 | 26.51 | 16.61 | 30.61 | 19.60 | 32.20 | 25.20 |
| | 67 hari setelah diolah (32 hari setelah tanam) | | | | | | | |
| | posisi atas | | | | | | | |
| 0-20 | 29.90 | 18.80 | 25.00 | 15.70 | 25.60 | 16.30 | 24.40 | 15.90 |
| 20-40 | 21.70 | 12.03 | 23.10 | 12.30 | 20.06 | 11.10 | 22.50 | 15.30 |
| | *posisi bawah* | | | | | | | |
| 0-20 | 24.33 | 10.60 | 28.02 | 18.00 | 20.80 | 10.70 | 27.80 | 17.70 |
| 20-40 | 18.90 | 9.20 | 25.00 | 15.42 | 23.78 | 14.76 | 23.50 | 14.90 |

Keterangan: KL = kapasitas lapang; TLP = titik layu permanen

## KESIMPULAN

Setelah diolah, tanah sangat halus, sangat longgar dan lepas hingga kedalaman ± 30 cm, setelah 31 hari dan ditanami kentang (67 hari setelah diolah) terjadi proses pemadatan yang ditunjukkan oleh nilai BV dan TRP tanah 67 hari setelah diolah relatif tidak berbeda dengan BV dan TRP tanah sebelum diolah, penurunan pori drainase cepat, pori air tersedia dan kadar air kapasitas lapang, serta peningkatan ketahanan penetrasi hingga sehari sebelum panen. Untuk menjaga kondisi fisik tanah sebaiknya digunakan sisa tanaman atau pemberian pupuk organik.

## DAFTAR PUSTAKA


Agus F, RD Yustika dan U Haryati. 2006. Penetapan Berat Volume Tanah. Di dalam *Sifat Fisika Tanah dan Metode Analisisnya.* Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogor.

Arifin M. 2010. Kajian sifat fisik tanah dan berbagai penggunaan lahan dalam hubungannya dengan pendugaan erosi tanah. J. Pertanian MAPETA 12 (2): 72-144. ISSN:1411-2817. Diunduh dari https://core.ac.uk/download/ pdf/ 12218329. pdf (diakses 3 Mei 2016)

Arsyad S. 2010. *Konservasi Tanah dan Air*. IPB Press, Bogor.

Baver LD, Walter HG and Wilford RG. 1972. *Soil Physics*. Fourth Edition.John Wiley & Sons, Inc.

Cornell University. 2016. Training Manual. Northeast Region Certified Crop Adviser (NRCCA). Cornell University. Diakses dari nrcca .cals.cornell (diakses 8 Desember 2016).

Damanik P. 2007. Perubahan Kepadatan Tanah dan Produksi Tanaman Kacang Tanah Akibat Intensitas Lintasan Traktor dan Dosis Bokasi. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Diunduh dari

http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/49363 (diakses tanggal 20 Februari 2016)

Dariah A, A Rachman dan U Kurnia. 2004. *Erosi dan Degradasi Lahan Kering di Indonesia*, hal. 1-9. *Dalam* Kurnia U, A Rachmandan A Dariah. (editor). Teknologi Konservasi Tanah pada Lahan Kering Berlereng. Pusat Penelitian dan Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor.

Foth HD. 1990. *Fundamentals of Soil Science*. 8nded. New York: John Willey and Sons.

Hadi BA, Y Yunus dan M Idkham. 2012. Analisis sifat fisika tanah akibat lintasan dan bajak traktor roda empat. J. Manajemen Sumberdaya Lahan 1(1):43-53. Diunduh dari http://jurnal.uns-yiah.ac.id/MSDL/article/view/849/787 (diakses tanggal 3 April 2016)

Hanafiah KA. 2005. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. PT Raja Grafindo Persada, Jakarta.

Hannim. 2014. Pengaruh pemberian mulsa jerami padi dan kepadatan tanah terhadap pertumbuhan dan produksi padi Gogo (*Oryza sativa* L.). Skripsi FakultasTeknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.

Coder, K.D. 2007. Soil compaction stress and trees: symptoms, measures, treatments. Warnell School of Forestry and Natural Resources. University of Georgia

Hardjowigeno S. 2010. Ilmu Tanah. Akademika Presindo, Jakarta.

Henny H. 2012. Perencanaan Usahatani Sayuran Berkelanjutan Berbasis Kentang di DAS Siulak, Kabupaten Kerinci, Jambi. Disertasi Sekolah Pascasarjana IPB. Bogor.

Hoorman, JJ. 2011. The biology of soil compaction. Crops and soils magazine. American Society of Agronomy. Ohio State University.

Kenzie, R.H. 2010. Agricultural Soil Compaction: Causes andManage-ment. Agriculture Research Division. Alberta Agriculture and Rural Development. Lethbridge, Alberta. Diunduh dari http://www1.agric.gov.ab.ca/$department/deptdocs.nsf/all/agdex13331/$file/510-1.pdf?OpenElement (diakses tanggal 5 Juni 2016)

Kurnia U, H Suganda, D Erfandi dan H Kusnadi. 2004. Teknologi Konservasi Tanah pada Budidaya Sayuran DataranTinggi, hal. 133-188. *Dalam* Kurnia U, A Rachmandan A Dariah. (editor). Teknologi Konservasi Tanah pada Lahan Kering Berlereng. Pusat Penelitian dan Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor.

Kuth J and E Reintam. 2004. Soil Compaction effect on soil physical properties and the content of nutrients in spring barley (*Hordeumvulgare L.*) and spring wheat (*Triticumaestivum L.*). Agronomy Research 2(2), 187-194. Diunduh dari http://agronomy.emu.ee/vol101/p10106.pdf (diakses tanggal 2 Maret 2016)

Landsberg JD, Miller, Richard E, Anderson, Harry W, Tepp JS. 2003. Bulk density and soil resistance to penetration as affected by commercial thinning in northeastern Washington. Res. Pap. PNW-RP-551. Portland,OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 35 p.

Mahbub IA, H Henny, Neliyati dan Arzita. 2012. Evaluasi karakteristik lahan kering asal perambahan TNKS dan agroteknologi pada lahan usahatani di hulu DAS Batanghari, Kecamatan Kayu Aro, Kabupaten Kerinci. Laporan Penelitian. Fakultas Pertanian. Universitas Jambi.

Miller RW and RL Donahue. 1990. *SOILS An introduction to soils and plant growth*. 6nd ed. Prentice-Hall, United States of America.

Rachman A, A Dariah dan E Husen. 2004. Olah Tanah Konservasi, hal. 189-210. *Dalam* Kurnia U, A Rachmandan A Dariah. (editor). Teknologi Konservasi Tanah pada Lahan Kering Berlereng. Pusat Penelitian dan Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor.

Rachman LM, N Latifa dan NL Nurida. 2015. Efek sistem pengolahan tanah terhadap bahan organik tanah, sifat fisik tanah, dan produksi jagung pada tanah Podsolik Merah Kuning di Kabupaten Lampung Timur. Prosiding Semianr Nasional Lahan Suboptiml 2015, Palembang.

Sarief ES. 1989. *Fisika-kimia Tanah Pertanian*. Pustaka Buana, Jakarta.

Schoeneberger, P.J., D.A. Wysocki, E.C. Benham, and Soil Survey Staff. 2012. Field book for describing and sampling soils, Version *3.0*. Natural Resources Conservation Service, National Soil Survey Center, Lincoln, NE.

Singer MJ and Donald NM. 1987. *Soil an Introduction*. Collier Macmillan Canada, Inc.

Sofyan M.2011. Pengaruh pengolahan lahan tanah konservasi terhadap sifat fisik dan hidrologi tanah (studi kasus di desa Babakan, Kecamatan Dramaga, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat). Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Sudirman, S. Sutono dan Ishak J. 2006. Penetapan Retensi Air Tanah di Laboratorium. Sifat Fisik Tanah dan Metode Analisisnya. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Bogor. Diunduh dari balittanah.litbang.pertanian.go.id (diakses 20 Februari 2016)

Sukarman dan A Dariah. 2014. Tanah Andisol di Indonesia :Karakteristik, Potensi, Kendala dan Pengelolaannya untuk Pertanian. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor.

Sutanto R. 2005. *Dasar-dasar Ilmu tanah (Konsep dan Kenyataan)*. Kanisius, Yogyakarta

Sutedjo MM dan AG Kartasapoetra. 2010. *Pengantar Ilmu Tanah. Terbentuknya Tanah dan Tanah Pertanian*. Rineka Cipta, Jakarta.

Troeh FR, JA Hoobs, RL Donahue. 2004. *Soil and Water Conservation For Productivity and Enviromental Protection*. Ed ke-4. New Jersey: Prentice Hall. Pearson Education, Inc., Upper Saddle River.Utomo M, T Sabrina, Sudarsono, J Lumbanraja, B Rusman dan Wawan. 2005. *Ilmu Tanah Dasar-dasar Pengelolaan*. Prenada Media, Jakarta.

Wolkowski R and B Lowery. 2008. Soil compaction: causes, conserns and cures. University of Wisconsin. Diunduh dari http://www. soils.wisc. edu/ exrension/ pubs/ A3367.pdf (diakses tanggal 31 Maret 2016)