



Sifat Fisik Dan Kimia Tanah Serta Kadar Hara (N,P, K, Mg, B, Cu Dan Zn) Daun Kelapa Sawit (*Elaeis Gueneensis* Jacq) Pada Berbagai Umur Setelah Pemadatan

Eko Kurniawan^{1*} , Nelvia, Wawan

Pasca Sarjana Ilmu Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Riau,
Jalan Soebrantas Km. 12.5 Simpang Baru Pekanbaru 28293, Indonesia
Email : eko.kurniawan682@gmail.com

ABSTRAK

Kelapa sawit di lahan gambut memiliki banyak persoalan terkait dengan sifat fisik, kimia dan hidrologi, karena itu perlu upaya perbaikan fisik dan kimia dalam upaya peningkatan produktivitas gambut dan tanaman dengan cara pemadatan. Pemadatan bertujuan memperbaiki sifat fisik, kimia dan kadar hara daun. Sampel tanah, air dan daun diambil pada blok 5,4,3,2,1,0 tahun setelah pemadatan dengan umur tanaman berturut-turut 4 tahun, 10 bulan; 3 tahun, 9 bulan; 2 tahun, 9 bulan; 1 tahun, 10 bulan; 11 bulan dan 2 bulan, blok tanpa pemadatan dan hutan sebagai pembanding. Pemadatan meningkatkan bulk density di kedalaman 30 cm dengan peningkatan terendah pada tahun ke 2 (0.09 g/cm^3) dan tertinggi di tahun ke 4 (0.4 g/cm^3). Dikedalaman 60 cm di tahun ke 3 tidak meningkat (0.0 g/cm^3) dan di tahun ke 5 (0.3 g/cm^3) dibandingkan hutan. Permeabilitas gambut menurun dengan terendah adalah di tahun ke 2 sebesar 7.47 cm/jam dan tertinggi di tahun ke 2 setelah pemadatan dengan 43.64 cm/jam . Sebagai representasi daya kapiler secara konsisten kadar air $\geq 80\%$ tercapai di kedalaman 20 cm dari permukaan pada seluruh blok. Pemadatan tidak mempengaruhi pH, C-organik, kejenuhan basa, kapasitas tukar kation. Pada kedalaman 30 cm P-total terendah pada blok tanpa pemadatan 599.6 ppm dan tertinggi 871.6 ppm pada tahun ke 5 dibandingkan hutan 585 ppm . P-tersedia terendah 58.1 ppm terjadi pada 4 tahun setelah dipadatkan dan P-tersedia hutan 53.9 ppm . Kandungan B, Cu dan Zn ditinjau ketersediaannya tidak dipengaruhi oleh pemadatan. Kadar P pada air kanal meningkat seiring bertambahnya umur setelah pemadatan dengan kadar terendah 39.1 mg/l pada blok tanpa pemadatan. Kadar hara daun pada blok yang dipadatkan tingkat optimum hingga sangat tinggi dimana N ($2.69 - 3.15 \%$), P ($0.170 - 0.209 \%$), K ($0.952 - 1.11\%$), Mg ($0.377 - 0.497\%$), kecuali pada blok tanpa pemadatan untuk K (0.830%) dan Mg (0.190%) pada tingkat defisiensi dan 0 tahun setelah pemadatan Mg daun pada tingkat defisiensi (0.230%). Kadar hara B, Cu dan Zn di daun cukup beragam dan kadarnya tidak dipengaruhi oleh pemadatan.

Kata kunci : kelapa sawit, bulk density, hara, pemadatan

ABSTRACT

Planting of oil palm in peatland has been limited by soil physical, chemical properties, and hydrology, that's way needed improvement on those matters to increase the productivity of peat and oil palm in peat soil by compacting. The purpose of this compacting is to improve the soil's physical, chemical properties, and soil moisture. A sampling of soil, water, and leaf were done in consecutive block 5,4,3,2,1,0 year after compacting and of planting done 4 years 10 months, 3 years 9 months, 2 years 9 months, 1 year 10 months, 11 months and 2 months, control used in this trial are origin condition (forest). Increasing bulk density was found at compacting block with 30 cm depth from the surface with the lower in 2 years after compacting at 0.09 g/cm³ and highest 4 years after compacting 0.4 g/cm³. In-depth of 60 cm from surface was found no increasing the bulk density 3 years after compacting 0.0 g/cm³ and the highest on 5 years after compacting 0.3 g/cm³ compared to forest. Decreasing on permeability in-depth 30 cm at 4 years after compacting 7.47 cm/jam and close to forest permeability 51.11 cm/hour is 2 years 43.6 cm/hour. As represent rise capillary consistently water content $\geq 80\%$ achieved at depth 20 cm of surfaces on all block. Compaction doesn't regard pH, C organic, basa's saturation, capacity exchange cation. On depth 30 cm P-total lower on s without compaction at 599.6 ppm and above 871.6 ppm on 5 yr than forest 585 ppm. P available most low 58.1 ppm happens on 4 yr afters is compacted and p available forest 53.9 ppm. Nutrient content B, Cu and Zn at soil not influenced by compaction. Fosfor (P) in water increases with added years after compaction lower at 39.1 mg/L in the block without compaction compare of forest that 40.8 mg/L. Leaf nutrient rate on compacted block on optimum until excess where N (2.69 – 3.15 %), P (0.170 – 0.209 %), K (0.952 – 1.11%), Mg (0.377 – 0.497%), except on block without compacting K (0.830 %) and Mg (0.190%) at deficiency and 0 years afters compaction Mg leaf on level deficiency 0.230%. Nutrient content of B, Cu and Zn at various level and not influenced by compacting.

Keyword : *bulk density, nutrient, compaction*

1. PENDAHULUAN

Beberapa sifat fisik yang penting diketahui dalam hubungannya dengan peningkatan produktivitas kelapa sawit diantaranya adalah bulk density, retensi air, ketersediaan air, daya kapiler dan porositas. Gambut menyediakan lebih sedikit air untuk pertumbuhan tanaman dibandingkan tanah mineral meskipun kemampuan mengikat air gambut mencapai 4.5 – 10 kali berat keringnya (Noor, 2001). Daya kapiler tanah gambut di Indonesia sangat cepat kearah horizontal dan lambat kearah vertikal yang dipengaruhi oleh adanya air bawah tanah dan tingkat dekomposisi (Driessen, *et al.*, 1976).

Tingkat dekomposisi sangat mempengaruhi daya serap dan kemampuan menahan air (Rieley *et al.*, 1996). Porositas dan bulk density dapat dijadikan indikator kepadatan tanah gambut Porositas juga mempengaruhi pergerakan air dan hara di dalam tanah (Nora dan Soedodo, 1999).

Pemadatan berkontribusi pada peningkatan penyediaan hara bagi tanaman yang selama ini masih menjadi masalah utama yang sulit diatasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan sifat fisik, kimia ditanah dan kadar hara daun kelapa sawit pada tanah gambut setelah dilakukan pemadatan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan metode Purposive Random Survey. Sampel diambil pada blok 5,4,3,2,1,dan 0 tahun

setelah dipadatkan dengan 3 ulangan pada setiap blok dengan umur tanaman berturut-turut 4 tahun, 10 bulan; 3 tahun, 9 bulan; 2 tahun, 9 bulan; 1 tahun, 10 bulan; 11 bulan dan 2 bulan, blok tanpa pemadatan dan hutan sebagai pembanding.

Sifat fisik yang diamati adalah : bulk density, partikel density, total ruang pori, permeabilitas, water holding capacity dan kadar air. Kimia tanah yang dianalisis adalah pH, C-organik, N-total, P-total, P-tersedia, K-Ca-Mg-total KTK, K, Ca, Mg, Na-dd ,Kejenuhan basa, Cu, Zn dan B.

Hara dalam air : adalah P, B, Cu dan Zn dan pada jaringan daun yang dianalisis adalah N, P, K, Mg, Ca, B, Cu dan Zn.

Pengambilan sampel untuk analisa fisik tanah menggunakan ring sampel pada 2 tingkat kedalaman (0-30 cm dan > 30 cm) sehingga didapatkan 3 x 2 x 8 = 48 sampel. Pengukuran WHC digunakan box sampel ukuran 10 cm x 10 cm x 5 cm pada 2 kedalaman sehingga diperoleh 16 sampel.

Kimia tanah : sampel diambil sebanyak 2 x 8 x 2 ulangan = 32 sampel, menggunakan bor tanah pada jarak 2.5 m dari tanaman.

Kadar hara dalam air : air diambil pada permukaan, pertengahan dan dasar kanal dan dikomposit sehingga diperoleh 8 sampel air

Sampel daun : setiap blok diambil 1 sampel sehingga diperoleh 7 sampel . Areal hutan tidak diambil sampel nya.

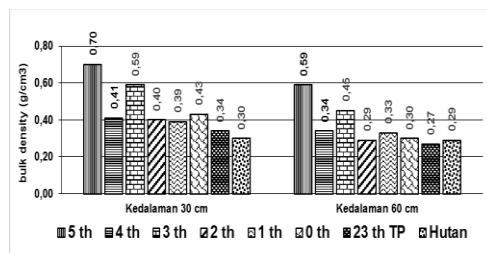
Data dibandingkan dengan kriteria umum atau standar terhadap kesuburan fisik dan kimia tanah untuk budidaya

kelapa sawit atau hutan. Untuk hara yang terkandung dalam air dijadikan indikator tingkat leaching. Data hasil analisa jaringan daun, dijadikan dasar untuk menilai tingkat efisiensi serapan hara.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bulk density (BD)

Pemadatan meningkatkan BD di kedalaman 30 cm mencapai 0.09 – 0,4 g/cm³ dan di kedalaman 60 cm nilai BD pada blok yang dipadatkan lebih tinggi 0 – 0.3 g/cm³ dibandingkan hutan seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 1. Nilai bulk density di dua kedalaman dan umur setelah pemadatan.

Bulk density pada blok yang di pemadatan lebih tinggi dibandingkan hutan (0.3 g/cm³) dengan perbedaan sebesar 0.09 – 0.4 g/cm³ pada kedalaman 30 cm. Kenaikan BD terendah pada tahun ke 2 (0.09 g/cm³) dan tertinggi di tahun ke 4 (0.4 g/cm³). Bila dibandingkan dengan blok tanpa pemadatan BD mencapai 0.05 – 0.36 g/cm³ di kedalaman 30. Di kedalaman 60 cm BD yang sama dengan hutan (0.29 g/cm³) adalah blok tahun ke 3 setelah pemadatan dan peningkatan BD terbesar pada tahun ke 5 (0.4 g/cm³). Peningkatan yang lebih

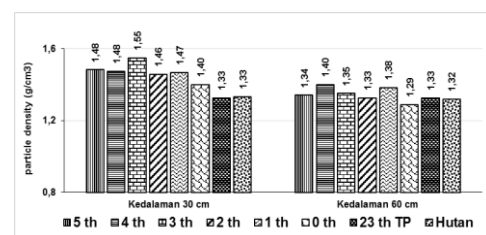
kecil karena blok tanpa pemadatan mengalami pemadatan secara alami baik itu oleh aktifitas perawatan dan panen maupun adanya proses dekomposisi.

Pemadatan berpengaruh sampai kedalaman 20 cm dan BD meningkat 0.07 – 0.12 g/cm³ di kedalaman 15 cm (Tayeb, 2002), dari 0.1 ke 0.2 g/cm³ atau 0.1 g/cm³ (Fairhurst *et al.*, 1998), dan 0.07 – 0.09 g/cm³ (Gurmit, 1989). Pada gambut kondisi alami (hutan) nilai BD sebesar 0.3 g/cm³ dan areal tanpa pemadatan sebesar sebesar 0.34 g/cm³.

Bulk density dipengaruhi oleh besar beban pemadatan, jenis tumbuhan penyusun, tingkat dekomposisi dan kandungan mineral (Lucas, 1982). Gambut yang didominasi lignin ketahanan terhadap tekanan lebih besar jika dibandingkan yang didominasi hemiselulosa atau selulosa (Gurmit, 1989). Penurunan akibat pemadatan pada areal baru dapat mencapai 40 - 50 cm dan 20 – 30 pada areal replanting (Tayeb, 2005).

Partikel Density (PD)

Gambut hutan dikedalaman 30 cm memiliki nilai partikel density 1.33 g/cm³ lebih rendah dibandingkan dengan seluruh blok yang dipadatkan ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 2. Nilai partikel density pada dua kedalaman dan

berbagai umur setelah pemadatan.

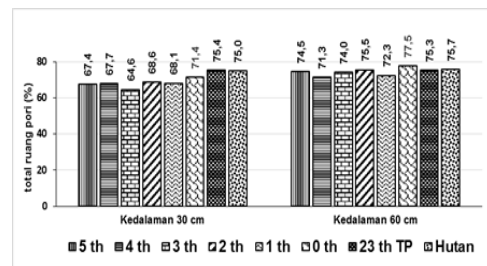
Partikel density meningkat karena aktivitas penggalian, pembalikan, penimbunan dan pemadatan. Bergeraknya butiran, serat-serat gambut dan sebagian koloid tanah dari lapisan substratum mengisi pori makro gambut sehingga PD meningkat dan peningkatan terendah (0.07 g/cm^3) pada tahun ke 0 dan tertinggi terjadi pada tahun ke 3 sebesar 1.55 g/cm^3 atau 0.22 g/cm^3 lebih tinggi dibandingkan dengan hutan terlihat pada Gambar 2. Di kedalaman 60 cm PD tahun ke 0 sebesar 1.29 g/cm^3 lebih rendah -0.03 g/cm^3 dari hutan (1.32 g/cm^3) dan tertinggi di tahun ke 4 (0.08 g/cm^3).

Substratum yang didominasi lempung 61% dan 39% liat. Sebagian partikel liat atau lempung terangkat saat penggalian CECT (close ended conservation trench) dan drainase meningkatkan PD. Peningkatan ini akan memperbaiki ketersediaan hara dan air per volume tanah dan mengurangi leaching.

Total Ruang Pori (TRP)

Penurunan total ruang pori di kedalaman 30 cm terkecil terjadi pada blok tahun ke 0 setelah pemadatan sebesar 3.6% dan terbesar penurunannya terjadi pada tahun ke 3 sebesar 10.4% dibandingkan hutan (75.0%). Pada kedalaman 60 cm TRP blok 0 tahun lebih tinggi 1.8% dibanding hutan (75.7%) penurunan terbesar terjadi pada blok 4 tahun setelah pemadatan

sebesar 4.44% seperti ditunjukkan pada gambar dibawah.



Gambar 3. Nilai total ruang pori pada dua kedalaman dan umur yang berbeda setelah pemadatan.

Banyaknya partikel gambut yang berukuran halus mengisi pori-pori gambut saat penggalian, penimbunan dan pemadatan. Curah hujan yang relatif tinggi pada 5 tahun terakhir dengan rata-rata 2,193 mm/th turut berpengaruh pada penurunan total ruang pori.

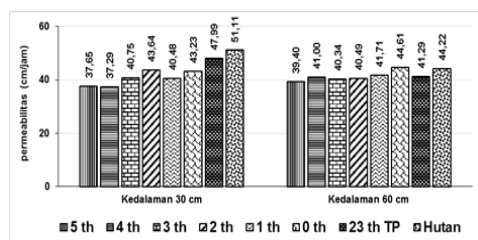
Blok tanpa pemadatan nilai TRP sebesar 75.4% di kedalaman 30 cm dan 75.3% di kedalaman 60 cm. Tidak ada partikel liat dan lempung yang terangkat ke atas karena tidak adanya kegiatan penggalian, pembalikan dan penimbunan. Tanah hutan memiliki TRP yang tinggi yaitu 75.0% di kedalaman 30 cm dan 75.7% di kedalaman 60 cm, ini terjadi karena pemadatan dan perubahan struktur pori berlangsung secara alami. Hal ini sejalan dengan penelitian Boelter (1969) yang menyatakan total ruang pori (TRP) gambut saprik adalah < 85% dan sangat berhubungan dengan bulk density dan partikel density.

Kadar oksigen menurun sejalan dengan bertambahnya umur jaringan penyusunnya karena pembentukan dan

pemisahan ukuran partikel yang beragam dan penyusutan selama kekeringan (Bures *et.al.*, 1993), dekomposisi dan penghancuran serat (Nash dan Laiche, 1981).

Permeabilitas

Blok tanaman di 0 tahun dan 1 tahun setelah pemadatan memiliki permeabilitas 43.23 cm/jam dan 40.48 cm/jam lebih rendah dibandingkan hutan yang sebesar 51.11 cm/jam dikedalaman 30 cm. Penurunan terkecil terjadi pada blok tahun ke 2 sebesar 7.47 cm/jam dan terbesar terjadi pada tahun ke 4 sebesar 13.48 cm/jam seperti terlihat pada gambar berikut.



Gambar 4. Nilai permeabilitas tanah pada dua kedalaman dan berbagai umur setelah pemadatan.

Pada kedalaman 60 cm permeabilitas lebih cepat dari hutan (44. 22 cm/jam) sebesar +0.39 cm/jam terjadi pada blok 0 tahun dan penurunan permeabilitas terbesar (4.82 cm/jam) dibanding hutan (44.22 cm/jam) terjadi pada blok tahun ke 5.

Pemadatan mempengaruhi perubahan ukuran pori dan posisi partikel gambut menyebabkan pergerakan larutan air mengalami perubahan. Fluktuasi permeabilitas setelah pemadatan merupakan reaksi “bearing capacity”, berubah nya ukuran dan porsi pori, posisi partikel

gambut dan partikel liat yang naik ke permukaan akibat adanya pembalikan, penimbunan dan pemadatan. Permeabilitas gambut berbeda pada tiap kedalaman tergantung tingkat kematangannya dimana pada kedalaman <0.5 m; 0.5 – 2 m dan 2 m dengan nilai permeabilitas berturut-turut 5.3 – 5.7 cm/jam; 5.4 – 7.7 cm/jam dan 8.2 – 9.3 cm/jam (De Rouin, 1988). Menurut Rieley *et.al.*, (1996) permeabilitas yang ideal untuk pertanaman adalah lebih kecil 0.36 cm/jam.

Gambut memiliki sifat dual porositas yaitu adanya area mobil dan immobil didalam pori yang memberikan banyak pengaruh dalam mengatur pergerakan air, gas, siklus karbon dan siklus hara (Fereidoun *et al.*, 2016). Ukuran pori gambut yang belum terdekomposisi > 5 mm dan mengkerut secara nyata saat mengalami pemampatan, kekeringan dan terdekomposisi (Fereidoun *et al.*, 2014).

Water Holding Capacity (WHC)

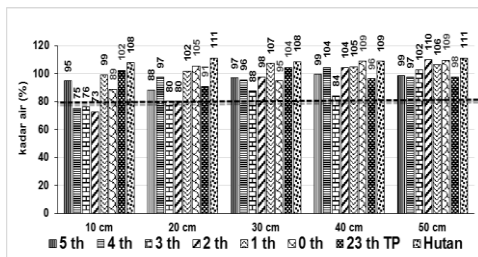
Pemadatan memberikan pengaruh terhadap penurunan kemampuan memegang air Pada umur 5 tahun setelah pemadatan kemampuan memegang air di kedalaman 30 cm mencapai 378% atau lebih rendah 326% dari hutan (704%). Pada blok 0 tahun WHC sama besar dengan hutan yaitu 704% dan penurunan WHC terkecil atau mendekati kondisi hutan (704%) adalah blok tahun ke 0 setelah pemadatan. Di kedalaman 60 cm nilai WHC secara keseluruhan berada pada kadar > 300%, dengan kemampuan terendah pada blok tahun ke 5 (309%) dan tertinggi

pada tahun ke 3 (833%) setelah pemadatan. Dyal (1960, dalam Andriesse, 1988) menggambarkan sifat retensi air tanah gambut sesuai tingkat dekomposisinya serta pada tegangan yang berbeda.

Beragamnya nilai WHC juga disebabkan perbedaan laju dekomposisi dan resistensi terhadap terjadinya penurunan kadar air yang ekstrim karena kekeringan sebagai pengaruh pemadatan dan drainase (Azri, 1999).

Kadar Air (%)

Kemampuan air bergerak keatas dapat mencapai 40 cm – 50 cm (pada kadar air $\geq 80\%$) dengan kemampuan tertinggi terdapat pada hutan diikuti areal tanpa pemadatan. Pemadatan memberikan konsistensi daya kapiler sampai 4 th setelah pemadatan seperti tercermin pada gambar dibawah.



Gambar 5. Nilai kadar air pada beberapa kedalaman dan berbagai umur setelah pamadatan.

Di kedalaman 20 cm dari permukaan seluruh blok memiliki kadar air $\geq 80\%$. Keadaan ini mengindikasikan bahwa pemadatan memberikan pengaruh terhadap penurunan daya kapiler dan daerah

perakaran menjadi cukup lembab.

Terdapat 3 hal yang mempengaruhi pergerakan air vertikal pada tanah gambut yaitu kemiringan regional, permeabilitas tanah mineral pada lapisan substratum dan topografi gambut (Reeve *et.al*, 2000). Tingkat pergerakan vertikal air gambut sangat dikendalikan oleh permeabilitas lapisan substratum (Reeve *et al.*, 2000). Pergerakan air tanah spesifik (lokal) sangat dipengaruhi oleh bentuk rongga gambut yang dapat mendorong air kedalam lapisan mineral tanah yang permeable (Reeve *et al.*, 2000).

Pergerakan air ke atas yang relatif tinggi dipengaruhi oleh permeabilitas lapisan substratum (Fereidoun *et al.*, 2016). Permeabilitas lapisan substratum yang rendah menyebabkan pergerakan air didominasi oleh pergerakan lateral, jenis ini sangat mempengaruhi daya kapiler air (Reeve *et al.*, 2000).

Sifat Kimia Tanah

Hasil analisa kimia di laboratorium seperti pada tabel berikut :

Tabel 1. Sifat kimia tanah pada lokasi penelitian.

Lokasi Sampling	pH(H ₂ O)		Org. C (%)	Total N (%)	K, Mg, Ca, Na				Base Saturation (%)	C.E.C (cmol/kg)			
	30 cm	60 cm			Exch.					Sesuai*	Sesuai*		
5 th	3.6 r	3.5 r	54,6	0,90 st	>0,15	0,92	2,18	4,91	1,03	21,3 r	35-50	42,5 st	16-24
4 th	3.8 r	3.5 r	54,9	1,06 st	>0,15	1,35	2,91	5,16	0,90	26,0 r	35-50	39,7 st	16-24
3 th	3.8 r	3.5 r	53,3	1,01 st	>0,15	0,81	3,34	6,54	0,88	24,7 r	35-50	46,9 st	16-24
2 th	3.9 r	3.6 r	54,7	1,27 st	>0,15	1,60	3,72	5,85	0,90	27,1 r	35-50	44,5 st	16-24
1 th	3.8 r	3.3 sr	55,7	1,43 st	>0,15	0,86	3,42	8,47	1,12	26,2 r	35-50	52,9 st	16-24
0 th	3.8 r	3.2 sr	54,3	1,11 st	>0,15	2,46	2,55	6,02	1,78	36,6 r	35-50	34,9 st	16-24
23 th TP	3.7 r	3.6 r	55,6	0,92 st	>0,15	0,80	1,53	4,75	0,90	20,1 r	35-50	39,6 st	16-24
Hutan	4.0 r	3.8 r	54,2	0,40 st	>0,15	0,49	3,22	5,74	1,08	22,7 r	35-50	46,3 st	16-24

*) Paramarathan, 2003 sr : sangat rendah r : rendah t : tinggi st : sangat tinggi

Tingkat kemasaman kedalaman 30 cm berkisar 3.6 – 4.0 pada semua blok penelitian lebih tinggi jika dibandingkan

dikedalaman 60 cm yang berkisar 3.5 – 3.6 dan termasuk dalam kategori masam. Pemadatan tidak mempengaruhi pH dan kemasaman gambut berasal dari asam-asam organik yaitu asam humat dan asam fulvat (Andriesse, 1974; Miller dan Donahue, 1990).

Kandungan C-organik pada seluruh blok berada pada kadar 54.2 – 55.7% tergolong tinggi, sementara penelitian lain menyatakan gambut pantai memiliki C-organik 15.5 – 32.4 (Brachia, 2009); 54.3 – 57.8 (Riwandi, 2002). Sekitar 85-95% sumber kemasaman gambut berasal dari kedua gugus tersebut (Wiwik *et al.*, 2006).

Kadar N total tinggi berkisar 0.40 – 1.43% pada seluruh blok penelitian namun ketersediaan N bagi tanaman rendah karena C/N yang tinggi. Kadar C/N tanah gambut tinggi, berkisar 20-45 dan meningkat dengan semakin meningkatnya kedalaman (Radjagukguk, 1997).

Kapasitas tukar kation tinggi menunjukkan kapasitas jerapan (*sorption capacity*) gambut tinggi, namun kekuatan jerapan (*sorption power*) lemah, sehingga kation kation K, Ca, Mg, dan Na mudah tercuci (Wiwik *et al.*, 2006). Tingginya KTK menyebabkan kation basa di permukaan mudah tercuci sehingga kejenuhan basa pada permukaan tanah rendah (Noor, 2001).

Kation-kation basa pada kondisi alami (10.53 cmol/kg) dan blok tanpa pemadatan (7.9 cmol/kg) lebih kecil jika dibandingkan dengan areal pertanaman yang telah

mengalami pemadatan. Maas (1997) menyatakan bahwa adanya drainase menyebabkan gambut kehilangan kation-kation basa pada tahap awal dekomposisi dan menghasilkan asam-asam organik yang meningkatkan kemasaman tanah dan miskin hara. Pemadatan tidak mempengaruhi pH, C-organik, kejenuhan basa dan kapasitas tukar kation.

Fosfor (P), Boron (B), Copper (Cu) dan Zinc (Zn) di tanah

P-total di kedalaman 30 cm nilainya lebih tinggi dibandingkan di kedalaman 60 cm seperti terlihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Kandungan hara P, B, Cu, Zn dalam bentuk total dan tersedia di dua kedalaman pada beberapa umur setelah pemadatan.

Lokasi Sampling	P (ppm)				Total* (ppm)						Ekstrak 0.1M CaCl ₂ (ppm)			
	Total		Tersedia		B		Cu		Zn		Cu		Zn	
	30 cm	60 cm	30 cm	60 cm	30 cm	60 cm	30 cm	60 cm	30 cm	60 cm	30 cm	60 cm	30 cm	60 cm
5 th	871.6 st	87.5 st	586.6 st	77.7 st	16.1	8.4	5.7	2.3	30.6	5.4	0.20	0.20	16.20	2.60
4 th	767.0 st	58.1 st	689.2 st	70.2 st	5.7	7.9	2.8	2.2	5.3	5.0	0.20	0.20	3.70	3.40
3 th	718.2 st	98.5 st	513.2 st	158.5 st	6.0	5.5	2.1	1.8	9.3	3.5	0.20	0.20	6.80	2.10
2 th	864.5 st	142.2 st	630.5 st	109.7 st	7.1	6.2	2.2	1.9	7.4	5.9	0.20	0.20	4.50	2.50
1 th	767.0 st	105.2 st	601.2 st	56.7 st	7.1	6.5	1.1	1.3	5.1	6.0	0.20	0.20	3.00	2.90
0 th	806.7 st	105.2 st	513.2 st	105.5 st	4.1	4.8	2.4	2.9	7.9	22.4	0.20	0.20	4.50	17.50
23 th T/P	599.6 st	70.7 st	645.2 st	63.4 st	4.3	7.5	3.0	2.1	8.6	7.5	0.20	0.20	6.80	5.70
Hutan	586.7 st	53.9 st	887.2 st	115.6 st	6.3	7.3	1.8	1.4	4.9	4.5	0.20	0.20	2.70	2.50

* Goh, 1997 st: sangat rendah r: rendah s: sedang t: tinggi st: sangat tinggi

Pemadatan dan permukaan air yang rendah meningkatkan mineralisasi P. Penggunaan sumber fosfor (P) dari batuan sedimen yang memiliki reaktivitas lebih baik dibandingkan batuan vulkanik. Karakter gambut yang masam dan sumber P yang reaktif menyebabkan P yang berada pada larutan tanah akan mudah tercuci dan mengalir melalui pori gambut menuju lapisan bawah atau ke kanal. Curah hujan yang tinggi turut memperbesar hara P

yang tercuci. Sekitar 70% P dari pemupukan bersifat labil (Jianbo *et al.*, 2011) dan 50 – 90% P dari pupuk dalam bentuk P-anorganik (Dou *et al.*, 2002). Fosfor dalam bentuk anorganik umumnya mencapai 35% - 70% dari P-total di tanah (Jianbo *et al.*, 2011).

Pemadatan mampu memperbaiki ketersediaan P bagi tanaman dan retensi P di tanah, hal ini tercermin juga pada hasil analisa jaringan tanaman. Rasio C-P < 200 mengindikasikan proses mineralisasi berlangsung lebih cepat dibandingkan proses immobilisasi, sehingga P mudah tersedia (Wiwik *et al.*, 2003).

Terlihat keberadaan B di tanah cukup dinamis, hal ini dikarenakan keberadaannya sangat ditentukan oleh tindakan pemupukan dan efisiensi penyerapan oleh tanaman. Berdasar peta geologi lokasi ini berada pada lapisan endapan rawa (Aluvium) berupa hasil endapan lempung sungai dan pantai menutupi batuan yang lebih tua (Bakorsurtanal, 1994). Endapan jenis ini memiliki kadar Boron yang rendah dan drainase yang buruk. Pemadatan tidak memberikan perubahan kandungan B dan kemampuan tanah dalam memegang unsur tersebut.

Tabel diatas menunjukkan kandungan Cu dan Zn di tanah, dikedalaman 30 cm lebih tinggi dibandingkan dikedalaman 60 cm. Kelapa sawit dalam proses fisiologi membutuhkan Cu dalam jumlah yang kecil. Kandungan di dalam tanah antara 2 sampai 250 ppm, sedangkan dalam jaringan tanaman sehat sekitar 5-20 ppm Cu, kondisi kritis dalam tanah 60-

125 ppm, dan dalam jaringan tanaman < 5 ppm Cu (Fairbridge dan Frinkl, 1979). Pada kondisi kritis pertumbuhan tanaman mulai terhambat dan TBS yang dihasilkan menurun sebagai akibat defisiensi Cu (Ng dan Tan, 1974). Berikut adalah tabel yang menggambarkan kandungan Cu dan Zn tersedia di dalam tanah.

Sementara Cu yang dapat diserap tanaman atau berada dalam larutan tanah dikedalaman 30 cm dan 60 cm < 0.2 ppm dan Zn pada kisaran 2.1 – 17.5 ppm. Rendahnya ketersediaan unsur mikro ini karena terikat oleh asam humik, asam pulvrik dan kompleks senyawa phenolik (Syamsul. A, 2000).

Kadar P, B, Cu dan Zn Pada Air Kanal

Terdapat konsep pergerakan air di lahan gambut yaitu aliran dangkal yang cenderung ke arah lateral dan aliran bawah pergerakan cenderung ke vertikal (Reeve *et al.*, 2000). Diasumsikan semakin dalam gambut semakin lanjut tingkat dekomposisinya yang secara relatif impermiabel diisolasi oleh gambut bagian atas yang berasal dari tanah mineral atau batuan induk (Fereidoun *et al.*, 2016). Berdasar teori ini gambut mensuplai hara hanya berasal dari presipitasi. Berbeda dengan asumsi aliran bawah permukaan air tertahan oleh presipitasi dari kubah bawah gambut dan menggerakkan aliran rongga bawah lokal (Siegel dan Glaser, 1987).

Kadar P terlarut pada air kanal terendah terdapat pada blok tanpa pemadatan sebesar 39.1 mg/l dan untuk hutan, 0

tahun dan 1 tahun setelah pemadatan mempunyai nilai yang sama yaitu 40.8 mg/l. Seiring bertambahnya umur tanaman kandungan fosfor pada larutan air kanal meningkat seperti yang ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 3. Fospor, Boron, Tembaga dan Seng yang terkandung pada air kanal.

Lokasi Sampling	Hasil (mg/l)			
	P	B	Cu	Zn
5 th	47,3	0,50	0,06	0,06
4 th	44,0	0,43	0,02	0,06
3 th	44,0	0,48	0,06	0,06
2 th	42,4	0,41	0,06	0,06
1 th	40,8	0,51	0,06	0,06
0 th	40,8	0,42	0,06	0,06
23 th TP	39,1	0,41	0,06	0,06
Hutan	40,8	0,48	0,06	0,06

Pemadatan dan drainase meningkatkan aktivitas mikroorganisme dekomposer sehingga P organik dapat bertransformasi menjadi P inorganik. Fosfor yang terlarut dalam air kanal adalah akumulasi dari fosfor yang mudah tercuci dan terbawa air karena sifat gambut yang porous. Menurut Suryanto (1991) lebih dari 75% unsur P dan basa-basa tertukar akan hilang bila gambut dialiri selama 15 hari. Konsentrasi P-terlarut keberadaannya tidak dipengaruhi oleh fluktuasi muka air tanah (Fereidoun *et al.*, 2014) dan perilaku P pada larutan air bersifat konsisten (Ruttenberg dan Heinrich, 2003).

Berbeda dengan fospor (P), keberadaan Boron (B) dalam larutan air kanal cukup beragam namun berkisar antar 0.41 ppm – 0.51 ppm. Unsur Cu dan Zn dalam larutan air diidentifikasi pada kadar yang rendah yaitu < 0.06 ppm. Pemadatan dan dekomposisi tidak berpengaruh terhadap konsentrasi B, Cu dan

Zn dalam air kanal karena terikat kuat oleh asam-asam organik.

Kadar Hara Pada Daun

Efektivitas penyerapan hara tercermin dari hara yang terdapat pada jaringan daun. Hasil analisa kadar hara Nitrogen (N) berada pada level optimum (2.6 %) hingga sangat tinggi (3.15%). Adanya perbaikan fisik gambut dengan pemadatan juga berdampak pada aktivitas mikroorganisme dekomposer yang lebih intens.

Penyerapan fosfor (P) pada beberapa umur setelah pemadatan menjadi lebih baik, ini dibuktikan dengan hasil analisa pada daun seperti pada table berikut.

Tabel 4. Kadar hara makro pada daun di beberapa umur setelah pemadatan.

Lokasi Sampling	% berat kering			
	N	P	K	Mg
5 th	3.15 st.	0.197 ti	1.018 op	0.386 ti
4 th	3.03 st	0.200 ti	1.081 ti	0.377 ti
3 th	3.02 st	0.208 st	1.110 ti	0.497 st
2 th	3.10 st	0.172 op	0.952 op	0.345 op
1 th	2.63 op	0.177 op	0.980 op	0.260 op
23 th TP	2.65 op	0.170 op	0.830 de	0.190 de
0 th	2.69 op	0.209 st	1.110 ti	0.230 re
Nilai Optimum	2.60	0.160	1.100	0.300

de : defisiensi re : rendah op : optimum ti : tinggi st : sangat tinggi

Perbaikan fisik gambut meningkatkan ketersediaan P bagi tanaman dan retensi P di tanah, adanya pemadatan maka mekanisme penyerapan P menjadi lebih optimal terutama mekanisme difusi (Hardjowigeno, 2003). Kelapa sawit yang ditanam di lahan gambut sering mengalami defisiensi Kalium (K) dan kadarnya di tanah gambut umumnya rendah. Asam salisilat dan ferulat dari jenis asam fenolat menyebabkan terhambatnya serapan kalium dan fosfor pada tanaman gandum, serta asam ferulat pada konsentrasi 500-

1.000 μM menurunkan serapan fosfor pada tanaman kedelai (Wiwik *et al.*, 2006).

Tanaman di lapangan menunjukkan gejala defisiensi Cu (Copper) dan didukung hasil analisa yang menunjukkan pada level yang defisiensi hingga rendah seperti yang ditunjukkan pada tabel berikut.

Unsur Cu tidak mudah tersedia bagi tanaman karena berada pada ikatan organo-metal oleh asam-asam organik. Ketersediaan P yang tinggi menjadi salah satu penyebab penyerapan Cu menjadi terhambat Cheong dan Ng (1990). Efek sinergi atau kontra penyerapan antar hara juga dipengaruhi oleh ketersediaan hara ditanah. Aplikasi Zn memberikan efek sinergis terhadap penyerapan unsur N, P dan Cu serta mampu meningkatkan produksi 12 – 78 % (Syamsul, A 2000). Rendahnya serapan Cu diduga karena tekanan ketersediaan dan serapan P dan K yang tinggi (Tabel 1). Pada blok tahun ke 2, 3, 4 dan 5 setelah pemadatan serapan hara Cu dan Boron terhambat yang dicerminkan oleh kadar hara pada daun yang rendah.

4. SIMPULAN

Kesimpulan

1. Pemadatan meningkatkan bulk density antara 0.09 g/cm^3 - 0.4 g/cm^3 , partikel density 0.07 - 0.22 g/cm^3 , total ruang pori turun dari 3.6 % hingga 10.4% dan permeabilitas lebih lambat 7.47 cm/jam - 13.46 cm/jam di

kedalaman 30 jika dibandingkan hutan.

2. Pemadatan tidak berpengaruh pada perubahan pH, C-organik, kejenuhan basa dan kapasitas tukar kation, B, Cu dan Zn ditanah.

3. Pemadatan meningkatkan total di kedalaman 30 cm dengan peningkatan terendah (599.6 ppm) pada areal tanpa pemadatan dan tertinggi 871.6 ppm pada areal 5 tahun setelah pemadatan karena meningkatnya mineralisasi P.

4. Pemadatan meningkatkan kadar P daun (0.170 – 0.209 ppm), semua blok diatas nilai optimum (0.160 ppm).

5. Pemadatan tidak mempengaruhi ketersediaan B (Boron), Cu (Tembaga), Zinc (Seng) di tanah dan kadarnya pada daun.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriessse, J.P. 1974. The Characteristics, Agricultural Potential and Reclamation Problem of Tropical Lowland Peats in South-East Asia, Royal Tropical Institute. Amsterdam. The Netherlands
- Andriessse, J.P. 1988. Nature and Management of Tropical Peat Soil. Soil Researches Management & Conservation Service FAO Land and Water Development Division. Rome.
- Azri. 1999. Sifat Kering Tidak Balik Tanah Gambut Dari Jambi dan Kalimantan

- Tengah: Analisis Berdasarkan Kadar Air Kritis, Kemasaman Total, Gugus Fungsional COOH dan OH-fenolat. Thesis Progam Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Brachia, M.F. 2009. Agroekosistem Tanah Mineral Asam. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Bakosurtanal. 1994. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi. Bogor.
- Boelter, D.H.1969. Physical Properties of Peats as Related to Degree of Decomposition. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 33 (4); 606-609.
- Breure, C.J. 1994. Development of Leaves in Oil Palm (*Elaeis guineensis*) and Determination of Leaf Opening Rate. Experimental Agriculture.
- Breure, C.J. 2003. Preliminary Result of ASD's Genetic Material Planted at Bina Sawit Makmur in South Sumatra. In International Oil Palm Conference and Exhibition. IOPRI, Bali. Indonesia
- Bures, S. Pokorny, F. A. and Ware,G. O., 1993b. Estimating Shrinkage of Container Media with Linear and/or Regression Models. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 24: 315–323.
- Cheong, S.P. And Ng, S.K. 1980. Major Nutrient Requirement of Oil Palms on Deep Peat in Malaysia. In K.T Joseph (Ed.), Proc. Conf. on Classification and Management of Tropical Soils. Mal. Soc. Soil. Sci. Kuala Lumpur, 525-535.
- De Rouin, N. 1988. Etude de l'influence des Propriétés Physiques des Substrats Artificiels sur la Croissance et le Développement de la Tomate de Serre (*Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Vedettos).M.Sc. Thesis, Université Laval, Sainte-Foy, QC.
- Dou. Z, Toth. J.D, Galligan, D.T, Ranberg, C.F and Ferguson, J.D. 2000. Laboratory Procedure for Characterizing Manure Phosphorous. J. Tenviron Qual.
- Driessen, P.M. dan Rochimah, L. 1976. The Physical Properties of Low Land Peat of Kalimantan. Dalam Proc. Peat & Podzolic Soil and Their Potential for Agricultural in Indonesia Soil . Reg. Ins. Bogor. ATA 106. Buletin No. 3.
- Fairhurst, T. Ernst. Mutert, and Helmut von U. 1998. Agronomic Management of Oil Palm on Deep Peat. Paper Presented at the 1998 International Oil Palm Conference. 23-25 September 1998. Bali, Indonesia.
- Fereidoun. R, R.-M. Couture , R. Kovac, D. O'Connell , P. Van Cappellen. 2014. Water Table Fluctuations and Soil Biogeochemistry: An Experimental Approach Using an Automated Soil Column System. Journal Hydrology.

- Fereidoun. R, Jonathan. S, William. L. Bern. L, Tatjana. M and Philippe v.C. 2016. Structure of Peat Soil and Implications for Water Storage, Flow and Solute Transport : Review Update for Geochemists. *Chemical Geology Journal*.
- Fairbridge, R.W. and Finkl, C.W., édit. 1979. *The Encyclopedia of Soil Science; part 1, Physics, Chemistry, Biology, Fertility, and Technology*, Stroudsburg (Pa., U.S.A.), Dowden, Hutchinson & Ross, coll. *Encyclopedia of Earth Sciences Series*, vol. XII, XXI
- Gandini. T. 1998. Perubahan Sifat dan Klasifikasi Tanah Gambut Setelah 23 Tahun Penggunaan Lahan Untuk Pertanian Di Delta Berbak, Jambi. Disertasi. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Goh Kah Joo. 2003. *Managing Soils for Plantation Tree Crops- Managing Problem Soils in Malaysia*.
- Gurmit. S. 1989. *Oil Palm Cultivation on Peat Soils in United Plantation Berhad. Workshop on Oil Palm. Organized by PPPNP. Ipoh Perak*.
- Handayani, D. 2005. Karakteristik Gambut Tropika: Tingkat Dekomposisi Gambut, Distribusi Ukuran Partikel, dan Kandungan Karbon. Tesis. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hardjowigeno, S. 2003. *Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis*. Akademika Pressindo. Jakarta.
- Jaman, O. and Kueh, H.S. 1996. *Oil palm Research and Development on Peat Soils in Sarawak. Agricultural Development, Sarawak. In: Proceeding of 1996 Seminar on Prospects of Oil Palm Planting on Peat in Sarawak - The Golden Opportunity. 18-19 March 1996, Sibul, Sarawak*.
- Jianbo. S, Lixing Yuan, Junlin Zhang, Haigang Li, Zhaohai Bai, Xiping Chen, Weifeng Zhang and Fusuo Zhang. 2011. *Phosphorus Dynamics: From Soil to Plant. Laboratory of Plant Nutrition, China Agricultural University, Beijing*.
- Kees Breure. 2003. *The Search for Yield in Oil Palm: Basic Principles. Agricultural Services and Departement (ASD), San Jose Costarica*
- Lucas, R.E. 1982. *Organic Soils (Histosol): Formation, Distribution, Physical and Chemical Management for Crop Production. Research Report No. 435 (Farm Service). Michigan State University*.
- Maas. A. 1997. *Pengelolaan Lahan Gambut yang Berkelanjutan dan Berwawasan Lingkungan. Dalam Alami 2. BPPT-Jakarta*.
- Masganti, T. Notohadikusumo, A. Mass dan B. Radjagukguk. 2002. *Hidrofobitas dan Perubahan Sifat Kimia Bahan Gambut. Hasil Penelitian Intern. Makalah*

- Seminar HGI IV. Jakarta. 14 hlm.
- Mulyanto, B. dan Nurhayati. 2002. Perubahan Karakteristik Lahan Gambut Setelah Lebih 15 Tahun Pembukaan Lahan di Kalimantan Tengah. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*. VIII: 76-81.
- Nash, V. E. and Laiche, A. J. 1981. Changes in The Characteristics of Potting Media With Time. *Comm. Soil Sci. Plant Anal.* 12: 1011-020.
- Ng, S.K. and Tan, Y.P. (1974) Nutritional complexes of oil palms planted on peat in Malaysia. I. Foliar symptoms, nutrient composition and yield. *Oléagineux*, 29, 1-14.
- Noor, M. 2001. Pertanian Lahan Gambut: Potensi dan Kendala. Kanisius. Yogyakarta.
- Nora H. Pandjaitan dan Soedodo Hardjoamidjojoi. 1999. Kajian Sifat Fisik Lahan Gambut Dalam Hubungan Dengan Drainase Untuk Lahan Pertanian. *Buletin Keteknikan Pertanian*. Vol. 13 No. 3. 1999
- Paramanathan, S. 2003. Land Selection for Oil Palm. *Param Agricultural Soil Surveys (M) Sdn. Bhd. Selangor - Malaysia*
- Radjaguguk, B. 1997. Peat soil of Indonesia: Location, classification, and problems for sustainability. pp. 45-54. *In* J.O. Rieley and S.E. Page (Eds.).
- Ramesh Veloo, Eric van Ranst and Paramanathan, S. 2015. Peat Characteristic and its Impact on Oil Palm Yield. *Wageningen Journal of Life Science*.
- Reeve, A.S, D.I. Siegel, P.H. Glaser. 2000. Simulating Vertical Flow in Large Peatlands. *Journal Hydrology*.
- Rieley, J.O., A.A. Ahmad-Shah and M.A. Brady. 1996. The Extent and Nature of Tropical Peat Swamps. *In* :Maltby *et al.*, (Eds). *Tropical Lowland Peatlands of Southeast Asia. Proc. Of a Workshop on Integrated Planning and Management of Tropical Lowland Peatlands held at Cisarua, Indonesia, July 3 – 8, 1992.* IUCN, Gland, Switzerland, pp. 15 – 53.
- Riwandi. 2001. Kajian Stabilitas Gambut Tropika Indonesia Berdasarkan Analisis Kehilangan Karbon Organik, Sifat Fisik Kimia, dan Komposisi Bahan Gambut (disertasi). Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- Riwandi., 2002. Sifat Kimia Gambut dan Derivat Asam Fenolat: Komposisi Unsur Vs Spektra UV-VIS Ekstrak Gambut dengan Natrium Pirofosfat. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*. Vol. 4 No. 1. 2002. Hal. 34-41.
- Ruttenberg, K.C. and Heinrich, D.H. 2003. *The Global Phosphorus Cycle. Treatise on Geochemistry* , Oxford, Pergamon. pp. 585-643.
- Siegel, D., Glaser, P. 1987. *Groundwater Flow in a Bog-fen Complex, Lost*

- River Peatland , Northern Minnesota, Journal of Ecology.
- Suryanto. 1991. Pengaruh Beberapa Amelioran Terhadap Ketersediaan P, Ca dan K untuk Tanaman Jagung pada Gambut Ombrogen dari Pontianak. Dalam Laporan Penelitian Fakultas Pertanian Universitas Gajah Mada. Yogyakarta
- Syamsul Anwar. 2000. Fungsi, Gejala dan Penyebab Terjadinya Defisiensi Unsur Mikro Pada Kelapa Sawit. Warta Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Juni 2000. Medan.
- Tayeb. M.D. 2002. Oil Palm Planting on Peat – Progress and Future Direction in R & D and Commercial Venture, Plenary Paper Presented at the Seminar on Elevating the National Oil Palm Productivity & The Recent Progress in the Management of Peat and Ganoderma ” Bangi, Selangor.
- Tayeb. M,D. 2005. Technologies for Planting Oil Palm on Peat. Malaysia Palm Oil Board.
- Winarso Su., 2005. Kesuburan Tanah: Dasar Kesehatan dan Kualitas Tanah. Gava Media. Jogjakarta.
- Wiwik. Hartati, Idris, K. S. Sabiham, S. Djuniwati dan J. Sri Adiningsih. 2003. Komposisi Fraksi-Fraksi P pada Tanah Gambut yang Diberi Bahan Amelioran Tanah Mineral dan Pemupukan P. Balittan - Bogor
- Wiwik Hartati, I.GM Subiksa dan Ai Dariah. 2006. Sifat Kimia dan Fisik Tanah Gambut