



PENGARUH FLUKTUASI MUKA AIR TANAH TERHADAP PELEPAH BAWAH MENGERING (*Low Frond Desiccation*) KELAPA SAWIT DI LAHAN GAMBUT LABUHAN BATU, SUMATERA UTARA

WATER TABLE FLUCTUATIONS IMPACT ON OIL PALM LOW FROND DESICCATION CASE STUDY IN NORTH SUMATRA PEATLAND

Winarna, Rana Farrasati, dan Agus Susanto

Abstrak Masalah tanaman kelapa sawit berupa kering pelepah bagian bawah (*low frond desiccation*/LFD) sering terjadi pada lahan gambut. Kejadian ini umumnya dikaitkan dengan kondisi fluktuasi muka air tanah gambut yang berpengaruh terhadap kelembaban tanah gambut dan ketersediaan serta serapan hara oleh tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji permasalahan LFD, faktor-faktor penyebab dan upaya pencegahan atau pemulihannya. Kajian LFD telah dilakukan di perkebunan kelapa sawit di lahan gambut daerah Labuhan Batu, Sumatera Utara. Pengamatan meliputi fluktuasi muka air tanah, kondisi kelembaban tanah, sifat kimia tanah, serapan hara daun, pertumbuhan dan produksi tanaman dilakukan pada blok tanaman normal dan blok tanaman mengalami LFD. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadinya penurunan muka air tanah gambut secara drastis pada saat bulan kering berdampak terhadap penurunan kelembaban gambut, bahkan hingga tanah gambut mengering. Kondisi pengeringan gambut menyebabkan ketersediaan hara dalam tanah dan serapan hara menurun secara nyata, sehingga memicu terjadinya LFD. Serapan hara tanaman yang mengalami LFD berat menurun dengan kisaran penurunan sebesar 25 – 41% untuk hara makro dan 22 – 53% untuk serapan hara mikro. Kondisi LFD berat secara nyata menurunkan pertumbuhan dan produksi tanaman kelapa sawit. Penurunan produksi dapat mencapai 27% per tahun dibandingkan dengan tanaman normal. Tanaman

mengalami LFD dapat berangsur pulih dengan penerapan *water management* yang efektif, kontinu dan terkontrol melalui pengelolaan muka air tanah pada kisaran kedalaman 40-60 cm pada blok tanaman.

Kata kunci: gambut, hawar daun, muka air tanah, manajemen air gambut, pelepah bawah mengering (LFD)

Abstract *Low frond desiccation (LFD) on oil palm plantation has been a major issue, which often occurs on peatland. LFD is generally associated with a fluctuation of peatland water table that affects peat soil moisture, nutrients availability, and nutrients uptake by oil palm. This research aims to study LFD comprehensively, including causative factors and efforts to prevent or recover the LFD occurrence. The LFD study was carried out on peat oil palm plantation at Labuhan Batu, North Sumatra. The observations included fluctuations of the water table, soil moisture, soil chemical properties, leaf nutrient uptake, growth and production between normal and oil palm which had LFD. Results showed that the drastic alleviate of peatland water table at dry months induce soil moisture depletion, even made the peat dried. Peat drying condition alters a significant deflation of nutrient availability and nutrient uptake in the soil, thereby triggered LFD occurrence. The nutrient uptake of the plant with severe LFD was decreased with a range of 25-41% for macronutrients and 22-53% for micronutrients. Severe LFD inhibited the plant growth and significantly decreased yield. The downturn of production could reach 27% per year compared to normal plants. Oil palm with LFD was able to gradually recover with effective, continuous, and controlled water*

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

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

management through groundwater lever in the range of 40-60 cm in the plantation area.

Keywords: *blast disease, low frond desiccation (LFD), peat soil, water table, water management*

PENDAHULUAN

Pengembangan kelapa sawit di lahan gambut telah banyak dilakukan di Indonesia dan telah mencapai lebih dari 1.7 juta ha (Tropenbos International Indonesia, 2012), utamanya di pulau Sumatera dan Kalimantan. Potensi lahan gambut untuk pengembangan tanaman kelapa sawit cukup baik jika dilakukan secara tepat, yaitu didasarkan pada tingkat kesesuaian lahannya dan pengelolaan sesuai kondisi lahannya. Produktivitas kelapa sawit di gambut saprik dapat mencapai lebih dari 30 ton TBS/ha/tahun jika dikelola dengan tepat (Winarna et al., 2019). Namun demikian, masih banyak ditemukan kondisi tanaman kelapa sawit di lahan gambut dengan pertumbuhan dan produksi yang rendah. Hal ini disebabkan oleh kesesuaian lahan gambut yang kurang tepat dan pengelolaan lahannya yang belum baik.

Budidaya kelapa sawit pada lahan tersebut dihadapkan pada berbagai faktor pembatas untuk pertumbuhannya seperti tingkat kemasaman yang tinggi, tingkat kesuburan tanah yang relatif rendah, sifat tanah gambut yang mudah kering, dan sifat fisik tanah gambut yang memiliki bobot isi yang rendah. Pengembangan kelapa sawit di lahan gambut perlu dilakukan drainase dengan membuat saluran-saluran untuk menurunkan muka air tanah dan menciptakan ruang perakaran yang sesuai untuk tanaman kelapa sawit, sehingga dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik (Hasnol et al., 2011; Lim et al., 2012). Namun terkadang, upaya drainase yang berlebihan (*over drainage*) cenderung mendorong terjadinya kekeringan tanah gambut dan menyebabkan terjadinya hidrofobisitas atau munculnya sifat kering tak balik (Winarna et al., 2015). Beberapa hasil penelitian menyebutkan bahwa fluktuasi muka air tanah gambut yang terlalu dalam selain berpengaruh terhadap hidrofobisitas, juga berpengaruh pada peningkatan emisi CO₂ tanah (Berglund dan Berglund 2011; Winarna et al., 2017), penurunan permukaan gambut (Wosten et al., 1997), pertumbuhan dan produksi kelapa sawit (Lim et al., 2012; Winarna et al., 2017), serta sifat-sifat tanah lainnya.

Fluktuasi muka air tanah yang terlalu dalam dapat menyebabkan pengeringan tanah gambut secara cepat, terutama pada lapisan atas atau pada daerah perakaran (Winarna et al, 2016b). Tingginya kapasitas menahan air tanah gambut bukan berarti bahwa kemampuan tanah untuk menyediakan air untuk tanaman lebih besar dibandingkan dengan tanah mineral. Hal ini disebabkan karena air pada tanah gambut banyak berada pada kondisi tidak tersedia bagi tanaman karena gambut didominasi oleh pori makro, sebagian besar air tanah berupa air gravitasi dan air yang diikat sangat kuat oleh partikel padat tanah gambut (Kurnain 2008; Radjagukguk 1995). Hasil penelitian Winarna et al. (2015) menunjukkan bahwa kadar air maksimum tanah gambut hemik daerah Panai Jaya dapat mencapai lebih dari 600% ($w w^{-1}$), sedangkan yang dapat tersedia untuk tanaman hanya sekitar 69 - 143% ($w w^{-1}$) dan sisanya rata-rata sebesar 272% ($w w^{-1}$) merupakan air yang terikat kuat oleh partikel padatan tanah.

Winarna dan Santoso (2015) melaporkan banyaknya kejadian tanaman kelapa sawit di lahan gambut yang mengalami kering pelepah bagian bawah atau sering dikenal *low frond desiccation* (LFD) secara dini. Kejadian ini umumnya dikaitkan dengan kondisi tata air atau fluktuasi muka air tanah atau kondisi ketersediaan hara dalam tanah dan serapannya oleh tanaman. Selain itu, hasil laporan Winarna et al. (2019) menunjukkan adanya indikasi potensi penyakit hawar daun pada tanaman yang memperburuk kejadian pelepah kering di tanah gambut. Namun informasi secara detail mengenai faktor penyebab dan dampak masalah kering pelepah bagian bawah tersebut belum banyak diketahui. Untuk itu, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji permasalahan LFD, sehingga dapat diketahui faktor-faktor penyebab kejadian pelepah bawah mengering tersebut dan upaya pencegahan atau pemulihannya.

BAHAN DAN METODE

Lokasi Penelitian

Pengamatan dan kajian kejadian pelepah bagian bawah mengering dilakukan di perkebunan kelapa sawit di lahan gambut daerah Labuhan Batu, Sumatera Utara. Pengamatan dilakukan pada blok tanaman yang mengalami pelepah bawah mengering (*low frond desiccation*) dan blok tanaman normal.

Tanaman kelapa sawit pada blok penelitian ini adalah jenis DxP yang tergolong tanaman menghasilkan. Blok tanaman pada penelitian ini telah dilengkapi dengan sarana tata air yang terdiri dari saluran utama, saluran sekunder, dan saluran tersier serta sekat-sekat air. Blok tanaman normal telah dilakukan pengelolaan air dengan cukup baik dan muka air tanah terkontrol, namun pada blok tanaman yang mengalami pelepah bawah kering belum dilakukan pengelolaan air secara baik sehingga fluktuasi muka air tanah cukup besar.

Pemupukan tanaman kelapa sawit pada blok tanaman penelitian dilakukan oleh pihak kebun dengan jenis, dosis, dan frekuensi aplikasi sesuai dengan standar kebun. Pelaksanaan kultur teknis tanaman lainnya (pengendalian gulma, penunasan, dan panen) mengikuti standar kebun dan rotasinya sesuai norma kebun.

Pengamatan Muka Air Tanah

Kedalaman muka air tanah di dalam blok tanaman dikontrol menggunakan *piezometer* yang dibuat dari bahan pipa PVC berukuran diameter 2 inchi dan panjang 140 cm atau disesuaikan dengan kondisi muka air tanah. Setiap blok pengamatan penelitian dipasang 16 buah *piezometer* yang terdiri dari 8 buah ditempatkan pada jarak 50 m dari saluran dan 8 buah lainnya pada jarak 100 m dari saluran ke arah dalam blok. Pengamatan muka air tanah dilakukan secara berkala selama periode penelitian.

Analisis Tanah dan Daun

Sampel tanah gambut untuk analisis kimia dan fisika diambil pada lapisan 0 – 30 cm dari berbagai blok pengamatan, baik blok tanaman normal dan blok tanaman yang mengalami kering pelepah bawah. Analisis kimia dan fisika tanah gambut meliputi kadar abu dan C-organik (metode pengabuan atau *Lost of Ignition* pada suhu 500°C selama 6 jam), N-total (metode Kjeldahl), pH (H₂O) dengan rasio tanah:air = 1:5, kapasitas tukar kation, kation-kation basa tertukar dengan ekstraksi NH₄OAc pH 4, Al-dd dan H-dd (titrasi), kejenuhan basa, kadar air pF 2.54, kadar air pF 4,2 (Radjagukguk *et al.*, 2000; Eviati dan Sulaeman 2009). Khusus untuk analisis kadar air tanah aktual, sampel tanah diambil di daerah piringan pohon dan gawangan pada kedalaman 0 – 50 cm, dengan interval pengambilan sampel setiap 10 cm. Kadar air tanah

ditetapkan secara gravimetri dan penimbangan sampel tanah dilakukan langsung di lapangan, kemudian pengeringan sampel dan penentuan kadar air tanah dilakukan di laboratorium.

Analisis daun dilakukan terhadap tanaman normal dan tanaman yang mengalami pelepah bawah mengering. Sampel daun diambil dari daun 17 pada pohon contoh dari setiap blok pengamatan. Analisis daun meliputi kadar N, P, K, Ca, Mg, dan unsur mikro meliputi B, Cu, Zn, serta Fe.

Pengamatan Pertumbuhan dan Produksi Tanaman

Pengamatan pertumbuhan dan produksi kelapa sawit dilakukan terhadap pohon pengamatan pada setiap blok penelitian. Jumlah pohon pengamatan pada setiap blok penelitian masing-masing sebanyak 24 pohon. Pohon pengamatan diberi tanda dengan penomoran pohon menggunakan cat. Pengamatan produksi dilakukan setiap bulan selama periode pelaksanaan penelitian. Parameter pertumbuhan dan produksi tanaman kelapa sawit yang diamati meliputi:

- *Petiole cross-section* (PCS), diperoleh dari pengukuran lebar dan tebal petiola pada rudimenter anak daun bagian paling bawah pada pelepah nomor 17. PCS hasil perkalian dari lebar dan tebal petiola.
- *Leaf area index* (LAI). LAI merupakan rasio total luas daun (LA) terhadap luas lahan. LA merupakan luas daun pelepah nomor 17 yang dihitung dari pengukuran panjang dan lebar anak daun, kemudian dikalikan dengan jumlah keseluruhan anak daun pada pelepah nomor 17 dikalikan jumlah pelepah per pohon dan dikalikan kembali dengan jumlah pohon/ha.
- Biomassa kering daun pada pelepah ke 17, dihitung dengan pendekatan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Biomassa kering daun} = 0.102 \text{ PCS} + 0.21,$$

dimana PCS adalah *Petiole Cross-Section*

- Serapan hara daun dihitung dari perkalian nilai kadar hara daun pelepah 17 dengan biomassa kering daun pelepah 17
- Produksi tanaman meliputi jumlah tandan per blok per bulan, rerata berat tandan (kg/tandan), dan berat total produksi per blok per bulan

Analisis Statistik

Data hasil pengamatan meliputi serapan hara daun, parameter pertumbuhan tanaman, serta produksi tanaman antara blok tanaman normal dengan blok tanaman pelepah bawah mengering (*low frond dessication*) dianalisis dengan uji statistik *independent t-test*. Perbedaan antar perlakuan dianalisis pada $\alpha = 0.05$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

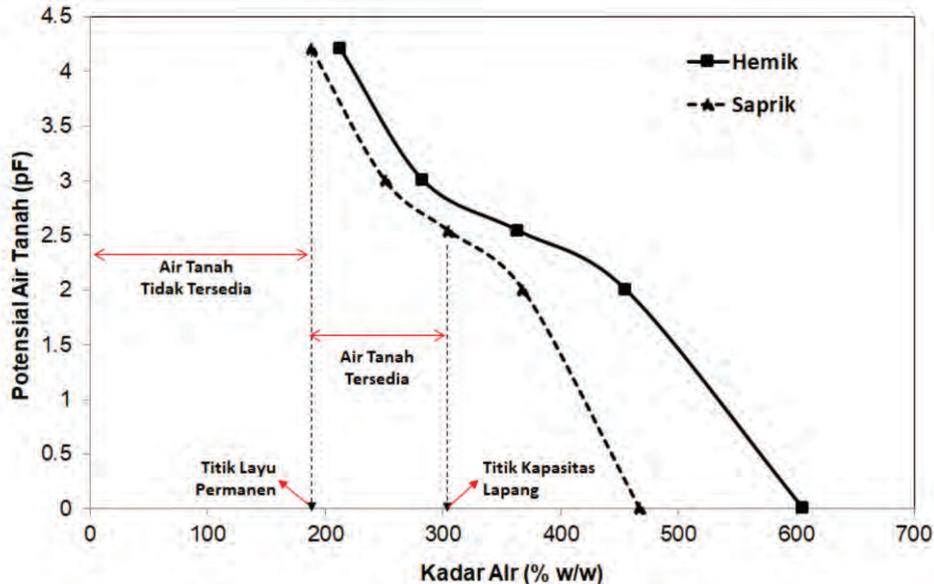
Karakteristik Tanah Gambut

Lahan gambut di lokasi penelitian memiliki ketebalan berkisar 300 – 515 cm, dengan tingkat kematangan gambut tergolong saprik di lapisan atas (0-15 cm) dan hemik di lapisan bawah. Tingkat kesuburan hara tanah gambut dengan tingkat kematangan yang tergolong hemik umumnya relatif rendah, bersifat masam, dan kandungan hara yang rendah baik makro maupun mikro. Secara fisik, gambut memiliki bobot isi (*bulk density*) yang tergolong sangat rendah, porositas

tanah tergolong sangat tinggi, daya simpan air yang rendah, gambut mudah kering, serta ketersediaan air bagi tanaman yang sangat terbatas. Berdasarkan hasil analisis, tanah gambut lokasi penelitian tergolong sangat masam dengan pH berkisar 3.3 – 3.9, kadar abu umumnya <2%, kejenuhan basa tergolong rendah (9.9 – 11%), bobot isi (*bulk density*) tanah gambut pada lapisan 0-20 cm rata-rata sebesar 0.24 g/cm³ dan pada lapisan 20-40 cm rata-rata sebesar 0.18 g/cm³, sedangkan porositas tanah berkisar 83 – 94%.

Kurva Karakteristik Air Tanah Gambut

Tanah gambut memiliki kemampuan menyerap air yang lebih besar dari tanah mineral. Potensi air tanah (pF) setiap jenis gambut berbeda-beda dan dipengaruhi oleh antara lain tingkat kematangan gambut, bobot isi, bahan penyusun gambut, kadar abu, vegetasi di atasnya. Gambar 1 menunjukkan kurva karakteristik air tanah gambut di bawah tegakan tanaman kelapa sawit dari beberapa lokasi perkebunan di Sumatera Utara.



Gambar 1. Kurva karakteristik air tanah gambut dari wilayah Sumatera Utara

Figure 1. Curve of peatland water content characteristics at North Sumatra

Berdasarkan kurva karakteristik air tanah gambut pada Gambar 1 ditunjukkan bahwa kisaran kadar air tidak tersedia atau kadar air pada titik layu permanen pF4.2 (*permanent wilting point*) berkisar antara 189% –

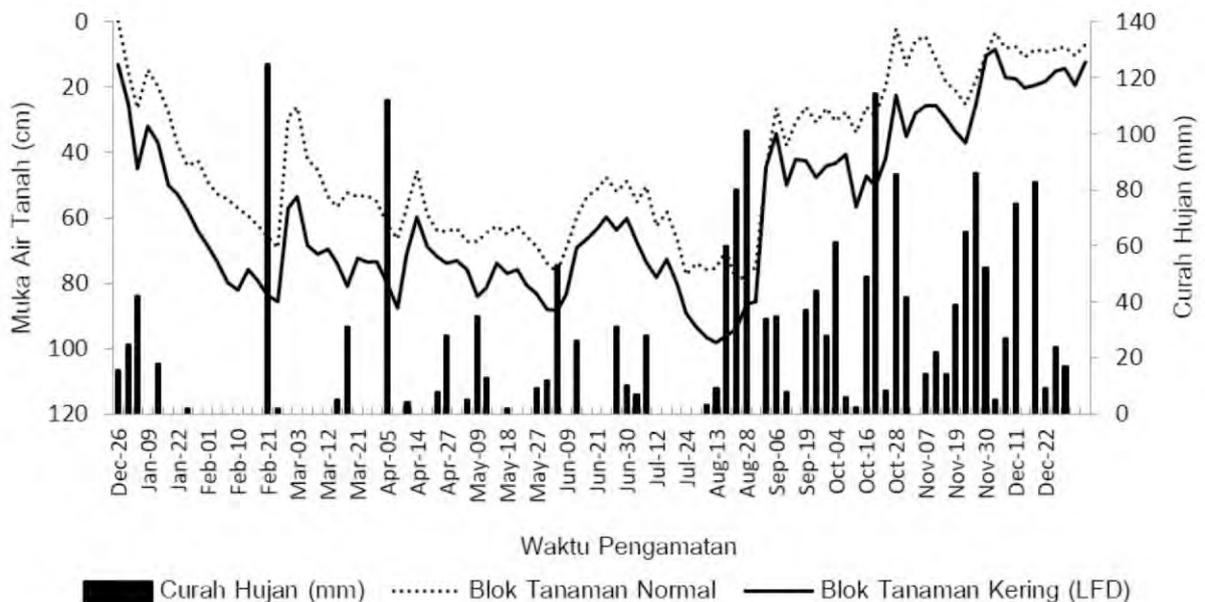
213% (w/w), sedangkan kadar air pada kondisi kapasitas lapangan (*field capacity*) pF2.54 berkisar antara 305% – 364% (w/w). Untuk itu, kadar air tersedia dari tanah gambut hanya berkisar 116 – 151%

(w/w). Kadar air tanah gambut pada titik layu permanen adalah kadar air yang tidak tersedia untuk tanaman kelapa sawit, dimana nilainya cukup tinggi sehingga proporsinya mencapai lebih dari 50% terhadap total kadar air tanah gambut. Pada kondisi kadar air sebesar kisaran 151% - 283% (w/w), tanah gambut di lapangan terkadang masih terlihat lembab secara visual. Pengetahuan mengenai nilai kadar air tanah gambut yang sudah tidak tersedia untuk tanaman ini dapat menjadi dasar dalam penerapan *water management*, khususnya pengelolaan muka air tanah baik di saluran maupun blok guna menjaga kelembaban tanah gambut di daerah perakaran dapat tersedia untuk tanaman.

Fluktuasi Muka Air Tanah dan Profil Kelembaban Tanah Gambut

Pengelolaan air yang tepat merupakan kunci dari keberlanjutan kegiatan budidaya kelapa sawit pada

tanah gambut. Karakteristik tanah gambut erat kaitannya dengan kemampuan tanah menyerap air dan mempertahankannya, sehingga parameter muka air tanah dan kelembaban tanah menjadi dua faktor krusial yang perlu diperhatikan ketika dilakukan drainase pada tanah gambut. Berdasarkan hasil pengamatan pada Gambar 2 diketahui bahwa kedalaman muka air tanah di lokasi penelitian pasca drainase gambut cenderung fluktuatif dan sulit dikontrol, pada umumnya mengikuti pola curah hujan setempat. Pada blok tanaman normal, fluktuasi muka air tanah cenderung lebih kecil bila dibandingkan dengan blok tanaman mengalami LFD (60-100 cm). Hal tersebut diduga karena adanya pengontrolan muka air tanah melalui sekat-sekat air, sehingga pada kondisi curah hujan rendah seperti pada bulan Februari - Juli muka air tanah pada blok tanaman normal tetap terjaga dalam kisaran 40-60 cm, sebaliknya pada blok tanaman LFD muka air tanah mengalami fluktuasi yang jauh lebih dalam hingga mencapai 100 cm.



Gambar 2. Kondisi fluktuasi muka air tanah dan pola curah hujan selama penelitian
 Figure 2. Condition of ground water table fluctuation and rainfall distribution during the study

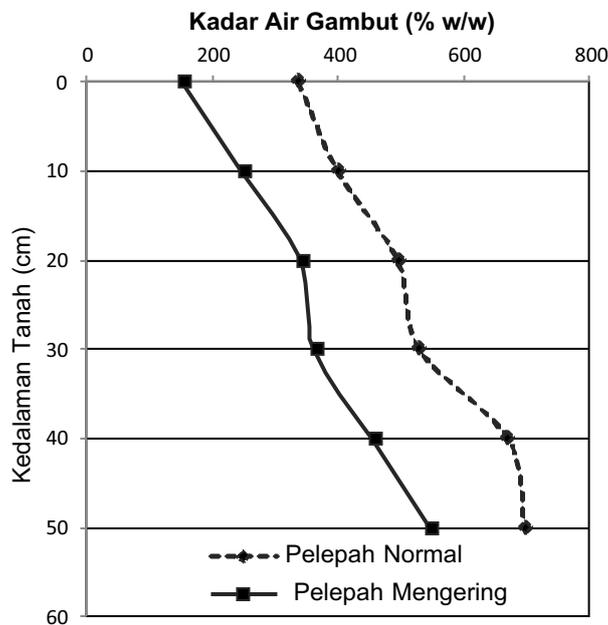
Selama periode pengamatan, blok tanaman kedua perlakuan cenderung memiliki pola fluktuasi muka air tanah yang serupa dengan mengikuti pola curah hujan di lokasi penelitian. Meskipun keduanya terdapat perbedaan besaran fluktuasi muka air tanahnya, pada

blok tanaman LFD fluktuasi muka air tanah jauh lebih besar dengan kedalaman muka air tanah dapat mencapai 100 cm. Hal ini didukung dengan pernyataan Winarna *et al.* (2017) bahwa curah hujan berpengaruh nyata terhadap kedalaman muka air

tanah. Pada curah hujan tinggi, kedalaman muka air tanah dominan dangkal dan mendekati permukaan tanah gambut, namun sebaliknya pada curah hujan rendah terutama pada blok tanaman kering tanpa kontrol sekat air maka cenderung dalam hingga 100 cm. Dalamnya muka air tanah pada blok tanaman mengalami LFD berdampak pada penurunan tingkat kelembaban tanah gambut (Winarna *et al.*, 2015), utamanya pada lapisan atas dimana kadar air tanah cenderung tidak tersedia untuk tanaman kelapa sawit. Fenomena ini selain menyebabkan kondisi kering tak balik (hidrofobik) pada tanah gambut, juga memberikan cekaman kekeringan yang mengganggu performa pertumbuhan tanaman (Md Noor *et al.*, 2011; Corley dan Tinker, 2016).

Pengelolaan muka air tanah pada kedalaman tertentu bertujuan untuk mempertahankan ketersediaan air di daerah perakaran tanaman sehingga kondisi kelembaban tanah hingga permukaan gambut terjaga dan hidrofobisitas gambut (kering tak balik) dapat dihindari. Distribusi kelembaban tanah dari profil gambut dengan pengelolaan muka air tanah yang berbeda yaitu pada blok tanaman pelepah normal dan pelepah

kering terlihat pada Gambar 3. Pada blok-blok pengamatan, diketahui bahwa semakin bertambahnya kedalaman tanah akan diikuti dengan peningkatan kadar air gambut. Blok dengan tanaman normal menunjukkan nilai kadar air yang dua kali lebih besar dibandingkan pada blok tanaman LFD pada setiap kedalaman tanah, dengan kisaran berturut-turut sebesar 336% - 696% (w/w) dan 152% - 546% (w/w). Gambut dengan kedalaman 0-10 cm di lapisan atas sangat rentan terhadap kejadian kering tak balik (hidrofobik) karena gambut berpotensi lebih cepat kering. Kelembaban tanah yang menurun dan mengering akan rentan terjadi hidrofobisitas serta berdampak pada menurunnya kemampuan tanah dalam memegang air dan infiltrasi tanah sehingga lebih lanjut akan mengganggu transportasi hara, retensi hara, hingga performa tanaman (Winarna *et al.*, 2016a; Winarna *et al.*, 2016b; Hashim *et al.*, 2019). Oleh karena itu, dibutuhkan pengelolaan muka air tanah gambut yang tepat agar mampu menjaga kelembaban tanah, meretensi air dan mempertahankan keberadaan air pada ruang perakaran hingga ke permukaan tanah, terutama pada bulan kering dan curah hujan rendah (Melling dan Hatano, 2010).



Gambar 3. Kelembaban tanah pada beberapa kedalaman pada blok pelepah normal dan pelepah kering
 Figure 3. Soil moisture on various depth on normal and dessicated frond blocks

Deskripsi Kejadian Pelepah Bawah Mering

Pembangunan tata air (water management) yang tepat merupakan kunci utama guna menjaga kelembaban dan ketersediaan air pada lahan gambut. Namun demikian, kemampuan gambut dalam menyerap air hingga 10 kali dari beratnya juga menimbulkan kompetisi dengan penyerapan air oleh tanaman. Faktor pembatas utama yang timbul setelahnya adalah masalah ketersediaan air, terutama pada bulan kering dan curah hujan rendah. Drainase yang berlebihan dengan fluktuasi muka air tanah mencapai kedalaman 80 cm atau lebih pada bulan kering (Gambar 2) diduga menjadi pemicu kejadian pelepah bawah mengering (*low frond desiccation*). Berdasarkan hasil pengamatan, tanah gambut pada blok tanaman LFD memiliki kadar air yang menurun dan tidak tersedia bagi tanaman (Gambar 3), utamanya pada daerah perakaran.

Pada kondisi kadar air tanah gambut menurun dan cenderung mengering akan berdampak terhadap terhambatnya serapan air dan hara oleh tanaman. Selain itu, akumulasi asam absisat (ABA) pada tanaman yang mengalami cekaman kekeringan meningkat dan secara otomatis menutup stomata sebagai salah satu bentuk adaptasinya dalam mengurangi transpirasi. Selanjutnya, translokasi air dan hara dalam larutan terganggu dan menumpuk di sel akibat potensi osmotik dan konsentrasi selular yang berkurang. Potensi Osmotik yang menurun akan menyebabkan tekanan turgor sel

menurun, sehingga mengakibatkan layunya daun tanaman. Sehingga, ketika potensi osmotik berkurang, ditambah dengan kandungan asam absisat dan laju penutupan stomata kian tinggi maka fotosintesis tidak optimal dan produksi asimilat rendah yang mana akan mengganggu proses translokasi hara dan air pada tanaman dan salah satunya menyebabkan pelepah bawah mengalami kekeringan (Md Noor *et al.*, 2011; Corley and Tinker, 2016; Goh *et al.*, 2016).

Selain itu, pada kondisi tanah gambut mengering maka kemasaman tanah juga berpotensi meningkat dan diikuti dengan akumulasi konsentrasi asam organik, asam fenolat, serta asam amino bebas dalam gambut yang bersifat meracuni tanaman (Goh *et al.*, 2016). Peningkatan konsentrasi asam-asam fenolik yang bersifat meracun tersebut akan mengganggu perkembangan akar tanaman (Peacock *et al.*, 2015). Diketahui bahwa gambut tropika yang berasal dari bahan kayu-kayuan, memiliki kandungan lignin yang tinggi dan berpotensi menghasilkan asam-asam fenolik yang tinggi.

Lebih lanjut dilaporkan bahwa kejadian LFD yang berat menyebabkan pertumbuhan tanaman terganggu, dimana perkembangan akar tanaman menurun hingga lebih dari 60% (Hartatik *et al.*, 2011; Winarna *et al.*, 2019), serta terjadi penurunan produktivitas (Fairhurst dan Hardter, 2003; Winarna *et al.*, 2019). Gambar 4 menunjukkan kondisi pertumbuhan tanaman yang mengalami LFD berat, dimana beberapa tingkat pelepah bagian bawah mengering.

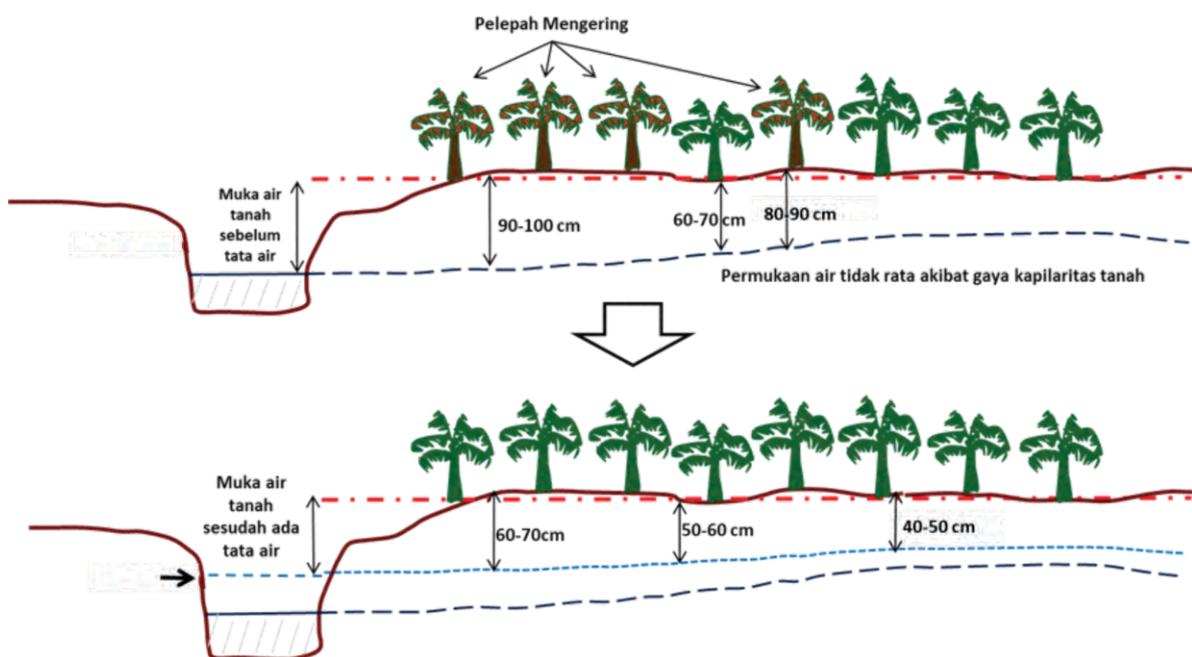


Gambar 4. Kondisi tanaman mengalami LFD berat (kiri) dan kondisi saluran yang mengering dengan kedalaman muka air tanah >80 cm (kanan)

Figure 4. Oil Palm condition with severe LFD (left) and dried canal with >80 cm ground water table (right)

Gambar 4 juga menunjukkan kondisi saluran sekunder pada blok tanaman LFD mengering dengan kedalaman muka air tanah >80 cm. Pada kondisi tanah gambut yang mengalami kekeringan cukup parah menyebabkan terjadinya LFD yang tergolong berat (Winarna *et al.*, 2019) dengan jumlah pelepah mengering lebih dari 10 pelepah kering/pohon. Potensi kejadian LFD akan selalu berulang pada saat terjadi bulan kering dan akan berangsur pulih pada saat mulai memasuki musim hujan. Antisipasi yang dapat dilakukan adalah dengan menjaga muka air

tanah di saluran dan mempertahankannya selama mungkin pada saat terjadi bulan kering. Muka air tanah pada blok tanaman sebaiknya dijaga pada kisaran 40 - 60 cm dari permukaan tanah gambut. Pengelolaan muka air tanah umumnya dilakukan dengan pembuatan sekat-sekat air pada saluran untuk menghambat laju aliran air pada saluran (*canal blocking*). Gambar 5 merupakan ilustrasi pengelolaan muka air tanah dengan performa pertumbuhan tanaman dan kejadian LFD.



Gambar 5. Ilustrasi pertumbuhan tanaman dan kejadian LFD kaitannya dengan pengelolaan muka air tanah
 Figure 5. Illustration of oil palm growth and LFD incident in related to ground water table management

Kondisi Hara Tanah Gambut

Tanah gambut dengan tingkat kelembaban tanah yang berbeda akan mengalami perubahan sifat-sifat tanah, termasuk sifat kimia tanahnya (Macrae *et al.*, 2012; Lisnawati dan Siregar, 2019; Wawan *et al.*, 2019). Tabel 1 menunjukkan hasil analisis sifat kimia tanah gambut yang tergolong basah dan kering. Kondisi tanah gambut yang mengering berdampak terhadap penurunan pH, kapasitas tukar kation tanah (KTK), konsentrasi gugus COOH dan OH, serta penurunan ketersediaan hara dalam tanah. Penurunan ketersediaan hara dalam tanah saat

kondisi gambut mengering disebabkan karena terjadi penurunan kemampuan tanah gambut untuk mengikat hara dan air. Hal ini ditunjukkan adanya penurunan KTK dan gugus-gugus COOH dan OH yang berperan dalam pengikatan air dan hara dalam tanah gambut (Winarna *et al.*, 2016b). Hashim *et al.* (2019) melaporkan bahwa ketersediaan hara tanah gambut (N, P, K, Ca, Mg, Cu, dan Zn) untuk tanaman menurun pada saat tanah gambut mengering. Pada kondisi tanah gambut mengering, dimana terjadi penurunan kemampuan retensi hara gambut akan menyebabkan hara dalam tanah mudah tercuci.

Tabel 1. Sifat-sifat kimia tanah gambut saat kondisi basah dan kering
Table 1. Peat soil chemical properties on wet and dried condition

Parameter	Satuan	Gambut lembab	Gambut kering
pH		3,95	3,71
N	(%)	2,25	1,96
P	Ppm	404,3	231,41
K	(cmol+)/kg	12,16	7,39
Ca	(cmol+)/kg	2,83	1,46
Mg	(cmol+)/kg	22,67	13,29
Cu	ppm	0,26	0,06
KTK	(cmol+)/kg	241,34	94,42
Gugus COOH	(cmol+)/kg	2,44	1,97
Gugus OH	(cmol+)/kg	11,59	9,82

Serapan Hara Daun

Penurunan perkembangan akar tanaman karena cekaman kekeringan berdampak terhadap terhambatnya serapan hara oleh tanaman. Apabila serapan hara-hara makro terganggu akan memperburuk terjadinya LFD dimana pelepah-pelepah tua mengering akibat adanya translokasi hara-hara makro tersebut ke pelepah yang lebih muda. Tabel 2 menunjukkan serapan hara daun ke-17 dari blok pengamatan tanaman normal dan blok

tanaman yang mengalami LFD, dimana serapan hara makro (N, P, K, Ca, Mg) dan mikro (B, Cu, Zn, Fe) dari kedua blok pengamatan tersebut berbeda nyata. Hasil analisis *independent t-test* menunjukkan bahwa seluruh serapan hara makro dan mikro berbeda nyata ($p < 0.05$) antara blok tanaman normal dengan blok tanaman kering pelepah. Serapan hara tanaman yang mengalami LFD berat menurun dengan kisaran penurunan sebesar 25 – 41% untuk hara makro dan berkisar 22 – 53% untuk serapan hara mikro.

Tabel 2. Serapan hara daun pelepah ke-17 pada blok pengamatan
Table 2. Leaf nutrients absorption of 17th midrib on study site

Unsur Hara	Serapan Hara Daun Pelepah 17 (g/pelepah)	
	Tanaman Normal	Tanaman Kering Pelepah
N	51.11 ± 6.17 ^a	31.53 ± 6.17 ^b
P	3.29 ± 0.38 ^a	2.09 ± 0.41 ^b
K	15.91 ± 1.81 ^a	11.17 ± 2.00 ^b
Ca	12.79 ± 2.91 ^a	6.77 ± 1.88 ^b
Mg	6.26 ± 0.71 ^a	4.44 ± 0.79 ^b
B	0.04 ± 0.01 ^a	0.02 ± 0.004 ^b
Cu	0.004 ± 0.001 ^a	0.003 ± 0.001 ^b
Zn	0.021 ± 0.005 ^a	0.015 ± 0.006 ^b
Fe	0.117 ± 0.022 ^a	0.050 ± 0.010 ^b

Penurunan serapan hara pada tanaman yang mengalami LFD selain karena masalah cekaman kekeringan tanah gambut dan penurunan retensi hara, juga disebabkan oleh terhambatnya pertumbuhan akar tanaman (Hartatik *et al.*, 2011). Pada kondisi serapan hara yang terganggu, menyebabkan potensi osmotik dan proses fotosintesis tanaman menurun (karena berkurangnya pelepah normal yang aktif) sehingga menghambat pertumbuhan tanaman, meningkatkan aborsi bunga serta terjadi penurunan produksi (Corley and Tinker, 2016; Goh *et al.*, 2016). Oleh karena itu, selain penerapan tata air juga perlu diperhatikan waktu pemupukan yang tepat yaitu ketika kelembaban tanah cukup agar translokasi hara dan air oleh tanaman berjalan dengan baik dan kebutuhan tanaman tercukupi. Tanah gambut pada umumnya memiliki kandungan hara N yang tinggi dari proses dekomposisi bahan organik, namun miskin hara P, K, Mg, Cu, dan Zn (Tayeb, 2005). Kemampuan tanah gambut untuk meretensi hara P cenderung rendah sehingga peningkatan kation basa melalui aplikasi pupuk Ca dan Mg serta perbaikan tata air akan mampu meningkatkan retensi P dalam tanah dan meningkatkan serapan P tanaman (Hashim *et al.*, 2019).

Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kelapa Sawit

Berdasarkan hasil *independent t-test* diketahui bahwa ketiga parameter vegetatif pada blok tanaman normal lebih tinggi dan berbeda secara

signifikan ($p < 0.05$) dengan blok LFD. Lebih lanjut, Tabel 3 menyajikan hasil pengukuran parameter vegetatif tanaman yang menunjukkan bahwa nilai *Leaf Area Index* (LAI) pada tanaman yang mengalami LFD lebih rendah 14,4% dibandingkan blok tanaman normal dengan nilai LAI berturut-turut 3,20 dan 3,74. Begitu juga dengan parameter lain seperti PCS (*petiole cross-section*) dan biomassa kering, dimana nilainya lebih rendah pada blok dengan tanaman LFD dibandingkan dengan tanaman normal. Performa pertumbuhan tanaman dapat terlihat dari indikasi parameter vegetatif tanaman (LAI, PCS, biomassa pelepah ke-17). Parameter ini banyak dilaporkan memiliki korelasi positif dengan produksi tanaman kelapa sawit (Fairhurst dan Hardter, 2003).

Performa pertumbuhan tanaman yang lebih rendah pada blok tanaman LFD dipastikan karena faktor lingkungan berupa cekaman air dari tanah gambut yang mengering (Corley dan Tinker, 2016) akibat penurunan muka air tanah saat terjadi bulan kering. Air tanah merupakan komponen penting bagi tanaman karena mempengaruhi transportasi hara, proses asimilasi, dan siklus fisiologis dalam jaringan (Fairhurst dan Hardter, 2003).

Tabel 4 menunjukkan produksi tandan buah segar (TBS) dalam ton/ha/bulan, jumlah tandan/pohon, dan rerata berat tandan (kg/tandan) pada blok tanaman normal dan blok tanaman yang mengalami LFD. Secara keseluruhan, blok tanaman kering pelepah memiliki nilai yang lebih rendah serta berbeda nyata ($p < 0.05$) dengan blok tanaman normal.

Tabel 3. Parameter vegetatif tanaman kelapa sawit pada blok pengamatan
Table 3. Vegetative parameter of oil palm on study site

Parameter Vegetatif	Tanaman normal	Tanaman kering pelepah
LAI	3.77 ± 0.75 ^a	3.23 ± 0.63 ^b
PCS (m ²)	15.24 ± 2.61 ^a	13.46 ± 2.78 ^b
Biomassa Kering Daun Pelepah ke-17	1.75 ± 0.27 ^a	1.47 ± 0.26 ^b

Keterangan: rerata pada baris yang sama dan diikuti huruf yang berbeda menunjukkan hasil berbeda nyata sesuai dengan *independent t-test* pada $\alpha = 0.05$

Note: means in the same row and followed with different letters are significantly different according to *independent t-test* at $\alpha = 0.05$

Tabel 4. Produksi tanaman kelapa sawit normal dan pelepah bawah mengering
Table 4. Production on normal and frond desiccation oil palm

Bulan	Jumlah Tandan/Pohon		Rerata Berat Tandan (kg/tandan)		Produksi TBS (ton/ha/bulan)	
	Tanaman normal	Tanaman kering pelepah	Tanaman normal	Tanaman kering pelepah	Tanaman normal	Tanaman kering pelepah
Januari	1.6 ^a	0.9 ^b	6.7 ^a	7.7 ^b	1.6 ^a	1.0 ^b
Februari	1.6 ^a	1.2 ^b	6.5 ^a	7.5 ^b	1.5 ^a	1.3 ^b
Maret	1.9 ^a	1.3 ^b	7.1 ^a	6.9 ^b	1.9 ^a	1.3 ^b
April	1.6 ^a	1.0 ^b	6.7 ^a	7.8 ^b	1.5 ^a	1.1 ^b
Mei	1.9 ^a	1.0 ^b	8.2 ^a	7.9 ^b	2.1 ^a	1.0 ^b
Juni	1.8 ^a	1.1 ^b	6.9 ^a	6.8 ^b	1.7 ^a	1.0 ^b
Juli	2.1 ^a	1.6 ^b	6.6 ^a	7.2 ^b	2.0 ^a	1.6 ^b
Agustus	2.1 ^a	1.8 ^b	6.7 ^a	7.1 ^b	2.0 ^a	1.9 ^b
September	2.0 ^a	1.9 ^b	7.2 ^a	6.9 ^b	2.0 ^a	1.9 ^b
Oktober	1.9 ^a	1.3 ^b	6.6 ^a	7.0 ^b	1.7 ^a	1.3 ^b
November	1.8 ^a	1.3 ^b	7.0 ^a	7.0 ^b	1.8 ^a	1.3 ^b
Desember	1.8 ^a	1.2 ^b	7.6 ^a	7.7 ^b	1.9 ^a	1.3 ^b
Total Setahun	22.0	15.6	7.0	7.3	21.9	16.1

Keterangan: rerata pada baris yang sama dan diikuti huruf yang berbeda menunjukkan hasil berbeda nyata sesuai dengan independent t-test pada $\alpha = 0.05$

Note: means in the same row and followed with different letters are significantly different according to independent t-test at $\alpha = 0.05$

Kejadian LFD berat pada tanaman kelapa sawit nyata menurunkan produksi hingga 27% selama setahun, yang disebabkan karena adanya penurunan jumlah tandan hingga hampir 30% dalam setahun. Penurunan jumlah tandan tersebut diakibatkan oleh adanya cekaman kekeringan gambut, yang mana berpengaruh terhadap peningkatan aborsi bunga, gagal tandan, peningkatan pembentukan bunga jantan dan penurunan pembentukan bunga betina. Goh *et al.* (2016) melaporkan bahwa kurang optimalnya fungsi pelepah bawah yang telah mengering akan berdampak pada gagalnya pembungaan dan pembuahan, sehingga jumlah TBS yang dihasilkan akan menurun. Selain itu, berkurangnya asimilat yang didapatkan dari proses fotosintesis pada blok

yang mengalami LFD juga mempengaruhi ketersediaan energi untuk proses pematangan buah (Corley and Tinker, 2016).

Potensi Perkembangan Penyakit Hawar Daun

Kondisi pertumbuhan tanaman kelapa sawit pada tanah gambut yang mengalami cekaman kekeringan menyebabkan terjadinya LFD sebagaimana diuraikan sebelumnya tentunya akan berdampak terhadap penurunan ketahanan tanaman terhadap infeksi pathogen. Berdasarkan observasi lapangan di kebun wilayah Sumatera Utara oleh Winarna *et al.* (2019), kondisi LFD yang semakin berat akan berpotensi terjadinya infeksi pathogen penyakit hawar daun (Gambar 6).



Gambar 6. Penyakit hawar daun di lapangan yang menyerang daun, pelepah dan batang kelapa sawit
Figure 6. Blight disease observed in field which infected leaf, trunk, and oil palm midrib

Pathogen yang menyebabkan penyakit ini adalah 3 jenis jamur yaitu *Melanconium elaidicola*, *Pestalotiopsis palmarum*, dan *Collectotrichum gloeoporioides*. Ketiga pathogen tersebut sebenarnya merupakan pathogen lemah, karena pada kondisi tanaman kelapa sawit tumbuh sehat maka jarang terjadi infeksi oleh pathogen tersebut. Namun jika tanaman melemah maka akan terjadi infeksi pathogen tersebut. Hal ini sesuai konsep segitiga penyakit dimana serangan pathogen akan meluas apabila lingkungan mendukung dan tanaman inang rentan (kurang jagur). Namun demikian, perlu identifikasi lebih lanjut sejauh mana penyakit hawar daun berkontribusi terhadap kejadian pelepah bawah mengering di lapangan.

KESIMPULAN DAN SARAN

LFD pada tanaman kelapa sawit berpotensi besar terjadi pada bulan kering dimana fluktuasi muka air gambut cukup besar berlangsung dan memicu penurunan kadar air dan ketersediaan hara pada daerah perakaran, gangguan perkembangan akar, serta terhambatnya serapan dan translokasi hara dan

air ke tanaman. Kejadian LFD dapat berangsur pulih dengan penerapan sistem pengelolaan air (*water management*) yang efektif, sehingga pengelola kebun disarankan untuk menggunakan sekat air, melakukan monitoring kontinyu dan terkontrol melalui pengelolaan muka air tanah pada kisaran kedalaman 40-60 cm pada blok tanaman.

Diperlukan kajian lebih lanjut mengenai faktor lain yang dapat memicu kejadian pelepah bawah mengering pada perkebunan kelapa sawit seperti keseimbangan hara daun, potensi akumulasi asam-asam fenolik beracun, dan pengaruh infeksi *pathogen* penyakit hawar daun.

DAFTAR PUSTAKA

- Berglund, O. and K. Berglund. 2011. Influence of water table level and soil properties on emissions of greenhouse gases from cultivated peat soil. *Soil Biol. & Biochem.* 43(5): 923-931.
- Corley, R.H.V., and P.B. Tinker. 2016. *The Oil Palm*, Fifth edition. Wiley Blackwell Publishing, 639 p.
- Eviati, dan Sulaiman. 2009. *Petunjuk Teknis Analisis*

- Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk. Balai Penelitian Tanah. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Kementerian Pertanian. 234 halaman.
- Fairhurst, T. and R. Hardter. 2003. Oil Palm: Management for Large and Sustainable Yields. Potash and Phosphate Institute, Singapore.. Doi : 10.5194/gmd-7-1247-2014.
- Goh, K.J., T.N. Mahamooth, H.C. Patrick Ng, C.B. Teo, and Y.A. Liew. 2016. Managing Soil Environment And Its Major Impact On Oil Palm Nutrition And Productivity In Malaysia. <http://www.oneoilpalm.com/wp-content/uploads/2016/11/Topic-2-Dr-Liew.pdf>
- Hartatik, W., I GM. Subiksa, dan Ai Dariah. 2011. Sifat Kimia dan Fisika Tanah Gambut. Diakses dari: <http://balittanah.litbang.pertanian.go.id/ind/dokumentasi/lainnya/wiwik%20hartatik.pdf>
- Hartatik, W. 2009. *Pemanfaatan Fosfat Alam pada Lahan Gambut*. Dalam Buku Fosfat Alam: Pemanfaatan Pupuk Alam sebagai Sumber Pupuk P. Balai Penelitian Tanah. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian.
- Hashim, S.A., C.B.S. Teh, and O.H. Ahmed. 2019. Influence of Water Table Depths, Nutrients Leaching Losses, Subsidence of Tropical Peat Soil and Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) Seedling Growth. *Malaysian Journal of Soil Science*. 23: 13-30.
- Hasnol, O., A.T. Mohammed, F.M. Darus, M.H. Harun, and M.P. Zambri. 2011. Best management practices for oil palm cultivation on peat: ground water table maintenance in relation to peat subsidence and estimation of CO₂ emissions at Sessang, Sarawak. *Journal of Oil Palm Research*. 23: 1078-1086.
- Kurnain, A. 2008. Potensi Air Tersedia Tanah Gambut Tropika Bagi Kebutuhan Tanaman. *Kalimantan Scientiae*. 71(2): 39-46.
- Lim, K.H., S.S. Lim, F. Parish, and R. Suharto. 2012. RSPO Manual on Best Management Practices (BMPs) for Existing Oil Palm Cultivation on Peat. RSPO, Kuala Lumpur.
- Lisnawati, Y., and C.A. Siregar. 2019. Vertical distribution of Macro nutrient on drained peat for *Acacia crassicarpa* plantations. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 394 012039. 1-11.
- Macrae, M.L., K.J. Devito., dan M. Strack. 2013. Effect of water table drawdown on peatland nutrient dynamics: implications for climate change. *Biogeochemistry*. 112: 661-676.
- Md Noor, M.R., M.H. Harun, and N.M. Jantan. 2011. Physiological plant stress and responses in oil palm. *Oil palm bulletin* 62. 26-82.
- Melling L, and R. Hatono. 2010. Sustainable utilization of tropical peatland for oil palm plantation. Proceedings of Palangkaraya International Symposium and Workshop on Tropical Peatland Management, Palangkaraya, Indonesia, 10-11 Juni 2010, "The Proper Use of Tropical Peatland".
- Peacock, M., T.G. Jones, B. Airey, A. Johncock, C.D. Evans, I. Lebron, N. Fenner, and C. Freeman. 2015. The Effect Of Peatland Drainage And Rewetting (Ditch Blocking) On Extracellular Enzyme Activities And Water chemistry. *Soil Use and Management*. 31(1): 67-76.
- Radjagukguk, B. 1995. Peat soils of Indonesia: Location, Classification and Problems for Sustainability. Dalam Riley, J.O. and S.E. Page (eds.). *Biodiversity and Sustainability of Tropical Peatlands*, p 45 - 54.
- Radjagukguk, B, A. Sajarwan, A. Kurnain, dan R.E. Kusuma. 2000. *Panduan Analisis Laboratorium Untuk Gambut*. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Tayeb, M.D. 2005. *Technologies for Planting Oil Palm on Peat* (1st ed.) Malaysian Palm Oil Board, Kuala Lumpur, 84p.
- Tropenbos International Indonesia. 2012. *Kajian Penggunaan Lahan Gambut di Indonesia*. Disampaikan pada seminar "Lahan Gambut: Masalah atau Mudharat". Forum Wartawan Pertanian. Jakarta, 15 Maret 2012.
- Wawan W., E. Ariani, dan H.R. Lubis. 2019. Sifat Kimia Tanah dan Produktivitas Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) pada Tinggi Muka Air Tanah yang Berbeda di Lahan Gambut. *Jurnal Agroteknologi*. 9(2):27-34.
- Winarna, K. Murti Laksono, S. Sabiham, A. Sutandi, and



- E.S. Sutarta. 2015. Effect of Ground Water Level and Steel Slag Application on Soil Moisture Variability and Actual Hydrophobicity of Peat Soil in Oil Palm Plantation. *Journal of Agronomy*, 14(1): 15-22.
- Winarna, dan H. Santoso. 2015. Penerapan Tata Air Terkini di Perkebunan Kelapa Sawit pada Lahan Gambut: Peningkatan Produktivitas dan Kelestarian Gambut. Prosiding Pertemuan Teknis Kelapa Sawit (PTKS), The Alana Hotel & Convention Center, Yogyakarta, 19-20 Mei 2015, "Aplikasi Teknologi Terkini pada Industri Kelapa Sawit".
- Winarna, I. Pradiko, M. Syarovy, dan F. Hidayat. 2016a. Perbaikan Sifat-Sifat dan Pencegahan Hidrofobisitas Tanah Gambut di Perkebunan Kelapa Sawit Melalui Aplikasi Terak Baja. *J. Pen. Kelapa Sawit*. 24(1): 39-46.
- Winarna, K. Murtiaksono, S. Sabiham, A. Sutandi, and E.S. Sutarta. 2016b. Hydrophobicity of tropical peat from an oil palm plantation in North Sumatra. *Journal of Agronomy*. 15(3): 114-121.
- Winarna, M.A. Yusuf, S. Rahutomo, dan E.S. Sutarta. 2017. Dampak Muka Air Tanah dan Amelioran Terhadap Kelembaban Tanah, Emisi CO₂ dan Produksi Kelapa Sawit Pada Tanah Gambut. *J. Pen. Kelapa Sawit*. 25(3): 147-160.
- Winarna, R. Farrasati, dan A. Susanto. 2019. Laporan evaluasi kejadian low frond desiccation (LFD) di kebun Negeri Lama Grup. Intern Pusat Penelitian Kelapa Sawit.
- Wosten, J.H.M., A.B. Ismail, and A.L.M. van Wijk. 1997. Peat Subsidence And Its Practical Implications: A Case Study In Malaysia. *Geoderma*. 78(1): 25-36.