

## KESUBURAN TANAH DAN LAJU FOTOSINTESIS TANAMAN KELAPA SAWIT YANG MENUNJUKKAN GEJALA *WHITE STRIPE* PADA LAHAN GAMBUT DI LABUHAN BATU

### *SOIL FERTILITY AND PHOTOSYTHESIS RATE OF OIL PALM SHOWING WHITE STRIPE SYMPTOMS IN PEAT LAND IN LABUHAN BATU*

Edy Sigit Sutarta dan Muhdan Syarovy

**Abstrak** *White stripe* merupakan hilangnya pigmen hijau dengan bentuk memanjang pada bagian sisi kiri dan kanan dekat lidi pada anak daun. *White stripe* sering dikaitkan dengan ketidakseimbangan rasio hara N/K pada tanaman kelapa sawit. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kesuburan tanah, pertumbuhan tanaman, dan laju fotosintesis tanaman kelapa sawit yang menunjukkan gejala *white stripe* pada lahan gambut *Fluvaquentic Haplosaprists* di Labuhan Batu. Penelitian ini dilakukan dengan cara mengamati ekofisiologi dari 3 kondisi tanaman yang terdiri dari: a) tanaman sehat tanpa gejala *white stripe* maupun gejala defisiensi Boron, b) tanaman dengan gejala *white stripe*, dan c) tanaman dengan gejala defisiensi Boron. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanah pada areal percobaan memiliki status kesuburan yang cukup baik. Kesuburan tanah dari 3 kondisi tanaman hampir tidak berbeda kecuali kadar hara tersedia, dimana tanaman dengan gejala *white stripe* memiliki rerata P tersedia, serta K, Ca, Na, dan Mg dapat ditukar yang lebih rendah dibanding tanaman sehat maupun tanaman yang menunjukkan gejala defisiensi Boron. Tanaman dengan gejala *white stripe* memiliki rasio N/K daun yang rendah (2,19), dan tidak menunjukkan kaitan dengan terjadinya defisiensi Boron, dengan indeks luas daun (ILD) yang tidak berbeda nyata dibanding perlakuan lainnya. Kandungan klorofil yang rendah pada daun tanaman dengan gejala *white stripe* maupun defisiensi Boron mengakibatkan rendahnya laju fotosintesis dan ILD. Jika gejala *white stripe* maupun defisiensi Boron ini

tidak segera diatasi, maka hal ini akan berakibat menurunnya pertumbuhan dan produktivitas tanaman kelapa sawit.

**Kata kunci:** *fluvaquentic haplosaprists*, *white stripe*, rasio N/K, defisiensi boron, laju Fotosintesis

**Abstract** *White stripe* is the loss of green pigment with elongated shape on left and right side of the mid-rib. *White stripe* is often associated with an imbalance in the N/K nutrient ratio in oil palm. This study aims to determine soil fertility, growth, and photosynthesis rate of oil palm that expressing *white stripe* symptoms on *Fluvaquentic Haplosaprists* in Labuhan Batu, North Sumatra. This research was conducted by observing the ecophysiology of 3 plant conditions consisting of a) healthy oil palms, b) oil palms expressing *white stripe* symptoms, and c) oil palms expressing Boron deficiency symptoms. The results showed that peat soil at the research site has good fertility status. Soil fertility of all treatments are similar except its available nutrients, where the oil palms expressing *white stripe* symptoms have average P available, K, Ca, Na, and Mg exchanged lower than healthy oil palms as well as oil palms expressing Boron deficiency symptoms. Oil palms expressing *white stripe* symptoms have low leaf N/K ratio (2.19), and have no relation with Boron deficiency, with insignificant leaf area indeks (LAI) compared to other treatments. Low chlorophyll content of oil palms expressing *white stripe* and Boron deficiency symptoms have affected to low rate of photosynthetic rate and, If not corrected immediately, *white stripe* and also boron deficiency will affect to oil palm growth and productivity.

**Keywords:** *fluvaquentic haplosaprists*, *white stripe*, N / K ratio, boron deficiency, photosynthesis rate

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

Edy Sigit Sutarta (✉)  
Pusat Penelitian Kelapa Sawit  
Jl. Brigjen Katamso No. 51 Medan, Indonesia  
Email: edy\_sigit@yahoo.com

## PENDAHULUAN

*White stripe* merupakan gejala memutih atau hilangnya pigmen hijau daun dengan bentuk memanjang pada anak daun, biasanya pada kiri dan kanan lidi. Gejala klorosis pada *white stripe* ini merupakan akibat tidak berkembangnya *palisade mesophyll cells* yang umumnya kaya akan kloroplas, yang terlihat jelas pada daun muda (Rajaratnam, 1972). Gejala ini biasanya muncul pada tanaman belum menghasilkan ataupun tanaman muda yang mulai menghasilkan. Pada kondisi yang serius, gejala memutih ini semakin lebar dan terjadi pada beberapa pelepah muda. Beberapa peneliti mengkaitkan munculnya *white stripe* dengan ketidak-seimbangan rasio N/K ataupun kekurangan Boron serta dipengaruhi oleh kondisi kimia dan biofisik tanah (Rajaratnam, 1972; Uexkull dan Fairhurst, 1999; Broschat, 2007).

Mengingat bahwa tanaman kelapa sawit memerlukan hara dalam jumlah yang cukup dan seimbang, sehingga ketidak-seimbangan hara seperti yang ditunjukkan pada gejala *white stripe* diperkirakan akan mempengaruhi pertumbuhan maupun capaian produksi tanaman. Namun demikian penelitian terkait *white stripe* pada tanaman kelapa sawit jarang dilakukan, utamanya menyangkut kondisi tanah dan hara tanaman yang menjadi penyebab munculnya gejala ini, serta pengaruhnya terhadap laju fotosintesis. Tulisan yang membahas *white stripe* secara lengkap disampaikan oleh Rajaratnam pada tahun 1971 (Rajaratnam, 1972), namun kajian tersebut tidak berhasil membuktikan hipotesis yang menyebutkan bahwa gejala *white stripe* terjadi pada saat rasio N/K daun melebihi 2,5. Kemudian pada tahun 1998 - 2001, Tohiruddin *et al.* (2002) melakukan penelitian pemupukan pada lima lokasi untuk mengetahui penyebab *white stripe* dan pengaruhnya terhadap produksi tanaman muda pada tanah mineral di Sumatera Utara dan Sumatera Selatan.

Munculnya gejala *white stripe* tidak hanya terjadi pada tanaman kelapa sawit pada tanah mineral, namun juga banyak dijumpai pada tanah gambut. Dengan luas gambut di Indonesia yang menurut hasil survei Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian (BBSDLP) mencapai 14,9 juta ha (Ritung *et al.*, 2011), tentunya sangat potensial untuk berbagai tanaman pangan dan perkebunan jika dapat dikelola berdasar kemampuan lahannya mengingat gambut

umumnya memiliki kesuburan yang rendah dan biofisik lahan yang rapuh (Noor *et al.*, 2014). Di antara luas lahan gambut tersebut, diperkirakan sekitar 2,43 juta ha digunakan untuk perkebunan kelapa sawit di Kalimantan dan Sumatera (Gunarso *et al.*, 2013).

Mengingat kesuburan lahan gambut yang sangat beragam, tanaman kelapa sawit banyak menunjukkan gejala defisiensi hara makro maupun mikro sehingga pemupukan hara mikro menjadi keharusan untuk mendukung pertumbuhan tanaman di lahan gambut. Gejala *white stripe* merupakan salah satu yang umum dijumpai pada tanaman kelapa sawit di lahan gambut, terutama pada tanaman belum menghasilkan maupun tanaman muda. Tanaman dengan gejala *white stripe* ringan hingga berat dijumpai pada tanaman kelapa sawit di Labuhan Batu, Sumatera Utara walaupun pekebun telah memberikan pupuk yang memadai. Oleh sebab itu penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran kesuburan tanah gambut, laju fotosintesis dan pertumbuhan tanaman yang menunjukkan gejala *white stripe*.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan pada tanaman tahun tanam 2015 pada lahan gambut di Kebun PT Asam Jawa, pada bulan Maret 2018. Pada areal ini selain adanya tanaman yang menunjukkan gejala *white stripe*, beberapa tanaman secara tersebar juga menunjukkan gejala defisiensi Boron. Penelitian ini dilakukan dengan cara mengamati ekofisiologi dari 3 kondisi tanaman yang terdiri dari: a) tanaman sehat tanpa gejala *white stripe* maupun gejala defisiensi Boron, b) tanaman dengan gejala *white stripe*, dan c) tanaman dengan gejala defisiensi Boron. Masing-masing kondisi tanaman tersebut terdiri dari 5 pohon pengamatan dan diulang sebanyak 3 kali. Seluruh pohon pengamatan terletak dalam satu blok dan diamati secara individu. Secara umum pohon pengamatan untuk tanaman dengan gejala *white stripe* rata-rata memiliki 10,64% anak daun yang mengalami *white stripe*, sedangkan pada tanaman dengan gejala defisiensi Boron memiliki 16,18% pelepah yang menunjukkan gejala defisiensi B. Kondisi visual tanaman dengan gejala *white stripe* dan tanaman dengan gejala defisiensi Boron dapat dilihat di Gambar 1.

Kandungan hara tanah diamati dengan cara mengambil contoh tanah sebanyak 1 kg pada kedalaman 0 – 30 cm di piringan pohon pada 3 kondisi

tanaman yang berbeda dan diulang sebanyak 3 kali. Pada setiap kondisi tanaman terdapat 5 sampel tanah yang dikomposit menjadi satu sampel. Contoh tanah kemudian dianalisis pH-H<sub>2</sub>O, C organik, N-total, kation tersedia (P, K, Ca Mg), dan kandungan hara mikro (Cu, Zn, Fe, B) di laboratorium. Selain itu, pengamatan vegetatif juga dilakukan pada pelepah ke-17 di seluruh pohon pengamatan.

Variabel pengamatan vegetatif yang dilakukan adalah jumlah pelepah, lebar dan tebal petiolar, panjang rachis, lebar dan panjang serta jumlah anak daun. Berdasarkan variabel pengamatan vegetatif tersebut nantinya akan dihitung estimasi berat kering pelepah, luas daun dan indeks luas daun. Perhitungan estimasi berat kering daun (W), luas daun (A), dan indeks luas daun (L) mengikuti formula Corley dan Tinker (2016) yaitu sebagai berikut :

$$W = 0,102.P + 0,21 \dots\dots\dots(1)$$

Dimana :

W = berat kering daun (kg)

P = lebar x tebal petiole (cm<sup>2</sup>)

$$A = b (n.lw) \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

A = luas daun (m<sup>2</sup>)

b = faktor koreksi (umur 1-2 thn =0,512; umur 4-7 thn = 0,529, diatas 8 thn = 0,573)

n = jumlah seluruh anak daun pada sampel

lw = rerata panjang x lebar 6 anak daun yang diambil dari pelepah bagian tengah.

$$L = \frac{A.NL.NT}{LA} \dots\dots\dots(3)$$

dimana:

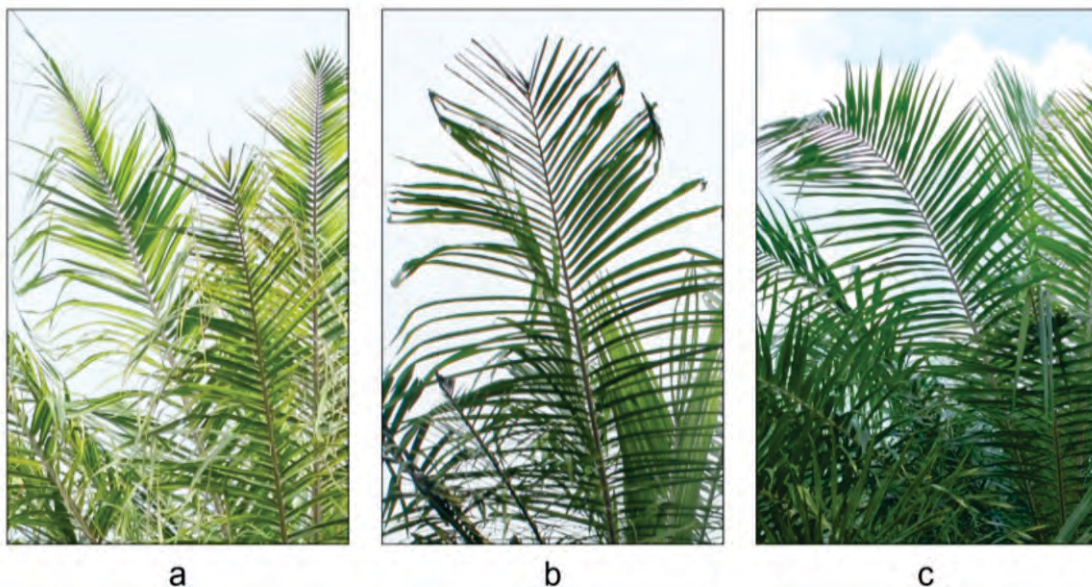
L = Indeks luas daun

A = luas daun (m<sup>2</sup>)

NL = jumlah pelepah

NT = jumlah pohon

LA = luas lahan (m<sup>2</sup>)



Gambar 1. Tanaman kelapa sawit dengan gejala white stripe (a); gejala z-shape (b); tanaman sehat (c)

Figure 1 Oil palm expressing white stripe symptoms, (a); z-shape symptoms in Boron deficiency(b); healthy oil palm (c).

Sampel daun yang diambil merupakan 6 sampel anak daun yang sebelumnya digunakan untuk

mengukur panjang dan lebar anak daun. Sampel anak daun ini kemudian diambil pada 3 kondisi tanaman

yang berbeda dan diulang sebanyak 3 kali. Pada setiap kondisi tanaman terdapat 5 sampel daun yang dikomposit menjadi satu sampel. Sampel daun kemudian dibersihkan dan dikeringkan menggunakan oven pada temperatur 60°C selama 12 jam agar tidak berjamur sebelum dibawa ke laboratorium untuk dianalisis kandungan haranya. Analisis kandungan hara daun dilakukan terhadap hara makro (N, P, K, Ca, Mg) maupun hara mikro (Cu, Fe, Zn, B).

Pengamatan jumlah klorofil juga dilakukan dengan menggunakan klorofil meter SPAD 502-Konica Minolta pada anak daun sampel pengamatan vegetatif. Nilai aktual klorofil dihitung mengikuti formula Hamzah (2001), yaitu : Total kandungan klorofil =  $0,0092 X + 0,0858$ , dimana  $X = \text{Nilai dari klorofil meter}$ .

Pengamatan fotosintesis dilakukan pada 1 pohon untuk setiap kondisi tanaman. Pelepah yang diamati adalah pelepah ke-17 dan ke-9 menggunakan alat LICOR Li-6400 pada pukul 08.00 – 13.00 WIB. Respon tersebut diukur dengan membuat model simulasi respon laju fotosintesis terhadap berbagai *photosynthetically active radiation* (PAR). Nilai PAR yang digunakan adalah  $0 - 2.000 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$  dimana setiap kelipatan PAR  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , alat secara otomatis mencatat nilai laju fotosintesis. Untuk mendapatkan satu set simulasi antara laju fotosintesis dan PAR, diperlukan waktu 30-40 menit. Simulasi ini diulang sebanyak 6 kali sehingga data-data yang diperoleh merupakan cerminan laju fotosintesis kelapa sawit pada setiap kondisi PAR yang berbeda.

Data yang diperoleh dianalisis sidik ragam menggunakan bantuan perangkat lunak SPSS 17. Jika terdapat signifikansi data maka dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan (*Duncan's Multiple Range Test*) pada taraf nyata 95% untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kesuburan tanah

Secara umum kondisi areal penelitian menunjukkan kesuburan tanah yang cukup baik, kecuali pH tanah yang tergolong rendah (masam). Berdasarkan analisis statistik, seluruh parameter kesuburan tanah memiliki nilai yang tidak berbeda nyata kecuali kadar hara P tersedia dimana kondisi tanaman dengan gejala *white stripe* memiliki kadar

hara P tersedia lebih rendah dan berbeda nyata dibanding dengan kondisi tanaman lainnya.

KTK tanah tergolong tinggi, berkisar 82,08 – 111,5 m.e/100 g, sementara kadar C, N, dan kation tersedia termasuk agak tinggi hingga tinggi (Tabel 1). KTK tanah gambut tergolong sangat tinggi, dengan persentase kejenuhan basa tergolong agak rendah. Tanaman dengan gejala *white stripe* juga memiliki kadar hara K, Ca, Na, dan Mg dapat ditukar yang lebih rendah dibanding tanaman sehat maupun tanaman yang menunjukkan gejala defisiensi Boron.

Demikian juga kadar hara mikro Cu dan B pada tanaman dengan gejala *white stripe* juga paling rendah, sedangkan kandungan Al-dd pada tanah dengan gejala *white stripe* justru paling tinggi, mencapai 0,71 me/100 g tanah. Sementara itu, tanah pada tanaman yang menunjukkan gejala defisiensi Boron memiliki kesuburan yang hampir tidak berbeda dibanding tanaman sehat maupun tanaman dengan gejala *white stripe*, kecuali kandungan Ca dan Mg maupun pH-H<sub>2</sub>O yang relatif lebih tinggi pada tanaman dengan gejala defisiensi Boron.

Lahan gambut di Kebun Asam Jawa merupakan gambut topogen (Wiratmoko *et al.*, 2008), jenis gambut yang mengalami pengkayaan dari air permukaan sehingga gambut ini mempunyai kesuburan yang relatif baik (Susanto *et al.*, 2018). Hal ini tercermin dari hasil analisis tanah yang menunjukkan tingginya kandungan hara N maupun hara makro lainnya. Walaupun kadar N tanah termasuk tinggi namun kadar N daun tergolong rendah sampai sedang, mengingat bahwa sebagian besar hara N tanah gambut dalam bentuk yang tidak tersedia bagi tanaman. Sementara kadar K dan Mg daun tergolong tinggi, sedangkan P tersedia maupun Ca daun tergolong rendah. Keragaman kandungan hara ini selain tergantung pada sifat gambutnya, juga sangat dipengaruhi oleh pemupukan yang dilakukan pekebun.

### Kadar hara daun

Analisis statistik menunjukkan bahwa hampir semua kondisi tanaman tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap nilai kadar hara daun kecuali kadar hara K, dimana kadar hara K pada daun tanaman sehat secara nyata lebih rendah dibanding pada tanaman dengan gejala *white stripe* maupun gejala defisiensi Boron. Hasil analisis daun juga menunjukkan status kandungan hara yang beragam,

umumnya rendah sampai sedang, kecuali hara K yang tergolong sedang sampai tinggi, dan kadar Mg yang tinggi. Sementara itu kadar hara mikro juga beragam,

dimana hara Cu tergolong rendah, hara Zn dan Fe tergolong rendah sampai sedang, sedangkan kadar B termasuk sedang (Tabel 2).

Tabel 1. Kesuburan tanah pada tanaman sehat, tanaman dengan gejala *white stripe*, dan tanaman dengan gejala defisiensi Boron

Table 1. Soil fertility in healthy oil palms, oil palms expressing white stripe symptoms, and oil palms expressing Boron deficiency symptoms

Sifat fisik dan kimia tanah	Kondisi tanaman					
	Tanaman Sehat	Kriteria	<i>White Stripe</i>	Kriteria	Defisiensi Boron	Kriteria
pH	4,20 a	Masam	4,10 a	Masam	4,53 a	Masam
C (%)	37,41 a	Tinggi	29,74 a	Tinggi	35,40 a	Tinggi
N (%)	0,92 a	Tinggi	0,79 a	Tinggi	0,79 a	Tinggi
C/N	43,67 a	Tinggi	36,00 a	Tinggi	47,33 a	Tinggi
KTK (m.e/100 g)	111,50 a	Tinggi	82,07 a	Tinggi	97,87 a	Tinggi
KB (%)	20,67 a	Agak	20,67 a	Agak	24,67 a	Agak
		Rendah		Rendah		Rendah
Al-dd (m.e/100 g)	0,30 a	Rendah	0,71 a	Rendah	0,28 a	Rendah
P tersedia (ppm)	289,33 a	Tinggi	191,00 b	Tinggi	283,00 a	Tinggi
K-dd (m.e/100 g)	4,45 a	Tinggi	1,63 a	Tinggi	3,49 a	Tinggi
		Agak		Sedang		Agak Tinggi
Ca-dd (m.e/100 g)	10,76 a	Tinggi	8,54 a	Sedang	12,09 a	Agak Tinggi
Na-dd (m.e/100 g)	0,33 a	Agak	0,24 a	Agak	0,26 a	Agak
		Rendah		Rendah		Rendah
Mg-dd (m.e/100 g)	5,91 a	Tinggi	2,57 a	Tinggi	7,34 a	Tinggi
Cu (ppm)	0,13 a		0,07 a		0,1 a	
Fe (ppm)	4,54 a		5,46 a		5,8 a	
Zn (ppm)	0,32 a		0,50 a		0,5 a	
B (ppm)	52,41 a		26,13 a		56,0 a	

Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada baris yang sama tidak menunjukkan adanya beda nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf signifikansi 95%

Tanaman yang menunjukkan gejala *white stripe* memiliki rasio N/K sebesar  $2,19 \pm 0,14$  sebagai akibat rendahnya kandungan N daun yang hanya sebesar 2,59%. Namun demikian, tanaman sehat justru memiliki rasio N/K lebih tinggi yaitu 2,77 dan berbeda nyata

dengan kondisi tanaman lainnya (Tabel 3). Rendahnya rasio N/K pada tanaman yang menunjukkan gejala *white stripe* tidak sejalan dengan anggapan peneliti terdahulu yang menyatakan bahwa gejala *white stripe* timbul jika rasio N/K melebihi 2,5 (Turner, 1981).

Tabel 2. Kadar dan kriteria hara daun N, P, K, Ca, Mg, Zn, dan B pada tanaman sehat, tanaman dengan gejala *white stripe*, dan tanaman dengan defisiensi Boron.

Table 2. Levels and criteria leaf nutrients for N, P, K, Ca, Mg, Zn, and B in healthy oil palms, oil palms expressing white stripe symptoms, and oil palms expressing Boron deficiency symptoms.

Kondisi tanaman	Kadar hara daun							
	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	Zn (ppm)	B (ppm)	Fe (ppm)
Tanaman Sehat	2,74 a S	0,16 a R	0,99 b S	0,55 a R	0,33 a T	13,70 a S	17,7 a S	61,68 a
<i>White Stripe</i>	2,59 a R	0,17 a R	1,18 a T	0,53 a R	0,36 a T	8,23 a R	17,0 a S	59,65 a
Defisiensi Boron	2,83 a N	0,17 a R	1,17 a T	0,54 a R	0,33 a T	8,50 a R	15,3 a S	46,47 a

\*) Atas dasar berat kering 105°C

R = Rendah; N = Normal, T = Tinggi

Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama tidak menunjukkan adanya beda nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf signifikansi 95%

Tabel 3. Rasio N/K pada tanaman sehat, tanaman dengan gejala *white stripe*, dan tanaman dengan defisiensi Boron.

Table 3. N/K ratio in healthy oil palms, oil palms expressing white stripe symptoms, and oil palms expressing Boron deficiency symptoms.

Kondisi tanaman	Rasio N/K
Tanaman Sehat	2,77 ± 0,17 a
<i>White Stripe</i>	2,19 ± 0,14 b
Defisiensi Boron	2,42 ± 0,12 b

Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama tidak menunjukkan adanya beda nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf signifikansi 95%.

Tidak adanya korelasi antara rasio N/K dengan munculnya gejala *white stripe* juga pernah disampaikan oleh Rajaratman (1972) yang melakukan penelitian pada lahan gambut di daerah Malaysia, maupun oleh Tohiruddin (2002) yang melakukan penelitian pada tanah mineral di Indonesia. Tohiruddin (2002) justru mengemukakan bahwa *white stripe* akan muncul jika kadar N daun terlalu tinggi (>2,80%) atau kandungan K tanaman (*rachis*) tidak mencukupi (<0,95%). Kandungan K *rachis* dinilai lebih tepat dalam mencerminkan kecukupan hara K dibanding K di daun

dengan alasan bahwa cadangan K terletak di *rachis* dan batang kelapa sawit.

Faktor teknis berupa perbedaan waktu pengambilan sampel daun saat terlihatnya gejala *white stripe* dapat menjadi salah satu penyebab sulitnya membuktikan rasio N/K daun yang tinggi (>2,5) sebagai penyebab munculnya gejala *white stripe*. Seperti yang dikemukakan oleh Rajaratman (1971) bahwa daun yang mengalami klorosis bisa menjadi hijau kembali dalam waktu 7 bulan setelah dilakukan perbaikan keseimbangan rasio N/K daun.

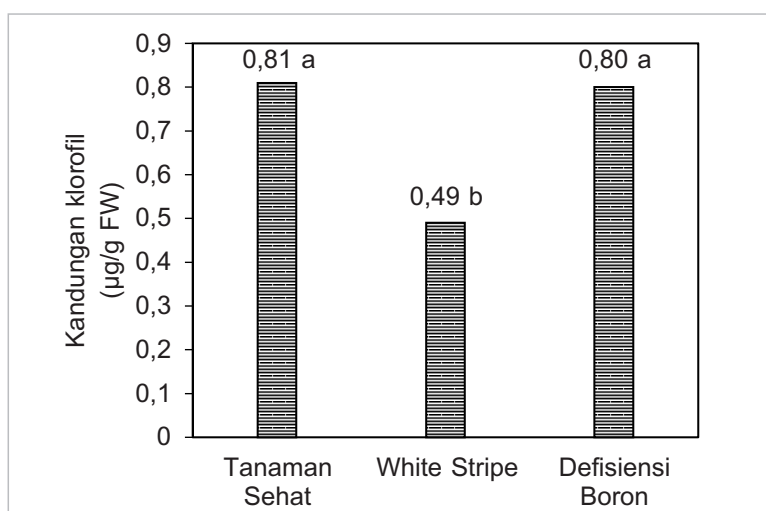
Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa tanaman dengan gejala defisiensi Boron mengandung kadar hara B di sekitar titik kritis (15 ppm), selain kadar hara B dan Fe daun yang lebih rendah dibanding tanaman sehat maupun tanaman dengan gejala *white stripe*. Sementara itu, kadar B daun pada tanaman yang mengalami gejala *white stripe* tergolong normal sehingga tidak ada hubungan antara kadar Boron dengan munculnya gejala *white stripe*. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Tohiruddin *et al.*, (2002) yang juga menunjukkan tidak adanya pengaruh defisiensi boron terhadap gejala *white stripe*.

### Fisiologi tanaman

Pengukuran kondisi fisiologi dilakukan dengan mengukur kandungan klorofil dan laju fotosintesis tanaman. Kandungan klorofil pada tanaman *white stripe* menunjukkan nilai yang lebih rendah dan berbeda nyata dibandingkan dengan tanaman yang normal maupun tanaman yang mengalami defisiensi Boron (Gambar 2). Rendahnya kandungan klorofil berkaitan dengan rendahnya kadar N daun tanaman dimana tanaman *white stripe* memiliki kadar N daun yang lebih rendah dibandingkan kondisi tanaman lainnya. Hal ini sejalan dengan pernyataan Sutarno dan Suharja, (2009); Sonbai (2013); dan Aryawati *et al.*, (2014),

bahwa rendahnya nilai klorofil dapat disebabkan oleh rendahnya kandungan nitrogen di dalam tanaman. Lebih lanjut Nio dan Banyo (2011) menambahkan penurunan konsentrasi klorofil daun dapat disebabkan oleh terhambatnya pembentukan klorofil, penurunan enzim rubisco, dan terhambatnya penyerapan unsur hara terutama Nitrogen dan Magnesium.

Nilai laju fotosintesis juga menunjukkan pola yang sama dengan nilai kandungan klorofil. Analisis korelasi regresi menunjukkan bahwa kandungan klorofil dan laju fotosintesis memiliki hubungan yang signifikan dengan nilai korelasi kuat (Gambar 3). Rendahnya jumlah klorofil di daun mengakibatkan rendahnya laju fotosintesis pada tanaman (Nenova, V. R. 2009; Hendriyani dan Setiari. 2009; Dias dan Brüggemann. 2010; Vassilev, *et al.* 2011; Phabiola dan Khalimi, 2012) mengingat klorofil berperan penting dalam menyerap, menyalurkan dan merubah energi cahaya (Song *et al.*, 2019). Selanjutnya menurut Handoko dan Fajariyanti (2013) radiasi elektromagnetik cahaya matahari pada spektrum kasat mata ditangkap oleh klorofil untuk aktivitas fotosintesis. Pada tanaman *white stripe*, sel *columnar palisade adaxial mesofil* gagal memanjang dan berkembang pada saat membukanya daun tombak. Tanpa terbentuknya sel palisade yang biasanya mengandung banyak kloroplas



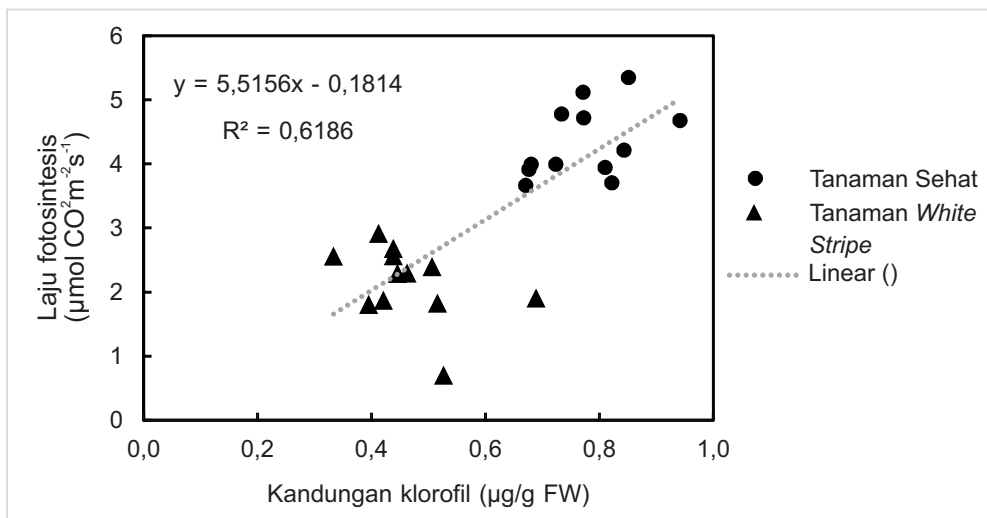
Gambar 2. Kandungan klorofil pada tanaman sehat, tanaman dengan gejala *white stripe* dan tanaman dengan defisiensi Boron

Figure 2. Chlorophyll content in healthy oil palms, oil palms expressing white stripe symptoms, and oil palms expressing Boron deficiency symptoms.

mengakibatkan jaringan klorosis memanjang pada daun (*White stripe*) (Rajaratnam,1972). Mengingat kloroplas merupakan bagian plastid yang mengandung klorofil sehingga ketiadaan kloroplas menyebabkan menurunnya fotosintesis pada tanaman yang menunjukkan gejala *white stripe*.

Laju fotosintesis pada pelepah ke-9 tanaman yang mengalami gejala *white stripe* memiliki nilai yang lebih rendah dan berbeda secara nyata jika dibandingkan dengan tanaman sehat maupun tanaman yang mengalami defisiensi Boron. Sementara itu, laju fotosintesis pada pelepah ke-17 tidak menunjukkan perbedaan yang nyata.

Walaupun demikian, tanaman yang mengalami gejala *white stripe* memiliki nilai fotosintesis yang lebih rendah dibandingkan dengan kondisi tanaman lainnya (Tabel 4). Hasil pengamatan respon laju fotosintesis terhadap PAR pada pelepah ke-9 menunjukkan bahwa tanaman sehat memiliki respon laju fotosintesis yang lebih baik jika dibandingkan dengan tanaman *white stripe* maupun defisiensi Boron (Gambar 4). Respon tersebut juga memiliki pola yang sama dengan laju fotosintesis pada pelepah ke-17 walaupun nilai tersebut tidak sehomogen nilai laju fotosintesis di pelepah ke-9.



Gambar 3. Korelasi antara kandungan klorofil dan laju fotosintesis pada tanaman sehat dan tanaman dengan gejala *white stripe*

Figure 3. Chlorophyll content in healthy oil palms, oil palms expressing white stripe symptoms, and oil palms expressing boron deficiency symptoms.

Rendahnya laju fotosintesis pada pelepah ke-17 dibandingkan pelepah ke-9 berkaitan dengan posisi pelepah dimana pelepah bagian atas memiliki jaringan lebih muda yang lebih peka terhadap cahaya. Selain itu, pelepah bagian atas memiliki peluang terpapar cahaya matahari lebih besar dibandingkan bagian bawah sehingga nilai dan respon laju fotosintesis pelepah bagian atas lebih baik dibandingkan dengan pelepah bagian bawah. Hal sesuai dengan pernyataan Lombardini *et al.*, (2009); Cano *et al.*,(2013); Martins *et al.*, (2014) yang menyatakan bahwa daun/pelepah bagian atas memiliki respon laju fotosintesis yang lebih

baik jika dibandingkan dengan bagian bawah.

Sementara itu, pada tanaman yang mengalami defisiensi Boron juga memiliki laju fotosintesis yang lebih rendah dibandingkan dengan tanaman sehat. Walaupun demikian, perbedaan tersebut belum terlihat secara nyata. Boron memiliki peran dalam mempercepat pengangkutan senyawa gula hasil fotosintesis ke bagian lain yang membutuhkan untuk disimpan atau diubah menjadi senyawa lain (Anonim, 2011), sehingga secara tidak langsung kekurangan Boron akan menghambat proses fotosintesis. Selain



itu, beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa Boron dapat meningkatkan ketahanan tanaman terhadap cekaman kekeringan dengan cara mempertahankan stomata tetap terbuka walaupun tanaman dalam kondisi kekeringan (Metwally *et al.*,

2012; Issukindarsyah, 2013; Sholihatun *et al.*, 2014;), dimana stomata merupakan gerbang pertukaran gas CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O yang sangat penting untuk proses fotosintesis (Taluta *et al.*, 2018; Ahmad, 2018; Sihombing dan Heddy 2018).

Tabel 4. Laju fotosintesis pada tanaman sehat, tanaman dengan gejala *white stripe* dan tanaman dengan defisiensi boron di pelepah ke-9 dan pelepah ke-17

Table 4. Photosynthesis rate in healthy oil palms, oil palms expressing white stripe symptoms, and oil palms expressing Boron deficiency symptoms.

Kondisi tanaman	Laju fotosintesis ( $\mu\text{mol CO}_2\text{m}^{-2}\text{ s}^{-1}$ )	
	Pelepah ke-9	Pelepah ke-17
Tanaman Sehat	4,34 $\pm$ 0,14 a	3,10 + 0,92 a
<i>White Stripe</i>	2.14 $\pm$ 0,23 b	2,70 + 1,46 a
Defisiensi Boron	3,33 $\pm$ 1,34 a	2,79 + 0,20 a

Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama tidak menunjukkan adanya beda nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf signifikansi 95%

### Pertumbuhan tanaman

Pertumbuhan vegetatif maupun generatif tanaman sangat ditentukan oleh kesediaan hara. Kekurangan salah satu hara akan mempengaruhi aktivitas fisiologi yang pada akhirnya berpengaruh pada pertumbuhan maupun produksi tanaman. Tersedianya hara dalam jumlah yang cukup secara berkesinambungan diperlukan tanaman untuk tumbuh dan berkembang secara maksimal (Pangaribuan *et al.*, 2012; Desiana *et al.*, 2013).

Panjang *rachis*, luas daun, dan indeks luas daun (ILD) pada tanaman sehat menunjukkan nilai yang lebih tinggi walaupun secara statistik tidak berbeda secara nyata dibanding tanaman yang menunjukkan gejala *white stripe* maupun defisiensi Boron (Tabel 5). Bahkan secara keseluruhan tanaman kelapa sawit pada areal pengamatan memiliki ILD yang masih di bawah standar (2,12 – 2,29), dimana standar nilai ILD tanaman kelapa sawit yang berumur 2-3 tahun adalah 3,1 (Harahap, 2006). Mengingat ILD berkaitan erat dengan efisiensi radiasi cahaya matahari yang digunakan untuk fotosintesis (Perwitasari *et al.*, 2012; Anggriani *et al.*, 2013), sehingga untuk mencapai nilai ILD tersebut, diperlukan perlakuan kultur teknis sesuai dengan standar. Ketidak-seimbangan hara seperti

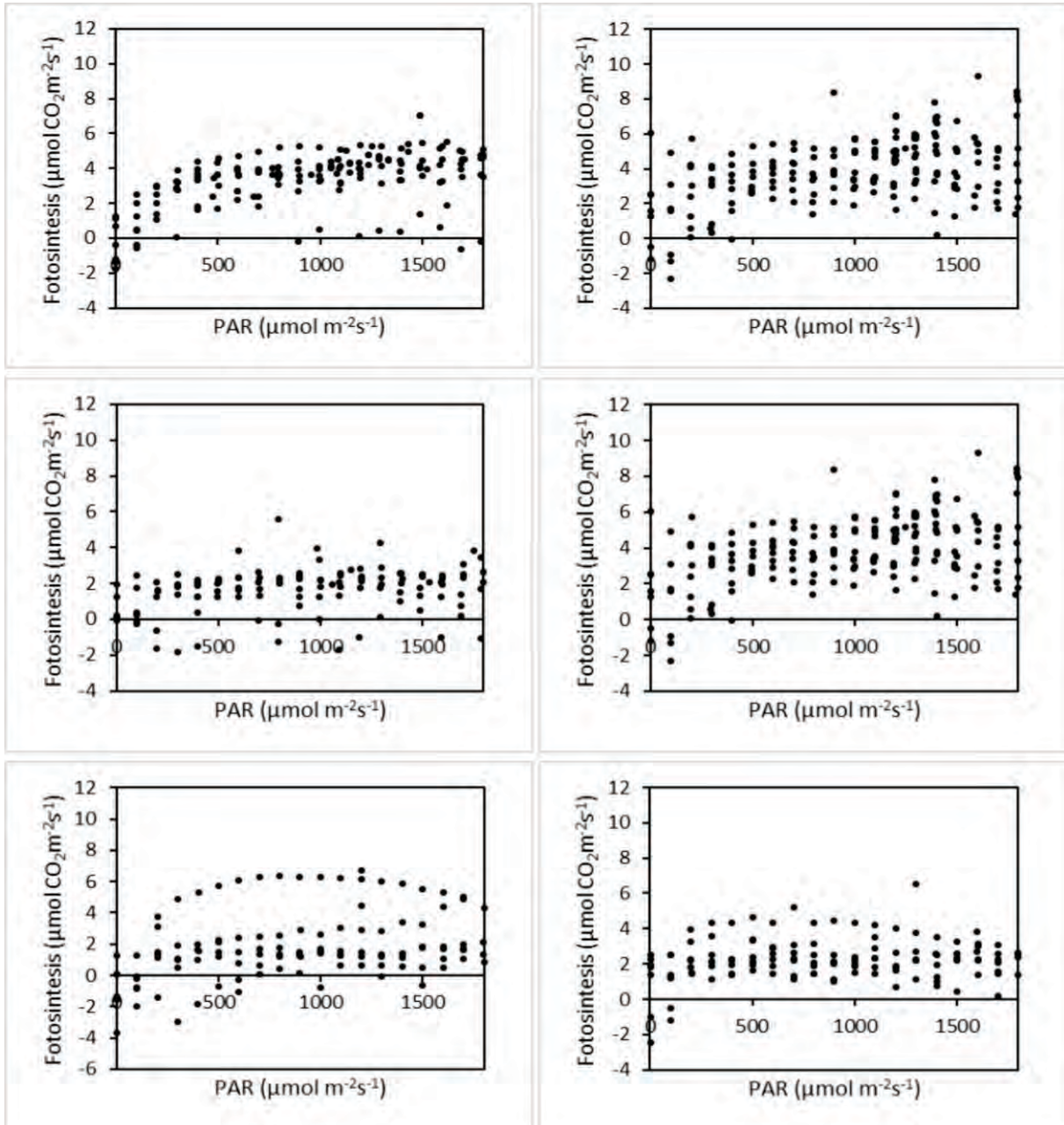
munculnya gejala *white stripe* dan defisiensi Boron dapat mengakibatkan laju pertumbuhan dan perkembangan tanaman menjadi terhambat.

Walaupun tanaman sehat pada saat pengamatan memiliki panjang rachis dan luas daun yang lebih tinggi dibanding tanaman dengan gejala *white stripe*, namun tanaman *white stripe* memiliki berat kering daun yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman normal maupun defisiensi Boron. Hal tersebut diduga karena munculnya *white stripe* belum terjadi begitu lama sehingga belum mempengaruhi berat kering daun. Suatu perlakuan atau cekaman lingkungan akan berpengaruh terhadap pembentukan asimilat dalam kurun waktu tertentu. Sebagai contoh hasil penelitian hasil penelitian Syarovy *et al.*, (2017), cekaman kekeringan berpengaruh terhadap produktivitas tanaman kelapa sawit pada satu tahun setelahnya.

Rendahnya berat kering pada tanaman yang mengalami defisiensi Boron disebabkan karena Boron merupakan senyawa yang terlibat dalam perkembangan dan pembelahan sel. Kekurangan Boron dapat menghambat pertumbuhan vegetatif tanaman seperti daun akan menjadi tebal, keriting dan rapuh serta pertumbuhan daun muda terhambat (Solanki, 2013). Hal ini akan mengakitnya

terganggunya proses metabolisme pada tanaman. Hasil penelitian Amin (2013), menyebutkan bahwa semakin besar konsentrasi Boron maka semakin tinggi berat kering yang dihasilkan tanaman. Berat

kering mencerminkan besarnya asimilat yang dihasilkan tanaman selama pertumbuhannya (Indarto *et al.*, 2012; Syarovy *et al.*, 2015; Pakpahan *et al.*, 2013; Retno *et al.*, 2016).



Gambar 4. Respon fotosintesis di pelepah ke-9 (kiri) dan ke-17 (kanan) pada berbagai kondisi PAR pada pada tanaman sehat (atas), tanaman dengan gejala *white stripe* (tengah) dan tanaman dengan defisiensi Boron (bawah)

Figure 4. Photosynthetic response in the 9th (left) and 17th midrib (right) in various PAR conditions in healthy oil palms, oil palms expressing *white stripe* symptoms, and oil palms expressing Boron deficiency symptoms.

Tabel 5. Berat kering daun, luas daun dan indeks luas daun pada tanaman sehat, tanaman dengan gejala *white stripe* dan tanaman dengan defisiensi Boron.

Table 5. Leaf dry weight, leaf area and leaf area index in healthy oil palms, oil palms expressing white stripe symptoms, and oil palms expressing Boron deficiency symptoms.

Kondisi Tanaman	Panjang Rachis (m)	Luas Daun (m <sup>2</sup> )	Indeks Luas Daun	Berat kering daun (kg)
Tanaman Sehat	3,04 a	3,53 a	2,29 a	1,27 b
<i>White Stripe</i>	2,96 a	3,44 a	2,28 a	1,53 a
Defisiensi Boron	3,05 a	3,10 a	2,12 a	1,33 b

Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama tidak menunjukkan adanya beda nyata berdasarkan uji Duncan pada taraf signifikansi 95%

Apabila tanaman *white stripe* dan defisiensi Boron tidak segera pulih, dengan besaran luas daun yang sama namun tingkat kandungan klorofil yang lebih rendah, maka tanaman tersebut akan menghasilkan asimilat yang lebih rendah sehingga akan menghambat pertumbuhan vegetatif maupun generatif. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Mashud (2009) yang menunjukkan bahwa kandungan klorofil memiliki pengaruh terhadap besarnya cahaya yang diserap daun untuk aktivitas fotosintesis yang pada akhirnya akan mempengaruhi besarnya asimilat yang dihasilkan tanaman. Dengan demikian, gejala *white stripe* secara berkepanjangan akan mempengaruhi produktivitas tanaman, seperti hasil penelitian yang dikemukakan oleh Rajaratnam (1972) maupun Tohiruddin *et al* (2002) dimana tanaman dengan gejala *white stripe* menunjukkan produktivitas yang secara nyata lebih rendah dibanding tanaman sehat. Walaupun demikian tingkat penurunan pertumbuhan maupun produktivitas tanaman akan sangat tergantung pada tingkat gejala *white stripe* maupun defisiensi Boron di lapangan.

Munculnya gejala *white stripe* pada tanah gambut yang tergolong subur (*Fluvaquentic Haplosaprists*) ini menunjukkan besarnya peran pemupukan terhadap keseimbangan hara di dalam tanah, yang selanjutnya berpengaruh pada keseimbangan hara tanaman. Dengan memperhatikan besarnya pengaruh *white stripe* terhadap laju fotosintesis dan pertumbuhan tanaman, sehingga perlu penelitian lebih lanjut terkait waktu yang tepat untuk analisis contoh daun yang dapat menggambarkan munculnya gejala *white stripe* pada tanaman. Hal ini dapat membantu dalam memberikan interpretasi yang lebih tepat kepada

pekebun terhadap gejala *white stripe* yang dijumpai di lapangan.

## KESIMPULAN

Tanaman dengan gejala *white stripe* memiliki rerata P tersedia, serta K, Ca, Na, dan Mg dapat ditukar yang lebih rendah dibanding tanaman sehat maupun tanaman yang menunjukkan gejala defisiensi Boron. Selain itu, tanaman dengan gejala *white stripe* memiliki rasio N/K dan yang rendah (2,19), tidak sesuai dengan hipotesis sebelumnya dimana tanaman dengan gejala *white stripe* memiliki rasio N/K daun yang melebihi 2,50. Gejala *white stripe* juga tidak berkaitan dengan terjadinya defisiensi Boron.

Tanaman yang mengalami gejala *white stripe* dan tanaman dengan gejala defisiensi Boron memiliki kandungan klorofil maupun respon laju fotosintesis yang lebih rendah dibandingkan dengan tanaman sehat. Walaupun tanaman dengan gejala *white stripe* dan defisiensi Boron memiliki ILD yang lebih rendah dibanding tanaman sehat namun secara keseluruhan ILD tersebut masih di bawah standar. Selain itu, berat kering daun juga belum terpengaruh oleh proses fotosintesis tanaman yang mengalami gejala *white stripe* maupun defisiensi Boron.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Direksi PT Asam Jawa yang telah memberi bantuan untuk terlaksananya kegiatan ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, S.W., 2018. Peranan *Legume Cover Crops* (LCC) *Colopogonium mucunoides* Desv. pada teknik konservasi tanah dan air di perkebunan kelapa sawit. Prosiding Seminar Nasional Biologi dan Pembelajarannya. Hal: 341-346.
- Anggraini, F., A. Suryanto, dan N. Aini. 2013. Sistem tanam dan umur bibit pada tanaman padi sawah (*Oryza sativa* L.) varietas inpari 13. *Jurnal Produksi Tanaman*. 1(2):52–60.
- Anonim. 2011. Boron : in soils and plant nutrition. 2011 Rio Tinto Minerals. 60 p.
- Aryawati, R, Isnaini, H. Surbakti. 2014. Hubungan konsentrasi klorofil-a dan kandungan hara di perairan selat bangka. Seminar Nasional MIPA 2014-Palembang.
- Broschat, T. K. 2007. Boron deficiency symptoms in Palms. *Broschat: Boron Deficiency* 51(3): 1 – 12.
- Cano, F. J., D. Sánchez-gómez, J. Rodríguez-calcerrada, C. R. Warren, L. Gil, dan I. Aranda. 2013. Effects of drought on mesophyll conductance and photosynthetic limitations at different tree canopy layers. Diakses <https://doi.org/10.1111/pce.12103> pada tanggal 23 Januari 2019.
- Corley, R.H.V. and P.B. Tinker. 2016. *The Oil Palm*. 5 ed. Chichester, UK: Blackwell Science Ltd.
- Dias M.C. dan W. Brüggemann. 2010. Limitations of photosynthesis in *Phaseolus vulgaris* under drought stress: gas exchange, chlorophyll fluorescence and calvin cycle enzymes. *Photosynthetica*. 48(1):96–102.
- Desiana, Christina, I. S. Banuwa, R. Evizal, and S. Yusnaini. 2013. Pengaruh pupuk organik cair urin sapi dan limbah tahu terhadap pertumbuhan bibit kakao (*Theobroma cacao* L.). *Jurnal Agrotek Tropika* 1(1):113–19.
- Gunarso, P., M. E. Hartoyo, F. Agus, and T. J. Killeen. 2013. Oil palm and land use change in Indonesia, Malaysia and Papua New Guinea. Report from the Technical Panel of the 2nd Greenhouse Gas Working Group of the Roundtable on Sustainable Palm Oil. [www.rspo.org](http://www.rspo.org).
- Hamzah, A. (2001). Nitrogen fixation and plant growth enhancement by beneficial rhizobacteria in association with oil palm seedlings, Universiti Putra Malaysia, Selangor.
- Handoko, P. and Y. Fajariyanti. 2013. Pengaruh spektrum cahaya tampak terhadap laju fotosintesis tanaman air hydrilla *verticillata papib*. Seminar Nasional X Pendidikan Biologi FKIP UNS: 1–9.
- Harahap, I., Y . 2006. Penataan ruang pertanaman kelapa sawit berdasarkan pada konsep optimalisasi pemanfaatan cahaya matahari. *Warta PPKS*. 14 (1): 9-15.
- Hendriyani, I. S dan N. Setiari. 2009. Kandungan klorofil dan pertumbuhan kacang panjang (*Vigna sinensis*) pada tingkat penyediaan air yang berbeda. *J. Sains & Mat*. 17(3): 145-150.
- Indarto, B. Suyadi dan Taryono. 2012. Pengaruh kadar nacl terhadap keragaan bibit wijen (*Sesamum indicum* L.). *Vegetalika* Vol. 1, No. 1.
- Issukindarsyah. 2013. Induksi ketahanan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) terhadap cekaman kekeringan dengan aplikasi borid acid dan sodium silicate. Fakultas Pertanian UGM. Thesis.
- Lombardini, L., H. Restrepo-Diaz dan A. Volder. 2009. Photosynthetic light response and epidermal characteristics of sun and shade pecan leaves. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 134 (3): 372-378.
- Martins, S. C. V., Galmés, J. Cavatte, P. C. Pereira, L. F. Ventrella, M. C. dan DaMatta, F. M. 2014. Understanding the low photosynthetic rates of sun and shade coffee leaves: bridging the gap on the relative roles of hydraulic, diffusive and biochemical constraints to photosynthesis. *PLoS ONE*. 9(4): 1–10.
- Mashud, N. 2009. Stomata dan klorofil dalam hubungannya dengan produksi kelapa. *Buletin Palma*. 129:52–59. Diakses dari <http://repository.pertanian.go.id/handle/123456789/4013> pada tanggal 25 Januari 2019.
- Metwally, Ashraf, R. El-shazoly, and A. M. Hamada. 2012. Effect of boron on growth criteria of some wheat cultivars. *Journal of Biology and*

- Earth Sciences 2(1):B1–B9.
- Nenova, V. R. 2009. Growth and photosynthesis of pea plants under different iron supply. *Acta Physiologiae Plantarum*. 31(2):385–91.
- Nio, S. A., dan Y. Banyo. 2011. Konsentrasi klorofil daun sebagai indikator kekurangan air pada tanaman. *Jurnal Ilmiah Sains (JIS)*. 11 (2).
- Noor, M., D. Nursyamsi, M. Alwi, dan A. Fahmi. 2014. Prospek pertanian berkelanjutan di lahan gambut : dari petani ke peneliti dan peneliti ke petani. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 8 (2) : 69 – 80.
- Pangaribuan, D. H., M. Yasir, dan K. N. Utami. 2012. Dampak bokashi kotoran ternak dalam pengurangan pemakaian pupuk anorganik pada budidaya tanaman tomat. *Jurnal Agronomi Indonesia*. 40(3):204–10.
- Pakpahan, H., G. M. Manurung, dan A. E. Yulia. 2013. Aplikasi kompos tandan kosong kelapa sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq.) terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit di pembibitan utama. Diakses dari <https://repository.unri.ac.id/xmlui/bitstream/handle/123456789/4453/Herwin%20Pakpahan.pdf?sequence=1> pada tanggal 22 Januari 2019.
- Perwitasari.B., M. Tripatmasari dan C. Wasonowati. 2012. Pengaruh media tanam dan nutrisi terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman pakchoi (*Brassica juncea* L.) dengan sistem hidroponik. *Agrovigor* 5(1):14–25.
- Phabiola, T. A., dan K. Khalimi. 2013. Pengaruh aplikasi formula *Pantoea agglomerans* terhadap aktivitas antioksidan dan kandungan klorofil daun tanaman strowberi. *Agrotrop*. 2(2): 125- 131.
- Rajaratnam, J.A. 1972. White stripe disorder of oil palm (*Elaeis guineensis*) in Malaysia. *Expl. Agric*. 8: 161 - 169.
- Retno, A. S., E. Anom, dan Armaini. 2016. Aplikasi solid pada medium bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di *main nursery*. *Jom Faperta*. 3 (1).
- Ritung, S., Wahyunto, K. Nugroho, Sukarman, Hikmatullah, Suparto, dan C. Takafresnanto. 2011. Peta lahan gambut Indonesia. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Litbang Pertanian.
- Sholihatun, F., E. T. S. Putra, dan D. Kastono. 2014. Induksi ketahanan kekeringan delapan hibrida kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) dengan Boron. *Vegetalika*. 3 (3): 14 – 26.
- Sihombing, M.R., dan S. Heddy. 2018. Pengaruh pemberian biourin kelinci terhadap pertumbuhan dan hasil beberapa varietas selada. *Jurnal Produksi Tanaman*. Vol. 6 No. 7 : 1317-1326.
- Susanto, D.,G. P. Manikasari, M. Putri. 2018. Buku panduan karakteristik lahan gambut. UNESCO. Jakarta.
- Sonbai, J. H. H. 2013. Pertumbuhan dan hasil jagung pada berbagai pemberian pupuk nitrogen di lahan kering regosol. *Partner*. 20(2):154–64.
- Song, Y. J. Li, M. Li, Z. Meng, K. Liu dan N. Su. 2019. Nitrogen increases drought tolerance in maize seedlings. *Functional Plant Biology* - <https://doi.org/10.1071/FP18186>
- Sutarno dan Suharja. 2009. Biomassa, kandungan klorofil dan nitrogen daun dua varietas cabai (*Capsicum annum*) pada berbagai perlakuan pemupukan. *Bioteknologi*. 6 (1). Diakses dari <https://www.smujo.id/bbs/article/view/1546> tanggal 24 Januari 2019.
- Solanki U.G, dan H. 2013 Impact of boron deficiency on plant growth. *Int J Bioassays*. 2(07):1048-1050. doi:10.21746/ijbio.2013.07.0019.
- Syarovy, M., A. Purba, T. C. Hidayat dan F. Hidayat. 2015. Respon pertumbuhan bibit kelapa sawit terhadap pemberian pupuk cair urine sapi. *Jurnal Kelapa Sawit*. 23 (3) :137-146.
- Syarovy, M., I. Pradiko, E. Listia, N. H. Darlan, F. Hidayat, Winarna, dan S. Rahutomo. 2017. Drought and haze effects on oil palm ecophysiology and productivity in South Sumatra. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit* 25(3) : 137-146.
- Taluta, H.E., Rampea, H.L., dan M. J. Rumondora. 2018. Pengukuran panjang dan lebar pori stomata daun beberapa varietas tanaman kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.). *Jurnal MIPA UNSRAT online* 6 (2): 1—5
- Tohiruddin, L., N. E. Prabowo, and H. L. Foster. 2002.

- Cause and correction of white stripe in oil palm. In Poeloengan *et al.*, (Eds). Proceeding of 2002 Int. Oil Palm Conf, Bali. pp : 506 – 513.
- Turner, P.D., 1981. Oil palm diseases and disorders. Oxford and Kuala Lumpur: Oxford University Press
- Uexkull, H.R. and T.H. Fairhurst. 1999. Some nutritional disorders in oil palm. Better Crop International. Vol 13 (1): 16-21.
- Vassilev, A., A. Nikolova, L. Koleva, and F. Lidon. 2011. Effects of excess Zn on growth and photosynthetic performance of young bean plants. *Journal of Phytology*. 3(6):58–62.
- Wiratmoko, D., Winarna, S. Rahutomo, dan H. Santoso. 2008. Karakteristik gambut topogen dan ombrogen di kabupaten labuhan batu Sumatera Utara untuk budidaya tanaman kelapa sawit. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*, 2008, 16(3): 119 – 12