

## DAMPAK PEMBERIAN KALIUM DAN CEKAMAN KEKERINGAN TERHADAP SERAPAN HARA DAN PRODUKSI BIOMASSA BIBIT KELAPA SAWIT (*Elaeis gueneensis* Jacq.)

### IMPACT OF POTASSIUM AND DROUGHT STRESS ON NUTRIENT UPTAKE AND PRODUCTION OF PALM OIL (*Elaeis gueneensis* Jacq.) SEEDLING BIOMASS

Wan Riski Fauzi dan Eka Tarwaca Susila Putra<sup>1</sup>

**Abstrak** Cekaman kekeringan merupakan faktor pembatas utama terhadap pertumbuhan dan produksi kelapa sawit. Selain menggunakan bahan tanaman yang toleran, peningkatan nutrisi tanaman terutama kalium juga berpengaruh meningkatkan toleransi tanaman terhadap cekaman kekeringan. Penelitian ini merupakan penelitian simulasi di rumah kaca untuk mengetahui pengaruh pemberian kalium dan cekaman kekeringan pada tanaman kelapa sawit. Penelitian ini dilaksanakan di Desa Madurejo, Kecamatan Prambanan, Kabupaten Sleman, Yogyakarta menggunakan rancangan acak kelompok lengkap. Perlakuan yang dicobakan antara lain dosis kalium yang terdiri dari 5 taraf yaitu 0%, 50%, 100%, 150% dan 200% dosis standar dan cekaman kekeringan yang terdiri dari 3 level cekaman yaitu kapasitas lapang (FTSW 1), cekaman moderat (FTSW 0,35) dan cekaman berat (FTSW 0,15) dengan 3 ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian kalium dapat meningkatkan kandungan dan serapan K dan Cl tanaman, meningkatkan serapan Mg akar, menurunkan kandungan N akar dan menurunkan kandungan Ca dan Mg pada tajuk tanaman. Cekaman kekeringan berdampak terhadap penurunan kandungan dan serapan N, P, dan Cl tanaman serta penurunan bobot biomassa kering tanaman. Pemberian kalium belum berdampak terhadap

produksi biomassa bibit kelapa sawit pada kondisi tercekam kekeringan.

**Kata kunci:** cekaman kekeringan, kalium, serapan hara, biomassa

**Abstract** Drought stress is the main limiting factor on growth and production of oil palm. Beside used tolerance planting materials, increasing nutrient status especially potassium also influences increasing plant tolerance to drought stress. This research was a simulation study in a greenhouse to determine the effect of potassium and drought stress on oil palm seedling. The research was conducted in Desa Madurejo, Kecamatan Prambanan, Kabupaten Sleman, Region of Yogyakarta Indonesia by random complete block design. The treatment consists of two factors, first factor were potassium factor consist of 0%, 50%, 150%, and 200% standart dosage and second factor were drought stress consist of three levels, field capacity (FTSW 1), moderate drought stress (FTSW 0.35) and severe (FTSW 0.15) with three replications. The results showed that fertilizing potassium increased the content and uptake of K and Cl in plants, increased the uptake of Mg roots, reduce the N content of the roots and reduce the content of Ca and Mg in plant canopy. Drought stress had an impact on decreasing the content and uptake of N, P, and Cl in plants as well as decreasing the dry weight of plant biomass. The provision of Potassium has not affected the production of biomass of oil palm seedlings in drought conditions.

**Keywords:** drought stress, potassium, nutrient uptake, biomass

---

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

Wan Riski Fauzi (✉)  
Pusat Penelitian Kelapa Sawit  
Jl. Brigjen Katamsno No. 51 Medan, Indonesia  
Email: wan.riski@yahoo.co.id

<sup>1</sup> Fakultas Pertanian Universitas Gadjadara Yogyakarta



## PENDAHULUAN

Kelapa sawit merupakan tanaman penghasil minyak nabati paling efisien didunia, jika dibandingkan dengan tanaman penghasil minyak nabati lainnya seperti kedelai, rapeseed, dan bunga matahari produktivitas minyak kelapa sawit lebih tinggi 8 – 10 kali lipat sehingga dengan lahan yang lebih sedikit mampu menghasilkan minyak nabati yang lebih besar (Basiron, 2007), maka tidak heran minyak kelapa sawit mampu merajai industri minyak nabati global. Saat ini luasan perkebunan kelapa sawit di dunia sebesar 20,23 juta ha, yang tersebar di beberapa negara di dunia (United States Departement of Agriculture, 2017). Luas perkebunan kelapa sawit di Indonesia tahun 2017 telah mencapai 14,03 juta ha (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2018) dengan produksi CPO pada tahun 2017 sebesar 38,17 juta ton dan PKO sebesar 3,05 juta ton dengan nilai ekspor mencapai 22,97 miliar USD (GAPKI, 2018).

Pada budidaya kelapa sawit, faktor iklim merupakan penentu tercapainya produktivitas. Faktor iklim yang paling mempengaruhi produksi kelapa sawit adalah curah hujan. Seiring dengan fenomena perubahan iklim global, dengan dampak ikutan berupa peningkatan frekuensi kekeringan akibat *el nino* akan berefek negatif terhadap pertumbuhan dan proses fisiologis (Cha-um *et al.*, 2013) serta produktivitas kelapa sawit. Darlan *et al.*, (2016) menemukan bahwa terjadi penurunan produksi akibat kekeringan yang disebabkan *el nino* dapat mencapai 30 - 60% dibandingkan produktivitas normal tanaman. Salah satu gangguan yang terjadi pada tanaman akibat cekaman kekeringan adalah terhambatnya penyerapan unsur hara dari dalam tanah menuju jaringan tanaman yang nantinya akan juga berdampak terhadap pertumbuhan. Menurunnya serapan hara saat cekaman kekeringan disebabkan oleh penurunan kadar air tanah sehingga menurunkan jumlah hara yang terdifusi dari matriks tanah menuju permukaan jerapan akar (Waraich *et al.*, 2011; Akhtar and Nazir, 2013; Kheradmand *et al.*, 2014). Cekaman kekeringan menyebabkan gangguan penyerapan N dan P oleh tanaman (He and Dijkstra, 2014; Bista *et al.*, 2018), menurunkan serapan Mg pada tajuk dan akar (Brown *et al.*, 2006).

Selain menggunakan bahan tanaman yang toleran kekeringan, salah satu upaya untuk mengurangi dampak cekaman adalah melalui pendekatan

agronomis dalam bentuk pengelolaan nutrisi tanaman. Salah satu unsur hara yang juga diduga berperan terhadap peningkatan ketahanan tanaman pada cekaman kekeringan adalah kalium (K). Kalium merupakan hara esensial bagi tanaman yang merupakan salah satu faktor penentu produksi tanaman. Kalium juga terlibat dalam banyak reaksi biokimia, fisiologi dan aktivator berbagai enzim (Marschner, 1986), menjaga tekanan osmotik dan turgor, berperan sebagai osmoregulator, mengatur bukaan stomata, mengatur potensial air, transport asimilat hasil fotosintesis, dan mengatur keseimbangan katio-anion di dalam sitosol dan vakuola (Munawar, 2011).

Defisiensi kalium pada tanaman akan menyebabkan terganggunya penyerapan unsur hara lainnya diantaranya dapat menghambat penyerapan N (Brhane *et al.*, 2017), menurunkan serapan P (Du *et al.*, 2017; Zhang *et al.*, 2015). Peningkatan kandungan K di dalam jaringan tanaman juga akan mempengaruhi keseimbangan hara lainnya, terutama yang berbentuk kation seperti Ca dan Mg, sebagaimana yang dilaporkan Filho *et al.*, (2017) pada tanaman padi bahwa peningkatan level K berdampak pada terjadinya penurunan kandungan Ca dan Mg tanaman. Hal sebaliknya terjadi apabila dalam kondisi tercekam kekeringan dimana peningkatan K tanaman akan meningkatkan serapan Ca dan Mg tanaman (Tuna *et al.*, 2010). Kajian terkait peranan K terhadap serapan hara makro bibit kelapa sawit yang tercekam kekeringan masih belum banyak dikaji, diharapkan hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan untuk mengetahui pola perilaku unsur hara tanaman yang tercekam kekeringan sehingga dapat diformulasikan teknologi terkait strategi pemupukan pada daerah yang rawan terdampak cekaman kekeringan agar penurunan produksi dapat diminimalisir.

## BAHAN DAN METODE

### Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2017 – Juli 2018 di rumah plastik, Dusun Bendosari, Desa Madurejo, Kecamatan Prambanan, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta dan Laboratorium Manajemen Produksi Tanaman Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

## Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah benih kelapa sawit varietas Avros, tanah jenis Inceptisol, polybag ukuran 40 cm x 40 cm, pupuk KCl, urea, SP-36, dan Dolomit, aquades, serta bahan-bahan kimia untuk keperluan analisis. Alat yang digunakan antara lain ; timbangan digital, oven, gunting, grinder dan alat tulis.

## Metode Penelitian

Percobaan lapangan disusun dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) faktorial dua faktor. Faktor pertama adalah dosis pemupukan kalium yang terdiri dari 5 aras yaitu K0 : tanpa kalium (0 gram kalium/bibit), K1 : 50% dosis standar kalium (8,50 gram kalium/bibit), K2 : 100% dosis standar kalium (17,02 gram kalium/bibit), K3 : 150% dosis standar kalium (25,53 gram kalium/bibit), dan K4 : 200% dosis standar kalium (34.03 gram kalium/bibit). Faktor kedua adalah cekaman kekeringan, terdiri dari tiga aras FTSW (*fraction of transpirable soil water*) yaitu FTSW 1,00 (kapasitas lapang), FTSW 0,35 (cekaman kekeringan moderat), FTSW 0,15 (cekaman kekeringan berat).

Pupuk kalium yang digunakan pada penelitian ini adalah pupuk kalium klorida (KCl) dengan kandungan kalium sebesar 60%. Dosis pemupukan kalium ini didasarkan pada dosis standar yang dipublikasi oleh pusat penelitian kelapa sawit (PPKS) yang sudah menjadi standar acuan untuk pemupukan bahan tanaman yang diproduksi oleh PPKS. Aplikasi pupuk KCl dilaksanakan pada saat bibit berumur 3,5 bulan atau 2 minggu setelah pindah tanam di *main nursery* bersamaan dengan pemberian pupuk lainnya yaitu urea, Sp-36 dan dolomit dengan interval pemupukan setiap 2 minggu. Pemberian pupuk diberikan dengan cara broadcast yaitu diberikan merata di sekeliling polybag.

Perlakuan cekaman kekeringan dilaksanakan setelah aplikasi perlakuan pupuk kalium selesai dilaksanakan yaitu pada saat bibit kelapa sawit berumur 10 bulan. Lama perlakuan kekeringan sekitar 1 bulan hingga tanaman berumur 11 bulan. Perlakuan kekeringan dilakukan dengan mengukur laju transpirasi air tanah (FTSW = *fraction of transpirable soil water*) mengacu seperti yang telah digunakan pada percobaan Muiz (2016) pada pengujian empat

progeni bibit kelapa sawit pada tiga aras lengas tanah yaitu kapasitas lapang (1,00), kekeringan moderat (0,35) dan kekeringan berat (0,15). Total air tanah tersedia untuk mendukung pertukaran gas melalui daun dinamakan *transpirable soil water* dan kekeringan relatif tanah sebagai FTSW dinyatakan dengan nilai antara 1,0 (tertinggi) hingga 0,0 (terendah). Nilai FTSW 1,0 menunjukkan air tersedia bagi tanaman dan mendekati 0,0 air tidak tersedia. Perhitungan FTSW adalah Sebagai berikut :

$$\text{Bobot FTSW } 1,00 = 1,00 (B_{KL} - B_{TLP}) + B_{TLP}$$

$$\text{Bobot FTSW } 0,35 = 0,35 (B_{KL} - B_{TLP}) + B_{TLP}$$

$$\text{Bobot FTSW } 0,15 = 0,15 (B_{KL} - B_{TLP}) + B_{TLP}$$

$B_{TLP}$  = bobot titik layu permanen

$B_{KL}$  = bobot kapasitas lapang masing-masing polibag

Parameter yang diamati pada penelitian ini adalah analisis awal tanah sebelum perlakuan, analisis tanah akhir setelah perlakuan, serapan hara N, P, K, Ca, Mg, dan Cl bibit kelapa sawit dan berat kering tanaman di akhir penelitian.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Analisis Tanah Awal

Tanah yang digunakan pada penelitian ini adalah tanah jenis Inceptisol yang berasal dari kecamatan Pathuk Kabupaten Gunung Kidul, Yogyakarta. Berdasarkan hasil analisis fisika tanah laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian UGM, tekstur tanah adalah tergolong lempung yang didominasi oleh partikel liat sebesar 49.83%, debu 21,31% dan pasir 28,86% dengan nilai BV dan BJ tanah berturut-turut 1,72 dan 2,61 g/cm<sup>3</sup>.

Hasil analisis kimia tanah menunjukkan bahwa pH tanah tergolong masam, dengan kandungan bahan organik yang tinggi dan kandungan N yang tergolong sedang, nilai kapasitas tukar kation (KTK) tergolong tinggi. Hasil analisis status hara terlihat bahwa tanah yang dipakai pada penelitian ini memiliki kandungan hara P yang relatif sedang, Ca sangat rendah, K yang sangat rendah, dan memiliki kandungan Mg yang rendah, maka dengan justifikasi kandungan kalium yang tergolong sangat rendah tersebut, diharapkan pemberian pupuk K dapat memperbaiki status ketersediaan hara K pada tanah.

Tabel 1. Hasil analisis awal tanah sebelum perlakuan penelitian

Table 1. Result of soil analysis before research treatments

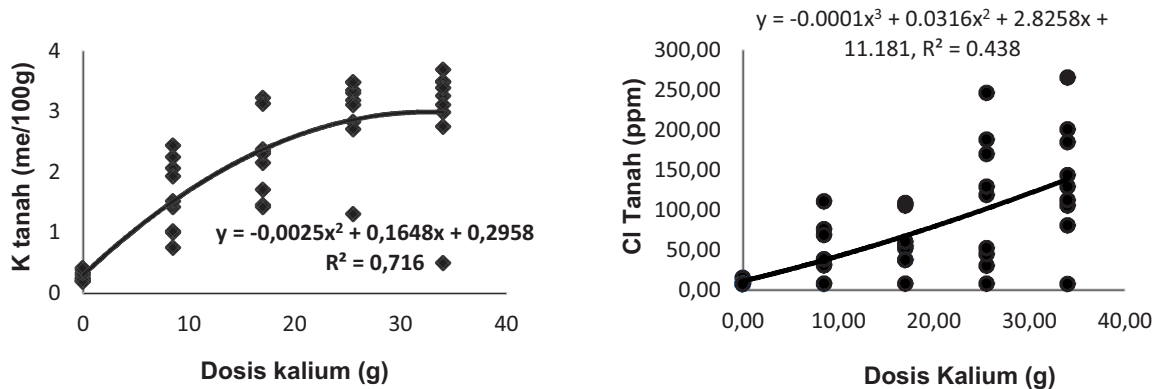
Parameter	Nilai	satuan	Harkat*
Tekstur	Lempung		
lempung	49,83	%	
debu	21,31	%	
pasir	28,86	%	
BV	1,72	g/cm <sup>3</sup>	
BJ	2,61	g/cm <sup>3</sup>	
pH	5,23		Masam
C-organik	9,01	%	Sangat tinggi
N total	0,39	%	Sedang
C/N Ratio	28,56		Sangat tinggi
KPK	26,75	%	Tinggi
K	0,1	me/100g	sangat rendah
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	7,62	ppm	Sedang
Ca	0.21	me/100g	Sangat rendah
Mg	1.20	me/100g	Rendah

\*) Harkat berdasarkan Balitbangtan Departemen Pertanian, 2005.

#### **Kandungan Kalium dan Klorin dalam tanah Akhir Penelitian**

Kandungan K-dd tanah merupakan jumlah K yang dapat ditukar pada kompleks jerapan, dan tersedia bagi tanaman. Kandungan K-dd pada akhir penelitian menyatakan jumlah sisa K yang terdapat dalam tanah sebagai dampak perlakuan dosis K yang diberikan (Gambar 1). Peningkatan kandungan K-dd meningkat secara tajam pada pemberian K pada dosis 8,5 sampai dengan 25,53 g/bibit (K1, K2

dan K3), kemudian menunjukkan pola melandai pada pemberian K dosis tertinggi yaitu sebesar 34,03 (K4). Hal ini dapat diinterpretasikan bahwa pemberian K yang optimum untuk meningkatkan kandungan K-dd tanah adalah pada kisaran dosis 25,52 sampai dengan 34,03 g/bibit. Hal ini menandakan bahwa pada kisaran dosis tersebut jerapan K-dd tanah sudah berada pada level maksimum artinya kompleks jerapan tanah sudah jenuh dengan kation K yang berasal dari pupuk KCl sehingga peningkatan K-dd tidak terjadi lagi.



Gambar 1. Peningkatan kandungan K tanah dan Cl tanah akibat aplikasi pupuk kalium

Figure 1. Increasing of K content and soil Cl due to application of potassium fertilizer

Sejalan dengan K-dd kandungan Cl tanah juga mengalami juga mengalami peningkatan yang tajam mengikuti dosis K yang diberikan. Hal ini dikarenakan pupuk yang dipakai dalam penelitian ini adalah pupuk KCl yang mengandung 60%  $K_2O$  dan sisanya merupakan unsur Cl dan bahan lainnya. Cl merupakan unsur hara mikro essential yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah kecil, jika terlalu besar terkandung di dalam tanaman akan bersifat toksik dan akan mengganggu pertumbuhan. Hal ini patut menjadi perhatian mengingat pupuk KCl adalah pupuk yang umum dipakai di perkebunan dan tanaman budidaya lainnya, penggunaan KCl yang berlebihan dikhawatirkan dapat mengakibatkan keracunan unsur Cl bagi tanaman.

### Serapan Hara Nitrogen (N)

Hasil analisis serapan hara N menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh yang signifikan antara dosis pupuk K terhadap kandungan N pada tajuk, dan serapan hara N. Terdapat pengaruh yang signifikan antara dosis pupuk K terhadap kandungan N pada akar tanaman berdasarkan Tabel 2. Diketahui bahwa perlakuan tanpa pupuk K memiliki kandungan N akar tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya, tapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan K1. Kandungan N akar justru menurun dengan semakin ditingkatkannya dosis pupuk kalium. Kalium berperan penting dalam berbagai proses enzimatik terkait metabolisme N untuk membentuk material tanaman (Du *et al.*, 2017; Wang *et al.*, 2015), diduga perlakuan

K0 (0 g K/bibit) menyebabkan tanaman mengalami defisiensi K yang berdampak terhambatnya fungsi enzimatik dan sintesis protein sehingga unsur N yang merupakan komponen utama asam amino terakumulasi di akar karena terhambatnya proses metabolisme N.

Cekaman kekeringan sangat berdampak terhadap penyerapan hara N bibit kelapa sawit, dari Tabel 2 diketahui bahwa peningkatan cekaman kekeringan berpengaruh signifikan terhadap kandungan N akar, serapan hara N di tajuk dan serapan N total tanaman. Kandungan N akar meningkat dengan semakin meningkatnya cekaman kekeringan dimana kandungan N terendah terdapat pada kapasitas lapang sebesar 1,20% dan tertinggi pada perlakuan cekaman berat sebesar 1,43%. Serapan N pada tajuk mengalami penurunan akibat cekaman kekeringan dimana tertinggi terdapat pada perlakuan kapasitas lapang dan terendah pada perlakuan cekaman berat. Hal yang sama juga terjadi pada serapan N total dimana tertinggi pada perlakuan kapasitas lapang sebesar 3,9 g dan terendah pada perlakuan cekaman berat sebesar 2,88 g. Peningkatan kandungan N pada akar bibit kelapa sawit yang tercekam kekeringan lebih dipengaruhi oleh pengkayaan N di dalam jaringan tanaman sebagai dampak terhambatnya pertumbuhan tajuk tanaman sesuai dengan dengan penelitian Du *et al.*, (2017) pada tanaman jagung dan Raza *et al.*, (2013) pada tanaman gandum. Hal ini terlihat pada hasil serapan N di tajuk yang menunjukkan hasil sebaliknya dimana serapan N tertinggi terdapat pada perlakuan kapasitas lapang dan semakin menurun seiring meningkatnya cekaman kekeringan dimana yang terendah terdapat pada perlakuan cekaman berat.

Tabel 2. Efek dosis kalium dan cekaman kekeringan terhadap kandungan dan serapan N di tajuk dan akar bibit kelapa sawit

Table 2. Effect of potassium doses and drought stress to content and uptake of N in canopy and root of palm oil seedling

Perlakuan	Kandungan N (%)		Serapan N (g)		Serapan Total (g)
	Akar	Tajuk	Akar	Tajuk	
K0 ( 0 g K/bibit)	1,51 a	3,02 a	0,41 a	2,93 a	3,34 a
K1 (8,5 g K/bibit)	1,43 ab	2,85 a	0,42 a	3,11 a	3,53 a
K2 (17,02 g K/bibit)	1,25 c	2,84 a	0,38 a	3,10 a	3,48 a
K3 (25,53 g K/bibit)	1,23 c	2,88 a	0,36 a	3,05 a	3,41 a
K4 (34,03 g K/bibit)	1,30 bc	2,79 a	0,37 a	2,85 a	3,22 a
FTSW 1 (Kapasitas Lapang)	1,20 b	2,93 a	0,37 a	3,53 a	3,90 a
FTSW 0,35 (Cekaman Moderat)	1,40 a	2,88 a	0,43 a	2,98 b	3,41 b
FTSW 0,15 (Cekaman Berat)	1,43 a	2,82 a	0,37 a	2,51 c	2,88 c

Keterangan: rerata dalam satu kolom yang diikuti oleh huruf sama tidak berbeda nyata menurut DMRT dengan  $\alpha = 5\%$

Note: in the same column/row followed by the same words are not significantly different according DMRT with  $\alpha = 5\%$

Cekaman kekeringan menghambat serapan N oleh tanaman, hal ini utamanya disebabkan oleh minimnya lengas tanah sehingga unsur nitrogen yang diberikan melalui pupuk terhambat untuk diserap permukaan akar (Luo et al., 2015). Proses penyerapan N yang dominan melalui mekanisme aliran masa dan difusi terhambat, sementara itu di dalam tubuh tanaman, berkurangnya kadar air menyebabkan terganggunya potensial osmotik sel, yang menurunkan beberapa aktivitas enzim penting dalam metabolisme tanaman sehingga N yang ada di jaringan terhambat untuk disintesis menjadi protein (Alam, 1994). Enzim yang berperan dalam proses ini adalah enzim nitrat reduktase (ANR) yang berperan dalam pengubahan nitrat menjadi ammonium untuk selanjutnya membentuk asam-asam amino yang merupakan substrat dasar sintesis protein. Akibat akumulasi nitrat yang tidak terkonversi akan berakibat pada penurunan sintesis biomassa tanaman (Sarwar et al., 1991). Hal ini jugalah yang menyebabkan serapan N di dalam tajuk menurun.

### Serapan Hara Fosfor (P)

Hasil analisis serapan P menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh yang signifikan antara pemupukan kalium terhadap kandungan dan serapan P bibit kelapa sawit. Cekaman kekeringan berpengaruh signifikan terhadap serapan P tanaman, dimana peningkatan cekaman kekeringan menyebabkan penurunan serapan P baik di akar maupun tajuk. Serapan P akar dan tajuk tertinggi terdapat pada perlakuan kapasitas lapang yaitu masing-masing sebesar 0,03 dan 0,17 g P/bibit. Serapan terendah terdapat pada perlakuan cekaman berat masing-masing sebesar 0,024 dan 0,13 g P/bibit. Peningkatan cekaman kekeringan menyebabkan terhambatnya penyerapan P yang disebabkan oleh minimnya air tersedia untuk memineralisasi pupuk P yang diberikan, selain itu unsur P dalam tanah tersedia dalam bentuk anion yang mekanisme utama masuknya ke dalam tanaman melalui mekanisme



difusi (Marschner, 1986), sehingga keterbatasan air akan menghambat proses penyerapan P dari tanah. Terhambatnya serapan P oleh tanaman juga dikemukakan oleh Ashraf *et al.*, (1998) pada tanaman gandum.

### Serapan Hara Kalium (K)

Hasil analisis serapan K bibit kelapa sawit menunjukkan bahwa pemupukan K berpengaruh signifikan terhadap kandungan K dan serapan K bibit kelapa sawit. Kandungan K akar dan tajuk terendah terdapat pada perlakuan K0 masing masing sebesar

0,91 dan 1,14%, sedangkan kandungan K akar tertinggi terdapat pada perlakuan K3 sebesar 1,87% dan kandungan K tajuk tertinggi terdapat pada perlakuan K4 sebesar 2%. Serapan K total bibit kelapa sawit terendah terdapat pada perlakuan K0 yaitu sebesar 1,39% sedangkan yang tertinggi terdapat pada perlakuan K4 yaitu sebesar 2,49% namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan K1, K2, dan K3. Hal ini menunjukkan bahwa level pemupukan optimal untuk meningkatkan serapan K terdapat pada perlakuan K1 karena pemberian dosis yang lebih tinggi tidak dapat meningkatkan serapan hara K lebih tinggi lagi.

Tabel 3. Efek dosis kalium dan cekaman kekeringan terhadap kandungan dan serapan P di tajuk dan akar bibit kelapa sawit

Table 3. Effect of potassium doses and drought stress to content and uptake of P in canopy and root of palm oil seedling

Perlakuan	Kandungan P (%)		Serapan P (g)		Serapan Total (g)
	Akar	Tajuk	Akar	Tajuk	
K0 ( 0 g K/bibit)	0,09 a	0,14 a	0,03 a	0,14 a	0,16 a
K1 (8,5 g K/bibit)	0,10 a	0,15 a	0,03 a	0,16 a	0,19 a
K2 (17,02 g K/bibit)	0,09 a	0,14 a	0,03 a	0,15 a	0,18 a
K3 (25,53 g K/bibit)	0,09 a	0,14 a	0,03 a	0,15 a	0,17 a
K4 (34,03 g K/bibit)	0,09 a	0,14 a	0,03 a	0,14 a	0,17 a
FTSW 1 (Kapasitas Lapang)	0,09 a	0,14 a	0,030 a	0,17 a	0,20 a
FTSW 0,35 (Cekaman Moderat)	0,10 a	0,14 a	0,028 ab	0,15 b	0,17 b
FTSW 0,15 (Cekaman Berat)	0,09 a	0,14 a	0,024 b	0,13 b	0,15 c

Keterangan: rerata dalam satu kolom yang diikuti oleh huruf sama tidak berbeda nyata menurut DMRT dengan  $\alpha = 5\%$

Note: in the same column/row followed by the same words are not significantly different according DMRT with  $\alpha = 5\%$

### Serapan Hara Kalsium (Ca)

Hasil analisis serapan Ca menunjukkan bahwa dosis pemupukan kalium berpengaruh signifikan terhadap kandungan Ca di tajuk bibit kelapa sawit, namun tidak berpengaruh signifikan terhadap serapan

Ca tanaman. Kandungan Ca tajuk tertinggi terdapat pada perlakuan K1 yaitu sebesar 0,96% sedangkan yang terendah terdapat pada perlakuan K4 yaitu sebesar 0,74 namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan K2 dan K3. Cekaman kekeringan tidak

berpengaruh secara signifikan terhadap kandungan Ca dan serapan Ca bibit kelapa sawit. Ca di dalam tanah tersedia dalam Ca-dd yang terikat pada koloid tanah, Ca diserap dalam bentuk kation  $Ca^{2+}$  sama dengan unsur K, Mg, dan Na.

Sebagaimana yang dikemukakan oleh Ashraf *et al.*, (1998) bahwa penambahan kation dalam media tanam akan berdampak pada penurunan kandungan kation lainnya. Pada penelitian ini diketahui bahwa peningkatan dosis kalium menyebabkan kandungan Ca di tajuk juga turut mengalami penurunan, sebaliknya semakin kecil dosis K yang diberikan justru

meningkatkan kandungan dan serapan Ca. Hal yang sama juga dilaporkan oleh Du *et al.*, (2017) dan Tuna *et al.*, (2010) masing masing pada komoditi melon dan padi. Peningkatan kandungan Ca pada perlakuan tanpa pupuk K (Ko) disebabkan karena terjadinya defisiensi K mendorong kation lain untuk masuk ke dalam sitoplasma untuk menggantikan fungsi K dalam mengatur tekanan osmotik sel (Anschütz *et al.*, 2014 ; Benito *et al.*, 2014). Mengel and Kirkby (2001) menyatakan bahwa Ca dapat mensubstitusi kebutuhan hara K untuk fungsi-fungsi tertentu, diantaranya menjaga stabilitas dan permeabilitas membran sel.

Tabel 4. Efek dosis kalium dan cekaman kekeringan terhadap kandungan dan serapan K di tajuk dan akar bibit kelapa sawit

Table 4. Effect of potassium doses and drought stress to content and uptake of K in canopy and root of palm oilseedling

Perlakuan	Kandungan K (%)		Serapan K (g)		Serapan Total (g)
	Akar	Tajuk	Akar	Tajuk	
K0 ( 0 g K/bibit)	0,91 c	1,14 b	0,24 c	1,15 b	1,39 b
K1 (8,5 g K/bibit)	1,26 bc	1,70 a	0,37 c	1,84 a	2,21 a
K2 (17,02 g K/bibit)	1,38 bc	1,73 a	0,42 ab	1,89 a	2,31 a
K3 (25,53 g K/bibit)	1,87 a	1,81 a	0,54 a	1,89 a	2,43 a
K4 (34,03 g K/bibit)	1,63 ab	2,00 a	0,47 ab	2,01 a	2,49 a
FTSW 1 (Kapasitas Lapang)	1,33 a	1,62 a	0,41 a	1,93 a	2,34 a
FTSW 0,35 (Cekaman Moderat)	1,36 a	1,64 a	0,43 a	1,72 a	2,14 a
FTSW 0,15 (Cekaman Berat)	1,54 a	1,77 a	0,40 a	1,62 a	2,02 a

Keterangan: rerata dalam satu kolom/ baris yang diikuti oleh huruf sama tidak berbeda nyata menurut DMRT dengan  $\alpha=5\%$

Note: in the same column/row followed by the same words are not significantly different according DMRT with  $\alpha=5\%$

#### Serapan Hara Magnesium (Mg)

Hasil analisis serapan Mg menunjukkan bahwa dosis pemupukan K berpengaruh signifikan terhadap kandungan Mg pada akar dan tajuk, serta serapan Mg pada akar bibit kelapa sawit. Kandungan Mg tertinggi

dalam akar terdapat pada perlakuan K3 yaitu sebesar 0,26% dan terendah terdapat pada perlakuan K4 tapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan K0, K1 dan K2 yaitu sebesar 0,18. Kandungan Mg tertinggi dalam tajuk terdapat pada



perlakuan K0 sebesar 0,43, terendah terdapat pada perlakuan K3 dan K4 tapi tidak berbeda nyata dengan K2 yaitu sebesar 0,31%. Serapan Mg tertinggi dalam akar terdapat pada perlakuan K3 yaitu sebesar 0,076, terendah pada perlakuan K4 tapi tidak berbeda nyata dengan K0, K1 dan K2 sebesar 0,051%. Peningkatan dosis K berdampak pada penurunan kandungan Mg di tajuk tanaman. Hal yang sama juga dilaporkan oleh Filho *et al.*, (2017) yang mengkaji tentang efek K pada tanaman padi gogo. Penurunan kandungan Mg tersebut

disebabkan oleh kompetisi antara K dan Mg karena sama-sama berbentuk kation di dalam tanah. Damanik (2011) menyatakan bahwa kation-kation bervalensi dua lebih kuat terjerap pada permukaan koloid tanah dibandingkan kation bervalensi satu. Kation K<sup>+</sup> yang bervalensi satu akan lebih mudah dipertukarkan dibandingkan dengan ion yang bervalensi dua. Landon (1984) juga menambahkan bahwa diantara ion-ion basa K, Ca, Mg, atau Na terdapat sifat antagonistik dalam hal serapan oleh tanaman, sehingga peningkatan salah satu kation akan berdampak pada

Tabel 5. Efek dosis kalium dan cekaman kekeringan terhadap kandungan dan serapan Ca di tajuk dan akar bibit kelapa sawit

Table 5. Effect of potassium doses and drought stress to content and uptake of Ca in canopy and root of palm oil seedling

Perlakuan	Kandungan Ca (%)		Serapan Ca (g)		Serapan Total (g)
	Akar	Tajuk	Akar	Tajuk	
K0 ( 0 g K/bibit)	0,37 a	0,94 ab	0,10 a	0,90 a	1,00 a
K1 (8,5 g K/bibit)	0,31 a	0,96 a	0,09 a	1,05 a	1,14 a
K2 (17,02 g K/bibit)	0,30 a	0,78 bc	0,09 a	0,86 a	0,95 a
K3 (25,53 g K/bibit)	0,36 a	0,81 abc	0,10 a	0,85 a	0,96 a
K4 (34,03 g K/bibit)	0,31 a	0,74 c	0,09 a	0,76 a	0,85 a
FTSW 1 (Kapasitas Lapang)	0,30 a	0,81 a	0,09 a	0,98 a	1,08 a
FTSW 0,35 (Cekaman Moderat)	0,35 a	0,86 a	0,11 a	0,89 a	1,00 a
FTSW 0,15 (Cekaman Berat)	0,34 a	0,87 a	0,08 a	0,78 a	0,86 a

Keterangan: rerata dalam satu kolom yang diikuti oleh huruf sama tidak berbeda nyata menurut DMRT dengan  $\alpha= 5\%$

Note: in the same column/row followed by the same words are not significantly different according DMRT with  $\alpha= 5\%$

keseimbangan kation lainnya. Dalam hal ini K bervalensi 1 sedangkan Mg bervalensi 3, pada perlakuan K0 terjadi defisiensi K sehingga jumlah K sedikit di dalam tanah sehingga Mg yang bervalensi 3 akan lebih mudah terserap. Peningkatan dosis K menyebabkan ketersediaan kation K dalam tanah dan penyerapan K akan mengalami peningkatan sehingga unsur Mg mengalami penurunan serapan.

#### **Serapan Hara Klorin (Cl)**

Cl merupakan unsur hara mikro esensial yang juga dibutuhkan oleh tanaman, namun dalam jumlah yang kecil dan merupakan unsur ikutan yang terkandung dalam pupuk KCl. Unsur ini dibutuhkan bagi tanaman, namun apabila jumlahnya berlebihan akan menyebabkan tanaman mengalami keracunan dan mengganggu pertumbuhannya. Hasil analisis

serapan Cl menunjukkan bahwa pemupukan KCl berpengaruh signifikan terhadap peningkatan kandungan Cl pada akar bibit kelapa sawit, dan juga peningkatan serapan Cl baik pada akar maupun tajuk bibit kelapa sawit. Cekaman kekeringan berpengaruh signifikan pada serapan Cl oleh tajuk bibit kelapa sawit dan tidak mempengaruhi serapan Cl oleh akar dan kandungan Cl di jaringan tanaman. Cl merupakan unsur hara esensial yang berperan dalam proses fotosintesis tanaman dan berperan dalam pembentukan ATP, namun dalam jumlah yang besar akan menimbulkan keracunan bagi tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk KCl dapat meningkatkan kandungan Cl di dalam akar

tanaman, namun tidak terjadi peningkatan kandungan Cl di dalam tajuk. Hal ini mungkin disebabkan oleh mekanisme pertahanan akar dalam membatasi senyawa-senyawa yang berbahaya dengan cara mendeposit atau mengkompartemen unsur Cl di dalam akar tanaman sehingga tidak berdampak terhadap peningkatan Cl di tajuk yang dapat menghambat proses metabolisme tanaman. Ini juga membuktikan bahwa tanaman kelapa sawit mampu beradaptasi terhadap peningkatan kandungan klorin pada media tanaman seperti yang terlihat pada Gambar 1, dimana kandungan Cl di dalam tanah meningkat seiring dengan peningkatan dosis K.

Tabel 6. Efek dosis kalium dan cekaman kekeringan terhadap kandungan dan serapan Mg di tajuk dan akar bibit kelapa sawit.

Table 6. Effect of potassium doses and drought stress to content and uptake of Mg in canopy and root of palm oil seedling.

Perlakuan	Kandungan Mg (%)		Serapan Mg (g)		Serapan Total (g)
	Akar	Tajuk	Akar	Tajuk	
K0 ( 0 g K/bibit)	0,21 b	0,43 a	0,054 b	0,41 a	0,47 a
K1 (8,5 g K/bibit)	0,20 b	0,41 ab	0,058 b	0,45 a	0,51 a
K2 (17,02 g K/bibit)	0,19 b	0,34 bc	0,061 ab	0,37 a	0,43 a
K3 (25,53 g K/bibit)	0,26 a	0,31 c	0,076 a	0,33 a	0,40 a
K4 (34,03 g K/bibit)	0,18 b	0,31 c	0,051 b	0,32 a	0,37 a
FTSW 1 (Kapasitas Lapang)	0,18 a	0,35 a	0,06 a	0,42 a	0,48 a
FTSW 0,35 (Cekaman Moderat)	0,21 a	0,35 a	0,07 a	0,36 a	0,43 a
FTSW 0,15 (Cekaman Berat)	0,23 a	0,39 a	0,06 a	0,34 a	0,40 a

Keterangan: rerata dalam satu kolom yang diikuti oleh huruf sama tidak berbeda nyata menurut DMRT dengan  $\alpha=5\%$

Note: in the same column/row followed by the same words are not significantly different according DMRT with  $\alpha=5\%$

### Bobot Biomassa Kering Bibit Kelapa Sawit

Hasil analisis biomassa kering bibit kelapa sawit (Tabel 8) menunjukkan bahwa perlakuan cekaman kekeringan berpengaruh signifikan terhadap

penurunan bobot kering tajuk dan bobot total bibit kelapa sawit. Bobot kering total tertinggi terdapat pada perlakuan kapasitas lapang yaitu sebesar 151,28 g, sedangkan yang terendah terdapat pada perlakuan cekaman kekeringan berat yaitu sebesar 115,70 g,

amun perlakuan cekaman kekeringan tidak berpengaruh signifikan terhadap bobot kering akar. Perlakuan dosis kalium secara statistik tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan, namun terdapat kecenderungan pada perlakuan cekaman

kekeringan baik yang moderat maupun yang berat bahwa perlakuan dosis 0 g/bibit (tanpa K) memiliki nilai bobot kering yang lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan dosis K yang lainnya.

Tabel 7. Efek dosis kalium dan cekaman kekeringan terhadap kandungan dan serapan Cl di tajuk dan akar bibit kelapa sawit

*Table 7. Effect of potassium doses and drought stress to content and uptake of Cl in canopy and root of palm oil seedling*

Perlakuan	Kandungan Cl (%)		Serapan Cl (g)		Serapan Total (g)
	Akar	Tajuk	Akar	Tajuk	
K0 ( 0 g K/bibit)	0,68 c	1,04 a	0,18 b	0,98 b	1,16 b
K1 (8,5 g K/bibit)	1,17 b	1,16 a	0,34 a	1,25 a	1,60 a
K2 (17,02 g K/bibit)	1,26 ab	1,23 a	0,38 a	1,33 a	1,71 a
K3 (25,53 g K/bibit)	1,44 a	1,16 a	0,42 a	1,22 a	1,64 a
K4 (34,03 g K/bibit)	1,41 a	1,18 a	0,41 a	1,21 a	1,62 a
FTSW 1 (Kapasitas Lapang)	1,06 a	1,09 a	0,32 a	1,30 a	1,63 a
FTSW 0,35 (Cekaman Moderat)	1,23 a	1,18 a	0,38 a	1,22 ab	1,61 a
FTSW 0,15 (Cekaman Berat)	1,29 a	1,20 a	0,34 a	1,06 b	1,40 b

Keterangan: rerata dalam satu kolom yang diikuti oleh huruf sama tidak berbeda nyata menurut DMRT dengan  $\alpha=5\%$

*Note: in the same column/row followed by the same words are not significantly different according DMRT with  $\alpha=5\%$*

Penurunan bobot biomassa kering bibit kelapa sawit akibat cekaman kekeringan dikarenakan terganggunya proses biokimia dan fisiologi di dalam tubuh tanaman. Respons awal tanaman yang terpapar cekaman kekeringan adalah terbentuknya hormon asam absisat (ABA) yang disintesa di akar dan ditranslokasikan ke daun untuk mengatur proses fisiologis. ABA berperan dalam proses penutupan stomata (Yang *et al.*, 2014; Liu and Hou, 2018) untuk mengatur status air di dalam tanaman dan juga berperan dalam proses penuaan dan pengguguran daun (Sujinah dan Jamil, 2016). Penutupan stomata mengakibatkan berkurangnya transpirasi tanaman (Putra *et al.*, 2015) dan diiringi dengan penurunan

fiksasi CO<sub>2</sub> dari udara sehingga mengakibatkan menurunnya laju fotosintesis (Akram *et al.*, 2013; Mafakheri *et al.*, 2011) yang pada akhirnya mengurangi komponen pertumbuhan (tinggi tanaman, lingkaran batang, jumlah daun, panjang akar) dan akumulasi biomassa dan hasil (Farooq *et al.*, 2012).

Kalium sangat berperan dalam meningkatkan ketahanan tanaman kelapa sawit terhadap cekaman kekeringan (Wang *et al.*, 2013). Menurut Benlloch-Gonzalez *et al.*, (2010), tanaman yang mengalami cukup K dalam kondisi cekaman kekeringan akan lebih responsif dalam pengaturan konduktansi stomata, dimana bukaan stomata akan lebih kecil

Tabel 8. Efek dosis kalium dan cekaman kekeringan terhadap bobot kering tajuk dan akar bibit kelapa sawit

Table 8. Effect of potassium doses and drought stress to canopy and root biomass of palm oil seedling

Perlakuan	Akar	Tajuk	Total
<b>FTSW 1 (Kapasitas Lapang)</b>			
K0 ( 0 g K/bibit)	31,72	122,11	153,83
K1 (8,5 g K/bibit)	32,20	126,79	158,99
K2 (17,02 g K/bibit)	34,20	117,45	151,65
K3 (25,53 g K/bibit)	28,53	127,45	155,99
K4 (34,03 g K/bibit)	28,47	107,49	135,97
<b>Rata-rata</b>	<b>31.02 a</b>	<b>120.26 a</b>	<b>151.28 a</b>
<b>FTSW 0,35 (Cekaman Moderat)</b>			
K0 ( 0 g K/bibit)	27,46	100,05	127,51
K1 (8,5 g K/bibit)	31,44	103,28	134,71
K2 (17,02 g K/bibit)	29,15	109,07	138,22
K3 (25,53 g K/bibit)	32,74	100,95	133,69
K4 (34.03 g K/bibit)	31.83	106.43	138.26
<b>Rata-rata</b>	<b>30.52 a</b>	<b>103.95 ab</b>	<b>134.48 b</b>
<b>FTSW 0,15 (Cekaman Berat)</b>			
K0 ( 0 g K/bibit)	22,50	71,97	94,46
K1 (8,5 g K/bibit)	24,94	95,09	120,02
K2 (17,02 g K/bibit)	29,14	99,96	129,10
K3 (25,53 g K/bibit)	26,16	90,21	116,37
K4 (34,03 g K/bibit)	26,37	92,17	118,54
<b>Rata-rata</b>	<b>25,82 a</b>	<b>89,88 b</b>	<b>115,70 c</b>

Keterangan: rerata dalam satu baris yang diikuti oleh huruf sama tidak berbeda nyata menurut DMRT dengan  $\alpha=5\%$

Note: in the same column/row followed by the same words are not significantly different according DMRT with  $\alpha=5\%$

dibandingkan tanaman yang kekurangan K Hal ini disebabkan karena pada tanaman yang defisiensi K akan meningkatkan transkripsi dari gen yang terkait dengan sintesis etilen, sehingga etilen yang terbentuk akan menghambat aktivitas asam absisat dalam menstimulasi penutupan stomata sehingga stomata menutup secara lambat dan mengakibatkan tanaman lebih boros air.

Pada penelitian ini terdapat kecenderungan bahwa pemberian K dapat meningkatkan ketahanan terhadap kekeringan, terlihat dari akumulasi bobot kering yang lebih baik pada perlakuan pemupukan K dibandingkan dengan tanpa pemupukan K walaupun secara statistik tidak berbeda nyata. Hal ini disebabkan karena penurunan lengas tanah yang sangat dramatis dari kapasitas lapang (FTSW 1) ke cekaman moderat (FTSW 0,35) dan cekaman berat (FTSW 0,15) yang sangat jarang terjadi di lapangan yang mengakibatkan pengaruh K terhadap akumulasi bahan kering tanaman dikaitkan dengan perubahan kadar lengas kurang terekspresi.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa pemberian kalium dapat meningkatkan kandungan dan serapan K dan Cl tanah dan tanaman, meningkatkan serapan Mg akar, menurunkan kandungan N akar dan menurunkan kandungan Ca dan Mg pada tajuk tanaman. Cekaman kekeringan berdampak terhadap penurunan kandungan dan serapan N, P, dan Cl tanaman serta penurunan bobot biomassa kering tanaman. Pemberian kalium belum berdampak terhadap produksi biomassa bibit kelapa sawit pada kondisi tercekam kekeringan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Akhtar, I and N.Nazir. 2013. Effect of waterlogging and drought stress in plants. *Int J Water Res Environ Sci.* 2: 34–40.
- Akram, H. M., A. Ali, A. Sattar, H.S.U. Rehman, and A. Bibi. 2013. Impact of water deficit stress on various physiological and agronomic traits of three basmati rice (*Oryza sativa* L) cultivar. *The Journal Animal and Sciences.* 23(5):1415-1423.
- Alam, S.M. 1994. Nutrient by plants under stress

conditions. In: Pessaraki M (eds) *Handbook of Plant and Crop Stress*, pp. 227-246. Marcel Dekker, New York.

- Anschutz, U., D. Becker, and S. Shabala. 2014. Going beyond Nutrition: Regulation of Potassium Homeostasis as a Common Denominator of Plant Adaptive Responses to Environment. *Journal of Plant Physiology.* 171: 670-687.
- Ashraf, M.Y., S.A. Ali., A.S.Bhatti. 1998. Nutritional imbalance in wheat genotypes grown at soil water stress. *Acta Physiol. Plant.* 20: 307-310.
- Basiron, Y. 2007. Palm oil production through sustainable plantations. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 109: 289-295.
- Benito, B., R. Haro., A. Amtmann., T.A. Cuin, and I. Dreyer. 2014. The Twins K<sup>+</sup> and Na<sup>+</sup> in plants. *Journal of Plant Physiology.* 171: 723-731.
- Benlloch-Gonzalez, M., J. Romera., S. Cristescu., F. Harren., J.M. Fournier, and M. Benlloch. 2010. K<sup>+</sup> starvation inhibits water-stress-induced stomatal closure via ethylene synthesis in sunflower plants. *J. Exp. Bot.* 61: 1139–1145.
- Bista, D.R., S.A. Heckathorn., D.M. Jayawardena., S. Mishra and J.K. Bolt. 2018. Effects of drought on nutrient uptake and the levels of nutrient-uptake proteins in roots of drought-sensitive and tolerant grasses. *Plants.* 7: 28.
- Brhane, H.. T. Mamo. and K. Teka. 2017. Optimum potassium fertilization level for growth, yield and nutrient uptake of wheat (*Triticum aestivum*) in Vertisols of Northern Ethiopia. *Cogent Food & Agriculture.* 3: 1347022.
- Brown.C.E., S.R. Pezeshki, and R.D. Delaune. 2006. The effect of salinity and soil drying on nutrient uptake and growth of *Spartina alterniflora* in a simulated tidal system. *Environmental and Experimental Botany* 58: 140-148
- Cha-um S., N. Yamada., T. Takabe, and C. Kirdmanee. 2013. Physiological feature dan growth characters of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) in response to reduced water deficit dan rewatering. *Australian Journal of Crop Science* 7 (3): 432-439.
- Damanik, M.M.B., B.E. Hasibuan., Sarifuddin, and H. Hanum. 2011. Kesuburan tanah dan

- pemupukan. USU Press. Medan.
- Darlan, N.H., I. Pradiko, Winarna, and H.H. Siregar. 2016. Dampak *el nino* 2015 terhadap performa tanaman kelapa sawit di Sumatera bagian tengah dan selatan. *Jurnal Tanah dan Iklim*. 40(2): 113-120.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. 2018. Statistik perkebunan Indonesia. Kelapa Sawit 2017-2018. Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Du, Q., X. Zhao., C. Jiang., X. Wang., Y. Han., J. Wang and H. Yu. 2017. Effect of potassium deficiency on root growth and nutrient uptake in maize. *Agricultural Sciences*. 8 : 1263-1277.
- Farooq, M., M. Hussain, A. Wahid, and K. H. M. Siddique. 2012. Drought stress in plants: an overview. In: R. Aroca (Ed.) *Plant Responses to Drought Stress From Morphological to Molecular Features*. Springer-Heidelberg New York Dordrecht. London. 1-33.
- Filho, A.C.D.A.C., C.A.C. Crusciol., A.S. Nascente., M. Mauad and R.A. Garcia. 2017. Influence of potassium levels on root growth and nutrient uptake of upland rice cultivars. *Rev. Caatinga, Mossoró*. 30(1): 32 – 44.
- GAPKI. 2018. Siaran Pers Gabungan Pengusaha Kelapa Sawit Indonesia : Kinerja ekspor minyak kelapa sawit kuartal I 2018. <https://gapki.id/news/4984/kinerja-ekspor-minyak-sawit-indonesia-kuartal-i-2018>. Diakses tanggal 28 Oktober 2018.
- He, M and F.A. Dijkstra. 2014. Drought effect on plant nitrogen and phosphorus: a metaanalysis. *New Phytologist*. 204: 924–931.
- Kheradmand, M.A., Shahmoradzadeh., S. Fahraji., E. Fatahi, and M.M. Raofi. 2014. Effect of water stress on oil yield and some characteristics of *Brassica napus*. *Intl Res J Appl Basic Sci*. 8:1447–14453.
- Landon, J.R. (ed). 1984. *Booker Tropical Soil Manual*. Booker Agric. Intern. Ltd.
- Liu, X, and X. Hou. 2018. Antagonistic regulation of ABA and GA in metabolism and signaling pathways. *Frontiers in Plant Science*. 9: 251.
- Luo, J., J. Zhou., H. Li., W.G. Shi., A. Polle., M.Z. Lu., X.M. Sun, and Z.B. Luo. 2015. Global poplar root and leaf transcriptomes reveal links between growth and stress responses under nitrogen starvation and excess. *Tree Physiol*. 35 :1283-1302
- Mafakheri, A., A. Siosemardeh, B. Bahramnejad, P.C. Struik and Y. Sohrabi. 2011. Effect of drought stress and subsequent recovery on protein, carbohydrate contents, catalase, and peroxidase activities in three chickpea cultivars. *Australian Journal of Crop Science*. 5: 1255-1260.
- Marschner, H. 1986. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Second Edition. Acad. Press. London.
- Mengel, K and E.A. Kirkby. 2001. *Principles of plant nutrition*, 5th edn. pp. 864, Kluwer Academic Publishers Dordrecht, The Netherlands.
- Muiz, A. 2016. Perubahan aktivitas biokimiawi dan fisiologis empat progeni kelapa sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq.) pada berbagai aras lengas tanah. Tesis Program Pascasarjana Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Munawar, A. 2011. *Kesuburan tanah dan nutrisi tanaman*. IPB press. Bogor.
- Putra E.T.S., Issukindarsyah, Taryono and B.H. Purwanto. 2015. Physiological responses of oil palm seedlings to the drought stress using boron and silicon applications. *Journal of Agronomy*. 14(2): 49-61
- Raza, M.A.S., M.F. Saleem., G.M. Shah., M. Jamil, and I.H. Khan. 2013. Potassium applied under drought improves physiological and nutrient uptake performances of wheat (*Triticum aestivum* L.). *J. Soil Sci. Plant Nutr*. 13: 175–185.
- Sarwar, M., Ahmad, N., Nabi, G., Yasin, M. 1991. Effect of soil moisture stress on different wheat varieties. *Pak. J. Agri. Res*. 12: 275-280.
- Sujinah and Jamil. 2016. Mekanisme respon tanaman padi terhadap cekaman kekeringan dan varietas toleran. *Iptek Tanaman Pangan*. 11(1).
- Tuna, A.L., C. Kaya, and M. Ashraf. 2010. Potassium sulfate improves water deficit tolerance in melon plants grown under glasshouse conditions. *Journal of Plant*



- Nutrition. 33:1276–1286.
- United States Department of Agriculture. 2017. *United States Department of Agriculture PSD database*. USDA
- Wang, M., Q.Zheng., Q.Shen, and S.Guo. 2013. The critical role of potassium in plant stress response. *International Journal of Molecular Sciences*. 14 :7370-7390.
- Wang, X.G.,X.H. Zhao.,C.J. Jiang., C.H. Li., S. Cong., D. Wu.,Y.Q. Chen., H.Q. Yu, and C.Y. Wang. 2015. Effects of potassium deficiency on photosynthesis and photoprotection mechanisms in soybean (*Glycine max* (L.) Merr.). *Journal of Integrative Agriculture*. 14: 856-863
- Waraich, E., R. Ahmad., S. Ullah.,M.Y. Ashraf, and Ehsanullah. 2011. Role of mineral nutrition in alleviation of drought stress in plants. *Australian Journal of Crop Science*. 5(6).
- Yang, L., J. Zhang, J. He, Y. Qin, D. Hua, Y. Duan, Z. Chen & Z. Gong. 2014. ABA mediated ROS in mitochondria regulate root meristem activity by controlling PLETHORA expression in arabidopsis. *PLOS Genetics* 10: 1-18.
- Zhang, A.Q., Sechenchogt., L.H. Wang, and Y.N. Wang. 2015. Effects of K stress on growth and P uptake of different genotypes maize. *Hubei Agricultural Sciences*. 54: 292-295.

