

Dampak El Niño 2015 terhadap Performa Tanaman Kelapa Sawit di Sumatera Bagian Tengah dan Selatan

Effect of El Niño 2015 on Oil Palm Performance in Central and Southern Sumatera

Nuzul Hijri Darlan*, Iput Pradiko, Winarna dan Hasril H. Siregar

Peneliti Ilmu Tanah dan Agronomi Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS), Jl. Brigjen Katamso No.51, Medan 20158, Sumatera Utara

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat artikel:

Diterima: 05 Februari 2016
Direview: 23 Februari 2016
Disetujui: 10 Oktober 2016

Katakunci:

Kelapa Sawit
El Niño
Kekeringan
Sumatera Bagian Utara
Sumatera Bagian Selatan

Keywords:

Oil palm
El Niño
Drought
Central Sumatra
Southern Sumatra

Abstrak: El Niño 2015 telah menyebabkan kekeringan panjang di wilayah selatan khatulistiwa Indonesia. Defisit air akibat kemarau panjang dapat mempengaruhi performa tanaman kelapa sawit. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui dampak El Niño 2015 terhadap kondisi defisit air lahan dan deret hari terpanjang tidak hujan (*dry spell*) serta pengaruhnya terhadap performa tanaman kelapa sawit. Penelitian dilakukan menggunakan data curah hujan harian Januari-Desember 2015 serta data observasi performa tanaman di 43 kebun kelapa sawit di Sumatera bagian tengah dan selatan meliputi Riau, Sumatera Barat, Jambi, Bengkulu, Sumatera Selatan dan Lampung. Nilai defisit air dan *dry spell* pada wilayah kajian berturut-turut berkisar antara 0-524 mm dan 7-133 hari. Hasil observasi menunjukkan bahwa tanaman mengalami stress akibat kekeringan ditandai munculnya 0-6 daun tombak, 0-24 pelepah segar mengalami sengkleh/patah pelepah, serta penurunan produktivitas Semester I 2016 dibandingkan periode yang sama tahun 2015 hingga 60%. Upaya teknis yang dapat dilakukan untuk meminimalisasi dampak kekeringan dan gangguan asap adalah melalui penerapan teknik budidaya yang tepat, antara lain dengan membangun sistem konservasi tanah dan air dan perbaikan pemupukan.

Abstract. *El Niño 2015 caused drought in the southern region of equatorial Indonesia. Water deficits due to droughts could affect oil palm performance. This study was conducted to determine the effects of El Niño 2015 on soil water deficit, dry spell, and its impacts on oil palm performance. This study used daily rainfall data from January to December 2015, and oil palm performance data of 43 plantations in Riau, West Sumatra, Jambi, Bengkulu, South Sumatra and Lampung. The result showed that water deficit and dry spell in the study sites ranged from 0-524 mm and 7-133 days, respectively. Field observations indicated that the palms suffered from water stress due to drought, as marked by the emergence of 0-6 spear fronds, wilting of 0-24 lower fronds (hanging down fronds), and 60% decrease of oil palm productivity in Semester I of 2016 relative to that of 2015. To minimize the impacts of drought and haze on oil palm plantations we recommend the implementation of best management practices, including balanced fertilization, and soil and water conservation systems.*

Pendahuluan

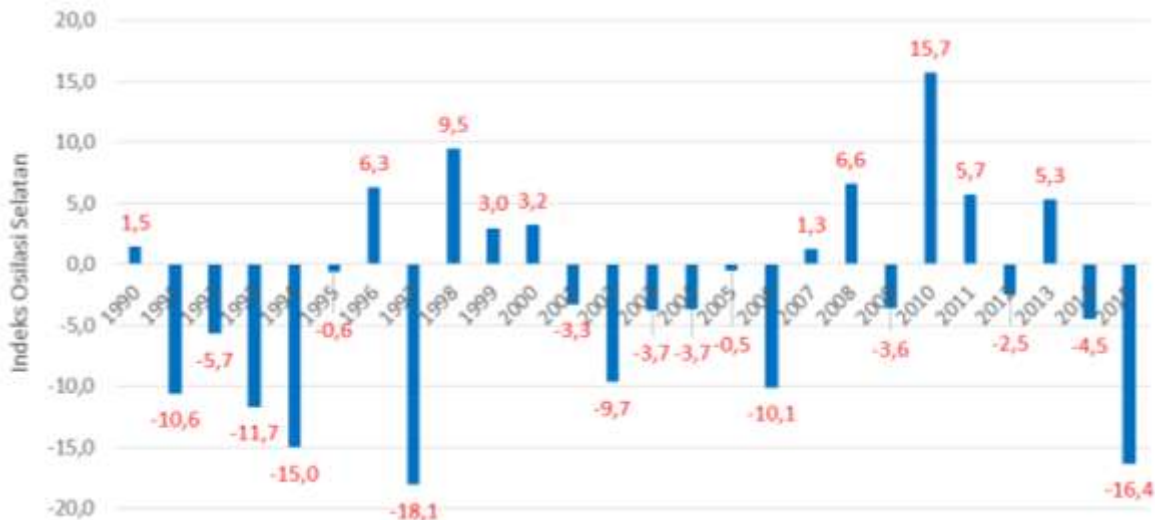
El Niño merupakan kondisi abnormalitas iklim yang ditandai dengan suhu permukaan laut (SPL) Samudera Pasifik ekuator bagian timur dan tengah (di Pantai Barat Ekuador dan Peru) lebih tinggi dari rata-rata normalnya. Hal ini menyebabkan kerapatan udara di Pasifik Timur lebih rendah dan menimbulkan pusat tekanan rendah, yang selanjutnya menyebabkan massa udara di wilayah Pasifik Barat (termasuk Indonesia dan Australia) bergerak menuju ke Pasifik Timur. Oleh karena itu, wilayah Indonesia dan Australia mengalami curah hujan di bawah normal karena tidak cukup banyak uap air yang jatuh di wilayah tersebut (Yana *et al.* 2014; Tjasyono *et al.* 2008). Menurut Harun *et al.* (2014), telah terjadi 10 kejadian El Niño (3 kuat, 5 moderat, dan 2 kejadian El Niño lemah) selama kurun waktu 1980-2013.

Berdasarkan data *Southern Oscillation Index* (SOI), yaitu indeks yang menunjukkan kejadian El Niño dan La

Nina, dinyatakan bahwa El Niño yang terjadi pada tahun 2015 ini sekuat El Niño 1997/1998 (El Niño kuat) (Gambar 1). El Niño menyebabkan kekeringan panjang di wilayah Indonesia terutama yang terletak di bagian selatan ekuator (Hendon 2003; Aldrian 2002; Yulihastin *et al.* 2009). Selain kekeringan, sampai saat ini juga terjadi kebakaran hutan dan lahan yang menyebabkan gangguan asap di Sumatera dan Kalimantan bahkan sampai ke Malaysia dan Singapura (Fuller *et al.* 2006).

Cekaman kekeringan dan gangguan asap juga mempengaruhi performa tanaman kelapa sawit. Hal ini karena tanaman kelapa sawit memerlukan curah hujan sebagai sumber air untuk mendukung pertumbuhan, perkembangan, dan produktivitasnya. Curah hujan yang optimal bagi tanaman kelapa sawit adalah 1.700-3.000 mm th⁻¹ (Siregar *et al.* 1997; Adiwiganda 1999). Selain itu, tanaman kelapa sawit merupakan tanaman heliofit yang memerlukan cahaya matahari optimal untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Kelapa sawit memerlukan lama penyinaran minimal yaitu sebesar 4 jam hari⁻¹ (Siregar *et*

*Corresponding author: nuzulhijri@gmail.com



Gambar 1. Southern Oscillation Index (sumber : www.bom.gov.au)

Figure 1. Southern Oscillation Index (source : www.bom.gov.au)

al. 1997; Adiwiganda 1999; Verheye 2010). Defisit air lahan akibat kemarau panjang dan reduksi radiasi matahari akibat gangguan asap dapat mempengaruhi tingkat pertumbuhan dan produktivitas tanaman kelapa sawit.

Penelitian-penelitian terdahulu mengenai dampak kemarau bagi tanaman kelapa sawit telah cukup banyak dilakukan. Berdasarkan penelitian, cekaman kekeringan dapat menyebabkan penurunan laju pembelahan sel, menurunkan laju penyerapan CO₂, penyerapan hara, dan fotosintesis, dan penurunan produktivitas (Darmosarkoro *et al.* 2001; Bakoume *et al.* 2008; Cha-um *et al.* 2013).

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui dampak El Niño 2015 terhadap kondisi defisit air lahan, deret hari terpanjang tidak hujan (*dry spell*), dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman kelapa sawit. Data yang diperoleh diharapkan dapat memberikan informasi tambahan mengenai dampak kekeringan terhadap tanaman kelapa sawit serta beberapa langkah teknis untuk meminimalisasinya.

Bahan dan Metode

Penelitian dilakukan pada Januari 2015 – Juli 2016 dengan wilayah kajian kebun-kebun kelapa sawit di bagian tengah dan selatan Pulau Sumatera, meliputi Provinsi Riau (20 kebun), Sumatera Barat (4 kebun), Jambi (8 kebun), Bengkulu (1 kebun), Sumatera Selatan (7 kebun) dan Lampung (3 kebun). Wilayah tersebut dipilih karena merupakan wilayah-wilayah yang secara signifikan terdampak El Niño (Siregar *et al.* 1995; Siregar *et al.* 2007).

Penelitian dilakukan menggunakan data curah hujan harian Januari-Desember 2015 dan data observasi

performa tanaman kelapa sawit menghasilkan (TM) di seluruh kebun sampel. Performa tanaman yang diamati adalah jumlah pelepah yang sengkleh (*hanging down frond*), jumlah daun tombak/daun yang tidak membuka, serta produktivitas tanaman kelapa sawit Semester I 2016 yang dibandingkan dengan produktivitas Semester I 2015. Pengamatan performa tanaman dilakukan blok per blok dengan jumlah 75% dari total blok di kebun yang diamati. Rincian umur tanaman yang diamati disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Lokasi observasi dan umur tanaman kelapa sawit pada Semester I tahun 2016

Table 1. Location and oil palm age in Semester I, 2016

Lokasi	Umur tanaman
	-----tahun-----
Riau	5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26
Sumatera Barat	4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 13, 15, 16, 17, 18,
Jambi	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 20, 21, 25
Bengkulu	6
Sumatera Selatan	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 24
Lampung	5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24

Data curah hujan harian diolah menggunakan MS Excel 2013 untuk memperoleh jumlah bulan kering serta *dry spell*. *Dry spell* atau deret hari terpanjang tidak hujan

ditentukan dengan menghitung hari tidak hujan (curah hujan harian < 0,5 mm) yang terjadi secara berurutan. Sementara itu, defisit air lahan dihitung menggunakan Metode Tailliez (1973). Defisit air lahan dihitung dari curah hujan (CH) bulanan dikurangi dengan evapotranspirasi (ET) bulanan (ET = 150 mm jika hari hujan < 10 hari dan ET = 120 mm jika hari hujan ≥ 10 hari).

Hasil dan Pembahasan

Kondisi umum wilayah kajian

Berdasarkan Peta Sumberdaya Iklim yang dirilis oleh Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi (skala 1:1.000.000), Sumatera terdiri dari 8 tipe iklim, yaitu tipe iklim II A, II B, II C, III A, III C, IV A, IV C, dan V C. Penjelasan karakteristik kedelapan tipe iklim tersebut ditampilkan pada Tabel 2. Secara umum, wilayah-wilayah yang berada di Pantai Timur Sumatera dan Sumatera Bagian Selatan (Lampung dan Sumatera Selatan) memiliki tipe iklim kering (I dan II). Sementara itu, wilayah Pantai Barat Sumatera dan Sumatera Bagian Utara (Sumatera

Barat, Bengkulu, dan Riau) memiliki tipe iklim basah (III – V). Rincian klasifikasi iklim (curah hujan) di masing-masing wilayah kajian ditampilkan pada Tabel 3.

Kondisi bulan kering, *dry spell*, dan defisit air di wilayah kajian

Kondisi bulan kering (CH < 60 mm bulan⁻¹) per Desember 2015 di beberapa wilayah kajian menunjukkan bahwa wilayah Riau, Jambi, Sumatera Selatan, dan Lampung mengalami kemarau panjang yang ditandai dengan bulan kering hingga 3-6 bulan kering selama periode Juni – Oktober. Sementara itu, hanya Sumatera Barat dan Bengkulu yang tidak terpengaruh kejadian El Niño 2015 secara signifikan (Gambar 2). Mulyana (2002), Gustari (2009), dan Gusmira (2013) menyatakan bahwa wilayah pantai barat Sumatera, khususnya Sumatera Barat lebih dipengaruhi oleh *Indian Oscillation Dipole* (IOD). Irkhos dan Sutarno (2008) menyatakan bahwa wilayah Bengkulu tidak secara kuat dipengaruhi oleh fenomena ENSO.

Tabel 2. Klasifikasi iklim berdasarkan pola curah hujan untuk Sumatera (Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi 2003).

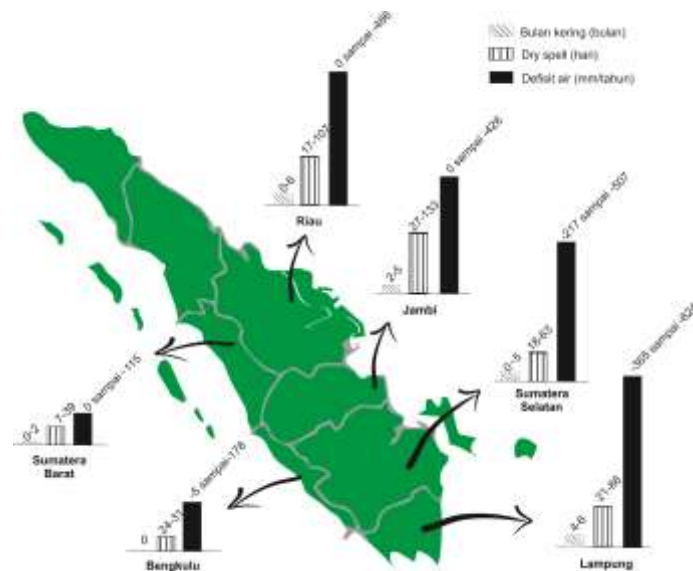
Table 2. Sumatra climate classification based on rainfall pattern (Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi 2003).

Curah hujan tahunan (mm/tahun)	Pola	Tipe Iklim	CH ≤ 100 mm/bulan	CH 100 - 150 mm/bulan	CH 150 - 200 mm/bulan	CH > 200 mm/bulan
1.000 - 2.000	II A II B II C	Iklim kering	5-8	≤ 3	≤ 2	≤ 4
			≤ 4	≤ 5	≤ 5	≤ 4
			≤ 5	≤ 5	≤ 6	≤ 5
2.000 - 3.000	III A III C		≤ 6	≤ 4	≤ 5	≤ 6
			≤ 4	≤ 4	≤ 5	6-8
3.000 - 4.000	IV A IV C	Iklim basah	≤ 2	≤ 3	≤ 4	7-9
			≤ 3	≤ 4	≤ 4	7-9
4.000 - 5.000	V C		≤ 2	≤ 3	≤ 2	8-12

Tabel 3. Tipe-tipe iklim di wilayah Sumatera bagian tengah dan selatan (Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi 2003).

Table 3. Climate types of central and southern Sumatra (Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi 2003).

No	Provinsi	Tipe iklim
1	Sumatera Barat	III C, IV C, dan V C
2	Riau	III C, IV C, dan V C
3	Jambi	II B, III C, IV C
4	Sumatera Selatan	II B dan III C
5	Bengkulu	III C, IV C, dan V C
6	Lampung	II A, II B, II C, III A, IV A, IV C



Gambar 2. Kondisi bulan kering, *dry spell*, dan defisit air di Sumatera bagian tengah dan selatan
 Figure 2. Dry month, *dry spell*, and water deficit in central and southern Sumatra

Seperti halnya bulan kering, kondisi deret hari terpanjang tidak hujan (*dry spell*) Januari-Desember 2015 menunjukkan bahwa hanya Sumatera Barat dan Bengkulu yang tidak mengalami *dry spell* separah wilayah lainnya. Hasil analisis defisit air terhadap data curah hujan per Desember 2015 menunjukkan bahwa defisit air yang cukup parah terjadi di Riau, Lampung, Jambi dan Sumatera Selatan. *Dry spell* dan defisit air pada wilayah-wilayah tersebut umumnya terjadi pada periode antara Juli – Oktober. Sementara itu, Sumatera Barat dan Bengkulu tidak mengalami kejadian defisit air yang parah. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Mulyana (2002) yang menyatakan bahwa pada periode Juni – November, wilayah Sumatera bagian selatan, kecuali Sumatera Barat dan Bengkulu, mengalami curah hujan di bawah normal apabila terjadi El Niño pada periode tersebut.

Dampak kekeringan terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman kelapa sawit

Cekaman kekeringan pada tanaman kelapa sawit akan terjadi apabila terjadi salah satu dari kriteria berikut : curah hujan (CH) < 1250 mm th⁻¹, defisit air > 200 mm, bulan kering (CH < 60 mm bulan⁻¹) > 3 bulan, hari terpanjang tidak hujan (*dry spell*) > 20 hari (Lubis 2008; Siregar *et al.* 2005). Hasil pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa tanaman kelapa sawit di wilayah kajian (khususnya di Riau, Sumatera Selatan, Jambi, dan Lampung) mengalami cekaman kekeringan. Hal ini dapat dilihat dari kondisi morfologis tanaman pada Gambar 3.

Hasil perhitungan terhadap rata-rata jumlah pelepah sengkleh, daun tombak dan penurunan produktivitas kelapa sawit Semester I 2016 dibandingkan dengan

Semester II 2015 ditampilkan pada Tabel 4.

Secara umum, hasil penelitian sejalan dengan penelitian - penelitian terdahulu (Siregar *et al.* 1995; Siregar *et al.* 1998; Darmosarkoro 2001; Pangaribuan *et al.* 2001; Corley and Tinker 2003; Rizal dan Tsan 2007; Bakoume *et al.* 2013), cekaman kekeringan dapat menyebabkan laju produksi pelepah daun menurun; penurunan *sex ratio*, ditandai dengan kemunculan bunga jantan yang lebih banyak; jumlah tandan buah menurun; aborsi/keguguran bunga meningkat; gagal tandan atau kerusakan perkembangan tandan menjadi buah akan meningkat; penurunan rendemen (banyaknya buah mentah/buah hitam tetapi sudah membrondol); dan panen pertama dapat tertunda. Hasil penelitian ini juga sesuai dengan kriteria dan klasifikasi stadia/tingkat cekaman kekeringan satu tahun setelah terjadi kekeringan berdasarkan kejadian kekeringan 1994/1995 di Lampung yang disajikan pada Tabel 5.

Namun demikian, kerentanan tanaman kelapa sawit terhadap cekaman kekeringan berbeda-beda tergantung pada umur tanaman. Berdasarkan kajian pengaruh cekaman kekeringan terhadap produktivitas kelapa sawit yang telah dilakukan di Sumatera Utara (Pradiko *et al.* 2016) dan Lampung (Siregar *et al.* 1998), urutan kerentanan terhadap cekaman kekeringan adalah sebagai berikut: tua > dewasa > remaja > muda (tanaman tua paling rentan terhadap cekaman kekeringan dan memiliki masa *recovery* yang lebih lama).

Menurut hasil kajian dan simulasi cekaman kekeringan yang dikembangkan di Lampung (Tabel 6), persentase penurunan produksi tandan buah segar (TBS) yang terjadi setahun setelah kejadian kekeringan (berdasarkan parameter *dry spell*) bervariasi menurut umur tanaman.

Cekaman kekeringan pada tanaman muda dapat menyebabkan penundaan panen. Sementara itu, pada tanaman tua dapat menyebabkan penurunan produksi

hingga 41%. Namun demikian, menurut Harahap dan Latif (1998), *recovery*/pemulihan pada tanaman muda lebih cepat dibandingkan tanaman yang lebih tua.



Gambar 3. Berbagai gejala stress kekeringan pada tanaman kelapa sawit: (a) Muncul lebih dari 2 daun tombak (b) Banyak muncul bunga jantan (c) Cadangan bunga dan buah kosong (d) Malformasi tandan (e) Pelepah sengkleh (f) Pelepah lingkaran terbawah mengering

Figure 3. The various symptoms of drought stress on oil palm: (a) The emergence of more than 2 spear fronds (b) Appearing of many male flowers (c) Emptiness of bunches and flowers (d) Malformations of bunches (e) Fronds tend to hang down (f) Lower fronds tend to dry

Tabel 4. Jumlah pelepah sengkleh, daun tombak, dan penurunan produktivitas kelapa sawit akibat cekaman kekeringan pada kejadian El Niño 2015

Tabel 4. Number of hanging down frond, spear frond, and decrease of productivity due to drought stress during El Niño 2015

Wilayah observasi	Defisit air tahun 2015	Jumlah daun tombak	Jumlah pelepah sengkleh	Penurunan produktivitas*
	mm th ⁻¹	helai	helai	%
Riau	486	1-3	2-8	14,96
Sumatera Barat	115	0-1	0-2	6,80
Jambi	426	1-4	4-14	33,79
Sumatera Selatan	507	1-4	4-14	43,98
Bengkulu	178	0-1	0-2	tidak terjadi penurunan
Lampung	524	3-6	4-24	60,00

*Produktivitas Semester I tahun 2016 dibandingkan Semester I tahun 2015

Tabel 5. Kriteria dan klasifikasi tingkat kekeringan tanaman kelapa sawit dengan beberapa stadia cekaman kekeringan (Siregar *et al.*, 1995; Darnosarkoro, 2001). Stadium I = 200 – 300 mm/tahun; Stadium II = 300 – 400 mm/tahun; Stadium III = 400 – 500 mm/tahun; dan Stadium IV = > 500 mm/tahun.

Table 5. *Criteria and classification of drought level of oil palm of several drought stress stadia (Siregar et al., 1995; Darnosarkoro, 2001). Stadium I = 200 – 300 mm/year; Stadium II = 300 – 400 mm/year; Stadium III = 400 – 500 mm/year; dan Stadium IV = > 500 mm/year.*

Tingkat kekeringan	Defisit Air	Jumlah daun tombak*	Jumlah pelepah tua dan patah**	Penurunan produktivitas***
	mm th ⁻¹	helai	helai	%
I	200-300	3-4	1-8	0-15
II	300-400	4-5	8-12	5-20
III	400-500	4-5	12-16	10-25
IV	> 500	4-5	12-16	15-100

*Pelepah daun muda (pupus) mengumpul/tidak membuka pada tanaman belum menghasilkan dan tanaman menghasilkan, serta dapat patah pada stadia IV

** Pelepah daun tua patah (sengkleh) dan mengering pada tanaman menghasilkan

*** Satu tahun setelah cekaman kekeringan (berdasarkan hasil kajian di Lampung pada tahun 1994/1995).

Tabel 6. Persentase penurunan produksi tandan (TBS) kelapa sawit pada Semester I, 2016 (sesudah peristiwa El Niño pada Semester II, 2015) dibandingkan dengan produksi TBS pada Semester I, 2015 berdasarkan parameter *dry spell* (Siregar *et al.*, 1998)

Table 6. *Percentage of the decrease of fresh fruit bunch (FFB) production in Semester I, 2016 (following the El Niño of Semester II, 2015) compared to that of Semester I, 2015 based on dry spell parameter (Siregar et al., 1998)*

Umur tanaman	<i>Dry spell</i>				
th	hari th ⁻¹				
	21 – 40	41 – 60	61 – 80	81 – 100	101 – 120
3 – 4	1 – 61%	19 - 100%	43 – 100%	60 – 100%	67 – 100%
5 – 15	1 – 10%	8 – 23%	18 – 33%	25 – 37%	28 – 38%
16 – 25	1 – 10%	8 – 26%	19 – 36%	26 – 40%	30 – 41%

Asumsi tidak terjadi kekeringan pada 2-3 tahun sebelumnya ; angka 100% artinya bahwa panen dapat tertunda

Langkah teknis pasca kekeringan

Beberapa langkah teknis pasca kekeringan untuk meminimalisasi dampak kekeringan dapat dilakukan melalui pemupukan tepat waktu, yaitu saat curah hujan > 150 mm bulan⁻¹ atau telah turun hujan 50 mm per 10 hari (Siregar *et al.* 2006); penunasan pelepah hanya dilakukan pada pelepah kering dan tetap memperhatikan jumlah pelepah standar yaitu 48-56 untuk tanaman ≤ 8 tahun dan 40-48 untuk tanaman > 8 tahun (Siregar *et al.* 2006).

Selain itu, perlu dilakukan aplikasi bahan organik seperti tandan kosong, kompos tandan kosong, pupuk kandang dan limbah cair. Aplikasi tandan kosong selain sebagai bahan organik juga untuk memperbaiki sifat tanah, serta dapat meningkatkan kapasitas menyimpan air (Freidrich, 2011). Disamping itu, perlu dibangun

bangunan konservasi tanah dan air misalnya rorak dan guludan. Murtalaksono *et al.* (2011) menyatakan bahwa perlakuan rorak dan guludan bermulsa vertikal (biopori) dapat meningkatkan cadangan air dalam tanah sebesar 134 – 141 mm dan 165 – 201 mm. Selain itu, jika memungkinkan dapat dilakukan pembangunan embung/waduk kecil. Hal ini perlu dilakukan sebagai upaya konservasi/pemanenan air pada musim hujan. Air hujan yang tertampung dalam embung dapat digunakan untuk irigasi pada saat kekeringan.

Langkah teknis lain yang dapat dilakukan adalah pengendalian gulma tidak secara *blanket/* babat habis. Hal ini perlu dilakukan untuk menjaga kelembaban tanah dan mencegah kerusakan tanah akibat erosi ataupun benturan tanah dengan air hujan secara langsung (Pradiko *et al.*

2014). Lubis (2008) juga menyatakan bahwa gulma (khususnya pakisan/ *Nephrolepis biserata*) yang dikendalikan secara baik dapat menjaga kelembaban tanah.

Kesimpulan dan Saran

Kekeringan akibat El Niño 2015 menyebabkan cekaman kekeringan pada tanaman kelapa sawit yang ditandai dengan munculnya daun tombak dan pelepah sengkleh. Cekaman kekeringan juga menyebabkan penurunan produktivitas Semester I 2016 di Sumatera Bagian Selatan hingga mencapai 60% dibandingkan periode yang sama pada tahun 2015. Upaya teknis yang dapat dilakukan untuk meminimalisasi dampak kekeringan antara lain melalui penerapan teknik budidaya pasca kekeringan yang tepat, pemupukan, serta pembuatan sistem konservasi tanah dan air.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kami ucapkan kepada Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Pekanbaru Riau, perusahaan perkebunan kelapa sawit di wilayah kajian dan semua pihak yang telah berperan dalam penyusunan tulisan ini.

Daftar Pustaka

- Adiwiganda, R., H.H. Siregar, dan E.S. Sutarta. 1999. Agroclimatic zones for oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) plantation in Indonesia. In Proceedings 1999 PORIM International Palm Oil Congress, "Emerging technologies and opportunities in next millennium". Palm Oil Research Institute of Malaysia, Kuala Lumpur. p.387-401.
- Aldrian, E. 2002. Spatial patterns of ENSO impact on Indonesian rainfall. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca* 3 : 5-15.
- Bakoume, C., N. Shahbudin, Yacob S., Siang C. S., dan Thambi M. N. A. 2013. Improved Method for Estimating Soil Moisture Deficit in Oil Palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) Areas With Limited Climatic Data. *Journal of Agricultural Science* 5(8) : 57 – 65.
- Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi. 2003. Peta Sumberdaya Iklim Pertanian Indonesia (skala 1:1.000.000). Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- Cha-um S., N. Yamada, T. Takabe, dan C. Kirdmanee. 2013. Physiological feature and growth characters of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) in response to reduced water deficit and rewatering. *Australian Journal of Crop Science* 7 (3): 432-439.
- Corley, R.H.V., dan P.B. Tinker. 2003. The Oil Palm Fourth Edition. Blackwell Science Ltd. United Kingdom.
- Darmosarkoro, W., I.Y. Harahap, dan E. Syamsuddin. 2001. Pengaruh kekeringan pada tanaman kelapa sawit dan upaya penanggulangannya. *Warta PPKS* 9 (3) : 83-96.
- Fuller, D. O. dan K. Murphy. 2006. The ENSO-Fire Dynamic in Insular Southeast Asia. *Climatic Change* 74 (4) : 435-455. DOI : 10.1007/s10584-006-0432-5.
- Freidrich, T. 2011. Conservation Agriculture for Climate Change Adaptation in East Asia and the Pacific. FAO-WB Expert Group Meeting, Rome.
- Gusmira, Eva. 2013. Karakterisasi curah hujan di Sumatera Barat dengan menggunakan NCEP/NCAR Reanalysis. *Edu – Physic* 4 : 25-38.
- Gustari, Indra. 2009. Analisis curah hujan Pantai Barat Sumatera Bagian Utara periode 1994-2007. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika* 10 (1) : 29 – 38.
- Harahap, I.Y. dan S. Latif. 1998. Model pengaruh ketersediaan air terhadap pertumbuhan dan hasil kelapa sawit. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit* 6 (1) : 19-38.
- Harun M.H., M.R. Md Noor, A.A. Razak, N. Kamarudin, R. Abdullah. 2014. Impact of El Niño on oil palm yield in Malaysia. [terhubung berkala] <http://www.met.gov.my> (10 Juni 2016).
- Hendon, H.H. 2003. Indonesian rainfall variability : impacts of ENSO and local air-sea interaction. *Journal of Climate* 16 : 1775-1790.
- Irkhos dan Sutarno M. 2008. Pengaruh anomali suhu muka laut (SML) Samudera Pasifik terhadap curah hujan Provinsi Bengkulu. *Exacta* VI (1) : 136-141.
- Lubis, A. U. 2008. Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Indonesia Edisi 2. Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Medan.
- Mulyana, Erwin. 2002. Hubungan antara ENSO dengan variasi curah hujan di Indonesia. *urnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, Vol. 3, No. 1, 2002: 1-4.
- Murtillaksono, K., W. Darmosarkoro, E.S. Sutarta, H.H. Siregar, Y. Hidayat, and M.A.Yusuf. 2011. Feasibility of Soil and Water Conservation Techniques on Oil Palm Plantation. *Journal of Agricultural Science* 33(1).
- Pangaribuan, Y., D. Asmono, dan S. Latif. 2001. Pengaruh cekaman air terhadap karakter morfologi beberapa varietas tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit* 8 (2) : 81-95.
- Pradiko, I., N.H. Darlan, dan Heri Santoso. 2014. Teknik Konservasi Tanah dan Air di Perkebunan Kelapa Sawit dalam Menghadapi Perubahan Iklim. *Prosiding Seminar Nasional Milad FP UISU*, 13 November 2014. Medan, Indonesia. ISBN : 978-602-72871-0-5.
- Pradiko, I., N.H. Darlan, dan H.H. Siregar. 2016. Analisis Anomali Iklim dalam Hubungannya dengan Produksi Kelapa Sawit di Sumatera Utara. *Warta PPKS*, 2016, 21(1). ISSN 0853-2141.
- Rizal, A.R. and F.Y. Tsan. 2007. Rainfall impact on oil palm production and OER at FELDA Triang 2. <http://www.ipicex.com> (27 November 2013).
- Siregar, H.H., A. Purba, E. Syamsuddin dan Z. Poeloengan. 1995. Penanggulangan kekeringan pada tanaman kelapa sawit. *Warta PPKS* 3(1) : 9-13.
- Siregar, H.H., R. Adiwiganda, dan Z. Poeloengan. 1997. Pedoman pewilayahan agroklimat komoditas kelapa sawit. *WARTA PPKS* 5 (3) : 109-113.
- Siregar, H. H., W. Darmosarkoro, dan Z. Poeloengan. 1998. Oil Palm yield simulation using drought characteristic. p 585-594. *Proceedings 1998 International Oil Palm Conference*. Nusa Dua Bali, September 23-25, 1998.
- Siregar, H.H., I.Y. Harahap, W. Darmosarkoro, dan E.E. Sutarta. 2005. Kultur Teknis untuk Musim Kemarau pada

- Perkebunan Kelapa Sawit. Makalah disampaikan dalam Seminar Dampak dan Antisipasi Kemarau 2005 pada Usaha Agribisnis Perkebunan. Bandung, 6 April 2005.
- Siregar, H.H., E. Syamsuddin, W. Daromosarkoro, dan N.H. Darlan. 2006. Kebakaran dan Asap pada Lahan Kelapa Sawit. Seri Buku Saku 26. Pusat Penelitian Kelapa Sawit.
- Siregar, H.H., I.Y. Harahap, dan N. H. Darlan. 2007. Dampak Musim Kemarau Panjang dan Kekeringan terhadap Pertanaman Kelapa Sawit. Makalah disampaikan dalam Seminar GAPKI Sumsel, 2 Agustus 2007.
- Tailiez, B.J. 1973. Perhitungan defisit air. Bulletin Balai Penelitian Perkebunan Medan (BPPM), 4(4) : 145-148.
- Tjasyono, B., Ruminta, A. Lubis, S.W. Harijono, dan I. Juani. 2008. Dampak variasi temperatur Samudera Pasifik dan Hindia Ekuatorial terhadap curah hujan di Indonesia. *Jurnal Sains dan Dirgantara* : 83-95.
- Verheye, W. 2010. Growth and Production of Oil Palm. In: Verheye, W. (ed.), Land Use, Land Cover and Soil Sciences. Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS), UNESCO-EOLSS Publishers, Oxford, UK. <http://www.eolss.net> (8 Oktober 2013).
- Yana, S., A. Ihwan, M.I. Jumarang, Apriansyah. 2014. Analisis pengaruh Madden Julian Oscillation, Annual Oscillation, ENSO dan Dipole Mode terhadap curah hujan di Kabupaten Kapuas Hulu. *Prisma Fisika 2* : 31-34.
- Yulihastin, E., N. Febrianti, dan Trismidianto. 2009. Impacts of El Niño and IOD on the Indonesian climate. LAPAN : Indonesia.