

PENGARUH IRIGASI PADA PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI KELAPA SAWIT

Effect of Irrigation on Growth and Yield of Oil Palm

**Rusdi Evizal^{1*}, Rina Yunika Sari¹, Hidayat Saputra², Kukuh Setiawan³,
dan Fembriarti Erry Prasmatiwi⁴**

¹Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

²Jurusan Budidaya Tanaman Pangan Politeknik Negeri Lampung

³Jurusan Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

⁴Jurusan Agribisnis, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

*E-mail Korespondensi: rusdi.evizal@fp.unila.ac.id

ABSTRAK

Pertumbuhan dan produksi kelapa sawit sangat dipengaruhi oleh cuaca terutama curah hujan di musim kemarau. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh umur tanaman dan irigasi pada musim kemarau tahun 2015 terhadap pertumbuhan dan produksi kelapa sawit tahun 2016. Pengumpulan data dilakukan pada bulan Juni – Oktober 2016 di perusahaan perkebunan di Lampung Selatan. Perlakuan disusun secara faktorial (3x2) menggunakan rancangan acak kelompok dengan 7 kali ulangan. Faktor I adalah kategori umur tanaman yaitu tanaman dewasa tahun tanam 2001 (TD 2001), tanaman muda tahun tanam 2009 (TM 2009), dan tanaman muda tahun tanam 2010 (TM 2010). Faktor II adalah irigasi yaitu diberi irigasi dan tanpa irigasi. Irigasi diberikan secara curah dengan pemberian seminggu sekali selama kemarau bulan September – Oktober. Variabel pengamatan meliputi jumlah pelepah patah, jumlah daun tombak, jumlah pelepah kering, jumlah bunga jantan (segar, dan layu), jumlah bunga betina, dan total buah. Homogenitas ragam antar perlakuan diuji dengan uji Barlett selanjutnya dilakukan analisis ragam. Pemisahan nilai tengah dilakukan dengan menggunakan uji beda nyata jujur (BNJ) pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa irigasi dapat menekan jumlah pelepah patah dan jumlah pelepah kering. Irigasi meningkatkan produksi tandan buah segar (TBS) pada bulan-bulan tertentu, pada tahun berjalan dan tahun berikutnya. Umur tanaman kelapa sawit (muda dan dewasa) tidak berpengaruh terhadap jumlah tandan per pohon dan produksi TBS, namun terdapat interaksi antara umur tanaman dan irigasi terhadap rata-rata bobot tandan. Disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut terkait dengan jumlah air irigasi yang harus diberikan agar lebih meningkatkan hasil kelapa sawit.

Kata kunci: curah hujan, defisit air, irigasi, kelapa sawit, pertumbuhan, produksi

ABSTRACT

Growth and yield of oil palm is largely determined by climatic conditions especially in the dry season. The purpose of this study was to determine the effect of planting date and irrigation in the dry season of 2015 on the growth and production of palm oil in 2016. The data collecting was conducted from June to October 2016 at a plantation company, Southern Lampung. Treatments were arranged by factorial (3x2) in randomized block design with 7 replications. The first factor was age categories consisted of mature trees planted 2001 (TD 2001), young trees planted 2009 (TM 2009), and young trees planted 2010 (TM 2010). The second factor was irrigation (no irrigation and with irrigation). The irrigation used was bulk irrigation with rotation of once in a weeks during dry season (September-October). Observed variables were number of broken frond, spear frond, dried frond, female inflorescence, and bunches yield. Data was analyzed by analysis of the variance (ANOVA), and the differences of the mean were analyzed by Tuckey at 5% level of significant difference. Irrigation

decreased number of broken frond and dry frond. Irrigation increased fresh fruit bunch yield of certain months in current and next year. Age categories (young and mature) had no significantly effect on number of bunch and fresh fruit bunch per tree. However there was interaction between age categories and irrigation on the average of bunch weight.

Keywords : *growth, irrigation, oil palm, rainfall, water deficit, yield*

PENDAHULUAN

Produksi kelapa sawit Indonesia terus meningkat rata-rata sebesar 0,55 juta ton CPO per tahun (Alatas, 2015) sebagai hasil perluasan areal dan peningkatan produktivitas. Pada tahun 2018 perkebunan kelapa sawit mencapai luas 14,3 juta ha, terdiri dari perkebunan swasta 51,4%, perkebunan rakyat 42,3% dan sisanya perkebunan negara. Produktivitas yang tinggi dicapai oleh perkebunan swasta dengan produktivitas aktual 19,7 ton TBS per hektar atau 62% dari potensi produksi. Produktivitas aktual perkebunan rakyat mencapai 15,3 ton TBS per tahun atau 53% dari potensi produksi. Kesenjangan produktivitas antara perkebunan besar dan perkebunan rakyat dapat disebabkan oleh berbagai aspek baik agronomis maupun non-agronomis. Dari aspek agronomis, kesenjangan produktivitas itu dapat terjadi karena kultur teknis yang belum baik, seperti pemupukan, pengendalian hama penyakit dan penanggulangan dampak kekeringan (Rahutomo *et al.*, 2019).

Kelapa sawit termasuk tanaman yang rentan terhadap kekeringan yaitu penurunan produksi dapat mencapai 54-65% pada kondisi kekeringan tinggi dengan defisit >500 mm/tahun (Badan Litbang Pertanian, 2011). Kelapa sawit tumbuh dengan baik pada lahan yang mendapatkan curah hujan 2000-2500 mm per tahun yang terdistribusi merata sepanjang tahun tanpa adanya bulan dengan curah hujan di bawah 100 mm. Produksi kelapa sawit menghadapi kendala penting terkait curah hujan yaitu adanya kekeringan dan defisit air (Rhebergen *et al.*, 2016), variabilitas iklim (Legros *et al.*, 2009; Benny *et al.*, 2015), dan anomali iklim yaitu curah hujan di bawah normal yang

menyebabkan penurunan produksi (Pradiko *et al.*, 2016). Cekaman kekeringan berdampak pada pertumbuhan dan produksi kelapa sawit apabila terjadi salah satu cekaman berikut yaitu jika curah hujan <1250 mm per tahun, defisit air >200 mm per tahun, atau bulan kering (curah hujan <60 mm) >3 bulan. Terhadap komponen pertumbuhan, cekaman kekeringan antara lain akan meningkatkan jumlah daun tombak (daun yang tidak mekar) dan daun sengkleh (Darlan *et al.*, 2016). Cekaman jumlah pelepah daun baik akibat iklim maupun pemangkasan akan berpengaruh terhadap diferensiasi seks yaitu meningkatnya jumlah tandan bunga jantan akibat rendahnya produksi karbohidrat (Ajambang *et al.*, 2015). Menurut Adam *et al.* (2011) menurunnya hasil fotosintesis berupa glukosa dan pati akan berpengaruh terhadap hormon yang menentukan diferensiasi seks tandan bunga.

Kontribusi utama penyerapan air oleh perakaran kelapa sawit pada zona bagian atas bersumber dari curah hujan (Safitri *et al.*, 2019) baik langsung maupun tidak langsung yaitu dari air irigasi yang bersumber dari air permukaan. Tanaman kelapa sawit membutuhkan air sebanyak 5,5-6,5 mm per hari atau setara dengan 350-450 l per hari. Dibandingkan tanpa irigasi, irigasi akan meningkatkan komponen produksi secara nyata yaitu jumlah tandan, rata-rata bobot tandan, produksi tandan buah segar dan produksi minyak (Nasir *et al.*, 2014). Irigasi diberikan untuk menggantikan defisit air ketika musim kering. Carr (2011) melaporkan bahwa berbagai metode irigasi memberikan hasil tandan buah segar yang sama baiknya yaitu dapat memberikan peningkatan hasil (YR)

bergantung dari *water deficit* (WD) dengan rumus $YR = 0,0288 WD$.

Defisit air (*water deficit*) pada kelapa sawit menggunakan pendekatan *water balance* dengan rumus defisit air adalah curah hujan (CH) bulanan ditambah cadangan air (mm) dikurangi evapotranspirasi (ET) bulanan (Verheye, 2010). Pengaruh musim kering dan defisit air sangat besar terhadap produktivitas tanaman kelapa sawit. Defisit air merupakan suatu kondisi dimana suplai air tersedia tidak mampu memenuhi kebutuhan air tanaman. Batas atas defisit air pada tanaman kelapa sawit adalah 400 mm per tahun. Jika defisit air kurang dari 400 mm maka lahan termasuk sesuai untuk tanaman kelapa sawit, jika defisit air kurang dari 250 mm lahan dikategorikan sebagai sangat sesuai, sedangkan jika defisit air kurang dari 150 mm dikategorikan sebagai sesuai optimal (Rhebergen *et al.*, 2016). Berdasarkan latar belakang diatas, maka dilakukan penelitian tentang pengaruh irigasi terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kelapa sawit. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh umur tanam dan irigasi pada musim kemarau tahun 2015 terhadap pertumbuhan dan produksi kelapa sawit tahun 2016.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di perusahaan perkebunan swasta di Lampung pada 2015-2016. Bahan penelitian berupa tanaman kelapa sawit tanaman muda (tahun tanam 2010), tanaman muda (tahun tanam 2009), tanaman dewasa (tahun tanam 2001), peta lahan dan tanaman, peta kesesuaian lahan, dan peta sifat tanah. Umur tanaman kelapa sawit dikategorikan menurut Pradiko *et al.* (2016).

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei. Data sekunder diperoleh dari perusahaan meliputi data iklim 2014–2016 dan data produksi 2015–2016. Pengumpulan data sekunder meliputi: curah hujan, hari hujan, produksi

kelapa sawit meliputi jumlah tandan, rata-rata bobot tandan (RBT), dan produksi tandan buah segar (TBS). Data primer agronomi diperoleh dari pengukuran langsung di lapangan. Pohon sampel yang diambil yaitu pohon yang normal, dan tidak terserang penyakit Ganoderma. Blok yang diamati ditentukan secara purposif menurut tahun tanam, dan afdeling. Pengamatan dilakukan terhadap jumlah pelepah, jumlah pelepah patah, jumlah daun tombak, jumlah pelepah kering, jumlah bunga jantan (segar, dan layu), jumlah bunga betina, dan total buah. Defisit air dilakukan menggunakan metode *water balance* (Verheye, 2010; Evizal, 2014; Syarovy *et al.*, 2017).

Percobaan tentang pengaruh irigasi 2015 terhadap pertumbuhan dan produksi kelapa sawit menggunakan rancangan faktorial 3x2 yang diamati pada tahun 2016. Faktor pertama adalah kategori umur yaitu TD 2001 (tanaman dewasa tahun tanam 2001 afdeling 1), TM 2010 (tanaman muda tahun tanam 2010 afdeling 1) dan TM 2009 (tanaman muda tahun tanam 2009 afdeling 4). Faktor kedua adalah perlakuan irigasi yaitu tanpa irigasi dan dengan irigasi. Irigasi yang digunakan adalah irigasi curah (kocor) dengan ukuran lubang 0,5 m x 3 m x 1 m, dan rotasi pemakaian irigasi adalah 1 minggu sekali selama musim kemarau. Homogenitas ragam antar perlakuan diuji dengan uji Barlett. Setelah ragam antarperlakuan homogen, dilanjutkan dengan analisis ragam. Pemisahan nilai tengah dilakukan dengan menggunakan uji beda nyata jujur (BNJ) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

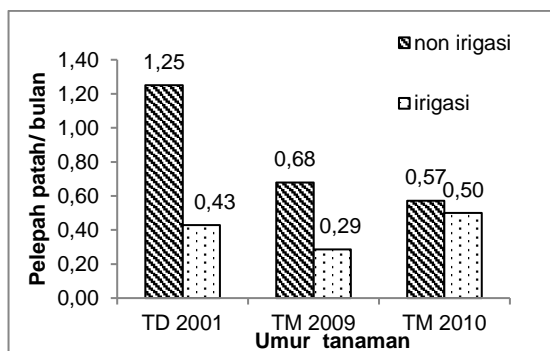
Defisit Air

Di lokasi penelitian, pada 2014–2015 terjadi bulan kering 4–5 bulan, dan pada 2016 hanya terjadi 1 bulan kering. Defisit air terbesar yaitu 406 mm/tahun terjadi pada tahun 2015, dan diikuti tahun 2016 tanpa adanya defisit air. Data curah hujan dapat dilihat pada Tabel 1. Defisit air terjadi apabila evapotranspirasi lebih besar

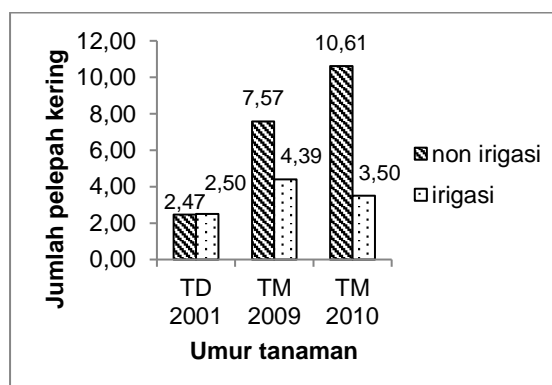
daripada curah hujan + cadangan air tanah sehingga neraca air bernilai negatif (Taillez, 1973; Evizal, 2014).

Pertumbuhan

Gambar 1 dan Gambar 2 menunjukkan pemberian irigasi dapat menekan pertumbuhan jumlah pelepah patah dan pelepah kering pada tanaman tahun tanam muda dan dewasa. Gambar 3, Gambar 4, dan Gambar 5 menunjukkan pemberian irigasi tidak konsisten terhadap jumlah pelepah tombak, bunga betina, dan total buah.



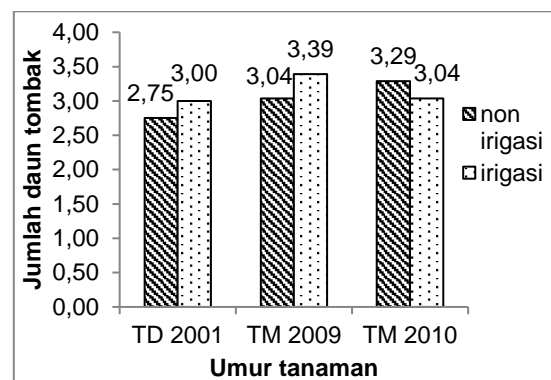
Gambar 1. Jumlah pelepah patah



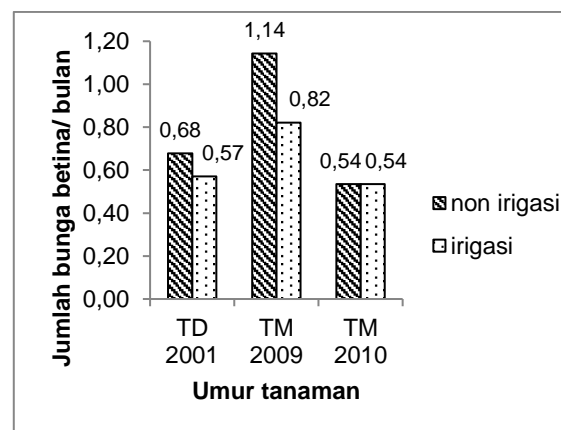
Gambar 2. Jumlah pelepah kering

Hasil ini menunjukkan pemberian air irigasi yang belum mencukupi, sebagaimana dilaporkan oleh Corley *et al.* (2018) bahwa umumnya irigasi meningkatkan parameter pertumbuhan dan hasil kelapa sawit. Beberapa sistem irigasi telah digunakan di perkebunan kelapa sawit, misalnya sistem sprinkler, *drip* (tetes), dan *contour furrow* (kontur siring) yang telah diterapkan di Thailand (Palat *et al.*, 2000) akan tetapi yang

paling menentukan adalah jumlah air yang diberikan per hari selama periode kering. Di lahan penelitian diterapkan sistem irigasi curah (kocor). Jumlah air yang digunakan untuk aplikasi per hektar adalah 126 m³/ha per bulan dengan populasi/ha kelapa sawit yaitu 140 pohon. Jumlah ini masih belum mencukupi untuk memenuhi keperluan evapotranspirasi tanaman kelapa sawit yang menurut Carr (2011) memerlukan 280-350 liter per pohon per hari sehingga perlu digantikan melalui berbagai sistem irigasi. Menurut Rahutomo *et al.* (2007) irigasi permukaan dengan cara kocor dikategorikan sebagai irigasi paling sederhana dengan investasi murah namun efisiensi air rendah dan biaya operasional tinggi.



Gambar 3. Jumlah pelepah tombak



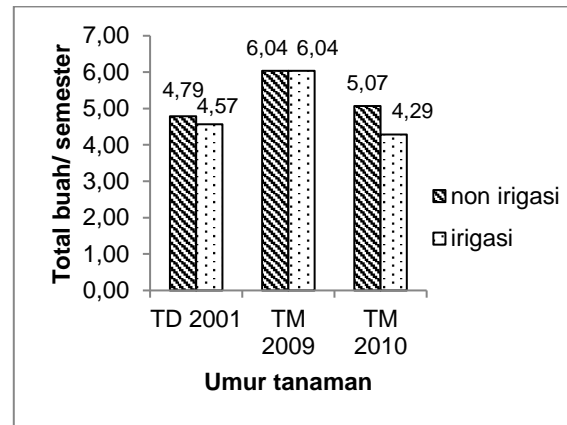
Gambar 4. Tandan bunga betina

Penelitian ini menunjukkan bahwa secara umum umur tanam dan perlakuan irigasi (kontrol dan irigasi) berpengaruh terhadap pertumbuhan kelapa sawit. Tanaman muda menghasilkan pelepah patah

dan pelepah kering lebih sedikit dibandingkan tanaman dewasa. Pada musim kemarau yang panjang, gejala visual yang parah akan terlihat yaitu daun-daun yang menjadi kering dan patah (Darlan *et al.*, 2016; Evizal *et al.*, 2020). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian ini bahwa pemberian irigasi dapat menekan jumlah pelepah patah dan kering pada kelapa sawit. Untuk perlakuan irigasi terlihat bahwa tanaman kelapa sawit yang ditanam menggunakan sistem irigasi pertumbuhannya lebih baik daripada tanpa irigasi. Hal ini dapat dilihat dari jumlah pelepah patah dan pelepah kering namun pengaruh irigasi tidak konsisten pada variabel lain seperti jumlah daun tombak, bunga betina dan total buah per semester.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa masih terjadi defisit air meskipun telah diberi irigasi yang terlihat dari munculnya pelepah tombak lebih dari satu akibat kebutuhan air yang diperlukan untuk

evapotranspirasi sawit jauh lebih besar daripada pemberian irigasi. Kebutuhan air menurut Tailliez (1973) yang mendasarkan kepada kebutuhan evapo-transpirasi adalah 150 mm jika hari hujan <10 hari dan 120 mm jika hari hujan >10 hari.



Gambar 5. Estimasi tandan buah/semester

Tabel 1. Curah hujan dan defisit air tahun 2014–2016 di lokasi perkebunan

Tahun Bulan	2014			2015			2016		
	CH	HH	WD	CH	HH	WD	CH	HH	WD
Januari	321	20	0	243	20	0	204	13	0
Februari	147	9	0	244	14	0	221	14	0
Maret	243	12	0	236	15	0	289	17	0
April	148	12	0	176	13	0	214	14	0
Mei	126	10	0	133	8	0	191	12	0
Juni	70	6	0	60	5	0	107	8	0
Juli	50	4	0	97	4	0	108	7	0
Agustus	175	12	0	6	2	104	37	4	0
September	0	0	75	27	1	123	168	11	0
Oktober	59	6	91	2	1	148	126	15	0
November	277	11	0	119	9	31	Na	na	na
Desember	199	15	0	211	14	0	Na	na	na
Jumlah	1815	117	166	1554	106	406	1665	115	0

Keterangan: CH = curah hujan, HH=jumlah hari hujan, WD =water deficit, na= tidak ada data

Tabel 2. Korelasi curah hujan dengan produksi kelapa sawit 2016

Curah Hujan	Tandan/pohon	Rata-rata bobot tandan (kg/tdn)	Tandan buah segar (ton/ha)
CH 2016	-0,048	-0,007	0,010
CH lag 6	0,257**	0,023	0,091
CH lag 9	0,313**	0,063	0,195
CH lag 12	-0,170	-0,001	0,013

Keterangan: ** = sangat nyata, CH = curah hujan, lag 6 = 6 bulan sebelumnya

Produksi

Berdasarkan hasil korelasi antara umur tanam dan produksi, diketahui curah hujan lag 6 dan lag 9 pada jumlah tandan berkorelasi positif. Untuk rata-rata bobot tandan (RBT) dan produksi tandan buah segar (TBS) pada CH 2016, CH lag 6, lag 9 dan lag 12 tidak terdapat korelasi yang positif (Tabel 2). Hal ini mengkonfirmasi hasil berbagai penelitian bahwa kekeringan menyebabkan penurunan jumlah tandan yang dipanen yang merupakan indikasi penurunan jumlah tandan bunga betina dan meningkatnya jumlah tandan bunga jantan akibat kekeringan (Legros *et al.*, 2009; Darmosarkoro *et al.*, 2001).

Pada Tabel 3 dapat diketahui bahwa terdapat interaksi pengaruh umur tanam dan irigasi 2015 terhadap rata-rata bobot tandan (RBT) kelapa sawit tahun 2016. RBT pada kelapa sawit yang ditanam dengan sistem irigasi lebih besar dibandingkan tanpa menggunakan irigasi (kontrol) baik untuk tanaman muda maupun tanaman dewasa.

Jumlah tandan dan produksi TBS yang dihasilkan tahun 2016, baik untuk pemberian irigasi dan umur tanam tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Jumlah tandan dan produksi TBS tidak dipengaruhi oleh umur tanam dan perlakuan irigasi (Tabel 4).

Hasil penelitian menunjukkan pemberian irigasi dapat meningkatkan RBT jika dibanding tanpa irigasi (kontrol) sebagaimana telah dilaporkan oleh Corley *et al.* (2018) namun tidak meningkatkan jumlah tandan dan produksi tandan buah

segar. Pemberian irigasi tidak meningkatkan jumlah tandan dan produksi TBS kelapa sawit diduga karena pemberian irigasi belum mencukupi jumlah air yang diperlukan untuk kelapa sawit di musim kemarau. Berdasarkan hasil analisis taraf 5%, diperoleh bahwa tidak terdapat pengaruh yang nyata perlakuan irigasi dan kategori umur tanaman kelapa sawit pada jumlah tandan dan produksi TBS (Tabel 4).

Pengaruh pemberian irigasi dan curah hujan 6 bulan sebelumnya (lag 6), 9 bulan sebelumnya (lag 9) dan 12 bulan sebelumnya (lag 12) mempengaruhi produksi TBS pada tanaman kelapa sawit, seperti dapat dilihat pada Gambar 6–8. Curah hujan yang rendah pada lag 6, lag 9, dan lag 12 menurunkan produksi TBS. Produksi TBS yang meningkat akibat irigasi terlihat pada bulan-bulan tertentu (Gambar 6-8).

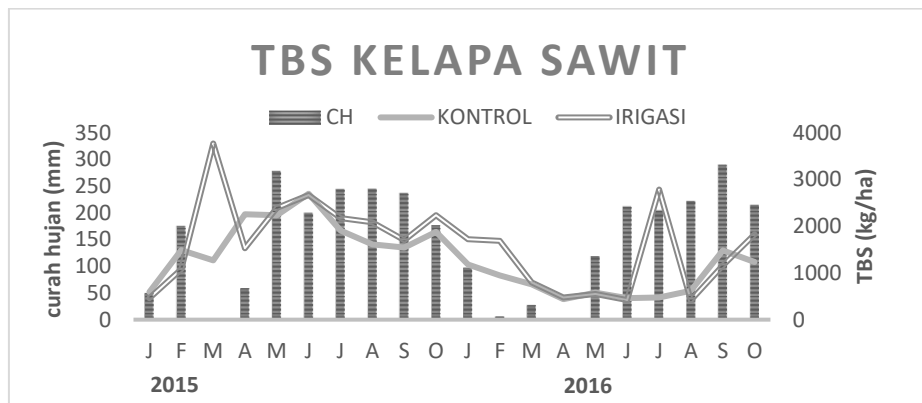
Tabel 3. Pengaruh Umur tanam dan Irigasi 2015 terhadap RBT kelapa sawit tahun 2016

Irigasi	Rata Bobot Tandan (kg/tandan)
Non irigasi, TM 2010	10,81 b
Non irigasi, TM 2009	7,07 c
Non irigasi, TD 2001	6,95 c
Irigasi, TM 2010	11,07 b
Irigasi, TM 2009	17,43 a
Irigasi, TD 2001	18,20 a
BNJ α 5%	2,09

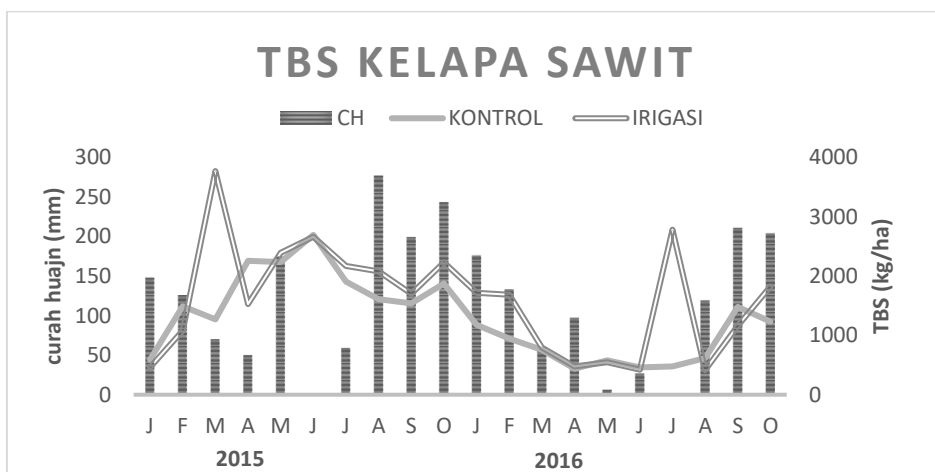
Keterangan: Nilai tengah yang diikuti dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ pada taraf 5%.

Tabel 4. Pengaruh umur dan irigasi terhadap jumlah tandan dan TBS sawit

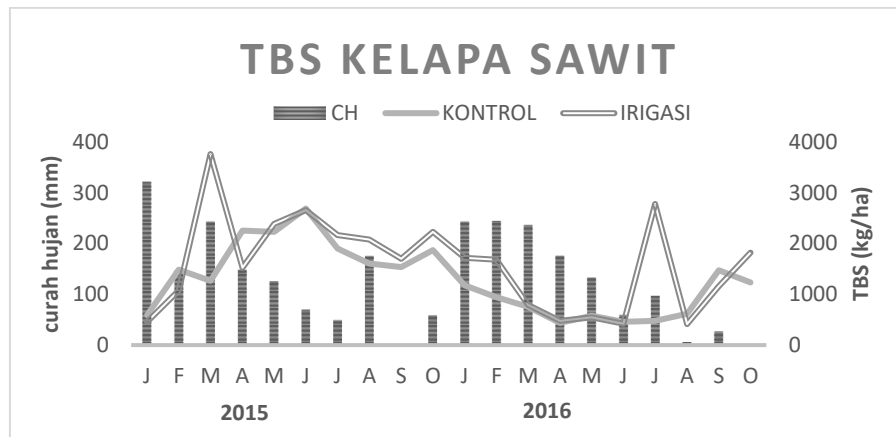
Perlakuan	Jumlah Tandan (per pohon/bulan)	Produksi TBS (kg/ha/bulan)
Kategori Umur		
TM 2010	0,55 a	849,8 a
TM 2009	0,75 a	1318,5 a
TD 2001	1,13 a	828,5 a
BNJ α 5%	0,96	797,73a
Irigasi		
Kontrol	1,03 a	1155,9 a
Irigasi	0,58 a	842,0 a
BNJ α 5%	0,65	540,76



Gambar 6. Produksi TBS akibat pengaruh curah hujan lag 6 terhadap perlakuan irigasi.



Gambar 7. Produksi TBS akibat pengaruh curah hujan lag 9 terhadap perlakuan irigasi.



Gambar 8. Produksi TBS akibat pengaruh curah hujan lag 12 (setahun sebelumnya) terhadap perlakuan irigasi.

Musim kering menyebabkan fluktuasi produksi kelapa sawit dan penurunan produksi. Penurunan jumlah tandan, rata-rata bobot tandan, produksi tandan buah segar dapat terjadi 1-3 tahun setelah tahun kering (Nasir *et al.*, 2014). Kekeringan menyebabkan penurunan laju fotosintesis sehingga distribusi asimilat terganggu, meningkatnya jumlah tandan bunga jantan dan aborsi tandan bunga betina, menurunkan jumlah tandan bunga betina dan jumlah tandan buah, serta menekan perkembangan buah sehingga menurunkan bobot tandan buah (Adam *et al.*, 2011).

Deferensiasi seks terjadi pada 22 bulan sebelum antesis, atau 28 bulan sebelum buah dewasa. Aborsi tandan bunga dapat terjadi mulai 7 bulan sebelum bunga mekar (Adam *et al.*, 2011) dan terus rentan terhadap aborsi sampai 3 bulan setelah antesis. Produktivitas kelapa sawit ditentukan oleh dinamika air tanah dan curah hujan pada fase-fase inisiasi dan perkembangan bunga tersebut (Harahap dan Lubis, 2018). Gambar 6-8 menunjukkan dinamika pengaruh curah hujan terhadap penurunan produksi pada bulan 6-12 setelahnya (lag 6-12 bulan) dan pengaruh irigasi terhadap peningkatan produksi TBS. Adam *et al.* (2005) menjelaskan, curah hujan lag 6 dapat berpengaruh terhadap penyerbukan bunga dan perkembangan buah terhadap bobot tandan buah, curah hujan lag 9 dapat mempengaruhi produksi tandan buah

dan curah hujan lag 12 menentukan seks ratio yang akan berpengaruh terhadap produksi tandan buah dan aborsi bunga. Pradiko *et al.* (2016) melaporkan penurunan produksi pada bulan Januari – April (6-9 bulan setelah bulan kering) sebesar 14% untuk tanaman muda dan 44% untuk tanaman tua. Pujono *et al.* (2021) melaporkan bahwa aplikasi rutin limbah cair pabrik kelapa sawit efektif memperbaiki kelembaban dan sifat tanah lainnya sehingga meningkatkan produksi tandan buah segar.

KESIMPULAN

Kesimpulan hasil penelitian ini adalah bahwa irigasi dapat menekan jumlah pelepah patah dan jumlah pelepah kering. Irigasi meningkatkan produksi tandan buah segar (TBS) pada bulan-bulan tertentu, pada tahun berjalan dan tahun berikutnya. Umur tanaman kelapa sawit (muda dan dewasa) tidak berpengaruh terhadap jumlah tandan per pohon dan produksi TBS, namun terdapat interaksi antara umur tanaman dan irigasi terhadap rata-rata bobot tandan. Disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut terkait dengan jumlah air irigasi yang harus diberikan agar lebih meningkatkan hasil kelapa sawit.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, H., S. Jouannic, J. Escoute, Y. Duval, J.L. Verdeil and J.W. Tregear. 2005. Reproductive developmental complexity in the African oil palm (*Elaeis guineensis*, Arecaceae). *American Journal of Botany*, 92(11): 1836-1852.
- Adam, H., M. Collin, F. Richaud, T. Beule, D. Cros, A. Omore, L. Nodichao, B. Nouy, and J.W. Tregear. 2011. Environmental regulation of sex determination in oil palm: current knowledge and insights from other species. *Annals of Botany*, 108(8): 1529-1537.
- Ajambang, W., S.W., H. Volkaert, M. Galdima, and S. Sudarsono. 2015. Huge carbohydrate assimilates delay response to complete defoliation stress in oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Emir. J. Food. Agric*, 27(1): 126-137.
- Alatas, A. 2015. Trend Produksi dan Ekspor Minyak Sawit (CPO) Indonesia. *Jurnal Agraris*, 1(2): 114-124.
- Badan Litbang Pertanian. 2011. Pedoman Umum Adaptasi Perubahan Iklim Sektor Pertanian. Departemen Pertanian, Jakarta. 67p.
- Benny, W.P., E.T.S. Putra, dan Supriyanta. 2015. Tanggapan Produktivitas Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) terhadap Variasi Iklim. *Vegetalika*, 4(4): 21-34.
- Carr, M.K.V. 2011. The water relations and irrigation requirements of oil palm (*Elaeis guineensis*): A Review. *Expl Agric*, 47(4): 629-652.
- Corley, R.H.V., V. Rao, T. Palat, dan T. Praiwan. 2018. Breeding for drought tolerance in oil palm. *Journal of Oil Palm Research*, 30(1): 26-35.
- Darlan, N.H., I. Pradiko, Winarna, dan 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.
- Darmosarkoro, W., Harahap. I.Y. & Syamsuddin, E., 2001. Pengaruh Kekeringan Pada Tanaman Kelapa Sawit dan Upaya Penanggulangannya. *Warta PPKS*, 9(3): 83-96.
- Evizal, R. 2014. Dasar-dasar Produksi Perkebunan. Graha Ilmu. Yogyakarta. 209p.
- Evizal, R., L. Wibowo, H. Novpriansyah, Sarno, R.Y. Sari, dan F.E. Prasmatiwi. 2020. Keragaan agronomi tanaman kelapa sawit pada cekaman kering periodik. *Journal of Tropical Upland Resources*, 2(1): 60-68.
- Harahap, I.Y. dan M.E.S. Lubis. 2018. Dinamika air dan fase-fase perkembangan pembungaan penentu produktivitas kelapa sawit. *J. Pen. Kelapa Sawit*, 26(3): 101-112.
- Legros, S., I. Mialet-Serra, J.P. Caliman, F.A. Siregar, A. Clement-Vidal, and M. Dingkuhn. 2009. Phenology and growth adjustments of oil palm (*Elaeis guineensis*) of photoperiod and climate variability. *Annals of Botany*, 104: 1171-1182.
- Nasir, A.R.M., R. Ishak, and S. Hamzah. 2014. The Effect of Irrigation on Yield Components of a Mature Lysimeter Palm. *TMC Academic Journal*, 8(2): 16-26.
- Palat, T. B., G. Smith, and R.H.V. Corley. 2000. Irrigation of Oil Palm In Southern Thailand, *In The Way Ahead*. E. Pushparajah (ed). Proc. Int. Planters Conf. Plantation Tree Crops in The New Millenium. Kuala Lumpur: Soc. Planters Inc. pp. 303-315.
- Pradiko, I., N.H. Darlan, dan H.H. Siregar. 2016. Kajian Anomali Iklim terhadap Penurunan Produksi Kelapa Sawit di Sumatera Utara. *Warta PPKS*, 21(1): 7-18.
- Pujono, H.R., S. Kukuh, R. Evizal, Afandi and A. Rahmat. 2021. The effect of POME application on production and yield componens of oil palm in Lampung, Indonesia. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 648 012058.
- Rahutomo, S., H.H. Siregar, dan E.S. Sutarta, 2007. Irigasi pada Perkebunan Kelapa Sawit: Sebuah Tinjauan. *Warta PPKS*, 15(1): 7-18.

- Rahutomo, S., I. Pradiko, F. Hidayat, M. Syarovy, H. Santoso, Winarna, W. Wiratmoko, E.S. Sutarta, Muhayat, R. Nurkhoiry, Z.P.S. Nasution, R. Farrasati, D. Sachnaz, dan S.D. Oktarina. 2019. Kesenjangan produktivitas (yield gap) kelapa sawit Indonesia. *PPKS Note*. Edisi Juni 2019.
- Rhebergen, T., T. Fairhurst, S. Zingore, and M. Fisher. 2016. Climate, soil and land-use based land suitability evaluation for oil palm production in Ghana. *Europ. J. Agronomy*, 81: 1-14.
- Safitri, L., Hermantoro, S. Purboseno, V. Kautsar, S.K. Saptomo, and A. Kurniawan. 2019. Water Footprint and Crop Water Usage of Oil Palm (*Eleasis Guenensis*) Under Varying Crop Ages and Soil Type as an Indicator of Environmental Sustainability. *Water*, 11(35):1-16. doi:10.3390/w11010035.
- Syarovy, M., I. Pradiko, E. Listia, N.H. Darlan, F. Hidayat, Winarna, dan S. Rahutomo. 2017. Efek kekeringan dan gangguan asap terhadap ekofisiologi dan produktivitas tanaman kelapa sawit di Sumatra Selatan. *J. Pen. Kelapa Sawit*, 25(3): 137-146.
- Tailleux, B.J. 1973. Perhitungan defisit air. *Bulletin BPPM*, 4(4): 145-148.
- Verheye, W. 2010. Growth and Production of Oil Palm. In: Verheye, W. (ed.), *Land Use, Land Cover and Soil Sciences*. UNESCO-EOLSS Publ., Oxford, UK. 24p.