

ISSN (p) : 2302-559X
ISSN (e) : 2549-0818

Teknik Pertanian Lampung JURNAL

Vol. 8, No. 2, Juni 2019



SK Dirjen DIKTI No : 21/E/KPT/2018



Jurnal Teknik
Pertanian Lampung

Volume
8

No.
2

Hal
65-152

Lampung
Juni 2019

(p) 2302-559X
(e) 2549-0818

Published by: Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lampung

Jurnal Teknik Pertanian (J-TEP) merupakan publikasi ilmiah yang memuat hasil-hasil penelitian, pengembangan, kajian atau gagasan dalam bidang keteknikan pertanian. Lingkup penulisan karya ilmiah dalam jurnal ini antara lain: rekayasa sumber daya air dan lahan, bangunan dan lingkungan pertanian, rekayasa bioproses dan penanganan pasca panen, daya dan alat mesin pertanian, energi terbarukan, dan system kendali dan kecerdasan buatan dalam bidang pertanian. Mulai tahun 2019, J-TEP terbit sebanyak 4 (empat) kali dalam setahun pada bulan Maret, Juni, September, dan Desember. Sejak tahun 2018, J-TEP mendapatkan terakreditasi SINTA 3 berdasarkan SK Dirjen Dikti No.21/E/KPT/2018. J-TEP terbuka untuk umum, peneliti, mahasiswa, praktisi, dan pemerhati dalam dunia keteknikan pertanian.

Chief Editor

Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P

Reviewer

Prof. Dr. Ir. R.A. Bustomi Rosadi, M.S. (Universitas Lampung)
Prof. Dr. Ir. Udin Hasanudin, M.T (Universitas Lampung)
Prof. Dr. Indarto, DAE (Universitas Negeri Jember)
Dr. Ir. Sugeng Triyono, M.Sc. (Universitas Lampung)
Dr. Nur Aini Iswati Hasanah, S.T., M.Si (Universitas Islam Indonesia)
Dr. Diding Suhandy, S.TP., M.Agr (Universitas Lampung)
Dr. Sri Waluyo, S.TP, M.Si (Universitas Lampung)
Dr. Ir. Sigit Prabawa, M.Si (Universitas Negeri Sebelas Maret)
Dr. Eng. Dewi Agustina Iriani, S.T., M.T (Universitas Lampung)
Dr. Slamet Widodo, S.TP., M.Sc (Institut Pertanian Bogor)
Dr. Ir. Agung Prabowo, M.P (Balai Besar Mekanisasi Pertanian)
Dr. Kiman Siregar, S. TP., M.Si (Universitas Syah Kuala)
Dr. Ansar, S.TP., M.Si (Universitas Mataram)
Dr. Mareli Telaumbanua, S.TP., M.Sc. (Universitas Lampung)

Editorial Boards

Dr. Warji, S.TP, M.Si
Cicik Sugianti, S.TP, M.Si
Elhamida Rezkia Amien S.TP, M.Si
Winda Rahmawati S.TP, M.Si
Febryan Kusuma Wisnu, S. TP, M.Sc
Enky Alvenher, S.TP

Jurnal Teknik Pertanian diterbitkan oleh Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Lampung.

Alamat Redaksi J-TEP:

Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lampung
Jl. Soemantri Brodjonegoro No.1, Telp. 0721-701609 ext. 846
Website : <http://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/ITP>
Email : jurnal_tep@fp.unila.ac.id dan ae.journal@yahoo.com

PENGANTAR REDAKSI

Dengan mengucapkan puji syukur kepada Allah yang Maha Kuasa, Jurnal Teknik Pertanian (J-TEP) Volume 8 No 2, bulan Juni 2019 dapat diterbitkan. Pada edisi kali ini dimuat 8 (delapan) artikel dimana salah satu artikel pada volume ini berbahasa Inggris yang merupakan karya tulis ilmiah dari berbagai bidang kajian dalam dunia Keteknikan Pertanian yang meliputi perlakuan uap panas dan pengaruhnya terhadap mutu buah melon, aplikasi USLE dan GIS untuk prediksi laju erosi, studi kuantifikasi pencampuran kopi dekafeinasi menggunakan UV-Vis, manajemen irigasi pembibitan sawit dengan CROPWAT, uji kinerja dan analisis ekonomi mesin penepung biji jagung, *the effects of empty fruit bunch treatments for straw mushroom*, sistem otomatisasi photovoltaic pada PLTS berbasis mikrokontroler, dan penerapan rancang bangun sistem hidroponik otomatis untuk budidaya bawang merah.

Pada kesempatan kali ini kami menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada para penulis atas kontribusinya dalam Jurnal TEP dan kepada para reviewer/penelaah jurnal ini atas peran sertanya dalam meningkatkan mutu karya tulis ilmiah yang diterbitkan dalam edisi ini.

Akhir kata, semoga Jurnal TEP ini dapat bermanfaat bagi masyarakat dan memberikan kontribusi yang berarti bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya di bidang keteknikan pertanian.

Editorial J TEP-Lampung

Daftar isi

Pengantar Redaksi

PERLAKUAN UAP PANAS DAN PENGARUHNYA TERHADAP MUTU BUAH MELON (<i>Cucumis melo</i> L.) SELAMA PENYIMPANAN <i>Michael Alexander Hutabarat, Rokhani Hasbullah, Mohamad Solahudin</i>	65-75
APLIKASI USLE DAN GIS UNTUK PREDIKSI LAJU EROSI DI WILAYAH DAS BRANTAS <i>Novitasari, M. Holilul Rohman, Astarina Ayu Ambarwati, Indarto Indarto</i>	76-85
STUDI KUANTIFIKASI PENCAMPURAN KOPI DEKAF-NONDEKAF MENGGUNAKAN UV-Vis SPECTROSCOPY DAN REGRESI PLS <i>Diding Suhandy, Iskandar Zulkarnain, Meinilwita Yulia, Galih Pratama</i>	86-96
MANAJEMEN IRIGASI PEMBIBITAN SAWIT (<i>Elaeis guineensis</i>) PRESISI DENGAN CROPWAT 8.0 <i>Lisma Safitri</i>	97-106
UJI KINERJA DAN ANALISIS EKONOMI MESIN PENEPUNG BIJI JAGUNG (STUDI KASUS DI DESA CIKAWUNG, KECAMATAN CIPARAY, KABUPATEN BANDUNG) <i>Wahyu K. Sugandi, Asep Yusuf, Totok Herwanto, Aura Marjani Ummah</i>	107-119
THE EFFECTS OF EMPTY FRUIT BUNCH TREATMENTS FOR STRAW MUSHROOM SUBSTRATE ON PHYSICOCHEMICAL PROPERTIS OF A BIOFERTILIZER <i>Sugeng Triyono, Rio Pujiono, Iskandar Zulkarnain, Ridwan, Agus Haryanto, Dermiyati, Jamalam Lumbanraja</i>	120-129
SISTEM OTOMASI PHOTOVOLTAIC PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS) BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO SKALA LABORATORIUM <i>Huswatun Ida Lailatun, Rahmat Sabani, Guyup Mahardian Dwi Putra, Diah Ajeng Setiawati</i>	130-138
PENERAPAN RANCANGAN SISTEM HIDROPONIK OTOMATIS UNTUK BUDIDAYA BAWANG MERAH (<i>Allium Ascalonicum</i> L.) DAN SIMULASI ANALISIS BIAYA <i>Mareli Telaumbanua, An'nisa Nur Rachmawaty, Sugeng Triyono, Siti Suharyatun</i>	139-152

PEDOMAN PENULISAN ARTIKEL BAGI PENULIS

- 1) **Naskah:** Redaksi menerima sumbangan naskah/tulisan ilmiah dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris, dengan batasan sebagai berikut :
 - a. Naskah diketik pada kertas ukuran A4 (210mm x 297mm) dengan 2 spasi dan ukuran huruf Times New Roman 12pt. Jarak tepi kiri, kanan, atas, dan bawah masing-masing 3 cm. Panjang naskah tidak melebihi 20 halaman termasuk abstrak, daftar pustaka, tabel dan gambar. **Semua tabel dan gambar ditempatkan terpisah pada bagian akhir naskah (tidak disisipkan dalam naskah)** dengan penomoran sesuai dengan yang tertera dalam naskah. Naskah disusun dengan urutan sebagai berikut: Judul; Nama Penulis disertai dengan catatan kaki tentang instansi tempat bekerja; Pendahuluan; Bahan dan Metode; Hasil dan Pembahasan; Kesimpulan dan Saran; Daftar Pustaka; serta Lampiran jika diperlukan. Template penulisan dapat didownload di <http://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JTP>
 - b. **Abstrak (Abstract)** dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris, tidak lebih dari 200 kata. Mengandung informasi yang tertuang dalam penulisan dan mudah untuk dipahami. Ringkasan (abstract) harus memuat secara singkat latar belakang, tujuan, metode, serta kesimpulan dan yang merupakan *high light* hasil penelitian.
 - c. **Pendahuluan:** memuat latar belakang masalah yang mendorong dilaksanakannya perekayasaan dan penelitian, sitasi dari temuan-temuan terdahulu yang berkaitan dan relevan, serta tujuan perekayasaan atau penelitian.
 - d. **Bahan dan Metoda:** secara jelas menerangkan bahan dan metodologi yang digunakan dalam perekayasaan atau penelitian berikut dengan lokasi dan waktu pelaksanaan, serta analisis statistik yang digunakan. Rujukan diberikan kepada metoda yang spesifik.
 - e. **Hasil dan Pembahasan:** Memuat hasil-hasil perekayasaan atau penelitian yang diperoleh dan kaitannya dengan bagaimana hasil tersebut dapat memecahkan masalah serta implikasinya. Persamaan dan perbedaannya dengan hasil perekayasaan atau penelitian terdahulu serta prospek pengembangannya. Hasil dapat disajikan dengan menampilkan gambar, grafik, ataupun tabel.
 - f. **Kesimpulan dan Saran:** memuat hal-hal penting dari hasil penelitian dan kontribusinya untuk mengatasi masalah serta saran yang diperlukan untuk arah perekayasaan dan penelitian lebih lanjut.
 - g. **Daftar Pustaka:** disusun secara alfabetis menurut penulis, dengan susunan dan format sebagai berikut: Nama penulis didahului nama family/nama terakhir diikuti huruf pertama nama kecil atau nama pertama. Untuk penulis kedua dan seterusnya ditulis kebalikannya. Contoh:
 - Kepustakaan dari Jurnal:
Tusi, Ahmad, dan R.A. Bustomi Rosadi. 2009. *Aplikasi Irigasi Defisit pada Tanaman Jagung*. Jurnal Irigasi. 4(2): 120-130.
 - Kepustakaan dari Buku:
Keller, J., and R.D. Bleisner. 1990. *Sprinkle and Trickle Irrigation*. AVI Publishing Company Inc. New York, USA.
 - h. **Satuan:** Satuan harus menggunakan system internasional (SI), contoh : m (meter), N (newton), °C (temperature), kW dan W (daya), dll.
- 2) **Penyampaian Naskah:** Naskah/karya ilmiah dapat dikirimkan ke alamat dalam bentuk *soft copy* ke :
Redaksi J-TEP (Jurnal Teknik Pertanian Unila)
Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian
Universitas Lampung
Jl. Sumantri Brodjonegoro No. 1
Telp. 0721-701609 ext. 846
Website : <http://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JTP>
Email : ae.journal@yahoo.com
- 3) Selama proses penerimaan karya ilmiah, penelaahan oleh Reviewer, sampai diterimanya makalah untuk diterbitkan dalam jurnal akan dikonfirmasi kepada penulis melalui email.
- 4) Reviewer berhak melakukan penilaian, koreksi, menambah atau mengurangi isi naskah/tulisan bila dianggap perlu, tanpa mengurangi maksud dan tujuan penulisan.

MANAJEMEN IRIGASI PEMBIBITAN SAWIT (*Elaeis guineensis*) PRESISI DENGAN CROPWAT 8.0

PRECISION MANAGEMENT OF OIL PALM (*Elaeis guineensis*) NURSERIES IRRIGATION USING CROPWAT 8.0

Lisma Safitri¹ ✉

¹Departemen Teknik Pertanian, INSTIPER Yogyakarta

✉Komunikasi Penulis, e-mail: lismasafitri86@gmail.com

DOI:<http://dx.doi.org/10.23960/jtep-l.v8i2.97-106>

Naskah ini diterima pada 15 Februari 2019; revisi pada 27 Mei 2019;
disetujui untuk dipublikasikan pada 29 Juni 2019

ABSTRACT

Oil palm is considered as a high water use plant that threaten the sustainability of Indonesia's water resources. An accurate water use information at each stage of plant growth is important to better understand the efficient and precise crop water requirement for optimal plant productivity. Oil palm in the nursery phase requires the regular irrigation schedule due to the vulnerable root systems. The purpose of this study was to calculate the oil palm water requirement with CROPWAT 8.0 toward the precise irrigation management and provide a scenario for irrigation scheduling in palm oil nursery. The study was conducted in oil palm main nurseries at KP2 INSTIPER Yogyakarta with site-specific climate data and soil properties. The method used is analyzing climate data and soil properties and simulating crop water requirements, actual water use and irrigation scheduling with CROPWAT 8.0. Based on the results, the average of crop water requirement (ETP) of oil palm in main nursery is 3.4 mm/d. Based on the water deficit scenario from rainfall and crop water requirements, irrigation is scheduling in April for 1.4 mm, May for 18.3 mm, June for 3.5 mm, July for 44.1 mm and August for 42.8 mm. On a daily scale and taking into account the availability of soil moisture and the water retention of plant roots, the net irrigation scheduling is given at an average of 2.2 mm/d and gross irrigation of 6 mm/d which is given daily depending on rainfall and plant age.

Keywords: *crop water requirement, CROPWAT, Elaeis guineensis, irrigation, precision agriculture*

ABSTRAK

Tanaman sawit dianggap sebagai tanaman dengan penggunaan air yang tinggi yang mengancam keberlangsungan sumber daya air Indonesia. Analisis penggunaan air yang akurat di tiap tahapan tumbuh tanaman sangat diperlukan untuk memenuhi kebutuhan air yang efisien dan presisi agar produktivitas tanaman optimal. Tanaman kelapa sawit pada fase pembibitan masih memiliki sistem perakaran yang rentan terhadap kekurangan air sehingga diperlukan irigasi atau penyiraman pembibitan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kebutuhan air tanaman sawit dengan CROPWAT 8.0 dalam upaya manajemen kebutuhan air tanaman presisi dan memberikan skenario penjadwalan irigasi pembibitan sesuai kebutuhan. Penelitian dilakukan dengan studi kasus pembibitan sawit main nursery di KP2 INSTIPER Yogyakarta dengan data iklim dan sifat fisik tanah spesifik lokasi. Metode yang dilakukan adalah menganalisis data iklim and sifat fisik tanah dan melakukan simulasi kebutuhan air tanaman, penggunaan air aktual serta penjadwalan irigasi dengan CROPWAT 8.0. Berdasarkan hasil penelitian, maka diperoleh nilai kebutuhan air rata-rata bibit sawit (ETP) sebesar 3.4 mm/hari. Berdasarkan defisit air dari curah hujan dan kebutuhan air, diperlukan irigasi pada bulan April sebanyak 1.4 mm, Mei 18.3 mm, Juni sebesar 3.5 mm, Juli sebesar 44.1 mm serta Agustus sebesar 42.8 mm. Dalam skala harian dan dengan mempertimbangkan ketersediaan air dalam tanah dan kemampuan perakaran tanaman dalam meretensi air maka diberikan penjadwalan irigasi net rata-rata sebesar 2.2 mm/hari dan irigasi bruto sebesar 6 mm/hari yang diberikan tidak tiap hari tergantung curah hujan dan umur tanaman.

Kata Kunci: *CROPWAT, kebutuhan air tanaman, Elaeis guineensis, irigasi pertanian presisi*

I. PENDAHULUAN

Perkebunan kelapa sawit merupakan salah satu sektor andalan Indonesia yang berperan penting dalam pasar minyak nabati dunia. Volume ekspor CPO dari Indonesia meningkat dari 4.7 juta ton di tahun 2002 dengan luas area 4.1 juta Ha menjadi 22 juta ton di tahun 2014 dengan luas areal menjadi 11 juta Ha (BPS 2014). Seiring dengan peningkatan luas lahan perkebunan sawit di Indonesia, berkembang pula beragam isu dan opini mengenai tingginya kerusakan lingkungan, salah satunya yang berkaitan dengan masalah air. Tanaman sawit dianggap sebagai tanaman dengan penggunaan air yang tinggi yang mengancam keberlangsungan sumber daya air Indonesia.

Analisis penggunaan air tanaman sawit yang akurat di tiap tahap pertumbuhannya sangat diperlukan untuk memperoleh gambaran kebutuhan air yang efisien dan presisi guna mendapatkan produktivitas tanaman yang optimal. Penggunaan air tanaman sawit yang presisi dan perbandingannya dengan tanaman hutan maupun tanaman perkebunan lainnya dapat memberi gambaran kepada masyarakat dan stakeholder, baik dalam maupun luar negeri, tentang kondisi riil hidrologis kelapa sawit. Pemahaman yang lebih baik tentang karakteristik hidrologi tanaman kelapa sawit diharapkan bisa mengembalikan kepercayaan masyarakat dunia terhadap produk turunan kelapa sawit yang selama ini dianggap kurang ramah lingkungan.

Budidaya tanaman kelapa sawit dimulai dari tahapan pembibitan yang terdiri dari fase prenursery dan main nursery dalam rentang waktu 12-13 bulan sebelum tanaman sawit ditanam di lahan. Pembibitan awal dilakukan selama 3-4 bulan, sedangkan pembibitan utama selama 10-12 bulan (Corley and Tinker, 2016). Setelah dari pembibitan utama kemudian dilakukan pindah tanam ke lahan. Pembibitan merupakan tahapan penting dimana tanaman sawit muda memerlukan perawatan ekstra terutama dalam pemenuhan kebutuhan air tanaman. Tanaman kelapa sawit pada fase pembibitan masih memiliki sistem perakaran yang rentan terhadap kekurangan air sehingga diperlukan irigasi

atau penyiraman pembibitan. Irigasi di pembibitan tanaman sawit selama ini mengacu pada panduan yang ditulis oleh Siregar et al (2006) yang menyatakan batasan berupa faktor curah hujan dengan ketebalan 8-10 mm/ hari maka tidak perlu dilakukan penyiraman. Secara lengkap frekuensi penyiraman dan jumlah air yang dibutuhkan dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan data pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa sistem irigasi di pembibitan sawit masih sangat umum dan hanya mengacu pada faktor hujan.

Tabel 1. Penyiraman Pembibitan Sawit

Umur bibit	Frekuensi penyiraman	Jumlah air (L/bibit)
Pre nursery	2x	0.2
Main nursery:		
0-3 bulan	2x	0.5
3-6 bulan	1x	2
> 6 bulan	1x	3

Sumber : Siregar *et al.* (2006)

Pada prinsipnya, irigasi pembibitan dilakukan berdasarkan kebutuhan air tanaman (*crop water requirement*). Kebutuhan air tanaman dapat dianalisis dengan sistem neraca air yang tidak hanya terdiri dari faktor curah hujan, tetapi juga kandungan air tanah, perkolasi, kapilaritas air, dan evapotranspirasi potensial, (Allen *et al.*, 1998; FAO, 2006; FAO, 2007). Menurut Sigalingging dan Rahmansyah (2018), evapotranspirasi pada pembibitan tanaman sawit yang berlokasi di Sumatera Utara berkisar antara 1.85–2.00 mm/hari untuk usia tanaman 7–12 bulan. Nilai evapotranspirasi hasil pengamatan tersebut dapat dikatakan mewakili kebutuhan air presisi tanaman sawit.

Untuk mengetahui kebutuhan air tanaman yang presisi, selain dengan pengamatan dengan durasi yang terbatas, dapat juga dilakukan dengan analisis menggunakan CROPWAT 8.0 (FAO, 2007). Dengan input berupa data iklim lokal, curah hujan, jenis tanah dan karakteristik tanaman sawit di fase pembibitan akan diperoleh output berupa kebutuhan air tanaman aktual serta jadwal pemberian irigasi yang menjadi dasar pemberian air irigasi presisi pada fase pembibitan. Dengan adanya manajemen

kebutuhan air irigasi presisi di fase pembibitan sawit ini diharapkan tanaman sawit dapat menerima suplai air yang sesuai dengan jumlah kebutuhannya serta sebagai salah satu tindakan konservasi sumber daya air yang tepat guna. Salah satu aplikasi manajemen kebutuhan air presisi terbaru saat ini adalah penggunaan sistem fuzzy untuk pengaturan irigasi di pembibitan sawit di Malaysia (Ying *et al.*, 2017). Dalam sistem tersebut, faktor jumlah curah hujan menjadi dasar penentuan jumlah dan waktu pemberian irigasi sehingga kecukupan pemenuhan kebutuhan air dapat terpenuhi dan kelebihan penggunaan air dapat dihindari.

Berdasarkan uraian latar belakang masalah tersebut, penelitian dilakukan untuk menganalisis kebutuhan air tanaman sawit dengan cropwat dalam upaya manajemen kebutuhan air tanaman presisi di pembibitan tanaman sawit dan memberikan gambaran penjadwalan irigasi pembibitan sesuai kebutuhan.

II. BAHAN DAN METODE

Lokasi penelitian terletak di pembibitan sawit main nursery Kebun Penelitian dan Pengajaran (KP2) INSTIPER Maguwoharjo, Yogyakarta. Letak geografis lokasi penelitian terletak di ketinggian 199 mdpl pada 7 45' 39" LS dan 110 25' 27" BT. Pengunduhan data iklim diperoleh dari Automatic Weather Station di kampus INSTIPER Yogyakarta dan hasilnya disajikan pada Tabel 2.

Data iklim dari stasiun iklim setempat dianalisis menjadi data iklim siap pakai berupa data rata-rata harian. Analisis nilai ET_0 (evapotranspirasi acuan) berdasarkan iklim lokal dari data AWS Instiper, Yogyakarta dengan Persamaan (1) (Allen *et al.*, 1998; Pereirav *et al.*, 2015; Jensen & Allen, 2016):

$$ET_0 = \frac{0,408 \times \Delta(R_n - G) + \gamma(C_n/T)u_2(e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + C_d)} \quad (1)$$

Tabel 2. Rekapitulasi Data Iklim Bulanan Rata-Rata Harian untuk Series Data Iklim 2016-2018 dari AWS Instiper, Maguwoharjo

Bulan	Suhu Min. (°C)	Suhu Maks. (°C)	Kelembaban (%)	Angin (km/hari)	Penyinaran (jam)	Radiasi (MJ/m ² /hari)
Januari	23,4	31,9	90	30	8,0	22,3
Februari	23,2	32,2	85	35	8,0	22,5
Maret	23,3	32,9	80	35	7,7	21,5
April	24,0	33,2	80	32	8,3	21,1
Mei	23,5	33,3	80	29	8,0	19,0
Juni	22,9	32,5	80	23	7,6	17,5
Juli	22,3	31,8	77	26	7,8	18,1
Agustus	22,5	32,1	80	39	8,6	20,7
September	23,2	33,1	80	43	8,9	22,7
Oktober	23,9	32,7	85	39	8,5	23,0
November	23,5	32,1	90	26	7,5	21,4
Desember	23,6	32,0	80	39	8,2	22,4

dimana ET_0 adalah evapotranspirasi acuan (mm/hari); R_n adalah radiasi netto pada permukaan tanaman (MJ/m²/hari); G adalah flux panas tanah (MJ/m²/hari); T adalah suhu udara harian rata-rata pada ketinggian 2 m (K); u_2 adalah kecepatan angin pada ketinggian 2 m (m/s); e_s adalah tekanan uap jenuh (kPa); e_a adalah tekanan uap aktual (kPa); $e_s - e_a$ adalah defisit tekanan uap jenuh

(kPa); D adalah slope kurva tekanan uap (kPa/°C); g adalah konstanta psychrometric (kPa/°C); $C_n = 900$ untuk data harian; dan $C_d = 0,34$ untuk data harian.

Analisis curah hujan andalan rata-rata bulanan dihitung dengan Persamaan (2) dan analisis curah hujan efektif (P_{eff}) dengan Persamaan (3) (FAO, 2007).

$$P = 100/(n - 1) \quad (2)$$

$$P_{\text{eff}} = F_i \times \text{Percentage} \times P \quad (3)$$

dimana P adalah peluang terjadinya hujan andalan dan n adalah jumlah data

Studi literatur serta observasi lapang dilakukan untuk memperoleh data karakteristik tanaman yang diperlukan. Sampel tanah diambil di lokasi pembibitan dan menguji sampel tanah untuk mendapatkan data karakteristik tanah.

Analisis output CROPWAT 8.0 berupa interpretasi kebutuhan air irigasi presisi dan jadwal irigasi pembibitan sawit. Penentuan kebutuhan air tanaman pada CROPWAT 8.0 dilakukan melalui analisis evapotranspirasi aktual (ET_a). Nilai ET_a diperoleh berdasarkan analisis neraca air dengan input utama data ETP (evapotranspirasi potensial) dan curah hujan serta kadar lengas tanah dalam Total Available Water (TAW). Nilai ETP dihitung berdasarkan Persamaan (4):

$$ETP = k_c \times ET_o \quad (4)$$

dimana k_c adalah koefisien tanaman dan ETP dinyatakan dalam (mm/hari).

Selanjutnya analisis neraca air untuk mendapatkan nilai ET_a dalam CROPWAT 8.0 dihitung berdasarkan Persamaan (5) yaitu analisis neraca air harian untuk memprediksi kebutuhan air irigasi (FAO, 2007).

$$D_{r,i} = D_{r,i-1} - (P-RO)_i - I_i - CR_i + ET_{c,i} + DP_i \quad (5)$$

dimana $D_{r,i}$ adalah deplesi di zona perakaran pada akhir hari i (mm); $D_{r,i-1}$ adalah kadar air (dalam satuan mm) di zona perakaran di akhir hari sebelumnya, $i - 1$; P_i adalah curah hujan hari i (mm); RO_i adalah runoff permukaan tanah pada hari i (mm); I_i adalah kedalaman irigasi netto pada hari i yang terinfiltrasi ke tanah (mm); CR_i adalah air kapiler dari air tanah pada hari i (mm); $ET_{c,i}$ adalah evapotranspirasi tanaman pada hari i (mm); DP_i adalah perkolasi pada hari i (mm).

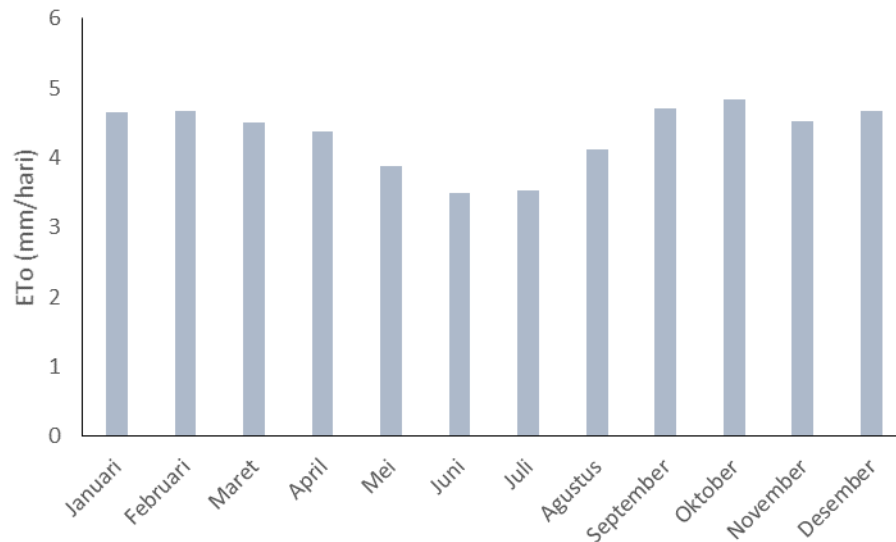
Berdasarkan Persamaan (5), maka nilai ET_a diperoleh dari selisih nilai $D_{r,i} - D_{r,i-1}$.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

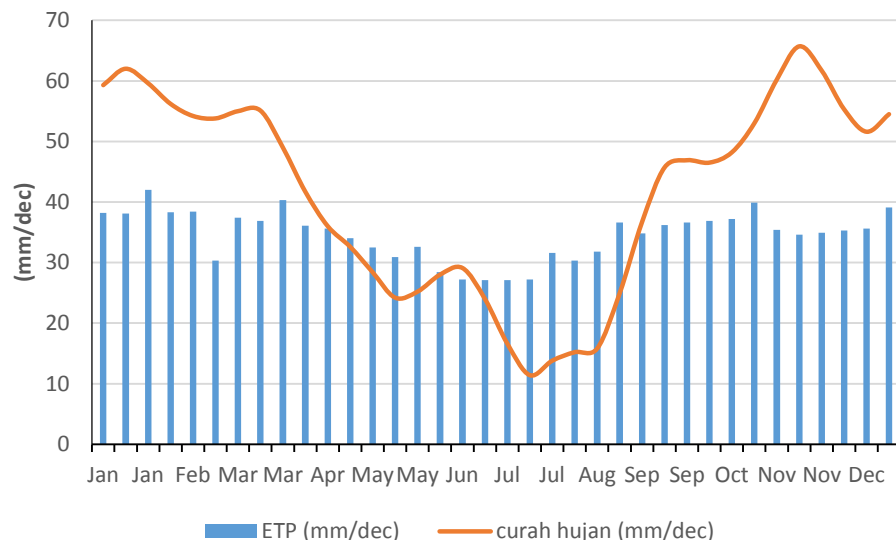
3.1. Trend Nilai ET_o

Evapotranspirasi standar (ET_o) adalah faktor utama dalam penentuan kebutuhan air tanaman berdasarkan tingkat penguapan dari data iklim di suatu daerah (Allen *et al.*, 1998; Pereira *et al.*, 2015; Safitri *et al.*, 2019; Jensen & Allen, 2016). Data iklim pada penelitian ini di ambil dari AWS Kampus Instiper Yogyakarta dengan time step satu jam dengan series data 3 tahun kemudian diolah menjadi data harian dan bulanan. Selanjutnya, data iklim bulanan diolah menjadi data iklim bulanan rata-rata tahunan sebagai input program CROPWAT 8.0 untuk mendapatkan nilai ET_o harian rata-rata bulanan. Perhitungan nilai ET_o harian rata-rata bulanan dilakukan dengan pendekatan Penman-Montheit (Allen *et al.*, 1998) berdasarkan Persamaan (1).

Pada Gambar 1, ditunjukkan kurva ET_o harian rata-rata bulanan untuk daerah Maguwoharjo, Sleman, Yogyakarta. Nilai ET_o rata-rata bulanan pada Gambar 1 adalah 4,33 mm/hari dengan nilai minimum sebesar 3,5 mm/hari pada bulan Juni dan nilai maksimum sebesar 4,84 mm/hari pada bulan Oktober. Nilai ET_o yang diperoleh dapat dikategorikan dalam tingkat penguapan di kawasan tropis. Menurut FAO (2006), nilai ET_o rata-rata harian untuk wilayah tropis berkisar antara 3 hingga 5 mm/hari dengan kondisi suhu yang menengah serta antara 5 – 7 mm/hari untuk suhu yang relatif tinggi (Allen *et al.*, 1998; Jhahharia *et al.*, 2012). Sebagai perbandingan, Safitri *et al.* (2019) melakukan analisis nilai ET_o untuk area perkebunan sawit di Kalimantan Tengah dengan nilai rata-rata sebesar 3,87 mm/hari.



Gambar 1. ET_0 Harian Rata-Rata Bulanan (mm/hari) dari Data AWS, INSTIPER, Maguwoharjo



Gambar 2. Grafik ETP Harian Rata-Rata 10 Hari dan Curah Hujan untuk Pembibitan Kelapa Sawit di KP2 INSTIPER

3.2. ETP dan ET_a dengan CROPWAT 8.0

Selanjutnya berdasarkan data iklim, data sifat fisik tanah dan karakteristik tanaman, diperoleh prediksi nilai evapotranspirasi potensial (ETP), evapotranspirasi aktual (ET_a) dan jumlah kebutuhan irigasi pada pembibitan sawit main nursery. Nilai ETP dihitung berdasarkan persamaan (4) dimana digunakan asumsi nilai k_c sebesar 0,82 berdasarkan Carr (2011) yang menyatakan bahwa nilai k_c sawit berkisar antara 0,8 – 1 serta Harahap & Darmosarkoro (1999) dengan nilai k_c sawit berkisar dari 0,82 (untuk $LAI < 2$) sampai 0,93 (untuk $LAI > 5$). Setelah

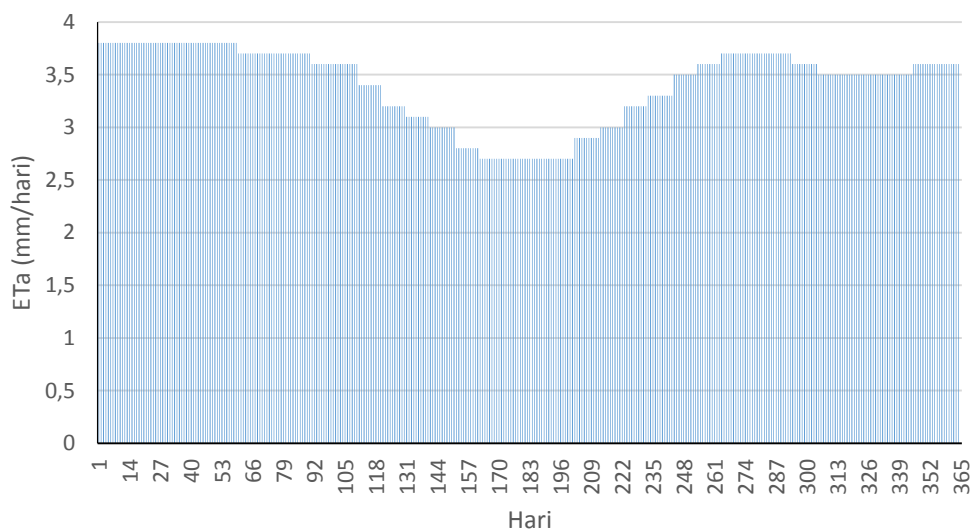
input data karakteristik tanaman, selanjutnya diperlukan input data tanah. Dari analisis sifat fisik tanah yang dilakukan, diperoleh nilai TAM (Total Available Soil Moisture) sekitar 136 mm/m dengan nilai kapasitas lapang sebesar 331 mm/m dan titik layu permanen sebesar 194,6 mm/m.

Pada Gambar 2 ditunjukkan perbandingan hasil perhitungan ETP harian rata-rata (mm/dec) dan curah hujan (mm/dec) di lokasi penelitian. Hasil perhitungan dengan CROPWAT 8.0 menunjukkan nilai rata-rata ETP adalah 34,38 mm/dec dengan nilai min

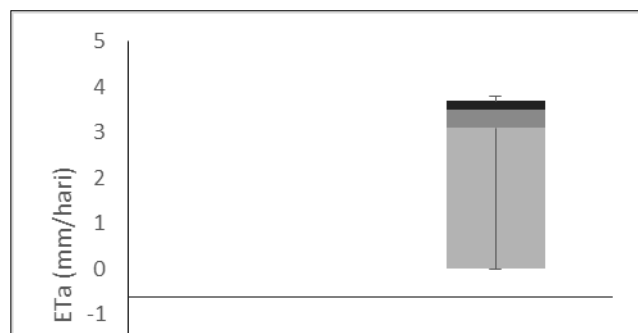
sebesar 27.1 mm/dec dan maksimum sebesar 42 mm/dec.

Selanjutnya, pada Gambar 3(a) terlihat nilai evapotranspirasi aktual untuk lokasi penelitian (mm/hari). Jika, ETP hanya dipengaruhi faktor iklim dan tanaman saja, maka ET_a besarnya dipengaruhi oleh ketersediaan air aktual pada tanah. Jika ketersediaan air cukup, maka nilai ET_a akan sama dengan ETP dan akan berkurang jika kadar lengas tanah kurang dari ETP. Nilai ET_a yang diperoleh dari hasil simulasi Cropwat 8.0

memiliki rata-rata 3.41 mm/hari dengan nilai minimum sebesar 2.8 mm/hari dan maksimum sebesar 3.8 mm/hari seperti yang ditunjukkan pada grafik boxplot ET_a pada Gambar 3 (b). Menurut Jensen & Allen (2016), evapotranspirasi actual mewakili nilai riil penggunaan tanaman. Berdasarkan Gambar 2 dan 3, dapat dilihat bahwa jika pembibitan kelapa sawit di lokasi penelitian hanya bergantung pada curah hujan saja, maka akan mengalami defisit air pada bulan April – Agustus.



(a)



(b)

Gambar 3. (a) ET_a (mm/hari), dan (b) Grafik Boxplot ET_a untuk Pembibitan Kelapa Sawit di KP2 INSTIPER

Hasil perhitungan penggunaan air pembibitan kelapa sawit ternyata tidak jauh berbeda dibanding penggunaan air sawit dengan usia dewasa. Tanaman sawit dewasa dengan umur antara 9 – 13 tahun di Kalimantan Tengah

memiliki tingkat evapotranspirasi aktual 3,07 – 3,73 mm/hari (Safitri *et al.*, 2019). Kelapa sawit dari perkebunan di Johor, Malaysia memiliki laju evapotranspirasi antara 3 – 3,7 mm/hari atau setara 1100 – 1365 mm/tahun

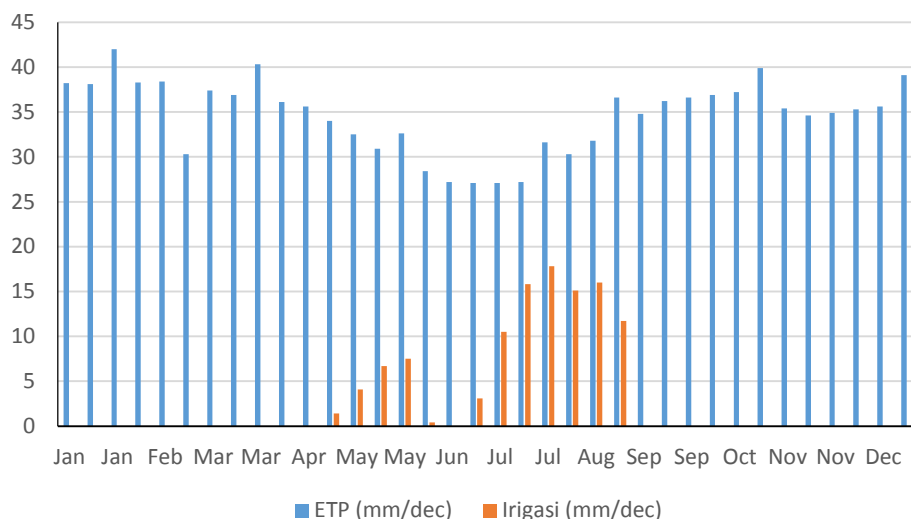
(Yusop *et al.*, 2008). Umumnya nilai evapotranspirasi tanaman sawit dari berbagai daerah berkisar antara 3,5 – 5,5 mm/hari (Carr, 2011). Sebagai pembandingan, nilai evapotranspirasi harian maksimum tanaman bunga matahari adalah 3.3 – 5.6 mm/hari untuk tanaman tadah hujan dan antara 6 – 7 mm/hari untuk skenario irigasi optimal (Matev *et al.*, 2012). Evapotranspirasi tanaman bunga matahari dan kanola yang diberi irigasi bervariasi dari 3.6 – 10 mm/hari dan 2 – 11 mm/hari (Sánchez *et al.*, 2014).

3.2. Manajemen Kebutuhan Air Presisi dengan CROPWAT 8.0

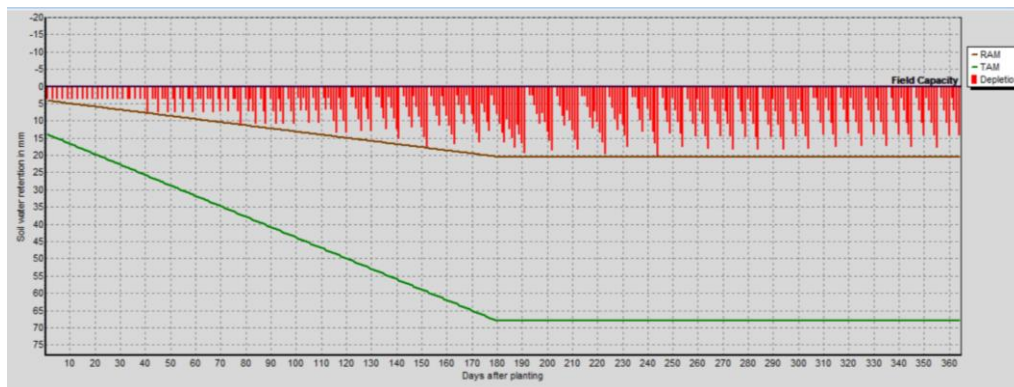
Kebutuhan air presisi pembibitan sawit dalam Cropwat 8.0 ditentukan berdasarkan nilai evapotranspirasi aktual (ETa) yang selain melibatkan faktor iklim dan karakteristik tanaman, juga mempertimbangkan faktor ketersediaan air di tanah berdasarkan pendekatan *soil water depletion* (persamaan 5). Selanjutnya, berdasarkan kondisi defisit yang diperoleh berdasarkan selisih nilai curah hujan dan evapotranspirasi, dapat dirancang kebutuhan irigasi di pembibitan sawit.

Pada Gambar 4, tersaji grafik kebutuhan irigasi pembibitan sawit di KP2 Instiper, Maguwoharjo. Pada grafik tersebut, tertera jadwal kebutuhan irigasi yang dihitung berdasarkan *water deficit* antara total curah hujan (mm/dec) dengan ETP (mm/dec) seperti yang tercantum pada Gambar 2. Berdasarkan skenario tersebut, jadwal pemberian irigasi pada pembibitan sawit di KP2 Instiper diberikan pada bulan April sebanyak 1.4 mm, bulan Mei total 18.3 mm, pada bulan juni diperlukan total irigasi sebesar 3.5 mm, pada bulan Juli sebesar 44.1 mm serta Agustus sebesar 42.8 mm.

Skenario pemberian irigasi yang tersaji pada Gambar 4 merupakan skenario berdasarkan selisih ketersediaan air hujan dan kebutuhan air tanaman. Akan tetapi, pada Gambar 5 selanjutnya ditunjukkan skenario pemberian irigasi harian yang juga mempertimbangkan faktor ketersediaan air dalam tanah. Asumsi yang digunakan adalah pemberian air irigasi diberikan saat kondisi tanah mencapai titik critical depletion yang setara dengan nilai ready available moisture (RAM) dalam serta dihentikan saat field capacity dengan tebal air 331 mm/m tercapai dengan tingkat efisiensi irigasi diasumsikan 100 %.



Gambar 4. Kebutuhan Irigasi Pembibitan Sawit Berdasarkan *Crop Water Requirement*



Gambar 5. Grafik Penjadwalan Irigasi Dan Kondisi Ketersediaan Air Tanah

Pada Gambar 5 diperlihatkan *depletion* (pengambilan air tanah oleh perakaran tanaman) hanya mencapai titik RAM. Hal ini disebabkan air dalam tanah kembali pada titik kapasitas lapang setelah hujan atau setelah dilakukan pemberian air irigasi direkomendasikan.

Berdasarkan simulasi ini diperoleh data berupa total penggunaan irigasi net sebesar 812 mm/tahun sedangkan irigasi bruto sebesar 1162.6 mm/tahun. Curah hujan yang tinggi sebesar 3144.4 mm/tahun ternyata hanya mampu mendukung kebutuhan pembibitan sebesar 413.8 mm/tahun dengan tingginya curah hujan yang hilang sebesar 2730.6 mm/tahun akibat kemampuan tanah dan akar bibit sawit yang rendah dalam meretensi air. Dengan adanya kombinasi irigasi net rata-rata sebesar 2.2 mm/hari dan irigasi bruto sebesar 6 mm/hari, maka nilai evapotranspirasi aktual dapat mencapai nilai potensialnya sebesar 1241.8 mm/tahun.

Selain itu dapat dilihat pula bahwa titik RAM dan TAM meningkat seiring dengan penambahan umur yang berbanding lurus dengan panjang perakaran bibit sawit hingga pada titik tertentu nilainya akan konstan. Seperti diketahui, perakaran sawit memiliki struktur yang berbeda untuk variasi umur tanaman dan jenis tanahnya (Safitri et al 2018). Hal ini menggambarkan bahwa pada saat tanaman berusia muda, nilai RAM yang mewakili jumlah air yang dapat diakses oleh tanaman relatif lebih rendah sehingga tanaman akan lebih peka terhadap defisit. Penjadwalan irigasi presisi berdasarkan tingkat kebutuhan air pembibitan sawit serta

hubungannya dengan ketersediaan air tanah yang telah diperhitungkan memberikan gambaran bahwa irigasi pembibitan tidak perlu diberikan tiap hari. Hal ini tentu berbeda dengan praktik yang banyak terjadi di pembibitan kelapa sawit. Jadwal pemberian air pada pembibitan sawit seringkali mengacu pada Siregar et al (2006) serta banyak standard operating procedure (SOP) perusahaan yang bahkan memberikan standar jumlah air irigasi yang lebih tinggi. Penjadwalan irigasi pembibitan sawit berdasarkan tingkat kebutuhannya seperti yang disimulasikan dengan Cropwat 8.0 ini dapat menjadi gambaran awal untuk melakukan manajemen presisi irigasi di lapangan. Tentunya, manajemen irigasi presisi dapat diimplementasikan jika didukung dengan teknologi irigasi dengan tingkat efisiensi penyaluran air yang tinggi.

IV. KESIMPULAN

1. Berdasarkan hasil simulasi dengan CROPWAT 8.0 dengan kondisi iklim dan karakteristik tanah yang spesifik lokasi, maka diperoleh nilai kebutuhan air bibit sawit (*ETP*) sebesar 3,4 mm/hari.
2. Dalam skala bulanan, dengan asumsi defisit air berdasarkan perbandingan curah hujan dan kebutuhan air, maka irigasi perlu dilakukan pada bulan April sebanyak 1,4 mm, bulan Mei total 18,3 mm, pada bulan juni diperlukan total irigasi sebesar 3,5 mm, pada bulan Juli sebesar 44,1 mm serta Agustus sebesar 42,8 mm.

3. Dalam skala harian dan dengan mempertimbangkan ketersediaan air dalam tanah dan kemampuan perakaran tanaman dalam meretensi air maka diberikan penjadwalan irigasi net rata-rata sebesar 2,2 mm/hari dan irigasi bruto sebesar 6 mm/hari yang diberikan tidak tiap hari tergantung curah hujan dan umur tanaman. memuat hal-hal penting dari hasil penelitian dan kontribusinya untuk mengatasi masalah serta saran yang diperlukan untuk arah perekayasaan dan penelitian lebih lanjut.

ACKNOWLEDGMENT

Penelitian ini sepenuhnya didanai oleh INSTIPER Yogyakarta melalui hibah penelitian LPPM 2018.

DAFTAR PUSTAKA

- Allen, R. G., Pereira, L. S., Smith, M., Raes, D., & Wright, J. L. (2005). FAO-56 dual crop coefficient method for estimating evaporation from soil and application extensions. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 131(1), 2-13.
- BPS. (2014). *Statistik Perkebunan Indonesia*. Direktorat Jenderal Perkebunan
- Carr, M. K. V. (2011). The water relations and irrigation requirements of oil palm (*Elaeis guineensis*): a review. *Experimental Agriculture*, 47(4), 629-652.
- Corley, R. H. V., & Tinker, P. B. (2016). *The oil palm* (fifth edition). Wiley Blackwell: Oxford (UK)
- FAO (Food and Agriculture Organization). (2007). *Software CROPWAT 8.0 and Example of the use of CROPWAT 8*. Development and Management Service, Rome, Italy
- FAO (Food and Agriculture Organization). (2006). *Irrigation and Drainage Paper : Crop Evapotranspiration*. Water Resources. Development and Management Service, Rome, Italy
- Harahap, I.Y., & Darmosarkoro, W. (1999). Pendugaan kebutuhan air untuk pertumbuhan kelapa sawit di lapang dan aplikasinya dalam pengembangan sistem irigasi. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*, 7(2), 87-104.
- Jhajharia, D., Dinpashoh, Y., Kahya, E., Singh, V. P., & Fakheri-Fard, A. (2012). Trends in reference evapotranspiration in the humid region of northeast India. *Hydrological Processes*, 26(3), 421-435.
- Jensen, M. E., & Allen, R. G. A. (2016). *Evaporation, evapotranspiration, and irrigation water requirements*. ASCE.
- Matev, A., Petrova, R., & Kirchev, H. (2012). Evapotranspiration of sunflower crops depending on irrigation. *Agricultural Science & Technology*, 4(4), 1313-8820.
- Pereira, L. S., Allen, R. G., Smith, M., & Raes, D. (2015). Crop evapotranspiration estimation with FAO56: Past and future. *Agricultural Water Management*, 147, 4-20.
- Safitri, L., Suryanti, S., Kautsar, V., Kurniawan, A., & Santiabudi, F. (2018). Study of oil palm root architecture with variation of crop stage and soil type vulnerable to drought. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 141(1), 012031).
- Safitri, L., Hermantoro, H., Purboseno, S., Kautsar, V., Saptomo, S., & Kurniawan, A. (2019). Water Footprint and Crop Water Usage of Oil Palm (*Elaeis guineensis*) in Central Kalimantan: Environmental Sustainability Indicators for Different Crop Age and Soil Conditions. *Water*, 11(1), 35.
- Sánchez, J. M., López-Urrea, R., Rubio, E., González-Piqueras, J., & Caselles, V. (2014). Assessing crop coefficients of sunflower and canola using two-source energy balance and thermal radiometry.

- Agricultural Water Management*, 137, 23-29.
- Sigalingging, R., & Rahmansyah, N. (2018, February). Evapotranspiration and crop coefficient of oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) on the main nursery in a greenhouse. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 122(1), 012099.
- Siregar, H. H., Darian, N. H., Hidayat, T. C., Darmosakoro, W., & Harahap, I. Y. (2006). *Hujan sebagai Faktor Penting untuk Perkebunan Kelapa Sawit*. Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Medan.
- Ying, L. C., Arbaiy, N., Salikon, M. Z. M., & Ab Rahman, H. (2017). Plant Watering Management System using Fuzzy Logic Approach in Oil Palm Nursery. *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering (JTEC)*, 9(3-7), 129-134.
- Yusop, Z., Hui, C. M., Garusu, G. J., & Katimon, A. (2008). Estimation of evapotranspiration in oil palm catchments by short-time period water-budget method. *Malaysian Journal of Civil Engineering*, 20(1), 160 – 174.

