

Kajian Neraca Air pada Perkebunan Kelapa Sawit Studi Kasus : Kebun Pabatu, PTPN 4

Edi Susanto^{1*}, Budi Indra Setiawan², Yuli Suharnoto², Liyantono³

¹ Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan 20155

² Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor, Bogor

³ Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor, Bogor

*Corresponding Author: edi.susanto@usu.ac.id

ABSTRACT

This research was aimed to obtain the value of water balance components that occurred in oil palm plantations. To find the water balance in the oil palm plantations, the equation used was $P - ET_c - Q \pm \Delta S = 0$ where P is the amount of rainfall (mm); ET_c is the amount of evapotranspiration; Q is the total of surface runoff (mm); and ΔS is the change of water storage (mm). The research result concluded that the source of water supply at the research site was 100% of rainfall of about 1661 mm/ year, which was about 1520 mm/ year or 91% was lost as evapotranspiration and about 218 mm/ year or 13% was lost as surface runoff. In general, a deficit of changes in water storage was -76 mm, it was caused by the impact of El Niño in 2015 at the research location (The Region of Sumatra).

Keywords: evapotranspiration, oil palm plantation, precipitation, surface runoff, water balance

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh nilai komponen neraca air yang terjadi perkebunan kelapa sawit. Untuk mengetahui neraca air pada perkebunan kelapa sawit digunakan persamaan: $P - ET_c - Q \pm \Delta S = 0$ dimana P = jumlah curah hujan (mm), ET_c = jumlah evapotranspirasi tanaman, Q = jumlah aliran permukaan (mm) dan ΔS = perubahan simpanan air (mm). Dari hasil penelitian tentang neraca air pada perkebunan kelapa sawit diperoleh kesimpulan bahwa sumber pasokan air pada lokasi penelitian 100% berasal dari curah hujan sebesar 1661 mm/tahun, dan dari curah hujan tersebut sebesar 1520 mm/tahun atau 91% keluar air sebagai evapotranspirasi tanaman dan 218 mm/tahun atau 13% keluar sebagai aliran permukaan. Secara umum terjadi defisit perubahan simpanan air sebesar -76 mm, hal ini karena terjadi dampak El Niño pada tahun 2015 di lokasi penelitian (wilayah Sumatera).

Kata kunci: Perkebunan, neraca air, curah hujan, evapotranspirasi tanaman, aliran permukaan

PENDAHULUAN

Keseimbangan air atau neraca air atau *water balance* merupakan siklus air yang seimbang dimana besarnya aliran air yang masuk atau ketersediaan (*inflow*) dan keluar atau kebutuhan (*outflow*) adalah sama, adapun komponen dari ketersediaan air (*inflow*) ialah air sungai, air hujan, mata air, dan komponen

dari kebutuhan air (*outflow*) ialah air baku, evapotranspirasi tanaman, air irigasi. Neraca air (*water balance*) merupakan neraca masukan dan keluaran air di suatu tempat pada periode tertentu, sehingga dapat diketahui jumlah air tersebut kelebihan (surplus) ataupun kekurangan (defisit) (Dwi Hadryana *et al.* 2015). Neraca air didasarkan pada hukum kekekalan massa dimana setiap perubahan

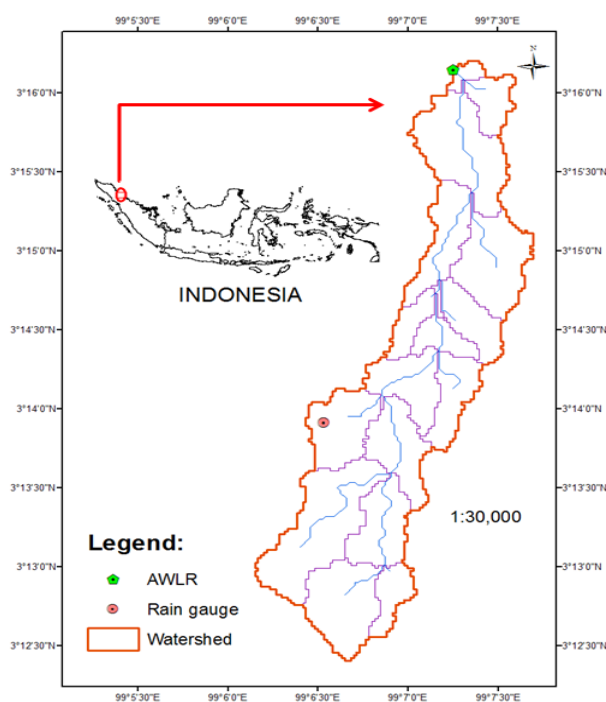
kadar air tanah selama jangka waktu tertentu harus sama dengan perbedaan antara jumlah air yang ditambahkan ke tanah dan jumlah air keluar dari tanah tersebut. Sebuah model neraca air dapat dianggap sebagai sistem persamaan dirancang untuk mewakili beberapa aspek dari siklus hidrologi (Zhang *et al.* 2002).

Tanaman kelapa sawit memerlukan air berkisar 1500-1700 mm setara curah hujan per tahun untuk mencukupi kebutuhan pertumbuhan dan produksinya, dibanding tanaman keras atau perkebunan lainnya kelapa sawit memang termasuk tanaman yang memerlukan ketersediaan air relatif banyak (Harahap dan Darmosarkoro 1999). Tanaman kelapa sawit dapat tumbuh baik pada daerah sekitar 12°LU-12°LS, dan membutuhkan air dalam jumlah banyak untuk mencukupi kebutuhan pertumbuhan dan

produksi. Tanaman ini umumnya dikembangkan pada daerah yang memiliki curah hujan tinggi yaitu lebih dari 2000 mm/tahun atau paling sedikit 150 mm/bulan atau berkisar 1700 - 3000 mm/tahun atau sebesar 5 - 6 mm/hari tergantung pada umur tanaman dan iklim (Adiwiganda *et al.* 1999; Murtalaksono *et al.* 2007; Lubis 2008). Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh nilai komponen neraca air pada perkebunan kelapa sawit.

BAHAN DAN METODA

Lokasi penelitian terletak pada 03°13'0"N - 03°16'30"N dan 99°06'0"E - 99°08'0"E dengan luas 734 ha (Gambar 1) yang merupakan Sub DAS Sei Kalembah (DAS Padang) Kabupaten Serdang Begadai, Propinsi Sumatera Utara Indonesia.



Gambar 1 Lokasi penelitian

Penelitian ini menggunakan bahan berupa: data spasial seperti peta DEM, dan peta tata guna lahan, data iklim. Peralatan yang digunakan adalah seperangkat komputer dengan *software* arcSWAT dan *Microsoft Office*, Sekat ukur tipe Cipoletti, GPS Garmin, kertas saring Whatman tipe 934-AH diameter

55 mm, *water level logger* tipe Global Water WL16U.

Penelitian ini menggunakan data sekunder dan primer, data sekunder yang diperlukan antara lain berupa data *digital elevation mode* (DEM), data curah hujan. Data

DEM 30 m (<http://srtm.csi.cgiar.org/>) digunakan untuk deliniasi Sub DAS Sei Kalembah (lokasi penelitian) dengan menggunakan *software* arcSWAT, sedangkan data curah hujan harian mulai bulan Maret 2015 – Februari 2016 diperoleh dari PTPN 4 Kebun Pabatu.

Untuk memperoleh data tinggi muka air sungai di titik outletnya maka dibangun sekat ukur cipoletti (bentuk trapezoidal) dengan prakiraan ketinggian maksimum air disalurkan sebesar 30 cm dan lebar penampang dasar ambang saluran (*crest*) 200 cm.

Aliran Permukaan

Aliran permukaan adalah bagian curah hujan (curah hujan dikurangi evapotranspirasi dan kehilangan air lainnya) yang mengalir dalam air sungai karena gaya gravitasi, airnya berasal dari permukaan maupun dari bawah permukaan (*sub surface*). Aliran permukaan dapat dinyatakan sebagai tebal aliran permukaan, debit aliran (*water discharge*) dan volume aliran permukaan.

Pada penelitian ini data tinggi muka air sungai hasil pengukuran di titik outlet dapat digunakan untuk menghitung besarnya aliran permukaan. (Kraatz dan Mahajan 1982; Kalsim *et al.* 2006):

Evapotranspirasi Tanaman

Evapotranspirasi terdiri dari dua proses, yaitu proses menguapnya air dari tanah (evaporasi) dan proses menguapnya air dari tajuk tanaman (transpirasi). Karena sulit untuk dibedakan, proses evaporasi (E) dan transpirasi (T) dirumuskan sebagai satu kesatuan sebagai evapotranspirasi (ETc). Nilai ETc dapat dihitung dengan cara mengalikan nilai Kc tanaman kelapa sawit dan nilai ETo yang secara umum dapat diestimasi menggunakan persamaan FAO Penman-Monteith. Nilai ETo yang diestimasi menggunakan persamaan FAO Penman-Monteith tersebut membutuhkan data meteorologi yang meliputi

temperatur udara, kelembaban relatif udara, kecepatan angin, dan radiasi matahari. Pada penelitian ini, data meteorologi tersebut tidak didapat secara lengkap. Oleh karena itu, nilai ETo pada penelitian dihitung menggunakan persamaan Hargreaves yang sangat disarankan oleh Allen *et al.* (1998) untuk mengatasi permasalahan keterbatasan data tersebut. Nilai Kc tanaman kelapa sawit dengan umur diatas 7 tahun sebesar 0.93 (Widodo dan Dasanto 2010).

Persamaan Hargreaves menurut Allen *et al.* (1998) adalah sebagai berikut:

$$ET_o = 0.000938 R_a (T_{rata-rata} + 17.8)(T_{rata-rata} - T_{min})^{0.5} \quad (1)$$

dimana $T_{rata-rata}$ = suhu harian rata ($^{\circ}\text{C}$), T_{min} = suhu harian minimum ($^{\circ}\text{C}$), R_a = radiasi ekstraterrestrial ($\text{MJ}/\text{m}^2/\text{h}$).

Nilai R_a diperoleh dari persamaan-persamaan berikut (Allen *et al.* 1998):

$$R_a = 37.6 d_r [\omega_s \sin(\varphi) \sin(\delta) + \cos(\varphi) \cos(\delta) \sin(\omega_s)] \quad (2)$$

$$d_r = 1 + 0.33 \cos(0.0172J) \quad (3)$$

$$\varphi = \frac{\pi L}{180} \quad (4)$$

$$\delta = 0.409 \sin(0.0172J - 1.39) \quad (5)$$

dimana : J = urutan hari sesuai dengan kalender Julian, L = posisi lintang (Lintang Utara diberi tanda positif dan Lintang Selatan diberi tanda negatif)

Analisis Data

Secara empiris persamaan neraca air di perkebunan kelapa sawit dapat dirumuskan sebagai berikut (Zhang *et al.* 2002; Murti Laksono *et al.* 2007) :

$$P - ET_c - Q \pm \Delta S = 0 \quad (6)$$

dimana P = jumlah curah hujan (mm), ETc = jumlah evapotranspirasi tanaman, Q = jumlah aliran permukaan (mm) dan ΔS = perubahan simpanan air (mm).

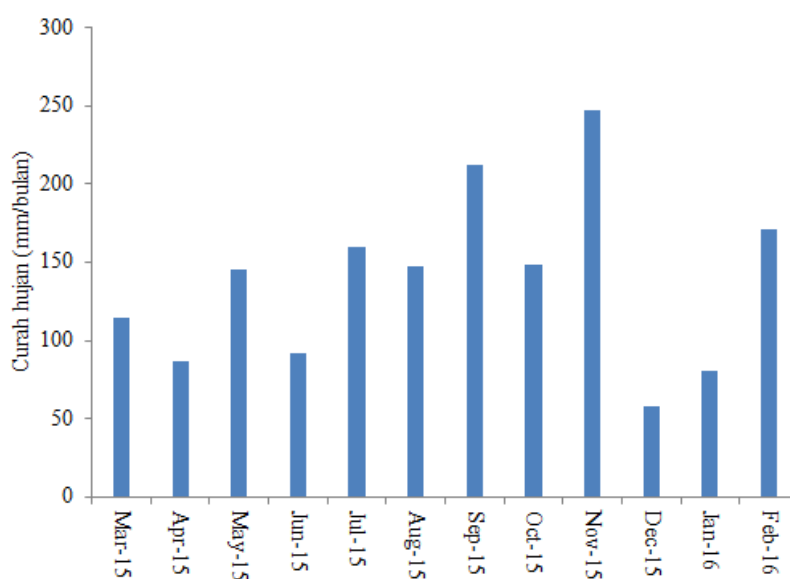
HASIL DAN PEMBAHASAN

Data curah hujan diperoleh dari pengukuran di lapangan mulai Maret 2015 sampai Februari 2016. Gambar 2 menunjukkan

bahwa pada lokasi penelitian terdapat satu bulan kering dengan curah hujan 58 mm/bulan yaitu bulan Desember 2015 (Oldeman 1975). Curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Nopember 2015 sebesar 247 mm/bulan dan terendah terjadi pada bulan Desember 2015 sebesar 58 mm/bulan.

Evapotranspitasi tanaman (ETc) diperoleh dari hasil perkalian antara nilai evapotranspirasi acuan (ETo) yang dihitung

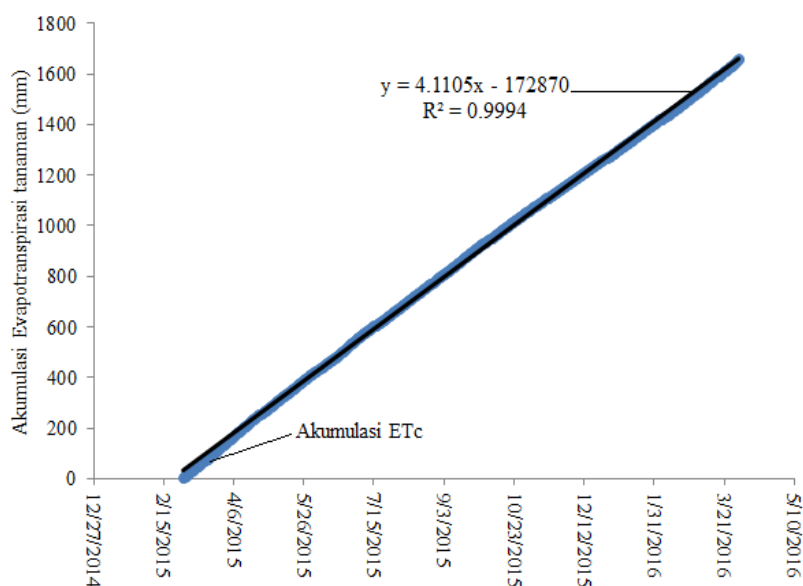
dengan menggunakan persamaan Hargreaves dengan nilai koefisien tanaman (kc) untuk tanaman kelapa sawit (Allen *et al.* 1998; Widodo dan Dasanto 2010). Nilai ETc yang terjadi pada areal perkebunan kelapa sawit berkisar antara 114 – 142 mm/bulan atau 1520 mm/tahun. Nilai ETc bulanan pada lokasi penelitian masih berada pada nilai rentang ETc yang dikemukakan oleh Murtalaksono *et al.* (2007) bahwa nilai ETc berada pada nilai 120 – 150 mm/bulan.



Gambar 2 Pola curah hujan bulanan selama penelitian

Gambar 3 menunjukkan hubungan waktu dengan akumulasi evapotranspirasi tanaman selama penelitian. Untuk memperoleh laju evapotranspirasi tanaman harian maka persamaan yang terbaik dari grafik akumulasi evapotranspirasi tanaman yang didapat merupakan persamaan

polynomial orde 1 dengan nilai R^2 sebesar 0.9994. Untuk menghitung laju evapotranspirasi tanaman yang terjadi maka dilakukan derivasi persamaan polinomial orde 1, sehingga laju evapotranspirasi tanaman harian yang diperoleh sebesar 4.1105 mm/hari.



Gambar 3 Grafik hubungan waktu dengan akumulasi evapotranspirasi tanaman

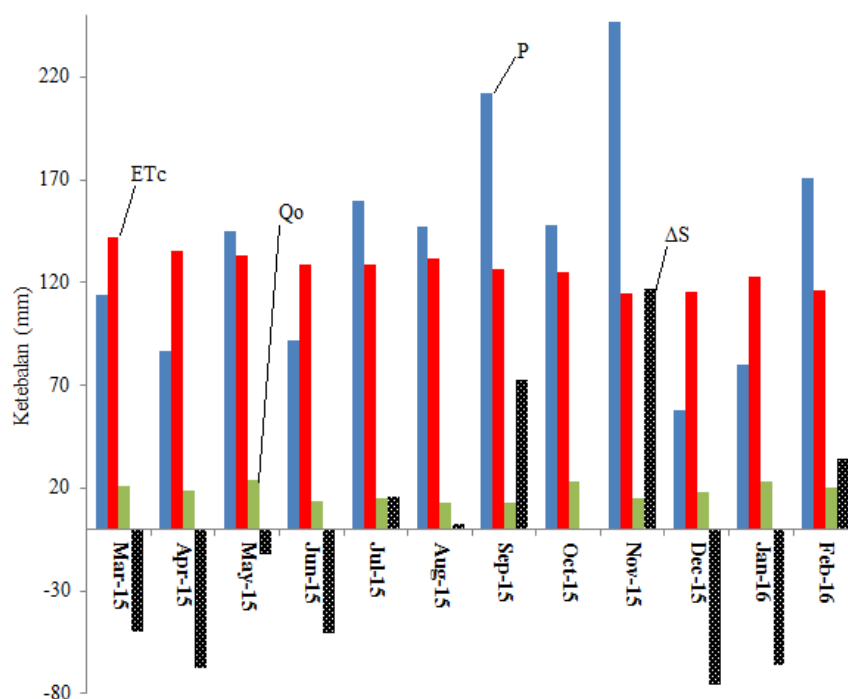
Aliran permukaan (Q_o) merupakan sebagian dari curah hujan yang mengalir di atas permukaan tanah, terjadi ketika hujan melampaui laju infiltrasi. Nilai aliran permukaan yang terjadi pada lokasi penelitian berkisar antara 13 – 24 mm/bulan.

Gambar 4 menunjukkan grafik dari komponen neraca air pada lokasi penelitian, dan dari Tabel 12 terlihat terjadi defisit terhadap simpanan air yang terjadi pada bulan Maret, April, Mei, Juni, Desember dan Januari, sedangkan pada bulan Juli, Agustus, September, Oktober, Nopember dan Februari terjadi surplus terhadap simpanan air. Defisit terbesar terhadap simpanan air yang terjadi pada bulan Desember sebesar -75 mm dan terkecil pada bulan Mei sebesar -12 mm. Secara umum neraca air pada perkebunan kelapa sawit dalam satu tahun, jika dilihat dari kebutuhan air tanaman (ETc) masih dapat terpenuhi hal ini karena nilai curah hujan (presipitasi) masih lebih besar dari nilai ETc. Menurut Zhang *et al.* (2002) bahwa kadar air pada volume tanah akan meningkat ketika ada tambahan dari luar, salah satunya dengan adanya gerakan air ke atas akibat gaya kapiler (*capillary rise*).

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 (Tjasyono *et al.* 2010; Yana *et al.* 2014). 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) (Darlan *et al.* 2016). Pada Tabel 12 perubahan simpanan air bernilai -76 yang berarti terjadi defisit simpanan air sebesar -76 mm, hal ini akibat karena pada tahun 2015 terjadi dampak El Niño untuk wilayah Sumatera.

Tabel 1 Neraca air pada lokasi penelitian

Variabel neraca air	Mar 15	Apr 15	May 15	Jun 15	Jul 15	Aug 15	Sep 15	Oct 15	Nov 15	Dec 15	Jan 16	Feb 16	Total
Presipitasi, P (mm)	114	87	145	92	160	147	212	148	247	58	80	171	1661
Hari hujan	6	7	5	5	5	11	7	11	11	7	5	13	93
Evapotranspirasi tanaman, ETc (mm)	142	136	133	129	129	132	126	125	114	115	123	116	1520
Aliran permukaan, Qo (mm)	21	19	24	14	15	13	13	23	15	18	23	20	218
Perubahan simpanan air, ΔS (mm)	-49	-68	-12	-51	16	3	73	0	117	-75	-66	35	-76



Gambar 4 Neraca air pada lokasi penelitian

SIMPULAN

Dari hasil penelitian tentang neraca air pada perkebunan kelapa sawit diperoleh kesimpulan bahwa sumber pasokan air pada

lokasi penelitian 100% berasal dari curah hujan sebesar 1661 mm/tahun, dan dari curah hujan tersebut 91% keluar air sebagai evapotranspirasi tanaman sebesar 1520 mm/tahun dan 13% keluar sebagai aliran

permukaan yaitu sebesar 218 mm/tahun. Secara umum terjadi deficit perubahan simpanan air sebesar -76 mm, hal ini karena terjadi dampak El Niño pada tahun 2015.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada DPRM Kemristek dikti dengan nomor kontrak No 17/SP2H/LT/DPRM/II/2016 skim penelitian Hibah Bersaing atas bantuan biaya dan Badan Pengelola Daerah Aliran Sungai (BPDAS) Wampu Sei Ular atas bantuan alat dan tempat penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiwiganda R, H Siregar dan E Sutarta. 1999. Agroclimatic zones for oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) plantation in Indonesia. *Proceedings 1999 PORIM International Palm Oil Congress, "Emerging technologies and opportunities in next millennium"*. Kuala Lumpur (Malaysia). hlm 387-401.
- Allen RG, LS Pereira, D Raes dan M Smith. 1998. Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements. *FAO Irrigation and drainage paper* 56. 300: 1 - 15.
- Darlan NH, I Pradiko dan HH Siregar. 2016. Dampak El Nino 2015 terhadap Performa Tanaman Kelapa Sawit di Bagian Selatan Sumatera. *Jurnal Tanah dan Iklim*. 40: 113-120.
- Dwi Hadryana I, K Arsana, IG Ngr dan I Suryantara P. 2015. Analisis Keseimbangan Air/Water Balance Di Das Tukad Sungi Kabupaten Tabanan. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*. 19: 99 - 107.
- Harahap I dan W Darmosarkoro. 1999. Pendugaan kebutuhan air untuk pertumbuhan kelapa sawit di lapang dan aplikasinya dalam pengembangan sistem irigasi. *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*. 7: 87-104.
- Kalsim DK, BI Setiawan, A Sapei, Prastowo dan Erizal. 2006. Perancangan Irigasi dan Drainase Interaktif Berbasis Teknologi Informasi Bagian Teknik Tanah dan Air, Departemen Teknik Pertanian FATETA IPB. Bogor (ID) 533 hal.
- Kraatz DB dan IK Mahajan. 1982. *Small Hydrolic Structures. Irrigation and Drainage Paper No 26 Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome (IT)* 374 hal.
- Lubis AU. 2008. Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Indonesia Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Medan (ID).
- Murtillaksono K, H Siregar dan W Darmosarkoro. 2007. Model neraca air di perkebunan kelapa sawit (water balance model in oil palm plantation). *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*. 15: 21 - 35.
- Oldeman L. 1975. Agro-climatic map of Java Central Research Institut.
- Tjasyono HKB, A Lubis, I Juaeni dan SWB Harijono. 2010. Dampak Variasi Temperatur Samudera Pasifik dan Hindia Ekuatorial Terhadap Curah Hujan di Indonesia. *Jurnal Sains Dirgantara*. 5: 83 - 95.
- Widodo IT dan BD Dasanto. 2010. Estimasi Nilai Lingkungan Perkebunan Kelapa Sawit Ditinjau dari Neraca Air Tanaman Kelapa Sawit (Studi Kasus: Perkebunan Kelapa Sawit Di Kecamatan Dayun, Kabupaten Siak, Propinsi Riau) *Jurnal Agromet Indonesia*. 24: 23 - 32.
- Yana S, A Ihwan dan MI Jumarang. 2014. Analisis Pengaruh Madden Julian Oscillation, Anual Oscillation, ENSO dan Dipole Mode Terhadap Curah Hujan di Kabupaten Kapuas Hulu. *Prisma Fisika*. 2: 31-34.
- Zhang L, GR Walker dan WR Dawes. 2002. Water balance modelling: concepts and applications. *ACIAR Monograph Series*. 84: 31-47.

