

# Hubungan antara Neraca Air Lahan dan Produksi Karet Klon PB260 (Relationship between Field Water Balance with Production of PB260 Rubber Clone)

Sahuri

(Diterima November 2017/Disetujui Februari 2018)

## ABSTRAK

Secara umum produksi karet dipengaruhi oleh fluktuasi curah hujan setiap bulan. Penelitian bertujuan mengetahui pengaruh curah hujan, evapotranspirasi, dan ketersediaan air lahan terhadap produksi karet klon PB260. Penelitian ini dilaksanakan di Kebun Percobaan Balai Penelitian Sembawa, Sumatera Selatan pada tahun 2013–2016. Plot penelitian yang digunakan adalah tanaman menghasilkan klon PB260 tahun tanam 2002 dengan tekstur tanah *clay loam*. Penelitian ini dilakukan dengan cara membandingkan produksi tanaman karet pada saat musim hujan dan kemarau dari tahun 2013–2016. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar air tanah merupakan parameter yang paling berpengaruh terhadap hasil lateks tanaman karet klon PB260 dibandingkan dengan parameter curah hujan dan evapotranspirasi. Hasil lateks menurun dengan berkurangnya kandungan air tanah pada periode bulan kering. Kurangnya air pada bulan kering menjadi faktor pembatas untuk hasil karet yang optimal. Ketika kadar air tanah turun hingga di bawah 100 mm, hasil lateks maksimal yang dapat dicapai oleh tanaman karet adalah sebesar 18 g/p/s.

**Kata kunci:** kandungan air tanah, klon PB260, neraca air lahan, produksi karet

## ABSTRACT

In general, rubber production was influenced by fluctuation of monthly rainfall rate. This research was aimed to determine the effect of rainfall, evapotranspiration, and soil water content on the production of PB260 rubber clone. This research was conducted at Sembawa Research Centre Experimental Field, South Sumatera from the year 2013–2016. The observed rubber tree was mature PB260 clone planted on clay loam soil. Rubber productions on the dry and rainy season on 2013–2016 were compared to determine the effect of rainfall on rubber production. The results showed that soil water content has the closest relationship to rubber production compared to rainfall and evapotranspiration parameter. Latex yield was decreasing as the decrease of soil water content at dry season. Limited water during the dry season became a constraint of optimum rubber yield. When soil water content drops below 100 mm, the maximum attained latex yield was 18 g/tt.

**Keywords:** PB260 clone, rubber production, soil water content, water balance

## PENDAHULUAN

Tanaman karet (*Hevea brasiliensis*) merupakan salah satu jenis tanaman perkebunan yang banyak dibudidayakan di daerah Sumatera Selatan. Hal ini disebabkan salah satunya karena faktor iklim yang cukup sesuai bagi pengembangan tanaman karet di Sumatera Selatan. Secara umum, tanaman karet mempunyai daya adaptasi yang luas dan dapat tumbuh pada beberapa kondisi tanah dan iklim, namun pertumbuhannya akan lebih optimal apabila tanaman ini dibudidayakan pada daerah yang mempunyai tanah dan iklim yang lembap. Menurut (Webster & Baulkwill 1989); Vijayakumar *et al.* (2000); Wijaya (2008), daerah yang sesuai untuk tanaman karet adalah daerah yang mempunyai: 1) Curah hujan 2.000

mm/tahun atau lebih yang terdistribusi merata sepanjang tahun dengan jumlah hari hujan sekitar 125–150 hari hujan/tahun; 2) Temperatur maksimum sekitar 29–34 °C dan minimum sekitar 20 °C dengan rata-rata suhu bulanan sekitar 25–28 °C; 3) Mempunyai kelembapan yang tinggi sekitar 80%; dan 4) Mendapatkan penyinaran matahari sekitar 2.000 jam/tahun dengan durasi 6 jam/hari. Persyaratan iklim ini kurang lebih sesuai dengan keadaan iklim di daerah Sumatera Selatan, kecuali adanya musim kemarau dan distribusi curah hujan yang tidak merata sepanjang tahun di Sumatera Selatan.

Sumatera Selatan mempunyai curah hujan tahunan di atas 2.000 mm/tahun dengan bulan kering (<100 mm/bulan) berjumlah 3–4 bulan berturut-turut (Wijaya 2008; Sahuri 2017). Menurut (Wijaya *et al.* 1994; Wijaya *et al.* 1996; Wijaya 1996; Watson 1989; Hidayati & Wijaya 2003; Wijaya 2008), daerah dengan curah hujan 1.500–3.000 mm/tahun, bulan kering sebanyak 3–4 bulan berturut-turut, serta suhu udara berkisar

antara 25–28 °C tergolong ke dalam daerah yang cukup sesuai (S2) untuk budi daya tanaman karet. Oleh karena itu, adanya bulan kering di Sumatera Selatan sebanyak 3–4 bulan berturut-turut menjadi faktor pembatas yang membatasi produksi karet. Hal ini sesuai dengan Ninane (1970); Jacob *et al.* (1989); Rao & Vijayakumar (1992); Rao *et al.* (1998) yang menyatakan bahwa, variasi curah hujan merupakan salah satu faktor penyebab tidak optimumnya produksi tanaman karet. Rao *et al.* (1998) juga menyatakan bahwa, kekeringan di India Selatan dapat menurunkan produksi sebesar 36–61% dibandingkan dengan produksi pada musim hujan. Hal ini mungkin terjadi karena ketersediaan air tanah harus berada pada kapasitas lapang agar tanaman terhindar dari stres karena kekeringan (Larcher 2001; Ayutthaya 2010). Dengan adanya penurunan produksi selama musim kemarau, perlu dipelajari lebih lanjut mengenai korelasi antara ketersediaan air lahan dengan produksi tanaman karet di Sumatera Selatan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengetahui hubungan antara neraca air lahan dan produksi karet klon PB260 di Kebun Percobaan Balai Penelitian Sembawa.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Kebun Percobaan Balai Penelitian Sembawa, Sumatera Selatan pada tahun 2013–2016. Plot penelitian yang digunakan adalah tanaman menghasilkan klon PB260 tahun tanam 2002 berumur 14 tahun dengan tekstur tanah *clay loam*. Jarak tanam karet yang digunakan adalah 6 x 3 m (550 pohon/ha). Ukuran plot yang digunakan adalah 50 tanaman karet klon PB260 dengan 3 ulangan. Masing-masing plot diamati 20 tanaman contoh, sehingga jumlah seluruh tanaman karet yang diamati adalah 60 tanaman.

Parameter yang diamati adalah hasil lateks (g/p/s) selama 4 tahun (2013–2016) setiap satu bulan sekali, curah hujan (mm), evapotranspirasi (mm), dan ketersediaan air tanah berdasarkan neraca air lahan. Model neraca air lahan yang digunakan dalam penelitian ini, menggunakan parameter *input* meliputi curah hujan (CH), evapotranspirasi potensial (ETP), dan kadar air tanah (KAT). Selain itu, parameter yang merupakan *output* dari perhitungan neraca air lahan ini antara lain akumulasi kehilangan air potensial (APWL), perubahan kadar air tanah (dKAT), evapotranspirasi aktual (ETA), dan defisit air tanah (D) sesuai dengan langkah analisis neraca air (Thorntwaite & Matter 1957). Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah (Nasir & Effendy 2000):

$$\text{Masukan (M)} = \text{keluaran (K)} \quad (1)$$

$$\text{CH} = \text{ETP} + \text{S} \quad (2)$$

$$\text{CH} < \text{ETP} \text{ maka nilai S negatif sehingga defisit} \quad (3)$$

$$\text{ETA} = \text{CH} + \text{IdKATI} \quad (4)$$

$$\text{D} = \text{ETP} - \text{ETA} \quad (5)$$

$$\text{S} = \text{CH} - \text{ETP} - \text{dKAT} \quad (6)$$

Pada model ini mengasumsikan bahwa 50% dari surplus air tanah (S) ditetapkan sediaan untuk aliran

permukaan air tanah (*runoff*). Data curah hujan (CH) dan kadar air tanah (KAT) berdasarkan penghitungan rumus model dikorelasikan dengan data hasil lateks menggunakan statistik deskriptif serta analisis korelasi *pearson* dengan program statistik SAS 9.0 (Gomez & Gomez 1995). Data curah hujan diperoleh dari hasil pengamatan curah hujan di Stasiun Klimatologi Balai Penelitian Sembawa menggunakan *ombrometer* tipe observatorium yang diamati setiap hari dari Januari 2013–Desember 2016. Selain data curah hujan, juga diamati nilai evaporasi harian dari panci kelas A dengan durasi waktu yang sama dengan pengamatan curah hujan. Nilai evaporasi dari panci kelas A ini menjadi dasar perhitungan nilai evapotranspirasi potensial. Nilai evapotranspirasi potensial dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Savva & Frenken 2002):

$$\text{ETP} = K_p \times \text{Epan}$$

Keterangan:

ETP : evapotranspirasi potensial (mm/day)

K<sub>p</sub> : nilai koefisien panci sebesar 0,85 (FAO 1984; Savva & Frenken 2002).

Epan : evaporasi panci (mm/day)

Dengan memperhitungkan kondisi dan jarak tanaman terhadap panci kelas A, kecepatan angin, dan kelembapan relatif (RH) digunakan koefisien panci sebesar 0,85 (FAO 1984; Savva & Frenken 2002).

Selain perhitungan nilai evapotranspirasi, juga dilakukan perhitungan ketersediaan air tanah berdasarkan neraca air lahan sebagai berikut (Nasir & Effendy 2000):

$$\text{KAT} = \text{KL} \times k^a \quad \text{KAT} = \text{KL} \times k^a$$

Keterangan:

KAT : kadar air tanah aktual (mm)

KL : kapasitas lapang (mm)

a : nilai mutlak APWL (akumulasi kehilangan air potensial)

k : tetapan dengan nilai:

$$k = P_0 \frac{P_1}{\text{KL}}$$

P<sub>0</sub> : 1,000412351

P<sub>1</sub> : -1,073807306

Kadar air tanah maksimum yang dapat disimpan tanah dihitung berdasarkan nilai kapasitas lapang berdasarkan tekstur tanah pada lokasi pengamatan. Menurut USDA (1955); FAO (2005), tekstur tanah *clay loam* mempunyai nilai kapasitas lapang sebesar 215 mm pada kedalaman 100 cm di daerah perakaran tanaman karet. Nilai kadar air tanah bulanan pada lokasi pengamatan tersebut dikorelasikan dengan hasil tanaman karet untuk mengetahui hubungan antara curah hujan, evapotranspirasi, dan kadar air tanah terhadap hasil lateks tanaman karet.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

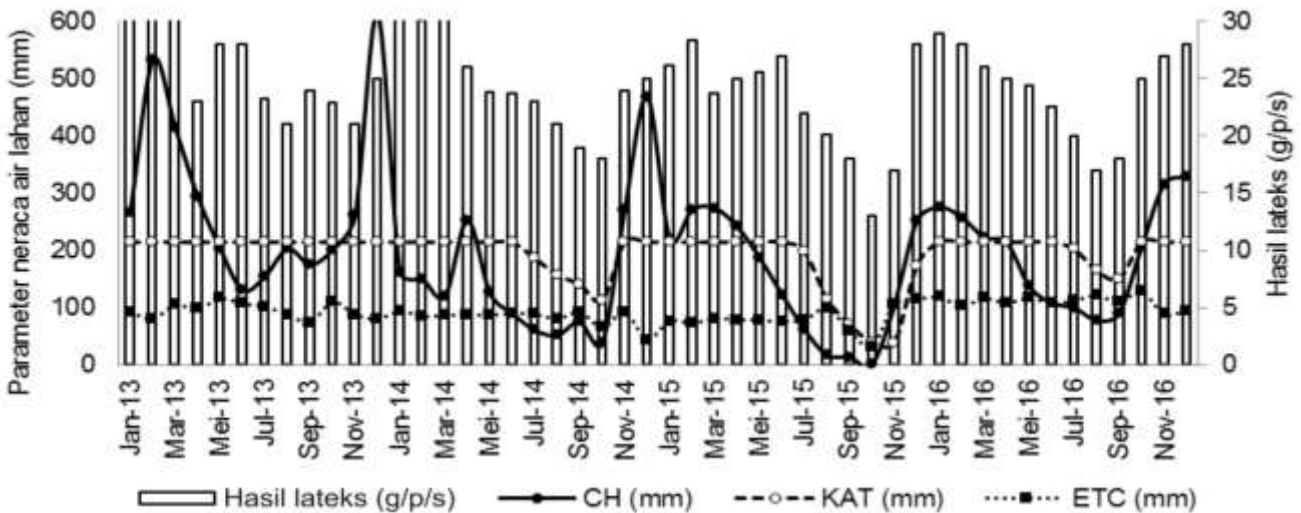
Curah hujan erat kaitannya dengan produksi lateks yang dihasilkan oleh tanaman karet. Menurut Mesike & Esekade (2014); Meti *et al.* (2014), terdapat

hubungan yang nyata antara curah hujan dan produksi karet, namun pada musim hujan diperlukan *rain guard* untuk melindungi lateks dari air hujan. Gambar 1 menunjukkan bahwa produksi lateks tanaman karet klon PB260 dari tahun 2013–2015, terjadi kenaikan produksi pada periode bulan basah dan penurunan produksi bulan kering (Gambar 1).

Pada penelitian ini bulan kering hanya terjadi pada bulan Juli–Oktober 2014 dan 2015 (CH<100 mm), sedangkan bulan lainnya merupakan bulan basah (CH>100 mm) (Wijaya 2008). Hal ini sejalan dengan penelitian Wijaya *et al.* (1994); Wijaya (1996); Wijaya *et al.* (2011) yang menyatakan bahwa, terbatasnya air pada periode bulan kering menjadi faktor pembatas untuk hasil lateks yang optimal. Hasil penelitian sebelumnya (Jiang 1988; Rao *et al.* 1990; Rao *et al.* 1998; Raj *et al.* 2005) juga menyatakan bahwa, pada saat periode bulan kering tanaman karet menghadapi suhu yang tinggi dan kurangnya tingkat curah hujan sehingga terjadi stres kelembapan. Hal ini mengakibatkan pertumbuhan dan hasil lateks menurun. Menurut Vijayakumar *et al.* (1998); (Carr 2012) irigasi dapat secara nyata memperpendek masa TBM tanaman karet. Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa curah hujan berkorelasi positif terhadap hasil lateks klon PB260 dari tahun 2013–2015. Berdasarkan analisis korelasi, didapatkan bahwa curah hujan berkorelasi positif terhadap hasil lateks klon PB260 pada bulan yang sama sampai tiga bulan berikutnya, tergantung pada kandungan air yang tersimpan dalam

tanah. Hal ini berhubungan dengan tekstur tanah di lokasi penelitian. Menurut USDA (1955); (FAO 2005), tekstur tanah di lokasi penelitian adalah *clay loam* dengan nilai kapasitas lapang sebesar 215 mm pada kedalaman 100 cm di daerah perakaran tanaman karet. Ketika kadar air tanah mencapai lebih dari 215 mm, kelebihan air akan terdrainase, karena di atas kapasitas lapang tanah tidak mampu lagi menahan air. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 1 yang menunjukkan bahwa, ketika curah hujan ditambah cadangan air awal dan dikurangi evapotranspirasi lebih dari 215 mm, maka tanah hanya dapat menyimpan air sebanyak 215 mm, selebihnya akan terdrainase ke tempat lain. Kandungan air yang tersimpan sebanyak 215 mm tersebut akan dipergunakan oleh tanaman pada beberapa bulan berikutnya (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa hujan yang ada masih cukup untuk mempertahankan kadar air tanah untuk berada di atas nilai evapotranspirasi tanaman karet, sehingga sisa kadar air tanah yang tidak terserap oleh tanaman dapat digunakan pada bulan-bulan berikutnya.

Apabila curah hujan terus menurun hingga mencapai di bawah 100 mm, kadar air tanah juga akan mengalami penurunan sehingga kurang dari nilai kadar air tanah pada saat lapang, yaitu 215 mm. Berdasarkan hasil pengamatan ketika kadar air tanah terus menurun hingga di bawah 100 mm, maksimal produksi karet yang dapat dicapai hanya sebesar 18 g/p/s (Gambar 1). Gambar 1 juga menunjukkan bahwa pada bulan Oktober 2014 yang merupakan puncak musim kemarau tahun 2014 dengan curah hujan 37 mm,



Gambar 1 Pengaruh curah hujan (CH), evapotranspirasi (ETC), dan kadar air tanah (KAT) terhadap hasil lateks klon PB260 (tahun 2013–2016).

Tabel 1 Hubungan curah hujan bulan ke-n dengan hasil lateks klon PB260 bulan ke-n hingga n+4

Parameter korelasi	(Probability)	(Correlation)
Curah hujan dan produksi pada bulan yang sama	0,01	0,56**
Curah hujan bulan ke-n dan produksi pada bulan n+1	0,01	0,65**
Curah hujan bulan ke-n dan produksi pada bulan n+2	0,01	0,50**
Curah hujan bulan ke-n dan produksi pada bulan n+3	0,05	0,37**
Curah hujan bulan ke-n dan produksi pada bulan n+4	0,76	0,05 <sup>tn</sup>

Keterangan: \*\* korelasi nyata pada taraf 0,01; \* nyata pada taraf 0,05; dan <sup>tn</sup> korelasi tidak nyata.

kandungan air tanah menurun hingga tersisa sebanyak 112,56 mm. Sebagai catatan bahwa titik layu permanen untuk tanah *clay loam* adalah 113 mm (USDA 1955), sehingga pada bulan Oktober 2014 tersebut kadar air tanah telah mencapai titik layu permanen. Laju penurunan kadar air tanah pada musim kemarau 2014 ini berkorelasi dengan penurunan hasil lateks klon PB260 yang mencapai hanya sebesar 18 g/p/s pada bulan Oktober 2014.

Musim kemarau yang lebih ekstrim terjadi pada tahun 2015. Musim kemarau tahun 2015 menyebabkan defisit air dengan puncak sebesar 96,61 mm yang terjadi pada bulan Oktober 2015. Defisit air mulai terjadi pada bulan Juli 2015 sebanyak 0,91 mm (Gambar 2). Hal ini menyebabkan hasil lateks mulai menurun dan sebagai puncaknya defisit air terbanyak terjadi pada bulan Oktober sebanyak 96,61 mm, sehingga hasil lateks klon PB260 mencapai titik produksi terendah sebesar 13 g/p/s pada bulan tersebut. Hasil lateks mengalami peningkatan pada bulan November sebesar 17 g/p/s, karena curah hujan meningkat sebesar 105 mm. Pada bulan November 2015 masih terjadi defisit air sebesar 4,72 mm karena pengaruh dari defisit air pada bulan September dan Oktober 2015 (Gambar 2). Pada bulan Desember 2015 ketika kadar air tanah telah mencapai lebih dari 100 mm karena adanya tambahan air hujan, produksi kembali meningkat menjadi normal, yaitu sebesar 28 g/p/s.

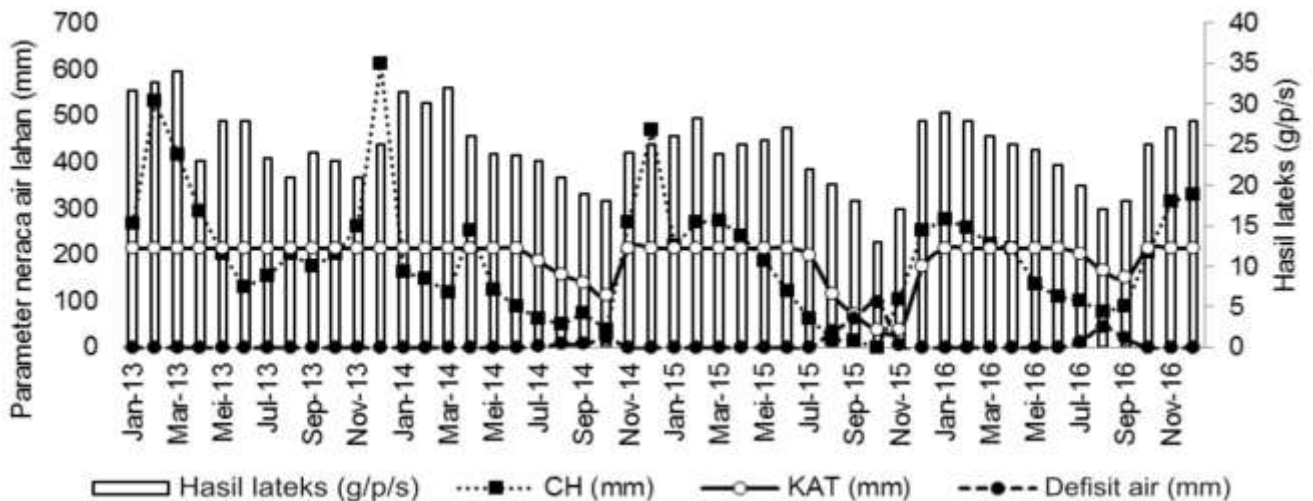
Pada tahun 2016 juga terjadi penurunan hasil lateks klon PB260, yakni saat puncak musim kemarau di bulan Agustus sebesar 17 g/p/s. Hal ini karena curah hujan di bulan Agustus sebesar 78 mm, menurun dari

curah hujan dari bulan-bulan sebelumnya, sehingga kadar air tanah pada bulan tersebut menurun juga 44,36 mm (Gambar 2). Hal ini menunjukkan bahwa kadar air tanah berkorelasi sangat nyata terhadap produksi tanaman karet (Tabel 2). Tabel 2 juga menunjukkan bahwa curah hujan dan kandungan air tanah berkorelasi sangat nyata terhadap hasil lateks tanaman karet klon PB260. Namun, hasil lateks tidak berkorelasi nyata terhadap evapotranspirasi. Hal ini disebabkan karena kadar air tanah berpengaruh langsung terhadap jumlah air yang dikonsumsi oleh tanaman karet.

Berdasarkan persamaan regresi linier pada Tabel 2 menunjukkan bahwa curah hujan, kadar air tanah, dan evapotranspirasi berpengaruh terhadap hasil lateks masing-masing sebesar 33, 49, dan 3%. Hal ini menunjukkan bahwa parameter neraca air lahan yang berpengaruh besar terhadap hasil lateks adalah ketersediaan air tanah sedangkan yang berpengaruh kecil adalah evapotranspirasi. Oleh karena itu, dengan adanya bulan kering yang menyebabkan defisit air tanah, sebaiknya pada kebun karet dibuat rorak atau biopori yang dapat menyimpan kelebihan air pada periode bulan basah untuk dapat digunakan pada periode bulan kering.

### KESIMPULAN

Diperoleh informasi bahwa produksi karet klon PB260 di Kebun Percobaan Balai Penelitian Sembawa, berkorelasi nyata terhadap curah hujan (0,56) dan kadar air tanah (0,70) kecuali evapo-



Gambar 2 Pengaruh defisit air tanah (mm) terhadap hasil lateks klon PB260 (tahun 2013–2016).

Tabel 2 Hubungan antara curah hujan, evapotranspirasi, dan kandungan air tanah dengan hasil lateks klon PB260 (tahun 2013–2016)

Parameter korelasi	Persamaan regresi linier	R <sup>2</sup>	P (Probability)	r (Correlation)
Curah hujan dan hasil lateks	Y = 0,020*CH + 20,554	0,33	0,01	0,56**
Evapotranspirasi dan hasil lateks	Y = 0,041*ETC + 20,704	0,03	0,22	1,80 <sup>tn</sup>
Kadar air tanah dan hasil lateks	Y = 0,069*KAT + 11,241	0,49	0,01	0,70**

Keterangan: \*\* korelasi nyata pada taraf 0,01; \* nyata pada taraf 0,05; <sup>tn</sup> korelasi tidak nyata; dan R<sup>2</sup> nilai determinasi.

transpirasi (1,80). Parameter neraca air lahan yang berpengaruh besar terhadap hasil lateks adalah ketersediaan air tanah sebesar 49% daripada parameter yang lain. Hasil lateks menurun dengan berkurangnya kandungan air tanah pada periode bulan kering. Ketika kadar air tanah turun hingga di bawah 100 mm, hasil lateks maksimal yang dapat dicapai oleh tanaman karet adalah sebesar 18 g/p/s. Hal ini menunjukkan bahwa kurangnya air pada bulan kering menjadi faktor pembatas untuk hasil karet yang optimal.

Dengan adanya bulan kering yang menyebabkan defisit air, sebaiknya pada kebun karet dibuat rokak atau biopori yang dapat menyimpan kelebihan air pada periode bulan basah untuk dapat digunakan pada periode bulan kering.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada Ir. Jahidin Rosyid, MS sebagai Peneliti Utama, sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan. Selain itu, penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Oktalisa Yuna, SP sebagai teknisi yang membantu pengamatan di lapangan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ayutthaya SIN. 2010. Change of Whole-Tree Transpiration of Mature Hevea Brasiliensis under Soil and Atmospheric Droughts: Analyze in Intermittent and Seasonal Droughts under the Framework of the Hydraulic Limitation Hypothesis. [Thesis]. Auvergne-Rhone-Alpes (FR): Universite Blaise Pascal. 141 p.
- Carr MKV. 2012. The Water Relations of Rubber (*Hevea Brasiliensis*): A Review. *Experimental Agriculture*. 48(2): 176–93. <http://doi.org/bbw6bx>
- [FAO] Food Agriculture Organization. 1984. Crop Water Requirements. By: Doorenbos J, Pruitt WO. Rome (IT). *FAO Irrigation and Drainage Paper 24*.
- [FAO] Food Agriculture Organization. 2005. Drought-Resistant Soils: Optimization of Soil Moisture for Sustainable Plant Production. [Internet]. [diunduh 2016 Juni 10]. Tersedia pada: <http://www.fao.org/docrep/009/a0072e/a0072e07>.
- Gomez KA, Gomez AA. 1995. *Statistical Procedures for Agricultural Research*. Jakarta (ID): UI Press.
- Hidayati U, Wijaya T. 2003. Evaluasi lahan untuk pengembangan tanaman karet di Kabupaten Ogan Komering Ulu, Sumatera Selatan. *Jurnal Penelitian Karet*. 2(13): 1–11.
- Jacob JL, Prevot JC, Roussel D, Lacroite R, Serres E, d'Auzac J, Eschbach JM, Omont H. 1989. *Yield Limiting factors, Latex Physiological Parameters, Latex Diagnosis and Clonal Typology*. In edited by d'Auzac J, Jacob JL, Chrestin. Physiology. Boca Raton (US): CRC Press.
- Jiang A. 1988. Climate and Natural Production of Rubber (*Hevea Brasiliensis*) in Xishuangbanna, Southern Part of Yunnan Province, China. *International Journal of Biometeorology*. 32(4): 280–282. <http://doi.org/d7p66z>
- Larcher W. 2001. *Physiological Plant Ecology: Ecophysiology and Stress Physiology of Functional Groups*. 4th edition. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Berlin (GM): Berlin Press.
- Nasir AA, Effendy S. 2000. *Konsep Neraca Air Untuk Penentuan Pola Tanam*. In, edited by Nasir AA, Boer R. Bogor: Geofisika dan Meteorologi FMIPA-IPB. Bogor (ID): IPB Press.
- Ninane F. 1970. *Les Aspects Ecophysologiques de La Productivite Chez Hevea Brasiliensis Muell*. Arg. au Cambridge (EG): Cambridge Press.
- Raj S, Das G, Pothan J, Kumar SD. 2005. Relationship between Latex Yield of Hevea Brasiliensis and Antecedent Environmental Parameters. *International Journal of Biometeorology*. 49(3): 189–96. <http://doi.org/btp8t8>
- Rao PS, Rajagopal R, Devakumar KR, Vijayakumar AS, Sethuraj MR. 1990. Influence of Soil, Plant and Meteorological Factors on Water Relations and Yield in Hevea Brasiliensis. *International Journal of Biometeorology*. 34(3): 175–180. <http://doi.org/bq7jds>
- Rao PS, Saraswathyamma CK, Sethuraj MR. 1998. Studies on the Relationship between Yield and Meteorological Parameters of Para Rubber Tree (*Hevea Brasiliensis*). *Agricultural and Forest Meteorology*. 90(1): 235–245. <http://doi.org/d78fgp>
- Rao PS, Vijayakumar KR. 1992. *Climatic Requirements Natural Rubber: Biology, Cultivation and Technology, Developments in Crop Science*. Edited by Sethuraj NM, Mathew MR. Amsterdam (NL): Elsevier Press.
- Sahuri. 2017. Uji adaptasi sorgum manis sebagai tanaman sela di antara tanaman karet belum menghasilkan. *Jurnal Penelitian Karet*. 35(1): 23–38. <http://doi.org/cmz>
- Savva AP, Frenken K. 2002. *Crop Water Requirements and Irrigation Scheduling*. Module 4. Harare: FAO Sub-Regional Officer for East and Southern Africa. Africa (ZA): FAO Press.
- Thorntwaite CW, Matter JP. 1957. *Instruction and tables for computing potensial evapotranspiration and te water balance*. New Jersey (US): Drexel Institute of Climatology. 401p.
- [USDA] United States Departement of Agriculture. 1955. *Water Yearbook of Agriculture*. Washington DC (US): United States Department of Agriculture.

- Vijayakumar KR, Dey SK, Chandrasekhar TR, Devakumar AS, Mohankrishna T, Rao PS, Sethuraj MR. 1998. Irrigation Requirement of Rubber Trees (*Hevea Brasiliensis*) in the Subhumid Tropics. *Agricultural Water Management*. 35: 245–259. <http://doi.org/fdmdsp>
- Vijayakumar KR, Chandrashekar TR, Philip V. 2000. *Agroclimate Agromanagement and Crop Processing*. In Edited by George PJ, Jacob CK. Kerala (IN): Rubber Research Institute of India.
- Watson WA. 1989. *Climate dan Soil*. In Rubber, Tropical Agriculture Series. In *Climate Dan Soil. In Rubber*, edited by C. Webster and W.J. Baulk-will, 125–64. Singapore (SG): Longman Singapore.
- Webster CC, Baulkwill WJ. 1989. *Rubber. Technical. Burnt Mill, Harlow, Essex, England*: Longman Scientific & Technical. New York (US): Wiley. 614 p.
- Wijaya T, Lasminingsih M, Junaidi U, Wibawa G, Amipalupy K, Sihombing H. 1994. Pengaruh Kekeringan Dan Usaha Mengatasinya Pada Tanaman Karet. *Warta Per karetan*. 13(2): 1–7.
- Wijaya T, Booth T, Jovanovic. 1996. Aplikasi Program Komputer INDO Untuk Pemetaan Kesesuaian Iklim Bagi Tanaman Karet. *Warta Per karetan*. 15(2): 38–129.
- Wijaya T. 1996. Penerapan Program Komputer Untuk Estimasi Potensi Pertumbuhan Tanaman Karet Berdasarkan Ketersediaan Air. *Jurnal Informatiaka Pertanian*. 6(1): 52–343.
- Wijaya T. 2008. Kesesuaian Tanah Dan Iklim Untuk Tanaman Karet. *Warta Per karetan*. 27(2): 34–44.
- Wijaya T, Cahyo AN, Ardika R. 2011. Anticipation and Effort to Cope With La Nina Climate Anomaly in Rubber Plantation. In *Role of Science and Technology on Climate Change Anticipation on The Perspective Sustainable Agriculture*. Palembang (ID): Sriwijaya University.