

PENGELOLAAN LENGAS TANAH DAN LAJU PERTUMBUHAN TANAMAN KARET BELUM MENGHASILKAN PADA MUSIM KEMARAU DAN PENGHUJAN

*Management of Soil Moisture And The Rate Growth of Immature Rubber Plant
On Dry And Rainy Season*

Saiful Rodhian Achmad dan Riko Cahya Putra
Balai Penelitian Getas, Pusat Penelitian Karet
Jl. Pattimura KM 6, P.O. Box 804, Salatiga, Jawa Tengah
Email : sai_8988@yahoo.com

Diterima 11 November 2015 / Direvisi 12 Februari 2016 / Disetujui 14 Maret 2016

Abstrak

Lengas tanah merupakan air yang mengisi sebagian dan atau seluruh pori tanah. Salah satu faktor yang mempengaruhi keberadaan air tanah adalah besarnya curah hujan dan air yang dapat meresap ke dalam tanah. Ketersediaan lengas tanah sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman karet. Untuk mengetahui ketersediaan lengas tanah telah dilakukan penelitian di lapangan dan laboratorium Balai Penelitian Getas. Rancangan percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 3 ulangan. Perlakuan terdiri atas pengelolaan lengas tanah berupa rorak, penutup tanah, dan tanpa vegetasi. Kadar lengas tanah diamati pada kedalaman tanah 0-15 cm, 16-30 cm, dan 31-45 cm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi lahan dan berbagai kedalaman tanah berpengaruh nyata terhadap ketersediaan kadar lengas tanah pada musim kemarau dan penghujan. Kondisi lahan dan kedalaman tanah yang terbaik untuk ketersediaan kadar lengas tanah pada penelitian ini adalah lahan terdapat rorak dan kedalaman 16-30 cm. Persentase laju pertumbuhan lilit batang tanaman belum menghasilkan pada musim penghujan mencapai 91% terhadap lilit batang satu tahun dibandingkan pada musim kemarau.

Kata kunci: *Hevea brasiliensis*, musim kemarau dan penghujan, lengas tanah, rorak

Abstract

The soil moisture was water that fills most or all of the soil pore. One of the factors that influence the presence of ground water was rainfall and water that can seep into the ground. Availability of soil moisture influenced on the growth and rubber yield. To observe the availability of soil moisture had done research in the field and Getas Research Center laboratory. The design of the experiment used Randomized Block Design (RBD) with three replications. The trial consists of managed of soil moisture in the form of soil pit, cover crops, and without vegetation. The soil moisture content was observed in the soil depth 0-15 cm, 15-30 cm, and 30-45 cm. The results showed that the conditions of land and many soil depth have significantly affected to the availability of soil moisture in dry and rainy season. The land conditions and the depth of soil were the best for the availability of soil moisture levels were found out on soil pit and depth of 16-30 cm. The percentage girth increment at immature plant to reach 91% to girth one year old in rainy season compared to dry season.

Keywords: Hevea brasiliensis, dry and rainy season, soil moisture, soil pit

Pendahuluan

Lengas tanah yaitu air yang mengisi sebagian atau seluruh pori tanah atau terserap pada permukaan lempung dan bahan organik (Baver *et al.*, 1972; Russel, 1973). Air

merupakan kebutuhan pokok bagi tanaman dan bahan penyusun utama dari protoplasma sel. Di samping itu, air adalah komponen utama dalam proses fotosintesis dan berperan dalam pengangkutan ke seluruh bagian tanaman melalui gerakan air dalam tanaman. Jumlah pemakaian air oleh tanaman akan berkorelasi positif dengan produksi biomassa tanaman. Hanya sebagian kecil dari air yang diserap akan menguap melalui stomata atau melalui proses transpirasi (Craffe *et al.*, 1949; Dwidjoseputro, 1984).

Kebutuhan air tanaman merupakan air yang dibutuhkan untuk memenuhi sejumlah air yang hilang melalui evapotranspirasi suatu tanaman sehat, tumbuh pada areal luas pada tanah yang menjamin cukup lengas tanah, kesuburan tanah, dan lingkungan hidup tanaman cukup baik, sehingga secara potensial tanaman akan berproduksi dengan baik (Sudaryono, 2005).

Besarnya kebutuhan air bagi tanaman dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain jenis tanaman dalam hubungannya dengan tipe dan perkembangannya, kadar air tanah, dan kondisi cuaca (Fitter dan Hay, 1994). Kebutuhan air tanaman juga dipengaruhi oleh fase pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Umumnya pada fase vegetatif tanaman memerlukan air dalam jumlah yang besar. Kekurangan air pada periode tertentu akan mengurangi hasil, yaitu pada awal pertumbuhan akan mengurangi hasil sampai 50%, awal fase pembungaan akan mengurangi hasil 25% (Anggara, 2007). Tumbuhan sering mendapatkan cekaman air (*water stress*) karena kekurangan pasokan air di daerah perakaran dan laju evapotranspirasi yang melebihi laju absorpsi air oleh tumbuhan pada musim kemarau (Solichatun, 2005).

Anasir iklim yang ideal untuk pertumbuhan optimum tanaman karet tidak dapat terpenuhi sepanjang tahun di Indonesia karena adanya musim kemarau. Ketersediaan air berkurang pada saat musim kemarau sehingga air menjadi faktor pembatas bagi pertumbuhan dan produksi tanaman karet. Hal ini terutama terjadi pada pertanaman karet yang pengaturan jarak tanamnya terlalu rapat

sehingga terjadi kompetisi antar tanaman karet dalam mengkonsumsi air tanah. Pengaruh ketersediaan air terhadap produksi karet sangat besar karena sekitar 50-70% dari lateks adalah air (Cahyo dkk., 2011). Menurut Rusmayadi (2011) pada areal tanaman karet kandungan air tanah mulai menurun sejak bulan Mei sampai Desember atau 8 bulan dalam setahun. Pemulihan kepada kondisi kandungan air tanah jenuh baru terjadi pada bulan Januari. Hal ini disebabkan oleh kandungan air tanah yang hilang cukup banyak sehingga memerlukan air untuk menutupi akumulasi air yang hilang. Menurut Doorenbos and Fruit (1977) dalam Arsyad (2006) tanaman karet berpotensi mengalami kehilangan air cukup tinggi yang ditunjukkan dengan nisbah ET/Eo sebesar 0,9. Nisbah ET/Eo menyatakan nisbah evapotranspirasi (ET) terhadap evaporasi dari permukaan air terbuka (Eo) dan menunjukkan pengaruh tanaman terhadap kehilangan air. Berdasarkan Anggara (2007) pada musim kemarau transpirasi tanaman karet berkisar antara 4,69-9,48 mm/hari dengan indeks kecukupan air menggunakan nisbah evapotranspirasi aktual dan evapotranspirasi tanaman (ETR/ETM) mendekati 1.

Kondisi stres air menyebabkan tanaman dihadapkan pada dua pilihan antara menutup stomata yang dapat mengakibatkan terbatasnya jumlah karbondioksida yang dapat diambil tumbuhan untuk proses fotosintesis dan membuka stomata yang dapat mengakibatkan semakin besarnya laju kehilangan air dari dalam tubuh tanaman melalui transpirasi (Martini, 2001). Menurut Hilliel (1997) dalam Suwanto (2003) kekurangan air selama waktu yang lama pada fase pertumbuhan akan menurunkan hasil karena fotosintesis, hidrasi protoplasma, dan pengangkutan makanan serta mineral menjadi lambat, sehingga pertumbuhan tanaman juga terhambat. Menurut Lakitan (1995) kekurangan air dapat menghambat laju fotosintesis, karena turgiditas sel penjaga stomata akan menurun sehingga menyebabkan stomata menutup. Penutupan stomata pada kebanyakan spesies akibat

kekurangan air pada daun akan mengurangi laju penyerapan karbondioksida pada waktu yang sama dan pada akhirnya akan mengurangi laju fotosintesa (Goldsworthy and Fisher, 1992).

Untuk menjamin pemanfaatan air tanah yang berwawasan lingkungan dan lestari, perlu dilakukan strategi pengelolaan terpadu sesuai dengan ketersediaannya (Mintaria, 2013). Salah satu pengelolaan tanah dalam menjaga kadar lengas tanah adalah dengan pemberian mulsa pada musim kemarau. Selain itu, dapat juga dilakukan dengan pembuatan rorak dan penggemburan tanah. Penggemburan tanah dan rorak akan berpengaruh baik apabila dilakukan pada akhir musim hujan, tetapi masih ada hujan atau pada awal musim hujan (Sudiharto, 2007). Noeralam (2002) melaporkan bahwa rorak sebagai suatu cara pemanenan air yang tergolong efektif, salah satunya dicerminkan oleh kemampuannya dalam mempertahankan lengas tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar lengas tanah pada perlakuan rorak dan laju pertumbuhan tanaman karet belum menghasilkan pada musim penghujan dan kemarau.

Bahan dan Metode

Percobaan ini dilakukan di lapangan dan laboratorium yang berlokasi di kebun percobaan Balai Penelitian Getas pada bulan Agustus dan November 2012. Jenis tanah adalah inceptisol dan terletak pada ketinggian 350 m di atas permukaan laut. Bahan yang digunakan adalah tanaman belum menghasilkan umur tiga tahun. Sedangkan alat yang digunakan adalah cangkul, pisau, plastik, cawan, eksikator, dan oven. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) diulang sebanyak tiga kali. Percobaan ini terdiri atas dua perlakuan yaitu kondisi lahan (rorak, bervegetasi dan tidak bervegetasi) dan kedalaman tanah (0-15 cm, 16-30 cm, dan 31-45 cm) pada dua musim yaitu kemarau dan penghujan. Rorak yang digunakan dalam penelitian memiliki ukuran panjang 100 cm,

lebar 50 cm, dan kedalaman 60 cm serta terisi oleh bahan organik berupa pupuk kandang dan seresah daun karet. Variabel yang diamati adalah kadar lengas tanah. Pelaksanaan pengambilan tanah untuk pengujian kadar lengas tanah di mulai jam 10.00-11.00 WIB pada musim kemarau (Agustus) dan musim penghujan (November). Sebanyak 100 gram sampel tanah diambil dari setiap perlakuan.

Analisa kadar lengas tanah dilakukan dengan cara menimbang lima gram contoh tanah kering udara dan dimasukkan ke dalam cawan yang telah diketahui bobotnya. Cawan berisi tanah dimasukkan ke dalam oven pada suhu 105 C selama tiga jam lalu didinginkan dalam eksikator. Setelah contoh dingin kemudian ditimbang. Bobot yang hilang adalah bobot air atau lengas tanah (Balai Penelitian Tanah, 2005). Perhitungan kadar lengas menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar lengas (\%)} = \frac{\text{Kehilangan contoh}}{\text{Bobot contoh}} \times 100\%$$

Data dianalisis dengan sidik ragam (ANOVA) dan diikuti dengan uji lanjut menggunakan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5% untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan. Selain itu, juga dilakukan pengamatan sebaran laju pertumbuhan tanaman karet pada musim kemarau dan penghujan selama satu tahun pada tanaman karet belum menghasilkan umur tiga tahun.

Hasil dan Pembahasan

Tekstur Tanah

Pengelolaan kelengasan tanah bertujuan untuk meningkatkan kemampuan tanah menahan air. Salah satu faktor yang berpengaruh terhadap kemampuan tanah dalam menahan air adalah tekstur tanah. Tekstur tanah merupakan ukuran dan perbandingan butir-butir tunggal tanah (*soil fraction*). Hasil analisa tekstur tanah di lokasi penelitian disajikan pada Tabel 1. Tekstur tanah di lokasi penelitian didominasi oleh

fraksi liat sehingga termasuk kelas tekstur liat (*clay*). Berdasarkan penelitian Nita dkk. (2014) bahwa dengan meningkatnya jumlah partikel debu maupun liat maka media untuk mengikat air semakin besar, sehingga lengas tanah tersedia semakin tinggi. Menurut Fetler (1988) dalam Guymon (1994) tekstur tanah liat memiliki kemampuan menahan air sebesar 0,17 % lebih rendah dibandingkan lempung berliat.

Kemampuan tanah menahan air adalah identik dengan air tersedia bagi tanaman. Besarnya air tersedia bagi tanaman merupakan selisih antara kadar lengas pada kapasitas lapang dan kadar lengas pada titik layu permanen. Tiap-tiap kelas tekstur tanah memiliki kemampuan menahan air yang berbeda. Kemampuan menahan air tertinggi dimiliki oleh tanah bertekstur lempung berliat dan lempung berdebu (0,21) dan terendah pada pasir (0,05) (Tabel 2).

Tabel 1. Hasil tekstur tanah di Balai Penelitian Getas

Tekstur Tanah	Persen (%)
Pasir	13,72
Debu	34,03
Liat	52,25

Tabel 2. Kemampuan tanah menahan air pada berbagai kelas tekstur tanah

Tekstur tanah	Kapasitas lapang	Titik layu permanen	Kemampuan tanah menahan air
		mm mm ⁻¹	
Pasir	0,10	0,05	0,05
Pasir halus	0,15	0,06	0,09
Lempung berpasir	0,20	0,07	0,10
Lempung berpasir halus	0,25	0,08	0,17
Lempung	0,29	0,09	0,20
Lempung berdebu	0,31	0,10	0,21
Lempung berliat	0,39	0,18	0,21
Liat	0,40	0,23	0,17

Sumber : Fetler (1988) dalam Guymon (1994)

Kadar Lengas Tanah

Hasil analisis sidik ragam pengaruh kondisi lahan dan berbagai kedalaman tanah terhadap ketersediaan kadar lengas tanah pada musim kemarau dan penghujan tersaji pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Dalam analisis sidik ragam pada Tabel 3 dan Tabel 4, menunjukkan bahwa uji F untuk variabel berbagai kedalaman tanah dan kondisi lahan diketahui bahwa nilai signifikan $\alpha < 0,05$. Hal ini menunjukkan bahwa berbagai kedalaman tanah dan kondisi lahan memberikan pengaruh nyata terhadap kadar lengas tanah pada musim kemarau dan penghujan.

Tabel 3. Analisis sidik ragam pengaruh kondisi lahan dan berbagai kedalaman tanah terhadap kadar lengas tanah pada musim kemarau

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected model	1453.860 ^a	8	181.732	162.382	.000
Intercept	25856.640	1	25856.640	23103.476	.000
Kedalaman	240.180	2	120.090	107.303	.000
Kondisi lahan	1194.480	2	597.240	533.647	.000
Kedalaman * lahan	19.200	4	4.800	4.289	.004
Total	27391.080	81			

a. R Squared = .947 (Adjusted R Squared = .942)

Tabel 4. Analisis sidik ragam pengaruh kondisi lahan dan berbagai kedalaman tanah terhadap kadar lengas tanah pada musim penghujan

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	274.645 ^a	8	34.331	38.216	.000
Intercept	82279.735	1	82279.735	91591.542	.000
Kedalaman	149.494	2	74.747	83.206	.000
Kondisi Lahan	117.791	2	58.895	65.561	.000
Kedalaman * Lahan	7.360	4	1.840	2.048	.097
Total	82619.060	81			

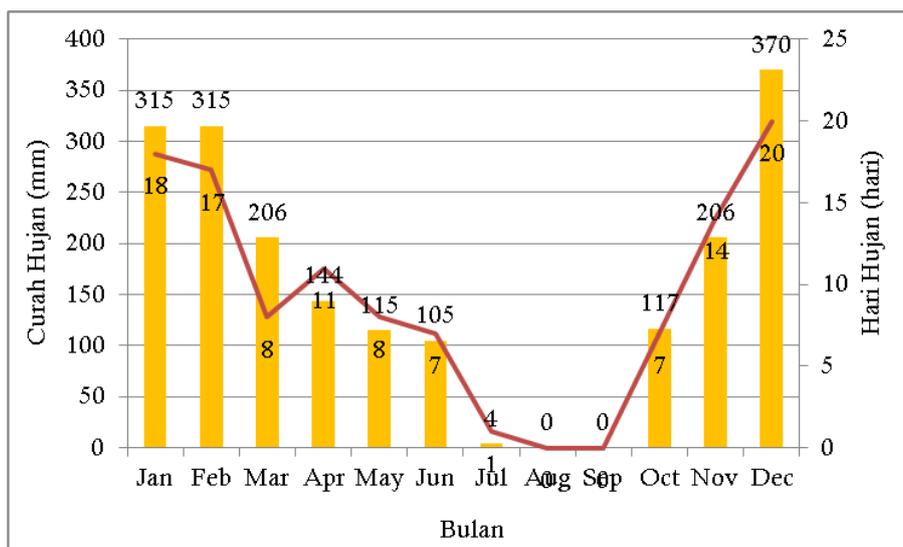
a. R Squared = .809 (Adjusted R Squared = .788)

Pengamatan kadar lengas tanah pada musim kemarau dilakukan pada bulan September 2012 dengan curah hujan 0 mm dan musim penghujan dilakukan pada bulan November 2012 dengan intensitas curah hujan sekitar 206 mm (Gambar 1). Berdasarkan hasil kadar lengas tanah pada bulan kemarau menunjukkan bahwa adanya perbedaan yang signifikan antar perlakuan pada berbagai kedalaman tanah (Tabel 3). Pada kedalaman 16-30 cm perlakuan rorak memiliki peningkatan nilai kadar lengas tanah tertinggi mencapai 78,26% dibandingkan tanpa vegetasi dan 32,25% dibandingkan perlakuan dengan vegetasi.

Perlakuan rorak merupakan perlakuan paling efektif dalam mempertahankan lengas tanah pada tiap kedalaman saat musim kemarau dibandingkan perlakuan lainnya (Gambar 2A). Beberapa hasil penelitian

menunjukkan efektivitas rorak sebagai bangunan pamanen air, diantaranya ditunjukkan oleh kemampuannya dalam mengurangi kehilangan air melalui aliran permukaan (Noeralam, 2002; Tala'ohu dkk., 1992).

Hasil yang sama juga didapatkan pada musim penghujan. Perlakuan rorak pada kedalaman 16-30 cm memiliki nilai kadar lengas tanah lebih tinggi mencapai 8,89% dibandingkan tanpa vegetasi dan 2,42% dibandingkan perlakuan dengan vegetasi. Perlakuan rorak mampu memberikan kontribusi yang lebih besar dari vegetasi dalam peningkatan kelengasan tanah. Salah satu faktor yang dapat mempertahankan lengas tanah di rorak adalah bahan organik. Bahan organik dalam tanah dapat meningkatkan kemampuan tanah menahan air melalui pengikatan molekul-molekul air lewat gugus-



Gambar 1. Grafik curah hujan dan hari hujan bulanan pada tahun 2012

Tabel 3. Pengaruh perlakuan rorak, vegetasi dan tanpa vegetasi terhadap kadar lengas tanah pada musim kemarau dan penghujan

Musim	Kedalaman tanah (cm)	Kadar lengas tanah (%)		
		Rorak	Vegetasi	Tanpa vegetasi
Kemarau	0 - 15	20.00c	14.90b	11.40a
	16 - 30	24.60c	18.60b	13.80a
	31 - 45	23.40c	19.50b	14.60a
Penghujan	0 - 15	31.05c	30.30b	28.80a
	16 - 30	33.43c	32.64b	30.70a
	31 - 45	34.52c	34.30b	31.10a

Keterangan: *) angka dalam baris yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf $\alpha < 0.05$



Gambar 2. Perlakuan pengelolaan lengas tanah : rorak (A), vegetasi (B), dan tanpa vegetasi (C)

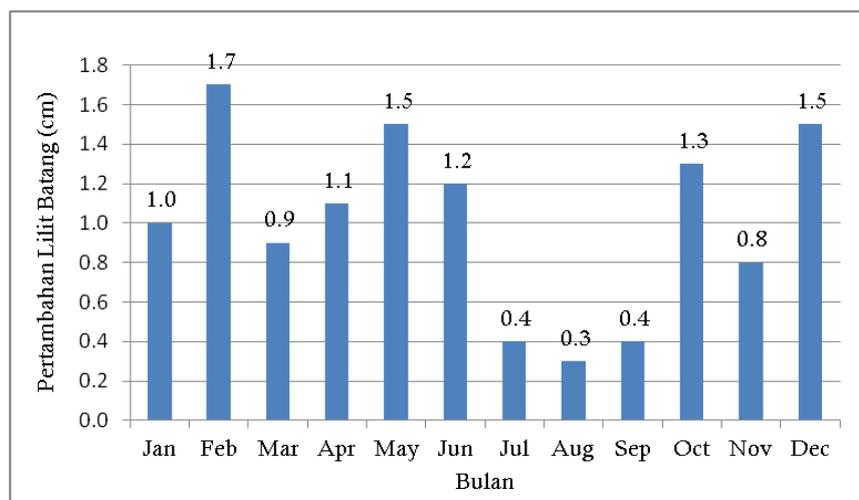
gugus fungsionalnya dan pengisian pori-pori mikro tanah akibat agregasi yang lebih baik (Stevenson, 1982). Hal ini telah dibuktikan pada berbagai penelitian bahwa tanah-tanah dengan kandungan organik yang lebih tinggi akan memiliki kemampuan menyimpan air yang lebih banyak dibandingkan dengan tanah-tanah yang kandungan bahan organiknya lebih rendah (Sukmana *et al.*, 1986; Erfandi dkk., 1993). Sukmana *et al.* (1986) melaporkan bahwa tanah yang diberi bahan organik mampu menahan air hingga 5-6% lebih tinggi dibandingkan kondisi tanah awal. Sementara vegetasi alami hanya mampu meningkatkan kandungan air tanah 2% dari kondisi tanah tanpa vegetasi.

Laju Pertumbuhan Tanaman Karet Belum Menghasilkan pada Musim Kemarau dan Penghujan

Salah satu faktor yang berpengaruh dalam pertumbuhan tanaman karet adalah ketersediaan air. Tanaman tidak akan dapat hidup tanpa air karena air adalah matriks dari kehidupan, bahkan semua makhluk akan punah tanpa air. Kramer (1969) menjelaskan tentang betapa pentingnya air bagi pertumbuhan; yakni air merupakan bagian dari protoplasma 85-90% dari berat keseluruhan bagian hijau tanaman (jaringan yang sedang

tumbuh) adalah air. Menurut Suhartono dkk. (2008) pemberian air berpengaruh terhadap rata-rata pertambahan tinggi tanaman sebagai pencerminan pertumbuhan tanaman. Meningkatnya tinggi tanaman terjadi melalui perpanjangan ruas-ruas akibat membesarnya sel-sel atau bertambahnya umur tanaman.

Pengamatan laju pertumbuhan lilit batang dilakukan selama satu tahun pada musim kemarau (Juli-September) dan penghujan (Januari-Juni dan Oktober-Desember). Laju pertumbuhan tanaman pada musim penghujan berkisar 0,8-1,7 cm perbulan dan pada musim kemarau berkisar 0,3-0,4 cm perbulan (Gambar 3). Persentase laju pertumbuhan tanaman pada musim penghujan mencapai 91% terhadap lilit batang satu tahun dibandingkan musim kemarau (Gambar 4). Pada musim penghujan kondisi lengas tanah cukup tersedia untuk melarutkan hara tanah sehingga pertumbuhan tanaman dapat optimal. Sebaliknya pada musim kemarau tanaman mengalami laju pertumbuhan yang lambat. Hal ini disebabkan pada musim kemarau ketersediaan lengas tanah sangat sedikit dan atau tidak tersedia. Seperti halnya dalam aplikasi pemupukan apabila diaplikasikan pada tanah yang kekurangan kadar lengas tanah justru akan menimbulkan gangguan fisiologi pada tanaman karena peningkatan kepekatan



Gambar 3. Sebaran laju pertumbuhan lilit batang tanaman karet per bulan pada TBM III



Gambar 4. Persentase laju pertumbuhan lilit batang selama satu tahun pada musim penghujan dan kemarau

larutan tanah. Akibatnya penyerapan air dan larutan hara oleh akar terhambat. Menurut Craffe *et al.* (1949) dan Kramer (1969) kekurangan air akan mengganggu keseimbangan kimiawi dalam tanaman yang berakibat berkurangnya hasil fotosintesis atau semua proses-proses fisiologis berjalan tidak normal. Apabila keadaan ini berjalan terus, maka akibat yang terlihat yaitu tanaman kerdil, layu, produksi rendah, kualitas turun, dan sebagainya. Tanaman kekurangan air dapat mengakibatkan kematian, sebaliknya kelebihan air dapat menyebabkan kerusakan pada perakaran tanaman, disebabkan kurangnya udara pada tanah yang tergenang (Purwowidodo, 1983). Karyudi *et al.* (2000) menyatakan penurunan produksi dan pertumbuhan tanaman ditentukan oleh lama stres dan fase pertumbuhan tanaman. Penurunan produksi dan pertumbuhan merupakan hasil dari penurunan perkembangan daun, laju fotosintesis, dan pengaruh dari reaksi kimia serta fungsi sel.

Kesimpulan dan Saran

Kondisi lahan dan berbagai kedalaman tanah berpengaruh nyata terhadap ketersediaan kadar lengas tanah pada musim kemarau dan penghujan. Kondisi lahan dan kedalaman tanah yang terbaik untuk ketersediaan kadar lengas tanah pada penelitian ini adalah lahan terdapat rorak dan kedalaman 16-30 cm.

Disarankan dalam pengelolaan lengas tanah pada musim kemarau perlu dibuat rorak yang diisi dengan bahan organik berupa pupuk kandang atau seresah dedaunan guna mempertahankan lengas tanah dan pertumbuhan tanaman tetap optimal.

Daftar Pustaka

- Anggara, N.W. (2007). *Analisis kebutuhan air tanaman karet (Hevea brasiliensis) dengan menggunakan program WARM (Water And Agroclimate Management) di perkebunan PT. Condong Garut, Jawa Barat*. Skripsi, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Arsyad, S. (2006). *Konservasi tanah dan air*. Bogor: IPB Press.
- Baver, L.D., Gardner, W.H., and Gardner, W.R. (1972). *Soil physics*. New York :Wiley and Sons.
- Cahyo, A.N., Ardika, R., dan Wijaya, T. (2011). Konsumsi air dan produksi karet pada berbagai sistem pengaturan jarak tanam dalam kaitannya dengan kandungan air tanah. *Jurnal Penelitian Karet*, 29(2), 110-117.
- Craffe, A.S., Currier, H.B., and Stocking, C.P. (1949). *Water in the physiology of plants*. Waltham Massachusetts : The Chronoca Botanica Company.
- Dwidjoseputro, D. (1984). *Pengantar fisiologi tumbuhan*. Jakarta : PT. Gramedia.

- Erfandi, D., Widjaja-Adhi, I.P.G., dan Ramli, M. (1993). Pengelolaan sistem usaha tani lahan masam tropika basah. *Prosiding Pertemuan Teknis Penelitian Tanah dan Agroklimat*. Bogor, Februari 1993.
- Fitter, A.H. dan Hay, R.K.M. (1994). *Fisiologi lingkungan tanaman*. Gadjah Mada University Press : Yogyakarta.
- Goldsworthy, P.R. dan Fisher, N.M. (1992). *Fisiologi tanaman budidaya tropik*. Gadjah Mada University Press : Yogyakarta.
- Guymon, G.L. (1994). *Unsaturated zone hydrology*. New Jersey : PTR Prentice Hall.
- Karyudi., Suhendry, I., and Darussamin, A. (2000). The possibility of natural rubber development towards dry areas in Indonesia. *Proceedings Indonesian Rubber Conference And IRRDB Symposium*, Bogor, September 2000.
- Kramer, P.J. (1969). Plant and soil Water Relationships. *A modern synthesis* (pp.347-390). New Delhi : Toto Mc Graw-Hill Publishing Company Ltd.
- Lakitan, B. (1995). *Dasar-dasar fisiologi tumbuhan*. Jakarta : PT. Raja Grafindo Persada
- Martini, E. (2001). *Respon konduktivitas stomata dan potensial air daun anakan bayur, dammar, duku, karet, dan pulai terhadap kondisi stress*. Skripsi, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Mintaria, E. (2013). *Partisipasi masyarakat dalam pengelolaan air tanah untuk irigasi pompa pembibitan karet di Desa Pangkul, Kecamatan Cambai-Kota Prabumulih*. Tesis, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Nita, I., Listyarini, E. dan Kusuma, Z. (2014). Kajian lengas tersedia pada toposekuen lereng utara G. Kawi Kabupaten Malang Jawa Timur. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 1(2), 49-57.
- Noeralam, A. (2002). *Teknik pemanenan air yang efektif dalam pengelolaan lengas tanah pada usaha tani lahan kering*. Desertasi Doktor. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Purwowidodo. (1983). *Teknologi mulsa*. Jakarta : Dewaruci Press.
- Rusmayadi, G. (2011). Dinamika kandungan air tanah di areal perkebunan kelapa sawit dan karet dengan pendekatan neraca air tanaman. *Agroscentiae*, 18(2), 86-93. Diakses dari <http://download.portalgaruda.org/>
- Russell, E.W. (1973). *Soil conditions and plant growth*. London : Longman.
- Solichatun., Anggarwulan, E., dan Mudyantini, W. (2005). Pengaruh ketersediaan air terhadap pertumbuhan dan kandungan bahan aktif saponin tanaman ginseng jawa (*Talinum paniculatum gaertn.*). *Biofarmasi*, 3(2), 47-51. Diakses dari <http://biosains.mipa.uns.ac.id/>
- Stevenson, F.J. (1982). Humus chemistry genesis, composition and reaction. New York : John Willey and Sons.
- Sudaryono. (2005). Konservasi lengas tanah melalui rekayasa lingkungan pada lahan pasir beririgasi teknis di Pantai Bugel Kabupaten Kulon Progo. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(2), 334-351. Diakses dari <http://ejurnal.bppt.go.id/>
- Sudiharto. (2007). Pengelolaan lengas tanah di musim kemarau pada tanaman karet belum menghasilkan. *Jurnal Penelitian Karet*, 25(1), 34-44.
- Suhartono, R. A., Zaed, S., dan Khoiruddin, A. (2008). Pengaruh interval pemberian air terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai (*Glicine max (L) Merr*) pada berbagai jenis tanah. *Embryo*, 5(1), 98-112. Diakses dari <http://pertanian.trunojoyo.ac.id/>
- Sukmana, S., Suwardjo, H., Abdurachman, A., and Dai, J. (1986). Prospect of *Flemingia congesta Roxb.* for reclamation and conservation of volcanic skeletal soils. *Pemberitaan Penelitian Tanah dan Pupuk*, 4, 50-54.
- Suwarto. (2003). Pengaruh lengas tanah terhadap serapan K dan ketersediaannya di tanah vertisol. *Sains Tanah*, 3(1), 24-28. Diakses dari <http://jurnal.fp.uns.ac.id/>

Tala'ohu, S.H., Abdurachman, A., dan Suwardjo, H. (1992). Pengaruh teras bangku, teras gulud slot mulsa Flemingia dan strip rumput terhadap erosi, hasil tanaman dan ketahanan tanah tropoudult di Sitiung. *Prosiding Pertemuan Teknis Penelitian dan Konservasi Tanah*; Bidang Konservasi Tanah dan Air, Bogor, Agustus 1989.