

TANGGAP TANAMAN JAGUNG TERHADAP PEMAKAIAN MULSA JERAMI DAN TINGKAT KANDUNGAN AIR TANAH

Soelistyono R dan Herlina N
(Universitas Brawijaya Malang)

RINGKASAN

Jagung sebagai tanaman semusim sering dipilih sebagai tanaman utama pada lahan kering dan juga ditanam dalam rotasi dengan padi sawah atau kacang-kacangan, terutama di daerah-daerah yang pada musim kemarau air kurang tersidia. Walaupun jagung mempunyai toleransi yang tinggi terhadap kekurangan air, namun untuk memperoleh hasil yang tinggi, tanaman jagung memerlukan pengairan yang cukup khususnya pada fase pembungaan. Dengan pemberian mulsa diharapkan kandungan air tanah pada lahan kering dapat diawetkan sehingga jagung masih dapat ditanam pada musim kemarau tanpa mengalami kekurangan air yang berarti. Tujuan percobaan ini adalah untuk mengetahui tepatnya jumlah pemberian mulsa jerami yang masih dapat mempertahankan kandungan air tanah dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan produksi jagung Arjuno. Untuk itu telah dilakukan percobaan pot di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang. Rancangan yang digunakan adalah Acak kelompok Faktorial yang terdiri dari 2 faktor. Faktor I : jumlah pemberian mulsa dan faktor II : kandungan air tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian mulsa 12 ton/ha pada KA (Kadar Air) Tanah 60% KL (Kapasitas Lapang) memberikan pengaruh yang menguntungkan terhadap jumlah biji/tongkol dan mulsa 16 ton/ha pada KA tanah 60% KL menguntungkan BK (Berat Kering) oven 100 biji karena tidak berbeda nyata dengan KA tanah 80% KL. Pemberian mulsa secara nyata memberikan pengaruh yang lebih baik terhadap pertumbuhan dan produksi jagung. Di samping itu, pemberian mulsa 4, 8, 12 dan 16 ton/ha mampu menekan ET tanaman sebesar 3.69, 6.74, 9.29 dan 11.16%.

PENDAHULUAN

Pemakaian bahan penutup tanah atau mulsa telah lama dikenal pada bidang pertanian, baik yang berasal dari bahan alami seperti debu, serbuk gergaji, sampah rerumputan/gulma, tunggul jerami dan jerami maupun yang buatan pabrik seperti kertas, alluminium foil dan plastik (Rosenberg, 1979).

Pada umumnya mulsa berpengaruh tidak langsung terhadap pertumbuhan tanaman, sedang pengaruhnya secara langsung tidak ada

kecuali sebagai bahan baku pembentukan unsur hara yang tersedia melalui proses dekomposisi dan demineralisasi (McCalla & Army, 1961 dan Maehara, 1976). Namun demikian bila dihubungkan satu persatu, pengaruh penutup tanah terhadap pertumbuhan tanaman, mula-mula penutup tanah mempertahankan atau mengubah lingkungan fisik tanah di daerah perakaran yang selanjutnya merupakan dasar bagi pertumbuhan tanaman (Maehara, 1976).

Menurut Aina (1981) pemberian mulsa pada saat tanam jagung dapat meningkatkan tinggi tanaman, indeks luas daun (LAI) dan hasil biji dibandingkan dengan pemberian mulsa pada umur 7, 14 dan 21 setelah tanam, berturut-turut terjadai penurunan tinggi tanaman, LAI dan hasil biji adalah 4, 5, 8, dan 6.5% ; 7, 12 dan 18% serta 13, 20 dan 21%. Selanjutnya De, *et al* (1983) melaporkan bahwa pemberian mulsa 6 ton/ha dan zat anti tranpirasi Kaolin 6% dapat meningkatkan 17.8% berat 1000 biji jagung dan 39.3% jumlah biji tiap tongkol dibanding kontrol.

Pemakaian air oleh jagung menurut Miller (1963) dibagi dalam 3 kelompok, yakni untuk mempertahankan turgor, proses fisiologis dan transpirasi tanaman, masing-masing sebesar, 1 dan 91%. Lebih lanjut Indrawati (1984) mengemukakan bahwa periode kritis karena kekurangan air pada tanaman jagung dalam hubungannya dengan produksi terjadi pada saat awal pembungaan. Kekurangan air pada periode ini mengakibatkan pengunduran silking, memperpanjang selang waktu antara tasseling dan silking memperbanyak tanaman yang steril atau tidak menghasilkan tongkol, sehingga produksinya rendah.

Percobaan ini bertujuan untuk mengetahui tepatnya jumlah pemberian mulsa jerami yang masih dapat mempertahankan kandungan air tanah dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman jagung.

BAHAN DAN METODE

Percobaan dilakukan di rumah plastik di Kebun Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang dan ketinggian 505 m di atas permukaan laut. Jenis tanah yang digunakan Alluvial.

Percobaan secara Faktoril dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok yang terdiri dari 2 faktor dengan 3 ulangan. Faktor I; jumlah pemberian mulsa jerami, yang terdiri dari 0 ton/ha (M_0); 4 ton/ha (M_1); 8 ton/ha (M_2); 12 ton/ha (M_3) dan 16 ton/ha (M_4). Faktor II; tingkat kandungan air tanah, yang terdiri dari 40% kapasitas lapang (K_1); 60% kapasitas lapang (K_2) dan 80% kapasitas lapang (K_3).

Bahan yang dipergunakan dalam percobaan ini adalah benih jagung varietas Arjuno. Pada saat penanaman, tanah dalam pot dalam keadaan kapasitas lapang yang ditentukan dengan metode penimbangan. Berat tanah setiap pot 10 kg dengan kadar air tanah 10.74% (kering udara) dan kadar air kapasitas lapang (LP) 43.06%.

Penanaman jagung tiap pot 3 biji dan setelah 1 minggu ditinggalkan 1 tanaman yang tumbuhnya seragam. Bersamaan dengan waktu tanam, dilakukan pemberian mulsa yang telah dikeringkan 3 hari, masing-masing perlakuan 0 g (sebagai kontrol) dan berturut-turut 24.64 ; 49.28 ; 72.29 dan 98.56 g/pot. Pemberian air dilakukan dengan jalan menambahkan air kedalam pot sesuai dengan air yang hilang melalui evapotranspirasi sehingga berat pot perlakuan sama dengan berat pot pada saat tanam (40% KL = 11.15 kg ; 60% KL = 12.01 kg dan 80% KL = 12.87 kg). Untuk menghindari penyimpangan akibat pertambahan berat tanaman, setiap minggu sekali berat pot ditambah dengan pertambahan berat tanaman yang diketahui dari pengambilan contoh secara destruktif (merusak tanaman).

Pengamatan terhadap parameter pertumbuhan dilakukan secara destruktif setiap 2 minggu sekali mulai umur 2 minggu sampai 10 minggu. Parameter yang diamati adalah waktu per kecambah, tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun (dengan faktor koreksi), diameter batang (10 cm di atas permukaan tanah), saat keluarnya rambut (silking), berat kering total tanaman, jumlah biji/tongkol, berat kering oven 100 biji dan produksi/ha yang dihitung dengan persamaan:

$$\text{Produksi} = \frac{\text{berat pipilan kering 100 biji} \times a \times b \times c}{100}$$

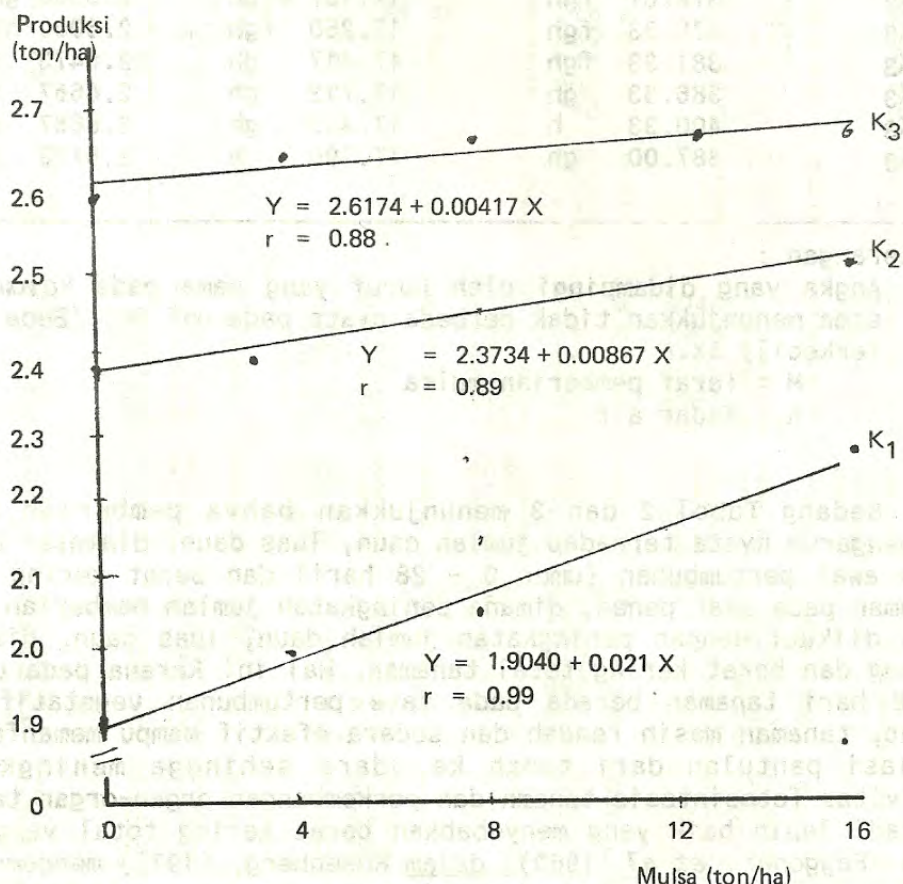
dimana : a = populasi/ha
b = jumlah tongkol/tanaman
c = jumlah biji/tongkol

Sedang unsur meteorologis yang diamati adalah evapotranspirasi tanaman dengan metode penimbangan, sebelum dan sesudah pemberian air. Pengamatan dilakukan setiap hari mulai saat sampai panen.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh interaksi yang nyata ($p = 0.05$) antara jumlah mulsa dengan kandungan air tanah terhadap parameter produksi (jumlah biji/tongkol, berat kering oven 100 biji dan produksi/ha) terdapat interaksi yang nyata. Tabel 1 menunjukkan bahwa berat kering oven 100 biji dan produksi/ha tertinggi dicapai pada pemberian mulsa 16 ton/ha dengan kandungan air tanah 80% KL, sedang jumlah biji/tongkol dicapai pada pemberian mulsa 12 ton/ha dengan KA Tanah 80% KL, walaupun tidak berbeda nyata dengan pemberian 16 ton/ha. Parameter produksi terendah terjadi pada penanaman tanpa mulsa pada KA Tanah 40% KL. Rendahnya parameter produksi ini

diduga erat hubungannya dengan adanya cekaman air tanah, karena tanpa adanya mulsa, air tanah akan lebih cepat hilang melalui evapotranspirasi sehingga dengan KA tanah yang rendah kemungkinan tanaman mengalami cekaman yang lebih besar. Keadaan ini, akan mengakibatkan pengunduran saat keluarnya rambut (Tabel 4), sehingga penyerbukan tertunda dan pengisian tongkol terganggu. Sehubungan dengan hal ini, Indrawati (1984) berdasarkan hasil penelitiannya mengemukakan bahwa kekurangan produksi jagung, khususnya pada periode pembungaan yang berhubungan dengan saat keluarnya rambut. Cekaman air yang parah dapat mengakibatkan pengunduran saat silking mencapai 30 - 40% serta jumlah biji/tongkol lebih rendah. Oleh karena itu, pemberian mulsa terutama pada tanah yang mempunyai kadar air rendah dapat membantu efektivitas penggunaan air dengan memperkecil laju evapotranspirasi. Hubungan yang erat antara jumlah pemberian mulsa dengan produksi jagung pada berbagai kandungan air tanah disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Hubungan antara jumlah pemberian mulsa dengan produksi jagung Arjuna pada berbagai KA tanah

Tabel 1. Rataan jumlah biji/tongkol, berat kering oven 100 biji dan produksi/ha pada berbagai kombinasi perlakuan

Kombinasi Perlakuan	Jumlah biji/tongkol	B.K. oven 100 biji (g)	Produksi/ha (ton/ha)
M0K1	255.00 a	14.917 a	1.9167 a
M1K1	320.33 b	15.037 a	1.9867 ab
M2K1	324.00 bc	15.853 b	2.0500 bc
M3K1	331.33 bcd	16.213 bc	2.1513 cd
M4K1	340.00 bcd	16.167 bc	2.2533 de
M0K2	344.33 bcd	16.453 bcd	2.3867 fg
M1K2	354.00 cdef	16.554 cde	2.3667 ef
M2K2	358.00 defg	16.573 cde	2.4733 fg
M3K2	374.00 efgh	17.107 defg	2.4867 gh
M4K2	378.67 fgh	17.157 efgh	2.5000 gh
M0K3	378.33 fgh	17.250 fgh	2.6000 hi
M1K3	381.33 fgh	17.417 gh	2.6473 i
M2K3	386.33 gh	17.713 gh	2.6667 i
M3K3	400.33 h	17.450 gh	2.6667 i
M4K3	387.00 gh	17.790 h	2.6733 i

Keterangan :

Angka yang didampingi oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT (Beda Nyata Terkecil) 5%.

M = Taraf pemberian mulsa

K = Kadar air

Sedang Tabel 2 dan 3 menunjukkan bahwa pemberian mulsa berpengaruh nyata terhadap jumlah daun, luas daun, diameter batang pada awal pertumbuhan (umur 0 - 28 hari) dan berat kering total tanaman pada saat penen, dimana peningkatan jumlah pemberian mulsa akan diikuti dengan peningkatan jumlah daun, luas daun, diameter batang dan berat kering total tanaman. Hal ini karena pada umur 0 - 28 hari tanaman berada pada fase pertumbuhan vegetatif yang cepat, tanaman masih rendah dan secara efektif mampu memanfaatkan radiasi pantulan dari tanah ke udara sehingga meningkatkan aktivitas fotosintesis tanaman dan perkembangan organ-organ tanaman menjadi lebih baik yang menyebabkan berat kering total yang baik pula. Eggoner, *et al* (1960), dalam Rosenberg, (1979) mengemukakan bahwa pemberian mulsa jerami pada permukaan tanah akan meningkatkan radiasi yang dipantulkan kembali oleh tanah ke udara sehingga penyerapan sinar oleh tanaman juga meningkat.

Tabel 2. Rataan tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun dan diameter batang pada berbagai perlakuan

Perlakuan	Umur pengamatan (hari)				
	14	28	42	56	70
Tinggi Tanaman (cm)					
M0	27.278 a	76.167 a	165.089 a	180.889 a	184.444 a
M1	29.223 a	80.723 a	168.000 a	184.111 a	185.444 a
M2	30.056 a	81.445 a	170.500 a	185.556 a	199.111 a
M3	31.366 a	81.889 a	171.034 a	197.667 a	199.222 a
M4	31.756 a	81.667 a	170.689 a	190.728 a	192.000 a
BNT 5%	4.395	6.623	15.601	16.822	15.682
K1	25.140 a	74.267 a	144.480 a	173.800 a	174.000 a
K2	30.833 b	80.100 b	172.087 b	186.600 a	191.833 b
K3	33.833 b	86.767 c	190.620 c	203.000 b	206.900 c
BNT 5%	3.404	5.130	12.085	13.030	12.147
Jumlah Daun					
M0	3.667 a	6.000 a	8.778 a	13.222 a	9.333 a
M1	3.778 ab	6.444 ab	8.778 a	13.222 a	9.333 a
M2	4.000 bc	6.667 b	8.889 a	13.333 a	9.445 a
M3	4.111 c	7.000 b	9.445 a	13.667 a	9.556 a
M4	4.000 bc	7.000 b	9.000 a	13.667 a	9.556 a
BNT 5%	0.303	0.624	0.750	0.595	0.669
K1	3.533 a	5.933 a	8.000 a	12.733 a	8.600 a
K2	4.067 b	6.667 b	9.000 b	13.400 b	9.400 b
K3	4.133 b	7.267 c	9.933 c	14.133 c	10.333 c
BNT 5%	0.235	0.483	0.581	0.461	0.518
Luas Daun (cm²)					
M0	174.17 a	1157.66 a	4793.11 a	8048.37 a	6272.52 a
M1	191.44 ab	1273.60 a	4881.09 a	8085.81 a	6276.12 a
M2	288.80 b	1340.85 a	5034.10 a	8124.92 a	6314.34 a
M3	210.22 b	1397.89 a	5228.33 a	9056.68 a	6360.54 a
M4	220.39 b	1403.28 a	5266.62 a	8581.52 a	6320.63 a
BNT 5%	30.88	258.42	509.96	1097.842	682.63
K1	155.53 a	1042.32 a	4086.79 a	7278.15 a	6154.81 a
K2	193.60 b	1327.48 b	5305.100 b	7988.91 a	6369.89 a
K3	240.55 c	1574.17 c	5729.79 c	9871.32 b	6401.42 a
BNT 5%	23.92	200.17	395.02	850.38	528.76
Diameter Batang (cm)					
M0	0.676 a	1.732 a	1.767 a	1.850 a	1.890 a
M1	0.708 ab	1.734 a	1.809 a	1.870 a	1.958 a
M2	0.745 bc	1.761 a	1.817 a	1.879 a	1.974 a
M3	0.763 c	1.803 a	1.868 a	1.887 a	2.201 a
M4	0.758 c	1.811 a	1.868 a	1.940 a	2.016 a
BNT 5%	0.047	0.108	0.099	0.096	0.115
K1	0.663 a	1.626 a	1.705 a	1.757 a	1.831 a
K2	0.732 b	1.754 b	1.787 b	1.873 b	1.948 b
K3	0.796 c	1.925 c	1.987 c	2.025 c	2.135 c
BNT 5%	0.037	0.084	0.077	0.074	0.089

Keterangan :

Angka-angka yang didampingi oleh huruf yang sama pada parameter pertumbuhan yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%.

M = Taraf Pemberian Mulsa

K = Kadar Air

Tabel 3. Rataan berat kering total tanaman pada saat panen

Perlakuan	BK Total (g)	Perlakuan	BK Total (g)
Mulsa (ton/ha)		Kadar air (%)	
0	187.797 a	40	173.462 a
4	194.697 a	60	205.945 b
8	205.577 b	80	232.576 c
12	219.049 c	BNT 5%	8.025
16	212.851 bc		

Keterangan :

Angka-angka yang didampingi oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%.

Sedangkan terjadinya peningkatan jumlah daun, luas daun, diameter batang dan berat kering total tanaman sebagai akibat peningkatan kandungan air tanah erat hubungannya dengan aktivitas pembelahan sel yang cukup aktif karena air di dalam tanah cukup tersedia. Sebaliknya pada kandungan air tanah yang rendah pertumbuhan tanaman akan terhambat karena kurangnya air menyebabkan stomata menutup, laju pergerakan CO₂ berkurang dan mengakibatkan laju fotosintesis menurun sehingga cadangan karbohidrat yang berbentuk semakin rendah pula (Kramer, 1975).

Tidak adanya pengaruh yang nyata dari jumlah pemberian mulsa terhadap saat kecambah dan saat keluarnya rambut serta adanya pengaruh yang nyata kandungan air tanah terhadap saat keluarnya rambut, disajikan pada Tabel 4, yang menunjukkan bahwa pemberian mulsa cenderung mempercepat waktu perkecambahan walaupun tidak berbeda nyata dengan kontrol. Hal ini tidak sesuai dengan yang dilaporkan oleh Aina (1981) bahwa perkecambahan jagung pada perlakuan mulsa dari sisa tanaman jagung sebanyak 5 ton/ha yang diberikan bersamaan dengan saat tanam, 4 hari lebih cepat dibandingkan dengan kontrol. Perbedaan ini diduga disebabkan oleh perbedaan bahan mulsa yang digunakan. Waggoner *et al* (1960), dalam Rosenberg (1974) mengemukakan bahwa masing-masing jenis mulsa mempunyai karakteristik tersendiri dalam mempengaruhi keseimbangan energi pada lingkungan disekitarnya. Sedangkan pengaruh yang tidak nyata dari kandungan air tanah terhadap waktu kecambah karena benih jagung mampu berkecambah sama baiknya dalam kandungan air tanah yang mendekati titik layu permanen maupun kandungan air tanah yang lebih tinggi.

Tabel 4. Rataan saat kecambah dan saat keluarnya rambut pada berbagai perlakuan

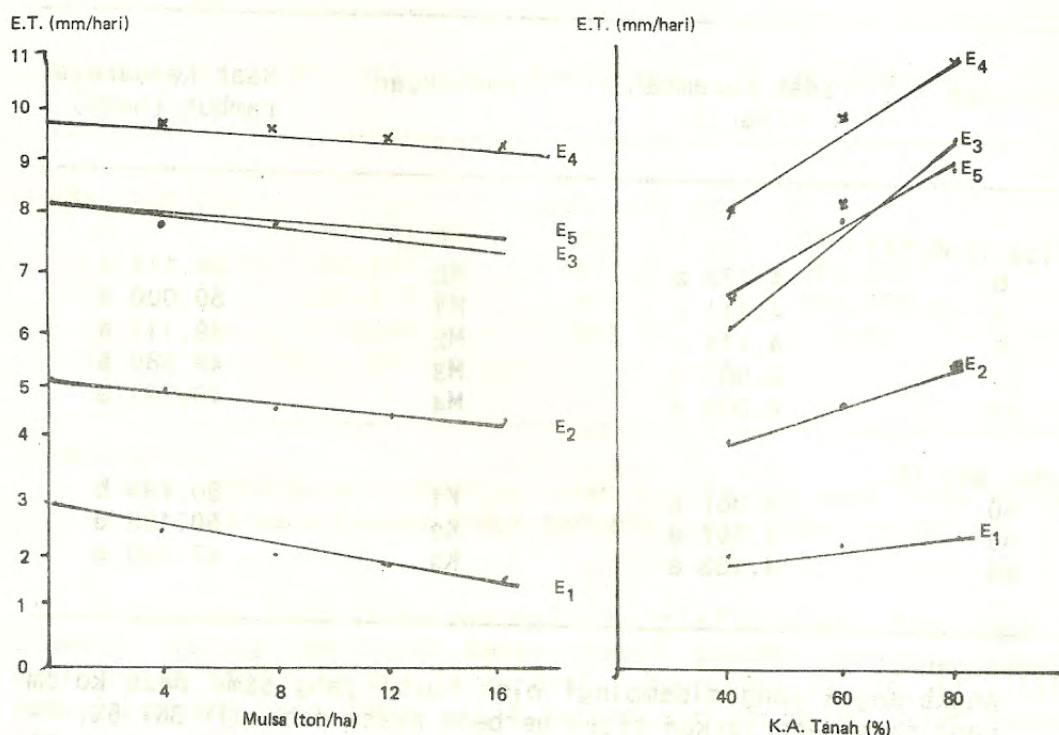
Perlakuan	Saat kecambah (hari)	Perlakuan	Saat keluarnya rambut (hari)
Mulsa (ton/ha)			
0	4.222 a	M0	50.111 a
4	4.111 a	M1	50.000 a
8	4.111 a	M2	49.111 a
12	4.000 a	M3	48.889 a
16	4.000 a	M4	48.333 a
Kadar air (%)			
40	4.067 a	K1	50.733 b
60	4.067 a	K2	50.133 b
80	4.133 a	K3	47.600 a

Keterangan :

Angka-angka yang didampingi oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%.

Pengaruh yang menguntungkan dari pemberian mulsa terhadap penekanan laju evapotranspirasi tanaman disajikan pada Gambar 2, dimana terlihat bahwa semakin banyak jumlah pemberian mulsa semakin besar penurunan evapotranspirasi tanaman. Hal ini berhubungan dengan terhambatnya penguapan air dari dalam tanah oleh mulsa, dimana semakin tebal lapisan mulsa semakin besar pula hambatan yang diciptakan dalam menekan laju evapotranspirasi. Dibandingkan dengan kontrol, pemberian mulsa 4, 8, 12 dan 16 ton/ha berturut-turut menurunkan evapotranspirasi sebesar 3.69, 6.74, 9.29 dan 11.16%.

Sebaliknya pada perlakuan kandungan air tanah, peningkatan kandungan air akan diikuti oleh peningkatan laju evapotranspirasi. Laju evapotranspirasi tertinggi terjadi pada kandungan air tanah 80% kapasitas lapang (Gambar 2). Hal ini sesuai dengan pernyataan Chang (1974) bahwa kandungan air tanah merupakan salah satu faktor penentu besarnya laju evapotranspirasi tanaman, dimana peningkatan kandungan air tanah akan meningkatkan evapotranspirasi. Lebih lanjut Supardi (1983) menyatakan bahwa pada kandungan air tanah rendah, tegangan kelembaban tanah dapat membatasi kecepatan perambatan air ke permukaan tanah dan tanaman. Akibatnya kehilangan air melalui evapotranspirasi akan menurun.



Gambar 2. Hubungan antara jumlah pemberian mulsa jerami dengan evapotranspirasi tanaman jagung Arjuno (a), hubungan antara kandungan air tanah dengan evapotranspirasi tanaman jagung Arjuno (b) pada berbagai umur pengamatan : E₁ = 14 hari, E₂ = 28 hari, E₃ = 42 hari, E₄ = 56 hari dan E₅ = 70 hari.

Keterangan :

Y (E ₁ , mulsa)	= 2.9176 - 0.09015 X ; r = -0.97
Y (E ₂ , mulsa)	= 5.1214 - 0.05150 X ; r = -0.98
Y (E ₃ , mulsa)	= 8.2390 - 0.05060 X ; r = -0.98
Y (E ₄ , mulsa)	= 9.7902 - 0.03105 X ; r = -0.99
Y (E ₅ , mulsa)	= 8.1826 - 0.03610 X ; r = -0.99
Y (E ₁ , KA Tanah)	= 1.6476 + 0.00090 X ; r = +0.99
Y (E ₂ , KA Tanah)	= 2.8300 + 0.03130 X ; r = +0.99
Y (E ₃ , KA Tanah)	= 2.9845 + 0.08080 X ; r = +0.99
Y (E ₄ , KA Tanah)	= 5.4421 + 0.06830 X ; r = +0.99
Y (E ₅ , KA Tanah)	= 4.3430 + 0.05900 X ; r = +0.97

Terdapat interaksi yang nyata antara jumlah pemberian mulsa jerami dengan kandungan air tanah terhadap peningkatan jumlah biji/tongkol, berat kering oven 100 biji dan produksi jagung/ha. Pemberian mulsa 12 ton/ha pada KA Tanah 60% memberikan pengaruh yang menguntungkan terhadap jumlah biji/tongkol dan mulsa 16 ton/ha pada KA Tanah 60% terhadap BK oven 100 biji karena tidak berbeda nyata dengan KA Tanah 80%.

Pemakaian mulsa jerami sampai batas 16 ton/ha dapat memperbaiki kondisi pertumbuhan tanaman jagung varietas Arjuno dengan meningkatkan jumlah daun, luas daun, diameter batang dan berat kering total tanaman. Di samping itu, pemberian mulsa dapat menurunkan laju evapotranspirasi tanaman.

Peningkatan kandungan air tanah sampai 80% kapasitas lapang dapat memperbaiki kondisi pertumbuhan tanaman jagung dengan meningkatnya jumlah daun, luas daun, diameter batang, tinggi tanaman dan berat kering total tanaman. Di samping itu, juga dapat mempercepat saat keluarnya rambut.

DAFTAR PUSTAKA

- Aina, P.O. 1981. Effect on time duration of mulching on Maize (*Zea mays* L) in Western Nigeria. Field Crop Research. Ams. 4 (1) : 25-31.
- Chang, J.H. 1974. Climate and Agriculture. Aldine Publishing Co. Chicago. P. 87-93.
- De, R., Y.Y. Rao., M. Ikramullah and L.G. Giri Rao. 1983. Maize Yield as affected by irrigation and evapotranspiration control treatments. J. Agric. Sci. Camb. 100 : 731-734.
- Fathan, M. 1987. Pengaruh pemberian pada tanaman Jagung. Laporan Kemajuan Penelitian. Seri Fisiologi. LPPP Bogor. 8 : 77-98.
- Indrawati. 1984. Saat pemberian air pada Jagung. Seminar Hasil Penelitian Tanaman Pangan. LPP Bogor. 1 : 18-23.
- Kramer, P.J. 1975. Plant and Soil Water Relationships. A Modern Synthesis. Tata McGraw-Hill. New York. P. 347-365.
- Maehara, M. 1976. Effect of Straw Mulch and Deep Tillage in Tea Fields. Tropical Agriculture and Forestry Japan. JARQ. 10 : 132-137.

- McCalla, T.M. and T.J. Army. 1961. Stubble Mulch Farming. adv. Agron. 13 : 125-150.
- Miller, C.E. 1963. Soil Reaction and Liming. Soil Fertility. John Willey and Sons. Third Edition. New York. London. P. 64-80.
- Rosenberg, N.J. 1979. Microclimate : The Biological Environment. John Willey and Sons. New York. p. 150-157.
- Supardi, G. 1983. Sifat dan Ciri Tanah. Dept. Ilmu Tanah. IPB. Bogor. p. 180-183.
- Chang, C. 1974. Climate and Agriculture. Alpine Publishing Co. Chicago. P. 11-23.
- De, R., P. Rao, M. Ikramullah and L.G. Girdi Rao. 1983. Nitrate as affected by irrigation and evapotranspiration. Soil and treatments. J. Agric. Sci. Camb. 100 : 137-144.
- Fathani, H. 1987. Pengaruh pemberian pupuk tanaman jagung. Kertas kerja penelitian. Seri Fisiologi. LPPR Bogor. 8 : 1-17.
- Indrawati. 1984. Saas pemberian air pada jagung. Seminar hasil. Peta. Ilmu Tanah. LPPR Bogor. 1 : 15-22.
- Kramer, P.J. 1978. Plant and Soil Water Relationships. A Modern Synthesis. Tata McGraw-Hill. New York. P. 141-222.
- Mahara, M. 1976. Effect of Straw Mulch and Deep Tillage in Tea Fields. Tropical Agriculture and Forestry Japan. JARQ. 10 : 132-137.