

KADAR AIR TANAH, IKLIM MIKRO, DAN HASIL TANAMAN KEDELAI DENGAN WAKTU NAUNGAN DAN PEMBERIAN AIR BERBEDA

(Soil Water Content, Micro Climate, and Soybean Yield with Different Shading and Irrigation Level)

Haris Syahbuddin¹⁾ dan Irsal Las²⁾

1) Balai Penelitian Agroklimate dan Hidrologi

2) Balai Penelitian Padi Sukamandi

ABSTRACT

The implementation of intercropping soybean with another crop except to exhaust water availability from soil, also it was resulted in radiation intensity into crop canopy decreased. Research was conducted at greenhouse in Balitbio Bogor until September to November 1996. Research was arranged in split plot design with three replications. Four shading giving period as main plot are : without shading (100%) (R0), 25% shading since stage of third lumps (R1), 25% shading since stage of initial flowering (R2), and 25% shading since stage of pod full (R3). As sub plot four irrigation level are : Available soil water content (A0), +50% from available soil water content since stage of third lumps (A1), +50% from available soil water content since stage of initial flowering (A2), and +50% from available soil water content since stage of pod full (A3). Soybean variety was used is Malabar. For determine evapotranspiration was used balance metode. Measurement of temperature and soil water content at +0, +2, and +3 day after irrigated its was used thermometer digital and volumetric metode. While to regression analyze to know relationship between soil water content and soil temperature. The result of research showed that higher of soil temperature 28.2°C happened at three days after watering in 25% shading giving period since initial flowering, and it was lower 26.7°C at the moment after watering in without shading. The higher of soil water content 31.0% at the moment after irrigated in water giving period since stage of initial flowering, and it was lower 25.5% three days after irrigated in the treatment of available soil water content 18.9 mm. The result of regression analysis base on shading and water giving period also with calculate k days after watering is : $KAT_{ijk} = 76.73 - 1.80 T_{sijk}$ ($r = -0.755$) where : KAT_{ijk} = soil water content at k days after i days of watering in the stage of growth certainly. T_{sijk} = soil temperature at 09.00 – 11.00 a.m. at k days after i days watering and j days shading in the stage of growth certainly. The higher of evapotranspiration happened in without shading treatment was 1.2 mm/day, and it was lower in 25% shading since stage of third lumps treatment 1.1 mm/day. In the stage of emergent to flowering average of evapotranspiration 1.0 mm/day, in the stage of flowering to pods formation 1.1 mm/day, in the stage of pods formation to seed formation 1.2 mm/day and in the stage of seed formation to final harvest 1.3 mm/day. Soil water content increased from 18.7 mm to become 28.3 mm that caused increasing root length 9.3 – 12.3 cm, decreasing root per canopy ratio 0.08 – 0.12 % and it caused increasing dry weight of seed per pot 1.6 – 2.3 g/hill.

Key words : Evapotranspiration, Soil temperature, Soil capacity, Soybean, Irrigation

ABSTRAK

Penerapan sistem tumpang sari kedelai dengan tanaman lain selain menguras air tersedia di dalam tanah, juga mengakibatkan intensitas radiasi surya yang diperoleh tajuk tanaman berkurang. Penelitian dilaksanakan di rumah kaca Balitbio Bogor dari September sampai November 1996. Penelitian disusun dalam rancangan petak terpisah (Split Plot Design) dengan 3 ulangan. Empat tingkat naungan sebagai petak utama, yaitu: tanpa naungan (100%) (R0), ternaungi 25% sejak stadium buku ketiga (R1), ternaungi 25% sejak stadium keluar bunga (R2), dan ternaungi 25% sejak stadium berpolong penuh (R3). Sebagai anak petak

empat waktu pemberian air yaitu: kadar air tanah tersedia (A0), +50% dari KA tanah tersedia sejak stadium buku ketiga (A1), +50% dari KA tanah tersedia sejak stadium bunga pertama (A2), dan +50% dari KA tanah tersedia sejak stadium berpolong penuh (A3). Varietas kedelai yang digunakan yaitu varietas Malabar. Untuk menentukan evapotranspirasi digunakan metode timbang. Pengukuran suhu dan kadar air tanah dilakukan pada +0, +2, dan +3 hari setelah penyiraman dengan menggunakan termometer tanah digital dan metode volumetri. Selain itu dilakukan analisis regresi untuk melihat hubungan antara kadar air dengan suhu tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu tanah tertinggi 28.2°C terjadi pada hari ketiga setelah penyiraman pada waktu pemberian naungan 25% sejak fase pembungaan, dan terendah 26.7°C sesaat setelah penyiraman pada tanpa naungan. Kadar air tanah tertinggi 31.0% sesaat setelah penyiraman sejak penambahan air dilakukan pada fase pembungaan sampai panen, dan terendah 25.5% tiga hari setelah penyiraman pada perlakuan kadar air tanah tersedia 18.9 mm. Hasil analisis regresi berdasarkan waktu pemberian naungan dan air serta dengan memperhitungkan k hari setelah penyiraman sebagai berikut : $KAT_{ijk} = 76.73 - 1.80 T_{sijk}$ ($r = -0.755$) dimana : KAT_{ijk} = kadar air tanah pada k hari setelah i hari penyiraman dan j hari dinaungi fase pertumbuhan tertentu. T_{sijk} = suhu tanah jam 09.00 – 11.00 WIB pada k hari setelah i hari penyiraman dan j hari naungan fase pertumbuhan tertentu. Evapotranspirasi tertinggi terjadi pada tanpa naungan yaitu 1.2 mm/hari, dan terendah pada pemberian naungan 25% sejak fase pertumbuhan buku ketiga yaitu 1.1 mm/hari. Pada fase emergen – pembungaan rata-rata evapotranspirasi 1.0 mm/hari, pada fase pembungaan – pembentukan polong 1.1 mm/hari, pada fase pembentukan polong – pembentukan biji 1.2 mm/hari dan dari fase pembentukan biji – panen akhir 1.3 mm/hari. Peningkatan kandungan air tanah dari 18.7 mm menjadi 28.3 mm menyebabkan peningkatan panjang akar terpanjang 9.3 – 12.3 cm, menurunkan ratio akar per tajuk 0.08 – 0.12 % dan menyebabkan peningkatan berat kering biji total per pot 1.6 – 2.3 g/rumpun.

Kata kunci : Evapotranspirasi, Suhu tanah, Kadar air tanah, Kedelai, Irigasi

PENDAHULUAN

Radiasi surya dan air merupakan faktor utama yang berperan dalam proses pertumbuhan. Air memegang peranan penting dalam budidaya tanaman kedelai dan berfungsi sebagai pelarut atau pembawa unsur hara dari dalam tanah. Peningkatan intensitas tanam pada lahan irigasi dengan tanaman kedelai setelah padi sangat tergantung pada ketersediaan air untuk tanaman kedua (kedelai). Terdapat fase-fase pertumbuhan tertentu yang sangat sensitif terhadap cekaman air, yang akan mempengaruhi hasil tanaman. Selain itu penerapan sistem tumpang sari kedelai dengan tanaman lain selain menguras air tersedia di dalam tanah, juga mengakibatkan intensitas radiasi surya yang diperoleh tajuk tanaman berkurang.

Hasil penelitian Syahbuddin *et al*, (1995) menunjukkan tanaman kedelai yang ditanam pada musim kemarau 1994 dengan pemberian air -25% dari kadar air tanah tersedia dan pada kondisi air tersedia berpengaruh nyata terhadap bobot biji polong isi per pot dan lebih rendah 58 - 81% daripada kandungan air tanah +25% dari kadar air tanah tersedia. Selain itu, cekaman kekeringan secara nyata dapat menurunkan jumlah polong bernas pertanaman dan pada akhirnya dapat menurunkan hasil biji kering. Terdapat tendensi peningkatan unsur hara apabila kandungan air tanah meningkat dari persentase layu permanen menjadi kapasitas lapang (Budianto, 1985 ; Harnowo *et al*, 1991).

Hasil penelitian Syahbuddin *et al*, (1995) juga menunjukkan penurunan intensitas radiasi surya menjadi 75% tidak berpengaruh terhadap bobot biji polong isi per pot tetapi berpengaruh terhadap bobot 100 butir biji baik. Akan tetapi berdasarkan hasil penelitian Baharsjah (1985) penurunan intensitas radiasi surya menjadi 40% sejak perkecambahan mengakibatkan penurunan jumlah buku, cabang, diameter batang, jumlah polong dan hasil biji.

Oleh karena itu, penelitian guna mengkaji pengaruh waktu pemberian air dan penurunan intensitas radiasi surya pada fase sebelum dan setelah pembungaan perlu dilakukan untuk

mengetahui dampaknya terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai, terutama kaitannya dengan penanaman kedelai setelah padi dan atau sebagai tanaman tumpang sari.

Penelitian bertujuan untuk (1) menentukan waktu pemberian naungan dan air yang paling berpengaruh terhadap evapotranspirasi, suhu dan kadar air tanah, dan (2) menentukan waktu pemberian air yang optimal dan efisien bagi hasil kedelai.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan dari bulan September sampai November 1996 di rumah kaca Balitbio Bogor.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan antara lain : kawat kasa, polibag, tanah Latosol Cimanggu kering udara, kedelai varietas Malabar, pupuk Urea, TSP, KCl, pestisida, dan lain-lain. Alat yang digunakan antara lain : termometer tanah digital, aluminium foil, tube dan dom solarimeter, data logger, mistar, timbangan, alat tulis menulis, dan lain-lain.

Metodologi

Penelitian disusun dalam rancangan petak terpisah (*Split Plot Design*) dengan 3 ulangan. Empat waktu pemberian naungan sebagai petak utama, yaitu: tanpa naungan (100%) (R0), ternaungi 25% sejak stadium buku ketiga (R1), ternaungi 25% sejak stadium keluar bunga (R2), dan ternaungi 25% sejak stadium berpolong penuh (R3). Sebagai anak petak empat waktu pemberian air yaitu: kadar air tanah tersedia 18.86 mm (A0), +50% dari KA tanah tersedia (28.29 mm) sejak stadium buku ketiga (A1), +50% dari KA tanah tersedia sejak stadium bunga pertama (A2), dan +50% dari KA tanah tersedia sejak stadium berpolong penuh (A3).

Tanah kering udara 12 kg per polibag. Pada awal tanam dilakukan penyiraman sesuai dengan perlakuan A0 sampai batas waktu pemberian tambahan air sesuai dengan masing-masing perlakuan. Penyiraman selanjutnya dilakukan setiap 3 hari sekali berdasarkan jumlah air yang hilang (ditetapkan dengan menggunakan metode timbang). Pemupukan N, P dan K untuk semua perlakuan setara dengan 100 kg Urea, 100 kg TSP dan 80 kg KCl per ha. TSP dan KCl diberikan sekaligus pada saat tanam. Sedangkan Urea diberikan 1/2 dosis pada saat tanam dan sisanya (1/2 dosis) diberikan pada umur 4 minggu setelah tanam. Berdasarkan kombinasi antar perlakuan, ulangan dan waktu pengamatan dibutuhkan 134 pot.

Untuk menentukan kehilangan air melalui evapotranspirasi (*ET_o*) digunakan metode timbang, dengan perhitungan seperti pada persamaan (1) di bawah ini.

$$ET_o = \left[\sum_{n=1}^3 \text{Bobot polibag}_n - \text{Bobot polibag}_{n+1} \right] / 3 \quad (1)$$

Sedangkan, untuk melihat hubungan antara kandungan air tanah dengan suhu tanah dilakukan analisis *scattering plot regresi*.

Parameter yang Diukur

Parameter yang diamati antara lain: (a) suhu tanah, suhu udara, radiasi surya, kelembaban dan *ET_o*, (b) berat kering biji total per rumpun dan bobot 100 butir biji baik, dan (c) penurunan kadar air tanah (penetapan kadar air berdasarkan berat kering atau metode gravimetri).

HASIL DAN PEMBAHASAN

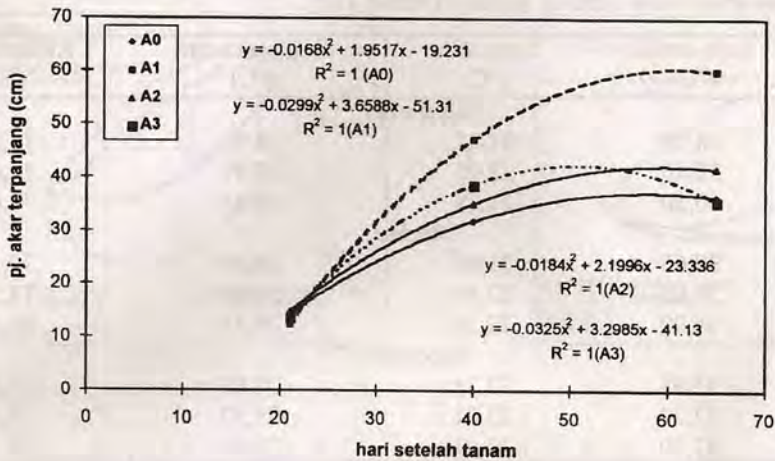
Tanah dan Iklim

Fisik Tanah. Jenis tanah yang digunakan adalah Latosol atau sepadan dengan Inceptisol; Ultisol; Oxisol yang memiliki ciri-ciri berkadar liat lebih dari 60%, remah sampai gumpal, gembur, warna tanah seragam dengan batas-batas horizon yang kabur, dan solum tanah lebih dari 150 cm (Hardjowigeno, 1980). Hasil analisis tanah awal menunjukkan bahwa tanah bertekstur liat, dengan kandungan pasir, debu dan liat masing-masing 7,11; 19,47; dan 73,42%. Tanah dengan kandungan liat tinggi atau bertekstur halus memiliki kemampuan menyimpan air dalam jumlah besar dan dalam waktu yang lebih lama dibanding dengan tanah yang bertekstur kasar atau sedang, akibat luas permukaan yang lebih luas. Artinya, pada tanah-tanah bertekstur halus waktu pemberian air menjadi sangat penting, guna menghindari keberlimpahan air pada lapisan perakaran. Dimana pada tahap selanjutnya kelebihan air pada zone perakaran tersebut akan mempengaruhi perkembangan akar dan kemampuan tanaman menyerap hara dari dalam larutan dan lapisan tanah (*boundary layer*).

Iklim. Hasil pengamatan terhadap radiasi surya selama tanam kedelai di rumah kaca menunjukkan, besaran radiasi surya yang ditransmisikan kedalam rumah kaca hanya 31% dari besaran radiasi surya yang teramati di stasiun pengamat iklim Cimanggu. Dengan demikian radiasi surya yang ditransmisikan tersebut diasumsikan sebagai radiasi surya 100% pada perlakuan tanpa naungan. Rata-rata radiasi surya yang diterima oleh kanopi tanaman setiap hari pada fase vegetatif lebih besar 20.3% daripada yang diterima selama fase generatif. Demikian pula dengan kuat cahaya yang diterima.

Pengamatan terhadap embut radiasi surya menunjukkan mulai jam 09.00 radiasi surya mengalami peningkatan 108% dan mencapai puncaknya pada jam 10.00 sebesar 22.33 kal/cm². Kemudian mengalami penurunan setiap jam hingga jam 13.00 rata-rata 24%. Sejak jam 14.00 penurunan embut radiasi surya menjadi sangat drastis dengan nilai rata-rata penurunan mencapai 67%.

Sedangkan embut kuat cahaya mengalami peningkatan cukup berarti sejak jam 08.00 hingga jam 15.00, dengan kisaran laju peningkatan mencapai 219 - 242 % atau setara dengan 7316 - 8017 lux. Hal ini berarti proses fotosintesis tanaman kedelai berlangsung dari jam 08.00 hingga jam 16.00. Menurut Baharsjah (1985), tanaman kedelai merupakan tanaman tipe C3 dimana fotosintesis mencapai titik jenuh antara 0.1 - 0.6 kal/cm²/menit atau setara dengan 3.6 - 6.0 kal/cm²/jam. Selain itu menurut Sakamoto (1967), berdasarkan keragaman kondisi radiasi surya sehari-hari, hasil foto sintesis tanaman kedelai di capai pada jam 10.00 pagi, kemudian menurun. Pola embut radiasi surya dan kuat cahaya di rumah kaca Balitbio Bogor terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pola embut radiasi surya dan kuat cahaya rata-rata setiap jam di rumah kaca

Pada fase-fase penting tanaman kondisi iklim mikro (suhu udara dan kelembaban) adalah sebagai berikut, pada fase buku ketiga (21 HST) suhu udara maksimum 40°C, suhu udara minimum 20.5°C, suhu udara rata-rata harian 29.4°C dan kelembaban udara 77%. Pada fase primordia suhu udara maksimum sama dengan fase buku ketiga, suhu udara minimum 22.0°C, suhu udara rata-rata 30.05°C atau meningkat 0.65°C, dan kelembaban menurun 7% dari fase primordia. Sedangkan pada fase pengisian biji suhu udara maksimum lebih rendah daripada kedua fase tersebut di atas yaitu sekitar 36.0°C, suhu udara minimum 22.0°C, suhu udara rata-rata harian 29.0°C dan kelembaban udara 77%. Menurut Garm (1967) dalam Baharsjah (1985) pertumbuhan terbaik kedelai terjadi pada suhu udara rata-rata 29.4°C dan menurun bila suhu lebih rendah. Pembungan pada kedelai akan lebih cepat terjadi pada suhu tinggi yaitu sekitar 26 – 32.0°C. Akan tetapi suhu yang melebihi 37.7°C menghambat pertumbuhan buku, ruas, dan bunga (Howell, 1956). Polong kedelai akan terbentuk optimal pada suhu antara 26.6 – 32.0°C. Hal ini antara lain disebabkan oleh terganggunya kelembaban tanah karena meningkatnya evapotranspirasi akibat suhu tinggi, disamping terjadinya proses metabolisme yang lebih tinggi. Kondisi iklim mikro rata-rata sepuluh harian terlihat pada Tabel 1.

Evapotranspirasi

Pengukuran ET_o berdasarkan selisih berat total awal tanah perlakuan pemberian air (standard) dengan berat total tanah setelah 2 hari tidak diairi, menunjukkan makin lama tanah dan tanaman diterpa radiasi surya, ET_o akan makin besar dengan laju peningkatan rata-rata 0.11 mm/hari pada selang waktu pemberian tanpa naungan (R0) ke pemberian naungan 25% (R1, R2, dan R3). ET_o tertinggi terjadi pada tanpa naungan (R0) 1.2 mm/hari, dan terendah pada pemberian naungan 25% sejak fase pertumbuhan buku ketiga (R1) 1.1 mm/hari (Gambar 2a). Makin besar radiasi surya yang diterima, energi pengubah air menjadi uap air akan makin besar. Akibatnya gerakan kapiler lengas tanah dari lapisan bawah ke lapisan atas makin dipercepat. Demikian pula yang terjadi di dalam tanaman, dimana abspsi air secara alami akan dilakukan oleh tanaman guna mengimbangi kehilangan air melalui daun.

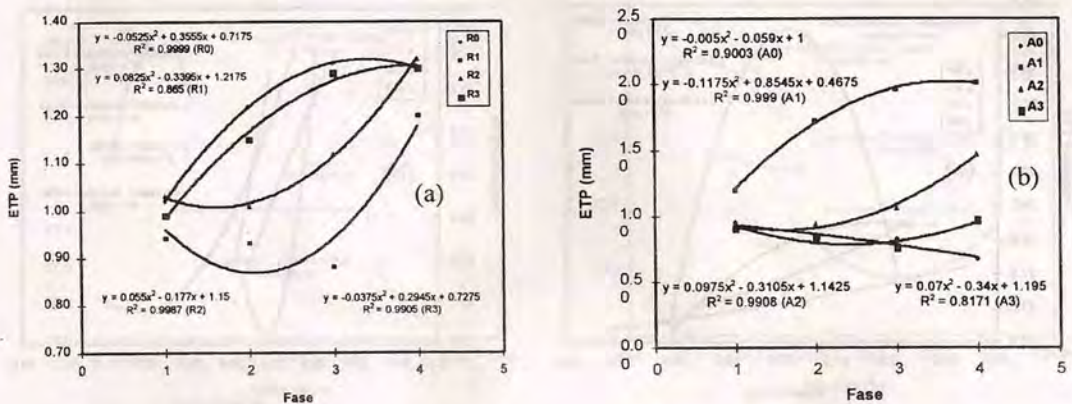
Tabel 1. Rata-rata unsur iklim sepuluh harian di rumah kaca

Dasarian	Suhu maks. (°C)	Suhu min. (°C)	Suhu rata-rata (°C)	Kelembaban (%)
September				
1.	38,78	21,15	28,92	75,83
2.	38,40	22,05	27,97	75,40
3.	40,50	21,75	29,64	72,60
Oktober				
1.	39,65	21,95	28,90	79,10
2.	39,05	22,45	30,04	73,70
3.	36,90	22,20	29,55	80,36
Nopember				
1.	35,95	22,28	28,08	81,80
2.	37,20	23,01	29,37	75,50
3.	37,30	23,03	29,39	78,18

Hasil pengukuran dan perhitungan E_{To} pada beberapa perlakuan waktu dan taraf pemberian air menunjukkan, pada setiap fase pertumbuhan makin rendah kadar air tanah (KAT) atau dengan kata lain makin lambat waktu penambahan air 50% dari kadar air tanah tersedia (KATT), E_{To} akan makin rendah. Pada perlakuan kontrol (A0) atau kondisi air tanah tersedia (18.9 mm) dari awal tanam sampai panen E_{To} rata-rata 0.8 mm.

Pada perlakuan penambahan air +50% dari KATT (28.3 mm) sejak fase buku ketiga (21 hst) (A1), fase pembungaan (42 hst) (A2), dan fase pengisian biji (62 hst) (A3) sampai panen, E_{To} rata-rata masing-masing adalah 1.7; 1.1; dan 0.9 mm/hari (Gambar 2). Hal ini disebabkan pada tanah tidak jenuh, gerakan air dipengaruhi oleh potensial matrik. Artinya gaya tarik menarik antar partikel tanah akan makin besar, sehingga gerakan air ke permukaan tanah dan ke akar tanaman dipercepat. Namun pada titik tertentu akan terbentuk lapisan tipis air diantara partikel-partikel tanah yang tidak tetap dan memperlambat gerakan air ke atas (Foth, 1988). Peristiwa ini akan bertambah cepat bila suhu udara dan atau energi radiasi makin besar.

Kebutuhan tanaman terhadap air, yang digambarkan sebagai E_{To} , bertambah besar sejalan dengan perkembangan fase pertumbuhannya. Pada fase emergen – pembungaan rata-rata E_{To} 1.0 mm/hari, pada fase pembungaan – pembentukan polong 1.1 mm/hari, pada fase pembentukan polong – pembentukan biji 1.2 mm/hari dan dari fase pembentukan biji – panen akhir 1.3 mm/hari. Menurut Sugimoto (1971) evapotranspirasi pada setiap stadia tumbuh sangat dipengaruhi oleh jenis varietas dan iklim.



Gambar 2. Pengaruh taraf dan waktu pemberian naungan (a) serta air (b) terhadap rata-rata evapotranspirasi pada beberapa fase pertumbuhan tanaman kedelai: (1) emergen-pembungan, (2) pembungan-pembentukan polong, (3) pembentukan polong-pembentukan biji, dan (4) pembentukan biji-panen akhir

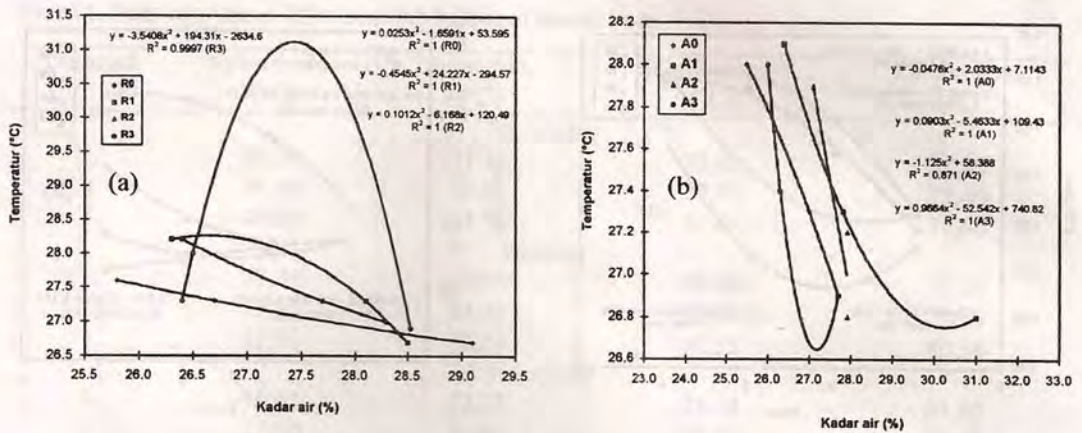
Suhu dan Kadar Air Tanah

Analisis sidik ragam menunjukkan suhu tanah hanya pada tiga hari setelah penyiraman dipengaruhi oleh perlakuan taraf dan waktu pemberian naungan, dan yang lainnya tidak dipengaruhi oleh taraf dan waktu pemberian naungan serta air. Suhu tanah tertinggi terdapat pada waktu pemberian naungan 25% fase primordia (R2) setelah tiga hari dari penyiraman adalah 28.2°C, dan terendah 26.7°C pada R0 sesaat setelah penyiraman. Selain itu terjadi peningkatan suhu tanah 1.7% apabila pengukuran dilakukan dua hari setelah penyiraman dan 4.4% tiga hari setelah penyiraman (Gambar 3).

Analisis sidik ragam KAT memperlihatkan pengaruh nyata taraf dan waktu pemberian air sesaat setelah penyiraman. KAT tertinggi 31.0% terdapat pada A1 sesaat setelah penyiraman, dan terendah 25.5% pada A0 tiga hari setelah penyiraman. Terjadi penurunan KAT rata-rata 4.7% dua hari setelah penyiraman dan rata-rata 8.1% tiga hari setelah penyiraman.

Analisis hubungan antara suhu tanah jam 09.00 – 11.00 WIB dengan KAT berdasarkan taraf dan waktu pemberian naungan terdapat hubungan polynomial antara suhu tanah dan KAT, dengan nilai R^2 berkisar antara 0.9882 sampai 1.000. Dimana setiap peningkatan satu satuan suhu tanah menyebabkan penurunan KAT sebesar 1.64 satuan. Persamaan diekspresikan seperti terlihat pada Gambar 3a.

Analisis korelasi berdasarkan taraf dan waktu pemberian air juga menunjukkan hubungan polynomial antara suhu tanah dan KAT, dengan nilai R^2 berkisar antara 0.871 sampai 1.000. Dan setiap kenaikan suhu tanah, KAT menurun 1.98 satuan, dengan persamaan tertera pada Gambar 3b.



Gambar 3. Hubungan antara suhu dan kadar air tanah pada taraf dan waktu pemberian naungan (a) serta air (b)

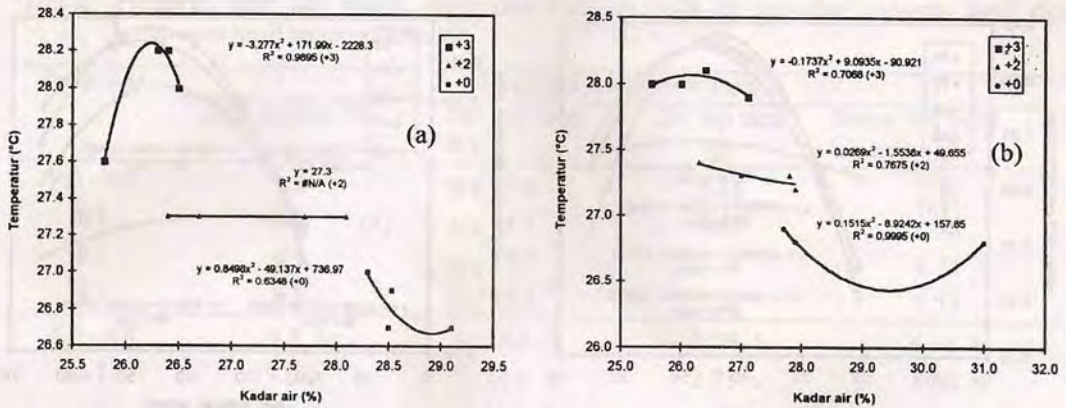
Dari hasil analisis korelasi, persamaan hubungan antara suhu tanah dan KAT berdasarkan taraf dan waktu pemberian naungan dan air dengan memperhitungkan k hari setelah penyiraman terlihat pada Gambar 4.

Gejala hubungan antara suhu tanah dan KAT tersebut dapat terjadi sebagai akibat fungsi air di dalam tanah sebagai penyimpan dan pengantar panas yang baik. Apabila pada permukaan tanah dengan KAT yang tinggi terkena radiasi surya, menyebabkan suhu tanah dipermukaan akan tinggi. Akan tetapi panas tersebut akan segera ditranslokasikan oleh air ke lapisan yang lebih dalam dengan suhu tanah yang lebih rendah (Hillel, 1972). Itulah sebabnya pada setiap peningkatan suhu tanah mengindikasikan adanya penurunan KAT pada titik pengamatan tertentu.

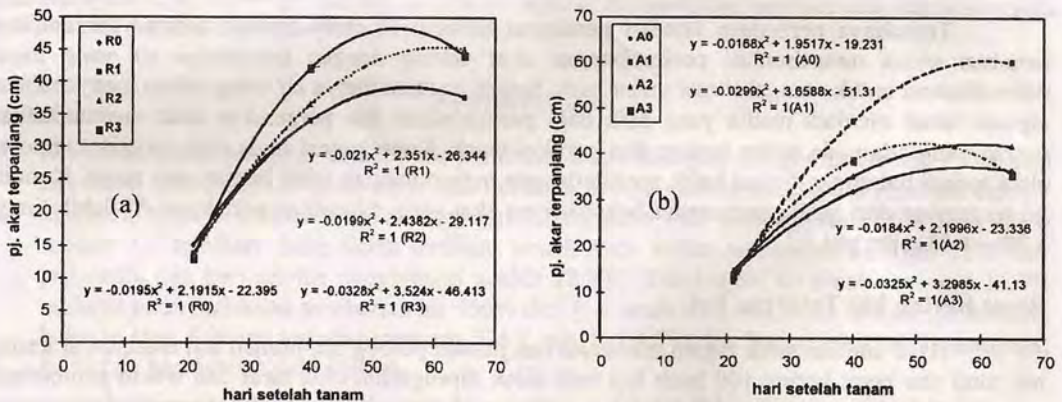
Panjang Akar Terpanjang dan Ratio Akar per Tajuk Atas

Hasil analisis sidik ragam terhadap panjang akar terpanjang dan ratio akar per tajuk tidak dipengaruhi oleh perlakuan taraf dan waktu pemberian naungan, kecuali pada fase primordia untuk ratio akar per tajuk tanaman. Pengaruh perlakuan taraf dan waktu pemberian air nampak nyata pada fase primordia dan pengisian biji untuk kedua parameter di atas.

Pengukuran dan pengamatan terhadap panjang akar terpanjang akan makin besar dengan makin besar kandungan air tanah. Perbedaan panjang akar terpanjang antara perlakuan A1 dengan perlakuan A0 adalah 15.27 cm, dengan perlakuan A2 adalah 12 cm pada pengamatan fase primordia. Perbedaan panjang akar terpanjang akan makin, besar seiring dengan pertumbuhan tanaman. Perbedaan antara perlakuan A1 dengan A0 23.6 cm, dengan A2 18.3 cm dan dengan A3 berbeda 24.3 cm (Gambar 5).

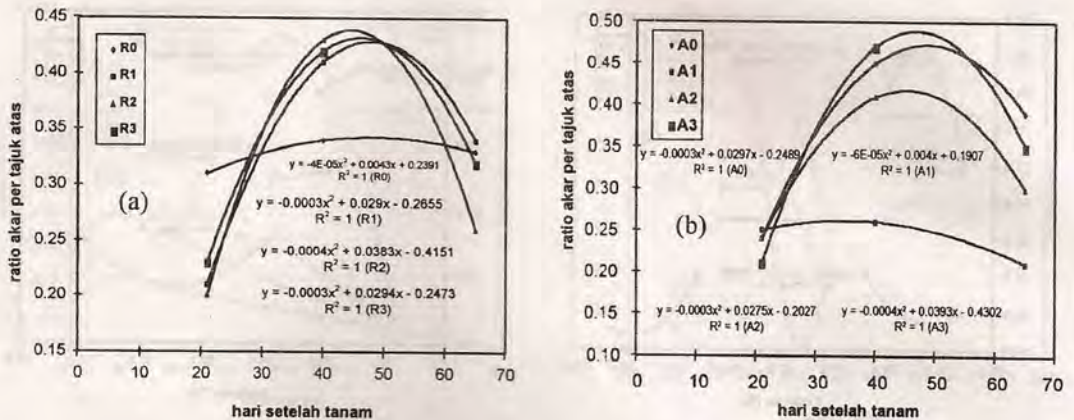


Gambar 4. Hubungan antara suhu dan kadar air tanah +0, +2, dan +3 hari setelah penyiraman pada taraf dan waktu pemberian naungan (a) serta air (b)



Gambar 5. Pengaruh taraf dan waktu pemberian naungan (a) serta air (b) terhadap panjang akar pada beberapa fase pertumbuhan tanaman kedelai

Salah satu parameter yang dapat dijadikan indikator untuk melihat perkembangan akar dan ketahanan tanaman terhadap kekeringan adalah ratio akar per tajuk. Data hasil pengamatan dan perhitungan menunjukkan bahwa, ternyata pemberian air +50% dari KATT sejak fase buku ketiga memberikan hasil terbaik, yang ditandai dengan nilai ratio akar per tajuk lebih kecil 0.08 – 0.12 dari perlakuan taraf dan waktu pemberian air lainnya. Selang angka selisih tersebut mengandung arti setiap penambahan satu satuan berat kering akar pada A1 mampu menghasilkan 8.0 – 12.5 satu satuan berat kering tajuk atas (Gambar 6).



Gambar 6. Pengaruh taraf dan waktu pemberian naungan (a) serta air (b) terhadap ratio akar per tajuk atas pada beberapa fase pertumbuhan tanaman kedelai

Terjadinya perbedaan kondisi perakaran tersebut disebabkan oleh adanya kemampuan tanaman untuk menstimulasi perkembangan akar seiring dengan banyaknya air yang dapat dimanfaatkan untuk mengabsorpsi unsur hara. Selain itu tersedianya air yang cukup menyebabkan lapisan tanah menjadi media yang baik bagi pertumbuhan dan pergerakan akar memanfaatkan nutrisi yang ada pada setiap larutan dan partikel tanah. Konsekuensi logis dari peristiwa tersebut akan terjadi hubungan timbal balik positif dengan perkembangan tajuk bagian atas tanah. Kondisi ini tergambarkan dari hasil pengamatan bobot kering akar yang dihasilkan perlakuan A0 lebih tinggi 1.39 – 1.53 g per pot.

Berat Kering Biji Total per Pot

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan jumlah polong isi, jumlah biji total, berat kering biji total dan berat kering 100 butir biji baik tidak dipengaruhi oleh taraf dan waktu pemberian naungan, tetapi dipengaruhi oleh taraf dan waktu pemberian air serta terdapat persitindakan antara kedua faktor tersebut, khususnya terhadap jumlah polong isi dan jumlah biji total.

Penambahan air +50% dari KATT sejak fase buku ketiga memberikan hasil tertinggi 19.0 untuk jumlah polong isi, 33.4 untuk jumlah biji total dan 2.81 g per pot untuk berat kering biji total. Sedangkan untuk bobot 100 butir biji baik tidak berbeda pada setiap perlakuan yang mendapat penambahan air (A1, A2, dan A3) dan berbeda dengan perlakuan kontrol (A0) (Tabel 2).

Peristiwa fotosintesis merupakan reaksi kompleks di dalam daun yang sangat memerlukan tiga komponen utama yaitu adanya air yang cukup, CO_2 dan energi yang memadai dari radiasi surya. Karena air juga sangat berperan terhadap pembentukan luas daun dan komponen lainnya, menyebabkan perlakuan A1 yang mendapat penambahan air sejak fase buku ketiga, memiliki peluang lebih baik agar fotosintesis dapat berjalan optimal. Menurut Egli (1971), fotosintesis terutama di daun akan menghasilkan fotosintat yang akan ditranslokasikan ke seluruh bagian tanaman, dimana akan terjadi penimbunan karbohidrat di dalam batang yang akan digunakan untuk pengisian polong.

Tabel 2. Pengaruh taraf dan waktu pemberian naungan serta air terhadap rata-rata hasil dan komponen hasil tanaman kedelai

Perlakuan	Hasil dan komponen hasil			
	Jml. polong isi	Jml. biji total	BK biji total (g)	Bobot 100 butir biji baik (g)
PU - R0	9.3	17.5	1.18	7.56
R1	8.9	14.7	1.47	8.96
R2	9.5	17.5	1.39	8.73
R3	8.3	15.8	1.27	7.73
AP - A0	4.8 bc	8.1 b	0.54 b	6.44 b
A1	19.0 a	33.4 a	2.81 a	8.68 a
A2	8.5 b	15.3 b	1.25 b	8.85 a
A3	3.8 c	8.7 b	0.72 b	9.00 a

Keterangan : PU : petak utama; AP : anak petak; R0 : tanpa naungan, R1 : ternaungi 25% sejak fase pertumbuhan buku ketiga, R2 : ternaungi 25% sejak fase pembungan, R3 : ternaungi 25% sejak fase pengisian biji, A0 : Kadar air tanah tersedia (KATT) (18.86 mm), A1 : +50% dari KATT (28.29 mm) sejak fase pertumbuhan buku ketiga, A2 : +50% dari KATT (28.29 mm) sejak fase pembungan, A3 : +50% dari KATT (28.29 mm) sejak fase pengisian biji, ns : Tidak berbeda pada taraf nyata 5% dan 1%, ** : Berbeda pada taraf 1%, dan angka-angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda pada taraf nyata 1% hasil uji Berganda Duncan.

KESIMPULAN

1. Evapotranspirasi tertinggi terjadi pada perlakuan tanpa naungan dan pemberian air +50% dari KA tanah tersedia (28.29 mm) sejak stadium buku ke tiga masing-masing 1.2 mm/hari dan 1.7 mm/hari, dimana evapotranspirasi tertinggi terjadi pada fase pembentukan biji-panen akhir sebesar 1.3 mm/hari. Suhu tanah tertinggi terjadi pada waktu pemberian naungan 25% fase primordia tiga hari setelah penyiraman adalah 28.2°C. Kandungan air tanah tertinggi 31.0% terdapat pada perlakuan pemberian air +50% dari KA tanah tersedia (28.29 mm) sejak stadium buku ke tiga. Dimana terjadi penurunan KAT rata-rata 4.7% dua hari setelah penyiraman dan 8.1% tiga hari setelah penyiraman.
2. Peningkatan kandungan air tanah 50% dari KATT menyebabkan peningkatan panjang akar terpanjang 9.30 – 12.29 cm, meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kekeringan (ratio akar per tajuk menurun 0.08 – 0.12 g/ml x 100%), peningkatan jumlah polong isi 10.50 – 15.20 buah, peningkatan jumlah biji total per pot 18.10 – 25.30 buah, dan menyebabkan peningkatan berat kering biji total per pot 1.56 – 2.27 g. Selain itu penambahan air +50% KATT sejak fase buku ketiga menyebabkan beberapa parameter di atas mengalami percepatan laju pertambahan berat dan atau tinggi satuannya.
3. Pemberian air +50% KATT sejak fase buku ketiga dengan kondisi tanpa naungan memberikan hasil terbaik dengan beberapa kriteria tertinggi jumlah polong isi panen 22.0 buah per pot dan berat kering polong isi 5.42 g per pot, serta terhadap jumlah biji total per pot 44.30 buah.

DAFTAR PUSTAKA

- Budianto, V.F.A., S. Solahuddin, J.S. Baharsjah, dan F. Rumawas. 1985. Pengaruh Tekanan Kekeringan Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Beberapa Varietas Kedelai pada Grumusol Lombok Tengah. *Bul.Agr.XVI(3)* : 17-30.
- Egli, D.B. 1975. Rate Accumulation of Dry Weight in Seed of Soybean and Its Relations to Yield. *Can. J. Plant Sci.* 55:215-9.
- Foth, Henry D. 1988. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. Diterjemahkan oleh Endang Dwi Purbayanti, Dwi Retno Lukiwati dan Rahayuning Trimulatsih. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. 780 hal.
- Harnowo, D., F. Muhadjir dan S. Solahuddin. 1991. Pengaruh Cekaman Kekeringan Terhadap Hasil dan Mutu Fisiologis Benih Kedelai. (Akan diterbitkan dalam majalah "Keluarga Benih", IPB).
- Hardjowigeno, S., 1993. Kalsifikasi Tanah dan Pedogenesis. Akademika Pressindo. Jakarta. 274 halaman.
- Howell, R.W. 1956. Heat, drought, and soybean in the south. *Soybean Digest* 16:14-7pp.
- Justika S. Baharsjah, Didi Suardi, dan Irsal Las . 1985. Hubungan Iklim dan Pertumbuhan Kedelai., dalam Puslitbangtan. 1985. Kedelai. Badan Litbang Pertanian., Puslitbangtan. Bogor.
- Sakamoto, C.M. and R.H. Shaw. 1967. Apparent Photosynthesis in Field Soybean Communities. *Agron. J.*59:73-5pp.
- Shibbles, R.M. and C.R. Weber. 1966. Interception of Solar Radiation and Dry Mater Production ba Various Soybean Planting Pattern. *Crop.Sci.* 6:55-9pp.
- Syahbuddin, H., I. Las, Y. Sugianto, Darmijati S., dan A. Pramudia. 1995. Laporan Penelitian Pengaruh Taraf dan Embut Radiasi Surya serta Air terhadap Pola Pertumbuhan, Serapan dan Efisiensi Hara P pada Beberapa Varietas/Galur Harapan Padi dan Kedelai. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bogor.