

Deteksi Dini Tanaman yang Mengalami Kekurangan Air untuk Menentukan Waktu Pengairan

Early Detection of Water Stress for Determination of the Crop Irrigation

Andi Bahrun¹⁾

ABSTRACT

Detection of water stress in plants may help to schedule irrigation and improve water use efficiency. The objective of this study was to determine the reflectance vegetation index (RVI) obtained from remote sensing of the crops during soil drying and fully watered plots as a tool for detection of water stress. RVI was calculated from incoming (PARi) and reflected (PARc) photosynthetically active radiation and from incoming (NIi) and reflected (NIc) near infrared radiation using the equation $RVI = (NIc/NIi)/PARc/PARi$. The effects of soil drying on leaf expansion, biomass accumulation, abscisic acid (ABA) in xylem sap and leaf water potential were used as drought indicators in maize grown in lysimeter in the field. Leaf area expansion and biomass accumulation were decreased by drought. The reflectance vegetation index was measured when green crop area index increased during the vegetative stage of growth. Xylem [ABA] increment coincided with decrease in RVI of drought plants. Changes in RVI of drought plants which were compared to RVI of fully irrigated reference plants occurred at early stages of drought stress when relative available soil water content was 60%. RVI was highly correlated with green crop area index ($R^2=0.84$) and biomass accumulation ($R^2=0.88$). We suggest that measurements of RVI in drought field plants compared to RVI measurements of fully irrigated reference plants within the same field can be used as an early warning system of irrigation.

Keywords : Abscisic acid, Drought, Reflectance, Water

PENDAHULUAN

Salah satu faktor yang menjadi fokus perhatian dalam rangka pengembangan komoditi pertanian di lahan kering adalah keterbatasan sumber daya air. Kekeringan atau kemarau merupakan fenomena umum pada sistem pertanian lahan kering. Budidaya tanaman pada kondisi demikian akan menyebabkan tanaman mengalami kekurangan air atau cekaman kekeringan. Dengan demikian pengelolaan penggunaan air dalam pertanian menjadi bagian fokus kajian yang penting karena memiliki dampak secara ekonomi maupun lingkungan.

Ketersediaan air semakin terbatas khususnya pada sistem pertanian lahan kering sehingga dibutuhkan suatu metode baru agar lebih mudah memonitor kondisi air tanaman dalam menentukan saat pengairan yang tepat. Metode ini juga diharapkan dapat bermanfaat dalam penjadwalan pengairan tanaman serta dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air.

Berbagai indikator tanaman yang mengalami cekaman kekeringan telah diketahui baik secara morfologi, anatomi maupun fisiologi. Deteksi tanaman yang mengalami cekaman kekeringan dapat dilakukan dengan metode destruktif dan tanpa merusak tanaman itu sendiri. Adapun indikator tanaman yang mengalami cekaman kekeringan antara lain terhambatnya pertumbuhan daun, pertumbuhan akar yang pesat, menutupnya stomata, daun menggulung khusus tanaman Gramineae. Ternyata yang mengontrol perubahan tersebut adalah adanya sinyal kimia yang diproduksi di akar pada kondisi kekeringan. Banyak pakar yang menyatakan bahwa asam absisat (ABA) merupakan sinyal utama yang diproduksi akar yang mengalami cekaman kekeringan (Davies dan Zhang, 1991; Dodd *et al.*, 1996; Bahrun *et al.*, 2002). ABA yang dihasilkan tanaman yang mengalami cekaman kekeringan dapat bertindak sebagai mediator penting antara perubahan kondisi air tanaman dan respons fisiologi tanaman (Dodd *et al.*, 1996; Bahrun *et al.*, 2002), tetapi indikator sinyal kimia tersebut tidak praktis. Demikian pula

¹⁾ Fakultas Pertanian Universitas Haluoleo Kendari
Kampus Bumi Tridarma Anduonuhu Kendari
Email : pslunhalu@kendari, Wasantara.net.id

indikator luas daun, potensial air daun, dan konduktans daun sulit dilakukan dan membutuhkan tenaga yang cukup banyak. Oleh karena itu metoda deteksi cekaman kekeringan untuk menentukan waktu yang tepat dalam aplikasi irigasi pada daerah dengan sumber daya air terbatas yang diharapkan adalah tidak bersifat destruktif, cepat dan praktis. Sampai saat ini inisiatif penemuan metode baru ini terus diupayakan.

Pengukuran sifat optik daun seperti reflektansi daun terhadap radiasi matahari dapat dipertimbangkan sebagai salah satu bentuk deteksi untuk mengetahui keadaan air jaringan tanaman. Perubahan reflektansi daun dapat terjadi sebagai respons tanaman terhadap cekaman kekeringan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kemungkinan penggunaan indeks reflektansi vegetasi sebagai indikator dini tanaman yang mengalami cekaman kekeringan selama periode pertumbuhan vegetatif tanaman.

BAHAN DAN METODE

Percobaan ini dilaksanakan pada fasilitas Lisimeter Hojbackegaard, sekitar 20 km bagian Barat Kopenhagen (55° 40'N 12° 18'E; 28 m di atas permukaan laut). Benih jagung ditanam pada tanggal 6 Juni 1998, sedangkan perlakuan cekaman kekeringan dimulai pada tanggal 26 Juli 1998. Benih jagung ditanam dengan jarak tanam 30 x 20 cm dan setelah itu djarangkan menjadi satu tanaman per lubang tanam. Karakteristik fisik tanah adalah 78.7 % pasir kasar (0.2-2.0 mm), 10 % pasir halus (0.02-0.2 mm), 3.8 % debu (0.002-0.02 mm), 4.1 % liat (< 0.002 mm) dan 3.4% bahan organik.

Pupuk yang diberikan adalah 92 kg N ha⁻¹, 15 kg P ha⁻¹ dan 50 kg K ha⁻¹. Penelitian disusun berdasarkan rancangan acak kelompok, perlakuan diulang 4 kali. Perlakuan yang diberikan adalah tanpa pemberian air dan sebagai kontrol dengan pemberian air pada kondisi kapasitas lapang selama fase vegetatif. Percobaan berhenti sampai tanaman mendekati kondisi titik layu permanen.

Akumulasi bobot kering pada awal periode cekaman kekeringan adalah 136 ± 22.80 g m⁻² (± s.d; n=10) pada perlakuan kontrol dan 139 ± 26.59 g m⁻² (± s.d; n=10) pada perlakuan cekaman kekeringan, sedangkan pada akhir periode cekaman kekeringan adalah 962.36 ± 100.32 g m⁻² (± s.d; n=4) pada

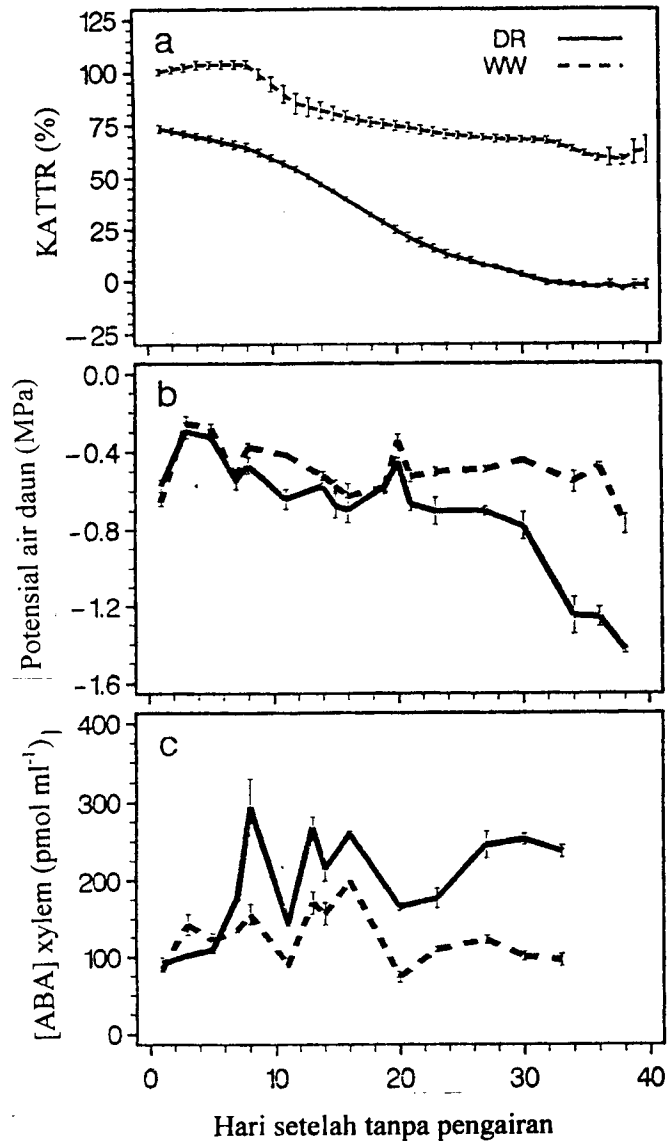
perlakuan kontrol dan 716.26 ± 65.05 g m⁻² (± s.d; n=10) pada perlakuan cekaman kekeringan.

Pengamatan kandungan air tanah, potensial air daun, konsentrasi ABA, kandungan nitrogen daun dan indeks reflektansi vegetasi (RVI) dilakukan setiap hari. RVI diperoleh dari sinar datang (PARi) dan yang dipantulkan (PARc) radiasi aktif untuk fotosintesis (PAR) dengan alat dua sensor PAR (LI-190S point sensors, LI-cor Inc., Lincoln, NE, USA) dan sinar datang (NIc) dan yang dipantulkan (NIc) sinar infra merah dengan alat dua sensor infra merah (LI-220S point sensors, LI-cor Inc., Lincoln, NE, USA) selanjutnya dihitung dengan menggunakan rumus $RVI = (NIc/NIi)/PARc/PARI$. Potensial air daun diukur dengan menggunakan alat 'pressure chamber', sedangkan ABA-xylem diukur dengan ELISA. Disamping itu, indeks luas kanopi dan bobot kering tanaman diamati sebanyak tiga selama periode cekaman kekeringan. Data dianalisis dengan ANOVA dengan menggunakan software SAS dan nilai rata-rata diuji dengan menggunakan uji t.

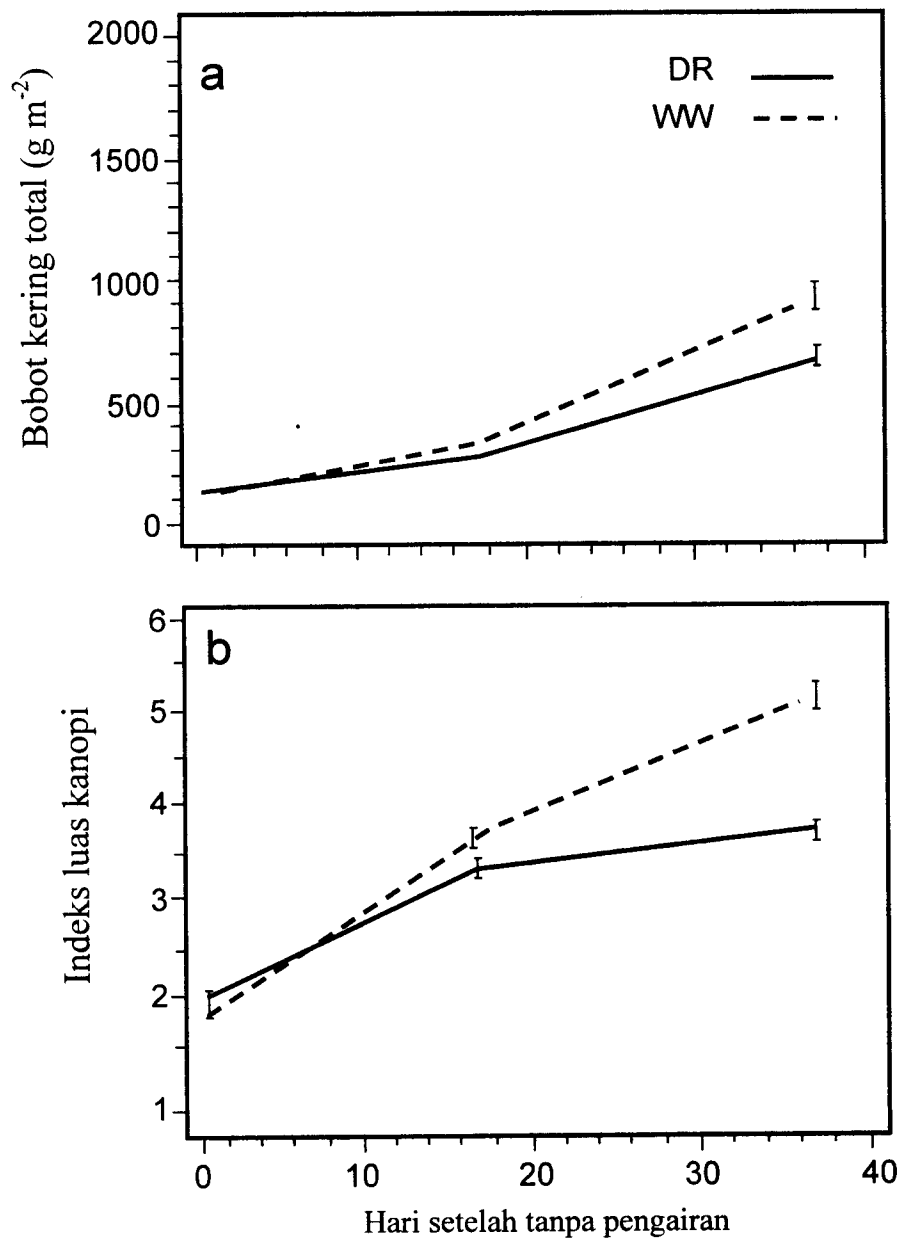
HASIL DAN PEMBAHASAN

Keadaan iklim selama periode penelitian yaitu rata-rata potensial evapotranspirasi 3.3 mm hari⁻¹, iradian 15.2 MJ m⁻² hari⁻¹, temperatur 16 °C dan kelembaban relatif 79% (gambar tidak ditampilkan). Kandungan air tanah tersedia relatif (KATTR) selama periode percobaan (Gambar 1a) dengan potensial air tanah mendekati kondisi kapasitas lapang (-30 kPa). Meningkatnya tingkat kekeringan, KATTR berkurang dari 82% menjadi 4% pada 35 hari setelah tanpa pengairan (HSTP) (Gambar 1a).

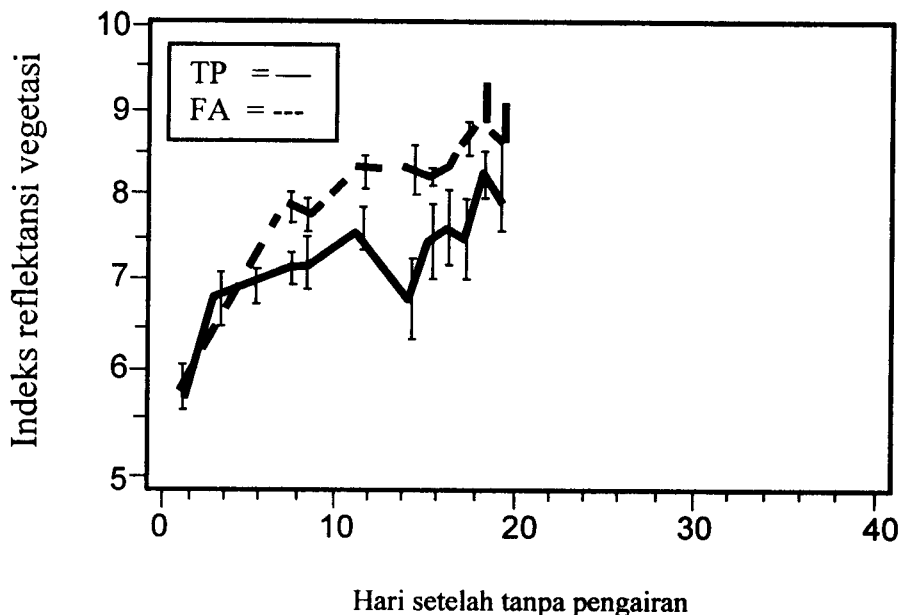
Potensial air daun sekitar -0.5 MPa dan menurun sampai -1.5 MPa pada tanaman yang mengalami cekaman kekeringan (Gambar 1b). Ternyata potensial air daun tanaman yang mengalami cekaman kekeringan lebih rendah secara signifikan 20 hari setelah tanpa pengairan (Gambar 1b). Lima hari setelah tanpa pengairan konsentrasi ABA dalam xylem mulai meningkat atau lebih tinggi dibanding dengan tanaman kontrol (125 cf. 170 pmol ml⁻¹; Gambar 1c), pada saat kandungan air tanah yang tersedia relatif pada tanaman yang mengalami cekaman kekeringan sekitar 68% (Gambar 1a).



Gambar 1. Kandungan air tanah tersedia relatif (a), potensial air daun (b) Konsentrasi ABA dalam xylem selama periode percobaan.
WW= kontrol dan DR= tanpa pengairan (n=3-4)



Gambar 2. Bobot kering total (a) dan indeks luas kanopi (b) selama periode percobaan. WW= kontrol dan DR= tanpa pengairan (n=3-4)



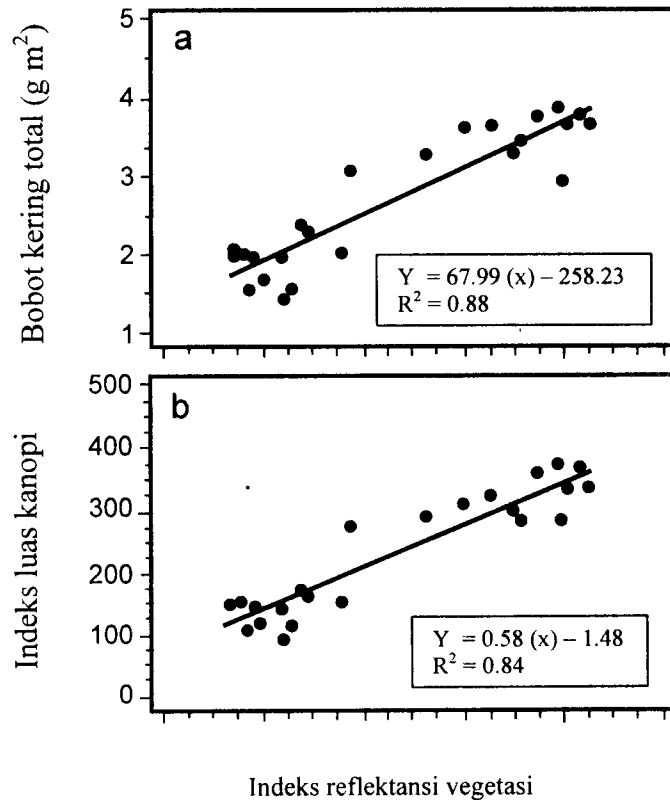
Gambar 3. Indeks reflektansi vegetasi selama periode percobaan. FA= kontrol dan TP= tanpa pengairan (n=3-4)

Perubahan kadar air tanah khususnya lapisan tanah bagian atas dapat mempengaruhi keadaan air dalam akar dan merangsang peningkatan konsentrasi ABA di ujung akar. Hasil ini menambah keyakinan bahwa akar merupakan sensor utama kondisi kekeringan dalam tanah dan ABA diproduksi sebagai akibat menurunnya turgor akar pada kondisi kekeringan di daerah perakaran tanaman (Dodd *et al.*, 1996). Hasil penelitian tersebut memberikan keyakinan bahwa peningkatan konsentrasi ABA dalam xylem bersumber dari akar dan secara kuantitatif dapat merangsang perubahan secara fisiologi tanaman yang mengalami cekaman kekeringan pada kondisi terkontrol maupun kondisi lapang. Hal ini juga menunjukkan bahwa makin banyak akar yang mengalami dehidrasi, makin besar jumlah ABA yang masuk ke saluran transpirasi dan selanjutnya diteruskan ke seluruh bagian tanaman (Tardieu *et al.*, 1992; Ali *et al.*, 1998; Bahrin *et al.*, 2001; Bahrin *et al.*, 2002).

Bobot kering total (Gambar 2a) dan indeks luas kanopi (Gambar 2b.) telah menurun sebelum terjadi

perubahan potensial air daun. Pada akhir periode cekaman kekeringan terjadi penurunan bobot kering yang cukup besar yaitu sekitar 26% (Gambar 4a). Terjadi perubahan secara signifikan indeks reflektansi vegetasi (8.0 cf. 7.3) pada saat 7 hari setelah tanpa pengairan bila dibandingkan dengan tanaman kontrol (Gambar 3).

Hal tersebut menambah keyakinan bahwa ABA mungkin menyebabkan penurunan kemampuan perkembangan sel dengan berkurangnya proses relaksasi dinding sel yang mengontrol daya ekstensibilitas (Feng *et al.*, 1994). Namun demikian, hasil studi dewasa ini telah ditunjukkan bahwa ternyata ABA bukanlah satu-satunya pengontrol awal pertumbuhan daun dan fungsi tanaman secara keseluruhan. Perubahan pH dan perubahan kandungan nitrat dalam xylem berkaitan erat dengan pertumbuhan daun (Bacon *et al.*, 1998; Bahrin *et al.*, 2002).



Gambar 4. Hubungan antara indeks reflektansi vegetasi dengan bobot kering total (a) dan indeks luas kanopi (b).

Pada fase pertumbuhan awal (CAI 1-4) sesuai dengan temuan Petersen (1989) RVI berkorelasi dengan indeks luas kanopi (CAI) ($R^2 = 0.84$) dan akumulasi bobot kering ($R^2 = 0.88$) (Gambar 4a,b). Adanya korelasi tersebut menunjukkan bahwa suatu perbandingan pengukuran RVI dapat juga menentukan perubahan pertumbuhan tanaman pada fase pertumbuhan awal.

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa terjadi perubahan kandungan ABA dan RVI sejak awal periode cekaman kekeringan sehingga dapat dijadikan salah satu indikator dalam menentukan waktu pengairan tanaman. Oleh karena perubahan kandungan ABA adalah suatu metode yang bersifat merusak tanaman dan tidak praktis sehingga pengukuran RVI dapat disarankan untuk dapat dijadikan metode penentuan waktu aplikasi pengairan terutama pada daerah dengan sumber daya air terbatas serta dapat bermanfaat pada sistem penjadwalan pengairan menuju pertanian hemat air.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M., C.R. Jensen, V.O. Mogensen. 1998. Early signals in field grown wheat in response to shallow soil drying. *Aust. J. Plant Physiol.* 25:871-882.
- Bacon, M.A., S. Wilkinson, W.J. Davies. 1998. PH-regulated leaf cell expansion in droughted plants is abscisic acid dependent. *Plant Physiol.* 118:1507-1515.
- Bahrn, A., C.R. Jensen, V.O. Mogensen. 2001. Detection of water stress in field grown maize by using spectral vegetation index. *In: Book of Abstracts and Proceedings on CD-Rom: Deutscher Tropentag 2001; Conference on International Agricultural Research for Development, 9-11 October 2001, Bonn, Germany.*
- Bahrn, A., C.R. Jensen, F. Asch, V.O. Mogensen. 2002. Drought-induced changes in xylem pH, ionic composition and ABA concentration act as early signals in field grown maize (*Zea mays* L.). *Journal of Experimental Botany.* 53: 1-13.

- Davies, W.J., J. Zhang. 1991. Root signal and the regulation of plant growth and development of plants in drying soil. *Annu. Rev. Plant Physiol. Mol. Biol.* 42:55-76.
- Dodd, I.C., R. Stikic, W.J. Davies. 1996. Chemical regulation of gas exchange and growth of plants in drying soil in the field. *J. Exp. Bot.* 47:1475-1490.
- Feng, Y., X. Li, L. Boersma. 1994. Roles of osmotic adjustment and turgor potential in leaf area expansion. *Physiol. Plant.* 90:1-8.
- Petersen, C.T. 1989. A spectral reflectance index of developing crops largely independent of cloud cover and soil surface wetness. *Acta Agric. Scand.* 39:465-476.
- Tardieu, F., J. Zhang, J. Katerji., O. Bethenod., S. Palmer, W.J. Davies. 1992. Xylem ABA controls the stomatal conductance of field grown maize subjected to soil compaction or soil drying. *Plant Cell Environ.* 15:193-197.