

# ANALISIS NERACA AIR UNTUK PENGEMBANGAN TANAMAN PANGAN PADA KONDISI IKLIM YANG BERBEDA

Water Balance Analysis for the Development of Food Crops  
in a Different Climate Conditions

Mardawilis<sup>1</sup>, Putu Sudira<sup>2</sup>, Bambang Hendro Sunarminto<sup>3</sup>, Dja'far Shiddiq<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Riau, Jl. Kaharudin Nasution No. 341, Pekanbaru, Riau; <sup>2</sup>Fakultas Teknologi Pertanian UGM, Jl Flora Bulaksumur, Yogyakarta 55281; <sup>3</sup>Fakultas Pertanian UGM, Jl Flora Bulaksumur, Yogyakarta 55281  
E-mail: marda\_wilis@yahoo.com

## ABSTRAK

Dalam rangka pengembangan tanaman pangan di lahan tadah hujan/kering di daerah tropik basah, potensi sumberdaya air, baik berupa ketersediaan lengas tanah maupun air permukaan dapat dijadikan sebagai sumber pasokan air terutama pada saat defisit. Oleh sebab itu untuk pengembangan tanaman pangan yang berkelanjutan, maka analisis neraca air mutlak diperlukan. Data yang digunakan berupa data seri iklim (temperatur udara, curah hujan, evaporasi) periode 37 tahun (1971-2007) stasiun Japura, Rengat, Riau, data indeks panas serta data tanah (lengas tanah pada saat kapasitas lapang dan titik layu permanen) serta kedalaman perakaran efektif. Peluang curah hujan terlampaui dan neraca air dianalisis menggunakan metode statistik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keadaan lengas tanah selalu pada batas air tersedia bagi tanaman meskipun neraca air mengalami defisit baik pada kondisi normal, kering maupun basah. Hal ini menunjukkan bahwa di wilayah penelitian dapat dilakukan penanaman tanaman pangan sepanjang tahun.

**Kata kunci:** Neraca air, tanaman pangan, potensi sumberdaya air, kondisi iklim

## ABSTRACT

In order to develop food crops in upland in the tropics area, the potential water resources, such as the availability of soil moisture and surface water can be used as a source of water supply especially during the deficit. Therefore, to develop a sustainable food crop, the water balance analysis is absolutely necessary. The data used were series of climate data (temperature, precipitation, evaporation) for 37-year period (1971-2007) at Japura station, Rengat, Riau, heat index data and soil data (soil moisture at field capacity and permanent wilting point) and the effective rooting depth. Exceeded rainfall probabilities and water balance were analyzed using statistical methods. The results showed that soil moisture conditions were always above the limit of water availability for crops although the water balance was deficit for normal, wet and dry conditions. This shows that food crops can be planted all for the whole year in the research area.

**Keywords:** Water balance, food crops, potential water resources, climatic conditions

## PENDAHULUAN

Ketersediaan air merupakan salah satu faktor pembatas utama bagi produksi tanaman pangan. Kekurangan air menyebabkan penurunan laju fotosintesis dan distribusi asimilat terganggu, serta berdampak negatif pada pertumbuhan tanaman baik pada fase vegetatif maupun fase generatif. Pada fase vegetatif, kekurangan air pada tanaman pangan (misalnya

pada padi dan palawija) ditandai oleh daun yang mengecil dan jumlah daun yang terbentuk sedikit. Pada keadaan yang lebih parah, kekurangan air menyebabkan kerusakan jaringan tanaman yang dicerminkan oleh daun pucuk mengering karena bukaan stomata sempit, difusi CO<sub>2</sub> terhambat, fotosintesis rendah serta perkembangan perakaran terhambat sehingga penyerapan air dan nutrisi oleh tanaman berkurang. Pada fase generatif kekurangan air menyebabkan terjadinya penurunan

produksi tanaman akibat terhambatnya pembentukan bunga, pengisian biji terganggu dan bentuk biji kecil serta banyaknya terbentuk polong hampa (Aqil dkk., 2008).

Tanaman pangan merupakan salah satu komoditas strategis dan bernilai ekonomis, serta mempunyai peluang untuk dikembangkan karena kedudukannya sebagai sumber utama karbohidrat dan protein. Beberapa tahun terakhir kebutuhan tanaman pangan (khususnya padi dan palawija) terus meningkat, hal ini sejalan dengan semakin meningkatnya laju pertumbuhan jumlah penduduk dan peningkatan kebutuhan mutu gizi.

Optimalisasi produksi tanaman pangan memerlukan perencanaan waktu dan masa tanam yang tepat serta jumlah air yang harus diberikan, apalagi usahatani yang dilakukan merupakan usahatani lahan kering. Agar pemberian air lebih efisien, maka waktu, cara dan jumlah air yang ditambahkan perlu diperhitungkan tingkat kebutuhan air tanaman sesuai dengan fase pertumbuhannya.

Neraca air merupakan pengukuran besaran tiap komponen siklus aliran air yang masuk dan ke luar lapisan perakaran tanaman. Kebutuhan air bagi tanaman yang berbeda memerlukan neraca air yang berbeda pula. Karena itu matra ruang, waktu dan kebutuhan air bagi tanaman sangat menonjol dalam pengelolaan sumberdaya air.

Sebagian besar air yang diabsorpsi oleh tanaman dikeluarkan lagi ke atmosfer lewat proses transpirasi. Kehilangan air dari tanah selain terjadi lewat proses transpirasi, juga lewat permukaan tanah yang disebut evaporasi.

Di lapangan, proses transpirasi dan evaporasi terjadi secara bersamaan dan sulit untuk dipisahkan satu dengan lainnya. Oleh karena itu kehilangan air lewat kedua proses ini pada umumnya dijadikan satu yang disebut evapotranspirasi, dengan kata lain evapotranspirasi adalah merupakan jumlah air yang diperlukan oleh tanaman. Sedangkan lengas tanah yang berada diantara kapasitas lapang ( $pF=2.47$ ) dan titik layu permanen ( $pF=4.2$ ) merupakan air yang dapat digunakan oleh tanaman yang disebut air tersedia (*available water*) (Islami dan Wani, 1995).

Kekurangan air pada tanaman dikenal dengan istilah cekaman air. Cekaman air pada tanaman terjadi karena (1) ketersediaan air dalam media tidak cukup, (2) transpirasi yang berlebihan atau kombinasi kedua faktor tersebut. Cekaman air mempengaruhi semua aspek pertumbuhan tanaman, dalam hal ini mempengaruhi proses fisiologi dan biokimia tanaman serta menyebabkan terjadinya modifikasi anatomi dan morfologi tanaman.

Dalam rangka pengembangan tanaman pangan yang berkelanjutan, maka pengukuran besaran tiap komponen siklus aliran air yang masuk dan ke luar lapisan perakaran tanaman yang lebih dikenal dengan neraca air mutlak di perlukan. Adapun tujuan penelitian ini adalah : mengetahui neraca

air untuk pengembangan tanaman pangan pada kondisi iklim yang berbeda (normal, kering dan basah).

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di lahan kering/tadah hujan, Kecamatan Kuala Cenaku, Kabupaten Inderagiri Hulu, Provinsi Riau, terletak pada  $0^{\circ}15'88''$  -  $1^{\circ}25'49''$  LS dan  $102^{\circ}30'25''$  -  $102^{\circ}45'25''$  BT, dengan ketinggian 7 – 21 meter dari permukaan laut. Penelitian dilakukan dari bulan Maret - Desember 2008.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian berupa data seri iklim harian dan bulanan (temperatur udara, curah hujan, evaporasi) periode 37 tahun (1971-2007) stasiun Japura, Rengat, Riau serta data indeks panas (<http://www.pmel.noaa.gov>). Data tanah berupa, lengas tanah pada saat kapasitas lapang (KL) dan titik layu permanen (TPL) serta kedalaman perakaran efektif.

Analisis curah hujan dilakukan dengan menghitung peluang curah hujan terlampaui dengan metode statistik (Effendy.S, 2000) yakni ;

$$CH (P>70\% = CH \text{ rerata} - 0,69 SD \quad (1)$$

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (CH_i - CH_{rerata})^2}{n - 1}} \quad (2)$$

dengan catatan bahwa :

- CH = curah hujan
- CH rerata = (jumlah curah hujan ke i)/n
- SD = standar deviasi
- CH<sub>i</sub> = curah hujan ke i
- n = banyaknya data

Adapun rumusan perhitungan neraca air di wilayah penelitian antara lain:

1. ETP (Evapotranspirasi potensial) (Thorntwaite and Mather, 1957) =  $1,6F (10 T/D)^a$   
dengan catatan bahwa :  
I = akumulasi indeks panas dalam 1 tahun yaitu :  $\sum (T/5)^{1,54}$   
T = suhu rerata bulanan ( $^{\circ}C$ )  
a = ketetapan dengan nilai  $a = 0,675 \times 10^{-6} T^3 - 0,771 \times 10^{-4} T^2 + 0,017921 + 0,49239$   
F = faktor panjang hari (dari bulan ke bulan dalam setahun).
2. APWL (*accumulation off potential water losses*) = akumulasi nilai CH – ETP yang bernilai negatif
3. KAT (kadar lengas tanah) =  $KL \times k^a$  (3)  
dengan catatan bahwa :  
KL = kapasitas lapang (mm)  
a = harga mutlak APWL  
k = nilai ketetapan, dimana  $k = p_o + p_i/KL$  (dimana,  
 $p_o = 1,000412351$ ;  
 $p_i = -1,073807306$ )

4.  $dKAT = KAT_i - KAT_{i-1}$  (4)
5. ETA (evapotranspirasi aktual), adalah jika  $CH > ETP$ , maka  $ETA = ETP$  dan jika  $CH < ETP$ , maka  $ETA = CH + dKAT_{negatif}$  (5)
6. Defisit =  $ETP - ETA$  (6)
7. Surplus =  $CH - ETP - dKAT$  (7)

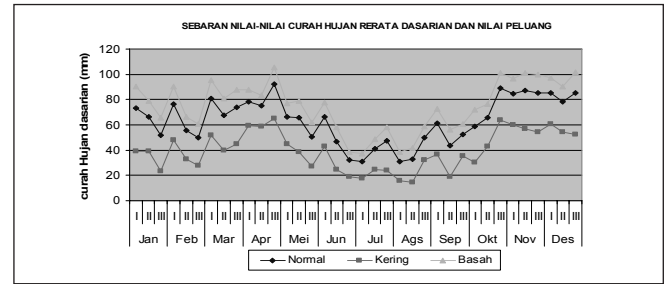
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Keragaan Curah hujan**

Analisis curah hujan dasarian di Kecamatan Kuala Cenaku, selama periode 37 tahun (1971-2008) menunjukkan bahwa rata-rata curah hujan dasarian berkisar antara 31 – 92 mm (Gambar 1). Hal ini menunjukkan bahwa secara kuantitatif kondisi curah hujan di wilayah penelitian sangat memungkinkan bagi perkembangan tanaman pangan (kebutuhan air tanaman palawija dan padi adalah 2 – 5 mm/hari). Namun yang menjadi kendalanya terhadap ketersediaan air bagi tanaman adalah, karena intensitas dan kejadian hujan di wilayah penelitian sangat berfluktuatif. Hujan yang terjadi pada umumnya lebat (30 – 50 mm/hari) dan sebentar (0,5 – 1 jam/hari) serta kejadian hujan rata-rata perbulannya terjadi antara 5 – 20 hari hujan. Dengan kondisi tanah yang merupakan tanah inceptisol yang mempunyai kandungan lempung (*clay*) tinggi ( $\geq 65\%$ ), maka dengan sifat hujan tersebut membuat air yang sampai di permukaan lahan lebih banyak terjadi aliran per-

mukaan (*surface runoff*) daripada air yang masuk ke dalam tanah (karena sebagian besar tanah berlempung mempunyai ukuran pori berukuran kecil, menyebabkan daya hantar air sangat lambat).

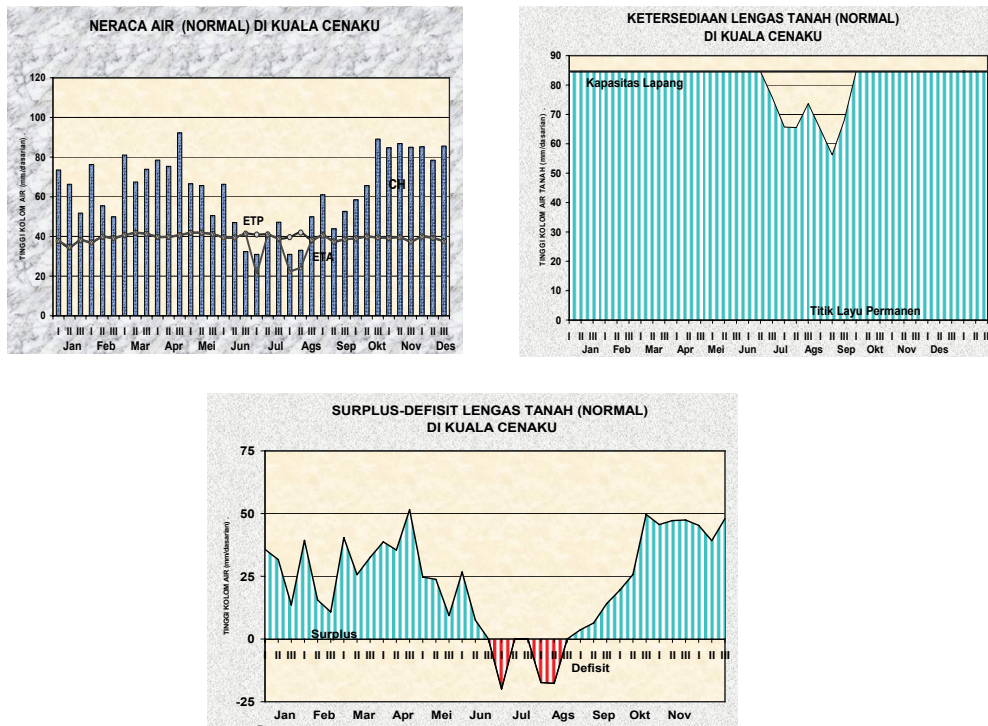
Berdasarkan klasifikasi Oldeman (1983), wilayah penelitian tergolong dalam agroklimat D1 yang dicirikan dengan bulan basah (curah hujan  $>200$  mm/bln) berturut-turut 3 - 4 bulan dan bulan kering (curah hujan  $<100$  mm/bln) berturut-turut  $<2$  bulan. Menurut Fagi dan Freddy (1996) makin banyak bulan basah, makin tinggi intensitas tanam daerah tersebut.



Gambar 1. Keragaan rerata curah hujan dasarian pada kondisi normal (rata-rata), kering (peluang 70 %) dan basah (peluang 40 %) di Kec. Kuala Cenaku, Kab. Inderagiri Hulu, Riau.

**Neraca Air pada Kondisi Iklim Berbeda**

Di wilayah penelitian berdasarkan pengamatan curah hujan dasarian secara normal mengalami surplus/kelebihan (tebal air  $\geq$  kapasitas lapang) yakni pada bulan September



Gambar 2. Kondisi neraca air, ketersediaan lengas tanah dan surplus-defisit lengas tanah pada kondisi normal, di Kec. Kuala Cenaku, Kab. Inderagiri Hulu, Riau.

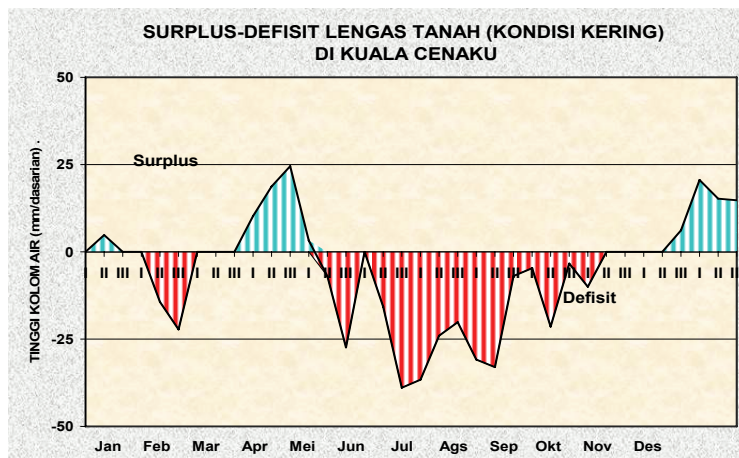
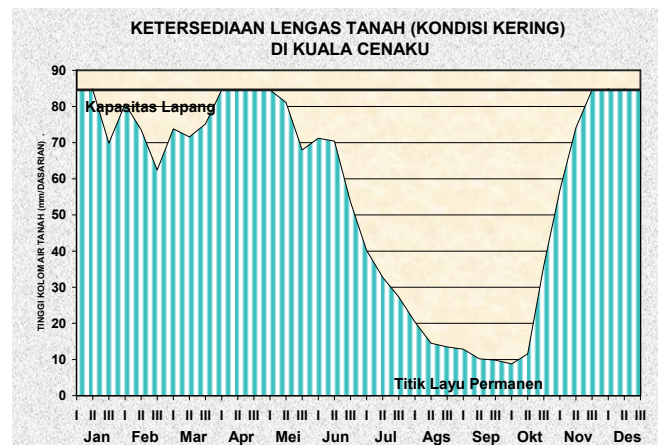
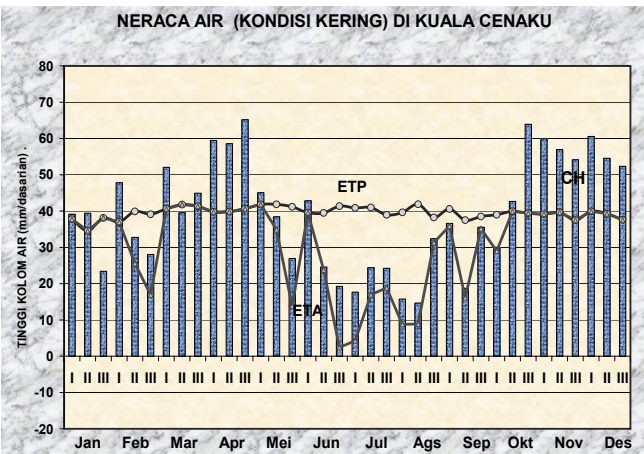
sampai Juni, sedangkan defisit/kekurangan (tebal air = curah hujan – evapotranspirasi potensial), terjadi pada bulan Juli sampai dengan Agustus. Namun walaupun kondisi air di bawah kapasitas lapang (KL), yang mengakibatkan air di lahan pertanian mengalami defisit, akan tetapi air masih tersedia untuk tanaman (khususnya palawija) karena kondisi air masih berada diatas titik layu permanen /TLP (Gambar 2).

Gambar 2. menunjukkan bahwa, berdasarkan kondisi neraca air di daerah penelitian pada saat normal mengambarkan bahwa daerah penelitian mempunyai potensi air yang baik bagi pertumbuhan tanaman sehingga kondisi tersebut memungkinkan bagi daerah tersebut untuk dilakukan penanaman sepanjang tahun.

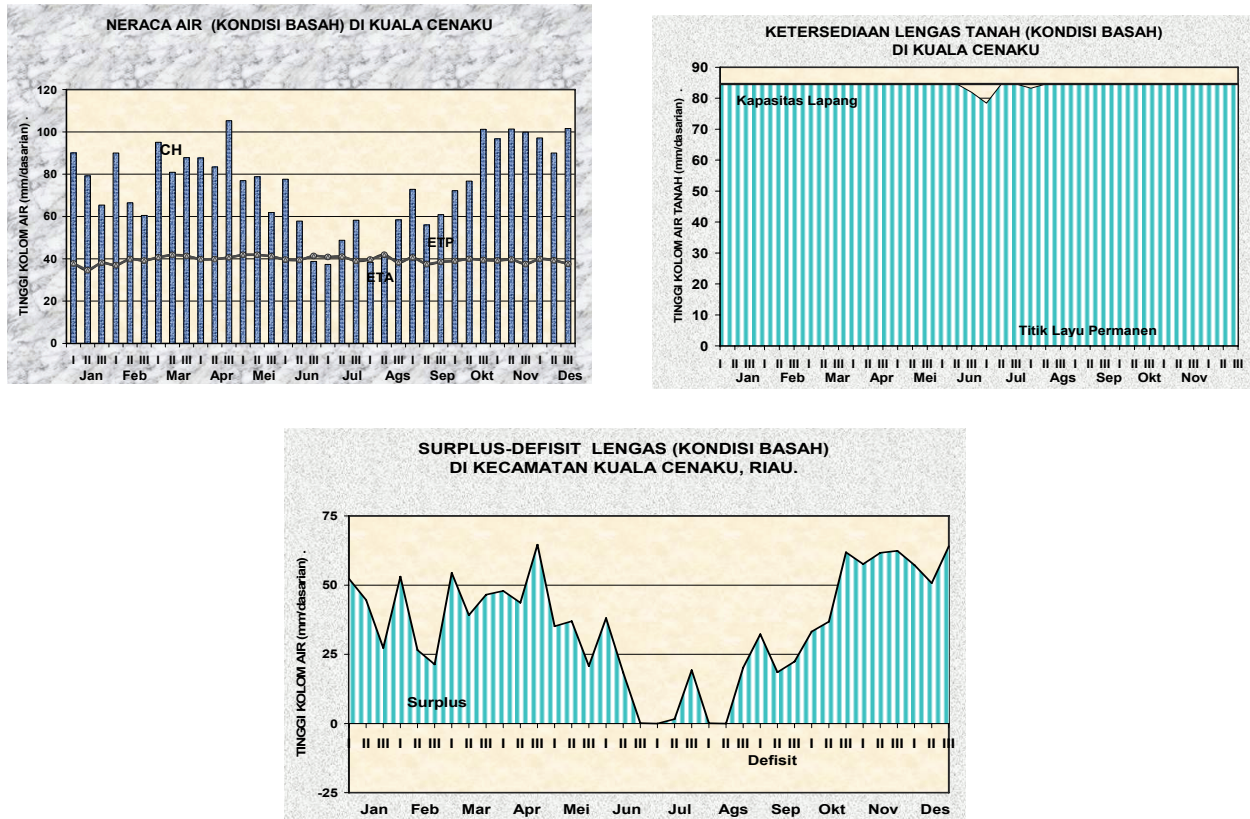
Pada kondisi kering, keadaan neraca air dasarian di daerah penelitian mengalami defisit air yang lebih panjang yakni terjadi mulai dasarian I di bulan Mei sampai dengan dasarian II di bulan Oktober serta selama bulan Februari. Kondisi defisit terparah terjadi selama bulan Agustus sampai Oktober. Akan tetapi bila dikaitkan dengan ketersediaan air bagi tanaman yang bertitik tolak pada keadaan antara kapasi-

tas lapang dan titik layu permanen, maka kondisi defisit tersebut masih diatas kondisi titik layu permanen (Gambar 3). Artinya untuk pengembangan tanaman pangan, maka pada kondisi keringpun daerah penelitian dapat ditanam sepanjang tahun, namun disarankan penanaman tanaman pangan pada kondisi defisit terparah tersebut perlu dilakukan pemberian air bagi tanaman agar hasil yang diharapkan lebih optimal. Keadaan lengas tanah sangat kurang sekali yakni mulai pada dasarian I juli sampai dengan dasarian II bulan Oktober, dimana pada kondisi ini tanaman sangat kekurangan air, maka perlu dilakukan pemberian air bagi tanaman melalui penyiraman yang intensif atau pembuatan saluran irigasi.

Pada kondisi basah, keadaan wilayah penelitian tidak mengalami kondisi defisit air. Akan tetapi pada saat ini akan lebih baik lahan lebih sering digunakan untuk penanaman padi (padi 2 kali atau padi 3 kali), dan hanya pada dasarian II bulan Juni sampai dasarian III bulan Agustus dapat ditanam palawija (Gambar 4). Kondisi basah juga sebaiknya dibuat embung atau sumur penampung air untuk dapat digunakan pada saat musim kering.



Gambar 3. Kondisi neraca air, ketersediaan lengas tanah dan surplus-defisit lengas tanah pada kondisi kering, di Kec. Kuala Cenaku, Kab. Inderagiri Hulu, Riau.



Gambar 4. Kondisi neraca air, ketersediaan lengas tanah dan surplus-defisit lengas tanah pada kondisi basah, di Kec. Kuala Cenaku, Kab. Indragiri Hulu, Riau.

**Pola Tanam untuk Pengembangan Tanaman Pangan.**

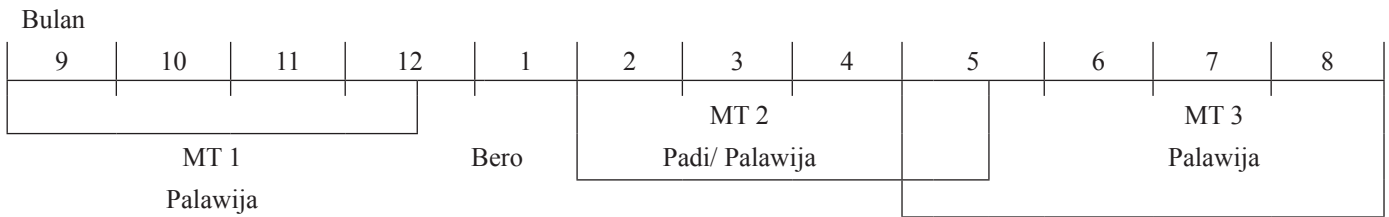
Status dan pola ketersediaan air merupakan faktor penentu pola tanaman pangan di lahan kering/tadah hujan. Pola tanam lahan kering/tadah hujan sangat erat kaitannya dengan lamanya musim tanam yang sepenuhnya ditentukan oleh ketersediaan air bagi tanaman. Oleh sebab itu pola tanam sangat identik atau harus didahului dengan pendugaan lamanya musim tanam (Suharsono dkk., 1996). Selanjutnya menurut Effendy.M (2000) penyusunan pola tanam dan neraca air merupakan bentuk adaptasi manusia dalam memanfaatkan po-

tensi cuaca di suatu wilayah. Adaptasi dapat dikatakan sebagai upaya yang butuh sedikit input teknologi namun butuh perencanaan yang matang, yaitu butuh informasi yang panjang untuk mengetahui karakteristik iklim wilayah yang akan dikembangkan.

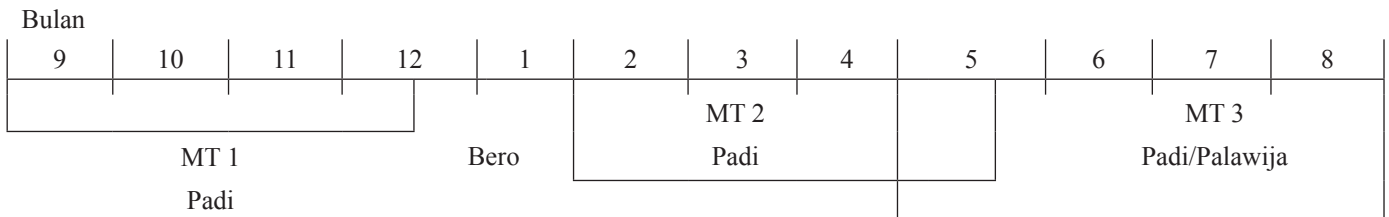
Berdasarkan keadaan ketersediaan lengas tanah pada masing-masing kondisi iklim (normal, kering dan basah) di wilayah penelitian, maka dapat disusun pola tanam untuk pengembangan padi dan palawija yang tertera pada Gambar 5, 6 dan 7.

Bulan												
9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	
MT 1 Padi				Bero	MT 2 Padi/ Palawija					MT 3 Palawija		

Gambar 5. Pola tanam usahatani tanaman pangan pada kondisi normal



Gambar 6. Pola tanam usahatani tanaman pangan pada kondisi kering



Gambar 7. Pola tanam usahatani tanaman pangan pada kondisi basah

Hasil penelitian Rejekiningrum dan Haryani (2006) menyatakan bahwa pemetaan potensi masa tanam telah menghasilkan peta potensi masa tanam dan waktu tanam terbaik dari komoditas tanaman pangan dan sayuran. Informasi yang diperoleh dapat dipergunakan sebagai acuan bagi para pengambil kebijakan terutama di bidang pertanian dalam menentukan pola tanam dan waktu tanam.

**KESIMPULAN**

Keadaan neraca air pada kondisi normal mengalami surplus/kelebihan (tebal air ≥ kapasitas lapang) yakni pada bulan September sampai Juni, sedangkan defisit/kekurangan (tebal air = curah hujan – evapotranspirasi potensial), terjadi pada bulan Juli sampai dengan Agustus. Pada kondisi kering, keadaan neraca air dasarian mengalami defisit air yang lebih panjang yakni terjadi mulai dasarian I di bulan Mei sampai dengan dasarian II di bulan Oktober serta selama bulan Februari. Kondisi defisit terparah terjadi selama bulan Agustus sampai Oktober. Sedangkan pada kondisi basah, tidak mengalami kondisi defisit air. Walaupun keadaan neraca air mengalami defisit, akan tetapi masih pada batas air tersedia bagi tanaman, maka dapat disimpulkan bahwa di wilayah penelitian dapat dilakukan penanaman tanaman pangan sepanjang tahun dengan input produksi (irigasi) pada kondisi kering.

**DAFTAR PUSTAKA**

Aqil, M, Firmansyah.I.U dan Akil, M. (2008). *Pengelolaan air tanaman jagung*. Balai Penelitian Tanaman Serealia. Maros.

Effendy, M. (2000). *Pengelolaan tanaman pertanian berdasarkan data cuaca/iklim*. Makalah pada Program Pelatihan Peningkatan Kemampuan dalam Bidang Agroklimatologi. Kerjasama Badan Litbang Pertanian Deptan dan FMIPA IPB, Bogor. 31 Agustus – 2 November 2000.

Effendy, S. (2000). *Analisis neraca air dekade untuk penentuan pola tanam*. Makalah pada Program Pelatihan Peningkatan Kemampuan dalam Bidang Agroklimatologi. Kerjasama Badan Litbang Pertanian Deptan dan FMIPA IPB, Bogor. 31 Agustus – 2 November 2000.

Fagi, A.M. dan Freddy, T. (1996). *Pengelolaan air untuk tanaman kedelai dalam Kedelai* (Ed. Sadikin S) Puslitbangtan. Badan Litbang Pertanian. Bogor, hal 135-157.

Islami, T. dan Wani, H.D. (1995). *Hubungan tanah, air dan tanaman*. IKIP Semarang Press. Semarang, hal 297.

Oldeman, L. R. (1983). *The use of agronometeorological data to asses the potential for agricultural land, Its Hazards and potential with reference to Indonesia*. Paper presented at WHO/FAO/Unesco Conference on Agroclimatological Study of Humid Tropics of Southeast Asia, 24-28 Oktober 2008. Los Banos, Laguna, Philipppnes, hal 24.

Rejekiningrum, P. dan Haryani, N. (2006). *Pemetaan potensi masa tanam tanaman pangan dan hortikultura berdasarkan indeks kecukupan air di lahan kering, Magelang Jawa Tengah*. *Prosiding Seminar Nasional Hasil-hasil Penelitian dan pengembangan Teknologi Pertanian, BPTP Sumatera Selatan*. Palembang, hal 106-105.

Suharsono H.J., Baharsyah, H., Las, I. dan Hidayati, R. (1996). *Neraca air lahan klimatik di Indonesia pada satuan Kabupaten*. Laporan Hasil Penelitian Kerjasama Lembaga Penelitian IPB dan Badan Litbang Pertanian. Bogor.

Thornthwaite dan Mather, J.R. (1957). *Instruction and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance*. Drexel Institute of technology. Laboratory of Climatology. Cerrerton. New Jersey. USA.