

INDEKS KECUKUPAN AIR UNTUK PENETAPAN WAKTU BERA KEDELAI DI JAWA TENGAH

(Water Sufficiency Indices to Determine Fallow Periods Of Soybean In Central Java)

Setiapermas, M.N.¹, Koesmaryono, Y², Yusmin² dan Irianto, G.³

1. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah
2. Program Studi Agroklimatologi Pasca Sarjana IPB
3. Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi

ABSTRAK

Penyimpangan iklim dapat mempengaruhi produksi dan produktivitas tanaman kedelai. Oleh karena itu penetapan waktu bera kedelai di lahan kering sangat diperlukan. Salah satu cara untuk mengatasi masalah tersebut adalah dilakukannya analisis agroklimat seperti analisis indeks kecukupan air. Pada kajian ini dilakukan analisis data iklim, tanah dan agronomi. Pengambilan data agroekologi dan produksi kedelai Jawa Tengah dilakukan dari bulan Juli sampai September 2003. Sedangkan data primer tentang agronomi dilakukan dari Oktober 2003 sampai Februari 2004 di Desa Pondok, Kecamatan Ngadirojo, Kabupaten Wonogiri dan Desa Pojok, Kecamatan Nogosari, Kabupaten Boyolali. Metode kajian menggunakan analisis penetapan waktu bera tanaman kedelai berdasarkan CWB – ETO pada tahun El Nino and La Nina dengan scenario tanam dasarian. Hasil analisis memperlihatkan bahwa waktu bera setiap lokasi berbeda antar daerah karena terpengaruh tipe tanah dan iklim. Daerah yang mempunyai periode bera panjang adalah Blora dari Januari (III) – Oktober (II). Sedangkan daerah yang mempunyai periode bera singkat adalah Semarang dan Magelang.

Kata kunci: indeks kecukupan air, penyimpangan iklim, periode bera, kedelai

ABSTRACT

Climate anomaly has impact on yield and productivity of soybean. An alternative to minimize its impact, it is important to determine period of fallow for soybean in dry land. Period of fallow was determined by using agroclimate analysis such as water satisfaction index (WSI). WSI required daily climate data, soil and agronomy parameter to calculate ETR/ETM fluctuation. Agroecology and soybean yield data were collected from October 2003 to February 2004 in Pondok Village, Ngadirejo Sub-District, Wonogiri District and in Pojok Village, Nogosari Sub-District, Boyolali District. Fallow period was analyzed using CWB-ETo, a daily water balance software developed by IAHRI based on FAO method. WSI was calculated for El-Nino and La-Nina years to determine planting period. The result showed that fallow period were different between locations due to soil and climate variability. The longest fallow period is Blora District from Januri III to October II. While the shortest fallow period are Semarang and Magelang.

Keyword: Water Satisfaction Index, climate anomaly, fallow period, soybean.

PENDAHULUAN

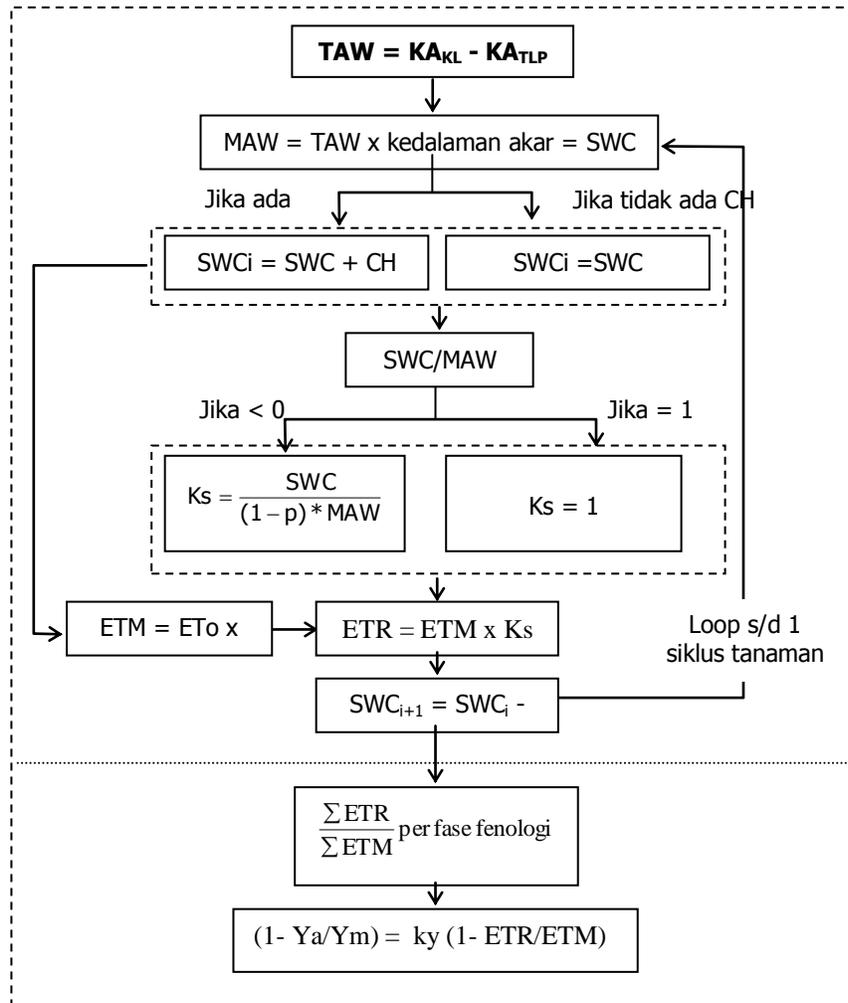
Di Indonesia, curah hujan satu-satunya penentu musim dan pola tanam, karena hampir semua tipe agroekosistem dapat ditanami sepanjang tahun asal air tersedia (Bey dan Las, 1991). Namun demikian, ada daerah yang rawan defisit air seperti Jawa Tengah menjelang kedatangan tahun El-Nino. Bila terjadi El Nino, petani membiarkan lahannya bera (tidak ditanami), untuk memberi kesempatan lahan beregenerasi, mengurangi kerugian ekonomi usaha tani dan memberikan alternatif usaha lain. Penentuan waktu bera terutama untuk komoditas palawija sangat diperlukan, karena pada tahun-tahun tertentu akan terjadi penyimpangan iklim, sehingga dapat menurunkan atau menaikkan produktivitas. Salah satu analisis untuk menentukan waktu bera adalah analisis indeks kecukupan air yang merupakan nisbah evapotranspirasi aktual dan evapotranspirasi tanaman, dan memperhitungkan persentase kehilangan hasil dengan menggunakan program CWB-ETO. Tujuan kajian ini adalah untuk penetapan waktu bera tanaman kedelai pada tahun-tahun terjadinya El-Nino dan La-Nina di Provinsi Jawa Tengah

BAHAN DAN METODE

Pengambilan data iklim dan peta wilayah agroekologi Provinsi Jawa Tengah dilaksanakan pada bulan Juli - September 2003 (BPTP Jawa Tengah, 1997). Sedangkan pengambilan data agronomi kedelai dilakukan pada bulan Oktober 2003 sampai Februari 2004 di Desa Pondok, Kecamatan Ngadirojo, Kabupaten Wonogiri dan Desa Pojok, Kecamatan Nogosari Kabupaten Boyolali. Data yang dipergunakan meliputi: 1) data iklim harian selama 10-15 tahun, 2) data agronomi tanaman kedelai (umur tanaman berbagai fase fenologi, ketinggian maksimum tanaman, kedalaman akar maksimum, koefisien toleransi tanaman terhadap cekaman air (diasumsikan 20%) dan koefisien tanaman pada setiap fase, 3) data sifat tanah seperti; kadar air kapasitas lapang dan titik layu permanen, total air tersedia (*Total Available Water*), total evaporasi (*Total Evaporative Water*) dan *readily evaporative water* (REW), 4) data penunjang peta Zona Agroekologi Provinsi Jawa Tengah skala 1:250.000 tahun 1997. Peralatan yang dipergunakan meliputi: perangkat lunak (software) MS Excel, *Crop Water Balance Evapotranspiration* (CWB-ETO) yang dikeluarkan oleh CIRAD Perancis tahun 2001, program Minitab, dan program ArcView. Alur pikir dalam analisis CWB-ETO adalah seperti bagan pada Gambar 1.

Tahapan analisis yang dilakukan adalah: a) Analisis data iklim, agronomi dan tanah dengan menggunakan program CWB-ETO untuk mendapatkan nilai indeks kecukupan air dan nilai persentase kehilangan hasil pada skenario tanam dasarian (1 Januari, 11 Januari, 21 Januari dst), b) Pemetaan waktu bera kedelai, dan c) Penanaman di lapang untuk mendapatkan data agronomi. Hasil perhitungan simulasi CWB-ETO dideskripsikan berupa selang waktu bera pada tahun El-Nino dan La-Nina. Sementara, indeks kecukupan air merupakan salah satu parameter untuk mengetahui tingkat kebutuhan air oleh tanaman. Nilai tersebut dicerminkan oleh rasio antara ETR (evapotranspirasi aktual tanaman) dan ETM (evapotranspirasi maksimal). Kehilangan hasil (RYL) dihitung berdasarkan nilai relatif defisit tanaman dikalikan dengan koefisien stres pada setiap fase tanaman. Koefisien stres pada fase initial, vegetatif, pembungaan, pembentukan polong dan pemasakan untuk tanaman kedelai menggunakan nilai pada Allen *et al.* (1998). Hasil penelitian Allen *et al.* (1998) dan CIRAD (Estiningtyas dan Irianto, 2002) menyatakan bahwa kehilangan hasil yang masih bisa diterima adalah 20 %. Apabila kehilangan hasil lebih dari nilai tersebut maka tidak dianjurkan karena kerugian yang akan ditimbulkan cukup besar.

Selanjutnya dihitung nisbah ETR/ETM dan persentase kehilangan hasil pada setiap fase tanaman dan setiap tanggal tanam. Saat bera ditentukan dengan memperhitungkan nisbah ETR/ETM < 0.8 dan persentase kehilangan hasil > 20 % terutama pada fase kritis tanaman. Setelah mengetahui waktu bera kemudian diplotkan pada peta *Agroecology Zone*. Adapun untuk penentuan tahun ekstrim Bey *et al.* (2003) memperlihatkan kejadian anomali iklim berdasarkan cawu-1 (Januari-April), cawu-2 (Mei-Agustus) dan cawu-3 (September-Desember).



Gambar 1. Tahapan analisis neraca air

Dimana: TAW = kandungan air tanah (kapasitas lapang - titik layu permanen), SWC = kandungan air tanah, dapat mengalami penambahan jika ada hujan /irigasi, ETP = evapotranspirasi potensial, ETR = evapotranspirasi aktual, Kc = koefisien tanaman terhadap evaporasi potensial, MAW = jumlah air maksimum yang dapat dimanfaatkan tanaman, Ks = koefisien stress tanaman terhadap air (bernilai 0 – 1), P = batas toleransi kandungan air tanah, Ya = nilai hasil panen aktual, Ym = nilai

Indeks Kecukupan Air Untuk Penetapan Waktu Bera

hasil panen maksimum yang dapat dicapai, K_y = nilai koefisien tanaman terhadap pengurangan hasil panen

HASIL DAN PEMBAHASAN

Waktu Bera di Beberapa Daerah

Analisis CWB-ETO pada komoditas kedelai menghasilkan periode bera tahun El Nino dan La Nina berbeda antar wilayah. Periode bera panjang tahun El Nino biasanya terjadi pada tahun El Nino kuat dan periode singkat terjadi pada tahun El Nino lemah begitu pula pada tahun La Nina. Tabel 2. menunjukkan periode bera di masing-masing daerah sesuai dengan scenario penyimpangan iklim El Nino dan La Nina.

Table 2. Periode bera tanaman kedelai yang dipengaruhi El-Nino dan La-Nina di Jawa Tengah

Location	El-Nino		La-Nina	
	Long period	Short period	Long period	Short period
Ngemplak, Boyolali	Mar(II) - Sep (III)	Jul (II) - Sep (III)	Apr (I) - Aug (III)	Jul (I) - Sep (I)
Surakarta	Mar (II) - Oct (I)		Mar (III) - Sep (III)	
Selogiri, Wonogiri	Mar (II) - Oct (I)		May (I) - Sep (I)	Jul (I) - Aug (II)
Batang	Apr (II) - Dec (I)	May (II) - Jul (II)	Mar (I) - Sep (II)	Jun (I) - Aug (III)
Tegal	Mar (III) - Oct (II)	May (III) - Oct (I)	Mar (III) -Sep (III)	
Gubug, Grobogan	Apr (I)- Oct (I)	Mar (II) -Aug (II)	Mar (III) - Sep (II)	May (III) - Sep (II)
Semarang	Mar (III) - Sep (III)	Apr (III) -Jul (I)	Apr (I) - Aug (II)	Jul (I) - Aug (II)
Pati	Mar (III) - Oct (II)	Mar (III) - Jul (II)	May (I) - Sep (I)	Jul (III) - Sep (II)
Bangsri, Jepara	Mar (II)- Oct (III)		Feb (II) -Okt (III)	
Bloro	Jan (III) - Oct (II)	Mar (III) - Aug (III)	Feb (III) - Sep (III)	Jun (II) - Sep (I)
Srumbung, Magelang	Mar (III) - Sep (III)	May (I) - Jul (II)	May (II) - Sep (I)	Jul (I) - Sep (I)
Dukun, Magelang	Mar(III) - Sep (III)		Apr (I) - Aug (III)	Jul (I) - Sep (II)
Sempor, Kebumen	Mar (III) - Oct (I)	Apr (III) - Jul (II)	Apr (I) - Sep (I)	Jul (I) - Aug (II)
Prembun, Kebumen	Mar (I)- Oct (I)	Apr (III) - Aug (I)	Feb (III) - Sep (I)	Mar (III) - Sep (I)
Wadaslintang, Wonosobo	Apr (I) - Oct (I)	May (I) - Jul (II)	Apr (I) - Sep (I)	Jul (I) - Aug (II)

Ngemplak, Boyolali

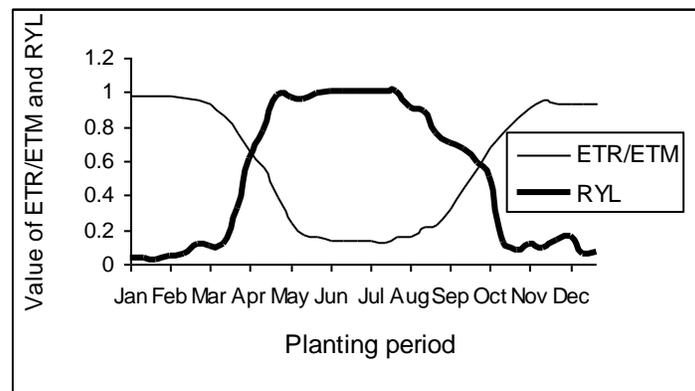
Di daerah Ngemplak, Boyolali pada tahun El-Nino tanaman kedelai tidak dapat ditanam sekitar Maret (II) – September (III). Pada kedelai yang ditanam Juni (III) – Agustus (I) pada tahun 1991 dan Mei (III) – Agustus (I) pada tahun 1994 kehilangan hasil dapat mencapai 100 %. Kehilangan hasil kedelai yang ditanam di waktu bera tahun La-Nina dapat mencapai 100 % (1988), namun pada tahun 1989 kehilangan hasil kedelai mencapai 77 %.

Selogiri, Wonogiri

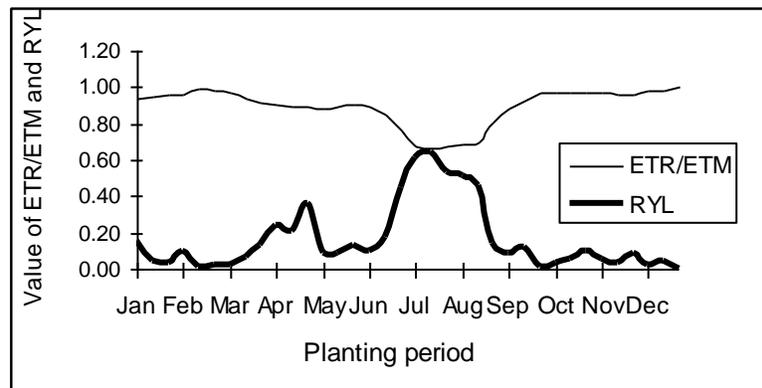
Waktu bera kedelai tahun El-Nino di daerah ini berkisar antara Maret (II) – Oktober (I). Sedangkan kedelai yang ditanam pada waktu bera tahun 1991, 1994 dan 1997, kehilangan hasil dapat mencapai 100 %. Pada tahun La-Nina, waktu tanam maju sekitar satu bulan dan diperpanjang satu bulan. Sedangkan penanaman kedelai pada waktu bera tahun 1998, kehilangan hasil dapat mencapai 46 % - 73 %.

Ngambak Kampung, Gubug, Grobogan

Di daerah Grobogan waktu bera tahun El-Nino berdasarkan hasil simulasi CWB-ETO berlangsung dari April (I) sampai Oktober (I). Namun pada tahun 1997 (Gambar 2), merupakan waktu bera yang cukup panjang dengan nilai kehilangan hasil yang cukup besar dibandingkan tahun El-Nino lainnya. Pada tahun La-Nina 1998 (Gambar 3), waktu bera untuk tanaman kedelai berkisar antara Maret (III) sampai September (II).



Gambar 2. Fluktuasi nilai ETR/ETM dan kehilangan hasil pada El Nino 1997 di Grobogan



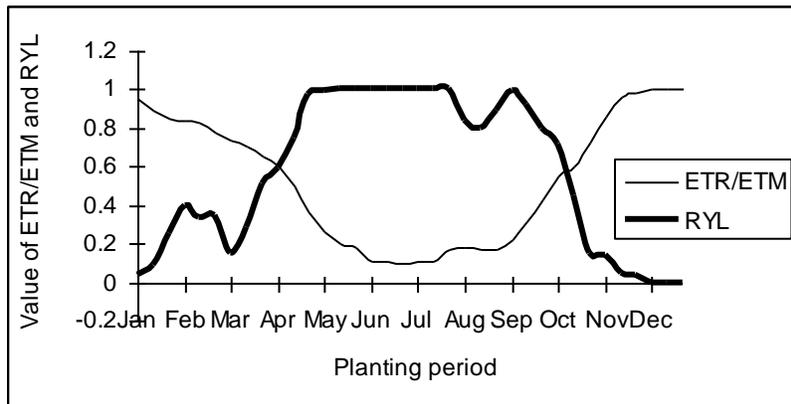
Gambar 3. Fluktuasi nilai ETR/ETM dan kehilangan hasil pada La Nina 1998 di Grobogan

Rendole, Pati

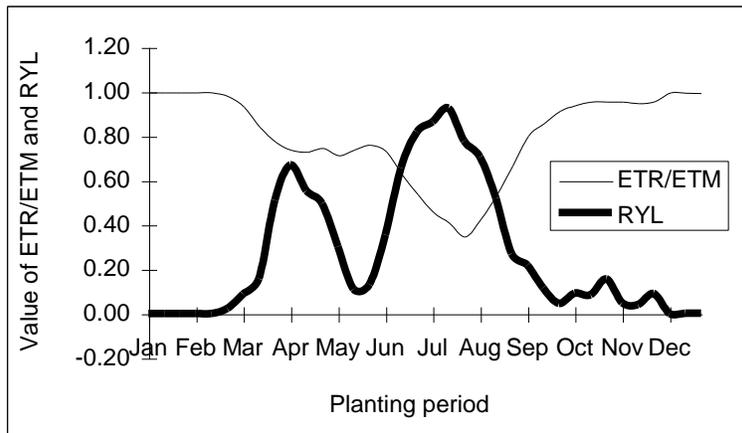
Waktu bera kedelai tahun El-Nino di Pati, berkisar antara Maret (III) sampai Oktober (II). Sedangkan tahun La-Nina, waktu bera berkisar antara Mei sampai September (I). Sehingga dapat dikatakan pada daerah ini pengaruh iklim ekstrim antara El-Nino dan La-Nina akan memajukan waktu tanam satu bulan yaitu dari Oktober menjadi September.

Sendangharjo, Blora

Daerah Blora merupakan daerah dengan waktu bera kedelai paling panjang dibandingkan daerah lain berdasarkan analisis CWB-ETO. Waktu bera tahun El-Nino berdasarkan nilai ETR/ETM dan kehilangan hasil untuk kedelai berkisar antara Januari (III) – Oktober (II) (Gambar 4). Pada tahun La-Nina waktu tanam maju dua dasarian dan diperpanjang selama satu bulan (Gambar 5).



Gambar 4. Fluktuasi nilai ETR/ETM dan kehilangan hasil pada El Nino 1997 di Blora



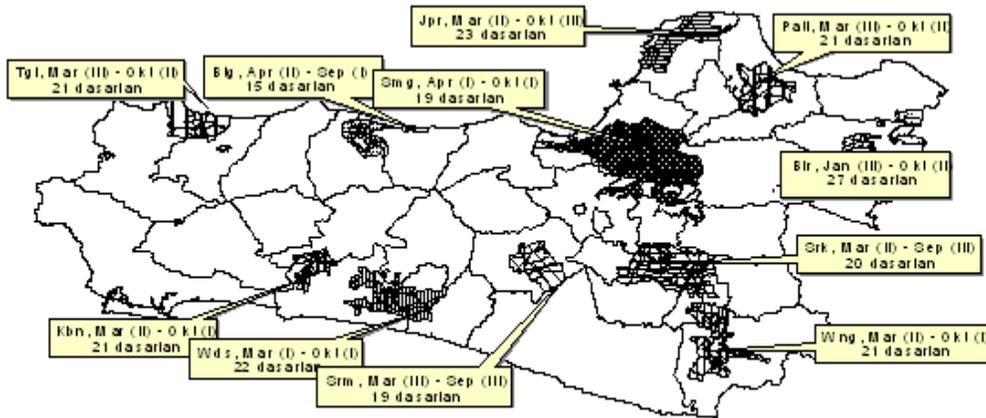
Gambar 5. Fluktuasi nilai ETR/ETM dan kehilangan hasil pada La Nina 1998 di Blora

Wadaslintang, Wonosobo

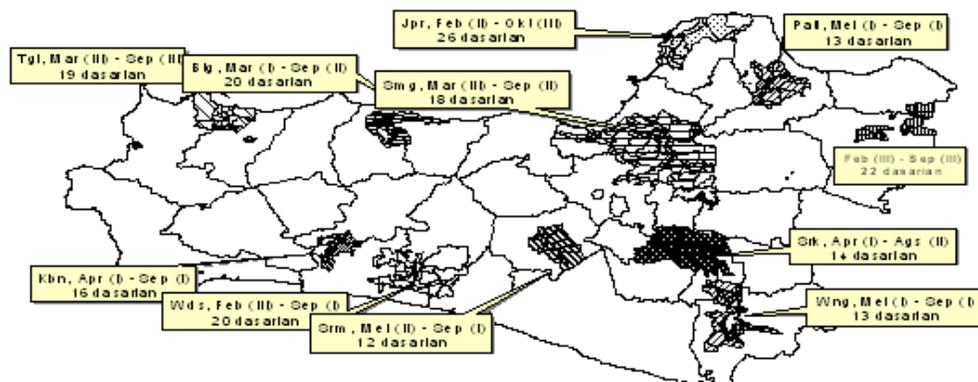
Waktu bera berkisar antara April – Oktober pada tahun El-Nino. Penanaman di waktu bera akan mengakibatkan kehilangan hasil 100 % pada kedelai. Sedangkan waktu tanam pada tahun La-Nina terjadi maju dua bulan dan diperpanjang dua bulan. dan 5 dasarian

Peta periode bera

Pengamatan deskriptif dari hasil analisis indeks kecukupan air dan persentase kehilangan hasil dengan menggunakan program CWB-ETO ditampilkan dalam bentuk peta periode bera tahun El Nino dan La Nina di Jawa Tengah, seperti pada Gambar 6 dan 7. Dari peta tersebut terlihat bahwa secara umum, daerah pantai utara Jawa Tengah mempunyai periode bera yang lebih panjang dibandingkan daerah pantai selatan maupun daerah pegunungan, baik untuk tahun El Nino maupun tahun La Nina.



Gambar 6. Periode bera tanaman kedelai pada tahun El Nino di Jawa Tengah



Gambar 7. Periode bera tanaman kedelai pada tahun La Nina di Jawa Tengah

Alternatif Teknologi yang Dilakukan Pada Waktu Bera

Untuk mengantisipasi kekeringan di daerah yang rawan kekeringan seperti Jawa Tengah ini Pemerintah Daerah perlu mendeliniasi wilayah yang defisit air dalam bentuk peta operasional yang lebih rinci (Fagi *et al.*, 2002) dengan mempertimbangkan faktor fisik (luas wilayah, kebutuhan dan ketersediaan air irigasi) dan non fisik (penyediaan dan percepatan penyampaian informasi cuaca kepada petani).

Langkah pertama adalah mengantisipasi musim hujan sebelum El-Nino terjadi dengan mengidentifikasi beberapa wilayah rawan kekeringan wilayah endemis hama dan penyakit, penggolongan sawah irigasi, wilayah potensial peningkatan produksi padi, serta peramalan iklim perlu dimutakhirkan dan disosialisasikan. (Fagi *et al.*, 2002).

Langkah operasionalnya yang konkrit kemudian membuat rencana tanam dan pola tanam pada lokasi yang sering dilanda El-Nino, mengevaluasi karakteristik curah hujan serta pola ketersediaan air irigasi, menyiapkan benih varietas yang relatif toleran kekeringan, berumur sangat genjah, menyiapkan infrastruktur irigasi, memanfaatkan sumber daya air alternatif dan menyiapkan program aksi pada musim hujan setelah kejadian El-Nino.

Sebagai alternatif teknologi yang dapat dijadikan pilihan untuk mengantisipasi kerugian ekonomi dalam budidaya palawija adalah dengan mengetahui waktu tanam, waktu bera dan komoditas yang dipilih untuk tumpangsari dengan kedelai. Dasar pemilihan komoditas atau pola tanam adalah besarnya nilai kehilangan hasil seperti yang ditunjukkan oleh hasil analisis di atas.

Sejalan dengan itu perlu juga dilakukan modifikasi iklim mikro atau pola tanam untuk meningkatkan potensi hasil dan memperkecil kerugian yang mungkin terjadi. Hasil penelitian Koesmaryono (1996) dan Koesmaryono *et al.* (1997) menunjukkan bahwa modifikasi populasi tanaman di lapangan dapat memberikan hasil polong yang cukup baik, sepanjang faktor kebutuhan air diperhitungkan dan diberikan dengan cermat.

Hasil penelitian Adisarwanto dan Suhartina (2001) juga mengindikasikan bahwa penjenahan air berpengaruh pada komponen hasil tanaman kedelai. Pada kondisi jenuh air umur 0-15 HST dan 30-45 HST, jumlah polong isi tidak berbeda dibandingkan dengan perlakuan tanpa penjenahan air (control). Ini berarti bila tanah mengalami jenuh air pada kedua periode tersebut, tanaman masih mampu membentuk polong isi yang sama jumlahnya dengan kondisi normal atau tanpa penjenahan, sedangkan jumlah polong isi dari tanaman yang jenuh air pada 15 – 30 HST lebih sedikit dibanding 0 – 15 HST. Walaupun jumlah polong isi pada penjenahan air periode 0 – 15 HST sama dengan kontrol, namun jumlah polong hampa lebih sedikit. Dijelaskan pula bahwa perbedaan saat penjenahan tidak mempengaruhi ukuran dan berat biji kedelai tetapi berpengaruh terhadap hasil biji terendah. Di Kendalpayak, penjenahan pada periode 15 – 30 HST menekan pertumbuhan tanaman sehingga berat biji/tanaman menurun dibanding penjenahan 0 – 15 HST. Selain itu, umur panen juga lebih lambat pada penjenahan periode 15 – 30 HST sehingga mendorong pembentukan bintil akar lebih banyak. Dalam kondisi jenuh air, aktivitas *Rhizobium* lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi tanah dalam sistem irigasi konvensional. (Adisarwanto dan Suhartina, 2001).

Menurut Bey *et al.* (2003) alternatif budidaya untuk mengantisipasi kekeringan, secara umum antara lain: menerapkan efisiensi irigasi (tetes, kendi atau sawah), pompa air, sumur resapan, embung, pengaturan waktu tanam, penerapan pohon pelindung, pemilihan komoditas berumur genjah, penanaman tanaman hemat air dan diversifikasi tanaman dengan tanaman palawija lainnya. Penerapan teknologi di masing-masing wilayah disesuaikan dengan kondisi yang ada di wilayah tersebut dengan memperhatikan: 1) tingkat kerawanan terhadap kekeringan, 2) potensi waktu tanam dan 3) kondisi agroklimat. Sehingga dapat dikatakan untuk tanaman kedelai bila akan dilakukan irigasi pada awal musim kemarau dapat dilakukan irigasi konvensional dengan sistem penjenahan atau tetes. Hasil analisis CWB-ETO yang telah dilakukan di Jawa Tengah ini, paling tidak dapat dijadikan panduan dalam penentuan pola tanam yang lebih baik dengan memperhatikan kebutuhan air untuk tanaman.

KESIMPULAN

1. Penetapan waktu bera berdasarkan analisis indeks kecukupan air dengan program CWB-ETO dapat dijadikan salah satu alternatif teknologi penanganan iklim ekstrim terutama dalam pengaturan pola tanam di suatu daerah dan pengaturan daerah mana yang diberakan untuk mengurangi kerugian ekonomi.
2. Pada tahun El-Nino waktu bera yang panjang terjadi di daerah Blora periode dasarian III Januari sampai dasarian II Oktober. Pada tahun La-Nina waktu bera yang panjang terjadi di daerah Blora periode dasarian II Februari sampai dasarian III Oktober dan waktu yang singkat terjadi di daerah Pati dan Wonogiri periode dasarian III Mei sampai dasarian I September.

DAFTAR PUSTAKA

- Adisarwanto, T dan Suhartina. 2001. Tanggap Beberapa Varietas Kedelai terhadap Kondisi Tanah Jenuh Air. Penelitian Pertanian Tanaman Pangan Vol 20 No 1 Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Badan Litbang. 88 –94 p.
- Allen RG, Pereira LS, Raes D and Smith M. 1998. Crop evapotranspiration; Guidelines for computing crop water requirements. FAO ; Irrigation and drainage paper;56. Rome. 300p.
- Bey A dan Las I. 1991. Strategi pendekatan iklim dalam usahatani;Kapita selekta dalam agrometeorologi. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. 18-47p.
- _____, Pramudia A, Amien I dan June T. 2003. Analisis anomali iklim dan dampaknya terhadap ketersediaan air di sentra produksi pangan di Pulau Jawa; .Laporan akhir penelitian hibah bersaing X. Institut Pertanian Bogor. 103p.
- BPTP Jawa Tengah. 1997. Karakterisasi agroekosistem wilayah Jawa Tengah. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Ungaran. Badan Litbang . Deptan. 92p.
- Estiningtyas W dan Irianto G. 2002. Penggunaan indeks kecukupan air dan kehilangan hasil untuk penentuan saat tanam dan menekan resiko kekeringan tanaman tebu lahan kering; Antisipasi El-Nino dan pendayagunaan sumberdaya iklim dan air untuk meningkatkan produksi dan rendemen tebu lahan kering. Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian. 48-57p.
- Fagi, AM., Las I., Pane H., Abdulrachman S., Widiarta IN., Baehaki dan Nugraha US., 2002. Anomali Iklim dan Produksi Padi; Strategi dan Antisipasi Penanggulangan. Balai Penelitian Tanaman Padi. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Sukamandi. 41p.
- Jasis dan Karama A.S. (1999). Kebijakan Departemen Pertanian dalam Mengantisipasi Penyimpangan Iklim dalam Prosiding diskusi panel strategi antisipatif menghadapi gejala alam La-Nina dan El-Nino untuk pembangunan pertanian. Diselenggarakan atas kerjasama PERHIMPI dengan Jurusan Geofisika dan Meteorologi FMIPA – IPB, Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat dan Impacts Centre for Southeast Asia, 1 - 11p.
- Koesmaryono Y. 1996. Studies on Photosynthesis, Growth and Yield of Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) in Relation to Climatological Environment. Dissertation. United Graduate School of Agricultural Sciences, Ehime Univ., Matsuyama, Japan.
- _____, H. Sugimoto, D. Ito, T. Sato and T. Haseba. 1997. The effect of plant population density on photosynthesis, dry matter production and ¹³C-labeled distribution in soybean. J. Agric. Meteorol. 52 (5):875-878.
- _____, Boer R, Pawitan H, Yusmin, dan Las I. 1999. Pendekatan Iptek dalam Mengantisipasi Penyimpangan Iklim dalam Prosiding diskusi panel strategi antisipatif menghadapi gejala alam La-Nina dan El-Nino untuk pembangunan pertanian. PERHIMPI dengan Jurusan Geofisika dan Meteorologi FMIPA - IPB dan Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat dan Impact Centre for Southeast Asia. 43-58p