

ANALISIS CURAH HUJAN DAN APLIKASINYA DALAM PENETAPAN JADWAL DAN POLA TANAM PERTANIAN LAHAN KERING DI KABUPATEN BANDUNG

Dwiratna N.P.S., Nawawi, G. dan Asdak, C.

*Jurusan Teknik dan Manajemen Industri Pertanian, FTIP Unpad, Bandung*E-mail : sophee_d@yahoo.com**ABSTRAK**

Jadwal dan pola tanam di lahan kering ditentukan oleh curah hujan bulanan di wilayah yang bersangkutan. Petani menetapkan jadwal dan pola tanam berpedoman pada kebiasaan yang turun menurun, antara lain berdasarkan bulan terjadinya hujan. Penetapan seperti ini selain pola tanam kurang optimal juga seringkali mendatangkan risiko gagal panen. Untuk menghindari kejadian tersebut maka informasi yang akurat tentang karakteristik curah hujan ini merupakan suatu hal penting. Penelitian ini bertujuan untuk: (1) Membangkitkan data curah hujan bulanan dan tahunan berdasarkan data curah hujan historis; (2) Melakukan analisis curah hujan untuk mengevaluasi pola dan jadwal tanam pertanian lahan kering. Metode penelitian yang digunakan adalah metode deskriptif dengan mengkaji pola dan jadwal tanam lahan kering di Kabupaten Bandung berdasarkan data curah hujan yang dibangkitkan dengan model stokastik. Dari hasil penelitian diketahui bahwa aplikasi metode stokastik curah hujan bulanan dapat digunakan untuk membangkitkan data hujan bulanan sintetik yang memiliki karakteristik yang tidak jauh berbeda dengan data historis. Berdasarkan analisis curah hujan diketahui bahwa secara umum pola tanam lahan kering di Kabupaten Bandung hanya dapat dilakukan 2 kali dalam setahun dan rata-rata bergeser mundur antara 2 minggu hingga 1 bulan dari kebiasaan petani setempat (dari Okt 1 ke Okt 2 atau Nov 1).

Kata Kunci: Curah Hujan; Pemodelan Stokastik; Neraca Air; Jadwal Tanam; Pola Tanam

ABSTRACT

Schedule and cropping patterns on dryland determined by monthly rainfall in the area. Farmers set a schedule and cropping patterns based on the hereditary habit, among others, by the month of rain. Such determination is less than optimal cropping patterns also often creates the risk of crop failure. To avoid such incident so that accurate information about the characteristics of the rainfall is an important thing. This study aims to: (1) Generating the data monthly and annual rainfall based on historical rainfall data, (2) Conduct analysis to evaluate the pattern of rainfall and dryland farming planting schedule. The method used is descriptive method to assess patterns and dryland cropping schedule in Bandung regency based rainfall data generated by stochastic models. The survey results revealed that the application of stochastic methods monthly rainfall can be used to generate synthetic monthly rainfall data that has characteristics that are not much different from the historical data. Based on the analysis of rainfall generally known that dryland cropping in Bandung regency can only be done 2 times a year and the average shift back and forth between 2 weeks to 1 month of custom local farmers (from Oct 1, to Oct 2, or Nov 1).

Keywords: rainfall; stochastic modelling; water balance; cropping pattern, crop scheduling

PENDAHULUAN

Kabupaten Bandung, adalah sebuah kabupaten di Provinsi Jawa Barat, Indonesia. Ibu kotanya adalah Soreang dengan luas wilayah 176.239 ha. Penggunaan lahan di wilayah Kabupaten Bandung yang tersebar di 30 Kecamatan, meliputi kawasan lindung seluas 60.117,921 Ha, dan kawasan budidaya seluas 115.966,400 Ha. Kawasan budidaya dibagi menjadi kawasan budidaya pertanian seluas 96.389,041 Ha, dan non pertanian seluas 19.577,359 Ha, serta kawasan lainnya seluas 708,118 Ha. Potensi pertanian di Kabupaten Bandung cukup besar dan sebagian besar petani mengusahakannya dengan tanaman padi, tanaman palawija dan padi gogo yang diusahakan secara tradisional baik secara monokultur maupun campuran.

Jadwal dan pola tanam di lahan kering sangat ditentukan oleh kondisi curah hujan bulanan di wilayah yang bersangkutan. Saat ini petani menetapkan jadwal dan pola tanam berpedoman pada kebiasaan yang turun menurun, antara lain berdasarkan bulan dan terjadinya hujan. Penetapan seperti ini selain pola tanam kurang optimal juga seringkali mendatangkan risiko gagal panen akibat kegagalan prediksi. Untuk menghindari kejadian tersebut maka informasi yang akurat tentang karakteristik curah hujan ini merupakan suatu hal penting.

Untuk mengatasi masalah di atas digunakan 2 metode pendekatan, yaitu (1) metode stokastik yang digunakan untuk membangkitkan data curah hujan bulanan dan tahunan dan (2) analisis neraca air berdasarkan data curah hujan hasil bangkitan dan kebutuhan air tanaman bulanan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk: (1) Membangkitkan data curah hujan bulanan dan tahunan berdasarkan data curah hujan historis yang ada; (2) Mengetahui karakteristik ketersediaan air pada daerah pertanian di Kabupaten Bandung pada kondisi *existing* dan dimasa yang akan datang; (3) Mengetahui pola kebutuhan air untuk budidaya pertanian lahan kering guna menyusun jadwal dan pola tanam yang cocok diterapkan di Kabupaten Bandung.

Kendala yang umum dijumpai dalam menentukan jadwal dan pola tanam adalah terbatasnya data curah hujan (Soewarno, 1995). Untuk itu diperlukan cara untuk memperoleh rekaman data yang lebih banyak jumlahnya. Dengan menerapkan cara membangkitkan (*generating techniques*), maka akan diperoleh data deret berkala buatan (*artificially generating time series*) (Salas, 1988) atau ada juga menyebut data sintetik (*syntetic data-generation*) (Srikanthan, 2004).

Sembarang deret berkala dapat mengandung beberapa unsur, yaitu trend, periodik dan stokastik (Wang dan Nathan, 2002). Komponen trend dan periodik mempunyai sifat pasti (*deterministic*), oleh karena itu tidak tergantung waktu. Komponen stokastik (*stochastic*) mempunyai sifat stasioner dan bergantung waktu (Srikanthan and McMahon, 2001).

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan bulan Maret-November 2010 bertempat di Kabupaten Bandung, sedangkan untuk pengolahan data dilakukan di Laboratorium Sumber Daya Air, Jurusan Teknik dan Manajemen Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Industri Pertanian Unpad. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan harian, data klimatologi, peta Zona Agroekologi (ZAE) dan komoditas pertanian di daerah Kabupaten Bandung. Data curah hujan dan klimatologi didapat dari instansi terkait yaitu Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Bandung, sedangkan untuk data komoditas pertanian di tiap-tiap kecamatan didapat dari hasil survey langsung ke petani daerah setempat. Sedangkan peralatan yang digunakan adalah seperangkat komputer untuk melakukan perhitungan dan pemodelan stokastik.

Metode penelitian yang akan digunakan adalah metode deskriptif dengan mengkaji pola dan jadwal tanam lahan kering di Kabupaten Bandung berdasarkan data curah hujan yang dibangkitkan dengan model stokastik. Data curah hujan tahunan dibangkitkan dengan model AR(1) (Salas, 1988), sedangkan pembangkitan data curah hujan bulanan menggunakan metode Thomas-Fiering (Wiyono, 1992; Hatmoko dan Amirwandi, 2001), penggabungan data hujan hasil bangkitan menggunakan Metode Two-Tier (Srikanthan, 2005). Data hujan historis dan sintetis hasil bangkitan digabung untuk menghitung curah hujan efektif berdasarkan curah hujan andalan 80% terlampaui, curah hujan efektif ini digunakan sebagai data ketersediaan air pada lahan kering yang menjadi patokan dalam menentukan pola tanam dan jadwal tanam.

Model Stokastik Tahunan

Model stokastik yang dipilih dalam membangkitkan data tahunan adalah model autoregresif. Model autoregresif tahunan yang paling sederhana adalah model Markov lag-1 atau AR(1), yang digunakan dalam hampir seluruh proses stokastik dan sebagian dalam stokastik hidrologi hidrologi (Salas, 1988). Persamaan model AR(1) yang digunakan sebagai berikut (Salas, 1988):

$$y_t = \bar{y} + z_t$$

$$z_t = \phi_1 z_{t-1} + \dots + \phi_p z_{t-p} + \hat{\sigma}_\varepsilon \xi_t$$

Dimana: y_t curah hujan tahun ke- t ; \bar{y} nilai rata-rata curah hujan tahunan; ϕ_1, \dots, ϕ_p parameter/kofisien

autoregresi; ξ_t variabel bilangan acak normal; $\hat{\sigma}_\varepsilon$ varians bilangan acak

Model Stokastik Bulanan

Model stokastik yang digunakan untuk membangkitkan data curah hujan bulanan adalah model Thomas & Fiering (Wiyono, 1992; Hatmoko dan Amirwandi, 2001), dengan persamaan sebagai berikut:

$$y_{m(i+1)} = \bar{x}_{m(j+1)} + b_j (y_{m(i)} - \bar{x}_{m(j)}) + \xi_i \cdot \sigma_{(j+1)} \sqrt{(1-r_j^2)}$$

$$b_j = r_j \cdot \frac{\sigma_{j+1}}{\sigma_j}$$

Dimana: $y_{m(i+1)}, y_{m(i)}$ nilai sintetis curah hujan pada bulan ke- i dan ke- $i+1$; $\bar{x}_{m(j+1)}, \bar{x}_{m(j)}$ nilai rata-rata bulanan pada saat bulan ke- j dan ke- $j+1$; b_j kofisien regresi least square method; ξ_i nilai acak pada saat ke- i dan σ_{j+1}, σ_j simpangan baku pada saat bulan ke- j dan ke- $j+1$; r_j kofisien korelasi data bulanan pada saat bulan ke- j

Metode Two-Tier

Selanjutnya bangkitan data curah hujan tahunan dan bulanan digabungkan dengan Metode Two-Tier, persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut (Srikanthan, 2005): $X_j = \frac{y_{t(j)}}{\sum_{j=1}^n y_{t(j)}} \cdot \hat{y}_i$

Dimana: X_j nilai sintetis bulanan dengan metode Two-Tier; \hat{y}_i nilai sintetis bulanan dengan model Thomas dan Fiering; $y_{t(j)}$ nilai sintetis tahunan dengan model AR(1)

Analisis Neraca Air dan Evaluasi Pola Tanam Lahan Kering

Neraca air lahan didasarkan pada kesetimbangan ketersediaan air di lahan dengan kebutuhan airnya. Ketersediaan air di lahan kering didasarkan pada nilai curah hujan efektif bulannya. Curah hujan efektif didapatkan berdasarkan nilai curah hujan bulanan dengan keandalan 80%. Hujan andalan 80% didapatkan melalui persamaan: $R_{80} = (n/5) + 1$ dengan n (jumlah data), dan data diurutkan dari kecil ke besar terlebih dahulu Curah hujan curah hujan efektif dicari dengan persamaan FAO berikut:

$$Re = (0.8 \times R_{80\%}) - 24 \text{ untuk } R_{80\%} \geq 70 \text{ mm}$$

$$Re = (0.6 \times R_{80\%}) - 10 \text{ untuk } R_{80\%} < 70 \text{ mm}$$

Kebutuhan air tanaman (Etc) didasarkan pada kebutuhan air untuk penggunaan air konsumtif, yang merupakan perkalian antara nilai kofisien tanaman (Kc) dengan nilai evapotranspirasi potensial (ETo) yang diperoleh menggunakan metode Penman

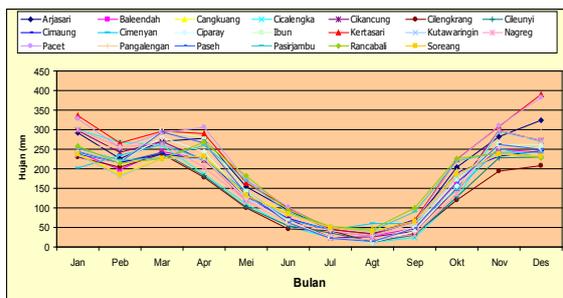
Modifikasi.

Sehingga persamaan neraca air yang digunakan adalah sebagai berikut: $\Delta S (\pm) = Re - ETc$
 Penentuan pola tanam dan jadwal tanam mengacu pada kondisi setempat yang ada, yaitu sesuai dengan jenis komoditi pertanian yang biasa ditanami petani setempat. Pola dan jadwal tanam ditentukan dari hasil neraca air yang didapat dari kebutuhan air tanaman dan ketersediaan air berdasarkan curah hujan historis dan stokastik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data tataguna lahan Kabupaten Bandung, total luas lahan kering di Kabupaten Bandung adalah seluas 11.658,44 ha atau sebesar 25,25 % dari total kawasan budidaya pertanian yang ada. Jumlah ini tersebar di 27 kecamatan dari 31 kecamatan yang ada, 20 kecamatan diantaranya memiliki luas lahan kering diatas 100 ha, dengan luas terbesar di Kecamatan Pasirjambu (1864,99 ha) dan Kecamatan Cimenyan (1303,69 ha). Kawasan lahan kering yang menjadi fokus dalam penelitian ini adalah kawasan lahan kering di kecamatan yang memiliki luas diatas 100 ha.

Data curah hujan yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari data curah hujan harian di 13 stasiun curah curah hujan yang ada di wilayah DAS Citarum. Ketersediaan data curah hujan harian dari tahun 1998 hingga 2009. Data curah hujan dari 13 stasiun ini digunakan untuk menghitung curah hujan wilayah dengan metode Thiessen dari 20 kecamatan di Kabupaten Bandung yang dijadikan lokasi penelitian. Secara ringkas rata-rata curah hujan wilayah di Kabupaten Bandung dapat dilihat pada Gambar 1.



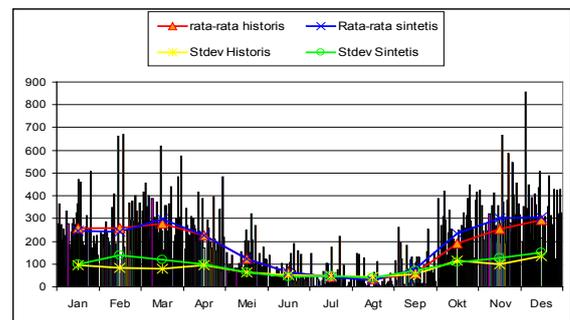
Gambar 1. Curah hujan wilayah rata-Rata Kabupaten Bandung

Dari Gambar 1 terlihat bahwa, rata-rata dalam satu tahun Kabupaten Bandung mengalami 4 bulan kering (curah hujan < 100 mm/bulan) dan 8 bulan basah (curah hujan > 100 mm/bulan), bulan basah rata-rata dimulai dari bulan Oktober hingga bulan Mei, dengan rata-rata curah hujan tahunan antara 1600-2500 mm.

Model Stokastik Curah Hujan Kabupaten Bandung

Setelah dilakukan analisis curah hujan wilayah, langkah berikutnya adalah membangkitkan data hujan bulanan dan tahunan dengan menggunakan persamaan Thomas-Fiering dan Autoregressive (AR) kemudian digabungkan dengan menggunakan Metode Two Tier.

Berdasarkan analisis statistik data hujan diketahui bahwa curah hujan bulanan dan tahunan dari 20 kecamatan yang digunakan tidak terdistribusi normal, hal ini dilihat dari nilai koefisien skewness yang tidak mendekati nol. Untuk itu sebelum dilakukan analisis stokastik data hujan harus ditransformasikan terlebih dahulu dengan menggunakan metode *Probability Plot of Correlation Coefficient (PPCC)*. Data sintetis dibangkitkan selama 38 tahun, jika ditambah dengan data historis selama 12 tahun, maka panjang rekaman data yang gunakan menjadi 50 tahun, dengan demikian diharapkan hasil analisis curah hujan andalan akan lebih akurat. Dari hasil uji karakteristik curah hujan sintetis dengan bangkitan 38 tahun tidak jauh berbeda dengan menggunakan data historisnya, sebagai contoh dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Karakteristik curah hujan historis dan sintetis Kecamatan Pangalengan

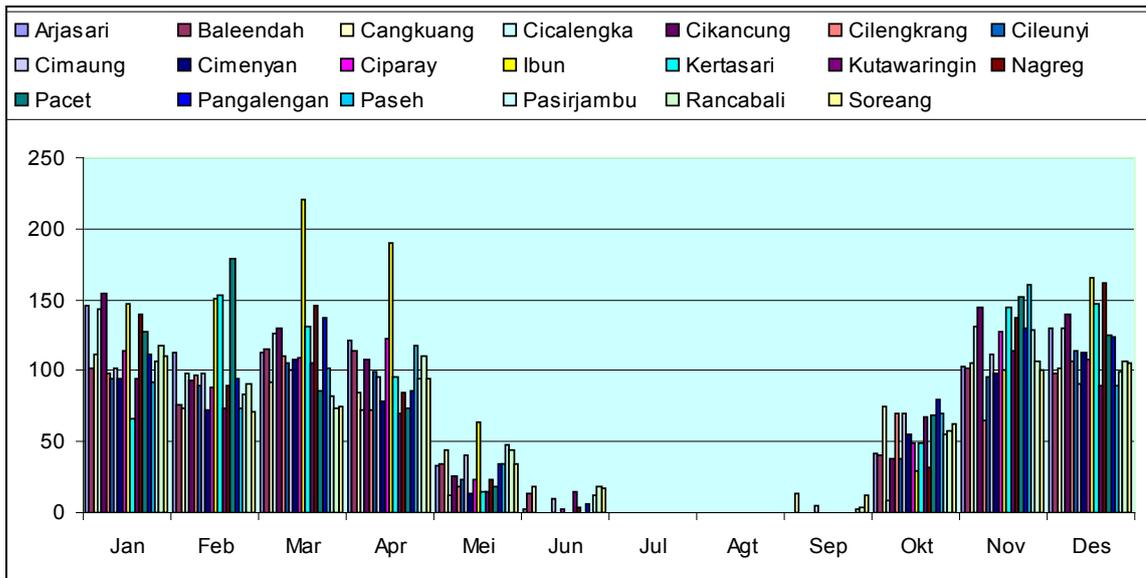
Neraca Air dan Evaluasi Pola Tanam Lahan Kering

Hasil perhitungan curah hujan efektif dapat dilihat pada Gambar 3. Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa sepuluh kecamatan di lokasi penelitian memiliki curah hujan efektif dengan karakteristik 5 bulan kering dan 7 bulan basah dalam waktu satu tahun.

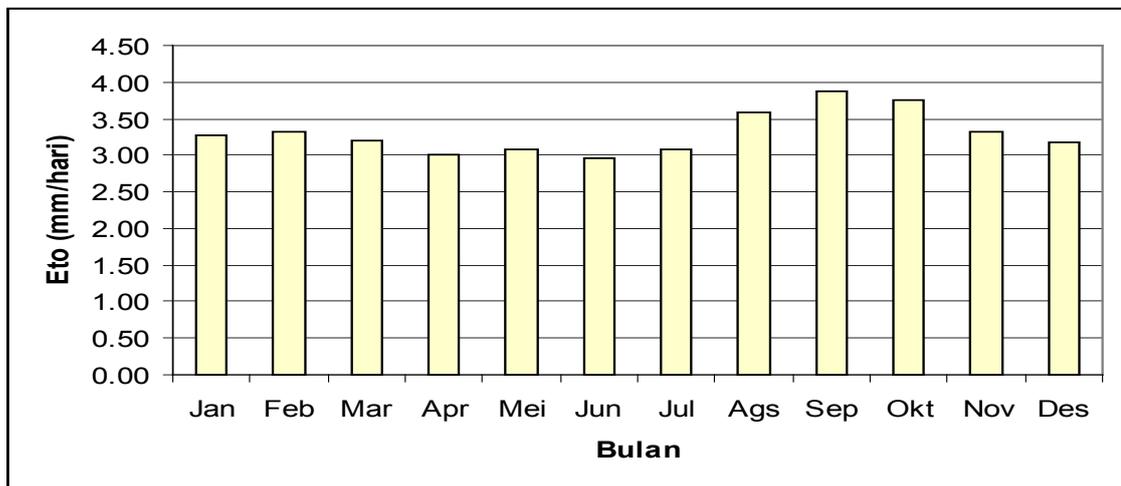
Bulan basah dimulai dari bulan Oktober hingga April, sedangkan bulan kering dari bulan Mei sampai September. Sepuluh kecamatan tersebut adalah Canguang, Cilengkrang, Cimaung, Kutawaringin, Pacet, Pangalengan, Paseh, Pasirjambu, Rancabali dan Soreang. Sisanya mengalami 6 bulan basah dan 6 bulan kering dalam waktu satu tahun, dengan bulan basah dimulai pada bulan November.

Nilai evapotranspirasi potensial dihitung berdasarkan data klimatologi yang didapat dari Stasiun Bandung, hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4 berikut ini.

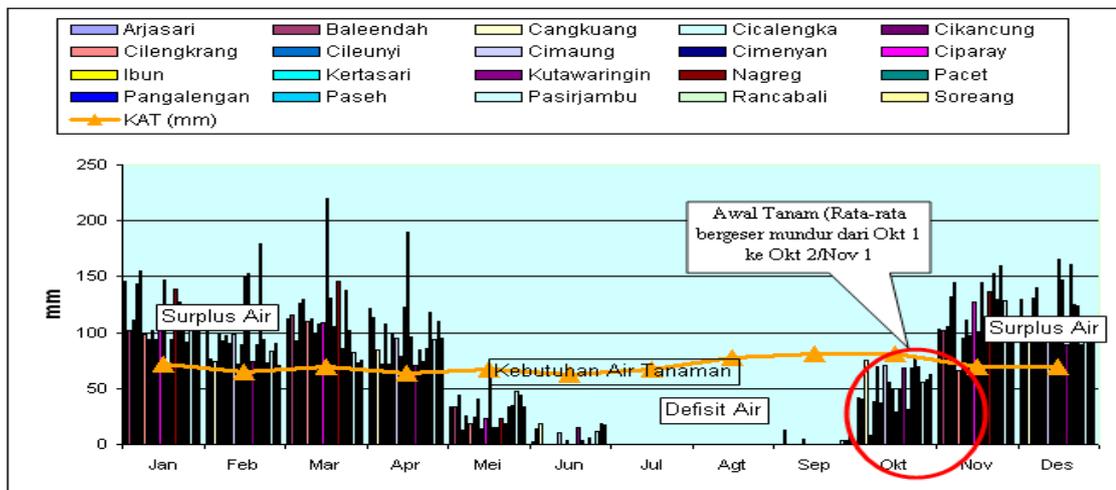
Berdasarkan wawancara, petani biasanya menetapkan awal tanam/musim pada awal Oktober (Oktober 1). Dari analisis neraca air di lokasi penelitian sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 5, ketersediaan air hujan pada bulan Oktober tidak mencukupi kebutuhan air, sehingga perlu dilakukan penggeseran awal tanam/musim dari Oktober 1 (awal Oktober) ke Oktober 2 (pertengahan Oktober) atau bahkan ke November 1 (awal November). Hasil rekomendasi pola tanam berdasarkan analisi neraca airnya dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 3. Curah hujan efektif lokasi penelitian



Gambar 4. Evapotranspirasi Potensial



Gambar 5. Neraca Air Lahan Kering di Lokasi Penelitian

Tabel 1. Rekomendasi Pola Tanam Lahan Kering Kabupaten Bandung

Kecamatan	Rekomendasi Pola Tanam	Jadwal Tanam			Keterangan
		MT1	MT2	MT3	
Arjasari	Jagung manis/Jagung pipil - Kacang Tanah/Jagung manis/Jagung pipil/Ubi Jalar	Okt 2	Jan 1		Jagung pipil panen awal atau tidak kering dilahan
Baleendah	Padi ladang/Jagung - jagung pipil/Jagung Manis	Okt 2	Feb 2		Jagung pipil panen awal atau tidak kering dilahan
	Kacang Merah - Jagung Manis - Jagung Manis	Okt 2	Des 1	Feb 2	
Cangkuang	cabe/jagung – jagung/ubi jalar	Okt 1	Feb 1		
Cicalengka	jagung manis/jagung pipil/kacang merah – jagung manis/jagung pipil	Nov 1	Jan 1		Jagung pipil panen awal atau tidak kering dilahan
Cikancung	jagung manis – jagung manis/kacang tanah/ubi jalar	Okt 2	Jan 1		
	kacang merah - jagung manis – jagung manis	Okt 1	Nov 1	Jan 1	Tumpang gilir kacang merah dan jagung manis
Cilengkrang	kentang – jagung pipil	Okt 1	Jan 1		Jagung pipil panen awal atau tidak kering dilahan
	Padi ladang/Jagung - Jagung	Okt 2	Feb 2		
	bayam – sosin –kubis	Okt 1	Nov 2	Jan 2	
Cileunyi	jagung manis – jagung manis/kacang tanah/ubi jalar	Okt 2	Jan 1		
	kacang merah – jagung pipil	Okt 1	Des 2		
Cimaung	jagung manis – jagung manis/kacang tanah/ubi jalar	Okt 1	Jan 1		
	jagung pipil –kacang tanah/ubi jalar	Okt 1	Feb 1		
	kacang merah – jagung manis – jagung manis	Okt 1	Nov 2	Feb 1	
Cimencyan	kentang – kubis/cabe/tomat/bawang merah	Okt 1	Jan 2		
Ciparay	padi ladang – jagung	Okt 1	Feb 1		
	jagung– jagung/kacang tanah/bengkuang	Okt 2	Jan 2		
	bawang merah– jagung/kacang tanah/bengkuang	Okt 2	Feb 1		
Ibun	jagung manis/jagung pipil – jagung manis/jagung pipil/ubi jalar/bawang merah/Singkong	Okt 2	Jan 2		Jagung pipil panen awal atau tidak kering dilahan
Kertasari	kentang/bawang merah/jagung pipil/jagung manis – kubis/jagung manis/jagung pipil/wortel/bawang merah	Okt 2	Feb 1		Jagung pipil panen awal atau tidak kering dilahan
Kutawaringin	jagung pipil/jagung manis – jagung manis/toma	Okt 1	Feb 1		Jagung pipil panen awal atau tidak kering dilahan
	kacang panjang – tomat/jagung manis/jagung pipil	Okt 1	Jan 1		Jagung pipil panen awal atau tidak kering dilahan
Nagreg	cabe/jagung manis/jagung pipil – jagung manis/jagung pipil/tomat	Okt 2	Jan 1		Jagung pipil panen awal atau tidak kering dilahan
	kacang merah – jagung manis/jagung pipil	Okt 2	Des 1		Jagung pipil panen awal atau tidak kering dilahan
Pacet	cabe/jagung manis/jagung pipil – jagung manis/jagung pipil/tomat	Okt 1	Jan 1		Jagung pipil panen awal atau tidak kering dilahan
	kacang merah – jagung manis – jagung manis	Okt 1	Nov 1	Feb 1	
Pangalengan	kentang – kubis/cabe/tomat/bawang merah	Okt 1	Feb 1		
	bawang merah – cabe	Okt 1	Jan 1		
Paseh	jagung manis/jagung pipil – ubi jalar/jagung manis/jagung pipil/singkong	Okt 1	Feb 1		Jagung pipil panen awal atau tidak kering dilahan
Pasir Jambu	jagung manis/jagung pipil/tomat – jagung manis/jagung pipil/cabe	Okt 1	Feb 1		Jagung pipil panen awal atau tidak kering dilahan
	buncis - jagung manis/jagung pipil	Okt 1	Jan 1		
	sawi/pakcoy - tomat/jagung manis/jagung pipil/ubi jalar	Okt 1	Des 1		
Rancabali	jagung manis/jagung pipil/buncis/tomat – jagung manis/jagung pipil	Okt 1	Feb 1		Jagung pipil panen awal atau tidak kering dilahan
	buncis - jagung manis/jagung pipil	Okt 1	Jan 1		
	sawi/pakcoy - buncis - jagung manis	Okt 1	Des 1	Feb 1	
Soreang	jagung – jagung	Okt 1	Feb 1		
	pakcoy – sosin – jagung manis	Okt 1	Des 1	Feb 1	

SIMPULAN

Simpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah: Aplikasi metode stokastik curah hujan bulanan dapat digunakan untuk membangkitkan data hujan bulanan sintetik yang memiliki karakteristik yang tidak jauh berbeda dengan data historis. Berdasarkan analisis data curah hujan histories dan sintetik diketahui bahwa secara umum pola tanam lahan kering di Kabupaten Bandung hanya dapat dilakukan 2 kali dalam setahun dan rata-rata bergeser mundur antara 2 minggu hingga 1 bulan dari kebiasaan petani setempat (dari Okt 1 ke Okt 2 atau Nov 1)

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan penelitian kompetitif strategis nasional yang dibiayai oleh Dana DIPA Universitas Padjadjaran. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih.

DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, Chay. 1995. Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Gadjah Mada University Press. Lembaga Ekologi Universitas Padjadjaran. Bandung.
- Boughton, W. C. 1999 *A daily rainfall generating model for water yield and flood studies*. Report 99/9, CRC for Catchment Hydrology, Monash University, Melbourne, 21pp.
- Buishand, T.A. 1978, *Some remarks on the use of daily rainfall models*, Journal of Hydrology, 36, pp. 295-308
- Chapman, T.G. 1997, *Stochastic models for daily rainfall in the Western Pacific*, *Mathematics and Computers in Simulation*, 43, pp. 351-358.
- Hatmoko, Waluyo. 2001. Penerapan Metode Thomas-Fiering untuk Peramalan Debit Aliran Sungai Cimanuk di Bendung Rentang. Prosiding PIT XVIII HATHI. Malang
- Manan, S. 1978. Kaidah dan Pengertian Dasar Manajemen Daerah Aliran Sungai. Penerbit IPB Press. Bogor.
- Philip B. Bedient, Wayne C. Huber (Second Edition), *Hydrology and Floodplain Analysis*, Addison-Wesley Publishing Company.
- Salas, J.W, 1988. *Applied Modelling of Hidrologic Time Series*. Water Resources Publications. Chelsea Michigan USA.
- Sharma, A. & U. Lall 1999, *A nonparametric approach to daily rainfall simulation*, *Mathematics and Computers in Simulation*, 48, pp. 367-371.
- Soewarno. 1995 Hidrologi: Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data Jilid 2. Penerbit Nova. Bandung.
- Srikanthan R, Harrold, T.I., Sharma, A. & McMahon, T.A. 2003, *Comparison of two approaches for generation of daily rainfall data*, *MODSIM2003*, Townsville, 14-17 July 2003, pp. 106-111.
- Srikanthan, R. 2004, *Stochastic generation of daily rainfall data using a nested model*. 57th Canadian Water Resources Association
- Srikanthan, R. 2005, *Stochastic generation of daily rainfall using a nested transition probability model*. 29th Hydrology and Water Resources Symposium, Engineers Australia, 20-23 February, 2005, Canberra
- Srikanthan, R. & McMahon, T.A. 2001, *Stochastic generation of annual, monthly and daily climate data: A review*, *Hydrology and Earth System Sciences*, 5(4), pp. 653-670.
- Wang, Q.J. & Nathan, R.J. 2002 *A daily and monthly mixed algorithm for stochastic generation of rainfall time series*. Hydrology and Water Resources Symposium, Melbourne, 20-23 May 2002.
- Wilson, E.B. & Hilferty, M.M. 1931, *Distribution of Chi-square*. Proc. National Academy of Science, 17, pp. 684-688.
- Wiyono. A. 1992. *Simulation of Hydropower Generation for The Citarum Multi-Reservoir System Using Synthetic Flow*. Memorial University of Newfoundland. Newfoundland Canada.
- Woolhiser D.A. 1992, 'Modeling daily precipitation-progress and problems'. In: A.T. Walden and P. Guttorp (Editors), *Statistics in the environmental and earth sciences*. Edward Arnold, London, U.K., 306 pp.