

STUDI NERACA AIR BERDASARKAN METODE COCHEME DAN FRANQUIN  
DALAM PERENCANAAN PEMBANGUNAN PERTANIAN PADA  
BEBERAPA DAERAH KERING DI BALI

I Gde Manik  
(Universitas Udayana Bali)

RINGKASAN

*Studi keseimbangan air berdasarkan metoda Cocheme dan Franquin telah dilaksanakan di beberapa daerah kering di Bali yaitu di Gerokgak Kabupaten Buleleng, Kubu dan Seraya Kabupaten Karangasem dan Nusa Penida Kabupaten Klungkung, yang didasarkan atas data curah hujan dan evaporasi. Tujuan dari studi ini adalah untuk menggunakan metoda neraca air Cocheme dan Franquin dalam perencanaan program pertanian sehingga tanaman dalam pertumbuhannya tidak kekurangan air dan tercapai pertumbuhan dan produksi maksimum. Data hujan dan evaporasi yang digunakan dalam analisis keseimbangan air ini adalah data dalam periode waktu 21 tahun (1965-1985), yang diperoleh dari Kantor Wilayah Meteorologi Tuban. Dari hasil studi ini diperoleh bahwa perencanaan pertanian pangan, penanaman hijauan makanan ternak ataupun perencanaan penghijauan untuk daerah Gerokgak adalah sebagai berikut : persiapan dan pengolahan tanah mulai akhir Juli sampai akhir September, pembibitan pada akhir September, dan mulai penanaman pada permulaan November. Untuk daerah Kubu mulai pertengahan sampai minggu ketiga Oktober persiapan dan pengolahan tanah, pembibitan minggu ketiga Oktober, dan penanaman akhir November. Perencanaan untuk daerah Seraya, mulai pengolahan tanah dan pembibitan antara pertengahan September sampai pertengahan Oktober, dan penanaman bibit pada pertengahan November. Untuk daerah Nusa Penida permulaan pengolahan tanah mulai pertengahan Agustus dan pembibitan akhir September, penanaman dimulai pada minggu ketiga November.*

PENDAHULUAN

Perhatian pemerintah dalam penanganan daerah kering saat ini dicurahkan untuk peningkatan keberhasilan pertanian secara luas (pertanian tanaman pangan, peternakan dan penghijauan). Di daerah Bali beberapa daerah kering yang perlu mendapat penanganan adalah daerah Gerokgak di Kabupaten Buleleng, daerah Seraya dan Kubu di kabupaten Karangasem, dan daerah Nusa Penida di kabupaten Klungkung. Daerah kering tersebut mempunyai tipe iklim F (Manik, dkk. 1977).

Keberhasilan perencanaan pembangunan pertanian dan program penghijauan suatu daerah kering tergantung pada pemanfaatan air yang berasal dari curah hujan dalam selang waktu yang tepat sehingga kebutuhan air oleh tanaman pada saat memerlukan air yang cukup tidak kekurangan, dengan demikian pertumbuhan tanaman akan berkembang dengan baik dan akhirnya akan memberikan produksi yang cukup baik. Banyak cara yang digunakan untuk dapat memanfaatkan air yang berasal dari curah hujan sehingga pemanfaatannya dapat direncanakan dengan efektif, salah satunya adalah melalui pendekatan keseimbangan air. Keseimbangan air yang masuk kedalam tanah (curah hujan untuk daerah kering) dan air yang hilang baik melalui evaporasi, infiltrasi ataupun run of (limpasan) (Linacre dan Hoobs, 1977). Keseimbangan air yang dihitung dengan Metoda Thornthwaite (1963) dan Kozlowski (1972) mempergunakan peubah curah hujan, evaporasi/evapotranspirasi, limpasan, dan kandungan air tanah, sehingga dalam perhitungan akan diperoleh saat terjadinya kekurangan dan saat terjadinya kelebihan air, dengan demikian dapat direncanakan saat pengolahan dan penanaman bibit yang baik.

Akan tetapi metode ini mendapat kesulitan dalam menentukan limpasan, dan kandungan air tanah secara langsung, sehingga dalam pelaksanaannya di lapangan akan mendapat kesulitan. Untuk ini telah dicoba metode yang lebih mudah yang hanya menggunakan data curah hujan dan evaporasi, yang telah dibuat oleh Cocheme dan Franquin (1967). Metode ini telah dicoba oleh Jakson (1979) dalam perencanaan pertanian di Afrika Barat dengan keadaan daerah yang kering dan tipe hujan yang hampir sama dengan tipe hujan pada daerah kering di Bali. Ternyata dari hasil percobaannya selama enam tahun mencapai hasil yang cukup baik dalam perencanaan pertanian di daerah tersebut.

## BAHAN DAN METODE

Daerah tempat penelitian adalah daerah kering yang ada di Bali yaitu Gerokgak, Kubu, Seraya dan Nusa Penida. Daerah tersebut mendapat penanganan yang serius dari Pemerintah Daerah untuk meningkatkan potensi daerahnya baik untuk pertanian pangan, peternakan ataupun penghijauan.

Data curah hujan yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari kantor Wilayah Meteorologi Tuban, berdasarkan hasil penakaran hujan di daerah kering tersebut. Data yang digunakan adalah data dalam periode 21 tahun dari tahun 1965 sampai dengan tahun 1985.

Data curah hujan untuk daerah kering di Bali tersedia dalam periode yang cukup lama, namun data evaporasi yang diukur dengan Panci Klas A Standar, tidak tersedia di daerah tersebut. Berdasarkan atas data suhu rata-rata bulanan yang tersedia untuk

setiap kecamatan di daerah tersebut dengan perhitungan menggunakan rumus Linacre dan Hoobs dapat dihitung besar evaporasi bulanan untuk masing-masing daerah tersebut. Rumus Linacre dan Hoobs adalah sebagai berikut :

$$E_o = \frac{700 (T + 0.006 h) + T - T_d}{15 (100 - A)} \text{ mm/hari}$$

80 - T

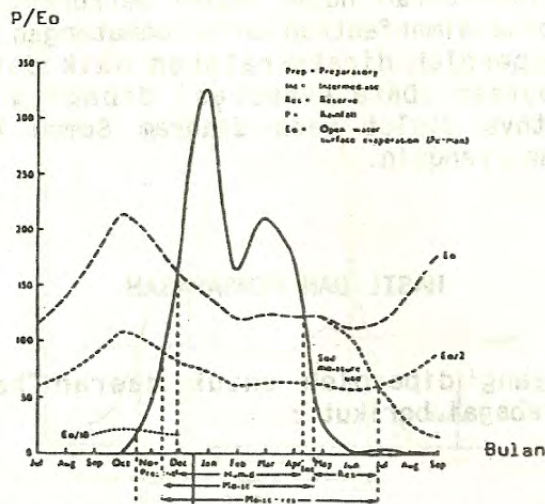
dimana :

- T : suhu udara rata-rata harian, h ketinggian tempat
- T<sub>d</sub> : suhu titik embun
- A : letak lintang.

Setelah diperoleh data curah hujan dan data evaporasi, untuk masing-masing daerah kering di Bali, kemudian dibuat keseimbangan air dengan metoda Cocheme dan Franquin.

Data evaporasi dari daerah tersebut dihitung dari data suhu rata-rata harian bulanan yang diperoleh dari pengukuran suhu di Kantor masing-masing daerah kering tersebut.

Prinsip metoda keseimbangan air menurut Cocheme dan Franquin adalah membuat analisa antara jumlah air yang masuk melalui curah hujan (P) dan jumlah air yang hilang melalui evaporasi (E<sub>o</sub>). Nilai rata-rata bulanan curah hujan (P) dan rata-rata evaporasi bulanan (E<sub>o</sub>), E<sub>o</sub>/2 dan E<sub>o</sub>/10 diplot pada Y adalah curah hujan (P) dan evaporasi (E<sub>o</sub>). Gambar plot curah hujan dan evaporasi bulanan disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram keseimbangan air Metode Cocheme dan Franquin.

Setelah diplot data curah hujan (P), data evaporasi (Eo), Eo/2, dan Eo/10, akan diperoleh perpotongan antara kurva curah hujan (p), Evaporasi (Eo), Eo/2 dan Eo/10. Dari titik perpotongan tersebut diproyeksikan kesumbu X, akan didapat titik yang merupakan bulan-bulan saat perencanaan persiapan lahan, persiapan bibit, dan penanaman bibit sehingga dapat dimanfaatkan air secara efektif. Titik proyeksi perpotongan antara P dengan Eo/10 sampai dengan P dengan Eo/2 pada sumbu X merupakan saat persiapan lahan (*preparatory* = prep). Pada saat ini hujan sudah turun namun belum cukup untuk menyediakan air dalam tanah karena evaporasi masih cukup tinggi. Proyeksi titik perpotongan antara P dengan Eo/2 sampai dengan P dengan Eo pada sumbu X merupakan saat periode peralihan tahap pertama (*First intermediate period*). Pada periode ini hujan sudah mulai turun lebih banyak sehingga dapat mengimbangi air yang hilang akibat evaporasi, dan akan meningkatkan kelembaban tanah. Saat-saat tersebut sangat cocok digunakan untuk penyemaian bibit sehingga periode selanjutnya dapat dipenuhi kebutuhan airnya untuk pertumbuhan dan produksi.

Proyeksi titik perpotongan antara P dengan Eo pada tahap permulaan maupun pada tahap akhir, saat-saat tersebut merupakan periode basah (*humid period*). Selama periode ini air cukup tersedia untuk kebutuhan tanaman. Periode peralihan tahap kedua (*Second intermediate period*) merupakan proyeksi titik perpotongan P dengan Eo sampai dengan perpotongan P dengan Eo/2 bulan selanjutnya. Selang waktu periode tahap pertama dan periode peralihan tahap kedua termasuk periode basah disebut periode lembab (*moist period*) dan selama periode ini cukup tersedia air untuk pembungaan dan pematangan buah. Saat setelah perpotongan P dengan Eo/2 selanjutnya disebut periode cadangan (*reserve period*) dan pada periode ini meskipun curah hujan sudah berkurang namun cadangan air tanah masih bisa dimanfaatkan untuk pematangan buah.

Data yang diperoleh dirata-ratakan baik data curah hujan maupun data evaporasi. Data evaporasi dibagi dua, dan dibagi sepuluh. Selanjutnya diplot pada diagram Sumbu X-Y berdasarkan metoda Cocheme dan Franquin.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari data yang diperoleh untuk daerah kering di Bali diperoleh hasil sebagai berikut :

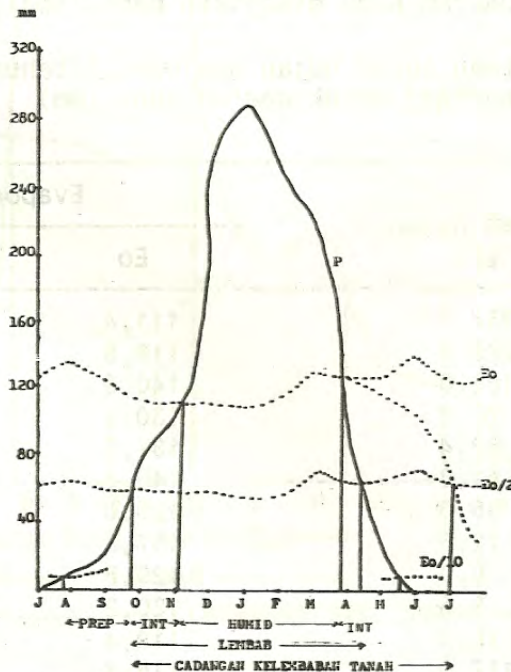
### Daerah Gerokgak

Data rata-rata curah hujan dan evaporasi untuk daerah Gerokgak disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rataan curah hujan periode 20 tahun dan evaporasi untuk daerah Gerokgak (mm)

Bulan	Curah hujan (P)	Evaporasi (Eo)		
		Eo	Eo/2	Eo/10
Januari	229,1	109,8	54,9	5,5
Februari	251,9	115,1	57,6	5,8
Maret	92,7	135,8	67,9	6,8
April	26,9	125,2	62,6	6,3
M e i	0,0	127,4	63,7	6,4
Juni	0,0	140,8	70,4	7,0
Juli	5,2	122,8	61,0	6,1
Agustus	5,2	132,8	66,4	6,6
September	18,0	123,5	61,8	6,2
Oktober	88,1	116,2	58,1	5,8
November	106,3	113,4	56,7	5,7
Desember	189,1	110,8	55,4	5,5

Dari data curah hujan (P), evaporasi (Eo), Eo/2 dan Eo/10, diplot dalam koordinat X-Y sesuai dengan metoda Cocheme dan Franquin. Hasil kurva keseimbangan air daerah Gerokgak disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Kurva keseimbangan air daerah Gerokgak berdasarkan metode Cocheme dan Franquin

Dari hasil analisis keseimbangan air berdasarkan metode Cocheme dan Franquin (Gambar 2) diperoleh bahwa metode penyiapan lahan (*preparatory period*) lamanya dua bulan yaitu mulai akhir Juli sampai dengan akhir September. Pada periode ini sudah dapat dilakukan pengerjaan lahan dan penyiapan bibit. Periode ini nampaknya cukup panjang, dan dalam pelaksanaan perencanaan pertanian disesuaikan dengan jenis yang akan diterima.

Periode peralihan tahap pertama lamanya satu bulan lebih, yaitu antara minggu terakhir September sampai dengan Oktober. Dengan mulai meningkatnya kelembaban tanah pada periode ini maka pekerjaan penyemaian bibit pada bulan ini sangat dimungkinkan.

Periode bulan basah untuk daerah Gerokgak cukup lama yaitu selama 5 bulan. Pada permulaan periode ini penanaman bibit sangat dimungkinkan sehingga pada pertumbuhan selanjutnya tidak kekurangan air, karena pada periode bulan basah ini air tanah cukup tinggi. Periode peralihan tahap kedua lamanya satu bulan antara akhir Maret sampai dengan permulaan April. Pada periode ini merupakan periode cadangan air tanah yang masih bisa dimanfaatkan kemudian oleh tanaman untuk keperluan pemasakan buah. Dari analisis ini periode lembab cukup panjang yaitu tujuh bulan mulai Oktober sampai April.

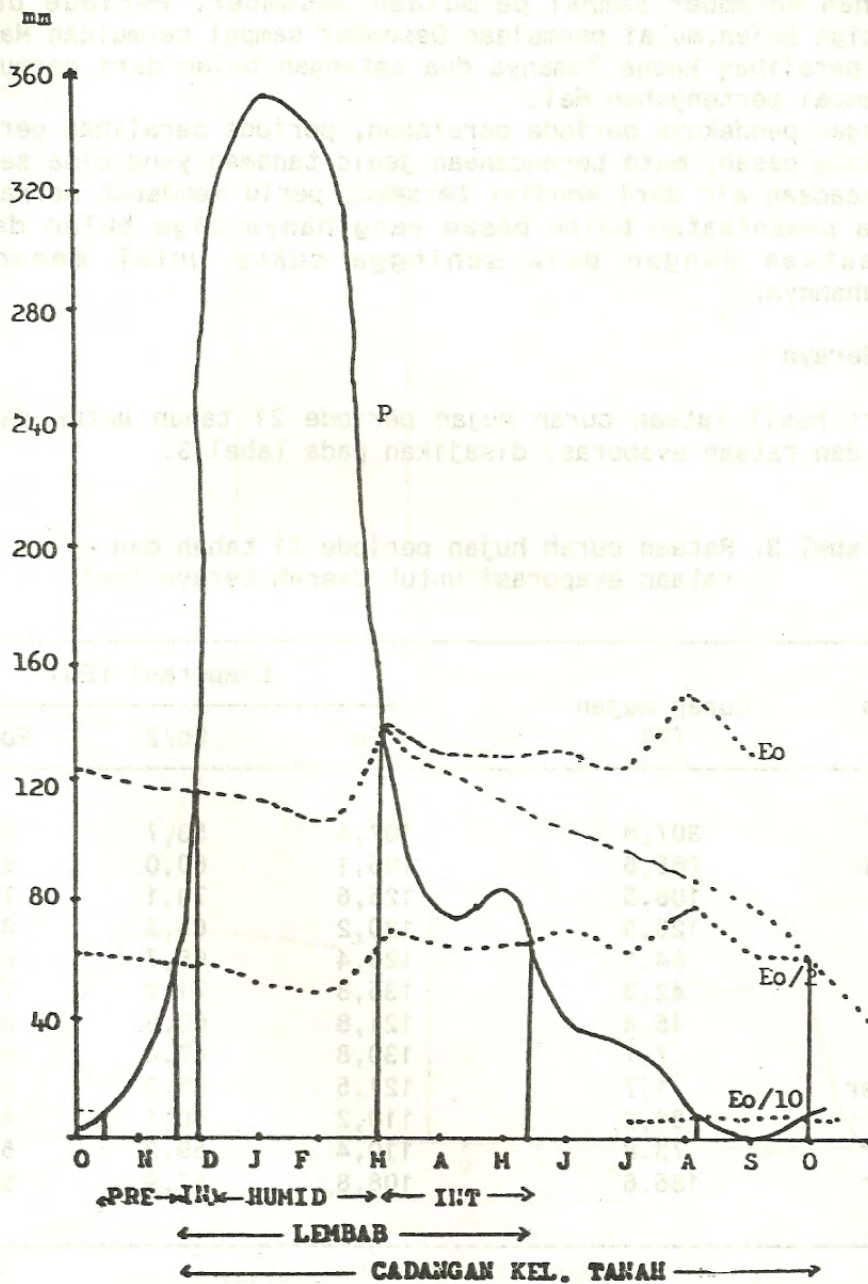
#### Daerah Kubu

Hasil rata-rata curah hujan dan evaporasi periode 21 tahun (1965-1985) untuk daerah Kubu disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rataan curah hujan periode 21 tahun dan evaporasi untuk daerah Kubu (mm)

Bulan	Curah hujan (P)	Evaporasi (Eo)	
		Eo	Eo/2
Januari	354,6	111,4	55,7
Februari	239,2	118,5	59,3
Maret	150,0	140,0	70,0
April	77,2	130,2	65,1
M e i	82,4	131,5	65,8
Juni	41,8	145,8	72,9
Juli	35,0	125,6	62,8
Agustus	12,8	157,8	78,9
September	0,0	129,5	64,8
Oktober	3,5	120,2	60,1
November	18,5	119,4	59,7
Desember	117,0	115,8	57,9

Analisis keseimbangan air untuk daerah Kubu berdasarkan metode Cocheme dan Franquin disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Kurva keseimbangan air daerah Kubu berdasarkan metode Cocheme dan Franquin

Dari analisa keseimbangan air untuk daerah Kubu diperoleh bahwa lama periode persiapan lahan adalah satu bulan, yaitu mulai pertengahan Oktober sampai pertengahan November. Periode peralihan pertama nampaknya sangat pendek, yaitu selama setengah bulan, dari pertengahan November sampai permulaan Desember. Periode basah selama tiga bulan, mulai permulaan Desember sampai permulaan Maret. Periode peralihan kedua lamanya dua setengah bulan dari permulaan Maret sampai pertengahan Mei.

Dengan pendeknya periode persiapan, periode peralihan pertama dan periode basah, maka perencanaan jenis tanaman yang bisa sesuai dengan keadaan air dari kondisi tersebut perlu mendapat perhatian sehingga pemanfaatan bulan basah yang hanya tiga bulan dapat dimanfaatkan dengan baik sehingga cukup untuk memenuhi pertumbuhannya.

### Daerah Seraya

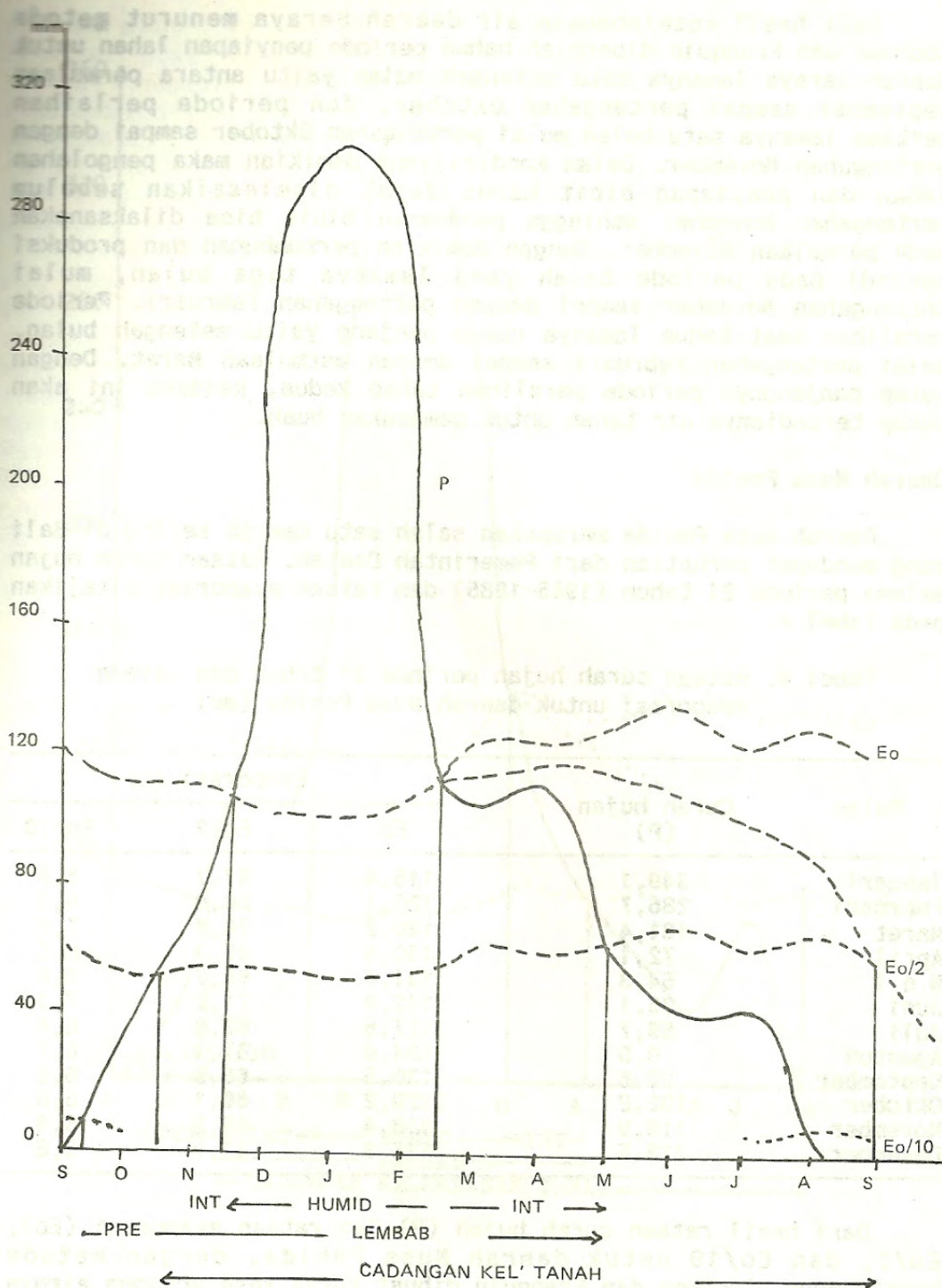
Dari hasil rata-rata curah hujan periode 21 tahun untuk daerah Seraya, dan rata-rata evaporasi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rataan curah hujan periode 21 tahun dan rata-rata evaporasi untuk daerah Seraya (mm)

Bulan	Curah hujan (P)	Evaporasi (Eo)		
		Eo	Eo/2	Eo/10
Januari	307,8	107,5	53,7	5,4
Februari	285,6	105,1	60,0	6,0
Maret	106,5	125,6	70,1	7,0
April	126,5	120,2	65,3	6,5
M e i	64,1	128,4	65,7	6,6
Juni	42,8	135,8	71,2	7,1
Juli	45,4	121,8	63,8	6,4
Agustus	7,7	130,8	67,4	6,7
September	1,7	121,5	65,3	6,5
Oktober	36,2	110,2	60,1	6,0
November	73,8	110,4	59,2	5,9
Desember	185,6	108,8	57,9	5,8

Dari data P, Eo, Eo/2, Eo/10 diplot pada diagram Sumbu X-Y, maka diperoleh kurva keseimbangan air untuk daerah Seraya berdasarkan metode Cocheme dan Franquin seperti pada Gambar 4.





**Gambar 4.** Kurva keseimbangan air daerah Seraya menurut metode Cocheme dan Franquin

Dari hasil keseimbangan air daerah Seraya menurut metode Cocheme dan Franquin diperoleh bahwa periode penyiapan lahan untuk daerah seraya lamanya satu setengah bulan yaitu antara permulaan September sampai pertengahan Oktober, dan periode peralihan pertama lamanya satu bulan mulai pertengahan Oktober sampai dengan pertengahan November. Dalam kondisi yang demikian maka pengolahan lahan dan penyiapan bibit harus dapat diselesaikan sebelum pertengahan November sehingga penanaman bibit bisa dilaksanakan pada permulaan November. Dengan demikian pertumbuhan dan produksi terjadi pada periode basah yang lamanya tiga bulan, mulai pertengahan November sampai dengan pertengahan Februari. Periode peralihan saat kedua lamanya cukup panjang yaitu setengah bulan, mulai pertengahan Februari sampai dengan permulaan Maret. Dengan cukup panjangnya periode peralihan tahap kedua, keadaan ini akan cukup tersedianya air tanah untuk pemasakan buah.

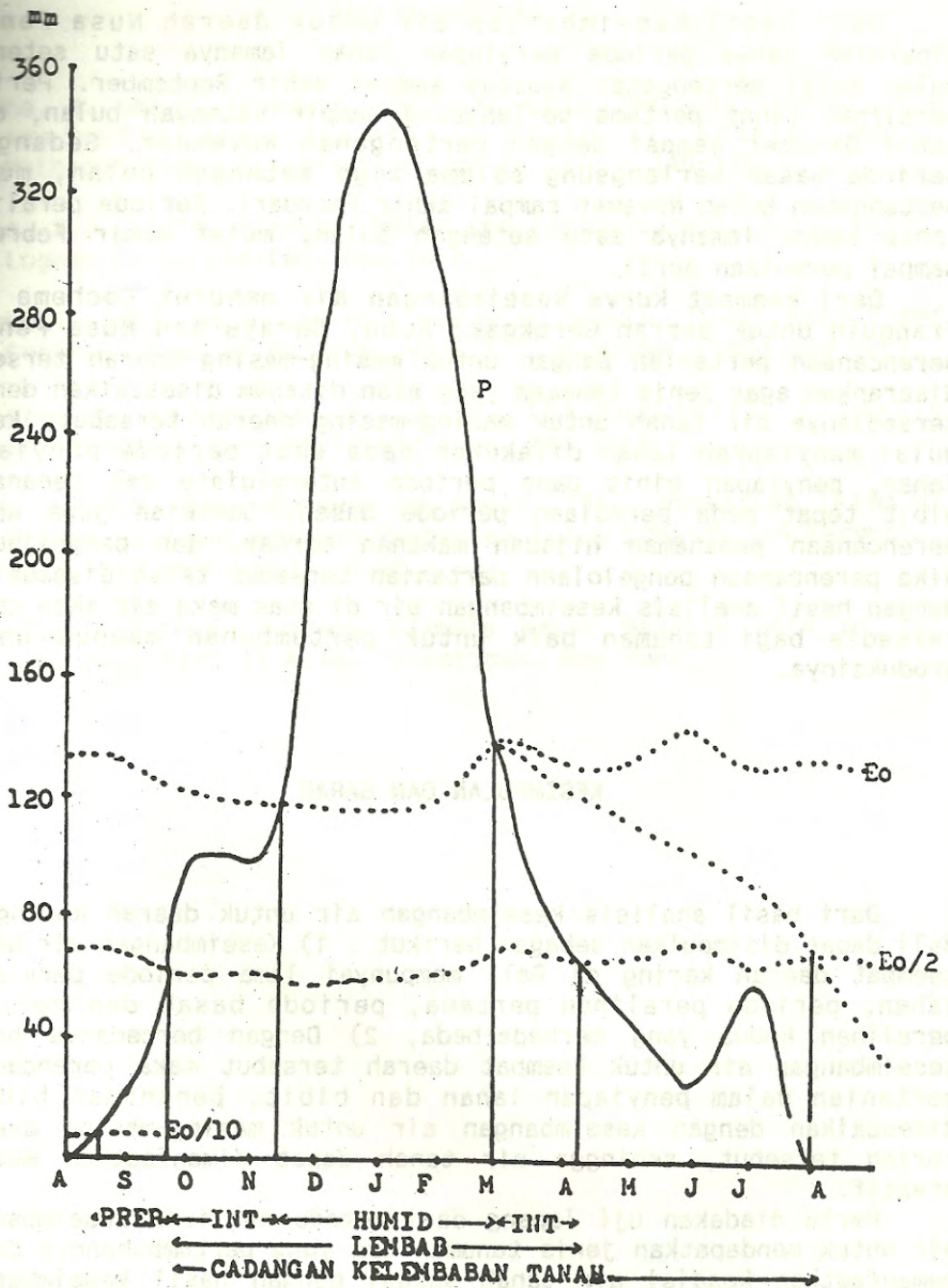
#### Daerah Nusa Penida

Daerah Nusa Penida merupakan salah satu daerah kering di Bali yang mendapat perhatian dari Pemerintah Daerah. Rataan curah hujan selama periode 21 tahun (1965-1985) dan rataannya evaporasi disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rataan curah hujan periode 21 tahun dan rataannya evaporasi untuk daerah Nusa Penida (mm)

Bulan	Curah hujan (P)	Evaporasi (Eo)		
		Eo	Eo/2	Eo/10
Januari	349,1	115,4	57,7	5,8
Februari	286,7	120,1	60,0	6,0
Maret	131,4	140,2	70,1	7,0
April	72,1	130,5	65,3	6,5
M e i	54,3	131,4	65,7	6,6
Juni	26,1	142,8	71,2	7,1
Juli	59,7	127,5	63,8	6,4
Agustus	0,0	134,8	67,4	6,7
September	20,6	130,5	65,3	6,5
Oktober	102,2	120,2	60,1	6,0
November	118,9	118,4	59,2	5,9
Desember	213,5	115,8	57,9	5,8

Dari hasil rataannya curah hujan (P) dan rataannya evaporasi (Eo), Eo/2, dan Eo/10 untuk daerah Nusa Penida, dengan metode keseimbangan Cocheme dan Franquin dibuat kurva keseimbangan airnya dengan memplot data Tabel 4 pada diagram Sumbu X-Y. Kurva keseimbangan air untuk Nusa Penida berdasarkan metoda Cocheme dan Franquin disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Kurva keseimbangan air daerah Nusa Penida berdasarkan metode Cocheme dan Franquin.

Dari hasil keseimbangan air untuk daerah Nusa Penida diperoleh bahwa periode persiapan lahan lamanya satu setengah bulan mulai pertengahan Agustus sampai akhir September. Periode peralihan tahap pertama berlangsung hampir setengah bulan, dari akhir Oktober sampai dengan pertengahan November. Sedangkan periode basah berlangsung selama tiga setengah bulan, mulai pertengahan bulan November sampai akhir Februari. Periode peralihan tahap kedua lamanya satu setengah bulan, mulai akhir Februari sampai permulaan April.

Dari keempat kurva keseimbangan air menurut Cocheme dan Franquin untuk daerah Gerokgak, Kubu, Seraya dan Nusa Penida perencanaan pertanian pangan untuk masing-masing daerah tersebut disarankan agar jenis tanaman yang akan ditanam disesuaikan dengan tersedianya air tanah untuk masing-masing daerah tersebut, kapan mulai menyiapkan lahan dilakukan pada saat periode persiapan lahan, persiapan bibit pada periode intermediate dan penanaman bibit tepat pada permulaan periode basah. Demikian juga untuk perencanaan penanaman hijauan makanan ternak, dan penghijauan. Jika perencanaan pengelolaan pertanian tersebut telah disesuaikan dengan hasil analisis keseimbangan air di atas maka air akan cukup tersedia bagi tanaman baik untuk pertumbuhan maupun untuk produksinya.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil analisis keseimbangan air untuk daerah kering di Bali dapat disimpulkan sebagai berikut : 1) Keseimbangan air untuk keempat daerah kering di Bali mempunyai lama periode persiapan lahan, periode peralihan pertama, periode basah dan periode peralihan kedua yang berbeda-beda, 2) Dengan berbedanya hasil keseimbangan air untuk keempat daerah tersebut maka perencanaan pertanian dalam persiapan lahan dan bibit, penanaman bibit, disesuaikan dengan keseimbangan air untuk masing-masing daerah kering tersebut, sehingga air tanah dapat dimanfaatkan secara efektif.

Perlu diadakan uji lapang dari metode analisis keseimbangan air untuk mendapatkan jenis tanaman apa yang pertumbuhannya dapat memanfaatkan kondisi air tanah sesuai dengan hasil keseimbangan air untuk keempat daerah kering tersebut.

Penelitian lebih lanjut pada daerah kering lain di Indonesia untuk melihat apakah metode ini dapat dimanfaatkan dalam perencanaan pertanian daerah kering.

## DAFTAR PUSTAKA

- Cocheme, J. and P. Franquin, 1967. An Agroclimatology survey of a semi-arid area in Africa South of Sahara. World Meteorological Organization, 86 No. 210 : 110-136.
- Jakson. I.J., 1979. Climate, Water and Agriculture in The Tropics. Logman Group Limited. New York.
- Kozlowski, 1972. Water deficit and Plat Growth, Plant Respon and Control of Water Balance, Vol. III. Academic Press New York.
- Linacre, E. and Hoobs, J., 1977. The Australian Climatic Environment. John Willy and Sons, New York.
- Manik, G.I.G.N. Raka Haryana dan Ramli, 1977. Pembagian Iklim di Daerah Bali berdasarkan Pembagian Iklim Schmidt dan Ferguson. Bull FKHP-UNUD. 081 : 1-18.
- Thorntwaite, 1963. Average Climate Water Balance Data of the Continets Part II Asia. Centertown, New York.