

WILAYAH SURPLUS DAN DEFISIT AIR DI SENTRA PRODUKSI PADI SULAWESI UTARA MENGGUNAKAN MODEL NERACA AIR

SPATIAL MAPPING SURPLUS AND DEFICIENCY WATER ON RICE PRODUCTION CENTER OF NORTH SULAWESI USING WATER BALANCE MODEL

J.H. Panelewen¹⁾, J.E.X. Rogi²⁾, dan W. Rotinsulu²⁾

¹⁾Dinas Pertanian dan Peternakan Provinsi Sulawesi Utara

²⁾Fakultas Pertanian Unsrat Manado

ABSTRACT

The research was conducted in the field and laboratory. Fieldwork in paddy rice production center was done to collect geographical coordinates while data analysis was conducted in the Laboratory of Ecosystem Modelling, Faculty of Agriculture, Sam Ratulangi University. Laboratory analysis was done to validate water balance model and to develop water surplus dan water shortage maps. This research was done during August 2012. Data collection included identification, inventory and data analysis. Then it continued with developing digital maps using Geographical Information Systems (GIS) for water balance model. Model inputs included climatic variables (rainfall, temperature, humidity, sunlight, and windspeed), ground water content and leaf area index. Parameter inputs included crop variety and location. Model simulation indicated that rainfall trend in North Sulawesi has increased especially in Januari, April dan November. Conversely, a decrease rainfall trend was occurred in February and September. Spatial map showed that water surplus occurred in Minahasa Selatan, Bolaang Mongondow, Bolang Mongondow Utara and Bolaang Mongondow Selatan. On the other hand, water shortage in North Sulawesi was experienced in October.

Keywords : *geographical information systems, water balance model*

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan di lapangan dan laboratorium. Kerja lapangan di sentra produksi padi dilakukan untuk mengumpulkan data koordinat geografis sedangkan data analisis dilakukan di Laboratorium Model Ekosistem, Fakultas Pertanian, Universitas Sam Ratulangi. Analisis Laboratorium dilakukan untuk memvalidasi model neraca air dan untuk mengembangkan peta kelebihan dan kekurangan air. Penelitian ini dilakukan selama bulan Agustus 2012. Pengumpulan data meliputi identifikasi, inventarisasi dan analisis data. Kemudian dilanjutkan dengan mengembangkan peta digital dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk model neraca air. Model input meliputi variabel iklim (curah hujan, suhu, kelembaban, sinar matahari, dan kecepatan angin), kadar air tanah dan indeks luas daun. Parameter input meliputi berbagai varietas tanaman dan lokasi. Model simulasi menunjukkan bahwa curah hujan tren di Sulawesi Utara telah meningkat terutama pada Januari, April dan November. Sebaliknya, penurunan curah hujan tren yang terjadi pada bulan Februari dan September. Spasial peta menunjukkan bahwa surplus air terjadi di Minahasa Selatan, Bolaang Mongondow, Bolang Mongondow Utara dan Bolaang Mongondow Selatan. Di sisi lain, kekurangan air di Sulawesi Utara dialami pada bulan Oktober.

Kata kunci : *sistem informasi geografis, model neraca air*

PENDAHULUAN

Kekeringan adalah fenomena alami yang disebabkan oleh keterbatasan kemampuan tanah untuk menyediakan air bagi makhluk hidup di atasnya. Dalam kerangka pertanian kekeringan diartikan suatu kondisi bagi tanaman yang sudah tidak mampu lagi menyerap air tanah. Sebagai suatu fenomena yang bersifat alami, maka kekeringan akan menjadi masalah bagi pertanian, jika berlangsung pada suatu periode yang menyimpang, misalnya musim kemarau yang melebihi batas normalnya. Sehingga keadaan kekeringan bagi setiap tanaman dapat dinyatakan oleh dua faktor, yaitu internal faktor yang terkait dengan fisiologis tanaman dan eksternal faktor yang terkait dengan ketersediaan air tanah.

Dalam dasawarsa terakhir ini di beberapa wilayah Sulawesi Utara mengalami perubahan iklim yang cukup signifikan dari keadaan sebelumnya. Hal ini mengakibatkan berbagai masalah dan kerugian usaha tani. Contohnya musim tanam sudah tiba tetapi hujan tidak turun mengakibatkan bibit rusak, pengolahan lahan berulang atau bibit yang sudah ditanam mengalami kekeringan yang menimbulkan kerugian cukup besar. Lebih lanjut penyimpangan ini berakibat buruk pada sikap dan disiplin para pelaku usaha tani dalam perencanaan. Oleh karena itu pemetaan surplus dan defisit air penting untuk dikaji sehingga kebijakan mengenai masalah air dapat dilakukan dengan tepat. Ketepatan dalam analisis surplus dan defisit air dilakukan dengan menggunakan model yang telah diuji keabsahannya seperti model neraca air yang disusun Handoko (1994) untuk tanaman padi dan Rogi (1996) untuk tanaman Gandum serta Rogi (2002) untuk tanaman kelapa sawit.

Penelitian ini bertujuan untuk: 1) menyusun peta spasial wilayah surplus dan defisit air di sentra produksi padi di Sulawesi Utara; 2) mengkaji dampak kekeringan untuk mengetahui proses/masalah kekeringan sehingga dapat diketahui faktor-faktor yang menjadi penyebab kekeringan. Hasil dari identifikasi permasalahan kekeringan ini akan digunakan sebagai dasar bagi tahapan kegiatan selanjutnya, yaitu identifikasi data dan sistem.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dua tahap: 1). pengambilan koordinat dan membangkitkan data iklim di sentra produksi padi dan 2) penerapan model di Laboratorium Modelling Ekosistem Fakultas Pertanian UNSRAT. Penelitian ini berlangsung pada bulan Agustus 2012.

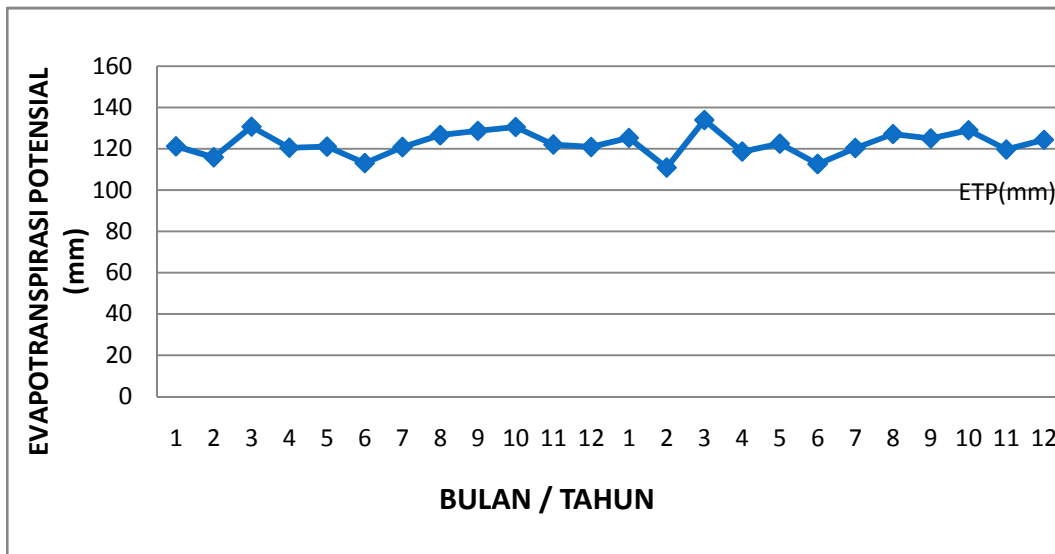
Metode pengumpulan data dalam penelitian ini terdiri dari kegiatan identifikasi, inventori dan analisis data. Secara berurutan kegiatan ini dimulai dengan identifikasi, dilanjutkan dengan inventori atau pengumpulan data (*data collecting*) dan yang terakhir adalah analisis data. Surplus dan defisit air dihitung dengan menggunakan model neraca air yang dikembangkan Handoko (1994), model ini mensimulasi aliran air dari hujan yang jatuh ke permukaan tajuk tanaman, sebagian diintersepsi dan sisanya jatuh ke permukaan tanah atau genangan air. Air yang sampai di permukaan akan masuk ke dalam tanah sebagai infiltrasi, menambah tinggi genangan air atau mengalir sebagai limpasan permukaan. Sebagian air akan diuapkan langsung ke atmosfer dan sebagian akan diserap akar tanaman sebagai transpirasi. Model ini ditujukan untuk padi sawah dengan lapisan bajak sehingga aliran ke bawah sebagai drainase dianggap tidak terjadi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Run Model

Curah Hujan

Berdasarkan hasil simulasi model diperoleh bahwa curah hujan di Sulawesi Utara mempunyai trend meningkat terjadi pada bulan Januari, April dan November. Sedangkan curah hujan yang mempunyai trend terendah terjadi pada bulan Februari, September, juga dapat dilihat dari Gambar 1 bahwa Curah hujan setiap tahun mengalami *trend* peningkatan. Data BMKG (Badan Meteorologi dan Geofisika) menunjukkan bahwa Curah Hujan di Sulawesi Utara telah mengalami peningkatan sebesar 115%.



Gambar 1. Hasil Simulasi Berdasarkan Data Curah Hujan
(Figure 1. Simulation Results Based Rainfall Data)

Evapotranspirasi

Pengukuran evapotranspirasi umumnya terbatas pada stasiun penelitian pertanian dikarenakan kesulitan peralatannya (Oliver dan Hidore, 1984). Evapotranspirasi dari permukaan alami masih sulit diukur secara langsung, tetapi dengan berbagai metode tidak langsung dapat diduga dengan rumusan teoritis. Suatu pendugaan yang cukup berarti dari metode tidak langsung didasarkan pada rumusan neraca air, yaitu curah hujan = runoff + evapotranspirasi + perubahan lengas tanah. Prinsip dari metode ini adalah mengukur air yang mengalami perkolasi (runoff) melalui blok tertutup vegetasi (biasanya rumput) dan mencatat curah hujannya. Blok ini dinamakan Lisimeter, penimbangan dilakukan secara teratur sehingga perubahan berat yang tidak terhitung dari curah hujan dan runoff dapat diterangkan sebagai evapotranspirasi atau kehilangan air akibat kondisi ini, sepanjang rumputnya selalu dijaga tetap pendek. Metode ini menentukan evapotranspirasi harian (Barry dan Chorley, 1976). Terdapat cukup banyak jenis lisimeter antara Lisimeter Timbang (Lisimeter Davis), Lisimeter Apung (Tangki GGI-500), dan lisimeter berdasarkan metode volumetrik (Lisimeter Drainase).

Metode pendugaan evaporasi dan evapotranspirasi dengan pendekatan klimatologis didasarkan pada penggunaan data iklim yang ter-

sedia. Pendekatan ini disebut juga pendekatan empirik karena diturunkan dari kawasan dan dengan tujuan tertentu. Sampai saat ini berbagai macam persamaan telah dihasilkan dari yang sederhana hingga cukup kompleks. Metode Thornthwaite dikenal sederhana karena hanya membutuhkan data temperatur udara. Sedang metode Penman dikenal cukup kompleks karena membutuhkan data iklim cukup banyak, namun banyak digunakan secara luas dan dapat dikembangkan serta umumnya juga dikenal paling baik.

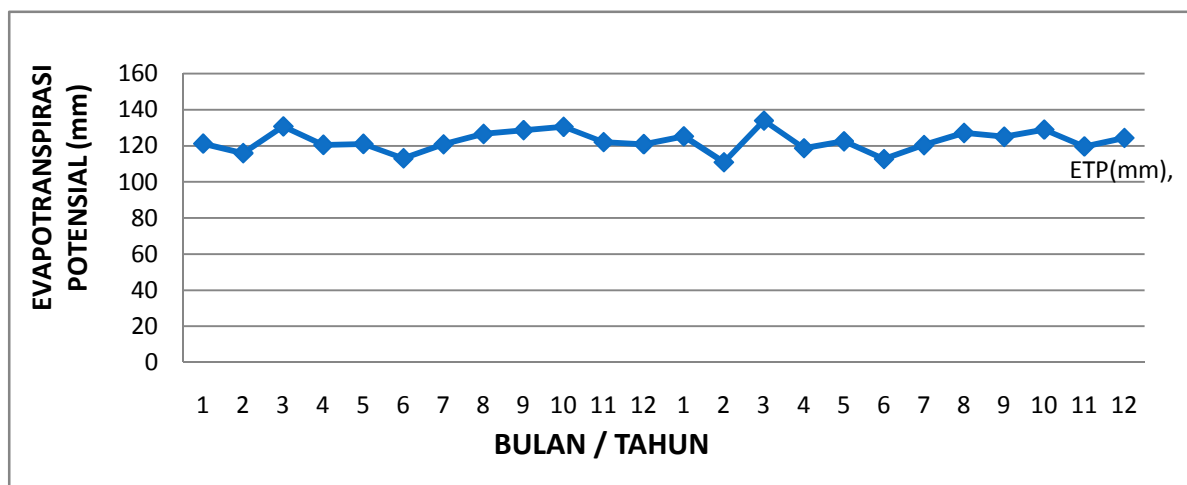
Hasil simulasi menunjukkan bahwa evaporasi potensial maksimum terjadi pada Bulan Maret dan September, ini disebabkan oleh kedudukan matahari terdekat dengan bumi terjadi pada bulan-bulan tersebut (23 Maret dan 22 September) sehingga menyebabkan intensitas radiasi dan suhu udara yang tinggi untuk mengadakan proses evapotranspirasi. Chang (1974) dasar pendekatan dan perhitungan evapotranspirasi menurut Thornthwaite hanyalah data temperatur udara rata-rata. Metode ini diturunkan di Amerika Tengah (Kepulauan Karibia) di mana hubungan antara temperatur dan radiasi cukup erat, sehingga peranan temperatur memang penting dalam evaporasi dan adveksi. Menurut Thornthwaite evapotranspirasi merupakan fungsi eksponensial dari temperatur udara dengan faktor panjang hari dan bulan digunakan untuk koreksi

hubungannya dengan lintang dan musim (Ojo, 1977). Oldeman (1977) dalam Suharsono (1989) telah menerangkan pola evaporasi musiman di Jawa. Pada musim hujan, evaporasi berkisar antara 75 mm/bulan di elevasi tinggi hingga 115 mm/bulan di permukaan laut. Sedangkan pada musim kemarau, evaporasi lebih besar yang berkisar 110 mm/bulan di elevasi tinggi hingga 150 mm/bulan di permukaan laut. Di Nusa Tenggara dan Timor, rata-rata evaporasi panci tahunan berkisar antara 1750 mm pada elevasi rendah hingga kurang dari 1000 mm pada elevasi di atas 1000 m dpl dengan keadaan tempat yang lembab dan berawan (Irish, 1979). Oldeman dan Las (1977) dalam Suharsono (1989) telah membuat hubungan regresi antara radiasi surya (X, cal/cm²/hari) dengan evaporasi panci kelas A (Y, mm/hari) dari enam stasiun di Pulau Jawa sesuai dengan persamaan berikut. Hasil penelitian Evaporasi dan Neraca Air di Pulau Jawa, Suharsono (1989) mengemukakan: 1) Evaporasi tahunan (Ea, mm) mempunyai hubungan dengan curah hujan tahunan (CH, mm) dan ketinggian tempat (H, mm) yang dirumuskan mengikuti persamaan $E_a = 2092 - 0.470 H - 0.142 CH$; 2) Evaporasi rata-rata bulanan (E, mm/hari) mempunyai hubungan yang erat dengan radiasi surya rata-rata bulanan (R, cal/cm²/hari) yang dirumuskan mengikuti persamaan $E = 0.443 + 0.0104 R$; 3) Evaporasi tahunan rata-rata di pulau Jawa adalah 1472 mm dengan kisaran 921 – 2648 mm. Evaporasi yang rendah terjadi di pegunungan

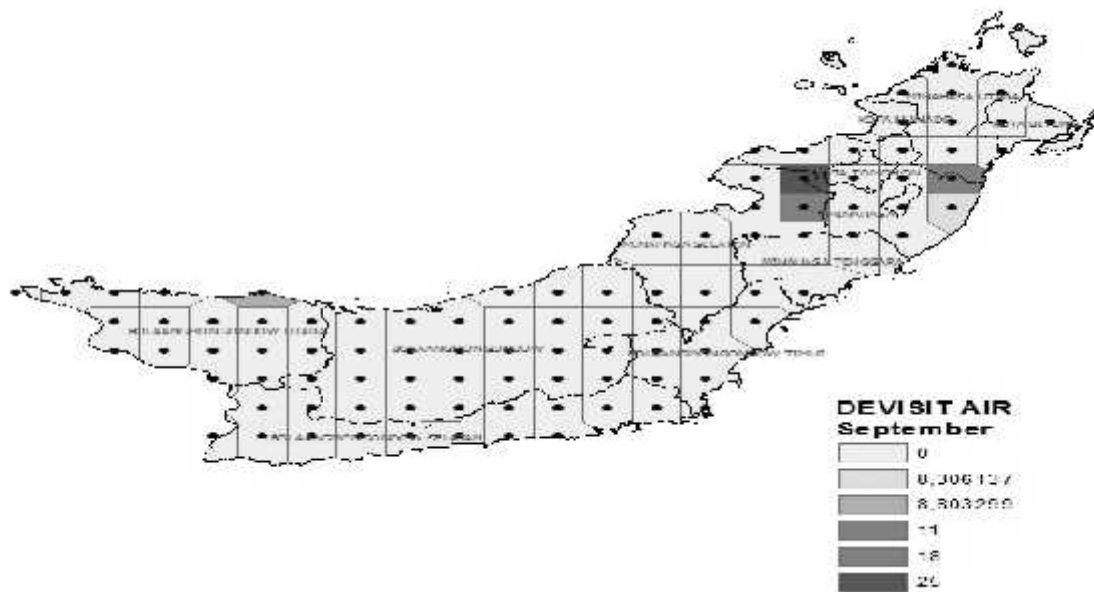
dan daerah sebelah selatan Jawa Barat, sedang yang tinggi di daerah Pasuruan, Probolinggo dan Situbondo Jawa Timur; 4) Variasi nilai evaporasi dari tahun ke tahun relatif rendah, yaitu 0.10-0.25 (dibandingkan curah hujan bulanan berkisar 0.30-1.50), sehingga data evaporasi yang diperlukan untuk analisis neraca air, kajian hidrologi ataupun perhitungan normalnya sekitar lima tahun pengamatan.

Pemetaan Spasial Defisit Air

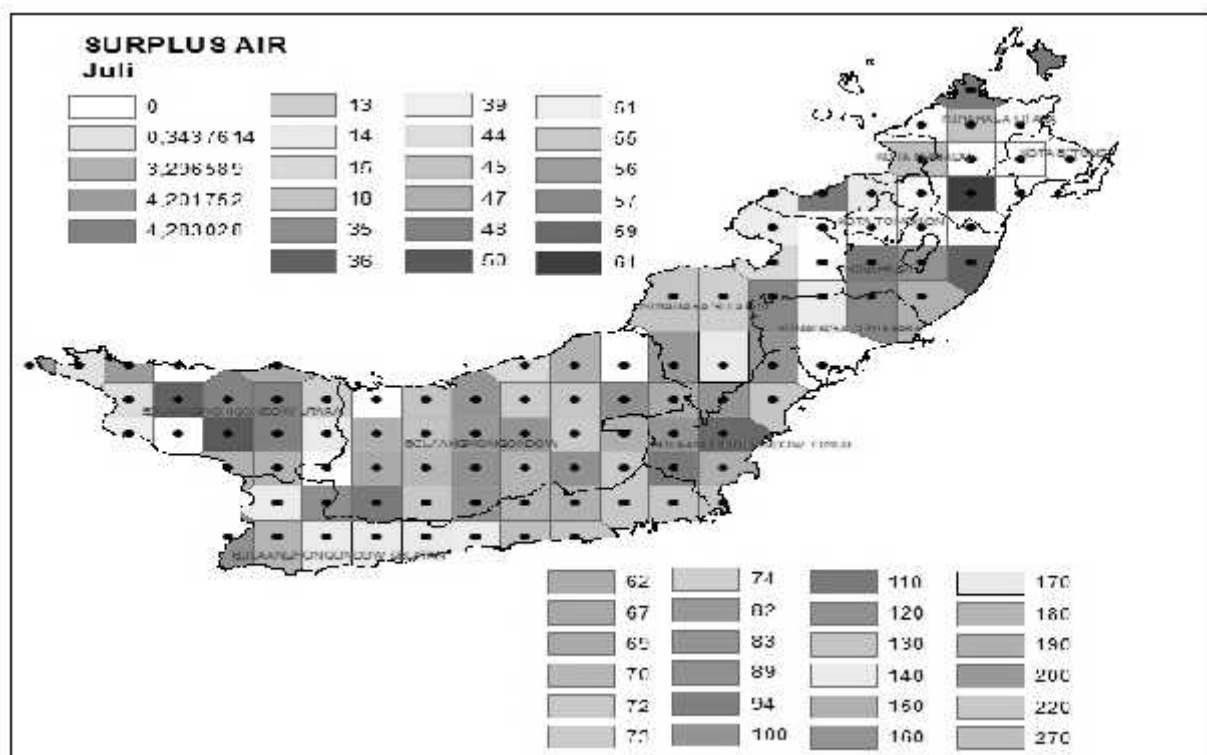
Hasil pemetaan defisit air ditemukan bahwa pada Bulan September merupakan kekurangan (defisit air) terbesar di Provinsi Sulawesi Utara, ini disebabkan oleh penguapan yang tinggi pada bulan tersebut dan mengakibatkan produksi tanaman mengalami penurunan pada bulan tersebut. Dalam suatu hasil pengkajiannya, Ochs dan Daniel (1976) telah memperlihatkan hubungan defisit air dengan pembukaan stomata (Gambar 3). Dari gambar tersebut diperlihatkan bahwa pembukaan stomata (*Stomatal opening, SO*) dengan nilai $SO = 5$ merupakan suatu nilai ambang kritis (*a critical threshold*), karena setelah nilai ini perubahan defisit air sedikit saja akan menyebabkan penutupan stomata yang lebih cepat. Nilai ambang ini juga yang mendukung pernyataan bahwa kekeringan pada tanaman dimulai bila defisit air mencapai 200 mm.



Gambar 2. Hasil Simulasi Berdasarkan Data Evapotranspirasi Potensial (mm)
 (Figure 2. Simulation Results Based Data Potential Evapotranspiration (mm))



Gambar 3. Hasil Simulasi Pemetaan Defisit Air Bulan September
(Figure 3. Simulation Results Mapping Water Deficit in September)



Gambar 4. Hasil Simulasi Pemetaan Surplus Air Bulan Juli
(Figure 4. Simulation Results Mapping Water Surplus In July)

Pemetaan Spasial Surplus Air

Hasil pemetaan bulan Juli menunjukkan variasi yang luas dibandingkan dengan bulan-bulan lainnya. Dari hasil simulasi terlihat bahwa nilai

tertinggi untuk surplus mempunyai angka 270 mm yang terletak pada daerah Selatan Sulawesi Utara, ini disebabkan bahwa pada Bulan Juli dan Agustus wilayah tersebut mengalami curah hujan yang

cukup besar, sehingga daerah tersebut dinamakan daerah non ZOM (Zone musim).

KESIMPULAN

Hasil simulasi model diperoleh bahwa curah hujan yang mempunyai trend meningkat di Sulawesi Utara terjadi pada bulan Januari, April dan November. Sedangkan curah hujan yang mempunyai trend terendah terjadi pada bulan Februari dan September, sedangkan hasil pemetaan surplus air diperoleh hasil bahwa surplus air adalah daerah Minahasa Selatan, Bolaang Mongondow, Bolaang Mongondow Utara dan Bolaang Mongondow Selatan, sementara itu defisit air terbesar di Provinsi Sulawesi Utara ditemukan bahwa pada Bulan Oktober.

Berdasarkan hasil analisa dapat disimpulkan bahwa secara spasial terlihat bahwa kadar air tanah di Sulawesi Utara rata-rata berada 100-300 mm, sehingga sebagian besar wilayah Sulawesi Utara dalam keadaan surplus air. Daerah yang banyak mengalami surplus air adalah daerah Minahasa Selatan, Bolaang Mongondow, Bolaang Mongondow Utara dan Bolaang Mongondow Selatan yang merupakan daerah sentra produksi padi. Sementara defisit air terbesar di Sulawesi Utara hanya terjadi bahwa pada Bulan Oktober.

DAFTAR PUSTAKA

- Barry, R. G. and R. J. Chorley. 1976. *Atmosphere, Weather and Climate*. Third Edition. Meutheun and Co. Ltd. London.
- Chang, Jen-Hu. 1974. *Climate and Agriculture: An Ecological Survey*. Aldine Publ. Co. Chicago.
- Handoko. 1994. *Dasar penyusunan dan Aplikasi Model Simulasi computer untuk Pertanian*. Jur AGROMET-IPB. Bogor.
- Ochs, R. and C. Daniel. 1976. *Research on techniques adapted to dry regions*. pp. 315-329 in R. H. V. Corley, J. J. Hardon, and B. J. Wood (ed.). Oil Palm Research. Elsevier. Amsterdam.
- Oliver, John E. and John J. Hidore. 1984. *Climatology and Introduction*. A Bell & Howell Co. Columbus. Ohio.
- Ojo, Oyediran. 1977. *The Climate of West Africa*. Hememann Educational Book Ltd. London.
- Rogi, J.E.X. 1996. Pengujian dan Penerapan Model Simulasi Interaksi Air-Nitrogen pada Tanaman Gandum (*Triticum aestivum* L.). Tesis. PPS IPB. Bogor
- . 2002. Penyusunan Model Simulasi Dinamika Nitrogen Pertanaman Kelapa Sawit (*Elaeis quineensis* Jacq.) di Unit Usaha Bekri Provinsi Lampung. Disertasi. PPS IPB. Bogor.
- Suharsono, D. 1989. Evaporasi dan Neraca Air di Pulau Jawa. Tesis Magister Sains. Fakultas Pascasarjana IPB. Bogor.

