

POLA SPASIAL PENGARUH KEJADIAN LA NINA TERHADAP CURAH HUJAN DI INDONESIA TAHUN 1998/1999; OBSERVASI MENGGUNAKAN DATA TRMM MULTISATELLITE PRECIPITATION ANALYSIS (TMPA) 3B43

Abd. Rahman As-syakur¹⁾²⁾

¹⁾Pusat Penelitian Lingkungan Hidup (PPLH) Universitas Udayana

²⁾Center for Remote Sensing and Ocean Science (CRoSOS) Universitas Udayana

Email; ar.assyakur@yahoo.com

ABSTRAK

Tulisan ini menguraikan tentang pola spasial pengaruh kejadian La Nina terhadap curah hujan di Indonesia saat kejadian La Nina tahun 1998/1999 yang diobservasi menggunakan data *TRMM Multisatellite Precipitation Analysis* (TMPA) 3B43. Data TMPA 3B43 yang digunakan adalah selama 12 tahun dari tahun 1998 sampai 2009 dengan fokus analisis berupa analisis bulanan dan musiman monsoon. Hasil analisis semakin menguatkan hasil-hasil penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa kejadian La Nina tahun 1998/1999 terjadi mulai bulan April sampai November dan atau dampak kuat terjadi selama masa Juni-Juli-Agustus (JJA) dan September-Oktober-November (SON) dengan puncak kejadian bulan Agustus dan September. Penelitian ini berhasil menemukan fenomena baru terhadap efek kejadian La Nina khususnya terhadap pola spasial sebaran efeknya yaitu bahwa efek La Nina terhadap curah hujan di Indonesia ternyata bergerak dinamis selama masa kejadian dimana efek kejadian dimulai di bagian selatan Indonesia dan berakhir di bagian timur Indonesia. Pemanfaatan data penginderaan jauh seperti TMPA 3B43 ternyata mampu menggambarkan pola spasial efek La Nina terhadap curah hujan di Indonesia.

KATA KUNCI: La Nina; TMPA 3B43; curah hujan; pola spasial; Indonesia

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan benua maritime yang dilewati oleh garis katulistiwa dan terletak di antara dua samudera dan dua benua. Posisi ini mengakibatkan Indonesia menjadi lokasi pertemuan dua tipe sirkulasi utama dunia yaitu pertemuan sirkulasi meridional (Utara-Selatan) yang dikenal sebagai Sirkulasi Hadley dan sirkulasi zonal (Timur-Barat) atau yang biasa dikenal sebagai Sirkulasi Walker. Selain itu akibat rotasi bumi yang bergerak dari 23.5° LU ke 23.5° LS dan sebaliknya selama setahun mengakibatkan adanya kejadian monsoon yang juga melewati wilayah Indonesia. Kejadian-kejadian tersebut sangat mempengaruhi curah hujan di Indonesia khususnya bentuk pola hujan tahunan. Indonesia merupakan negara kepulauan, oleh karena itu kondisi lokal seperti topografi yang beragam serta keberadaan vegetasi juga berpengaruh terhadap keberagaman curah hujan di Indonesia.

Interaksi antara atmosfer dan laut disekitar Indonesia juga berpengaruh terhadap keragaman hujan di Indonesia, seperti kejadian *El Niño-Southern Oscillation* (ENSO) dan kejadian *Indian Ocean Dipole* (IOD) (Aldrian *et al.*, 2007; Hendon, 2003; Aldrian and Susanto, 2003; Nicholls, 1988; Ropelewski and Halpert, 1987; Saji *et al.*, 1999; Saji and Yamagata, 2003b; Bannu *et al.*, 2005). ENSO merupakan pola berulang dari variabilitas iklim di bagian timur samudera Pasifik yang ditandai dengan anomali temperatur permukaan laut (penghangatan permukaan laut menggambarkan kejadian El Nino sedangkan pendinginan permukaan laut menggambarkan kejadian La Nina) dan anomali *Sea level pressure* (*Southern Oscillation*) (Philander, 1990; Trenberth, 1997; Naylor *et al.*, 2001; Meyers *et al.*, 2007). Kejadian El Nino dan La Nina menyebabkan

terjadinya penurunan dan peningkatan curah hujan di Indonesia. Fenomena El-Nino menyebabkan penurunan jumlah curah hujan musim hujan, musim kemarau, awal musim kemarau lebih cepat dan awal musim hujan lebih lambat (Irianto, 2003). Curah hujan untuk wilayah Pulau Jawa dan Nusa Tenggara mengalami penurunan jumlah hujan yang mencapai 60% dari rata-rata curah hujan normal pada saat kejadian El Nino (Irianto dkk., 2000). Berbeda dengan El-Nino, pada saat fenomena La-Nina jumlah curah hujan tahunan meningkat sekitar 50 mm dari curah hujan rata-rata normal, dimana saat bulan Desember, Januari dan Februari curah hujan meningkat sangat nyata (Effendy, 2001). Selain itu curah hujan di Pulau Jawa meningkat sampai 140%, sedangkan di Pulau Sumatra dan Kalimantan peningkatannya mencapai 120% pada saat fenomena La Nina (Irianto dkk., 2000). Kejadian La Nina juga mengakibatkan curah hujan di Indonesia meningkat pada saat musim kemarau serta menyebabkan majunya awal musim hujan (Bell *et al.*, 1999; Bell *et al.*, 2000). Karena cenderung meningkatkan curah hujan pada musim kemarau serta majunya awal musim hujan tersebut menjadikan efek La Nina bisa bersifat positif seperti naiknya rata-rata produksi pangan dari total rata-rata produksi (Irawan, 2006). Kejadian La Nina pada tahun 1998/1999 merupakan salah satu kejadian La Nina yang kuat dibandingkan kejadian La Nina sebelum-sebelumnya (Bell *et al.*, 1999) yang berpengaruh terhadap besaran hujan di Indonesia. Akan tetapi bentuk pola spasial efek kejadian ENSO tersebut terhadap besaran curah hujan belum diketahui secara pasti.

Hujan merupakan unsur iklim yang sangat tinggi tingkat variabilitasnya dalam skala ruang dan waktu

sehingga diperlukan data observasi yang panjang dengan perwakilan sebaran data yang memadai. Penakar hujan pada setiap pos pengamatan hujan merupakan suatu alat pengukur hujan yang efektif dan relatif akurat dalam menggambarkan kondisi hujan pada suatu tempat. Akan tetapi sebaran pos penakar hujan ini tidak merata khususnya di daerah dengan topografi sulit, daerah tidak berpenghuni serta disekitar lautan mengakibatkan berkurangnya tingkat keakuratannya khususnya dalam menampilkan sebaran pola spasial curah hujan. Kondisi ini mempengaruhi prediksi hujan dengan menggunakan berbagai aplikasi model iklim (Feidas, 2010). Untuk saat ini, kemungkinan memperoleh data curah hujan yang diperlukan dalam berbagai aplikasi ilmiah dapat diperoleh dari satelit meteorologi. Satelit meteorologi dapat menyediakan data hujan dengan sebaran yang lebih baik serta dengan penggabungan berbagai jenis satelite dan data dari pos pengamatan hujan dalam suatu model iklim akan lebih mampu lagi meningkatkan keakuratan dan kestabilan data yang dihasilkan oleh satelite meteorologi (Petty, 1995; Xie *et al.*, 2007). Dengan semakin lengkapnya informasi hujan, diharapkan lebih mampu menampilkan sebaran pola spasial hujan lebih baik dibandingkan menggunakan data dari stasiun hujan.

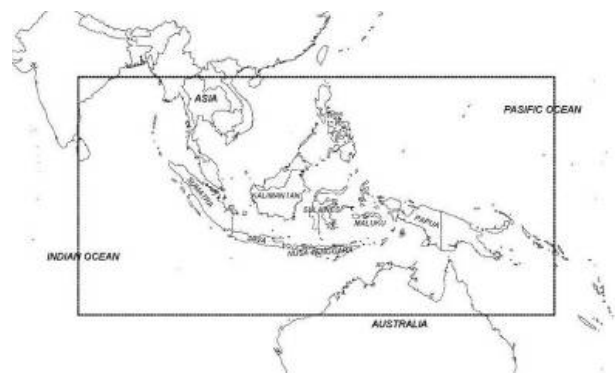
Produk *Tropical Rainfall Measuring Mission* (TRMM) *Multisatellite Precipitation Analysis* (TMPA) merupakan produk hasil gabungan antara TRMM *Precipitation Radar* (PR) dan TRMM *Microwave Imager* (TMI) beserta citra meteorologi Microwave dan Infrared lainnya (Huffman *et al.*, 2007). TMPA terbagi dalam 2 tipe data yaitu tipe 3B42 yang merupakan data kombinasi per 3 jam dan tipe 3B43 yang merupakan kombinasi bulanan. TMPA 3B43 telah digunakan untuk berbagai aplikasi termasuk diantaranya adalah pemantauan cuaca/iklim, analisis iklim, verifikasi model numerik, dan studi hidrologi (Xie *et al.*, 2007). Hasil penelitian sebelumnya di Indonesia menunjukkan bahwa hubungan antara TMPA dengan data lapangan dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) adalah tinggi khususnya terhadap pola hujan bulanan (As-syakur *et al.*, 2010; Suryantoro dkk., 2008) walaupun masih dalam kondisi dibawah estimasi data hujan BMKG (As-syakur *et al.*, 2010). Secara umum tujuan dari dibuatnya produk TMPA telah mencapai sasaran yang diinginkan yaitu penyediaan data hujan bulanan dengan sebaran yang meliputi darat dan lautan serta sesuai dengan keadaan sebenarnya yang ditunjukkan oleh hasil-hasil penelitian sebelumnya (seperti Feidas, 2010; Chokngamwong and Chiu, 2008; Mehta and Yang, 2008; Su *et al.*, 2008; Islam and Uyeda, 2007; Wolff *et al.*, 2005).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sebaran spasial pengaruh kejadian La Nina pada tahun 1998/1999 terhadap besaran curah hujan di Indonesia pada saat itu dengan menggunakan data TMPA 3B43. Berdasarkan penelitian ini diharapkan dapat diketahui sebaran efek La Nina di Indonesia khususnya persentase peningkatan atau penurunan curah hujan serta lokasi-lokasi yang memiliki dampak tinggi atau

rendah sehingga dapat dijadikan acuan dalam memitigasi bencana akibat kejadian La Nina di masa yang akan datang.

DATA DAN METODE

Daerah cakupan penelitian meliputi wilayah Indonesia yang berlokasi pada 20° LU sampai 20° LS dan 80° BT sampai 160° BT (Gambar 1). Data yang digunakan adalah data TMPA 3B43 selama 12 tahun yaitu mulai tahun 1998 sampai tahun 2009. Kejadian La Nina 1998/1999 dimulai pada bulan Juli 1998 sampai Januari 1999 dimana bulan Mei dan Juni 1998 merupakan masa transisi dari kejadian El Nino ke kejadian La Nina (Bell *et al.*, 1999; Bell *et al.*, 2000).



Gambar 1. Lokasi Penelitian

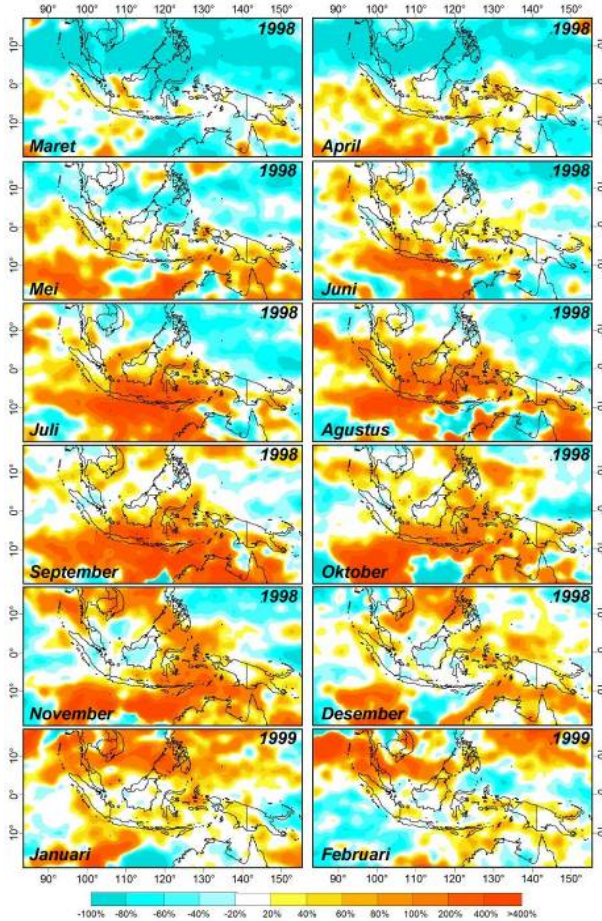
Rata-rata curah hujan yang digunakan sebagai gambaran kondisi rata-rata curah hujan bulanan di Indonesia menggunakan data TMPA 3B43 selama 12 tahun yaitu mulai dari tahun 1998 sampai tahun 2009 dan berfungsi sebagai kontrol. Analisis data La Nina dimulai dari bulan Maret 1998 sampai Februari 1999. Analisis data dilakukan per bulan dan per musim monsoon (Maret, April, Mei-MAM; Juni, Juli, Agustus-JJA; September, Oktober, November-SON; Desember, Januari, Februari-DJF). Untuk mengetahui persentase fluktuasi hujan selama masa La Nina, maka data hujan bulanan dan hujan per monsoon dibagi dengan data hujan kontrol. Dalam pelaksanaannya, penelitian ini menggunakan software ENVI untuk koleksi data TMPA 3B43, MS excel untuk analisis data atribut, dan ArcView untuk analisis data spasial.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Gambar 2 menunjukkan pola spasial sebaran persentase penurunan dan peningkatan curah hujan di Indonesia dari bulan Maret 1998 sampai Februari 1999. Berdasarkan gambar tersebut terlihat bahwa efek fenomena La Nina di wilayah Indonesia mulai terjadi dari bulan April 1998 dan berakhir pada bulan November 1998. Selama bulan Maret 1998 efek fenomena El Nino masih terlihat, khususnya di bagian utara Indonesia yang ditandai dengan curah hujan yang berada di bawah normal. Bulan April dan Mei 1998 besaran curah hujan di Indonesia mengalami masa transisi dari kondisi yang dipengaruhi El Nino ke kondisi di pengaruhi La Nina. Sedangkan saat bulan

Desember 1998 sampai Februari 1999 efeknya La Nina terhadap curah hujan sudah tidak terlihat kecuali di sekitar Kepulauan Maluku. Selama bulan Juni 1998, kejadian La Nina meningkatkan curah hujan >100 % dari kondisi normal di bagian selatan Indonesia yaitu di Pulau Jawa, Pulau Bali, Nusa Tenggara Barat dan bagian barat dari Pulau Sumatera.



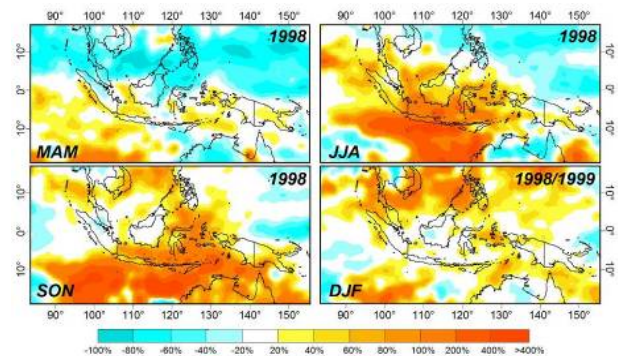
Gambar 2. Pola spasial sebaran persentase penurunan dan peningkatan curah hujan di Indonesia selama bulan Maret 1998 sampai Februari 1999

Pengaruh kejadian La Nina terhadap curah hujan di Indonesia selama bulan Juli 1998 lebih luas di banding bulan Juni 1998 dimana selama bulan Juli 1998 efek La Nina mulai bergerak ke bagian tengah wilayah Indonesia dari sebelumnya di bagian selatan. Efek La Nina selama bulan Juli 1998 menyebabkan peningkatan curah hujan yang sangat tinggi di Pulau Jawa, Nusa Tenggara, Sulawesi bagian selatan dan timur, serta Kalimantan bagian Selatan yaitu dengan kisaran peningkatan curah hujan 100 % - 400 %. Sedangkan yang mengalami peningkatan lebih besar dari 400 % terjadi di sekitar perairan yaitu di Laut Jawa, Laut Banda dan laut di selatan Pulau Jawa.

Selama bulan Agustus 1998, pengaruh kejadian La Nina mulai berefek pada peningkatan curah hujan di Pulau Kalimantan dan Sumatera sehingga Puncak pengaruh La Nina terhadap peningkatan curah hujan di Indonesia terjadi pada bulan ini dimana hampir seluruh wilayah Indonesia mengalami peningkatan curah hujan kecuali bagian Timur Nusa Tenggara Timur, bagian

Timur Laut Papua dan bagian Timur Laut Kalimantan. Efek La Nina terkuat tetap berada di wilayah Selatan Indonesia. Selama bulan September dan Oktober 1998, kekuatan efek La Nina mulai meninggalkan Pulau Sumatera dan Kalimantan dan menuju ke arah timur Indonesia. Akan tetapi efeknya masih kuat di gugusan Pulau Jawa sampai Nusa Tenggara. Selama Bulan November 1998 kekuatan efek La Nina juga mulai meninggalkan Pulau Jawa dan terus menuju ke bagian timur Indonesia yaitu ke Nusa Tenggara Timur, Laut Banda, Kepulauan Maluku serta menghilang pada Bulan Desember 1998 khususnya di wilayah Indonesia. Namun selama bulan Desember 1998 sampai Februari 1999 efek La Nina bergerak ke arah utara katulistiwa yaitu ke wilayah Thailand, Laut Cina Selatan dan Filipina.

Sebaran pola spasial efek La Nina 1998/1999 per musim monsoon di wilayah Indonesia disajikan pada gambar 3. Berdasarkan gambar tersebut terlihat bahwa dampak La Nina di wilayah Indonesia hanya terlihat pada masa JJA dan SON tahun 1998 sedangkan pada masa MAM 1998 belum terlihat pengaruh La Nina dan pada masa DJF 1998/1999 efek La Nina sudah meninggalkan wilayah Indonesia dan menuju ke bagian utara dan selatan wilayah Indonesia.



Gambar 3. Pola spasial sebaran persentase penurunan dan peningkatan curah hujan di Indonesia per musim monsoon selama bulan Maret 1998 sampai Februari 1999

Pembahasan

Berdasarkan penelitian ini, berhasil memanfaatkan data penginderaan jauh untuk analisis hujan di Indonesia serta memperkuat hasil-hasil penelitian sebelumnya yang mengatakan bahwa puncak kejadian ENSO (El Nino/La Nina) terjadi pada bulan Agustus dan September dan berlangsung sepanjang periode JJA dan SON atau selama musim kemarau dan transisi dari musim kemarau ke musim hujan (seperti., Aldrian *et al.*, 2007; Hendon, 2003; Aldrian and Susanto, 2003). Namun penelitian ini memberikan gambaran baru tentang sebaran efek La Nina ataupun ENSO yang secara spasial terlihat bahwa pengaruh La Nina terhadap curah hujan di Indonesia bergerak secara dinamis dimana pada saat awal kejadian hanya berefek pada sebagian kecil wilayah Indonesia yaitu bagian selatan serta terus bergerak secara dinamis ke seluruh wilayah Indonesia dan berakhir di wilayah Timur Indonesia.

Keadaan dinamis ini bisa disebabkan oleh banyak faktor karena faktor-faktor penyebab hujan di Indonesia sangat kompleks seperti keberadaan lokasi zona konvergensi sirkulasi Walker, akibat pengaruh perubahan suhu permukaan laut (SPL) disekitar perairan Indonesia, keberadaan *Inter Tropical Continental Zone* (ITCZ) yang merupakan pertemuan masa udara dari belahan bumi utara dan selatan, perubahan arah dan kecepatan angin monsoon, keadaan geografi Indonesia termasuk keberadaan pulau-pulau kecil, topografi yang beragam serta adanya siklon tropis. Semua aktivitas dan sistem tersebut berlangsung secara bersamaan sepanjang tahun dan besar pengaruh dari masing-masing aktivitas atau sistem tersebut tidak sama dan dapat berubah-ubah.

Sirkulasi yang paling berpengaruh saat terjadinya kejadian ENSO adalah sirkulasi Walker. Sirkulasi timur-barat ini akan berubah bila terjadi fenomena El Nino atau La Nina. Selama terjadinya La Nina, daerah konvergensi sirkulasi Walker akan berada lebih ke barat dari kondisi normal, kondisi inilah yang menyebabkan peningkatan curah hujan saat peristiwa La Nina. Seiring dengan melemahnya pengaruh La Nina, maka lokasi konvergensi sirkulasi Walker juga bergerak ke wilayah timur Indonesia. Keadaan ini merupakan salah satu alasan kenapa efek La Nina bergerak dinamis ke timur wilayah Indonesia.

Hendon (2003) telah banyak menceritakan tentang pengaruh SPL disekitar perairan Indonesia yang dapat mempengaruhi tingkat korelasi antara indeks ENSO (El Nino atau La Nina) dengan curah hujan di Indonesia khususnya tentang kenapa curah hujan di Indonesia berkorelasi sangat kuat pada musim kemarau dan tidak memiliki korelasi pada musim hujan. Sedangkan Haylock and McBride (2003) menganggap bahwa efek lokal khususnya keadaan geografi dapat mempengaruhi kekuatan efek ENSO (El Nino dan La Nina) terhadap fluktuasi curah hujan saat musim hujan. Kondisi-kondisi tersebut dapat diasumsikan sebagai faktor yang menyebabkan pergerakan dinamis efek La Nina. Selain itu keberadaan daerah ITCZ yang di mulai pada bulan September dan masa awal keberadaannya terdapat di wilayah utara Indonesia (Aldrian, 2000) dapat dianggap sebagai kondisi yang mempengaruhi lemahnya pengaruh La Nina di wilayah tersebut serta pergerakannya yang menuju ke arah timur Indonesia. Mulai munculnya monsoon barat (asia) pada bulan November dapat diasumsikan sebagai faktor pendukung lain yang menggerakkan efek La Nina tersebut dan ditambah dengan munculnya siklon tropis di utara Australia yang dimulai pada bulan Januari akan lebih dapat menjelaskan lagi kenapa efek La Nina melemah pada wilayah dan bulan-bulan tersebut.

Penelitian ini hanya melihat pola spasial pengaruh La Nina terhadap curah hujan di Indonesia pada tahun 1998/1999. Pengaruh dominan yang menyebabkan pergerakan dinamis efek La Nina tidak bisa di jelaskan secara detail dalam penelitian ini karena tidak di komparasikannya dengan analisis-analisis lain. Sehingga dengan mengkomparasikan hasil analisis TMPA 3B43 dengan faktor-faktor penyebab hujan akan

lebih mampu menyempurnakan hasil penelitian seperti ini.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil memanfaatkan data penginderaan jauh TMPA 3B43 untuk menganalisis hujan di Indonesia, khususnya pola spasial efek La Nina terhadap curah hujan di Indonesia pada tahun 1998/1999.

Hasil penelitian memperkuat hasil-hasil penelitian sebelumnya yang mengatakan bahwa efek kejadian La Nina terjadi pada bulan April sampai November atau selama musim kemarau dan transisi dengan puncak pengaruh terjadi pada bulan Agustus dan September. Kondisi ini juga terjadi selama kejadian La Nina tahun 1998/1999. Hasil baru dari penelitian ini adalah terlihatnya pergerakan dinamis sebaran spasial efek La Nina terhadap hujan di Indonesia dimana efek La Nina dimulai pada bagian Selatan Indonesia dan berakhir di bagian Timur Indonesia. Kondisi ini perlu di analisis lebih lanjut untuk mengetahui secara pasti kenapa hal tersebut terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldrian, E. 2000. Pola Hujan Rata-Rata Bulanan Wilayah Indonesia; Tinjauan Hasil Kontur Data Penakar Dengan Resolusi ECHAM T-42. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, 1(2). 113-123.
- Aldrian, E., and R.D. Susanto. 2003. Identification of Three Dominant Rainfall Regions within Indonesia and Their Relationship to Sea Surface Temperature. *Int. J. Climatol.* 23. 1435-1452.
- Aldrian, E., L.D. Gates, and F.H.Widodo. 2007. Seasonal variability of Indonesian rainfall in ECHAM4 simulations and in the reanalyses: The role of ENSO. *Theor. Appl. Climatol.*, 87. 41-59.
- As-syakur, A.R., T. Tanaka, R. Prasetia, I.K. Swardika, and I.W. Kasa. 2010. Comparison of TRMM Multisatellite Precipitation Analysis (TMPA) products and daily-monthly gauge data over Bali Island. *International Journal of Remote Sensing*. In Press.
- Bannu, H. Kuze, N. Takeuchi, and D.A. Suriamihardja. 2005. Impacts of the sea surface temperature anomaly in the Pacific and Indian Oceans on the Indonesian climate. Paper in *the 11th CERES International Symposium on Remote Sensing* on 13 to 14 December 2005 at Chiba University. Chiba-Japan.
- Bell, G.D., M.S. Halpert, C.F. Ropelewski, V.E. Kousky, A.V. Douglas, R.C. Schnell, and M.E. Gelman. 1999. Climate Assessment for 1998. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 80(5). S1-S48
- Bell, G.D., M.S. Halpert, R.C. Schnell, R.W. Higgins, J. Lawrimore, V.E. Kousky, R. Tinker, W. Thiaw, M. Chelliah, and A. Artusa. 2000. Climate Assessment for 1999. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 81(6). S1-S50



- Boer, R. 2003. *Penyimpangan Iklim Di Indonesia*. Makalah Seminar Nasional Ilmu Tanah. KMIT Jurusan Tanah Fakultas Pertanian UGM. Yogyakarta.
- Chokngamwong, R., and L.S. Chiu. 2008. Thailand Daily Rainfall and Comparison with TRMM Products. *J. Hydrometeor.*, 9, 256–266.
- Effendy, S. 2001. *Urgensi Prediksi Cuaca Dan Iklim Di Bursa Komoditas Unggulan Pertanian*. Makalah Falsafah Sains Program Pasca Sarjana/S3. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Feidas, H. 2010. Validation of satellite rainfall products over Greece. *Theoretical and Applied Climatology*, 99, 193–216
- Haylock, M., and J.L. McBride. 2001. Spatial coherence and predictability of Indonesian wet season rainfall. *Journal of Climate*, 14, 3882–3887
- Hendon, H.H. 2003. Indonesian rainfall variability: impacts of ENSO and local air–sea interaction. *Journal of Climate*, 16, 1775–1790.
- Huffman, G.J., R.F. Adler, D.T. Bolvin, G. Gu, E.J. Nelkin, K.P. Bowman, Y. Hong, E.F. Stocker, and D.B. Wolff. 2007. The TRMM Multisatellite Precipitation Analysis (TMPA): Quasi-Global, Multiyear, Combined-Sensor Precipitation Estimates at Fine Scales. *Journal of Hydrometeorology*, 8 (1), 38–55.
- Irawan, B. 2006. Fenomena Anomali Iklim El Nino dan La Nina – Kecenderungan Jangka Panjang dan Pengaruhnya terhadap Produksi Pangan. *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, 24(1), 28–45.
- Irianto, G. 2003. *Implikasi Penyimpangan Iklim Terhadap Tataguna Lahan*. Makalah Seminar Nasional Ilmu Tanah. KMIT Jurusan Tanah Fakultas Pertanian UGM. Yogyakarta.
- Irianto, G., L.I. Amin, E. Surmaini. 2000. *Keragaman Iklim Sebagai Peluang Diversifikasi*. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- Islam, M.N., and H. Uyeda. 2007. Use of TRMM in determining the climatic characteristics of rainfall over Bangladesh. *Remote Sensing of Environment*, 108, 264–276.
- Meyers, G., P. McIntosh, L. Pigot, and M. Pook. 2007. The Years of El Niño, La Niña, and Interactions with the Tropical Indian Ocean. *Journal of Climate*, 20, 2872–2880.
- Mehta, A.V., and S. Yang. 2008. Precipitation climatology over Mediterranean Basin from ten years of TRMM measurements. *Adv. Geosci.*, 17, 87–91.
- Naylor, L.N., W.P. Falcon, D. Rochberg, and N. Wada. 2001. Using El Niño/Southern Oscillation climate data to predict rice production in Indonesia. *Climatic Change*, 50(3), 255–265.
- Nicholls, N. 1988. El Niño–Southern Oscillation and Rainfall Variability. *Journal of Climate*, 1, 418–421
- Petty, G.W. 1995. The Status of Satellite-Based Rainfall Estimation over Land. *Remote Sens. Environ.*, 51, 125–137
- Philander, S.G. 1990. *El Niño, La Niña, and the Southern Oscillation*. Academic Press, San Diego, CA, 289 pp.
- Ropelewski, C.F., and M.S. Halpert. 1987. Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño–Southern Oscillation. *Monthly Weather Review*, 115, 1606–1626
- Saji, N. H., and T. Yamagata. 2003b. Possible impacts of Indian Ocean dipole mode events on global climate. *Climate Res.*, 25, 151–169.
- Saji, N.H., B.N. Goswami, P.N. Vinayachandran, and T. Yamagata. 1999. A dipole mode in the tropical Indian Ocean. *Nature*, 401, 360–363.
- Su, F., Y. Hong, and D.P. Lettenmaier. 2008. Evaluation of TRMM Multisatellite Precipitation Analysis (TMPA) and Its Utility in Hydrologic Prediction in the La Plata Basin. *J. Hydrometeor.*, 9, 622–640.
- Suryantoro, A., Halimurrahman, T. Harjana. 2008. Aplikasi Satelit Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) Untuk Prediksi Curah Hujan Di Wilayah Indonesia. *Prosiding Workshop Nasional Aplikasi Sains Atmosfer dan Iklim*, LAPAN, Bandung, 1 Desember 2008.
- Trenberth, K.E. 1997. The Definition of El Niño. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 78, 2771–2777
- Wolff, D. B., D. A. Marks, E. Amitai, D.S. Silberstein, B.L. Fisher, and A. Tokay. 2005. Ground validation for the Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM). *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 22, 365–379.
- Xie, P., A. Yatagai, M. Chen, T. Hayasaka, Y. Fukushima, C. Liu, and S. Yang. 2007. A Gauge-Based Analysis of Daily Precipitation over East Asia. *J. Hydrometeor.*, 8, 607–626