

# **STUDI KARAKTERISTIK KONVEKTIF TERKAIT MONSUN DI INDONESIA**

**Krismlianto**

**Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer**

**Jl. Dr. Djundjunan no. 133, Bandung 40173**

**e-mail : krismlianto.lapan@gmail.com**

## **ABSTRAK**

Pengaruh monsun terhadap distribusi curah hujan di wilayah Indonesia sangat penting untuk dipelajari. Monsun yang sangat berpengaruh terhadap distribusi curah hujan di Indonesia adalah monsun Asia-Australia. Aktivitas konvektif memiliki karakteristik yang sama dengan karakteristik curah hujan sehingga pengaruh monsun terhadap distribusi curah hujan dapat dipelajari dengan melihat pengaruh monsun terhadap karakteristik dari aktivitas konvektif. Tujuan dari penelitian ini adalah ingin mengetahui seberapa besar pengaruh monsun Asia-Australia terhadap aktivitas konvektif di masing-masing wilayah di Indonesia. Analisis komposit terhadap monsun dan pengaruhnya terhadap aktivitas konvektif di wilayah Indonesia telah dilakukan. Data yang digunakan untuk analisis adalah data angin zonal dan meridional dari NCEP/NCAR dan data TBB dari satelit MTSAT. Set data yang digunakan adalah data tahun 1998 hingga tahun 2009. Hasilnya adalah monsun Asia-Australia sangat besar pengaruhnya terhadap aktivitas konvektif di wilayah Indonesia bagian selatan. Perubahan aktivitas konvektif akibat monsun sangat jelas di wilayah tersebut. Monsun Asia sangat berpengaruh terhadap peningkatan aktivitas konvektif sedangkan monsun Australia sangat berpengaruh terhadap penurunan aktivitas konvektif. Wilayah Indonesia yang berada di sekitar garis ekuator, aktivitas konvektifnya relatif konstan tinggi sepanjang tahun. Hal tersebut membuktikan bahwa pengaruh monsun lebih kecil di wilayah tersebut. Khusus untuk wilayah Papua lebih didominasi oleh sirkulasi Walker dan tidak terlalu terpengaruh oleh monsun.

Kata-kata kunci: Monsun, karakteristik, konvektif, Indonesia.

## **ABSTRACT**

The influence of the monsoon on the distribution of rainfall in Indonesia is very important to be learned. The most influential monsoon on rainfall distribution in Indonesia is an Asian-Australian monsoon. Convective activity has the same characteristics with the characteristics of rainfall so that the influence of the monsoon on the distribution of rainfall can be learned by looking at the influence of the monsoon on the characteristics of convective activity. The purpose of this study is to

determine how much the influence of the Asian-Australian monsoon to the convective activity in each region in Indonesia. Composite analysis of the monsoon and its effect on convective activity in Indonesia has been done. The data for analysis is the zonal and meridional wind data from NCEP/NCAR and TBB data from MTSAT. The data is from 1998 to 2009. The result is Asian-Australian monsoon have very large effect on convective activity in the southern part of Indonesia. Changes due to monsoon convective activity are very evident in that region. Asian monsoon was very influential on the increase in convective activity while the Australian monsoon was very influential on the decrease in convective activity. As for Indonesia, which is located in the region around the equator, the convective activity is relatively constant high throughout the year. It is proved that the influence of the monsoon is smaller in that region. Especially for the Papua region, it is dominated by the Walker circulation and not too affected by the monsoon.

Keywords: Monsoon, characteristics, convective, Indonesia.

## 1 PENDAHULUAN

Salah satu fenomena global yang sangat berpengaruh terhadap cuaca dan iklim di Indonesia adalah monsun. Monsun merupakan angin yang berbalik arah secara musiman yang disebabkan oleh perbedaan pemanasan antara daratan dan lautan. Salah satu ciri suatu wilayah didominasi oleh pengaruh monsun adalah wilayah tersebut memiliki perbedaan yang tegas antara musim hujan dan musim kemarau.

Monsun yang sangat berpengaruh terhadap distribusi curah hujan di Indonesia adalah monsun Asia-Australia yang onsetnya berlangsung dari barat laut ke tenggara (Aldrian, *et al.*, 2003). Monsun Asia dapat diidentifikasi menggunakan IMI (*Indian Monsoon Index*) dan WNPMI (*Western North Pacific Monsoon Index*) (Wang, *et al.*, 2001) serta WYMI (*Webster and Yang Monsoon Index*) (Webster, *et al.*, 1992), sedangkan monsun Australia dapat diidentifikasi menggunakan AUSMI (*Australian Monsoon Index*) (Kajikawa, *et al.*, 2009).

Indonesia masuk dalam wilayah ekuatorial dan dilewati oleh garis ekuator sehingga wilayah Indonesia ada yang berada di belahan Bumi Bagian Utara (BBU) dan ada yang berada di Belahan Bumi Bagian Selatan (BBS). Wilayah ekuatorial merupakan wilayah konveksi aktif ditandai dengan banyaknya awan-awan konvektif yang tumbuh di wilayah tersebut. Wilayah konveksi aktif tersebut merupakan bagian dari daerah ITCZ (*Intertropical Convergence Zone*). ITCZ bergerak ke arah utara dan selatan mengikuti gerak semu matahari. Pergerakan ITCZ

sangat dipengaruhi oleh gerak semu matahari, maka ITCZ yang berada di wilayah Indonesia terkait erat dengan fenomena monsun.

Keterkaitan monsun dengan aktivitas konvektif telah banyak dipelajari. Pertumbuhan dan pergerakan konvektif musiman telah dianalisis di atas Darwin, Australia, untuk melihat karakteristiknya secara statistik (May, *et.al*, 2006). Hasil analisis data 8 tahun radar presipitasi dari satelit TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) menunjukkan bagaimana sistem konvektif memiliki kontribusi terhadap presipitasi di wilayah monsun Asia Selatan (Romatschke, *et.al*, 2011).

Pengaruh monsun terhadap karakteristik konvektif di wilayah Indonesia sangat penting untuk dipelajari karena karakteristik konvektif sangat berpengaruh terhadap karakteristik distribusi curah hujan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh monsun Asia-Australia terhadap aktivitas konvektif di masing-masing wilayah di Indonesia.

## 2 DATA DAN METODOLOGI

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data NCEP/NCAR angin zonal dan meridional bulanan di ketinggian 850 mb tahun 1998 sampai dengan tahun 2009. Khusus untuk data angin zonal, selain akan digunakan untuk mencari vektor angin juga akan digunakan untuk mencari nilai indeks monsun. Indeks monsun yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah indeks monsun Asia dan indeks monsun Australia (AUSMI). Indeks monsun Asia yang digunakan hanya WYMI karena diasumsikan sudah mampu menggambarkan karakteristik dari monsun Asia.

**Tabel 1.** Rumus mencari WYMI (Webster, *et al.*, 1992) dan AUSMI (Kajikawa, *et al.*, 2009)

Indeks Monsun	Rumus
WYMI	$U_{850(40-110E, EQ-20N)} - U_{200(40-110E, EQ-20N)}$
AUSMI	$U_{850(110-130E, 15S-5S)}$

Keterangan: U=angin zonal

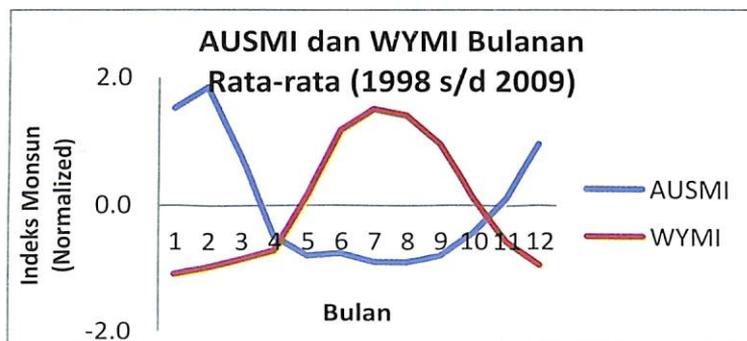
Selain data indeks monsun, pada penelitian ini juga akan digunakan data suhu puncak awan (TBB) yang diperoleh dari data satelit MTSAT (*Multi-functional Transport Satellites*) kanal IR1. Data TBB yang digunakan adalah data TBB rata-rata bulanan tahun 1998 sampai

dengan tahun 2009. Data TBB digunakan untuk melihat aktivitas konvektif dimana ketika TBB-nya rendah berarti aktivitas konvektifnya tinggi dan sebaliknya.

Metode analisis yang digunakan pada penelitian ini adalah metode analisis komposit. WYMI dan AUSMI dikompositkan sehingga diperoleh data indeks rata-rata bulanan. Pola dari data indeks tersebut kemudian dianalisis keterkaitannya dengan pola pergerakan arah angin serta aktivitas konvektif di setiap wilayah di Indonesia.

### 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

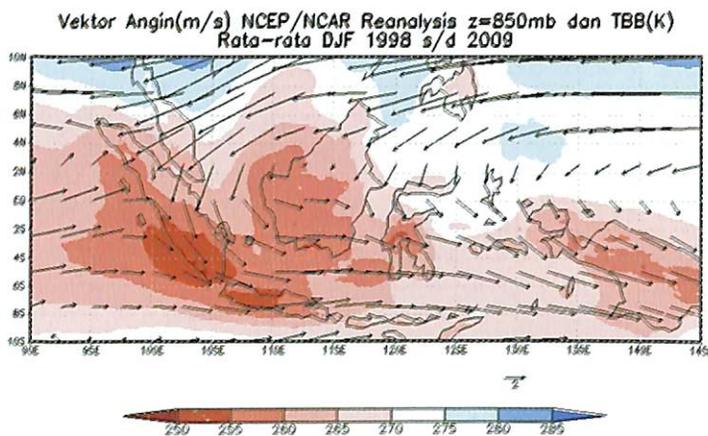
Berdasarkan Gambar 1, dapat dilihat bahwa nilai AUSMI pada bulan Maret sebesar 0,8, menurun drastis dari bulan sebelumnya yang memiliki nilai AUSMI sebesar 1,7. Penurunan tersebut berlanjut hingga bulan Mei serta mencapai nilai terendahnya yaitu sekitar -1,0 pada bulan Juli dan Agustus. Pada bulan September, terlihat mulai ada peningkatan nilai indeksnya meskipun hanya sedikit, tetapi terus berlanjut hingga mencapai puncaknya pada bulan Februari sebesar 1,7. Nilai WYMI berkebalikan dengan nilai AUSMI. Bulan Juli dan Agustus justru mencapai nilai tertingginya dengan nilai indeks sebesar 1,5 dan mulai bulan September terlihat nilai indeksnya mulai turun dan terus turun hingga mencapai nilai terendahnya yaitu sebesar -1,1 pada bulan Januari dan Februari. AUSMI dan WYMI memiliki pola yang berkebalikan, ketika nilai AUSMI tinggi maka nilai WYMI rendah dan sebaliknya.



**Gambar 1.** Indeks monsun AUSMI dan WYMI bulanan rata-rata tahun 1998 hingga tahun 2009.

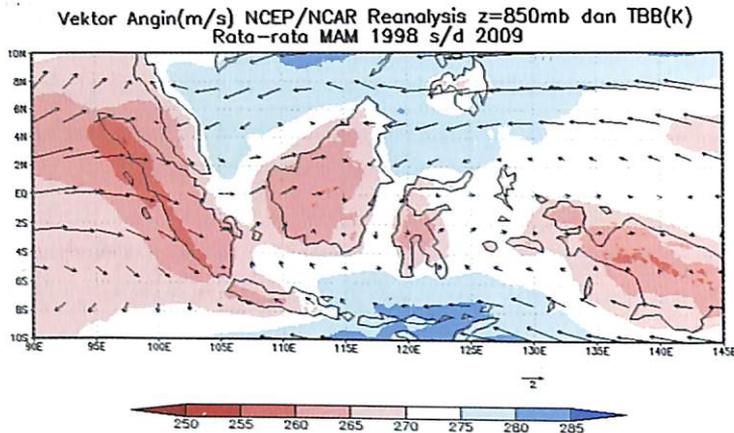
Pada saat nilai indeks monsun Asia mencapai nilai terendahnya (sekitar -1,0) yaitu pada bulan Desember, Januari dan Februari (DJF), pengaruh monsun Asia terhadap wilayah Indonesia justru mencapai puncaknya. Pada bulan-bulan tersebut wilayah Indonesia di bagian

selatan didominasi oleh angin baratan yang kecepatannya ada yang mencapai 10 m/s serta membawa banyak massa uap air dari Samudera Hindia. Aktivitas konvektif di sebagian besar wilayah Indonesia bagian selatan pada saat itu mencapai puncaknya ditandai dengan nilai TBB kurang dari 260K seperti yang terlihat dalam Gambar 2. Angin baratan kurang begitu terlihat di wilayah Indonesia bagian utara meskipun nilai TBB-nya juga kurang dari 260K. Angin baratan bertubrukan dengan angin dari Samudera Pasifik yang lebih kuat di wilayah tersebut sehingga terlihat lebih didominasi oleh angin dari Samudera Pasifik.



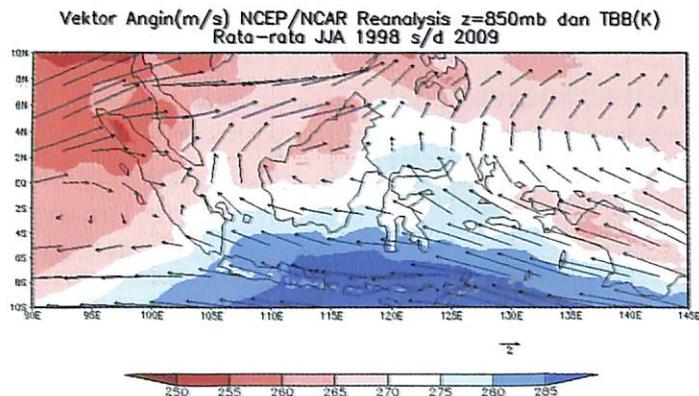
**Gambar 2.** Vektor angin dan TBB di Indonesia pada bulan DJF.

Pada saat bulan Maret, April, dan Mei (MAM) dimana pada saat itu nilai indeks monsun Asia mulai meningkat, terlihat jelas bahwa pengaruh monsun Asia terhadap angin baratan yang banyak membawa massa uap air dari Samudera Hindia justru mulai melemah. Hal tersebut mengakibatkan menurunnya aktivitas konvektif di sebagian besar wilayah Indonesia karena semakin menurunnya massa uap air yang terbawa ke wilayah Indonesia (seperti yang terlihat dalam Gambar 3). Penurunan aktivitas konvektif terbesar terjadi pada wilayah Indonesia bagian selatan dekat Australia yang ditunjukkan dengan nilai TBB lebih dari 275K. Wilayah Indonesia bagian utara dan bagian selatan yang dekat dengan garis ekuator serta wilayah Papua, memiliki nilai TBB berkisar antara 260K hingga 275K yang berarti aktivitas konvektifnya sedang.



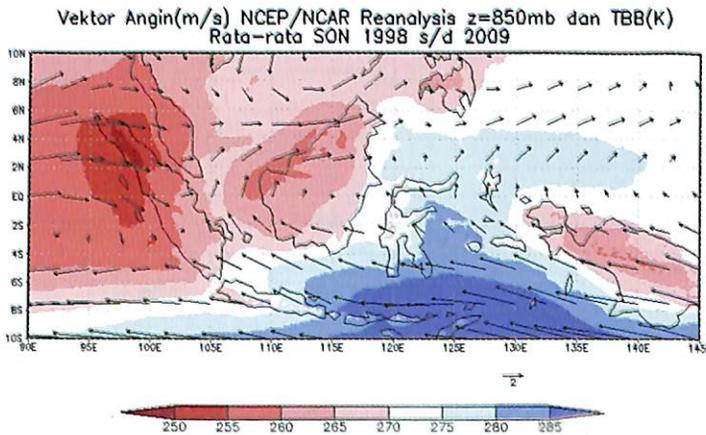
**Gambar 3.** Vektor angin dan TBB di Indonesia pada bulan MAM.

Pada saat bulan JJA, aktivitas konvektif di wilayah Indonesia bagian selatan, kecuali Papua rendah sekali. Nilai TBB-nya sangat tinggi, yaitu lebih dari 275K seperti yang terlihat dalam Gambar 4. Monsun Australia yang menguat dan melemahnya monsun Asia mengakibatkan wilayah Indonesia yang berada di bagian selatan didominasi oleh angin timuran yang kuat dengan kecepatan hingga 10 m/s. Angin timuran tersebut hanya sedikit membawa massa uap air karena berasal dari Australia yang berupa daratan dan hanya melewati perairan antara Australia dan Indonesia yang relatif tidak luas. Wilayah Indonesia yang berada di sekitar garis ekuator, aktivitas konvektifnya masih relatif sedang dengan nilai TBB-nya berkisar 260K hingga 275K meskipun tampak angin timuran juga mendominasi di wilayah tersebut. Hal ini disebabkan karena wilayah tersebut mengalami pemanasan yang relatif tinggi dan konstan sepanjang tahun.



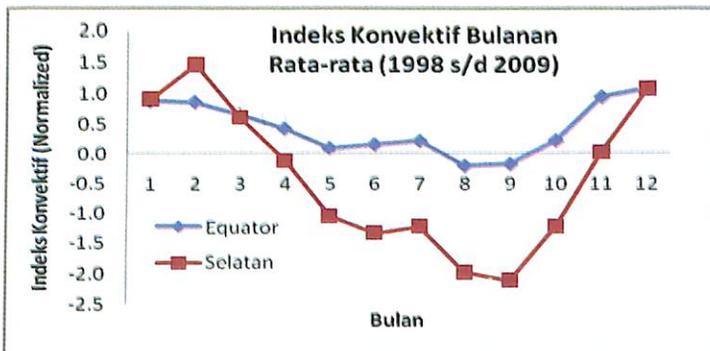
**Gambar 4.** Vektor angin dan TBB di Indonesia pada bulan JJA.

Pada saat bulan September, Oktober, dan Nopember (SON), aktifitas konvektif di wilayah Indonesia mulai menguat. Hal tersebut dapat diketahui dari nilai TBB yang mulai menurun hingga kurang dari 275K seperti yang terlihat dalam Gambar 5. Khusus untuk wilayah Indonesia bagian selatan dekat Australia, aktivitas konvektifnya masih relatif rendah dengan nilai TBB yang masih lebih tinggi dari 275K. Hal ini disebabkan meskipun angin timuran akibat monsun Australia mulai melemah (ditandai dengan kecepatannya yang menurun hingga kurang dari 4 m/s) tetapi masih mendominasi.



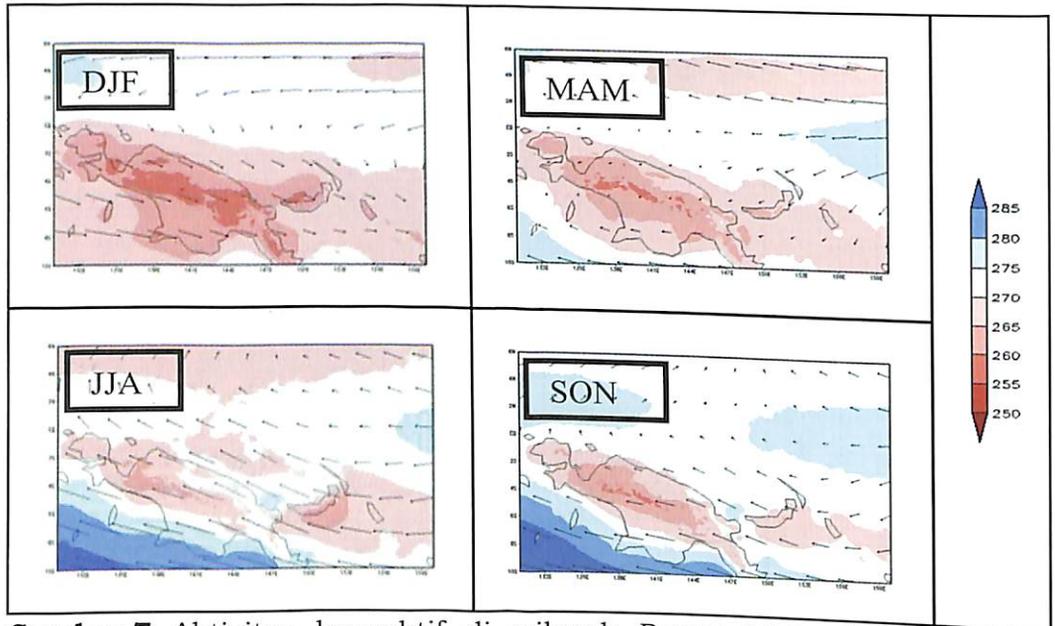
**Gambar 5.** Vektor angin dan TBB di Indonesia pada bulan SON.

Pengaruh monsun terhadap karakteristik aktivitas konvektif di wilayah Indonesia sekitar ekuator yang didominasi oleh wilayah berpola hujan ekuatorial berbeda dengan aktivitas konvektif di wilayah Indonesia bagian selatan yang didominasi oleh wilayah berpola hujan monsun. Berdasarkan Gambar 6 dapat dilihat bahwa pengaruh monsun hanya terlihat jelas untuk wilayah Indonesia bagian selatan dengan dicirikan oleh fluktuasi indeks konvektifnya yang tinggi.



**Gambar 6.** Indeks konvektif bulanan rata-rata tahun 1998 s/d 2009.

Khusus untuk wilayah Papua hanya dipengaruhi oleh monsun Asia saja dan itu hanya terjadi pada bulan DJF dimana pada saat itu kecepatan angin baratnya sangat kuat (sekitar 10 m/s). Aktivitas konvektif di wilayah Papua relatif tinggi sepanjang tahun meskipun tidak mendapatkan pemanasan yang relatif konstan tinggi sepanjang tahun seperti wilayah yang berada di sekitar garis ekuator. Hal tersebut disebabkan pengaruh sirkulasi Walker yang banyak membawa massa uap air dari Samudera Pasifik seperti yang terlihat dalam Gambar 7.



**Gambar 7.** Aktivitas konvektif di wilayah Papua lebih didominasi oleh pengaruh dari sirkulasi Walker.

#### 4 KESIMPULAN

Berbeda dengan pengaruh monsun Australia yang kuat ketika nilai indeksnya besar ( $>1$ ), pengaruh monsun Asia terhadap aktivitas konvektif di wilayah Indonesia justru semakin kuat ketika nilai indeksnya kecil ( $<-1$ ). Tinggi rendahnya aktivitas konvektif dapat dilihat dari nilai TBB-nya dimana jika nilai TBB-nya kurang dari 260K berarti aktivitas konvektifnya tinggi, jika lebih dari 280K berarti aktivitas konvektifnya rendah, dan jika diantara keduanya berarti aktivitas konvektifnya sedang. Monsun Asia dan Australia sangat besar pengaruhnya terhadap aktivitas konvektif di wilayah Indonesia bagian selatan, kecuali Papua ( $10^{\circ}\text{LS}-4^{\circ}\text{LS}$ ;  $95^{\circ}\text{BT}-130^{\circ}\text{BT}$ ). Perubahan aktivitas konvektif akibat monsun sangat jelas di wilayah tersebut yang dicirikan oleh nilai fluktuasi indeks konvektifnya yang sangat tinggi, yaitu antara

-2,5 hingga 1,5. Fluktuasi indeks konvektif di wilayah Indonesia sekitar garis ekuator (4°LS-6°LU; 95°BT-130°BT) sangat rendah hanya berkisar 0,0 hingga 1,0 sehingga pengaruh monsun terhadap aktivitas konvektif di wilayah tersebut kurang begitu terlihat. Rendahnya fluktuasi indeks konvektif tersebut disebabkan penerimaan radiasi matahari yang relatif tinggi sepanjang tahun di wilayah tersebut sehingga aktivitas konvektifnya juga relatif tinggi sepanjang tahun. Khusus untuk wilayah Papua (4°LS-EQ; 130°BT-140°BT) lebih didominasi oleh sirkulasi Walker dan tidak terlalu terpengaruh oleh monsun. Meskipun demikian, secara umum hasil penelitian ini sama dengan hasil penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa wilayah Indonesia sangat dipengaruhi oleh monsun Asia-Australia.

#### DAFTAR RUJUKAN

- 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
- Kajikawa, Y., B. Wang and J. Yang, 2009: A multi-time scale Australian monsoon index, *Int. J. Climatol*, doi: 10.1002/joc.1955
- May, P. T., A. Ballinger, 2007: The Statistical Characteristics of Convective Cells in a Monsoon Regime (Darwin, Northern Australia). *Mon. Wea. Rev.*, **135**, 82-92
- Romatschke, U., R. A. Houze, 2011: Characteristics of Precipitating Convective Systems in the South Asian Monsoon. *J. Hydrometeorol.*, **12**, 3-26
- Wang, B., R. Wu, K.-M. Lau, 2001: Interannual variability of Asian summer monsoon: Contrast between the Indian and western North Pacific-East Asian monsoons. *J. Climate*, **14**, 4073-4090
- Webster, P. J. and S. Yang, 1992: Monsoon and ENSO: Selectively interactive systems. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, **118**, 877-926