

PERAMALAN CURAH HUJAN DAN LUAS SERANGAN ORGANISME PENGANGGU TANAMAN DI KABUPATEN BOGOR

Faradiba

Prodi Pendidikan Fisika, Universitas Kristen Indonesia, Jakarta
Corresponding author: faradiba@uki.ac.id

Abstract

The agricultural sector is still a reliable sector in Indonesia. The most favored commodity from the agricultural sector is rice. Rice production is strongly influenced by Pest Attack (OPT) and rainfall intensity. The life cycle of OPT in rice is also affected by the intensity of rainfall. This study aims to determine the forecasting of rainfall and the extent of OPT for 2018. The location of the study was taken in Bogor Regency, West Java Province. This study uses secondary data in the form of rainfall data and extensive data on pest attacks in 2006-2017. In this study using the Exponential Smoothing Method and the level of accuracy of forecasting results using Mean Square Error (MSE) and Mean Absolut Deviation (MAD). Forecasting Results Rainfall and the extent of OPT attacks for 2018 were obtained 313.20 mm and 1,967 m² respectively. Rainfall rates in 2018 were categorized as normal.

Keyword: forecasting, rainfall, pest attack, Exponential Smoothing.

PENDAHULUAN

Sektor pertanian masih menjadi sektor yang diunggulkan di Indonesia. Distribusi Produk Domestik Bruto (PDB) sektor pertanian sebesar 13,14%, berada pada peringkat kedua setelah sektor Industri Pengolahan pada tahun 2017. Secara harga berlaku nilai PDB sektor pertanian sebesar 1.785,88 Triliun Rupiah (BPS, 2018).

Pertanian merupakan salah satu sektor penggerak roda perekonomian di wilayah yang memiliki curah hujan baik. Sektor pertanian juga dijadikan sektor yang bergengsi bagi suatu wilayah, karena sektor pertanian adalah sumber pangan bagi setiap manusia. Dimana ketika suatu wilayah tidak dapat memproduksi bahan pangan bagi penduduknya, maka wilayah tersebut

akan bergantung pada wilayah lain. Wilayah yang dapat menjaga stabilitas pangan masyarakatnya, hampir dipastikan dapat menjadi wilayah yang kuat.

Pertanian merupakan salah satu sektor yang menjadi perhatian khusus oleh pemerintah. Sektor ini memiliki tantangan yang besar pada era milenial. Sektor pertanian menjadi tidak menarik untuk kalangan anak zaman sekarang. Faktor lain yang menjadi alasan pertanian kurang diminati dengan fenomena puso/gagal panen yang selalu menghantui usaha petani. Resiko puso hampir dirasakan oleh semua petani. Dari data Struktur Ongkos Usaha Tanaman (SOUT) Padi Tahun 2014 diperoleh informasi bahwa 20,11% rumah tangga pertanian kekurangan pangan

dikarenakan usaha tani yang dilakukan mengalami puso/gagal panen (BPS, 2014).

Wilayah yang memiliki curah hujan baik antara lain, Kabupaten Bogor Provinsi Jawa Barat. Bogor seringkali dijuluki kota hujan oleh masyarakat. Sejalan dengan indikasi awal, bahwa wilayah yang memiliki curah hujan baik, akan menjadikan sektor pertanian sebagai salah satu sektor yang dapat menggerakkan perekonomian suatu wilayah.

Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Kabupaten Bogor tahun 2016 sebesar 184,17 Triliun Rupiah. Sektor pertanian memiliki distribusi sebesar 10,02 Triliun Rupiah (5,44 persen). Sektor pertanian di Kabupaten Bogor memiliki andil yang besar karena menempati 4 sektor posisi teratas bersama dengan sektor industri pengolahan, perdagangan dan konstruksi (BPS, 2017).

Sensus Pertanian 2013 menunjukkan bahwa sebanyak 204.437 rumah tangga di Kabupaten Bogor berusaha di sektor pertanian. Data jumlah rumah tangga usaha pertanian tersebut, komoditas padi merupakan komoditas yang paling diminati untuk diusahakan. Tercatat sebanyak 117.704 rumah tangga usaha pertanian yang mengusahakan

tanaman padi dan sebanyak 152.630 rumah tangga usaha pertanian yang mengusahakan tanaman padi dan palawija (BPS, 2013).

Tanaman padi memberi kontribusi besar pada pertanian di Kabupaten Bogor. Tahun 2016 terdapat 90.040 ha ditanami padi sawah dan 1.641 ha ditanami padi ladang. Luas padi sawah yang dipanen sebesar 90.795 ha dan padi ladang sebesar 12.546 ha. Jumlah luas lahan baku sawah di Kabupaten Bogor mencapai 44.658 hektar yang sebagian besarnya terdiri dari lahan sawah irigasi (36.770 hektar) dan sisanya (7.888 hektar) adalah lahan sawah non irigasi (BPS, 2017).

Pada bidang pertanian perubahan iklim yang ditandai oleh perubahan suhu, curah hujan, dan frekuensi, serta intensitas dari beberapa kejadian iklim ekstrim menyebabkan terjadinya perubahan biodiversitas serangga hama (IPPC 2002). Sektor pertanian sangat rentan terhadap perubahan iklim karena berpengaruh terhadap pola tanam, waktu tanam, produksi, dan kualitas hasil (Nurdin,2011). Iklim erat hubungannya dengan perubahan cuaca dan pemanasan global dapat menurunkan produksi pertanian antara 5-20 persen (Suberjo,2009).

Perubahan iklim terjadi karena adanya perubahan variabel iklim, seperti suhu udara dan curah hujan yang terjadi secara terus menerus dalam jangka waktu yang panjang antara 50 sampai 100 tahun (Kementerian Lingkungan Hidup, 2004). Perubahan iklim juga dipengaruhi oleh kondisi cuaca yang tidak stabil sebagai contoh curah hujan yang tidak menentu, sering terjadi badai, suhu udara yang ekstrim, serta arah angin yang berubah drastis (Ratnaningayu, 2009).

Terjadinya iklim ekstrim berdampak cukup besar terhadap tanaman semusim, terutama tanaman pangan. Salah satu unsur iklim yang dapat digunakan sebagai indikator dalam kaitannya dengan tanaman adalah curah hujan. Mengingat curah hujan merupakan unsur iklim yang fluktuasinya tinggi dan pengaruhnya terhadap produksi tanaman cukup signifikan. Jumlah curah hujan secara keseluruhan sangat penting dalam menentukan hasil (Anwar *et al.* 2015). Peningkatan curah hujan di suatu daerah berpotensi menimbulkan banjir, sebaliknya jika terjadi penurunan dari kondisi normalnya akan berpotensi terjadinya kekeringan. Kedua hal tersebut tentu akan berdampak buruk terhadap metabolisme tubuh tanaman dan berpotensi menurunkan produksi, hingga kegagalan panen.

Menurut Latiri *et al* (2010), curah hujan berkorelasi tinggi terhadap komponen hasil.

Curah hujan merupakan jumlah air yang jatuh di permukaan tanah datar selama periode tertentu yang diukur dengan satuan tinggi (mm) di atas permukaan horizontal bila tidak terjadi evaporasi, *run off* dan infiltrasi. Satuan curah hujan adalah mm, inch (Linsley, 1996).

Terdapat beberapa cara mengukur curah hujan. Curah hujan (mm) merupakan ketinggian air hujan yang terkumpul dalam tempat yang datar, tidak menguap, tidak meresap, dan tidak mengalir. Curah hujan 1 (satu) millimeter, artinya dalam luasan satu meter persegi pada tempat yang datar tertampung air setinggi satu millimeter atau tertampung air sebanyak satu liter. Curah hujan kumulatif (mm) merupakan jumlah hujan yang terkumpul dalam rentang waktu kumulatif tersebut. Selama periode musim, rentang waktunya adalah rata-rata panjang musim pada masing-masing Daerah Prakiraan Musim (DPM) (Triatmojo, 2008).

Perubahan iklim salah satunya memberikan dampak pada pertumbuhan dan perkembangan hama yang menyerang tanaman padi. Berbagai hama yang sering menyerang pertanaman padi

yaitu hama utama penggerek batang (*Scipophaga innotata*), wereng coklat (*Nilaparvata lugens*), wereng punggung putih (*Sogatella furcifera*) dan wereng hijau (*Siphanta acuta*) serta hama potensial yaitu lembing batu (*Scotinophara coarctata*) dan ulat grayak (*Spodoptera*). Kerugian yang ditimbulkan oleh hama tersebut cukup besar dan pada serangan berat dapat menggagalkan panen. Beberapa hama tersebut ada yang berperan sebagai vektor virus kerdil rumput dan kerdil hampa, yaitu wereng coklat (*Nilaparvata lugens*). Tanaman yang terserang wereng coklat akan menguning dan layu, pada serangan berat tanaman dapat puso (gagal panen) sehingga tidak dapat memberikan hasil panen (Trisnaningsih, 2015).

Hama merupakan hewan yang mengganggu atau merusak tanaman sehingga pertumbuhan dan perkembangannya terganggu. Hama dapat merusak tanaman secara langsung maupun tidak langsung. Gangguan atau serangan hama dapat terjadi sejak benih, pembibitan, pemanenan, hingga di gudang penyimpanan. Gangguan dan serangan itu dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Selain itu, tanaman juga dapat terserang berbagai macam penyakit. Penyakit tanaman dapat disebabkan oleh

virus, bakteri, jamur, dan alga (Sudarsono, 2015).

Distribusi serangan hama beberapa OPT pada setiap musim tanam umumnya bervariasi dan hampir merata pada setiap wilayah. Pada musim tanam tertentu, luas serangan OPT rendah tetapi pada musim tanam berikutnya luas serangan meningkat. Pada kondisi iklim normal, kejadian serangan untuk beberapa jenis OPT umumnya lebih tinggi pada musim hujan. Sebaliknya pada kondisi iklim ekstrim (*La Nina*), luas serangan OPT lebih tinggi pada musim kemarau. Dari serangan OPT yang terjadi memiliki korelasi positif terhadap luas serangan untuk beberapa jenis OPT yaitu kelembaban udara yang relatif stabil berpengaruh nyata hanya pada musim hujan (Hutapera, 2011).

Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) adalah semua organisme yang dapat merusak, mengganggu kehidupan, ataupun menyebabkan kematian pada tanaman. Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) dibagi menjadi tiga, yaitu:

1. Hama, adalah organisme pengganggu berupa binatang yang menyebabkan kerusakan pada tanaman. Contohnya, babi (*Sus scrofa*), tikus (*Muridae*), tungau (*D.*

pteronysinus), dan gajah (*Elephas maximus*).

2. Patogen, adalah mikroorganisme yang dapat menyebabkan kerusakan pada tanaman berupa penyakit. Contoh, bakteri (*Bacteria*), jamur (*Fungi*).
3. Gulma, adalah tumbuhan yang mengganggu tanaman yang dibudidayakan, karena menyebabkan kompetisi antara tanaman, namun jika tidak terjadi kompetisi antara tanaman tersebut berarti bukanlah gulma (Supriyadi, 2014).

Penelitian ini bertujuan untuk melihat prediksi curah hujan dan luas serangan OPT serta hubungan antara keduanya.

METODE PENELITIAN

Lokasi yang dijadikan sebagai objek peramalan adalah Kabupaten Bogor. Variabel dalam penelitian ini berupa data sekunder dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika yaitu berupa data curah hujan dari tahun 2006-2017, dan data sekunder dari Direktorat Jendral Perlindungan Tanaman, Kementerian Pertanian berupa data luas serangan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) dari tahun 2006-2017.

Analisis Data

Data dianalisis menggunakan analisis runtun waktu dan pada penyelesaiannya dibantu dengan menggunakan *software Ms. Office Excel*. Metode peramalan yang digunakan untuk menganalisis data yaitu:

1. Metode penghalusan eksponensial (*Exponential smoothing*)

Metode *exponential smoothing* adalah metode yang menunjukkan pembobotan menurun secara eksponensial terhadap nilai pengamatan yang lebih lama. Terdapat satu atau lebih parameter penulisan yang ditentukan secara eksplisit dan hasil pilihan ini menentukan bobot yang dikenakan pada nilai observasi (Makdaris dkk, 1999).

$$S_{t+1} = \alpha X_t + (1 - \alpha) S_t \quad (1)$$

Keterangan :

S_{t+1} = Nilai ramalan untuk periode berikutnya.

α = Konstanta penulisan (0-1).

X_t = Data pada periode t.

S_t = Nilai penulisan yang lama atau rata-rata yang dimuluskan hingga periode t.

2. Pengukuran akurasi Hasil Peramalan

$$e_t = X_t - S_t \quad (2)$$

Keterangan:

e_t = Kesalahan peramalan pada periode t.

X_t = Data pada periode t.

S_t = Nilai peramalan pada periode t

(Makdaris dkk, 1999).

1. Rata-rata Kuadrat Kesalahan (*Mean Square Error = MSE*).

MSE dihitung dengan menjumlahkan kuadrat semua kesalahan peramalan pada setiap periode dan membaginya dengan jumlah periode peramalan.

$$MSE = \sum \frac{(A_t - F_t)^2}{n} \quad (3)$$

Keterangan:

A_t = Permintaan aktual pada periode $-t$.

F_t = Peramalan permintaan (*Forecast*) pada periode- t .

n = Jumlah periode peramalan yang terlibat.

2. Rata-rata Deviasi Mutlak (*Mean Absolute Deviation = MAD*)

MAD merupakan rata-rata kesalahan mutlak selama periode waktu tertentu tanpa memperhatikan apakah hasil peramalan lebih besar atau lebih kecil dibandingkan dengan faktanya.

$$MAD = \sum \left| \frac{A_t - F_t}{n} \right| \quad (4)$$

Keterangan:

A_t = Permintaan aktual pada periode $-t$.

F = Peramalan permintaan (*Forecast*) pada periode- t .

n = Jumlah periode peramalan yang terlibat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika

(BMKG) diperoleh data Curah Hujan di Kabupaten Bogor.

Tabel 1. Data Curah Hujan Tahun 2006 – 2017

Tahun	Curah Hujan (mm)
2006	363,56
2007	397,69
2008	301,18
2009	324,77
2010	309,88
2011	219,83
2012	205,43
2013	210,21
2014	242,48
2015	308,53
2016	400,75
2017	304,57

Sumber : Badan Meteorolog, Klimatologi dan Geofisika.

Berdasarkan data Direktorat Jendral Perlindungan Tanaman, diperoleh data luas serangan OPT di Kabupaten Bogor.

Tabel 2. Data Luas Serangan OPT, 2006- 2017

Tahun	Terserang (m ²)
2006	3.118
2007	2.301
2008	2.342
2009	2.447
2010	2.895
2011	2.706
2012	2.197
2013	102.286
2014	111.679
2015	2.225
2016	2.165
2017	1.825

Setelah diperoleh data curah hujan dan luas serangan OPT untuk tahun 2006-2017, maka dilakukan peramalan untuk kedua data tersebut. Proses peramalan menggunakan persamaan (1) yang dibantu dengan *software Ms. Office Excel* untuk memudahkan perhitungan. Data hasil peramalan untuk data curah hujan dan luas serangan OPT berturut-turut dapat dilihat sesuai tabel 3 dan tabel 4.

Dari Tabel 3 dan 4 dapat dilihat hasil peramalan untuk data curah hujan dan luas serangan OPT. Hasil peramalan dilakukan dengan menggunakan beberapa nilai alpha (α) sebagai alternatif untuk melihat nilai peramalan tiap α . Nilai ini diperoleh dari hasil perhitungan

menggunakan persamaan (1) dengan mengubah nilai α . Nilai α yang digunakan yaitu 0,1, 0,3 0,5, 0,7 dan 0,9. Nilai α yang digunakan bervariasi dari nilai α minimal 0,1 sampai maksimal 0,9. Setelah hasil peramalan diperoleh, selanjutnya dilakukan pengukuran akurasi *MSE* dan *MAD* untuk tiap masing-masing peramalan dengan menggunakan α yang berbeda. Pengukuran *MSE* dan *MAD* digunakan untuk melihat seberapa besar kesalahan yang dihasilkan dari data peramalan. Hasil perhitungan akurasi *MAD* dan *MSE* dapat dilihat pada tabel 5-8.

Tabel 3.Peramalan Curah Hujan Tahun 2006-2017

Tahun	Peramalan				
	a=0,1	a=0,3	a=0,5	a=0,7	a=0,9
2006	-	-	-	-	-
2007	363,56	363,56	363,56	363,56	363,56
2008	366,97	373,80	380,63	387,45	394,28
2009	360,39	352,01	340,90	327,06	310,49
2010	356,83	343,84	332,84	325,46	323,34
2011	352,14	333,65	321,36	314,55	311,23
2012	338,91	299,51	270,59	248,25	228,97
2013	325,56	271,28	238,01	218,28	207,78
2014	314,02	252,96	224,11	212,63	209,97
2015	306,87	249,82	233,30	233,52	239,23
2016	307,04	267,43	270,91	286,03	301,60
2017	316,41	307,43	335,83	366,33	390,83
2018	315,22	306,57	320,20	323,10	313,20

Sumber : Direktorat Jenderal Perlindungan Tanaman Pangan

Tabel 4. Peramalan Luas Serangan OPT Tahun 2006-2017

Tahun	Peramalan				
	a=0,1	a=0,3	a=0,5	a=0,7	a=0,9
2006	-	-	-	-	-
2007	3.118	3.118	3.118	3.118	3.118
2008	3036,3	2.872,9	2.709,5	2.546,1	2.382,7
2009	2.966,87	2.713,63	2.525,75	2.403,23	2.346,07
2010	2.914,88	2.633,64	2.486,375	2.433,869	2.436,907
2011	2.912,89	2.712,04	2.690,688	2.756,661	2.849,191
2012	2.892,20	2.710,23	2.698,344	2.721,198	2.720,319
2013	2.822,68	2.556,26	2.447,672	2.354,259	2.249,332
2014	1.2769,0	32.475,1	5.2366,84	72.306,48	92.282,33
2015	22.660,0	56.236,3	82.022,92	99.867,24	109.739,3
2016	20.616,5	40.032,9	42.123,96	31.517,67	12.976,43
2017	18.771,3	28.672,5	22.144,48	10.970,8	3.246,143
2018	17.076,7	20.618,2	11.984,7	4.568,74	1.967,114

Tabel 5. Rata-rata *MAD* Data Peramalan Curah Hujan untuk Tiap α

A	<i>MAD</i>
0,1	88,13
0,3	79,07
0,5	76,84
0,7	74,03
0,9	72,73

Tabel 7. Rata-rata *MAD* Data Peramalan Luas Serangan OPT untuk Tiap α

A	<i>MAD</i>
0,1	17.076,73
0,3	20.618,29
0,5	11.984,74
0,7	4.568,74
0,9	1.967,11

Tabel 6. Rata-rata *MSE* Data Peramalan Curah Hujan untuk Tiap α

A	<i>MSE</i>
0,1	14250,18
0,3	12432,81
0,5	12496,00
0,7	12300,99
0,9	11696,21

Tabel 8. Rata-rata *MSE* Data Peramalan Luas Serangan OPT untuk Tiap α

A	<i>MSE</i>
0,1	291614559
0,3	425113715,4
0,5	143633986,8
0,7	20873390,4
0,9	3869539

Dapat dilihat dari hasil perhitungan akurasi, $\alpha = 0,9$ memiliki nilai *MSE* dan *MAD* yang terkecil. Nilai peramalan untuk $\alpha = 0,9$ memiliki tingkat kesalahan yang lebih kecil dari nilai α yang lain. Sesuai dengan pengukuran akurasi *MAD* dan *MSE* untuk data curah hujan dan luas serangan OPT maka diperoleh hasil peramalan data curah hujan dan luas serangan OPT untuk tahun 2018 menggunakan $\alpha=0,9$.

Hasil peramalan curah hujan dan luas serangan OPT untuk tahun 2018 dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Hasil Peramalan Curah Hujan dan Luas Serangan OPT Tahun 2018

Tahun	Hasil Peramalan	
	Curah Hujan (mm)	Luas Serangan OPT (m ²)
2018	313,20	1.967,114

Dari tabel 9 untuk hasil peramalan pada tahun 2018 untuk curah hujan dan luas serangan OPT masing-masing 313,20mm dan 1.967,114m². Dari hasil peramalan curah hujan yang diperoleh, maka dapat dibandingkan dengan sifat hujan menurut BMKG dan luas serangan OPT yang terjadi.

Menurut BMKG, sifat hujan adalah perbandingan antara jumlah curah hujan selama rentang waktu yang ditetapkan (satu periode musim hujan atau satu periode musim kemarau) dengan jumlah

curah hujan normalnya (rata-rata selama 30 tahun periode 1981 - 2010). Sifat hujan dibagi menjadi 3 (tiga) kategori, yaitu :

- a. Di Atas Normal (AN), jika nilai curah hujan lebih dari 115% terhadap rata-ratanya.
- b. Normal (N), jika nilai curah hujan antara 85% - 115% terhadap rata-ratanya.
- c. Di Bawah Normal (BN), jika nilai curah hujan kurang dari 85% terhadap rata-ratanya.

Rata-rata curah hujan tahun 2006-2017 sebesar 299,07 mm dan peramalan curah hujan tahun 2018 berada pada kategori normal (104,72%). Dengan melihat adanya peningkatan curah hujan pada tahun 2018 secara kasat mata berhubungan lurus dengan peningkatan luas serangan OPT yang terjadi pada tahun 2018.

Pada musim hujan petani harus mengeluarkan tenaga ekstra untuk menjaga tanaman agar tetap tumbuh dengan baik dan terhindar dari bahaya serangan OPT yang menyerang pada musim hujan. Hal tersebut tercermin dari data hasil Survei SOUT Padi 2014, yang menunjukkan bahwa pada musim hujan dibutuhkan sebanyak 4,81 Hari Orang Kerja (HOK) untuk pengendalian hama/OPT. Sedangkan pada musim hujan

hanya dibutuhkan sebesar 2,35 HOK (BPS, 2014).

Diperlukan peran antisipatif dari Pemerintah Daerah setempat untuk menghindari perluasan serangan OPT dari tahun sebelumnya. Diperkirakan curah hujan pada tahun 2018 akan mengalami sedikit peningkatan, walaupun masih dalam ambang batas normal. Peningkatan curah hujan ini akan berhubungan lurus dengan perkembangan OPT jika tidak ada pencegahan.

Pada umumnya petani sudah mendapatkan penyuluhan dari instansi terkait, namun terkadang petani hanya menjalankan rutinitas yang biasa mereka lakukan secara turun temurun. Data hasil SOUT Tahun 2014, menunjukkan bahwa sebesar 87,14 persen petani padi sudah mendapatkan penyuluhan pengendalian hama/OPT. Dari survei tersebut juga dijabarkan bahwa hanya 52,20 rumah tangga yang mendapat penyuluhan dari pengendali OPT (POPT) (BPS, 2014).

Beberapa bentuk pencegahan antara lain melalui, pergeseran masa tanam dengan melihat pola curah hujan bulanan. Selain itu melalui penanaman serentak agar ada masa jeda yang sama sehingga OPT dapat mati secara tuntas pada satu waktu tertentu.

Waktu tanam padi cenderungnya berbeda antar petani. Hal ini

mengakibatkan tidak adanya fase istirahat dari OPT (*cycle phase*). Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) akan bertahan hidup secara terus menerus ketika ada media (tanaman padi) yang selalu tumbuh di sekitarnya.

Untuk lahan yang teridentifikasi sebagai lahan rawan kekeringan juga dapat berpotensi menurunkan produksi pertanian. Petani yang tinggal di daerah rawan kekeringan harus meningkatkan strategi adaptasi yang dilakukan untuk mengurangi dampak kerugian akibat perubahan iklim. Petani dapat mengubah pola tanam maupun menggeser waktu tanam disesuaikan dengan datangnya musim penghujan guna mengurangi resiko gagal panen. Petani juga dapat membuat sumur resapan di sekitar sawah guna mengairi sawah ketika musim kemarau tiba (Hidayati, 2015).

KESIMPULAN

Hasil peramalan curah hujan dan luas serangan OPT untuk tahun 2018 secara berturut-turut diperoleh 313,20 mm dan 1.967,114 m². Curah hujan pada tahun 2018 dikategorikan normal. Diperlukan peran antisipatif dari Pemerintah Daerah setempat untuk menghindari perluasan serangan OPT dari tahun sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar MR, Liu DL, Farquharson R, Macadam I, Abadi A, Finlayson J, Wang B, dan Ramilan T. 2015. Climate change impacts on phenology and yields of five broadacre crops at four climatologically distinct locations in Australia. *Agricultural Systems*, 132: 133-144.
- Badan Meteorologi dan Klimatologi dan Geofisika [BMKG]. 2010. Kategori sifat hujan, BMKG. *Online at* <http://kabarhandayani.com/mengenal-iklim-di-indonesia> [diakses 31 Juli 2018].
- Badan Pusat Statistik [BPS]. 2013. Hasil lengkap pencacahan lengkap sensus pertanian Kabupaten Bogor. Bogor: Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik [BPS]. 2014. Hasil pencacahan survei Struktur Ongkos Usaha Tani (SOUT) tanaman padi. Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik [BPS]. 2017. Kabupaten Bogor dalam angka. Bogor: Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik [BPS]. 2018. Ekonomi dan perdagangan. Badan Pusat Statistik. *Online at* <http://bps.go.id/ekonomi-dan-perdagangan/> [diakses 30 Juli 2018].
- Hidayati NI dan Suryanto. 2015. Pengaruh perubahan iklim terhadap produksi pertanian dan strategi adaptasi pada lahan rawan kekeringan. *Jurnal Ekonomi dan Studi Pembangunan*, 16(1) : 42-52.
- Hutapea D. 2011. Kajian dampak keragaman iklim terhadap distribusi dan perubahan status hama tanaman padi di Pantai Utara Jawa Barat. *Tesis*. Institut Pertanian Bogor. Jawa Barat.
- Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]. 2002. Climate change and biodiversity. *IPCC Technical Paper 5* : 4-7.
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2004. *Perubahan iklim global*. *Online at* <http://climatechange.menlh.go.id> [diakses 2 Agustus 2018].
- Latiri K, Lhomme JP, Annabi M, dan Setter TL. 2010. Wheat production in Tunisia: progress, inter-annual variability, and relation to rainfall. *Eur J Agron*, 33: 33-42.
- Linsley RK, Kohler MA, Paulhus JL, dan Hermawan Y. 1996. Hidrologi untuk insinyur (Edisi Ketiga). Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Makridaris, S, Wheelwright. 1999. *Metode dan aplikasi peramalan*. Jakarta : Binarupa Aksara
- Nuridin N. 2011. *Antisipasi perubahan iklim untuk keberlanjutan ketahanan pangan*. Sulawesi Utara: Universitas Negeri Gorontalo.
- Ratnaningayu R. 2009. Dari Timor ke Krui: Bagaimana petani dan nelayan menghadapi dampak perubahan iklim? Saresehan iklim, Jakarta, November 2009. Pelangi Indonesia.
- Suberjo S. 2009. *Adaptasi pertanian dalam pemanasan global*. Dosen Fakultas Pertanian UGM Yogyakarta dan Mahasiswa Doktorat The University of Tokyo. *Online at* <http://subejo.staff.ugm.ac.id/?p=108> [diakses 2 Agustus 2018].
- Sudarsono H. 2015. Pengantar pengendalian hama tanaman. Yogyakarta : Plantaxia.
- Supriyadi A dan Widyastuti T. 2014. Organisme Pengganggu Tanaman dan Pengendaliannya. Yogyakarta : UMY Press.
- Triatmodjo B. 2008. Hidrologi terapan. Beta Offset: Yogyakarta.
- Trisnarningsih T dan Kurniawati N. 2015. Hubungan iklim terhadap populasi hama dan musuh alami padavarietas padi unggul baru. Prosiding Seminar Nasional

Masyarakat Biodiversitas
Indonesia, 1 (6): 1508-1511.