

Dampak Cuaca Ekstrem terhadap Kehampaan Genotipe Padi: Pengaruh Manajemen Produksi Berbasis Iklim

Impact of Extreme Weather on Grain Sterility of Rice Genotypes: An Introduction to Production Management Based on Climate

Purwono^{1*}, Dulbari², dan Edi Santosa¹

¹Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor (IPB University), Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia

²Jurusan Agroteknologi, Politeknik Negeri Lampung
Jl. Soekarno Hatta 10 Rajabasa, Bandar Lampung 35144, Indonesia

Diterima 10 Juni 2021/Disetujui 22 Juli 2021

ABSTRACT

Sterility in rice genotypes associated with strong wind and high rainfall incidents is still rarely studied in Indonesia. The study aimed to evaluate the sterility level of rice genotypes to the wind and rainfall treatments during the generative stage. The research was conducted at the Leuwikopo IPB Experimental Station, Bogor, Indonesia in October 2017-January 2018 using plants grown in a container 13.9 L. Genotypes of Ciapus, Fatmawati, HIPA 6, Inpari 10, and Way Apo Buru (WAB) were treated with wind of 10-40 km h⁻¹ (07.00-17.00 WIB) using axial fan and rain about 100 mm h⁻¹ (Rain_712, 07.00-12.00 WIB, and Rain_717, 07.00-17.00 WIB) using sprinklers in the early generative phase for two weeks. Wind and rain treatments increased the number of rice sterility, and the degree of sterility depended on the genotype. In general, plants receiving rain treatment at 07.00-17.00 had a higher percentage of empty unhulled grain than 07.00-12.00, especially for WAB. WAB was sensitive to rainfall, while Ciapus, HIPA 6, and Inpari 10 were more sensitive to wind. The Fatmawati genotype seemed more resistant to both wind and rainfall treatment than the other genotypes. Research shows the need to select rice genotypes to minimize the sterility of wind and high rainfall stress.

Keywords: climate change adaptation, precipitation, Oryza sativa, smart climate, strong wind

ABSTRAK

Kajian kehampaan gabah pada berbagai varietas padi dikaitkan dengan deraan angin dan curah hujan tinggi masih jarang dilakukan di Indonesia. Penelitian bertujuan mengevaluasi tingkat kehampaan beberapa genotipe padi pada perlakuan angin dan hujan selama masa generatif. Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan IPB Leuwikopo, Bogor, Indonesia pada Oktober 2017-Januari 2018 menggunakan pot ember ukuran 13.9 L. Genotipe Ciapus, Fatmawati, HIPA 6, Inpari 10, dan Way Apo Buru (WAB) pada fase generatif didera angin kecepatan 10-40 km jam⁻¹ pukul 07.00-17.00 WIB, hujan pukul 07.00-12.00 WIB, dan hujan pukul 07.00-17.00 WIB selama dua minggu. Perlakuan angin dan hujan meningkatkan jumlah gabah hampa, dengan tingkat kehampaan malai tergantung genotipe. Tanaman memperoleh perlakuan hujan pukul 07.00-17.00 memiliki persen gabah hampa lebih besar dari hujan pukul 07.00-12.00 khususnya pada genotipe WAB. Kehampaan malai pada genotipe WAB sensitif terhadap curah hujan, dan Ciapus, HIPA 6 dan Inpari 10 sensitif terhadap angin. Fatmawati relatif lebih tahan deraan angin dan hujan dibandingkan genotipe lain. Penelitian menunjukkan perlunya memilih genotipe untuk mengurangi dampak deraan angin dan curah hujan selama masa generatif.

Kata kunci: adaptasi perubahan iklim, angin kencang, hujan, Oryza sativa, smart climate

PENDAHULUAN

Perubahan iklim merupakan fenomena global yang dapat berdampak positif maupun negatif pada pertumbuhan dan produksi tanaman pangan, termasuk tanaman padi

(Auffhammer *et al.*, 2012; Damira dan Irham, 2020; He *et al.*, 2020; Dulbari *et al.*, 2021). Namun dampak dari kejadian yang mengiringi perubahan iklim berupa cuaca ekstrem khususnya curah hujan tinggi dan angin kencang masih jarang dikaji (Sheikh *et al.*, 2015; Martinez-Vazquez, 2016; Dulbari *et al.*, 2017; Myhre *et al.*, 2019; Jian *et al.*, 2020).

* Penulis untuk korespondensi. e-mail: puripb@gmail.com

Dulbari *et al.* (2017) mencatat kecenderungan peningkatan curah hujan disertai angin kencang yang menyebabkan tanaman padi rebah dan terendam, sehingga keduanya dikategorikan sebagai cekaman abiotik. Menurut Santosa *et al.* (2016) kejadian cuaca ekstrim diperkirakan mengurangi produksi padi per tahun senilai US \$ 270 juta. Mengingat padi sawah (*Oryza sativa* L.) merupakan tanaman pangan yang menjadi sumber pendapatan bagi 100 juta petani di Indonesia (BPS, 2020), maka melakukan mitigasi dampak negatif cuaca ekstrim adalah langkah penting untuk menjaga pendapatan petani.

Angin kencang disertai curah hujan tinggi menurunkan produksi padi melalui peningkatan kehampaan (Sridevi dan Chellamuthu, 2015). Guncangan angin menyebabkan gabah rontok, dan bunga padi gagal menyerbuk (Ishimaru *et al.*, 2012; Baker *et al.*, 2014; Martinez-Vazquez, 2016). Tingkat kerugian pertanaman padi akibat angin dipengaruhi oleh genotipe, kecepatan angin, fase pertumbuhan, arsitektur tanaman dan status hara (Onoda dan Anten, 2011; Sridevi dan Chellamuthu, 2015; Martinez-Vazquez, 2016; Santosa *et al.*, 2016). Menurut Nurjani *et al.* (2013) kejadian angin kencang 6 skala Beaufort (10.8-13.8 m s⁻¹ atau 38.9-49.7 km jam⁻¹) di Jawa Tengah sebanyak 393-490 kejadian per tahun. Namun mitigasi angin kencang pada genotipe padi di Indonesia masih jarang diteliti. Penelitian bertujuan untuk mengetahui tingkat kehampaan gabah pada genotipe padi akibat deraan angin dan hujan dalam rangka manajemen sistem produksi padi cerdas iklim.

BAHAN DAN METODE

Percobaan berlokasi di Kebun Percobaan Leuwikopo IPB University (240 m dpl), Darmaga, Bogor dari Oktober 2017-Januari 2018. Tanah menggunakan Latosol Darmaga yang telah digenangi 30 hari sebelum tanam. Tanah asli memiliki N rendah (0.27%), P total rendah (38.02 ppm) dan K tersedia tinggi (187.62 ppm). Sebelum digenangi, media tanam diberi 20 g CaCO₃ dan pupuk kandang 1 kg tiap pot. Penanaman dilakukan di pot ember hitam kapasitas 13.9 L

(diameter atas 30 cm, diameter bawah 22 cm, tinggi 26 cm), total media tanah ±10 kg.

Percobaan menggunakan lima genotipe padi mewakili kelompok inbrida (Ciapus), VUB (Fatmawati, Inpari 10), hibrida (HIPA 6), dan padi lokal (Way Apo Buru-WAB), yang memiliki perbedaan karakter cukup menonjol (Tabel 1). Dua bibit padi umur 15 hari setelah semai ditanam dalam pot. Ketinggian air dipertahankan selama percobaan setinggi 3-5 cm di atas permukaan tanah. Hama dan penyakit dikendalikan sesuai kebutuhan menggunakan Mankozeb dan Deltametrin 2%. Pemupukan menggunakan NPK, yakni 300 kg Urea, 100 kg SP-36, dan 100 kg KCl ha⁻¹. Seluruh dosis P dan K serta 1/3 urea diberikan satu minggu setelah tanam (MST), dan sisa urea diberikan pada 3 MST.

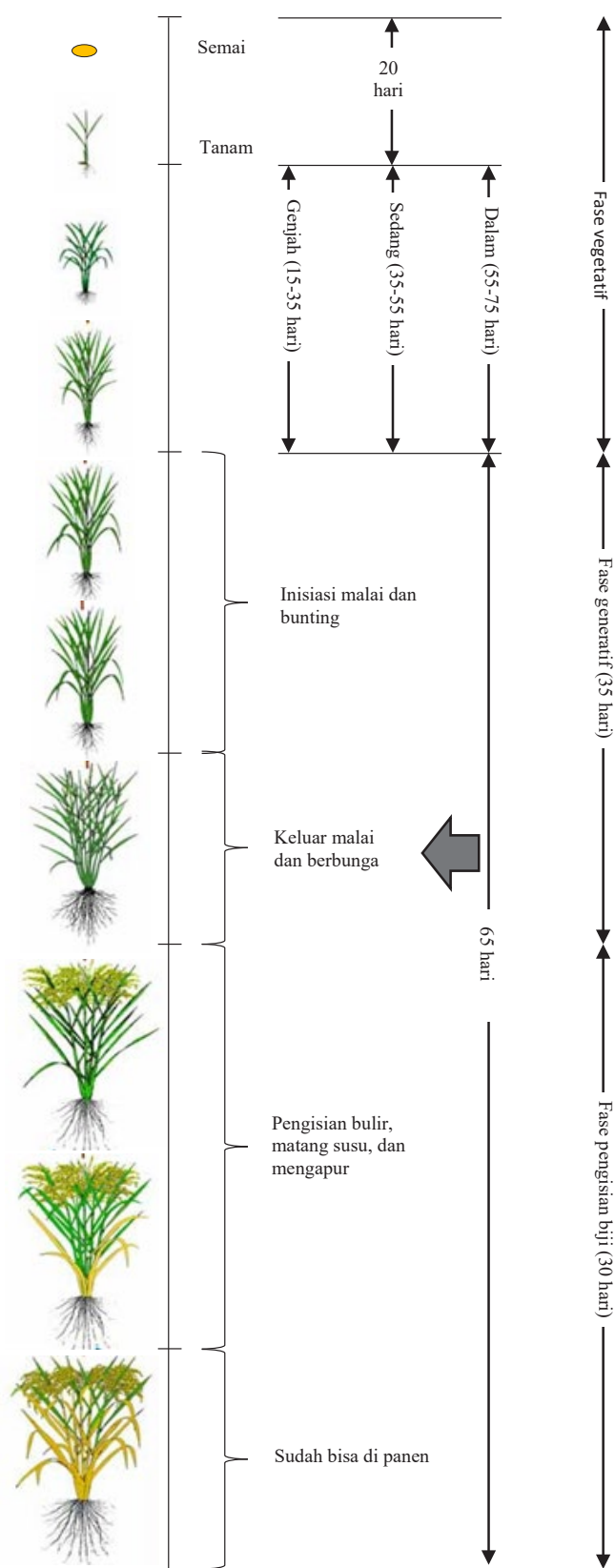
Perlakuan dimulai saat >80% tanaman padi berbunga (Gambar 1). Perlakuan dilakukan di dalam rumah plastik selama 2 minggu. Perlakuan terdiri atas kontrol (tanpa perlakuan angin dan tanpa hujan), angin (pukul 07.00-17.00 WIB), Hujan_712 (pukul 07.00-12.00 WIB) dan Hujan_717 (pukul 07.00-17.00 WIB). Durasi perlakuan mengacu pada kejadian angin kencang menurut Nurjani *et al.* (2013). Perlakuan diulang tiga kali, setiap ulangan memakai 10 pot untuk perlakuan hujan, dan 3 pot untuk perlakuan angin. Setelah perlakuan selesai, tanaman kembali dipelihara di lapang.

Simulasi hujan menggunakan sprinkler yang dipasang 2.0 m di atas tanaman padi. Nozel sprinkler berupa *direct spray* dan *mist-spray* (1.5-2.0 Bar) dengan kapasitas bervariasi (0.5, 1.0, 2.0 dan 4.0 L per jam) yang disusun zig-zag. Jarak antar nozel 50 cm x 100 cm. Intensitas hujan diukur setiap hari menggunakan gelas berskala. Intensitas hujan tercatat 86-104 mm per jam dengan rata-rata sekitar 100 mm per jam atau termasuk hujan ekstrim pada klasifikasi BMKG (Dulbari *et al.*, 2017). Ukuran *droplet* diestimasi dari diameter pada kertas minyak yakni ~ 0.5-2.0 mm (95% *droplet* berukuran < 0.5 mm). Simulasi angin menggunakan kipas *axial type cyclon* diameter 90 cm dengan kecepatan angin efektif 10-40 km jam⁻¹ (anemometer Mastech 6252A, Myanmar) pada jarak 100-500 cm dari kipas atau nilai 6

Tabel 1. Deskripsi varietas padi yang digunakan dalam penelitian

Deskripsi	Ciapus	Fatmawati	HIPA 6	Inpari 10	WAB
Tipe*	Semi PTB	PTB	Hibrida	PS	PS
Umur tanaman (hari)*	115-122	105-115	101-128	108-116	113-115
Tinggi tanaman (cm)*	100-108	95-110	90-120	100-120	105-113
Jumlah anakan produktif*	14-16	8-14	7-14	17-25	15-18
Kerontokan*	Sedang	Sedang	Mudah	Sedang	Sedang
Kerebahan*	Agak tahan	Sedang	Tahan	Tahan	Sedang
Rata-rata GKG (ton ha ⁻¹)*	6.5	6.0	7.4	5.1	5.5
Jumlah gabah per malai**	148.6	242.8	246.4	130.0	118.2
Kapasitas <i>recovery</i> (%)**	99	99	60	ta	85

Keterangan: *Suprihatno *et al.* (2009); **Dulbari (2018): Kapasitas *recovery* rebah, kemampuan tegak kembali setelah direbahkan 90%; ta-tidak ada; PTB-tipe baru; PS-padi sawah



Sumber: RKB, 2020

Gambar 1. Fase pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi diadopsi dari RKB (2020) dengan modifikasi. Tanda panah adalah stadia tanaman didera perlakuan

pada skala Beaufort yakni angin kencang (Dulbari *et al.*, 2017). Kipas dipasang *fixed* tanpa *swing* sehingga dihasilkan angin satu arah tertuju pada barisan tanaman padi. Ulangan menggunakan kipas angin terpisah.

Pengamatan meliputi jumlah gabah per malai, persentase gabah hampa, dan bobot gabah per malai. Setiap rumpun diamati 15-20 malai. Data dianalisis menggunakan ANOVA. Jika pengaruh perlakuan nyata dilakukan uji lanjut menggunakan LSD $\alpha = 5\%$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Langsung dari Angin

Selama perlakuan angin, batang dan malai padi merunduk searah hembusan angin, namun kecepatan angin hingga 40 km jam⁻¹ tidak menyebabkan tanaman rebah permanen. Tanaman padi berumpun pendek dan padat memiliki sudut merunduk lebih kecil dibandingkan dengan padi berumpun tinggi dan anakan sedikit. Ada indikasi kuat bahwa keberadaan anakan tidak produktif menghalangi rumpun merunduk. Santosa *et al.* (2020) menyatakan bahwa tanaman padi yang memiliki banyak anakan tidak produktif nyata lebih tahan rebah dibandingkan dengan yang sedikit anakan berdasarkan uji tekanan statis.

Perlakuan angin tidak menyebabkan abnormalitas pertumbuhan tanaman. Namun, sebagian besar daun bendera dari rumpun yang dekat kipas (kecepatan angin > 30 km jam⁻¹) terbelah pada bagian ujungnya. Selain itu, juga ditemukan adanya padi yang rontok sekitar 5-25 bulir per rumpun (Tabel 2), tanpa memperhatikan genotipe. Bulir yang rontok diduga karena terjadinya benturan antar malai yang terus bergerak selama perlakuan angin. Terkait kerontokan gabah akibat angin perlu kajian lebih lanjut hubungannya dengan arsitektur malai.

Pengaruh Langsung dari Hujan

Perlakuan hujan menyebabkan abnormalitas malai (Gambar 2). Abnormalitas meliputi pertumbuhan malai, pemencaran malai dan warna sekam. Beberapa malai tumbuh abnormal akibat pelepah daun bendera yang melindungi malai saat masih muda mengalami patah (Gambar 2B). Abnormalitas pertumbuhan tersebut berkontribusi pada peningkatan gabah hampa. Selain itu, ada malai yang muncul tidak lazim yakni melalui sisi bawah pelepah daun bendera, berbeda dengan biasanya yang muncul dari ujung pelepah (Gambar 2A). Konsekuensinya, malai menjadi rusak karena beberapa bulir tersangkut pelepah. Pada penelitian ini tidak dilakukan kuantifikasi abnormalitas pertumbuhan terhadap nilai kehampaan karena kesulitan teknis.

Arsitektur malai cenderung bergerombol pada perlakuan hujan, berbeda dengan tanaman kontrol yang memiliki malai menyebar. Namun demikian, masih perlu penelitian lebih lanjut korelasi arsitektur malai tersebut dengan perlakuan hujan. Malai menggerombol karena sudut

Tabel 2. Kejadian daun bendera patah per rumpun tanaman padi setelah perlakuan hujan pada 2 MSP

Genotipe	Kejadian daun bendera patah			Perlakuan angin	
	K	Hujan_712	Hujan_717	Daun bendera belah per rumpun (%) ^z	Gabah rontok per rumpun (butir) ^z
Ciapus	0	+	++	56-100	5-11
Fatmawati	0	+	++	60-100	10-22
HIPA 6	0	+	++	70-98	15-25
Inpari 10	0	+	++	55-100	12-18
Way Apo Buru	0	+	++	60-100	9-15

Keterangan: K-kontrol, Hujan_712: pukul 07.00-12.00 WIB, Hujan_717: pukul 07.00-17.00 WIB; + : patah 1-2 daun, ++: patah > 3 daun; MSP-minggu setelah mulai perlakuan; ^ztidak dilakukan uji statistik

aksisnya kecil, namun sayangnya besaran sudut aksis tidak diukur. Penyebab mengecilkan sudut aksis pada malai dari perlakuan hujan masih belum diketahui. Setelah perlakuan Hujan_712 dihentikan, sudut aksis beberapa malai melebar pada sore hari (Gambar 2C), walaupun sudut tersebut lebih kecil dibandingkan dengan malai dari tanaman kontrol. Pada perlakuan Hujan_717, malai tetap bergerombol sepanjang hari dan malai tidak merunduk seperti pada kontrol. Ada kemungkinan sudut aksis yang berimplikasi pada arsitektur malai berkaitan dengan laju evapotranspirasi yang terhambat akibat kelembaban sekitar tanaman yang tinggi selama perlakuan hujan. Pada kondisi lapang, arsitektur malai padi dipengaruhi oleh dosis pupuk nitrogen (Rahayu *et al.*, 2018), dan genotipe tanaman (Ramadhan *et al.*, 2018).

Terdapat titik-titik kondensasi air di dalam sekam yang mengindikasikan bunga padi selalu lembab selama perlakuan hujan (Gambar 2D). Secara visual, sebagian sekam padi berwarna lebih terang dibandingkan dengan sekam pada tanaman kontrol. Ada sekam yang menunjukkan lebar bukaan lemma-palea saat anthesis tidak selebar bukaan lemma-palea pada tanaman kontrol. Sebagian sekam yang lain dari perlakuan hujan (Hujan_712 dan 717) ada yang berwarna coklat yang lebih gelap. Masih belum diketahui, apakah warna kecoklatan tersebut ada hubungannya dengan keberhasilan anthesis. Pada penelitian

ini sulit dikesampingkan adanya kemungkinan kualitas air menjadi penyebab munculnya warna kecoklatan. Menurut Barang dan Saptomo (2019) kualitas air bersih di IPB masih berfluktuasi pada TDS yakni 47.35-56.68 mg L⁻¹, tingkat kekeruhan 1.76-2.60 NTU, dan pH 6.38-7.36.

Perlakuan hujan juga menyebabkan pelepah (upih) daun bendera yang patah (Tabel 2). Tanaman didera Hujan_717 memiliki jumlah pelepah daun bendera patah yang lebih banyak dibandingkan dengan tanaman Hujan_712. Penyebab seludang patah saat perlakuan diduga karena adanya peningkatan beban daun akibat adanya massa air yang terus menerus, walaupun posisi sprinkler telah diatur untuk meminimalisir efek tekanan air. Kerusakan pelepah tersebut perlu kajian lebih lanjut khususnya terkait dengan potensi serangan penyakit. Menurut Dutta dan Kalha (2011) serangan penyakit bercak pelepah sering terjadi setelah curah hujan tinggi selama beberapa hari diikuti dengan kelembaban udara > 90% dan suhu udara sekitar 30 °C. Menurut Pal *et al.* (2017) curah hujan 100 mm per hari merupakan triger utama infeksi penyakit bercak pelepah. Hubungan antara curah hujan tinggi dengan peningkatan kejadian penyakit bercak batang dan pelepah pada tanaman padi telah diteliti secara intensif (Dutta dan Kalha, 2011; Bhukal *et al.*, 2015; Pal *et al.*, 2017; Weng *et al.*, 2017; Parveen *et al.*, 2018; Turaidar *et al.*, 2018; Sabes *et al.*,



Gambar 2. Pengaruh perlakuan hujan pada tanaman padi. A. Malai abnormal bulir tersangkut pelepah daun bendera, B. Pelepah daun bendera patah (panah), C. Malai bergerombol, D. Bulir berisi embun air (panah)

2020). Menurut Lu *et al.* (2018) padi yang memiliki daun lebih tegak lebih tahan deraan hujan.

Bobot Gabah

Perlakuan angin menurunkan bobot gabah isi pada semua genotipe yang diuji sebesar 29.50-70.24% (Tabel 3). Penurunan bobot gabah isi terbesar terjadi pada genotipe Ciapus yakni 70.24% dan penurunan terendah terjadi pada genotipe Fatmawati yakni 29.50%. Persen bobot gabah tidak-bernas yakni bobot gabah hampa ditambah gabah setengah hampa, relatif tidak terpengaruh perlakuan angin pada genotipe Fatmawati, yakni sebesar 7.52-10.90% (rata-rata 9.54%). Pada genotipe lain, perlakuan angin nyata meningkatkan bobot gabah tidak-bernas yakni 165.83%, 56.15%, 200.75%, dan 34.77% secara berturut-turut pada genotipe Ciapus, HIPA 6, Inpari 10 dan WAB. Perlakuan angin juga menurunkan indeks 1,000 butir semua genotipe, yakni sebesar 21.24% pada Ciapus, 8.6% pada Fatmawati, 19.27% pada HIPA 6, 10.62% pada Inpari 10 dan 10.18% pada WAB.

Tanaman padi perlakuan hujan menghasilkan bobot gabah isi lebih rendah yaitu pada Ciapus sebesar 24.09-26.38%, Fatmawati sebesar 19.21-34.43% dan Inpari 10 sebesar 19.47-25.50% (Tabel 3). Perlakuan Hujan_712 nyata menurunkan bobot gabah isi genotipe HIPA 6 sedangkan perlakuan Hujan_717 tidak berpengaruh nyata. Pada WAB perlakuan Hujan_712 tidak berpengaruh nyata sedangkan perlakuan Hujan_717 nyata menurunkan bobot gabah isi. Perbedaan respon genotipe HIPA 6 dan WAB perlu kajian lebih lanjut apakah disebabkan perbedaan fenologi atau ada mekanisme lain.

Bobot gabah hampa genotipe Ciapus, HIPA 6 dan WAB tidak terpengaruh perlakuan curah hujan (Tabel 3). Namun bobot gabah setengah hampa cenderung meningkat pada Ciapus dan HIPA 6, yang menunjukkan bahwa hujan mengganggu proses pengisian biji. Gangguan pada pengisian biji didukung nilai indeks bobot 1,000 butir yang lebih rendah pada perlakuan curah Hujan_717 pada semua genotipe dibandingkan Hujan_712.

Terdapat korelasi antara lama perlakuan hujan dengan tingkat kehampaan (Gambar 3, kanan), dengan

Tabel 3. Bobot gabah per rumpun tanaman padi pada perlakuan angin dan curah hujan

Perlakuan	Bobot gabah isi (g)	Bobot gabah hampa (g)	Bobot gabah setengah hampa (g)	Bobot 1,000 gabah isi (g)
Ciapus				
Kontrol	111.11a	7.25a	2.18b	26.93a
Angin	33.07c	6.46a	0.90c	21.21b
Hujan_612	81.80b	5.91a	2.06b	25.59a
Hujan_617	84.34b	7.97a	5.38a	26.26a
Fatmawati				
Kontrol	111.12a	12.16a	2.15a	25.23a
Angin	78.34c	8.91b	1.34b	23.05a
Hujan_612	89.77b	11.29a	2.51a	23.95a
Hujan_617	72.86bc	6.05b	1.53b	24.44a
HIPA 6				
Kontrol	125.11a	18.98a	3.26c	22.68a
Angin	53.64c	15.45b	7.74a	18.31b
Hujan_612	93.76b	18.77a	5.53b	21.10a
Hujan_617	123.10ab	15.14b	3.98c	19.79b
Inpari 10				
Kontrol	133.32a	8.60b	1.07a	26.27a
Angin	61.68c	13.76a	0.63a	23.48c
Hujan_612	99.32bc	11.58ab	1.43a	25.41ab
Hujan_617	107.36b	13.11a	1.30a	24.43b
Way Apo Buru (WAB)				
Kontrol	89.99a	7.32b	1.10a	24.36a
Angin	47.92b	5.46c	1.03a	21.88b
Hujan_612	91.58a	7.26b	0.80a	24.80a
Hujan_617	39.31b	10.83a	1.01a	21.21b

Keterangan: Angka pada kolom varietas sama diikuti huruf sama tidak berbeda nyata pada LSD $\alpha = 5\%$

tingkat korelasi tergantung genotipe. Semakin lama hujan, tingkat kehampaan nyata meningkat pada genotipe Ciapus, Inpari 10 dan WAB. Tingkat kehampaan pada genotipe Fatmawati dan HIPA 6 cenderung meningkat dari kontrol pada perlakuan hujan selama 5 jam dari pukul 07.00-12.00 lalu menurun pada perlakuan hujan selama 10 jam dari pukul 07.00-17.00. Respon genotipe yang berbeda antara Hujan_712 dengan Hujan_717 tersebut belum diketahui penyebabnya. Ada kemungkinan hujan pada sore hari dapat memulihkan potensi kehampaan yang terjadi akibat hujan pagi hari. Dugaan tersebut perlu diverifikasi lebih lanjut mengingat perlakuan hujan selama 5 jam dari pukul 12.00-17.00 tidak dilakukan. Menurut Nurjani *et al.* (2013) 40% kejadian angin kencang di Indonesia terjadi pada pukul 12.00-16.00, 35% terjadi pada 16.01-00.00, dan 14% terjadi pada 00.01-11.59 waktu setempat.

Pada genotipe sama, persen gabah hampa cenderung lebih tinggi pada tanaman dengan perlakuan angin daripada hujan (Gambar 3 kiri). Genotipe WAB relatif lebih sensitif terhadap curah hujan, sedangkan Ciapus, HIPA 6 dan Inpari 10 relatif lebih sensitif terhadap angin kencang. Genotipe Fatmawati diduga lebih tahan terhadap deraan angin dan curah hujan. Jadi, ada perbedaan sensitivitas genotipe terhadap deraan angin kencang dan curah hujan. Secara umum, jumlah gabah hampa akan tinggi jika pada fase kritis yakni bunting dan berbunga tanaman tercekam suhu tinggi (Aghamolki *et al.*, 2014) atau kekeringan (Yang *et al.*, 2019). Kehampaan akibat deraan angin disebabkan oleh kegagalan penyerbukan dan kerusakan organ reproduksi (Ishimaru *et al.*, 2012; Sridevi dan Chellamuthu, 2015). Perlu penelitian lebih lanjut faktor penentu kehampaan padi pada kedua deraan khususnya pada Fatmawati.

Pengelolaan Produksi Berbasis Iklim

Jian *et al.* (2020) melaporkan adanya peningkatan intensitas curah hujan per jam pada masa anthesis dan pengisian biji 0.9-2.8% per dekade di China. Di Indonesia, lokasi yang mengalami kejadian seperti simulasi penelitian ini masih jarang dilaporkan, kecuali untuk Pulau Jawa dan Sumatera (Nurjani *et al.*, 2013; Barung *et al.*, 2019; Dulbari *et al.*, 2021). Menurut Barung *et al.* (2019), terdapat kejadian hujan tanpa henti selama 23-37 hari di Sumatera pada 1995 dan selama 17 hari pada 1988; dan melalui simulasi, intensitas curah hujan hingga tahun 2040 akan meningkat 8.5-14.7% per tahun, dan kejadian hujan tanpa henti dapat berlangsung selama 40 hari. Jika pada penelitian ini durasi hujan 15 hari berturut-turut seperti pada simulasi penelitian ini telah menyebabkan penurunan hasil gabah isi yang cukup besar, maka hujan yang lebih lama akan berdampak penurunan hasil yang lebih besar. Menurut Dulbari *et al.* (2021) terjadi 83 kejadian cuaca ekstrim di Provinsi Lampung yang menyebabkan kehilangan hasil padi sebesar 33.59 ribu ton GKG tahun 2015.

Banyak peneliti mengajukan skenario untuk mengurangi dampak perubahan iklim melalui penerapan pertanian cerdas iklim (*Climate-Smart Agriculture-CSA*), yang basisnya adalah manajemen air, varietas tahan kering,

dan mengurangi emisi gas rumah kaca (Auffhammer *et al.*, 2012; De Pinto *et al.*, 2020; Tran *et al.*, 2020). Di Indonesia, CSA untuk pertanaman padi akan lebih operasional jika basisnya adalah untuk menekan kerugian hasil berdasarkan skenario cuaca ekstrim yakni curah hujan tinggi dan angin kencang, karena kedua hal tersebut diprediksi akan semakin ekstrim pada masa mendatang (Barung *et al.*, 2019). Selain itu, curah hujan tinggi juga erat kaitannya dengan peningkatan serangan penyakit karat padi (Chowdhury *et al.*, 2015; Parveen *et al.*, 2018).

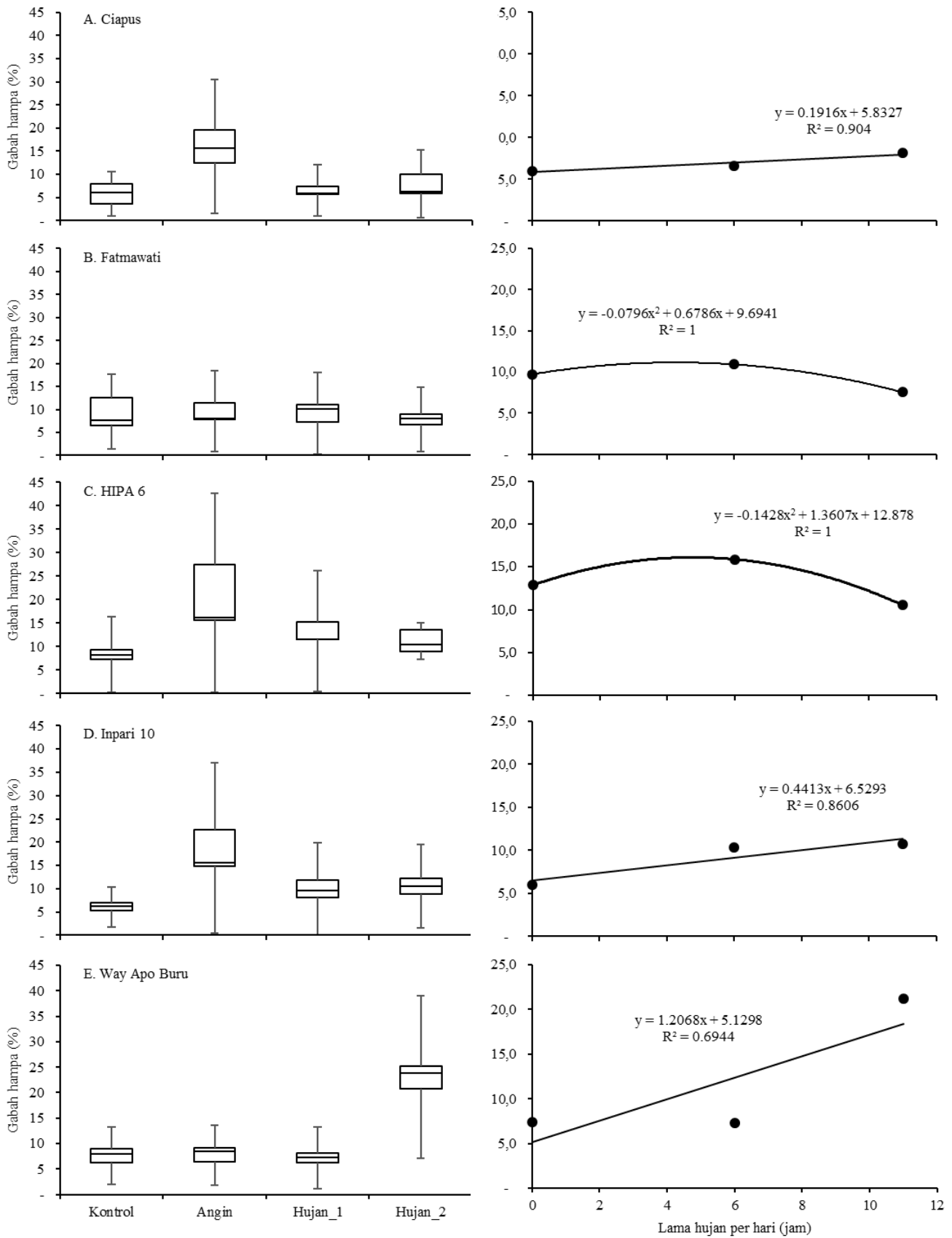
Agar manajemen produksi berbasis iklim (*climate-smart production*) dapat dijalankan dengan baik di Indonesia, diperlukan beberapa prasyarat. Pertama adalah memilih varietas padi yang tepat karena genotipe padi memiliki sensitivitas berbeda-beda.

Kedua adalah menyusun data risiko iklim secara spasial dan temporal (Dhamira dan Irham, 2020). Dari 345 zona agroklimate di Indonesia sebagian besar adalah daerah rawan angin kencang dan curah hujan tinggi (<http://www.bmkg.go.id>). Jawa Tengah sebagai contoh, memiliki prevalensi angin kencang yang tinggi pada bulan Oktober-Desember, Maret-April, dan Juli-September (Nurjani *et al.*, 2013). Dulbari *et al.* (2021) menyatakan bahwa kejadian cuaca ekstrim di Provinsi Lampung terjadi pada Januari-Maret atau bulan bercurah hujan tinggi. Sebaran risiko cuaca ekstrim umumnya mengikuti pola curah hujan bulanan dan juga tipe hujan setempat. Menurut Tukidi (2010), Indonesia memiliki tiga tipe hujan (Gambar 4B-D). Menurut Dulbari *et al.* (2021) kejadian cuaca ekstrim bersifat lokal dan insidental, tetapi Santosa *et al.* (2020) mencatat adanya kejadian berulang pada wilayah tertentu. Untuk itu, ketersediaan data iklim *time series* dan *real time* adalah sangat penting.

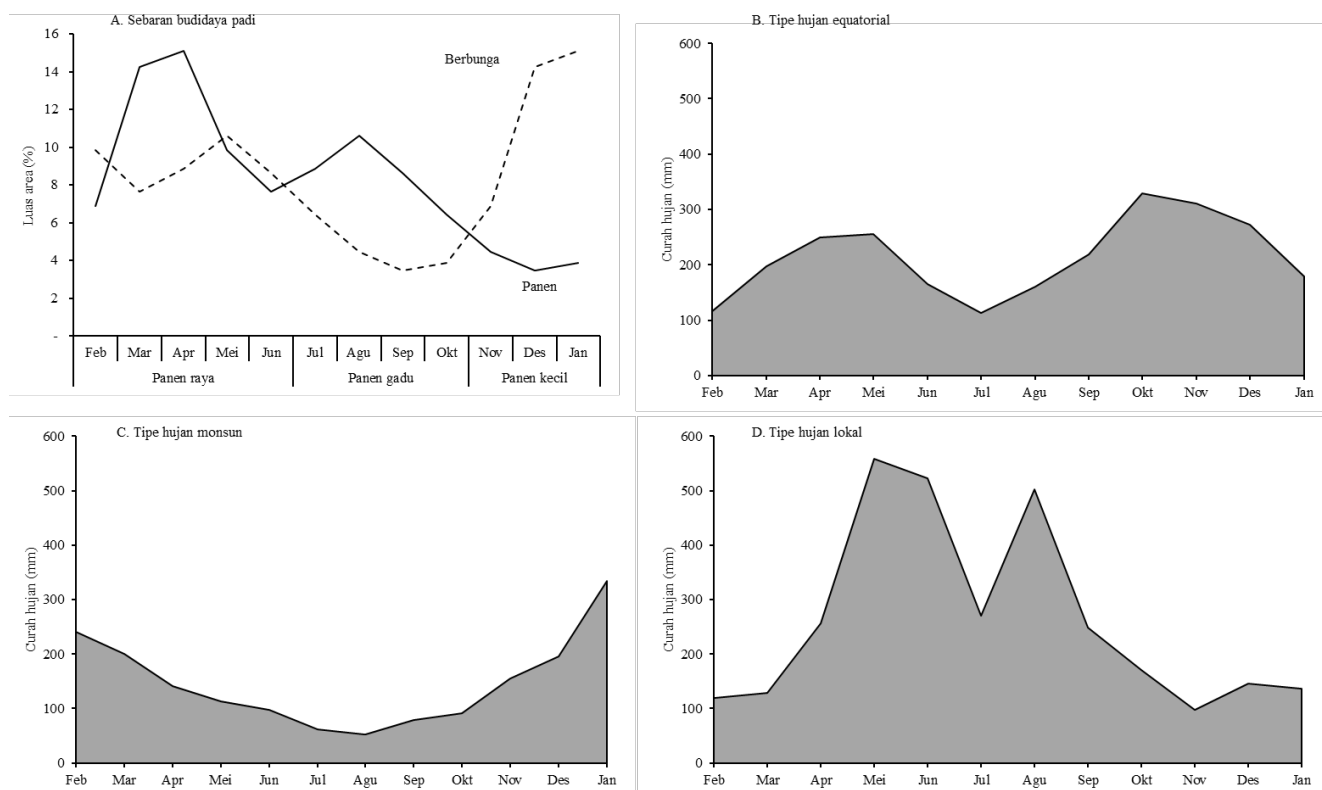
Ketiga adalah mengumpulkan data luas tanam *time series*. Surmaini dan Syahbuddin (2016) mengemukakan bahwa waktu tanam padi dipengaruhi oleh musim, yang diformulasikan menjadi kalender tanam dari otoritas setempat. Menurut Sumarno (2006), periodisasi tanam padi di Indonesia ada tiga yakni tanam utama, gadu dan tanam kemarau (Tabel 4). Fase kritis padi terhadap cekaman adalah masa generatif (Shah *et al.*, 2011; Aghamolki *et al.*, 2014; Sridevi dan Chellamuthu, 2015; Dulbari, 2017; Yang *et al.*, 2019). Walaupun umur padi dapat berbeda, tetapi lama fase generatif hampir sama yakni 65 hari (Gambar 1). Irisan dari luas tanam, fase kritis, dan kejadian cuaca ekstrim dapat digunakan untuk memprediksi risiko hasil pada satu wilayah. Dengan demikian, jadwal tanam padi juga diikuti profil risiko hasil (Ishimaru *et al.*, 2012; Surmaini dan Syahbuddin, 2016).

Keempat, mencatat data input produksi khususnya jenis dan dosis pupuk serta jarak tanam karena hal tersebut berkorelasi dengan kerentanan rebah (Zhang *et al.*, 2017; Santosa *et al.*, 2020). Data agronomis sangat penting untuk menghindari *over-* ataupun *under-estimate* dari prediksi yang digunakan.

Selain empat langkah mitigasi dampak cuaca ekstrim seperti di atas, juga perlu dilakukan langkah adaptasi di lapangan. Langkah adaptasi secara umum dilakukan dengan



Gambar 3. Persentase gabah hampa genotipe padi pada perlakuan angin dan curah hujan (kiri), dan korelasi antara lama hujan dengan persentase hampa (kanan)



Gambar 4. Sebaran pertanaman padi dan curah hujan bulanan. A. Luas panen dan estimasi luas areal padi berbunga (BPS, 2020a; 2020b). Data B, C, D diadopsi dari Tukidi (2010)

Tabel 4. Periodisasi musim tanam dan luas panen padi di Indonesia

Periodisasi tanam ^z		Periodisasi panen ^z		Sebaran luas panen (%)		
Kriteria	Bulan	Kriteria	Bulan	2018 ^y	2019 ^y	2020 ^x
Tanam utama	November	Panen raya	Februari	9.41	6.85	4.37
	Desember		Maret	15.57	16.14	11.06
	Januari		April	12.40	15.76	17.19
	Februari		Mei	8.80	8.63	12.08
	Maret		Juni	7.83	8.26	6.88
Tanam gadu	April	Panen gadu	Juli	9.41	8.91	8.27
	Mei		Agustus	9.59	11.07	11.15
	Juni		September	8.88	7.50	9.48
	Juli		Oktober	5.54	5.63	8.09
Tanam kemarau	Agustus	Panen kecil	November	4.57	4.41	4.37
	September		Desember	3.25	3.00	4.09
	Oktober		Januari	4.75	3.85	2.97

Keterangan: ^zDiadopsi dari Sumarno (2016); ^ySumber BPS (2020a), ^xSumber BPS (2020b)

cara mengatur iklim mikro, memilih varietas yang tepat, mengatur jarak tanam, mengatur waktu tanam, dan memupuk secara berimbang (Sridevi dan Chellamuthu, 2015; Santosa *et al.*, 2016; Dulbari, 2017; Zhang *et al.*, 2017; Santosa *et al.*, 2020). Santosa *et al.* (2016) menekankan perlunya menanam tanaman turi di pematang sawah sebagai penahan angin (*wind breaker*).

KESIMPULAN

Deraan angin dan hujan menurunkan bobot gabah isi dan meningkatkan gabah hampa dengan besaran tergantung genotipe. Way Apu Buru relatif lebih sensitif terhadap curah hujan, sedangkan Ciapus, HIPA 6 dan Inpari 10 relatif lebih sensitif terhadap angin. Genotipe Fatmawati relatif

lebih tahan terhadap kedua deraan dibandingkan genotipe lain. Dalam rangka menerapkan manajemen produksi cerdas iklim, diperlukan dukungan data agronomis dan non agronomis, serta langkah adaptasi di lapangan untuk mengurangi dampak cuaca ekstrim. Selain itu, perlu kajian lebih lanjut mekanisme kehampaan pada kedua deraan dalam rangka meningkatkan efektivitas adaptasi terhadap perubahan iklim.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Kementerian Riset dan Teknologi/BRIN) Republik Indonesia yang telah mendanai penelitian skema Hibah Kompetensi Tahun 2017-2018 dengan judul “Mitigasi dan Adaptasi Tanaman Padi pada Deraan Cuaca Ekstrim”

DAFTAR PUSTAKA

- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2020a. Luas panen dan produksi padi di Indonesia 2019. Berita Resmi Statistik 16/02/Th.XXII. <https://www.bps.go.id> [12 Desember 2020].
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2020b. Luas panen dan produksi padi di Indonesia tahun 2020 (angka sementara). Berita Resmi Statistik 79/10/Th.XXII. <https://www.bps.go.id>. [12 Desember 2020].
- Aghamolki, M.T.K., M.K. Yusop, F.C. Oad, H. Zakikhani, H.Z. Jaafar, S. Kharidah, M.H. Musa. 2014. Heat stress effects on yield parameters of selected rice cultivars at reproductive growth stages. *J. Food Agric. Environ.* 12:741-746.
- Auffhammer, M., V. Ramanathan, J. Vincent. 2012. Climate change, the monsoon, and rice yield in Indian. *Clim. Change* 111:411-424.
- Baker, C.J., M. Sterling, P. Berry. 2014. A generalized model of crop lodging. *J. Theor. Biol.* 363:1-12. Doi:10.1016/j.jtbi.2014.07.032.
- Barang, M.H.D., S.K. Saptomo. 2019. Analisis kualitas air pada jalur distribusi air bersih di gedung baru Fakultas Ekonomi dan Manajemen Institut Pertanian Bogor. *J-SIL* 4:13-24. Doi:10.29244/jsil.4.1.13-24.
- Barung, F.M., I.D.G.A. Putra, H.M. Gultom. 2019. Proyeksi indek iklim ekstrim di pulau Sumatera. hal. 274-284. *Dalam* Prosiding Seminar Nasional Bumi dan Atmosfer 2019: Enhancing Knowledge of the Sun-Earth System for Weather Action. Tangerang 21 Maret 2019.
- Bhukal, N., R. Singh, N. Mehta. 2015. Progression and development of sheath blight of rice in relation to weather variables. *J. Mycol. Plant Pathol.* 45:166-172.
- Chowdhury, M.T.I., M.S. Mian, M.A.T. Mia, M.Y. Rafii, M.A. Latif. 2015. Agro-ecological variations of sheath rot disease of rice caused by *Sarocladium oryzae* and DNA fingerprinting of the pathogen's population structure. *Genet. Mol. Res.* 14:18140-52. Doi:10.4238/2015.December.23.1.
- De Pinto, A., N. Cenacchi, H-Y. Kwon, J. Koo, S. Dunston. 2020. Climate smart agriculture and global food-crop production. *PLoS ONE* 15: e0231764.
- Dhamira, A., I. Irham. 2020. The impact of climatic factors on rice production in Indonesia. *Agro Ekon.* 31:46-60. Doi:10.22146/ae.55153.
- Dulbari, D., E. Santosa, Y. Koesmaryono, E. Sulistyono, A. Wahyudi, H. Agusta, D. Guntoro. 2021. Local adaptation to extreme weather and it's implication on sustainable rice production in Lampung, Indonesia. *Agrivita J. Agric. Sci.* 43:125-136.
- Dulbari, E. Santosa, E. Sulistyono, Y. Koesmaryono. 2017. Adaptation of wetland rice to extreme weather. *J. Trop. Crop Sci.* 4:70-77. Doi:10.29244/jtcs.4.2.70-77.
- Dutta, U., C.S. Kalha. 2011. Effect of meteorological parameters on development of sheath blight disease in paddy. *Plant Disease Res.* 26:122-126.
- He, W., Y. Liu, H. Sun, F. Taghizadeh-Hesary. 2020. How does climate change affect rice yield in China? *Agriculture* 10:441. Doi:10.3390/agriculture10100441.
- Ishimaru, T., H. Hirabayashi, T. Kuwagata, T. Ogawa, M. Kondo. 2012. The early-morning flowering trait of rice reduces spikelet sterility under windy and elevated temperature conditions at anthesis. *Plant Prod. Sci.* 15:19-22. Doi:10.1626/ppls.15.19.
- Jian, Y., J. Fu, B. Li, F. Zhou. 2020. Increased extreme hourly precipitation over China's rice paddies from 1961 to 2012. *Sci. Rep.* 10:10609. Doi:10.1038/s41598-020-67429-0.
- Lu, H., X. Qi, X. Guo, J.J. Towa, B. Zhen, D. Qiao, Z. Wang, B. Yang, Y. Han. 2018. Canopy light utilization and yield of rice under rain-catching and controlled irrigation. *Water* 10:1340. Doi:10.3390/w10101340.

- Martinez-Vazquez, P. 2016. Crop lodging induced by wind and rain. *Agric. Forest Meteorol.* 228-229:265-275. Doi:10.1016/j.agrformet.2016.07.003 0168-1923.
- Myhre, G., K. Alterskjær, C.W. Stjern, Ø. Hodnebrog, L. Marelle, B.H. Samset, J. Sillmann, N. Schaller, E. Fischer, M. Schulz, A. Stohl. 2019. Frequency of extreme precipitation increases extensively with event rareness under global warming. *Sci. Rep.* 9: 16063. Doi:10.1038/s41598-019-52277-4.
- Niu, L., S. Feng, W. Ding, G. Li. 2016. Influence of speed and rainfall on large-scale wheat lodging from 2007 to 2014 in China. *PLoS ONE* 11: e0157677.
- Nurjani, E., A. Rahayu, F. Rachmawati. 2013. Kajian bencana angin ribut di Indonesia periode 1990-2011: upaya mitigasi bencana. *Geomedia* 11:191-206.
- Pal, R., D. Mandal, M.K. Biswas, B.N. Panja. 2017. Effect of weather parameters on the initiation and progression of sheath blight of rice. *J. Agrometeorology* 19:39-43.
- Parveen, S., M.R. Bhuiwan, M.A.I. Khan, M.A. Ali. 2018. Effect of planting time on sheath blight disease of rice in Bangladesh. *Bangladesh Rice J.* 22:55-62. Doi:10.3329/brj.v22i2.44042.
- Rahayu, S., M. Ghulamahdi, W.B. Suwarno, H. Aswidinnoor. 2018. Morfologi malai padi (*Oryza sativa* L.) pada beragam aplikasi pupuk nitrogen. *J. Agron. Indonesia* 46:145-152. Doi:10.24831/jai.v46i2.18092.
- Ramadhan, F., W.B. Suwarno, A. Nindita, H. Aswidinnoor. 2018. Analisis genetik arsitektur malai padi menggunakan dua populasi F2. *J. Agron. Indonesia* 46:1-8.
- [RKB] Rice Knowledge Bank. 2020. Learn about best practices in rice farming. <http://www.knowledgebank.irri.org>. [12 Desember 2020].
- Sabes, P.L.P., M.M. Lon, M.A. Peter, J. Maruyama, S. Koyama, T. Watanabe, S. Koizumi. 2020. Effect of increased silicon content of paddy rice on sheath blight development through carbonized rice husk application. *JARQ.* 54:145-151.
- Santosa, E., Dulbari, H. Agusta, D. Guntoro, S. Zaman. 2016. Phenomenon of lodging and its implication on improvement of rice adaptive to extreme weather in Indonesia. *In Proceeding of National Seminar PERIPI 'Breeding Strategy for Global Climate Change Anticipation'*. Pp. 45-53. Pekanbaru-Riau, Indonesia. 20 July 2016.
- Santosa, E., H. Agusta, D. Guntoro, S. Zaman. 2020. Strength assessment of rice hills from different planting distance by loading simulation. *Agric. Sci.* 5:131-139.
- Shah, F., J. Huang, K. Cui, L. Nie, T. Shah, C. Chen, K. Wang. 2011. Impact of high-temperature stress on rice plant and its traits related to tolerance. *J. Agric. Sci.* 149:545-556. Doi:10.1017/S0021859611000360.
- Sheikh, M.M., N. Manzoor, J. Ashraf, M. Adnan, D. Collins, S. Hameed, M. J. Manton, A. U. Ahmed, S.K. Baidya, H.P. Borgaonkar, N. Islam, D. Jayasinghearachchi, D.R. Kothawale, K.H.M.S. Premalal, J.V. Revadekar, M.L. Shrestha. 2015. Trends in extreme daily rainfall and temperature indices over South Asia. *Int. J. Climatol.* 35:1625-1637. Doi:10.1002/joc.4081.
- Sridevi, V., V. Chellamuthu. 2015. Impact of weather on rice – a review. *Int. J. Appl. Res.* 1:825-831.
- Su, P., X-L. Liao, Y. Zhang, H. Huang. 2012. Influencing factors on rice sheath blight epidemics in integrated rice-duck system. *J. Integrative Agric.* 11:1462-1473.
- Sumarno. 2016. Periodisasi musim tanam padi sebagai landasan manajemen produksi beras nasional. *Sinar Tani* 36(3136). Tahun XXXVI.
- Suprihatno, B., A.A. Daradjat, Satoto, Baehaki, I.N. Widiarta, A. Setyono, S.D. Indrasari, O.S. Lesmana, H. Sembiring. 2009. Deskripsi Varietas Padi. Subang: Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Badan Litbang Pertanian, Departemen Pertanian, RI.
- Surmaini, E., H. Syahbuddin. 2016. Kriteria awal musim tanam: tinjauan prediksi waktu tanam padi di Indonesia. *J. Litbang Pert.* 35:47-56.
- Tran, N.L.D., R.F. Rañola, B.O. Sander, W. Reiner, D.T. Nguyen, N.K.N. Nong. 2020. Determinants of adoption of climate-smart agriculture technologies in rice production in Vietnam. *Internat. J. Clim. Change Strategies Manag.* 12:1756-8692. Doi:10.1108/IJCCSM-01-2019-0003.
- Tukidi. 2010. Karakter curah hujan di Indonesia. *J. Geografi* 7:136-145.

- Turaidar, V., M. Reddy, R. Anantapur, K.N. Krupa, N. Dalawai, C.A. Deepak, K.M.H. Kumar. 2018. Rice sheath blight: major disease in rice. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci. Special Issue- 7*:976-988.
- Weng, F., W. Zhang, X. Wu, X. Xu, Y. Ding, G. Li, Z. Liu, S. Wang. 2017. Impact of low-temperature, overcast and rainy weather during the reproductive growth stage on lodging resistance of rice. *Sci Rep 7*:46596. Doi:10.1038/srep46596.
- Yang, X., B. Wang, L. Chen, P. Li, C. Cao. 2019. The different influences of drought stress at the flowering stage on rice physiological traits, grain yield, and quality. *Sci. Rep. 9*:3742. Doi:10.1038/s41598-019-40161-0.
- Zhang, W., L. Wu, Y. Ding, X. Yao, X. Wu, F. Weng, G. Li, Z. Liu, S. Tang, C. Ding, S. Wang. 2017. Nitrogen fertilizer application affects lodging resistance by altering secondary cell wall synthesis in japonica rice (*Oryza sativa*). *J. Plant Res. 130*:859-871. Doi:10.1007/s10265-017-0943-3.