

Pendugaan Kehilangan Hasil pada Tanaman Padi Rebah Akibat Terpaan Angin Kencang dan Curah Hujan Tinggi

Yield loss Estimation on Rice Lodging Due to Strong Wind and High Rainfall Incidents

Dulbari^{1,2}, Edi Santosa^{3*}, Yonny Koesmaryono⁴, dan Eko Sulistyono³

¹Program Studi Agronomi dan Hortikultura, Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor

²Jurusan Budidaya Tanaman Pangan Politeknik Negeri Lampung

Jl. Soekarno Hatta No 10 Rajabasa Bandar Lampung 35144, Indonesia

³Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor
(Bogor Agricultural University), Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia

⁴Departemen Geofisika dan Meteorologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor
(Bogor Agricultural University), Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia

Diterima 9 Maret 2017/Disetujui 7 September 2017

ABSTRACT

Rice lodging due to incident of extreme weather, i.e., combination of strong winds and high rainfall is evident in Indonesia. However, yield loss in the area is rarely studied. In order to estimate yield loss on rice, a model for calculating the yield reduction was developed. The objective of present study was to analyze the effect of strong winds and high rainfall incidents on yield loss of rice in the field. The study was conducted at the Sawah Baru IPB, Bogor, Indonesia from February to April, 2016 on rice plots severe from natural incident of strong wind and high rainfall. The results showed that rice lodging from strong wind and high rainfall formed patterns and specific formations. We determined four major lodging formations, five lodging degrees, and eleven different patterns due to wind direction. Overall, lodging occurred on research area of 27.6% with production loss up to 11.89%. This research showed that estimation of yield loss due to incident of extreme weather could be conducted in the level of field based on area of coverage and degree of lodging. Application of the model on wider area needs further evaluation.

Keywords: Agronomic character, extreme weather adaptation, modelling, lodging, rice variety

ABSTRAK

Terpaan angin kencang dan curah hujan tinggi diduga menurunkan produksi padi, namun data kerugian secara kuantitatif terkait hal tersebut masih terbatas. Penelitian bertujuan menyusun model pendugaan kerugian hasil tanaman padi akibat terpaan angin kencang dan curah hujan tinggi di lapangan. Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan IPB Sawah Baru pada Februari hingga April 2016, menggunakan tanaman padi yang rebah karena terpaan angin kencang dan curah hujan tinggi. Terpaan angin kencang dan curah hujan tinggi nyata menyebabkan tanaman padi rebah. Arah rebah membentuk formasi dan pola unik yang mempengaruhi luas, derajat rebah, dan tingkat kehilangan hasil. Secara umum, terdapat empat formasi rebah, lima derajat rebah dan sebelas pola rebah berbeda yang memiliki korelasi dan implikasi secara agronomis. Luas rebah sebanyak 27.6% dari luas areal yang diamati dan menurunkan produksi sebesar 11.89%. Secara agronomis, pendugaan kerugian akibat cuaca ekstrim dan angin kencang dapat didekati menggunakan pola, luas, dan derajat rebah. Untuk meningkatkan akurasi model yang disusun, perlu penelitian lebih lanjut pada tingkat hamparan sebagai upaya untuk mengembangkan adaptasi cuaca ekstrim.

Kata kunci: Adaptasi cuaca ekstrim, karakter agronomi, modeling, rebah, varietas padi

PENDAHULUAN

Peningkatan insiden cuaca ekstrim mengancam kestabilan produksi (Subash *et al.*, 2011). Adaptasi

diperlukan sebagai langkah untuk mengurangi dampak yang ditimbulkan (Travis, 2014). Dampak negatif cuaca ekstrim terhadap tanaman dan keamanan pangan sudah dipetakan (Gbegbelegbe *et al.*, 2014; Lizumi dan Ramankutty, 2015). Namun demikian, dampak cuaca ekstrim akibat angin kencang dan curah hujan tinggi yang menyebabkan

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

tanaman padi rebah, belum banyak dikaji. Menurut BMKG (2010), angin kencang adalah angin yang bergerak dengan kecepatan 40-50 km h⁻¹, sedangkan curah hujan tinggi bila >20 mm h⁻¹.

Tanaman padi sangat rentan terhadap kerebahan akibat cuaca ekstrim (Las, 2008). Fenomena rebah telah lama dikaji (Islam *et al.*, 2007; Salasi *et al.*, 2013; Zhang *et al.*, 2014a), namun data kuantitatif kerebahan akibat cuaca ekstrim masih terbatas. Kashiwagi *et al.* (2006) dan Weerakoon *et al.* (2008) menyatakan bahwa rebah akan mengganggu transport air, unsur hara, dan asimilat akibatnya tanaman mengalami kehilangan hasil.

Nilai kehilangan hasil tanaman padi akibat cuaca ekstrim cenderung *underestimate*. Kariyasa dan Djauhari (2013) melaporkan setiap tahun sekitar 400-800 ha mengalami gagal panen akibat cuaca ekstrim. Di sisi lain, Santosa *et al.* (2016) mencatat adanya insiden cuaca ekstrim hampir merata di seluruh sentra produksi padi di Indonesia, namun lolos dari pantauan alat pencatat cuaca dan cenderung tidak dilaporkan. Nilai kerugian tahunan diestimasi mencapai 3.16 triliun rupiah.

Dalam mengantisipasi dampak cuaca ekstrim, banyak peneliti menggunakan pendekatan genetik pada aspek kekeringan (Tubur *et al.*, 2012), genangan (Hairmansis *et al.*, 2012), dan tahan rebah (Mactal *et al.*, 2015; Ookawa *et al.*, 2010; Zhang *et al.*, 2014a). IRRRI (1988) mengembangkan pendekatan skoring nilai indek kerebahan yakni: 0, 1, 3, 5, 7, dan 9; nilai 0 menunjukkan tanaman sangat tahan rebah sedangkan nilai 9 sangat peka. Namun evaluasi cepat atas kerebahan yang menyebabkan pengurangan hasil padi belum memperoleh penjelasan yang memuaskan.

Secara visual, tanaman padi rebah membentuk formasi dan pola unik. Formasi adalah bentuk susunan tanaman padi rebah, sedangkan pola adalah kesatuan bentuk model atau gambar tanaman padi yang rebah. Hal ini dapat menjadi langkah awal untuk mengkuantifikasikan kehilangan hasil yang ditimbulkan. Pada tulisan ini, pendekatan kuantitatif atas kehilangan hasil dikaji dari aspek morfologi. Penelitian bertujuan menduga kerugian produksi tanaman padi rebah akibat terpaan angin kencang dan curah hujan tinggi.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan IPB Sawah Baru, Bogor-Jawa Barat (6.56° LS, 106.73° BT; 171.5 m dpl) dari tanggal 16 Februari hingga 30 April 2016. Insiden cuaca ekstrim yang menyebabkan tanaman padi rebah terjadi pada tanggal 15 Februari 2016 sekitar pukul 22.00-23.30 WIB. Dua genotipe tanaman terdampak, yaitu IPB 3S dan IPB 4S (selanjutnya disebut Genotipe A dan Genotipe B) dianalisis sebagai tanaman model. Kedua genotipe mempunyai tingkat kerontokan sedang, deskripsi kultivar dijelaskan dalam Siregar *et al.* (2013). Data cuaca di Stasiun Klimatologi Dramaga pada hari kejadian tercatat curah hujan harian 14.98 mm, suhu 23.31-30.78 °C, dan kelembaban udara relatif 89.04%. Kecepatan angin tidak tertangkap alat, namun berdasarkan simulasi pada penelitian terpisah diperkirakan > 50 km per jam.

Bibit ditanam umur 15 hari dengan satu tanaman per lubang menggunakan sistem legowo 2:1 jarak tanam (40x20)x20 cm. Dosis pupuk Urea 200 kg ha⁻¹ dan NPK (15-15-15) 300 kg ha⁻¹. Pemupukan dasar umur 7 hari setelah tanam (HST) 100 kg urea dan 100 kg NPK, pupuk susulan I umur 3 MST 50 kg urea dan 100 kg NPK dan pupuk susulan II umur 6 MST 50 kg urea dan 100 kg NPK. Pemberian air dilakukan dengan metode *intermittent* sesuai kebutuhan tanaman. Penyiangan umur 3 dan 6 MST, pengendalian hama dan penyakit menggunakan metode PHT. Luas tanaman masing-masing genotipe 2500 m² yang terbagi dalam 7 plot ukuran 25 m x 14 m. Terdapat 14 plot dengan luas total 5,000 m².

Pengamatan formasi, pola, dan derajat rebah dilakukan satu hari setelah insiden tanaman padi rebah. Formasi dan derajat rebah digambar dalam milimeter blok. Pola rebah diamati dengan cara memetakan bentuk kerebahan di setiap plot. Luas rebah total (LRT) dihitung berdasarkan jumlah total dari luas rebah per plot (LRT) menggunakan

$$\text{persamaan: } LRT = \sum_1^n LRP_n;$$

n = jumlah plot. Luas pola rebah plot ke- n (LRP_n) diformulasikan sebagai : $LRP_n = \frac{LPRP_n}{LP_n} \times LP_n$; di mana: LRP_n = luas rebah plot n , LPRP_n = luas pola rebah plot n , LP_n = Luas plot n , LRT = luas rebah total, LRP_{1,2}, dan n = luas rebah plot ke 1,2, dan n .

Kehilangan hasil (KH) pada setiap pola rebah dihitung berdasarkan kehilangan produksi sesuai kondisi DR menggunakan persamaan : $KH = PT \times PLDR \times AP \times PPPdr \times BGDR0$; $KHp = KHPR_1 + \dots + KHPR_n$; dan $KHt = KHp1 + KHp2 + \dots + KHp_n$. KH = kehilangan hasil pada pola rebah, PT = populasi tanaman terdampak (rumpun), PLDR = persen luas rebah pada masing-masing DR (0,1,2,3, atau 4), AP = anakan produktif, PPPdr = persen penurunan produksi pada tingkat derajat rebah, BGDR0 = bobot gabah per malai pada DR0, KHp = kehilangan hasil per plot, KHPR₁ = kehilangan hasil pada pola rebah 1, KHPR_n = kehilangan hasil pada pola rebah n , KHt = kehilangan hasil total, KHp1 = kehilangan hasil pada plot ke satu, KHp_n = kehilangan hasil pada plot ke n . KHt merupakan jumlah dari KHp, sedangkan KHp adalah kehilangan hasil pada plot sesuai dengan pola dan derajat rebah yang terjadi. Derajat rebah (DR) diukur dari posisi vertikal ke posisi malai tanaman menggunakan busur derajat, hasil pengukuran dikategorikan DR0 : 0-18°, DR1 : 19-37°, DR2 : 38-56°, DR3 : 57-75°, dan DR4 : 76-90°.

Panen dilakukan pada tanggal 4 Maret 2016 (18 hari setelah insiden). Pengamatan bobot gabah per malai, bobot gabah isi per malai, persen gabah hampa per malai pada masing-masing derajat rebah dilakukan pada saat panen dengan mengambil sampel sebanyak 10 rumpun secara acak diulang 3 kali. Pengamatan bobot kering jerami, bobot kering batang, dan bobot kering daun dilakukan pada sampel batang anakan produktif. Jerami dikeringkan pada suhu 80 °C selama 48 jam untuk mendapatkan bobot kering konstan. Data hasil pengamatan dianalisis ragam, perbedaan antar perlakuan dianalisis menggunakan Uji Fisher $P \leq 5\%$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Formasi dan Pola Rebah

Terbentuk empat formasi utama (Gambar 1). Formasi B (lurus), tanaman yang rebah berbentuk lurus mengikuti arah angin. Formasi C (berbelok), arah rebah berubah dari lurus menjadi berbelok. Formasi D (berputar), menunjukkan adanya putaran arah rebah. Formasi E (berlawanan atau berbaur), rebah berlawanan arah. Formasi rebah ditentukan oleh deraan angin dan hujan (Pasaribu *et al.*, 2013; Kashiwagi and Ishimaru, 2004).

Formasi rebah B adalah formasi terluas yakni $\pm 90\%$ dari total tanaman yang rebah (Gambar 2). Formasi ini diduga terbentuk akibat angin kencang yang bergerak lurus menekan tanaman dari arah samping atas tanaman tanpa adanya hambatan. Formasi rebah terluas ke dua adalah formasi C (berbelok). Membeloknya arah rebah disebabkan karena adanya faktor yang menghambat lajunya angin seperti pematang, pagar, atau tanaman lain yang lebih kokoh yang berada di pinggir petakan. Formasi D dan E tidak menyebabkan kerebahan yang luas, namun tingkat kerusakan yang ditimbulkan lebih tinggi. Dari pengamatan di lapangan, terbentuknya formasi D dan E ditandai adanya pertemuan dua arah angin yang berbeda.

Pola rebah dipengaruhi oleh karakter angin dan hujan pada saat kejadian. Terbentuk 11 pola rebah yang berbeda (Gambar 2). Semakin besar kecepatan angin, maka jejak terpaan yang ditimbulkan semakin luas seperti pola 1, pola 2, dan pola 3. Pola 1 merupakan pola dengan luas rebah terbesar (245 m^2) dan menyebabkan kehilangan hasil sebesar $85,130.00 \text{ g}$ per plot, diikuti dengan pola 2 seluas 175 m^2 dengan kehilangan hasil $57,538.00 \text{ g}$ per plot (Tabel 1).

Derajat Rebah dan Kehilangan Hasil

Kehilangan hasil dianalisis berdasarkan bobot gabah, bobot gabah isi, persentase gabah hampa per malai pada

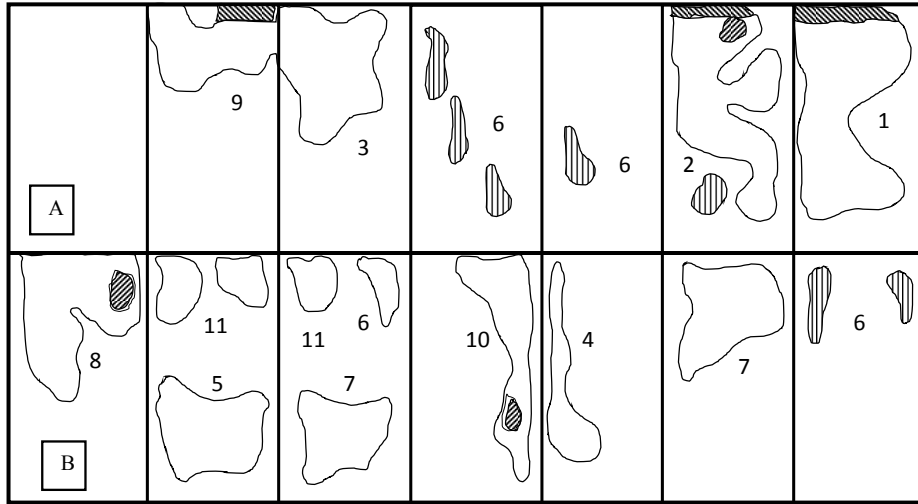
kondisi derajat rebah (DR). Terdapat perbedaan bobot gabah per malai yang nyata akibat perbedaan DR. Gambar 3 menunjukkan bahwa pada DR1-DR3, walaupun sebagian besar batang tidak patah tetapi tajuk tanaman saling menutupi sehingga kemampuan menyerap sinar matahari menjadi terganggu. Berbeda dengan DR4, selain tajuk tanaman mengumpul, juga terjadi patah batang yang mengakibatkan tanaman mengalami gangguan seperti yang telah dijelaskan oleh Kashiwagi *et al.* (2006) dan Weerakoon *et al.* (2008). Pada penelitian ini, bobot gabah isi per malai DR4 berbeda nyata dengan DR yang lain. Semakin tinggi DR, maka kehilangan hasil juga semakin tinggi; kehilangan tertinggi pada DR4 ($76-90^\circ$) (Tabel 2).

Genotipe memberikan respon berbeda terhadap kerebahan sekalipun pada DR yang sama. Genotipe A menunjukkan respon bobot gabah isi per malai tidak berbeda, sementara genotipe B berbeda antara DR0 dan DR4 sebesar $3.93 \pm 1.41 \text{ g}$ dan $2.43 \pm 1.69 \text{ g}$ (data tidak ditampilkan). Fakta ini memperkuat hipotesis Ookawa *et al.* (2010) akan pentingnya peran genetik pada karakter ketahanan terhadap rebah, khususnya pada karakter bobot gabah, bobot gabah isi, dan persentase gabah hampa.

DR yang semakin tinggi juga nyata menurunkan bobot kering jerami, batang, dan daun. Sebagai contoh, bobot kering jerami per batang pada DR0 sebesar $7.63 \pm 0.32 \text{ g}$ sedangkan pada DR4 sebesar $6.51 \pm 0.26 \text{ g}$; bobot kering batang pada DR0 sebesar $3.62 \pm 0.18 \text{ g}$ sedangkan pada DR4 sebesar $2.99 \pm 0.03 \text{ g}$, demikian juga pada bobot kering daun (Tabel 3). Penurunan berat kering pada jerami, batang dan daun menunjukkan adanya perubahan mobilisasi fotosintat. Kemampuan mobilisasi asimilat pada organ vegetatif menjadi hal yang sangat penting dalam merakit tanaman padi tahan cuaca ekstrim. Tentu saja karakter batang padi yang kuat sebagai karakter ketahanan terhadap rebah (Ookawa *et al.*, 2010) masih tetap relevan. Terkait hal tersebut, Zhang *et al.* (2014b) telah memberi catatan pentingnya dalam aplikasi pupuk khususnya nitrogen untuk memperbaiki karakteristik batang tanaman padi.



Gambar 1. Tanaman padi rebah akibat terpaan cuaca ekstrim (A), membentuk berbagai macam formasi: formasi rebah lurus (B), formasi rebah berbelok (C), formasi rebah berputar (D), dan formasi rebah berlawanan arah (E). Gambar B, C, D, dan E diambil menghadap ke arah Utara pada ketinggian 125 cm menggunakan kamera poket Casio Exilim

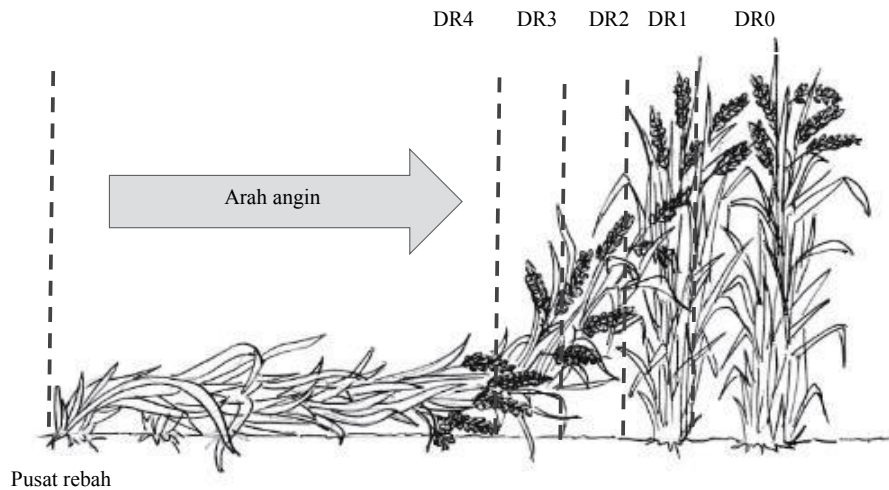


Gambar 2. Formasi dan pola rebah yang terjadi pada dua genotipe padi yang ditanam secara berdampingan akibat terpaan angin kencang dan curah hujan tinggi. A = Genotipe A, B = Genotipe B. □ = tanaman tegak, □ = rebah formasi a, □ = formasi b, □ = formasi c, □ = formasi d, 1 = pola 1, 2 = pola 2, 3 = pola 3, 4 = pola 4, 5 = pola 5, 6 = pola 6, 7 = pola 7, 8 = pola 8, 9 = pola 9, 10 = pola 10, 11 = pola 11

Tabel 1. Luas rebah dan penurunan hasil pada berbagai pola rebah tanaman padi akibat terpaan angin kencang (>50 km per jam) dan curah hujan tinggi (>15 mm per jam)

Pola rebah	Luas rebah (m ²) dan penurunan hasil (g per plot)					Total
	DR0	DR1	DR2	DR3	DR4	
Pola 1	4.90 ^x 0.00 ^y	7.35 933.69	12.25 1,232.35	24.50 3,361.56	196.00 79,602.73	245.00 85,130.00
Pola 2	8.80 0.00	8.75 1,111.53	13.13 1,320.37	13.13 1,800.00	131.25 53,305.40	175.00 57,538.00
Pola 3	1.40 0.00	2.80 355.69	4.20 422.52	5.60 768.36	126.00 51,173.18	140.00 52,719.00
Pola 4	1.40 0.00	1.40 177.85	1.75 176.05	2.45 336.16	63.00 25,586.59	70.00 26,276.64
Pola 5	2.50 0.00	3.68 466.84	4.90 492.94	7.35 1,008.47	104.13 42,288.95	122.50 44,257.20
Pola 6	7.00 0.00	17.50 2,223.06	17.50 1,760.50	21.00 2,881.34	7.00 2,842.95	70.00 9,707.86
Pola 7	1.90 0.00	3.85 489.07	5.78 580.96	7.70 1,056.49	173.25 70,363.13	192.50 72,489.65
Pola 8	0.30 0.00	0.61 77.81	0.92 92.43	1.84 252.12	118.83 48,259.15	122.50 48,681.50
Pola 9	0.40 0.00	0.70 88.92	1.05 105.63	1.40 192.09	66.50 27,088.07	70.00 27,394.00
Pola 10	0.20 0.00	0.44 55.58	0.66 66.02	1.31 180.08	84.88 34,470.82	87.50 34,772.50
Pola 11	4.40 0.00	6.56 833.65	6.56 660.19	8.75 1,200.56	61.25 24,875.85	87.50 27,570.25
Total	33.08 0.00	53.64 6,813.69	68.69 6,909.96	95.03 13,038.06	1,132.08 459,797.87	1,382.50 ^{*)} 486,538.53 ^{**)}

Keterangan: DR = Derajat rebah, ^x = luas rebah (m²), ^y = penurunan hasil (g per plot), ^{*)} = 27.6% luas total areal yang diamati, ^{**)} = 11.89% total kehilangan produksi dari kondisi normal



Gambar 3. Ilustrasi derajat kerebahan tanaman padi akibat terpaan angin kencang dan curah hujan tinggi. DR0= Derajat Rebah 0, DR1 = Derajat Rebah 1, DR2 = Derajat Rebah 2, DR3 = Derajat Rebah 3, dan DR4 = Derajat Rebah 4

Tabel 2. Pengaruh derajat rebah (DR) terhadap bobot gabah per malai, bobot gabah isi per malai dan persentase gabah hampa gabungan dua genotipe

Derajat rebah	Bobot gabah per malai (g) [*]	Bobot gabah isi per malai (g) [*]	Bobot gabah hampa per malai (%)
0	4.71±0.43a ^x	3.89±0.44a	19.39±2.00a
1	4.21±0.41a	3.55±0.42a	18.37±2.16a
2	4.31±0.93a	3.70±0.96a	20.16±7.51a
3	4.17±0.57a	3.48±0.56ab	23.56±2.87a
4	3.09±0.39b	2.42±0.36b	25.38±2.52a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji Fisher ($P \leq 0.05$), ^{*} = kadar air 22-23%, ^x = nilai tengah ± standar deviasi dengan n = 10.

Tabel 3. Pengaruh derajat rebah (DR) terhadap bobot kering jerami per batang, bobot kering batang, dan bobot kering daun per batang gabungan dua genotipe

Derajat rebah	Bobot kering jerami per batang (g)	Bobot kering batang (g)	Bobot kering daun (g)
0	7.63±0.32a ^x	3.62±0.18a	4.34±0.77a
1	6.99±0.12bc	3.31±0.09b	3.69±0.37bc
2	7.06±0.60bc	3.28±0.23bc	3.78±0.37bc
3	7.66±0.37ab	3.63±0.17a	4.04±0.20ab
4	6.51±0.26c	2.99±0.03c	3.52±0.28c

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada Uji Fisher ($P \leq 0.05$), ^x = nilai tengah ± standar deviasi dengan n = 10.

Variabel Pendugaan Hasil

Kerugian hasil (KH) dapat diformulasikan berdasarkan korelasi antara derajat dan pola rebah dengan persamaan berikut: $KH = aDR_0 + bDR_1 + cDR_2 + dDR_3 + eDR_4$, dimana a, b, c, d dan e adalah konstanta. Setiap pola rebah mempunyai berbagai DR dengan proporsi yang berbeda-beda. Konstanta ditentukan berdasarkan estimasi luas formasi rebah (Tabel

4). DR4 memiliki proporsi paling luas dibandingkan dengan DR yang lain. Melalui pendekatan tersebut, persamaan linier kehilangan hasil padi rebah dirumuskan sebagai berikut: $Y = 2.65 DR_0 + 4.68 DR_1 + 5.50 DR_2 + 7.27 DR_3 + 79.91 DR_4$.

Penggunaan persamaan linier pada tanaman model menunjukkan bahwa genotipe A cenderung lebih tahan dibandingkan dengan genotipe B dengan perhitungan

Tabel 4. Komposisi masing-masing derajat rebah (DR) pada pola rebah berdasarkan luas areal

Padi rebah	Luas rebah (%)				
	DR0	DR1	DR2	DR3	DR4
Pola 1	2.00	3.00	5.00	10.00	80.00
Pola 2	5.00	5.00	7.50	7.50	75.00
Pola 3	1.00	2.00	3.00	4.00	90.00
Pola 4	2.00	2.00	2.50	3.50	90.00
Pola 5	2.04	3.00	4.00	6.00	85.00
Pola 6	10.00	25.00	25.00	30.00	10.00
Pola 7	0.99	2.00	3.00	4.00	90.00
Pola 8	0.24	0.50	0.75	1.50	97.00
Pola 9	0.57	1.00	1.50	2.00	95.00
Pola 10	0.23	0.50	0.75	1.50	97.01
Pola 11	5.03	7.50	7.50	10.00	70.00
Rataan	2.65	4.68	5.50	7.27	79.91

kehilangan hasil masing-masing 9.34 dan 14.36%. Hal ini diduga berkorelasi dengan karakter agronomi seperti jumlah gabah per malai, bobot 1,000 butir, dan potensi hasil dimana genotipe A relatif lebih tinggi dibandingkan genotipe B (Siregar *et al.*, 2013). Model pendugaan dapat berubah bila jangka waktu antara insiden dengan waktu panen berbeda atau kondisi lahan tergenang. Dengan demikian, model ini perlu diverifikasi lebih lanjut menggunakan genotipe yang lebih banyak.

Implikasi Mendatang

Verifikasi model pendugaan kehilangan hasil penting dilakukan untuk memperbaiki cara perhitungan kehilangan hasil yang didasarkan kepada wawancara individu dengan petani. Praktek yang sekarang berlangsung adalah pendataan kerugian hasil pada tingkat individu petani yang umumnya dilakukan berdasarkan luas areal pertanaman. Melalui *ground checking*, petani memprediksi luas areal terdampak dan selanjutnya dilakukan estimasi kehilangan hasil pada tingkat hamparan. Kelemahannya adalah diperlukan waktu yang lama untuk menyelesaikan perhitungan kerugian pada hamparan yang luas. Selain itu, ada kemungkinan para petani tidak terlalu memperhatikan kejadian tersebut sehingga angka perhitungan menjadi *underestimate* seperti yang selama ini terjadi.

Bagi pengambil kebijakan yang membutuhkan data dalam waktu singkat dan akurat, model pendugaan kehilangan hasil padi pada penelitian ini dapat digunakan. Dalam skala yang lebih luas, penggunaan citra satelit dapat dijadikan sebuah alternatif. Penggunaan teknologi penginderaan jauh untuk kepentingan pertanian sudah banyak dilakukan (Wahyunto *et al.*, 2006; Shofiyanti, 2011). Namun, perlu penelitian lebih lanjut untuk memperoleh data citra satelite yang mampu membedakan antara tanaman

rebah dengan tanaman yang tegak pada umur sama, termasuk untuk membedakan faktor lain seperti genangan air di lahan sawah. Ketinggian genangan air telah lama diamati petani dapat memperparah kerugian hasil tanaman padi yang rebah. Dengan demikian, estimasi kerugian produksi tanaman padi pada hamparan luas dapat dilakukan dengan lebih cepat.

KESIMPULAN

Kejadian cuaca ekstrim berupa terpaan angin kencang dan curah hujan tinggi berdampak tanaman padi rebah. Secara visual padi rebah membentuk formasi, pola, dan derajat rebah yang memungkinkan untuk dilakukan modeling perhitungan kerugian hasil. Estimasi kerugian hasil sebesar $Y = 2.65 DR1 + 4.68 DR2 + 5.50 DR3 + 7.27 DR4 + 79.91 DR5$. Secara umum, kehilangan hasil padi akibat angin kencang dan curah hujan tinggi sebesar 11.89%. Diperlukan penelitian lanjut pada tingkat hamparan agar model perhitungan kehilangan hasil dapat diaplikasikan pada skala luas.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih disampaikan kepada Dr. Ir. Hajrial Aswidinnoor, MSc., Prof. Dr. Ir. Didy Sopandie, MAgr. dan Dr. Ir. Herdhata Agusta dari Institut Pertanian Bogor yang telah memberikan masukan pada proses penulisan artikel.

DAFTAR PUSTAKA

- [BMKG] Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. 2010. Prosedur Standard Operasional Pelaksanaan Peringatan Dini, Pelaporan, dan Deseminasi Informasi Cuaca Ekstrim. Peraturan Kepala BMKG No Kep. 009 tahun 2010.

- Gbegbelegbe, S., U. Chung, B. Shiferaw, S. Msangi, K. Tesfaye. 2014. Quantifying the impact of weather extremes on global food security : A Spatial bio-economic approach. *Weather and Climate Extreme* 4:96-108.
- Hairmansis, A., B. Supartono, Kustianto, Suwarno, H. Pane. 2012. Perakitan dan pengembangan genotipe unggul baru padi toleran rendaman air Inpara 4 dan Inpara 5 untuk daerah rawan banjir. *J. Litbang Pert.* 31:1-7.
- [IRRI] International Rice Research Institute. 1988. Standard Evaluation System for Rice. Los Banos. Philippines.
- Islam, M.S., S. Peng, R.M. Visperas, N. Ereful, M.S.U. Bhuiya, A.W. Julfiquar. 2007. Logging-related morphological trait of hybrid rice in a tropical irrigated ecosystem. *Field Crops Res.* 101:240-248.
- Kariyasa, K., A. Djauhari. 2013. Dinamika produksi pangan dan perubahan iklim di Indonesia. [Http://www.litbang.pertanian.go.id](http://www.litbang.pertanian.go.id). [21 April 2015].
- Kashiwagi, T., Y. Madoka, N. Hirotsu, K. Ishimaru. 2006. Locus *prl5* improves lodging resistance of rice by delaying senescence and increasing carbohydrate reaccumulation. *Plant Physiol. Biochem.* 44: 152-157.
- Kashiwagi, T., K. Ishimaru. 2004. Identification and functional analysis of a locus for improvement of lodging resistance in rice. *Plant Physiol.* 134:676-683.
- Las, I. 2008. Menyasati fenomena anomali iklim bagi pemantapan produksi padi nasional pada era revolusi hijau lestari. *Pengembangan Inovasi Pert.* 1:83-104.
- Lizumi, T., N. Ramankutty. 2015. How do weather and climate influence cropping area and intensity. *Global Food Security* 4:46-50.
- Mactal, A.G., J.G. Canare Jr. 2015. Lodging resistance and agro-morphological characteristics of Elon-elon and Palawa red sprayed with paclobutrazol. *J. Agric. Technol.* 11:1649-1667.
- Ookawa, T., T. Hobo, M. Yano, K. Murata, T. Ando, H. Miura, K. Asano, Y. Ochiai, R. Nishitani, T. Ebitani, H. Ozaki, E.R. Angeles, T. Hirasawa, M. Matsuoka. 2010. New approach for rice improvement using a pleiotropic QTL gene for lodging resistance and yield. *Nature Comm.* 1(132):DOI:10.1038/ncomms1132.
- Pasaribu, A., E.H. Kardhinata, M.B. Bangun. 2013. Uji beberapa varietas padi sawah irigasi (*Oryza sativa* L.) dan aplikasi pupuk kalium (KCL) untuk meningkatkan produksi dan ketahanan rebah. *Agroteknologi* 1:45-57.
- Salassi, M.E., M.A. Deliberto, S.D. Linscombe, C.E. Wilson, J.R. Wilson, T.W. Walker, G.N. McCauley, D.C. Blouin. 2013. Impact of harvest lodging on rough rice milling yield and market price. *Agron. J.* 105:1860-1867.
- Santosa, E., Dulbari, H. Agusta, D. Guntoro, S. Zaman. 2016. Fenomena tanaman rebah dan implikasinya pada perbaikan varietas padi adaptif cuaca ekstrim di Indonesia. *Prosiding Seminar PERIPI Riau, Pekanbaru* 20 Juli 2016. P 200-205.
- Shofiyanti, R. 2011. Teknologi pesawat tanpa awak untuk memetakan dan pemantauan tanaman dan lahan pertanian. *Informatika Pert.* 20:58-64.
- Siregar, I.Z., N. Khumaida, D. Noviana, M.H. Wibowo, Azizah. 2013. Varietas Tanaman Unggul Institut Pertanian Bogor. Direktorat Riset dan Inovasi IPB.
- Subash, N., S.S. Singh, N. Priya. 2011. Extreme rainfall indices and its impact on rice productivity-A case study over sub-humid climatic environment. *Agric. Water Manag.* 98:1373-1387.
- Travis, W.R. 2014. Weather and climate extremes : Pacemakers of adaptation?. *Weather and Climate Extremes* 5-6 :29-30.
- Tubur, H.W., M.A. Chozin, E. Santosa, A. Junaedi. 2012. Respon agronomi genotipe padi terhadap periode kekeringan pada sistem sawah. *J. Agron. Indonesia* 40:167-173.
- Wahyunto, Widagdo, B. Heryanto. 2006. Pendugaan produktivitas tanaman padi sawah melalui analisis citra satelit. *Informatika Pert.* 15:853-868.
- Weerakoon, W.M.W., A. Maruyama, K. Ohba. 2008. Impact of humidity on temperature induced grain sterility in rice (*Oryza sativa* L.). *J. Agron. Crop Sci.* 194:135-140.
- Zhang, W., G. Li, Y. Song, Z. Liu, C. Yang, S. Tang, C. Zheng, S. Wang, Y. Ding. 2014a. Lodging resistance characteristics of high-yield rice populations. *Field Crops Res.* 161:64-74.
- Zhang, W., G. Li, Y. Yang, Q. Li, Z. Zhang, J. Liu, S. Wang, S. Tang, Y. Ding. 2014b. Effect of nitrogen application rate and ratio on lodging resistance of super rice with different genotype. *J. Integrative Agric.* 13:63-72.