

Perubahan Karakter Agronomis Beberapa Varietas Padi Terhadap Cekaman Rendaman Diberbagai Kondisi Kekeruhan Air

Agronomic Character's Changing in Some Rice Varieties toward Stress Immersion in Various Conditions of Water Turbidity

Gribaldi^{*)} dan Nurlaili

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Baturaja
Jl. Ratu Penghulu No. 02301, Karang Sari Baturaja 32115, Sumatera Selatan
Fax. 0735-321822

^{*)}Penulis untuk korespondensi: gribaldi64@yahoo.co.id

ABSTRACT

Plants which experienced the stress immersion of photosynthesis and its respiration were hampered, as a result of gas diffusion and penetration of low light. Penetration of light that can be captured by the plant which experienced the stress immersion is highly depending on the turbidity of water and the height of immersion. Some rice varieties have different growth responses to the stress immersion at various water turbidity. This study aims to obtain varieties that are tolerant to stress immersion in various conditions of water turbidity. The experimental design used in this research is completely randomized design arranged in a factorial with two factors treatments and three replications. The first factor is rice varieties consists of IR 64 (V1), Inpara 3 (V2), and Inpara 5 (V3). The second factor is the turbidity of water immersion consists of without an immersion (K0), immersion in pure water (K1), immersion in ½ water turbid (K2), immersion in water turbid (K3). Submersion did on 7hst for 7 days. The results showed that rice crops which experienced the stress immersion in various water turbidity showed a response to agronomic character's changing which is different, Inpara 5 varieties tend to be more tolerant of stress immersion in various water turbidity, the more turbid water immersion, the greater damage to the rice crop and the lower production of grain produced per hectare.

Keywords: Stress immersion, water turbidity, rice varieties

ABSTRAK

Tanaman yang mengalami cekaman rendaman fotosintesis dan respirasinya terhambat, akibat dari difusi gas dan penetrasi cahaya yang rendah. Penetrasi cahaya yang dapat ditangkap tanaman yang mengalami cekaman rendaman sangat tergantung pada kekeruhan air dan ketinggian rendaman. Beberapa varietas padi memiliki respon pertumbuhan yang berbeda terhadap cekaman rendaman pada berbagai kekeruhan air. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan varietas yang toleran terhadap cekaman rendaman diberbagai kondisi kekeruhan air. Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap yang disusun secara faktorial dengan dua faktor perlakuan dan tiga ulangan. Faktor pertama adalah varietas padi yang terdiri atas IR 64 (V1), Inpara 3 (V2), dan Inpara 5 (V3). Faktor kedua adalah Kekeruhan air rendaman yang terdiri atas tanpa rendaman (K0), perendaman dengan air bening (K1), perendaman dengan air ½ keruh (K2), perendaman dengan air keruh (K3). Perendaman dilakukan pada 7 hst selama 7 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman padi yang mengalami cekaman rendaman diberbagai kekeruhan air menunjukkan respon terhadap perubahan karakter agronomis yang berbeda-beda, varietas Inpara 5 cenderung lebih toleran terhadap cekaman rendaman diberbagai kekeruhan air, semakin keruh air rendaman maka semakin besar kerusakan yang terjadi pada tanaman dan semakin rendah produksi gabah yang dihasilkan setiap hektarnya.

Kata kunci: Cekaman rendaman, kekeruhan air, varietas padi

PENDAHULUAN

Luas areal pertanaman padi yang mengalami cekaman terendam karena banjir diperkirakan akan semakin bertambah karena terjadi peningkatan curah hujan dan kenaikan permukaan air laut akibat terjadinya pemanasan global (CGIAR 2006). Rendaman yang mengakibatkan cekaman terhadap tanaman padi di wilayah Asia Selatan dan Asia Tenggara diperkirakan mencapai 15 juta hektar setiap tahunnya (Septiningsih *et al.* 2009), sedangkan di Sumatra Selatan luas sawah yang rawan banjir seluas 124.465 ha (Badan Perencanaan Pembangunan Nasional 2010).

Cekaman terendam yang terjadi pada tanaman mengakibatkan terhambatnya proses fotosintesis dan respirasi. Hal tersebut dikarenakan difusi gas di air lebih lambat 10^4 kali dibanding dengan di udara (Armstrong dan Drew 2002) dan rendahnya penetrasi cahaya yang dapat diterima oleh tanaman (Pierik *et al.* 2005).

Penetrasi cahaya yang dapat ditangkap tanaman sangat tergantung pada kekeruhan dan ketinggian rendaman. Makarim *et al.* (2009) melaporkan kekeruhan air berpengaruh nyata terhadap kecepatan pemanjangan batang. Perendaman dengan menggunakan air bening, pemanjangan batang lebih lambat dibandingkan dengan tanaman yang direndam dengan air keruh dan setengah keruh. Kemudian dilaporkan juga bahwa kekeruhan air pada kondisi daerah rawan banjir umumnya setara dengan 500 gram tanah/100 l air. Di daerah India Timur, pada ketinggian rendaman air 40 cm dari dasar tanah penetrasi radiasi matahari berkurang sampai 99% (Setter *et al.* 1995). Selanjutnya tingkat cekaman rendaman terhadap suatu tanaman ditentukan juga oleh faktor lingkungan lainnya seperti turbulensi air, benturan fisik dengan materi yang terbawa banjir dan kekeruhan air karena adanya kotoran, ganggang, serta gulma air (Jackson and Ram 2003; Das *et al.* 2005).

Padi IR 64 dikembangkan oleh IRRI pada tahun 2006 menjadi varietas IR 64 *Sub-1* dengan mentransfer gen *Sub-1* dari galur FR13A yang toleran rendaman. Varietas ini mampu mengurangi resiko kegagalan panen pada saat terjadinya musim hujan akibat terjadinya perubahan iklim yang tidak menentu (Septiningsih *et al.* 2009). Penurunan hasil gabah akibat terendam pada galur/varietas yang mengandung gen *Sub-1* lebih sedikit dibandingkan penurunan hasil varietas tanpa gen *Sub-1*. Penurunan hasil pada varietas IR 64 *Sub-1* sebesar 16 persen sedangkan varietas IR 64 tanpa gen *Sub-1* penurunan hasil mencapai 39 persen (IRRI dan Badan Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan 2009).

Berdasarkan uraian tersebut, maka dilakukan penelitian toleransi beberapa varietas padi terhadap cekaman rendaman diberbagai kondisi kekeruhan air. Penelitian ini bertujuan mendapatkan varietas yang toleran terhadap cekaman rendaman diberbagai kondisi kekeruhan air.

BAHAN DAN METODE

Materi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Rumah plastik kebun Percobaan Fakultas Pertanian, Universitas Baturaja, dimulai bulan Februari sampai Juni 2015. Materi yang digunakan adalah benih varietas padi, IR 64, Inpara 3 dan Inpara 5 dari BB Padi Sukamandi, Polybag, kantong plastik transparan, tanah rawa lebak, pupuk Urea, TSP, dan KCl.

Persiapan dan Pelaksanaan Penelitian

Benih varietas padi terpilih diinkubasi selama 3 hari, setelah berkecambah disemaikan dalam media bak plastik berukuran panjang 40 cm, lebar 30 cm dan dalam 13 cm yang diisi tanah lebak sebanyak 15 kg, dimana tanah sebelumnya diberi perlakuan pemupukan N, P, K, Si, dan Zn serta pupuk kandang, masing-masing dengan dosis 60, 40, 40, 30 dan 20 kg/ha serta 10 ton/ha (Suwignyo

et al. 2012). Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap yang disusun secara faktorial dengan dua faktor perlakuan dan tiga ulangan. Faktor pertama: varietas padi yang terdiri atas IR 64 (V1), Inpara 3 (V2), dan Inpara 5 (V3). Faktor kedua: Kekeruhan air rendaman yang terdiri atas tanpa rendaman (K0), perendaman dengan air bening (K1), perendaman air $\frac{1}{2}$ keruh (K2), perendaman air keruh (K3). Perendaman dilakukan pada 7 hst selama 7 hari.

Pelaksanaan

Bibit yang telah berumur 21 hari di bak persemain dicabut dan ditanam satu bibit tanaman padi kedalam masing-masing polibag yang telah diisi tanah lebak masing-masing sebanyak 10 kg dan telah digenangi lebih kurang selama 30 hari. Media tanam tersebut diberi pupuk dasar dengan dosis Urea 100 kg/ha, TSP 100 kg/ha, KCl 100 kg/ha, pemberiannya dengan cara dibenamkan ke dalam tanah sedalam 10 cm.

Perlakuan perendaman disesuaikan dengan masing-masing perlakuan. Perendaman dilakukan dengan cara menempatkan tanaman padi ke dalam bak yang telah diisi dengan berbagai kekeruhan air dan lama perendaman selama 7 hari. Tinggi rendaman air minimal 15 cm di atas permukaan tanaman. Pemeliharaan meliputi kegiatan mempertahankan tinggi rendaman air selama perlakuan. Pengamatan karakter agronomi meliputi: Persentase tanaman hidup (%), Tinggi tanaman (cm), Jumlah anakan produktif (anakan), Bobot kering tanaman (g/rumpun), Hasil gabah, dihitung dengan cara menimbang bobot gabah (g/rumpun) kemudian dikonversikan dalam ton/ha. Untuk mendapatkan Produksi gabah (ton/ha) dihitung dengan cara mengalikan bobot gabah per rumpun x jumlah populasi/ha x persentase tanaman hidup

Analisis Data

Semua data dari hasil penelitian dianalisis keragaman untuk mengetahui pengaruh perlakuan yang diberikandengan menggunakan SPSS 17.0 dan dilanjutkan

uji BNT taraf 5% untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan terhadap parameter yang diamati.

HASIL

Hasil Analisis Keragaman pengaruh Varietas Padi dan Kekeruhan Air Rendaman

Hasil analisis keragaman pengaruh berbagai kekeruhan air pada berapa varietas padi terhadap setiap peubah yang diamati, dapat dilihat pada Tabel 1. Pengaruh antar varietas untuk setiap peubah menunjukkan persentase tanaman hidup, jumlah anakan dan berat kering tanaman berpengaruh nyata sedangkan antar perlakuan kekeruhan air berpengaruh nyata untuk setiap peubah yang diamati kecuali tinggi tanaman. Interaksi antara varietas dan kekeruhan air berpengaruh tidak nyata kecuali persentase tanaman hidup.

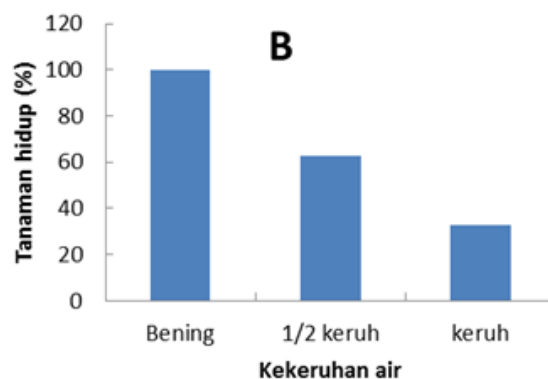
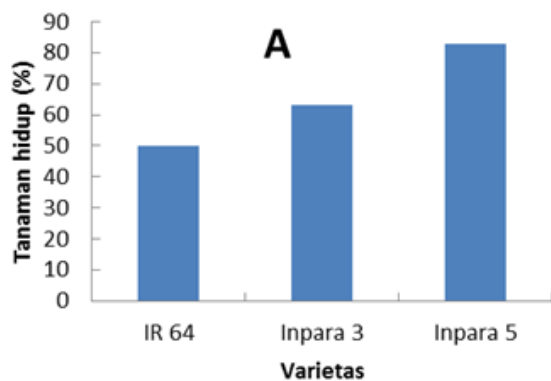
Persentase Tanaman Hidup

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan varietas, kekeruhan air dan Interaksinya berpengaruh nyata terhadap persentase tanaman hidup. Varietas Inpara 5 yang mengalami cekaman rendaman dberbagai kekeruhan air menghasilkan persentase tanaman hidup lebih tinggi (>80%) dibanding varietas lainnya (Gambar 1A). Semakin keruh air rendaman maka kerusakan yang terjadi pada tanaman padi semakin besar sehingga persentase tanaman hidup semakin rendah (Gambar 1B), sedangkan perendaman dengan air bening untuk semua varietas padi yang digunakan menghasilkan persentase tanaman hidup yang sama dengan tanpa rendaman yaitu 100 persen (Tabel 2).

Tinggi Tanaman

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa kekeruhan air rendaman, varietas dan interaksinya berpengaruh tidak nyata terhadap tinggi tanaman pada akhir penelitian. Varietas Inpara 3 yang direndam diberbagai kekeruhan air cenderung menunjukkan rata-

rata tinggi tanaman yang tinggi dibanding varietas lainnya (Tabel 3).



Gambar 1. Persentase tanaman hidup setelah periode pemulihan pada masing-masing Varietas padi (A) dan perlakuan kekeruhan air (B) dalam kondisi cekaman rendaman.

Tabel 1. Hasil analisis keragaman pengaruh berbagai kekeruhan air pada beberapa varietas padi terhadap peubah yang diamati.

Peubah yang diamati	Varietas	Kekeruhan air	Interaksi
Persentase tanaman hidup	*	*	*
Tinggi tanaman	ns	ns	ns
Jumlah anakan produktif	*	*	ns
Bobot kering tanaman	*	*	ns
Hasil gabah	ns	*	ns

Keterangan: * = berpengaruh nyata, ns = berpengaruh tidak nyata

Tabel 2. Pengaruh berbagai kekeruhan air rendaman pada beberapa varietas padi terhadap persentase tanaman hidup setelah periode pemulihan tanaman.

Varietas	Persentase tanaman hidup (%)			
	Tanpa rendaman	Bening	½ keruh	Keruh
IR 64	100.0 ^b	100.0 ^b	37.5 ^a	00,0a
Inpara 3	100.0 ^b	100.0 ^b	50.0 ^a	50.0a
Inpara 5	100.0 ^b	100.0 ^b	100.0 ^b	50.0a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada uji BNT_{0,05} = 55.63

Tabel 3. Tinggi tanaman beberapa varietas padi kondisi cekaman rendaman di berbagai kekeruhan air pada akhir penelitian.

Varietas	Tinggi tanaman (cm)			
	Tanpa rendaman	Bening	½ keruh	Keruh
IR 64	89.7	95.3	97.3	0.0
Inpara 3	125.7	127.9	122.0	127.6
Inpara 5	92.8	102.7	97.63	98.0

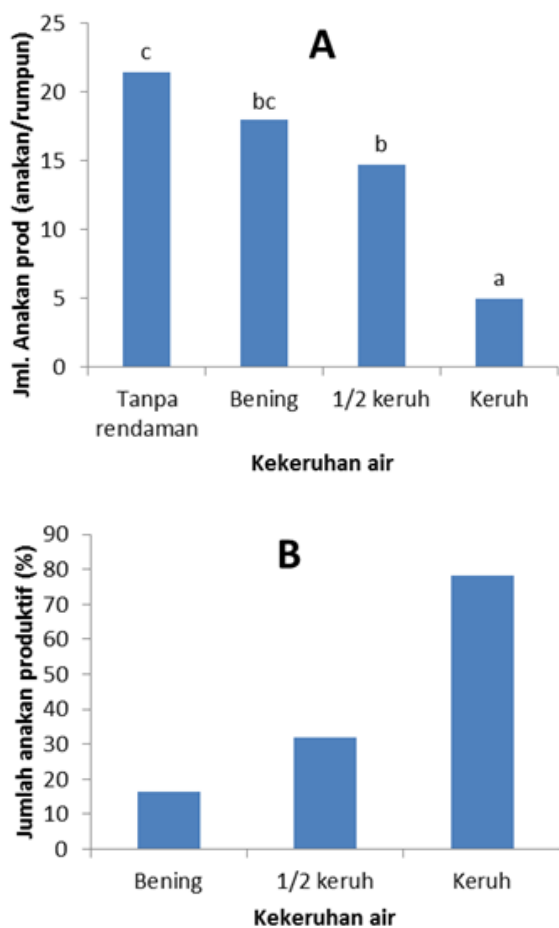
Jumlah Anakan

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa varietas dan kekeruhan air rendaman berpengaruh nyata terhadap jumlah anakan, sedangkan interaksinya berpengaruh tidak nyata.

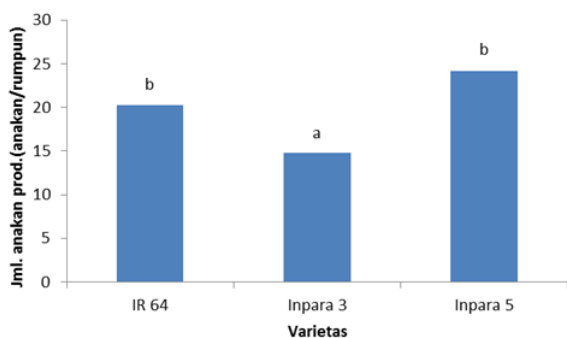
Jumlah anakan produktif beberapa varietas padi yang mengalami cekaman rendaman dengan air keruh berbeda nyata

dengan perlakuan kekeruhan air lainnya (Gambar 2A). Semakin keruh air rendaman semakin berkurang jumlah anakan produktif. Penurunan jumlah anakan produktif pada beberapa varietas padi yang mengalami cekaman rendaman dengan air keruh terhadap tanpa rendaman mencapai >70 persen (Gambar 2B). Varietas Inpara 5 berbeda tidak nyata dengan varietas IR 64

terhadap jumlah anakan produktif, namun berbeda nyata dengan varietas Inpara 3 yang direndam diberbagai kekeruhan air (Gambar 3).



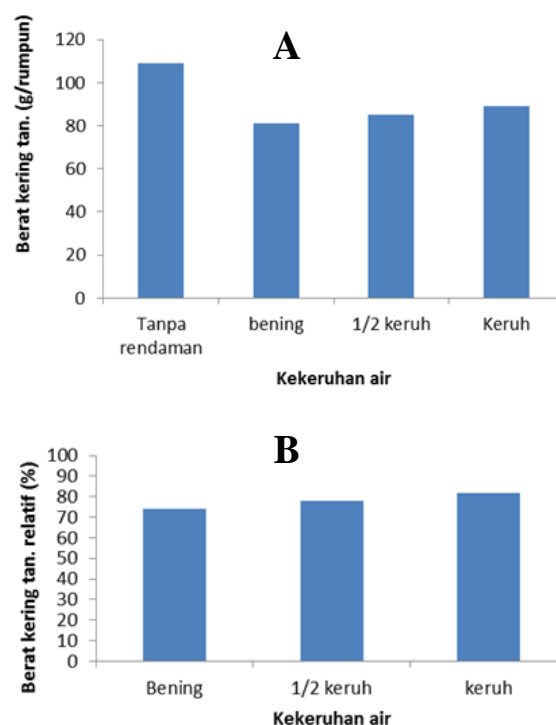
Gambar 2. Jumlah anakan produktif beberapa varietas padi terhadap kekeruhan air rendaman. $BNT_{0,05} = 5.13(A)$ dan Persentase penurunan jumlah anakan produktif (rata-rata R1-R3) terhadap perlakuan tanpa rendaman (B).



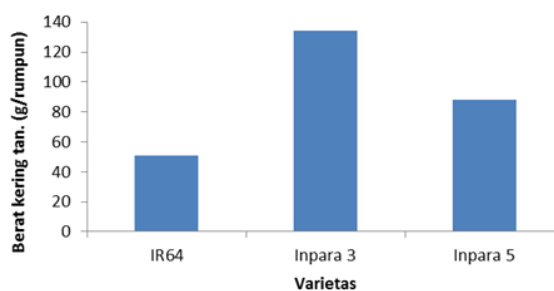
Gambar 3. Pengaruh beberapa varietas padi terhadap jumlah anakan produktif diberbagai kondisi kekeruhan air rendaman ($BNT_{0,05} = 5,13$).

Berat Kering Tanaman

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa kekeruhan air rendaman dan varietas berpengaruh nyata terhadap berat kering tanaman, sedangkan interaksinya berpengaruh tidak nyata (Gambar 4A dan 4B). Varietas Inpara 3 yang mengalami cekaman rendaman diberbagai kekeruhan cenderung menunjukkan berat kering tanaman lebih tinggi dibanding varietas lainnya (Gambar 5).



Gambar 4. Berat kering tanaman beberapa varietas padi: (A) dan berat kering tanaman relatif (B) pada berbagai kondisi kekeruhan air.



Gambar 5. Pengaruh beberapa varietas padi terhadap berat kering tanaman pada berbagai kekeruhan air.

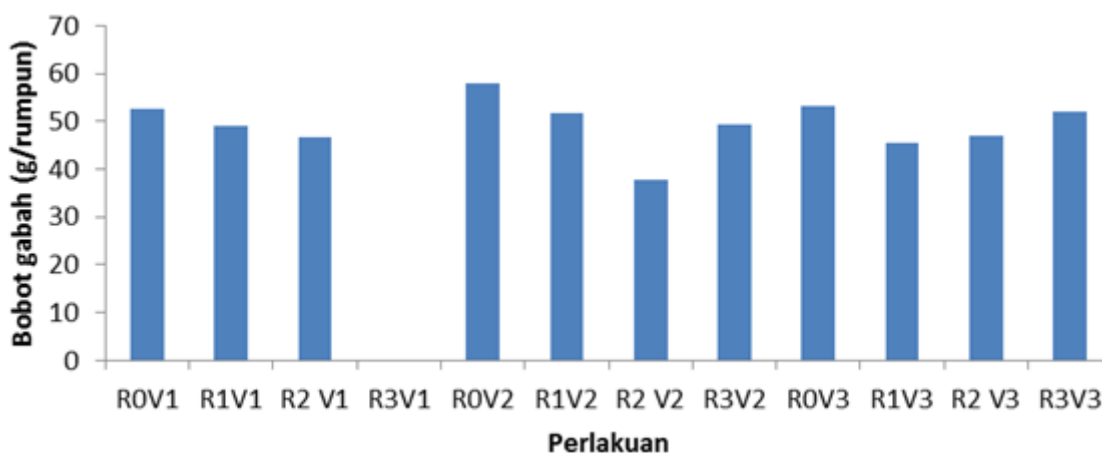
Hasil Gabah

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa kekeruhan air rendaman berpengaruh nyata terhadap bobot gabah per rumpun, namun varietas dan interaksinya berpengaruh tidak nyata.

Varietas padi yang mengalami cekaman rendaman diberbagai kondisi kekeruhan air menunjukkan bobot gabah per rumpun yang lebih rendah dibanding tanpa rendaman, namun ada kecenderungan peningkatan bobot gabah per rumpun pada varietas padi yang mengalami cekaman rendaman dengan air keruh (Gambar 6).

Produksi Gabah per Hektar

Produksi gabah per hektar beberapa varietas padi cenderung mengalami penurunan pada kondisi cekaman rendaman diberbagai kekeruhan air. Semakin keruh air rendaman maka semakin rendah produksi gabah per hektar, namun varietas Inpara 5 terjadi penurunan produksi gabah yang tinggi (50%) hanya pada cekaman rendaman dengan air keruh, sedangkan varietas lainnya penurunan produksi gabah yang tinggi (50-65%) terjadi pada cekaman rendaman dengan air ½ keruh sampai keruh (Gambar 7A dan 7B).



Gambar 6. Pengaruh kekeruhan air rendaman dan varietaspadi terhadap bobot gabah (g/rumpun).

PEMBAHASAN

Varietas padi yang mengalami cekaman rendaman pada berbagai kondisi kekeruhan air menunjukkan respon yang berbeda beda terhadap perubahan karakter agronomis tanaman padi. Hal ini dapat dilihat dari perubahan persentase tanaman hidup, jumlah anakan produktif, berat kering tanaman dan hasil gabah perumpun serta produksi gabah per hektar.

Perlakuan kekeruhan air rendaman dapat mempengaruhi penetrasi cahaya yang dapat ditangkap tanaman, semakin keruh air rendaman maka semakin berkurang cahaya yang dapat ditangkap oleh tanaman sehingga proses metabolisme tanaman akan terganggu dan kerusakan yang dialami oleh tanaman semakin besar, hal ini dapat dilihat dari persentase tanaman hidup dan perubahan jumlah anakan produktif.

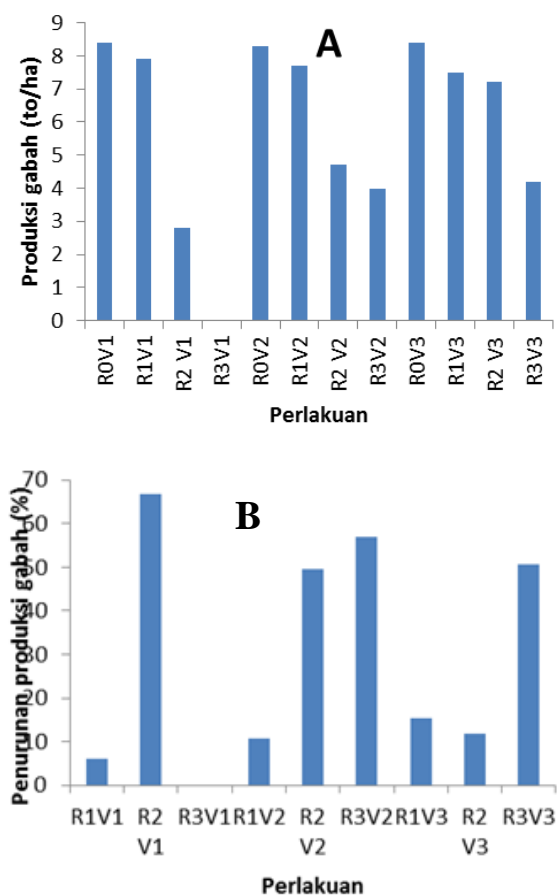
Persentase tanaman hidup varietas Inpara 5 cenderung lebih tinggi dibanding varietas lainnya pada kondisi cekaman rendaman diberbagai kekeruhan air, hal ini menunjukkan varietas ini lebih toleran terhadap cekaman rendaman diberbagai kekeruhan air. Menurut Septiningsih *et al.* (2009), varietas IR64 *Sub-1* (Inpara 5) ini banyak ditanam petani di beberapa daerah yang rawan banjir untuk mengurangi resiko kegagalan panen pada saat terjadinya musim hujan akibat perubahan iklim yang tidak menentu. Cekaman rendaman dengan air bening berbeda tidak nyata dengan tanpa rendaman terhadap persentase tanaman hidup pada semua varietas yang digunakan, hal ini diduga penetrasi cahaya yang dapat ditangkap tanaman pada air bening cukup banyak sehingga proses metabolisme tanaman tetap berlangsung dan kerusakan

tanaman yang timbulkan berkurang. Varietas dan kekeruhan tidak berpengaruh terhadap tinggi tanaman pada akhir penelitian, namun varietas Inpara 3 menunjukkan rata-rata tinggi tanaman lebih tinggi dibanding dengan varietas lainnya. Menurut Gribaldi *et al.* (2014) bahwa tinggi tanaman setelah periode cekaman rendaman lebih dipengaruhi oleh varietas padi dibanding perlakuan pemupukan.

membentuk anakan baru yang pada akhirnya akan meningkatkan jumlah anakan produktif. Menurut Mallik *et al.* (2004), varietas yang toleran terhadap rendaman mampu membentuk sink, yaitu anakan produktif, ukuran malai, dan jumlah gabah isi lebih baik.

Cekaman rendaman diberbagai kekeruhan air berpengaruh terhadap berat kering tanaman. Varietas padi mengalami cekaman rendaman diberbagai kekeruhan air cenderung memiliki berat kering tanaman lebih rendah dibanding varietas padi tanpa mengalami rendaman. Varietas Inpara 3 cenderung memiliki berat kering tanaman lebih tinggi dibanding varietas lainnya. Hal ini disebabkan varietas ini memiliki rata-rata tinggi tanaman yang tinggi dibanding varietas lainnya.

Produksi gabah per hektar menurun dengan semakin keruhnya air rendaman, hal ini disebabkan persentase tanaman hidup yang rendah dengan semakin keruhnya air rendaman sehingga jumlah populasi tanaman setiap hektarnya semakin berkurang. Varietas yang tidak memiliki gen *sub-1* cenderung lebih rentan terhadap cekaman rendaman diberbagai kekeruhan air. Varietas IR 64 yang tidak memiliki gen *sub-1* dan mengalami cekaman rendaman di air 1/2 keruh menunjukkan penurunan produksi lebih tinggi (>65%) dibanding varietas yang memiliki gen *sub-1* lainnya, sedangkan varietas yang memiliki gen *sub-1*, rata-rata persentase penurunan produksi varietas Inpara 3 lebih tinggi dibanding varietas Inpara 5 setiap hektarnya. Hal ini disebabkan varietas Inpara 5 memiliki persentase tanaman hidup yang tinggi. Hasil penelitian Ikhwani dan Makarim (2012) dilaporkan bahwa hasil gabah varietas Inpara 3 nyata lebih rendah dari varietas Inpara 5. Hal ini menunjukkan adanya perbaikan sifat toleransi varietas baru (Inpara 5)



Gambar 7. Produksi gabah per hektar beberapa varietas padi kondisi cekaman rendaman diberbagai kekeruhan air (A) dan persentase penurunan produksi gabah per hektar (B).

Jumlah anakan produktif semakin berkurang dengan semakin keruhnya air rendaman. Varietas Inpara 5 menunjukkan jumlah anakan produktif lebih tinggi dibanding dengan varietas lainnya, hal ini diduga varietas ini memiliki cadangan karbohidrat yang tinggi setelah mengalami cekaman rendaman, dapat dilihat dari persentase tanaman hidup yang tinggi, sehingga varietas ini lebih cepat pulih dan

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian bahwa tanaman padi yang mengalami cekaman

rendaman diberbagai kekeruhan air menunjukkan respon terhadap perubahan karakter agronomis yang berbeda-beda, varietas Inpara 5 cenderung lebih toleran terhadap cekaman rendaman diberbagai kekeruhan air, semakin keruh air rendaman maka semakin besar kerusakan yang terjadi pada tanaman dan semakin rendah produksi gabah yang dihasilkan setiap hektarnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Armstrong W and Drew MC. 2002. *Root Growth and Metabolism Under Oxygen Deficiency*. In: Waisel Y, Eshel A, and Kafkafi U, eds. *Plant Roots: The Hidden Half 3rd Ed*. New York: Marcel Dekker.
- Badan Perencanaan Pembangunan Nasional. 2010. Indonesia climate change sectoral roadmap (ICCSR) sektor pertanian. <http://bappenas.go.id>.
- CGIAR (Consultative Group on International Agriculture Research). 2006. Intensified Research Effort Yields Climate-Resilient Agriculture to Blunt Impact of Global Warming, Prevent Widespread Hunger. Heat-tolerant Wheat, Flood-proof Rice, Satellites for Carbon Trading Among New Technologies. Press release.pp4.
- Das KK, Sarkar RK, and Ismail AM. 2005. Elongation ability dan non-structural carbohydrate levels in relation to submergence tolerance in rice. *Plant Sci*. 168: 131-136.
- Gribaldi. 2014. Pengaruh pemupukan terhadap perubahan morfologi dua varietas padi pada kondisi cekaman rendaman. *Jurnal Agronomi Indonesia* 42(1): 17-23
- Ikhwani dan AK Makarim. 2012. Respon varietas padi terhadap perendaman, pemupukan, dan jarak tanam. *Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan* 31(2): 93-99.
- IRRI dan Badan Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. 2009. *Padi Toleran Rendaman*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- Jackson MB and Ram PC. 2003. Physiological and molecular basis of susceptibility dan tolerance of rice plants to complete submergence. *Ann Bot*. 91: 227-241.
- Makarim AK, Suhartatik E, Pratiwi GR dan Ikhwani. 2009. *Perakitan Teknologi Produksi Padi Pada Lahan Rawa dan Rawan Rendaman untuk Produktivitas Minimal 7 ton/Ha*. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian.
- Mallik S, Sen SN, Chatterjee SD, Nandi S, Dutta A, and Sarkarung S. 2004. Sink improvement for deep water rice. *Curr Sci*. 87(8): 1042-1043.
- Pierik R, Millenaar FF, Peeters AJM, and Voisenek LACJ. 2005. New perspectives in flooding research: the use of shade avoidance and *Arabidopsis thaliana*. *Ann. Bot*. 96: 533-540.
- Septiningsih EM, Pamplona AM, Sanches DL, Neeraja CN, Vergara GV, Heuer S, Ismail AM, and Mackill DJ. 2009. Development of submergence tolerant rice cultivars: The *Sub 1* locus and beyond. *Annals of Botany* 103: 151-160.
- Setter TL, Ingram KT, and Tuong TP. 1995. Environmental characterisation requirements for strategic research in rice grown under adverse conditions of drought, flooding, or salinity. In: Ingram KT. (Ed.), Manila, Philippines: Rainfed Lowland Rice Agricultural Research for High-risk Environments, International Rice Research Institute. pp. 3-18.
- Suwignyo RA, Wijaya A, Sihombing H, dan Gribaldi. 2012. Modifikasi aplikasi unsur hara untuk perbaikan vigorasi bibit padi dalam cekaman terendam. *Jurnal Lahan Suboptimal* 1(1): 1-11.