

Varieti toleran banjir antara germplasma padi berpotensi di Bank Gen Padi Kebangsaan, MARDI Seberang Perai

(Flood tolerant variety among the potential rice germplasm in National Rice Genebank, MARDI Seberang Perai)

Site Noorzuraini Abd Rahman, Fauzi Jumat, Latefi Mahmud, Mohamad Rodzi Shafiee dan Muhammad Hafiz Md Shukri

Pengenalan

Banjir memberi kesan buruk kepada lebih 22 juta hektar kawasan penanaman padi di dunia. Risiko banjir yang biasanya berlaku lebih sekali bagi setiap musim penanaman, secara tidak langsung memberi kesan serius terhadap pertumbuhan pokok padi dan pengeluaran hasil. Kajian adaptasi padi kepada keadaan banjir diistilahkan kepada dua keadaan iaitu banjir kilat (*flash flood*) dan terendam air dalam (*deepwater flooding*). Padi merupakan tanaman yang mampu bertoleransi dengan air berlebihan yang boleh mengehend penyebaran gas.

Dalam keadaan banjir kilat, pokok padi menggunakan strategi dorman (*quiescence strategy*) atau dikenali sebagai *submergence tolerance* iaitu secara pernafasan dalaman dan memberhentikan pertumbuhan. Ciri ini merupakan strategi penjimatan tenaga untuk tempoh banjir yang terhad (10 – 14 hari). Untuk keadaan terendam air dalam, strategi yang digunakan adalah mekanisme menyelamat (*escape mechanism*). Mekanisme ini digunakan untuk tempoh banjir yang panjang. Varieti padi yang tahan kepada keadaan terendam air dalam ini beradaptasi dengan melakukan pemanjangan ruas. Kajian mendapati sesetengah varieti padi ini boleh memanjang sehingga 25 cm/hari.

Banyak kajian telah dijalankan untuk mengenal pasti gen memberi kesan ketahanan kepada pokok padi terhadap keadaan terendam serta kajian ciri-ciri morfologi yang mempunyai perkaitan rapat dengan pengadaptasian pokok padi terhadap keadaan terendam. Kajian terkini berjaya mengenal pasti beberapa varieti padi yang mampu beradaptasi terhadap dua keadaan banjir dengan mekanisme yang berbeza. Banyak negara yang berisiko banjir dan mengalami kerugian teruk kepada hasil pertanian misalnya India dan Bangladesh yang mengalami kerugian sehingga empat juta tan padi setiap tahun yang mencukupi untuk keperluan makan kepada lebih tiga juta orang. Di Filipina, lebih daripada 50 wilayahnya terjejas disebabkan oleh kemusnahan ribut dan banjir yang mengakibatkan kerugian bernilai USD65 juta kepada industri padi negara.

Malaysia juga turut menghadapi risiko banjir kilat di banyak negeri akibat perubahan cuaca global. Di samping itu, penerimaan hujan berlebihan ketika musim tengkujuh juga berisiko kepada banjir dan secara tidak langsung turut memberi impak kepada

hasil pertanian di negeri terbabit. Justeru, kajian mengenal pasti varieti padi yang berpotensi tahan kepada keadaan banjir kilat perlu dilakukan agar varieti yang dikenal pasti ini dapat digunakan sebagai varieti yang sesuai ditanam di kawasan yang berisiko banjir atau digunakan sebagai sumber genetik dalam program pembaikbakaan padi untuk menghasilkan varieti padi moden yang tahan banjir.

Pemilihan varieti

Sejumlah 35 aksesori padi telah dipilih (*Jadual 1*) daripada germplasma padi yang tersimpan di Bank Gen Padi untuk saringan ketahanan terhadap banjir ini. Pemilihan varieti padi adalah berdasarkan kepada negara asalnya iaitu negara yang mempunyai perkaitan dengan risiko banjir. Antara negara-negara yang mempunyai risiko tersebut adalah seperti India, Bangladesh, Myanmar, Filipina dan Vietnam kerana menerima kadar hujan yang berlebihan. Varieti FR13A dari India merupakan varieti tradisional yang popular dan banyak digunakan sebagai varieti kawalan untuk saringan ketahanan banjir disebabkan kehadiran gen SUB1. Manakala IR49830 dari IRRI adalah sebagai varieti kawalan yang sensitif kepada keadaan banjir.

Penyediaan anak pokok untuk saringan

Biji benih padi bagi aksesori terpilih disemai di dalam takungan fiber di tapak semaian secara berasingan mengikut varieti. Anak pokok yang telah mencapai usia dua minggu selepas tabur dipindahkan ke dalam pasu plastik berukuran 64.5 cm panjang dan 20.5 cm lebar. Sejumlah sepuluh anak pokok bagi setiap varieti dimuatkan di dalam setiap pasu plastik. Pasu-pasu plastik yang telah diisi dengan anak pokok diletakkan ke dalam takungan simen yang berisi air. Air dibiarkan berada pada aras normal (sekitar 3 cm tinggi dari aras tanah) untuk memberi masa kepada anak pokok pulih daripada sebarang kecederaan sewaktu proses pemindahan.

Saringan ketahanan terhadap keadaan banjir peringkat vegetatif

Saringan ketahanan terhadap keadaan banjir dimulakan apabila pokok padi mencecah usia 35 hari selepas dipindahkan iaitu telah mencapai peringkat pengeluaran anak maksimum. Pokok padi yang berada di dalam takungan simen yang pertama akan berada dalam keadaan aras air normal (10 cm). Manakala, takungan simen kedua akan dinaikkan aras air sehingga memenuhi takungan simen (sekitar 70 cm) dan anak-anak pokok padi yang berada di dalam takungan simen terendam sepenuhnya. Pokok-pokok padi ini dibiarkan dalam keadaan terendam selama 20 hari. Varieti padi yang mempunyai ciri-ciri ketahanan terendam air oleh gen SUB1 hanya akan dapat dilihat selepas terendam di dalam air untuk tempoh 10 – 14 hari. Selepas hari ke-20, aras air diturunkan secara berperingkat dalam tempoh tiga hari untuk memberikan kesan yang sama dengan keadaan banjir

sebenarnya. Data tinggi pokok, jumlah anak serta nilai klorofil yang diambil menggunakan meter SPAD-502 direkodkan sebelum dan selepas saringan banjir dijalankan. Bacaan meter SPAD-502 adalah berkadar dengan jumlah klorofil di dalam daun.

Jadual 1. Senarai varieti padi yang dipilih untuk saringan banjir

No.	No. aksesori	Nama varieti	Negara asal
1	04532	FR13A	India
2	11759	IR 49830	IRRI
3	00273	BYATGELE	Myanmar
4	00473	GENDJA BETON	Indonesia
5	01092	NANG KEO	Vietnam
6	02110	SONA	India
7	01112	NEP TRUNG VIT	Vietnam
8	02426	BIPLAB	Bangladesh
9	03911	PATNAI 23	India
10	00258	BURMA A 28-8	Myanmar
11	00261	BURMA C24-102	Myanmar
12	00363	COMPENA	Filipina
13	00405	DOC PHUN LUN A	India
14	00477	GION CHEM 351	Vietnam
15	00592	HJHONA	India
16	00660	KATAKTARA	India
17	00792	LETER	Indonesia
18	00818	LUA UOI	Vietnam
19	01192	PANBIRA	Bangladesh
20	01521	SATYA	India
21	01728	SOC NAM	Vietnam
22	01732	SOORYA	India
23	01751	TADUKAN	Filipina
24	01805	TJINA	Indonesia
25	03876	GODA HEENATI	India
26	03875	KINANDANG PATONG	Filipina
27	03877	PAKKHALI	India
28	05084	PALGER 60	India
29	05092	RATNAGIRE	India
30	05233	DINORADO	Filipina
31	06766	KAREKAGGA 78	India
32	11257	DULAR	India
33	00023	ALURSANNA 199	India
34	00166	BADSHABHOG	India
35	00200	BENGAWAN	Indonesia

Penganalisan data

Data tinggi pokok dan jumlah anak dianalisis menggunakan perisian SAS versi 9.3. Graf untuk tinggi pokok, jumlah anak dan nilai klorofil bagi setiap varieti dalam keadaan yang berbeza dihasilkan dengan Microsoft Excel 2007. Dendrogram bagi melihat perkaitan antara setiap varieti dengan varieti kawalan tahan banjir dibangunkan dengan menggunakan perisian SAS versi 9.3.

Prestasi pertumbuhan varieti padi dalam keadaan banjir

Keputusan menunjukkan min untuk tinggi pokok ialah 96.50 manakala min untuk jumlah anak ialah 3.54 (*Jadual 2*). Pekali variasi untuk tinggi pokok ialah 18.55 manakala untuk jumlah anak ialah 28.47. Kajian ini menunjukkan perbezaan yang signifikan untuk tinggi pokok dan jumlah anak terhadap keadaan banjir (*Jadual 3*). Kesemua varieti padi yang disaring menunjukkan pertambahan tinggi pokok dalam keadaan banjir. Varieti yang menunjukkan pertambahan tinggi pokok yang maksimum ialah Goda Heenati diikuti oleh Pakkhali dengan bacaan masing-masing ialah 123.5 cm dan 123.1 cm. Manakala varieti yang menunjukkan pertambahan tinggi pokok yang minimum ialah Biplab dan Nep Trung Vit dengan bacaan masing-masing ialah 79.65 cm dan 81.07 cm.

Varieti kawalan tahan banjir iaitu FR13A menunjukkan bacaan tinggi pokok dalam keadaan banjir ialah 83.0 cm iaitu kurang 3.47 cm berbanding dengan ketinggian dalam keadaan normal iaitu 86.47 cm. Ini bermaksud varieti ini mengalami perencatan ketinggian dalam keadaan banjir. Keadaan ini berlaku kerana gen SUB1 yang hadir menghasilkan ciri dorman (*quiescence mechanism*)

Jadual 2. Nilai maksimum, minimum, sisihan piawai, ralat piawai, varians dan pekali variasi untuk ciri tinggi pokok dan jumlah anak dalam keadaan banjir

Ciri	N	Min	Maksimum	Minimum	Sisihan piawai	Ralat piawai	Varians	Pekali variasi
Tinggi pokok	138	96.50	127.2	29.88	17.90	1.52	320.33	18.55
Jumlah anak	138	3.54	6.4	1.2	1.01	0.09	1.02	28.47

Jadual 3. Nilai F dan kebarangkalian untuk ciri tinggi pokok dan jumlah anak dalam keadaan banjir

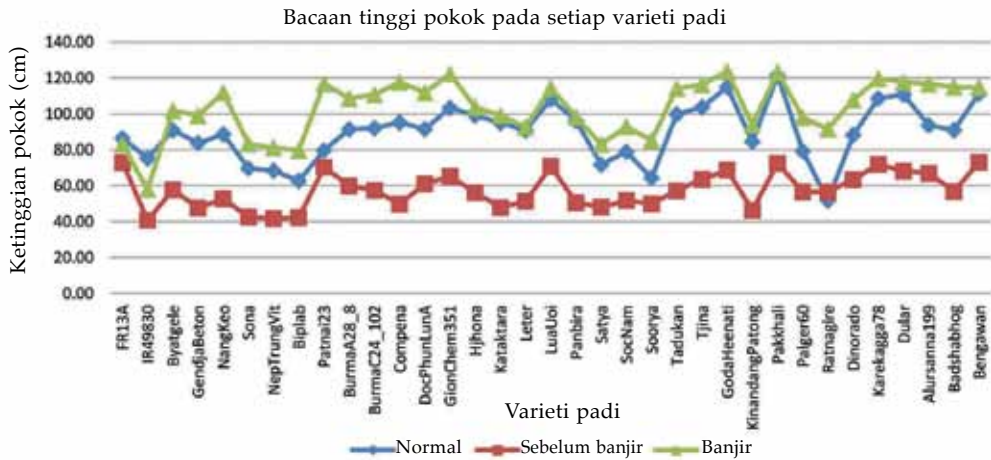
Trait	DF	Min	Jumlah kuasa dua	Min kuasa dua	Pekali variasi	Punca ralat kuasa dua	R-kuasa dua	Nilai F	Pr > F
Tinggi pokok	36	96.50	37066.40	1029.62	8.51	8.22	0.84	15.25	<.0001
Jumlah anak	36	3.54	91.07	2.53	19.55	0.69	0.65	5.27	<.0001

pada varieti FR13A dengan bertindak mengehend pengaktifan hormon etilena untuk pemanjangan pucuk sewaktu dalam keadaan banjir yang mana secara tidak langsung mengurangkan penggunaan karbohidrat dan meningkatkan kadar untuk terus hidup ketika banjir. Ciri penjimatan penggunaan tenaga ini juga penting kepada pokok padi untuk membantu proses pemulihan selepas banjir berakhir dengan menggunakan semula semua tenaga yang tersimpan itu.

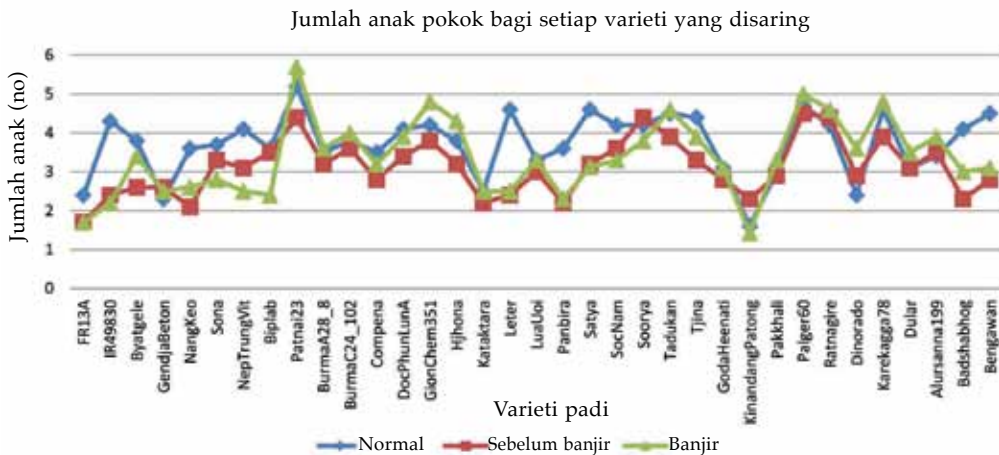
Varieti-varieti yang disaring pula menunjukkan beza tinggi pokok yang sangat ketara selepas dibandingkan antara keadaan banjir dengan keadaan normal. Beza tinggi pokok yang paling minimum ditunjukkan pada varieti Pakkhali diikuti dengan Leter dengan bacaan masing-masing ialah 1.60 cm dan 1.91 cm. Manakala varieti yang menunjukkan beza tinggi pokok yang maksimum ialah Ratnagire dan Patnai 23 dengan bacaan masing-masing ialah 39.81 cm dan 37.10 cm. Pertambahan ketinggian yang banyak dalam keadaan banjir ini mempunyai perkaitan rapat dengan mekanisme menyelamat yang berlaku disebabkan oleh pengumpulan hormon etilena yang tidak menentu dalam tumbuhan yang membawa kepada pemanjangan ruas dan daun.

Pemanjangan ruas ini bertujuan untuk memastikan daun yang tertinggi berada di atas aras permukaan air untuk mengelakkan berlaku kekurangan oksigen. Padi yang ditanam di kawasan aras air normal (*ordinary rice*) tidak mampu melakukan pemanjangan ruas di peringkat vegetatif jika terendam banjir berbanding dengan varieti padi yang biasa terendam air dalam (*deepwater rice*) yang mampu melakukan pemanjangan ruas walaupun di peringkat awal pertumbuhannya, malah varieti padi ini juga mampu mengeluarkan akar aerenkima iaitu conduit seakan snorkel pada ruas yang membenarkan proses pertukaran gas berlaku.

Penghasilan anak pokok untuk varieti FR13A menunjukkan tiada perubahan jumlah anak pokok yang direkodkan sebelum banjir dengan selepas banjir yang membuktikan wujudnya strategi penjimatan penggunaan tenaga oleh gen SUB1 yang wujud pada varieti ini. Manakala IR49830 pula menunjukkan penurunan jumlah anak pokok. Manakala varieti-varieti yang disaring pula menunjukkan penambahan dan pengurangan jumlah anak pokok yang sedikit dalam keadaan banjir. Penghasilan anak pokok ketika dalam keadaan banjir memerlukan penggunaan tenaga yang tinggi dan ini boleh menjejaskan kadar untuk terus hidup selepas banjir berakhir.



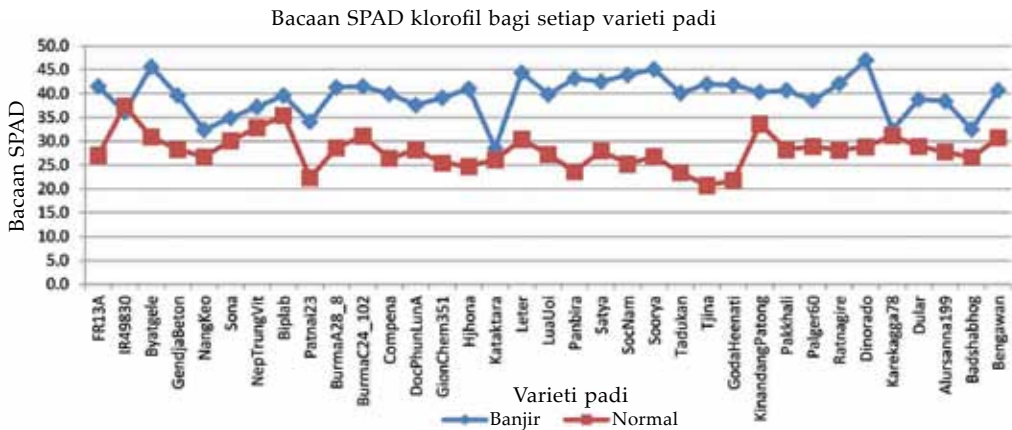
Rajah 1. Bacaan tinggi pokok bagi setiap varieti dalam keadaan normal, sebelum dan ketika banjir



Rajah 2. Jumlah anak pokok bagi setiap varieti dalam keadaan normal, sebelum dan ketika banjir

Perubahan sifat fisiologi varieti padi dalam keadaan banjir

Bacaan nilai klorofil menggunakan meter SPAD-502 menunjukkan bacaan varieti dalam keadaan banjir dan keadaan normal (Rajah 3). Keseluruhan varieti yang disaring menunjukkan bacaan SPAD yang tinggi dalam keadaan banjir berbanding dengan keadaan normal. Bacaan SPAD yang tertinggi ditunjukkan pada varieti Dinorado diikuti dengan varieti Byatgele dengan bacaan masing-masing ialah 47.0 dan 45.6. Keputusan ini sama seperti yang ditemui oleh Kato dli. (2014) yang mendapati peningkatan bacaan SPAD klorofil pada varieti yang terendam air bertakung berbanding dengan bacaan pada varieti kawalan.



Rajah 3. Bacaan SPAD klorofil bagi setiap varieti dalam keadaan normal dan banjir

Bacaan SPAD yang terendah dalam keadaan banjir ditunjukkan pada varieti Kataktara dan Nang Keo dengan bacaan masing-masing ialah 28.5 dan 32.4. Varieti IR49830 juga menunjukkan bacaan yang ketujuh terendah iaitu 36.1. Bacaan SPAD yang rendah ini adalah disebabkan oleh proses ketuaan daun (*leaf senescence*) yang berlaku dengan pantas akibat pengumpulan hormon etilena ketika keadaan banjir. Hormon etilena memberi kesan kepada pemanjangan daun serta ketuaan daun kepada pokok padi yang terendam. Varieti padi yang sensitif biasanya mempamerkan kandungan hormon etilena yang tinggi ketika keadaan banjir. Selain itu, daun-daun yang terendam turut mengalami degradasi disebabkan oleh struktur bukan karbohidrat (*non-structural carbohydrates*) yang telah kehabisan disebabkan oleh tekanan oksidatif. Kedua-dua keadaan ini memberi kesan buruk kepada kadar hidup pokok tersebut.

Berbeza dengan varieti yang tahan banjir, yang mana proses pereputan klorofil yang dicetuskan oleh hormon etilena disekat oleh kehadiran gen. Varieti ini menunjukkan kadar pemecahan klorofil yang rendah lalu menghasilkan kadar bacaan SPAD klorofil yang tinggi. Selain disebabkan oleh kemunculan gen SUB1, ketahanan pada varieti tahan banjir ini juga disebabkan oleh penurunan aktiviti *chlase* semasa banjir dan ciri ini juga penting kepada varieti tersebut sewaktu proses pemulihan selepas banjir untuk terus hidup.

Analisis kluster bagi varieti padi dalam keadaan banjir

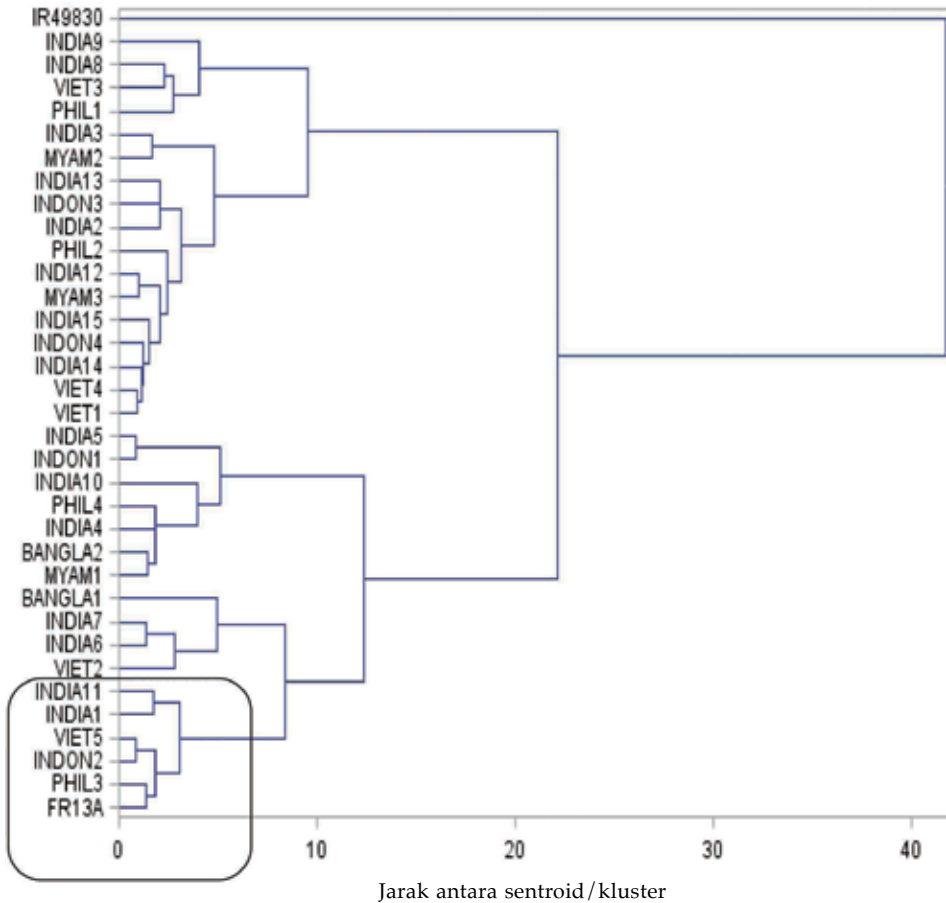
Analisis kluster menunjukkan perkaitan bagi setiap varieti yang disaring dengan varieti kawalan terhadap ketahanan banjir (*Carta 1 dan Lampiran 1*). Varieti Kinandang Patong (Filipina) menunjukkan perkaitan rapat dengan varieti kawalan tahan banjir dengan jarak sentroidnya ialah 1.349. Varieti Leter (Indonesia) dan Soc Nam (Vietnam) juga menunjukkan perkaitan rapat dengan FR13A dengan jarak sentroid 1.813. Pada jarak sentroid 3.094,

sejumlah lima varieti menunjukkan perkaitan rapat dengan FR13A iaitu tiga varieti yang dinyatakan di atas iaitu Kinandang Patong, Leter dan Soc Nam serta varieti Sona dan Ratnagire, keduanya dari India. Kajian selanjutnya yang melibatkan kajian molekular terhadap kelima-lima varieti ini dalam mengenal pasti gen yang terlibat dengan ketahanan banjir ini perlu dilakukan.

Jadual 4. Jarak sentroid antara varieti padi yang bercantum di dalam dendrogram

Jumlah kluster	Kluster bercantum		Jarak sentroid
34	LETER	SOC NAM	0.830
33	GENDJA BETON	KATAKTARA	0.883
32	NANG KEO	LUA UOI	0.902
31	MYAM3	INDIA12	1.033
30	CL32	ALURSANNA199	1.126
29	CL30	BENGAWAN	1.224
28	FR13A	KINANDANG PATONG	1.349
27	SATYA	SOORYA	1.386
26	BYATGELE	PANBIRA	1.494
25	CL29	BADSHABHOG	1.516
24	BURMA A 28-8	DOC PHUN LUN A	1.709
23	SONA	RATNAGIRE	1.792
22	CL28	CL34	1.813
21	CL26	HJHONA	1.836
20	CL21	DINORADO	1.846
19	TJINA	DULAR	2.045
18	CL25	CL31	2.055
17	PATNAI23	CL19	2.073
16	GION CHEM 351	GODA HEENATI	2.291
15	CL18	TADUKAN	2.428
14	COMPENA	CL16	2.766
13	NEP TRUNG VIT	CL27	2.796
12	CL22	CL23	3.094
11	CL15	CL17	3.100
10	CL20	PALGER60	4.006
9	CL14	PAKKHALI	4.051
8	CL11	CL24	4.838
7	CL13	BIPLAB	4.955
6	CL10	CL33	5.116
5	CL12	CL7	8.368
4	CL8	CL9	9.562
3	CL5	CL6	12.405
2	CL3	CL4	22.103
1	CL2	IR49830	41.751

Analisis kluster



Carta 1. Dendrogram bagi melihat perkaitan bagi setiap varieti padi dengan varieti kawalan terhadap ketahanan kepada banjir

Kesimpulan

Kajian ketahanan kepada keadaan banjir ini mendapati varieti padi yang disaring menunjukkan kemampuan untuk beradaptasi dengan keadaan terendam air dalam kerana menunjukkan mekanisme menyelamatkan iaitu menunjukkan pemanjangan ruas ketika berada dalam keadaan banjir. Namun, ciri ini bukanlah yang terbaik kerana boleh menyebabkan risiko rebah selepas banjir berakhir akibat daripada pemanjangan yang berlebihan serta pengecilan saiz batang pokok. Pemilihan varieti yang terbaik untuk ketahanan kepada banjir adalah varieti dengan strategi dorman (gen SUB1) di mana pokok-pokok padi berada dalam keadaan dorman sewaktu banjir untuk penjimatan tenaga dengan menghad pertumbuhannya dan menggunakan semula tenaga yang tersimpan untuk proses pemulihan selepas banjir berakhir. Justeru, varieti-varieti yang berpotensi perlulah mempunyai ciri-ciri seperti FR13A. Daripada dendrogram yang

dihasilkan, menunjukkan lima varieti yang berpotensi untuk kajian lanjut yang berkaitan dengan pengesanan kehadiran gen SUB1 melalui kajian molekular atau sebagai baka kacukan untuk program pembaikbakaan padi tahan banjir. Varieti-varieti tersebut ialah Kinandang Patong (Filipina), Leter (Indonesia), Soc Nam (Vietnam), serta Sona dan Ratnagire (India).

Lampiran 1. Senarai kata kekunci yang digunakan pada dendrogram

No.	No. akses	Nama varieti	Negara asal	Kata kekunci pada dendrogram
1	4532	FR13A	India	FR13A
2	11759	IR 49830	IRRI	IR 49830
3	2426	BIPLAB	Bangladesh	BANGLA1
4	1192	PANBIRA	Bangladesh	BANGLA2
5	2110	SONA	India	INDIA
6	3911	PATNAI 23	India	INDIA2
7	405	DOC PHUN LUN A	India	INDIA3
8	592	HJHONA	India	INDIA4
9	660	KATAKTARA	India	INDIA5
10	1521	SATYA	India	INDIA6
11	1732	SOORYA	India	INDIA7
12	3876	GODA HEENATI	India	INDIA8
13	3877	PAKKHALI	India	INDIA9
14	5084	PALGER 60	India	INDIA10
15	5092	RATNAGIRE	India	INDIA11
16	6766	KAREKAGGA 78	India	INDIA12
17	11257	DULAR	India	INDIA13
18	23	ALURSANNA 199	India	INDIA14
19	166	BADSHABHOG	India	INDIA15
20	473	GENDJA BETON	Indonesia	INDON1
21	792	LETER	Indonesia	INDON2
22	1805	TJINA	Indonesia	INDON3
23	200	BENGAWAN	Indonesia	INDON4
24	273	BYATGELE	Myanmar	MYAM1
25	258	BURMA A 28-8	Myanmar	MYAM2
26	261	BURMA C24-102	Myanmar	MYAM3
27	363	COMPENA	Filipina	PHIL1
28	1751	TADUKAN	Filipina	PHIL2
29	3875	KINANDANG PATONG	Filipina	PHIL3
30	5233	DINORADO	Filipina	PHIL4
31	1092	NANG KEO	Vietnam	VIET1
32	1112	NEP TRUNG VIT	Vietnam	VIET2
33	477	GION CHEM 351	Vietnam	VIET3
34	818	LUA UOI	Vietnam	VIET4
35	1728	SOC NAM	Vietnam	VIET5

Penghargaan

Penulis ingin mengucapkan setinggi-tinggi penghargaan kepada semua staf dan pekerja di Bank Gen Padi, MARDI Seberang Perai atas kerjasama yang diberikan untuk kerja-kerja pengurusan pokok padi dan merekod data-data.

Bibliografi

- Bailey-Serres, J., Fukao, T., Ronald, P.C., Ismail, A.M., Heuer, S. dan Mackill, D. (2010). Submergence tolerant rice: SUB1's journey from landrace to modern cultivar. *Rice* 3: 138 – 147
- Das, K.K., Sarkar, R.K. dan Ismail, A.M. (2005). Elongation ability and non-structural carbohydrate levels in relation to submergence tolerance in rice. *Plant Science* 168: 131 – 136
- Ella, E.S., Kawana, N. dan Iro, O. (2003a). Importance of active oxygen-scavenging system in the recovery of rice seedlings alters submergence. *Plant Science* 165: 85 – 93
- Ella, E.S., Kawano, N., Yamauchi, Y., Tanaka, K. dan Ismail, A.M. (2003b). Blocking ethylene perception enhances flooding tolerance in rice seedlings. *Functional Plant Biology* 30: 813 – 819
- Fukao, T., Xu, K., Ronald, P.C. dan Bailey-Serres, J. (2006). A variable cluster of ethylene response factor-like genes regulates metabolic and developmental acclimation responses to submergence in rice. *The Plant Cell* 18: 2,021 – 2,034
- Hattori, Y., Nagai, K. dan Ashikari, M. (2011). Rice growth adapting to deepwater. *Current Opinion in Plant Biology* 14: 100 – 105
- Jackson, M.B. dan Ram, P.C. (2003). Physiological and molecular basis of susceptibility and tolerance of rice plants to complete submergence. *Annals of Botany* 91: 227 – 241
- Jackson, M.B., Waters, I., Setter, T. dan Greenway, H. (1987). Injury to rice plants caused by complete submergence: a contribution of ethylene (ethene). *Journal of Experimental Botany* 38: 1,826 – 1,838
- Jackson, M.B. (2008). Ethylene-promoted elongation: an adaptation to submergence stress. *Annals of Botany* 101: 229 – 248
- Kato, Y, Collard, B.C.Y., Septiningsih, E.M. dan Ismail, A.M. (2014). Physiological analyses of traits associated with tolerance of long-term partial submergence in rice. Dalam: Special Issue: Plant responses to low-oxygen environments. *AoB PLANTS* 6: Plu058; doi:10.1093/aobpla/plu058
- Mackill, D.J., Coffman, W.R. dan Garrity, D.P. (1996). Rainfed lowland rice improvement. Los Banos, Philippines: International Rice Research Institute. 242

Ringkasan

Kajian adaptasi padi kepada keadaan banjir diistilahkan kepada dua keadaan iaitu banjir kilat (*flash flood*) dan terendam air dalam (*deepwater flooding*). Kajian yang dijalankan ini bertujuan untuk mengenal pasti aksesori padi yang mempunyai sifat ketahanan terhadap banjir dengan ciri-ciri gen SUB1. Sejumlah 35 aksesori padi dipilih dan pemilihan varieti berdasarkan kepada negara asalnya yang mempunyai risiko banjir. Kajian ini menunjukkan perbezaan yang signifikan untuk tinggi pokok dan jumlah anak dalam keadaan banjir. Varieti dengan ketinggian pokok maksimum dan minimum dalam keadaan banjir ialah Goda Heenati (123.5 cm) dan Biplab (79.65 cm). Keseluruhan varieti yang disaring menunjukkan bacaan SPAD yang tinggi dalam keadaan banjir berbanding dengan keadaan normal. Bacaan SPAD yang tertinggi ditunjukkan pada varieti Dinorado diikuti dengan varieti Byatgele dengan bacaan masing-masing ialah 47.0 dan 45.6. Keputusan dendrogram menunjukkan sejumlah lima varieti padi mempunyai perkaitan rapat dengan FR13A. Varieti padi tersebut ialah Kinandang Patong (Filipina), Leter (Indonesia), Soc Nam (Vietnam), serta Sona dan Ratnagire (India). Varieti-varieti ini mempunyai potensi untuk kajian lanjut bagi pembangunan varieti tahan banjir.

Summary

Study on adaptation of rice to flood can be classified into two conditions namely flash flood and deepwater flooding. This study was done to identify the rice accessions with SUB1 gene. A total of 35 rice accessions were selected based on their country of origin which were stated as prone to flood. This study showed significantly difference in plant height and tiller number under submergence condition. Rice variety showed the highest and lowest in plant height under submergence condition were Goda Heenati (123.5 cm) and Biplab (79.65 cm), respectively. All the rice varieties showed higher reading on SPAD meter under submergence condition compared to normal condition. The highest SPAD reading showed in Dinorado and followed by Byatgele with the reading were 47.0 and 45.6, respectively. The dendrogram showed five rice varieties were closely related to the control variety FR13A. There were Kinandang Patong (Philippines), Leter (Indonesia), Soc Nam (Vietnam), also Sona and Ratnagire (India). These varieties have potential for future research study on development of submergence tolerance rice variety.

Pengarang

Site Noorzuraini Abd Rahman
Pusat Bank Gen dan Biji Benih, MARDI Seberang Perai,
Beg Berkunci No. 203, Pejabat Pos Kepala Batas,
13200 Seberang Perai, Pulau Pinang
E-mel: zuraini@mardi.gov.my

Fauzi Jumat dan Latefi Mahmud
Pusat Penyelidikan Agrobiodiversiti dan Persekitaran,
Ibu Pejabat MARDI, Persiaran MARDI-UPM,
43400 Serdang, Selangor

Mohamad Rodzi Shafiee
Pusat Penyelidikan Padi dan Beras,
Ibu Pejabat MARDI, Persiaran MARDI-UPM,
43400 Serdang, Selangor

Muhammad Hafiz Md Shukri
Pejabat Ketua Pengarah, MARDI Seberang Perai,
Beg Berkunci No. 203, Pejabat Pos Kepala Batas,
13200 Seberang Perai, Pulau Pinang