

PENGARUH PERLAKUAN NaCl TERHADAP KANDUNGAN KALIUM DAN NATRIUM PADA PUTATIF MUTAN SOMAKLON

Rossa Yunita^{1*}, Nurul Khumaida², Didy Sopandie² dan Ika Mariska¹

¹Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian, Jl. Tentara Pelajar No. 3A Bogor 16111 Telp (0251) 8337975; Faks (0251) 8338820; *E-mail: rossa_yunita@yahoo.com

²: Departemen Agronomi dan Hortikultura, Faperta, IPB Kampus IPB Darmaga, Tel/Fax. 0251- 629353

ABSTRAK

Salinitas memberikan pengaruh yang buruk terhadap produksi padi. Oleh karena itu diperlukan varietas yang toleran pada kondisi salin. Penelitian ini bertujuan untuk mengamati pengaruh pemberian NaCl terhadap kandungan Kalium dan Natrium pada beberapa putatif mutan somaklon. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap faktorial. Faktor pertama tanaman putatif mutan somaklon dan faktor kedua adalah konsentrasi NaCl (0, 75 mM, dan 150 mM). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nomor-nomor putatif mutan somaklon yang bersifat toleran terhadap NaCl menunjukkan kandungan K yang cenderung tetap dan kandungan Na (daun) yang lebih rendah sehingga ratio K/Na yang cenderung lebih tinggi dari pada tanaman yang peka.

Kata Kunci: *Oryza sativa*, NaCl, Kalium, Natrium

ABSTRACT

Salinity give a bad influence on rice production. Therefore we need varieties that are tolerant to saline conditions. This study aimed to observe the effect of NaCl on the content of Potassium and Sodium in some putative mutants somaclone. This study was conducted using a completely randomized factorial design. The first factor putative mutant plant somaclone and the second factor is the concentration of NaCl (0, 75 mM and 150 mM). The results showed that the numbers somaclone putative mutants tolerant to NaCl have remain of K content but Na leaf content was lower, therefore the ratio K / Na tends to be higher compare to susceptible plants.

Keyword: *Oryza sativa*, NaCl, Potassium, Sodium

PENDAHULUAN

Pengaruh salinitas pada tanaman padi memberikan dampak yang cukup buruk yaitu terjadinya penurunan produksi yang cukup besar, setiap peningkatan 1 dS/m akan terjadi penurunan hasil sekitar 10% (Rad *et al.* 2012; Sopandie 2014).

Salinitas tinggi mempengaruhi tanaman dalam dua hal, yaitu efek osmotik dan efek cekaman ion (Munns 2002). Efek osmotik, yaitu terjadinya penurunan potensial osmotik larutan tanah sehingga mengurangi ketersediaan air (Sopandie 2014). Konsentrasi garam yang tinggi di dalam tanah mengganggu kapasitas akar untuk mengambil air, kondisi tersebut menyebabkan dehidrasi parsial sel dan hilangnya turgor sel karena berkurangnya potensial air di dalam sel (Yuniati 2004). Efek selanjutnya toksisitas dimana terjadi peningkatan konsentrasi ion yang bersifat racun bagi tanaman. Efek cekaman ion ini yang merupakan faktor utama yang dapat menghambat pertumbuhan padi (Yang *et al.* 2008). Akumulasi Na^+ dan Cl^- yang berlebihan dalam sitoplasma menyebabkan perubahan metabolisme dalam sel mengakibatkan penghambatan proses fisiologis dan biokimia, sehingga pertumbuhan dan perkembangan tanaman akan terhambat (Munns & Tester 2008). Pada tanaman padi keracunan garam dapat ditandai dengan terhambatnya pertumbuhan, berkurangnya anakan, hingga akhirnya akan menurunkan produksi gabah mencapai 50%. (Hakim *et al.* 2012, Aref & Rad 2012, Rad *et al.* 2012).

Mekanisme toleransi salinitas untuk tanaman yang dibudidayakan di tanah salin mengacu pada proses-proses tersebut sehingga tanaman dapat bertahan dan berproduksi dengan baik bila ditanam di tanah dengan cekaman salinitas. Menurut Marschner (2012) mekanisme toleransi tanaman terhadap kondisi salinitas meliputi eksklusi dan inklusi. Mekanisme inklusi, yaitu suatu mekanisme mencegah terjadinya keracunan ion-ion garam dengan cara mensintesis solut kompatibel, kompartementasi garam ke dalam vakuola dan retranslokasi garam melalui floem dan ekskresi garam dengan menggugurkan daun tua. Mekanisme eksklusi adalah mekanisme untuk mencegah masuknya ion Na^+ ke dalam jaringan tanaman dan mencegah terjadinya defisit air secara internal dengan cara sintesis solut organik dan meningkatkan sukulensi (Sopandie 2014).

Tanaman yang toleran pada kondisi salin dapat menahan atau mengurangi kerusakan yang ditimbulkan oleh cekaman melalui mengatur penyerapan ion dan kompartementasi. Ion-ion Na^+ terakumulasi dalam tanaman dalam jumlah yang relatif banyak akan merusak protein dan fungsi enzim, sehingga akan mengakibatkan terganggunya sistem metabolisme didalam sel. Tanaman toleran pada kondisi ini akan mengangkat dan menyimpan Na^+ dalam vakuola, sehingga tanaman dapat mempertahankan pertumbuhan normal. Hal ini disebut dengan kompartementasi ionik. Dari studi yang pernah dilakukan kemampuan ini umumnya terdapat pada hampir semua tanaman tergantung pada pompa proton yang terletak di membran vakuola, H^+ akan ditransport ke luar dari dalam vakuola sementara Na^+ diangkut ke dalam vakuola. Cara ini akan menyebabkan Na^+ terakumulasi dalam vakuola. Kekuatan transfer berasal dari gradien konsentrasi proton dan potensial elektrokimia (Bing *et al.* 2008, Ren *et al.* 2005).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengamati pengaruh pemberian NaCl terhadap kandungan Kalium dan Natrium pada beberapa tetua padi dan putatif mutan somaklonnya.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di rumah kaca dan Laboratorium Biokimia, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian (BB Biogen), Bogor.

Bahan tanaman yang digunakan pada penelitian ini adalah padi varietas Ciherang dan 15 nomor putatif mutan somaklon asal tanaman Ciherang (CH-4-1, CH-4-3, CH-6-1, CH-6-2, CH-13-1, CH-13-2, CH-16-1, CH-16-2, CH-21, CH-27, CH-28, CH-29, CH-30, CH-4-2, CH-4-4), Inpari 13 dan 15 nomor putatif mutan somaklon asal Inpari 13 (II-13-46, II-13-43, II-13-45, II-13-1, II-13-4, II-13-5, II-13-7, II-13-8, II-13-9, II-13-10, II-13-11, II-13-13, II-13-2, II-13-17, II-13-20), Inpara 3 dan 15 nomor putatif mutan somaklon (IA-3-1, IA-3-3, IA-3-4, IA-3-6, IA-3-10, IA-3-11, IA-3-13, IA-3-16, IA-3-17, IA-3-20, IA-3-21, IA-3-26, IA-3-27, IA-3-18, IA-3-30) serta Pokkali (kontrol toleran) dan IR29 (kontrol peka). Padi putatif mutan somaklon M2 yang digunakan merupakan hasil dari mutasi induksi pada kalus dengan sinar gamma yang dikombinasikan dengan seleksi *in vitro*.

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap faktorial. Faktor pertama tanaman putatif mutan somaklon dan faktor kedua adalah konsentrasi NaCl (0, 75 mM, dan 150 mM), apabila terdapat pengaruh yang nyata dari perlakuan terhadap peubah yang diamati, kemudian dilakukan uji lanjut Duncan pada taraf kepercayaan 95 %. Penelitian dilakukan dengan cara bibit yang telah berumur satu minggu ditumbuhkan pada larutan Yoshida. Setelah empat hari ditambah NaCl pada konsentrasi 0, 75 mM dan 150 mM. Pada hari ke-14 daun dan akar di panen untuk dilakukan analisis terhadap kandungan Na dan K dengan menggunakan metoda destruksi dikembangkan oleh Balai Penelitian Tanah Litbang Pertanian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Kalium (K) beberapa tetua dan putatif mutan somaklon

Hasil analisis kandungan K pada daun menunjukkan interaksi antara nomor-nomor mutan putatif somaklon dan konsentrasi NaCl memberikan pengaruh yang nyata terhadap kandungan K pada daun padi (Tabel 1.)

Pada putatif mutan somaklon yang bersifat toleran terlihat bahwa peningkatan kandungan NaCl 75 dan 150 mM pada media tanaman menunjukkan bahwa kandungan K yang cukup tinggi dan berbeda nyata dari pada tetua asal dan putatif mutan somaklon lainnya yang tidak bersifat toleran. Kecuali pada putatif mutan somaklon yang berasal dari padi varietas Inpari 13, bahwa perlakuan 75mM memberikan pengaruh yang tidak nyata.

Tabel 1. Kandungan kalium (%) pada daun tiga varietas dan putatif mutan somaklonnya

Nomor mutan padi var	Konsentrasi NaCl (mM)			Nomor mutan Padi var.	Konsentrasi NaCl (mM)			Nomor mutan Inpara 3	Konsentrasi NaCl (mM)		
	0	75	150		Inparil3	0	75		150	0	75
Ciherang	2,36ab	1,84cde	1,372d	Inparil3	1,88a	1,85a	1,67de	Inpara 3	2,38abc	1,84bcd	1,372cd
CH-4-1	2,56a	1,96bc	1,390d	II-13-42	2,09a	1,81a	1,76abcde	IA-3-1	2,48abc	1,87bcd	1,334d
CH-4-3	2,32b	1,93b	1,34d	II-13-43	2,072a	1,73a	1,66cde	IA-3-3	1,84e	1,60e	1,31d
CH-6-1	2,43ab	1,80e	1,346d	II-13-45	2,112a	1,81a	1,72abcde	IA-3-4	2,50abc	1,89bcd	1,342d
CH-6-2	2,34ab	1,85cde	1,364d	II-13-1	2,024a	1,91a	1,67de	IA-3-6	2,41abc	1,786cd	1,348d
CH-13-1	2,34ab	1,85f	1,364d	II-13-4	2,224a	2,11a	1,41e	IA-3-10	2,38abc	1,84bcd	1,372cd
CH-13-2	2,27ab	1,63de	1,254d	II-13-5	2,094a	1,68a	1,6de	IA-3-11	2,42abc	1,83cd	1,334d
CH-16-1	2,38ab	1,84cde	1,372d	II-13-7	2,082a	1,84a	1,84abcd	IA-3-13	2,41abc	1,76d	1,364cd
CH-16-2	2,47ab	1,87cde	1,36d	II-13-8	2,214a	2,10a	2,058ab	IA-3-16	2,46abc	1,83cd	1,346d
CH-21	2,47ab	1,87cde	1,378d	II-13-9	2,252a	2,85a	1,51de	IA-3-17	2,24cd	1,97bc	1,558bc
CH-27	2,42ab	1,82e	1,382d	II-13-10	2,102a	1,86a	1,72abcde	IA-3-20	2,28cd	1,99b	1,58b
CH-28	2,39ab	1,85cde	1,38d	II-13-11	2,276a	2,80a	1,45e	IA-3-21	3,33de	3,67a	3,833a
CH-29	2,39ab	1,85cde	1,382d	II-13-13	2,086a	1,84a	2,068a	IA-3-26	2,23cd	1,96bc	1,55bc
CH-30	2,30b	2,54a	2,034a	II-13-2	2,1a	2,09a	1,99abc	IA-3-27	2,57a	1,87bcd	1,5bcd
CH4-2	2,42ab	1,94b	1,894b	II-13-17	1,922a	1,82a	1,70e	IA-3-18	2,56ab	1,86bcd	1,486bcd
CH4-4	2,44ab	1,95bcd	1,706c	II-13-20	1,998a	1,53a	1,41e	IA-3-30	2,57a	1,87bcd	1,498bcd

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf sama pada satu kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%, uji jarak berganda Duncan.

Pada Tabel 2. terlihat hasil analisis kandungan K pada akar yang menunjukkan interaksi dan pengaruh nyata antara nomor-nomor mutan putatif somaklon dan konsentrasi NaCl terhadap kandungan K pada akar padi. Pada putatif mutan somaklon yang bersifat toleran terlihat bahwa peningkatan kandungan NaCl 75 dan 150 mM pada media tanaman menunjukkan kandungan K yang cukup tinggi dan berbeda nyata dari tetua asal dan mutan lainnya yang tidak bersifat toleran.

Tabel 2. Kandungan kalium (%) pada akar tiga varietas dan putatif mutan somaklonnya

Nomor mutan padi var.	Konsentrasi NaCl (mM)			Nomor mutan Padi var.	Konsentrasi NaCl (mM)			Nomor mutan Padi var.	Konsentrasi NaCl (mM)		
	0	75	150		0	75	150		0	75	150
Cihhrang	Inpara 3										
Ciherang	1,84d	1,60b	1,30c	Inpara 13	1,92d	1,12cd	Inpara 3	1,83ab	1,692a	1,396ab	
CH -4-1	2,48a	1,74b	1,70ab	II-13-42	1,45d	1,39b	IA-3-1	1,86ab	1,66ab	1,474ab	
CH-4-3	1,82d	1,738b	1,72ab	II-13-43	1,12f	1,01d	IA-3-3	1,79b	1,526b	1,388ab	
CH-6-1	1,79d	1,642b	1,77ab	II-13-45	1,18ef	1,07cd	IA-3-4	1,86ab	1,66ab	1,612ab	
CH-6-2	1,82d	1,664b	1,55ab	II-13-1	1,90ab	1,87a	IA-3-6	1,83b	1,67ab	1,59ab	
CH-13-1	1,82d	1,664b	1,55ab	II-13-4	1,12f	1,01d	IA-3-10	1,83b	1,692a	1,396ab	
CH-13-2	1,84d	1,764b	1,75ab	II-13-5	1,2ef	1,11cd	IA-3-11	1,82b	1,674a	1,546ab	
CH-16-1	1,83d	1,692b	1,69ab	II-13-7	1,49d	1,41b	IA-3-13	2,04a	1,818a	1,584ab	
CH-16-2	1,85d	1,678b	1,8bc	II-13-8	2,09a	1,97a	IA-3-16	1,80b	1,59ab	1,394ab	
CH-21	1,84d	1,674b	1,87ab	II-13-9	1,24def	1,20bcd	IA-3-17	1,91ab	1,806a	1,79ab	
CH-27	1,82d	1,694b	1,85ab	II-13-10	1,44d	1,39b	IA-3-20	1,93ab	1,85a	1,838ab	
CH-28	1,84d	1,708b	1,50ab	II-13-11	1,27def	1,15cd	IA-3-21	3,03b	2,983a	2,867a	
CH-29	1,85d	1,704b	1,50ab	II-13-13	1,58cd	1,47b	IA-3-26	1,89ab	1,76ab	1,74ab	
CH-30	2,10c	1,9a	1,86a	II-13-2	1,54cd	1,48b	IA-3-27	1,84b	1,64ab	1,438ab	
CH4-2	2,20bc	2a	1,88a	II-13-17	1,12f	1,01	IA-3-18	1,83b	1,63ab	1,424ab	
CH4-4	1,85d	1,704b	1,50ab	II-13-20	1,13f	1,01d	IA-3-30	1,842b	1,64ab	1,53ab	

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf sama pada satu kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%, uji jarak berganda Duncan.

Secara umum untuk tanaman yang bersifat toleran memiliki kemampuan untuk mempertahankan dan meningkatkan kandungan K pada jaringan tanaman, sebaliknya untuk tanaman yang peka kandungan K pada jaringan cenderung menurun. Pada padi varietas Ciherang terlihat peningkatan pemberian NaCl hingga 150 mM mengakibatkan kandungan K pada jaringan daun padi Ciherang, CH13-2 (mutan yang peka) dan IR 29 menurun, sedangkan pada varietas Pokkali dan CH4-2 (mutan toleran) kandungan K cenderung meningkat. Hal yang sama juga terjadi pada padi varietas Inpara 3 dimana peningkatan konsentrasi NaCl untuk putatif mutan somaklon mengakibatkan penurunan kandungan K pada daun Inpara 3 dan mutan peka IA-3-1, sedangkan pada IA-3-21 karena bersifat lebih toleran maka kandungan K cenderung naik. Hal ini sesuai dengan temuan Obata *et al.* (2007) bahwa pada varietas padi yang toleran memiliki kemampuan untuk menyerap K lebih besar dari pada tanaman peka.

Sementara pada padi Inpari 13, perlakuan NaCl hingga 150 mM dapat menurunkan kandungan K pada tanaman yang peka maupun toleran, namun hasil pada tanaman yang toleran (II-13-42) penurunannya tidak terlalu besar. Tavakkoli *et al.* (2011) menyatakan bahwa peningkatan salinitas berpengaruh terhadap ketidakseimbangan ion dalam sel, khususnya perihial penurunan konsentrasi ion K^+ pada tanaman yang peka.

Kandungan natrium (Na) beberapa tetua dan putatif mutan somaklon

Interaksi antara nomor – nomor mutan dan konsentrasi NaCl memberikan pengaruh yang nyata terhadap kandungan natrium pada daun tanaman padi. Padi putatif mutan asal varietas Ciherang yang bersifat toleran seperti CH-30 dan CH-4-2 setelah diberikan perlakuan NaCl 75 dan 150 mM memberikan respon terhadap kandungan NaCl yang lebih rendah dan berbeda nyata dari pada nomor - nomor mutan yang peka dan moderat maupun tanaman tetuanya (Tabel 3). Begitu pula dengan nomor-nomor mutan yang berasal dari padi varietas Inpari13 dan Inpara 3. Untuk mutan yang bersifat toleran kandungan Na, setelah diberi perlakuan NaCl kandungan Na lebih rendah dan berbeda nyata dari tanaman mutan dan tetua asalnya.

Pada Tabel 4. tampak interaksi antara nomor–nomor mutan dan konsentrasi NaCl terhadap kandungan natrium pada akar tanaman padi. Padi putatif mutan asal varietas Ciherang, Inpari 13 dan Inpara 3 yang bersifat toleran seperti CH30, CH-4-2, II-13-42, II-13-7, II-13-10, II-13-13 II-13- 2 and IA-3-21, setelah diberikan perlakuan NaCl 75 dan 150 mM memberikan repon terhadap kandungan Na yang lebih rendah dan berbeda nyata dari nomor - nomor mutan yang bersifat peka dan moderat maupun tanaman tetuanya.

Tabel 3. Kandungan natrium (%) pada daun tiga varietas dan putatif mutan somaklonnya

nomor mutan padi var ciherang	Konsentrasi NaCl (mM)			nomor mutan Padi var. Inpari 13	Konsentrasi NaCl (mM)			nomor mutan Padi var. Inpara 3	Konsentrasi NaCl (mM)		
	0	75	150		0	75	150		0	75	150
Ciherang	0,91ab	1,27d	1,25e	Inpari 13	0,9a	2,30a	2,26a	Inpara 3	0,989c	2,30cd	2,26a
CH-4-1	1,01c	1,95 a	2,02b	II-13-42	1,42a	1,49c	1,57c	IA-3-1	0,976c	2,30a	2,414a
CH-4-3	1,27ab	1,34bc	1,36c	II-13-43	1,44a	1,49c	2,45a	IA-3-3	1,26b	1,26d	1,506bc
CH-6-1	1,26ab	1,26d	1,24e	II-13-45	1,45a	1,50c	2,57a	IA-3-4	1,532a	1,31cd	1,28c
CH-6-2	1,26ab	1,188e	1,32cd	II-13-1	1,31a	2,10b	2,22a	IA-3-6	1,27b	1,27cd	1,254c
CH-13-1	1,28ab	1,34b	1,3cde	II-13-4	1,41a	2,20ab	2,32a	IA-3-10	1,27b	1,34cd	1,662bc
CH-13-2	0,9ab	1,28d	1,3e	II-13-5	1,46a	1,51c	1,8b	IA-3-11	1,276b	1,27cd	1,812b
CH-16-1	1,27ab	1,27d	1,25e	II-13-7	1,38a	1,53c	1,63c	IA-3-13	1,262b	1,39c	1,594bc
CH-16-2	1,312a	1,26d	1,34cd	II-13-8	1,452a	2,28ab	2,33a	IA-3-16	1,262b	1,26d	1,246c
CH-21	1,26ab	1,26d	1,24e	II-13-9	1,468a	1,51c	1,8c	IA-3-17	1,24b	1,98b	2,28a
CH-27	1,254b	1,26d	1,24e	II-13-10	1,4a	1,45c	1,61c	IA-3-20	1,262b	2,00b	2,296a
CH-28	1,28ab	1,28cd	1,28de	II-13-11	1,48a	1,49c	1,99a	IA-3-21	0,966c	1,12e	1,2c
CH-29	1,28ab	1,28cd	1,26de	II-13-13	1,44a	1,49c	1,63c	IA-3-26	1,22b	1,96b	2,26a
CH-30	0,98c	1,03 f	1,07f	II-13-2	0,966b	1,20d	1,2d	IA-3-27	1,278b	1,27cd	1,258c
CH4-2	1,00c	1,04f	1,07f	II-13-17	1,324a	2,26ab	2,42a	IA-3-18	1,27b	1,26cd	1,25c
CH4-4	1,02c	1,93a	2,28a	II-13-20	0,976b	2,30a	2,41a	IA-3-30	1,282b	1,28cd	1,262c

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf sama pada satu kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%, uji jarak berganda Duncan

Tabel 4. Kandungan Natrium (%) pada akar tiga varietas dan putatif mutan somaklonnya

nomor mutan padi var.	Konsentasi NaCl (mM)			nomor mutan Padi var.	Konsentasi NaCl (mM)			nomor mutan Padi var.	Konsentasi NaCl (mM)		
	0	75	150		0	75	150		0	75	150
Ciherang				Inpari 13				Inpara 3			
Ciherang	1,65a	1,69b	1,694b	Inpari 13	1,8a	2,56	2,708a	Inpara 3	1,65bc	1,69ab	1,694ab
CH-4-1	1,764a	1,99a	1,94b	II-13-42	1,03b	1,54c	1,49b	IA-3-1	1,64bc	1,678b	1,756ab
CH-4-3	1,47a	1,662b	1,744b	II-13-43	1,03b	1,54c	2,49a	IA-3-3	1,52c	1,726ab	1,79ab
CH-6-1	1,626a	1,678b	1,684b	II-13-45	1,15a	1,616c	2,574a	IA-3-4	1,814a	1,8ab	1,662ab
CH-6-2	1,65a	1,69b	1,694b	II-13-1	1,92a	2,34b	2,378a	IA-3-6	1,65bc	1,69ab	1,694ab
CH-13-1	1,48a	1,648b	1,728b	II-13-4	2,02a	2,44b	2,558a	IA-3-10	1,72ab	1,756ab	1,812ab
CH-13-2	1,638a	1,67b	1,756b	II-13-5	1,19a	1,658c	2,556a	IA-3-11	1,65bc	1,728ab	1,912ab
CH-16-1	1,65a	1,69b	1,816b	II-13-7	1,05b	1,56c	1,51b	IA-3-13	1,65bc	1,89a	2,094a
CH-16-2	1,662a	1,712b	1,734b	II-13-8	2,028a	2,448b	2,566a	IA-3-16	1,64bc	1,676b	1,954a
CH-21	1,638a	1,682b	1,678b	II-13-9	1,228a	1,748c	2,16ab	IA-3-17	0,91d	1,78ab	1,81ab
CH-27	1,636a	1,744b	1,75b	II-13-10	1,07a	1,58c	1,53b	IA-3-20	0,932d	1,826ab	1,85ab
CH-28	1,66a	1,69b	1,694b	II-13-11	1,268a	1,78c	2,16ab	IA-3-21	0,90d	1,69c	1,68c
CH-29	1,66a	1,698b	1,744b	II-13-13	1,11a	1,42c	1,432b	IA-3-26	0,89d	1,76ab	1,79ab
CH-30	0,77b	0,9c	1,3c	II-13-2	1,074a	1,582c	1,525b	IA-3-27	1,65bc	1,688ab	1,966a
CH4-2	0,79b	0,98c	1,24c	II-13-17	1,86a	2,5b	2,628a	IA-3-18	1,64bc	2,366a	1,958a
CH4-4	1,77a	1,996a	1,9b	II-13-20	1,8a	2,88a	2,628a	IA-3-30	1,65bc	1,692ab	1,97a

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf sama pada satu kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%, uji jarak berganda Duncan

Secara umum perlakuan NaCl hingga 150 mM mengakibatkan peningkatan kandungan Na pada jaringan daun. Pada varietas Ciherang pemberian NaCl direspon hampir sama akan tetapi untuk tanaman yang bersifat toleran (Pokkali dan CH4-2) peningkatan tidak terlalu besar, dimana tanaman cenderung mampu mempertahankan kandungan Na yang relatif rendah. Sedangkan pada tanaman yang peka (Ciherang, IR 29 dan CH-13-2) kandungan Na relatif tinggi.

Hal yang sama juga terjadi pada tanaman padi varietas Inpari13 dan Inpara 3, peningkatan konsentrasi NaCl pada media tanam akan meningkatkan kandungan Na pada jaringan tanaman khususnya pada tanaman yang peka (II-13-17, IA-3-1). Untuk tanaman yang toleran (II-13-42 dan IA-3-21) peningkatannya relatif tidak terlalu besar sehingga tidak bersifat racun bagi tanaman, hal ini berarti tanaman tersebut memiliki mekanisme ketahanan eklusi dimana tanaman mampu mencegah masuknya Na kedalam jaringan tanaman atau mencegah terjadinya translokasi Na di daun tanaman (Matsushita & Matoh 2006).

Cekaman garam mengakibatkan ketidak seimbangan kandungan unsur hara dengan meningkatnya tingkat salinitas yang menyebabkan akumulasi Na yang berlebih di daun dan akar. Kandungan Na meningkat sejalan meningkatnya perlakuan salinitas baik pada daun dan akar, namun peningkatan kandungan Na lebih tinggi terjadi di akar dari pada daun. Unsur Na terakumulasi pada tunas dan akar secara bertahap, tergantung pada konsentrasi garam yang terdapat dalam larutan tanah (Djanaguiraman *et al.* 2006).

Rasio K/Na

Nilai rasio K/Na merupakan kesembangan kandungan K dan Na pada tanaman yang dapat digunakan sebagai indikator mekanisme toleransi salinitas. Pada Tabel 5 tampak putatif mutan somaklon yang bersifat toleran memiliki nilai K/Na yang cenderung tetap setelah diberi perlakuan NaCl, sedangkan pada yang peka terjadi penurunan nilai K/Na yang cukup besar.

Pada Tabel 5 ditampilkan bahwa putatif mutan somaklon asal varietas Ciherang CH-30 dan CH-4-2 terjadi penurunan nilai rasio K/Na, dimana perlakuan kontrol nilainya sebesar 2,35 dan 2,42. Sementara dengan pemberian NaCl besar 150 mM menyebabkan penurunan sehingga menjadi 1,9 dan 1,77. Pada tanaman kontrol dan putatif mutan somaklon yang bersifat peka terjadi penurunan yang cukup besar, dimana pada tanaman kontrol Ciherang tanpa perlakuan NaCl nilainya sebesar 2,59 kemudian setelah diberi perlakuan 75 dan 150 NaCl terjadi penurunan.

Pada putatif mutan somaklon asal varietas Inpari 13 yang bersifat toleran seperti II-13-42, II-13-7, II-13-10, II-13-13, II-13-2, pemberian NaCl hingga 150 mM mengakibatkan terjadinya penurunan nilai rasio K/Na yang cukup besar. Hal yang sama juga terjadi pada putatif mutan somaklon yang bersifat toleran terhadap NaCl asal Inpara 3, yaitu IA-3-21. Untuk tanaman-tanaman yang toleran terhadap kondisi salin ternyata dapat menyimpan garam dalam konsentrasi

rendah di tajuk, sehingga rasio K/Na pada tajuk (daun) tidak terlalu besar, hal ini dikarenakan penyerapan terhadap ion-ion garam juga rendah (Soepandi 2014).

Tabel 5. Nilai rasio K/Na pada daun tiga varietas dan putatif mutan somaklon hasil seleksi di rumah kaca

nomor mutan	Konsentrasi NaCl (mM)			nomor mutan	Konsentrasi NaCl (mM)			nomor mutan	Konsentrasi NaCl (mM)		
	0	75	150		0	75	150		0	75	150
padi var. Ciherang				Padi var. Inpari 3				Padi var. Inpara 3			
Ciherang	2,59	1,45	1,10	Inpari 13	2,09	0,80	0,74	Inpara 3	2,41	0,80	0,61
CH -4-1	2,53	1,01	0,69	II-13-42	1,47	1,21	1,12	IA-3-1	2,54	0,81	0,55
CH-4-3	1,83	1,44	0,99	II-13-43	1,44	1,16	0,68	IA-3-3	1,46	1,27	0,87
CH-6-1	1,93	1,43	1,09	II-13-45	1,46	1,21	0,67	IA-3-4	1,63	1,44	1,05
CH-6-2	1,86	1,56	1,03	II-13-1	1,55	0,91	0,75	IA-3-6	1,90	1,41	1,07
CH-13-1	1,83	1,38	1,05	II-13-4	1,58	0,96	0,61	IA-3-10	1,87	1,37	0,83
CH-13-2	2,52	1,27	0,96	II-13-5	1,43	1,11	0,89	IA-3-11	1,90	1,44	0,74
CH-16-1	1,87	1,45	1,10	II-13-7	1,51	1,20	1,13	IA-3-13	1,91	1,27	0,86
CH-16-2	1,88	1,48	1,01	II-13-8	1,52	0,92	0,88	IA-3-16	1,95	1,45	1,08
CH-21	1,96	1,48	1,11	II-13-9	1,53	1,89	0,84	IA-3-17	1,81	0,99	0,68
CH-27	1,93	1,44	1,11	II-13-10	1,50	1,28	1,07	IA-3-20	1,81	1,00	0,69
CH-28	1,87	1,45	1,08	II-13-11	1,54	1,88	0,73	IA-3-21	3,45	3,28	3,19
CH-29	1,87	1,45	1,10	II-13-13	1,45	1,23	1,27	IA-3-26	1,83	1,00	0,69
CH-30	2,35	2,47	1,90	II-13-2	2,17	1,74	1,66	IA-3-27	2,01	1,47	1,19
CH4-2	2,42	1,87	1,77	II-13-17	1,45	0,81	0,70	IA-3-18	2,02	1,48	1,19
CH4-4	2,39	1,01	0,75	II-13-20	2,05	0,67	0,59	IA-3-30	2,00	1,46	1,19

KESIMPULAN

Pada nomor-nomor putatif mutan somaklon yang bersifat toleran terhadap NaCl menunjukkan kandungan K, yang cenderung tetap, sedangkan kandungan Na dalam daun lebih rendah akibatnya ratio K/Na cenderung lebih tinggi dari pada tanaman yang peka.

DAFTAR PUSTAKA

- Aref F, Rad H E. 2012. Physiology characterization of rice under salinity stress during vegetatif and reproductive stage. *Indian J.Sci.Technol.* 5(4)2578-2585
- Bing L, Zhao B C, Shen Y Z, Huang Z J, Ge R C, 2008. Progress of study on salt tolerance and salt tolerant related genes in plant. *Journal of Hebei Normal University/ Natural Science Edition.* 32(2): 243-248

- Djanaguiraman M, Sheeba J A, Shanker A K, Devi DD and Bangarusamy U. 2006. Rice can acclimate 229 to lethal level of salinity bypretreatment with sublethal level of salinitythrough osmotic adjustment. *Plant Soil*, 284: 363–373.
- Hakim M A, Juraimi A S, Hanafi M M, Ismail M R, Rafii M Y, Islam M M, Selamat A. 2014. The effect of salinity on growth, ion accumulation and yield of rice varieties. *J. Anim. Plant Sci.* 24(3);874-885
- Marschner P. 2012. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Third Edition. Elsevier. 649 P.
- Matsushita M, Matoh T. 2006. Characterization of Na⁺ exclusion mechanisms of salt-tolerant reed plants in comparison with salt-sensitive rice plants. *Hysiologia Plantarum* [83\(1\)](#):170–176.
- Munns R. 2002. Commparative physiology of salt and water stress. *Plant Cell and Environment*. 25:239-250.
- Munns R, M Tester, 2008. Mechanisms of Salinity Tolerance, *Annu. Rev. Plant Biol.* 2008. 59:651–81.
- Obata T, Kitamoto H K, Nakamura A, Fukuda A, Tanaka Y. 2007. Rice shaker potassium channel OsKAT1 Confers tolerance to salinity stress on yeast and rice cells. *Plant Physiol.* 144:1978-1985.
- Rad H E, Aref F, Rezaei M. 2012. Response of rice to different salinity level during different growth stages. *Res. J. App. Sci. Eng. Technol* 4(17):3040-3047.
- Ren Z H, Gao J P, Li L G, Cai X L, Huang W, Chao D Y, Zhu M Z, Wang Z Y, S Luan S, Lin H X. 2005. A rice quantitative trait locus for salt tolerance encodes a sodium transporter. *Nat. Genet.* 37(10): 1141-1146.
- Sopandie D. 2014. *Fisiologi adaptasi tanaman terhadap cekaman abiotik pada agroekositem tropika*. Bogor. Indonesia.IPB press. 228p.
- Tavakkoli E, Fatehi F, Coventry S, Rengasamy P, McDonald G K. 2011. Additive effects of Na⁺ and Cl⁻ ions on barley growth under salinity stress. *J. Ex. Bot.* 62(6):2189–2203.
- Yang X H, Peng X J, Yang G H, Feng L L, Wang K, and Li Y S, 2008, Preliminary function analysis of rice *OsRab7* in salt tolerance and construction of its genetic transformation vector, *Journal of Wu han Botanical Research*. 26(1): 1-6.
- Yuniati R. 2004. Penapisan galur kedelai (*Glycine max* L.) Merril toleran terhadap NaCl untuk penanaman di lahan salin. *Markara Sains* 8(1) : 21-24.