

Kontribusi Akumulasi Silikat, Nitrogen dan Aluminium terhadap Ketenggangan Aluminium dan Ketahanan terhadap Penyakit Blas pada Padi Gogo

The Contribution of Accumulation of Silicate, Nitrogen and Aluminum to Aluminum Tolerance and Blast Disease Resistance in Upland Rice

Bakhtiar^{1*}, Bambang Sapta Purwoko², Trikoesoemaningtyas² dan Iswari Saraswati Dewi³

¹Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian Unsyiah, Jl. Tkg Hasan Krueng Kale, Banda Aceh 23111, Indonesia

²Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor (Bogor Agricultural University), Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga 16680, Indonesia

³Balai Besar Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik, Jl. Tentara Pelajar No. 3A Cimanggu, Bogor, Indonesia.

Diterima 4 Agustus 2009/Disetujui 2 November 2009

ABSTRACT

Aluminum (Al) toxicity and blast disease are the most important yield-limiting factors for upland rice production in acid soils. The objective of this experiment was to examine the contribution of accumulation of Silicate (Si), Nitrogen (N) and Al in plant tissue on Al tolerance and blast disease resistance in upland rice. The experiment was arranged in a split-split plot design with 2 replications. Main plots were randomly assigned to blast treatment (control and inoculation to blast fungi). Subplots were assigned to control box (lime 1.5 Al_{EC}) and another acid soils (no lime) box and sub-subplots were assigned to the tested genotypes. The result of the experiment showed that leaf blast disease resistance in rice cannot be solely explained by Si or N content in shoot tissue. The resistant to leaf blast disease might be attributed by high ratio Si/N weight in shoot. Al tolerance was ascribed by low reduction in root growth, high shoot dry weight, high Si content in shoot, and as well as high of Si/Al ratio in root.

Key words: Al-tolerance, blast disease, upland rice, Si/Al ratio

PENDAHULUAN

Keracunan Aluminium (Al) dan penyakit blas sering dijumpai pada budidaya padi gogo di lahan kering. Keracunan Al disebabkan oleh tingginya tingkat kelarutan ion Al³⁺ dalam larutan tanah pada pH kurang dari 5.0 (Rout *et al.*, 2001), sedangkan penyakit blas yang disebabkan oleh cendawan *Pyricularia grisea* dapat menginfeksi daun padi pada stadia vegetatif dan malai pada stadia generatif (Ou, 1985).

Unsur Silikon (Si) dapat membantu tanaman untuk mengatasi berbagai cekaman biotik dan abiotik (Yukango dan Yuwono, 2007; Datnoff dan Rodrigues, 2005; Ma, 2005). Cekaman Al bisa berkurang jika ada Si dalam media tanam (Cocker *et al.*, 1998). Pengurangan keracunan Al tidak hanya akibat penurunan konsentrasi Al dalam media tanam, tetapi juga karena kandungan Si dalam jaringan tanaman (Hara *et al.*, 1999). Si dapat memulihkan hambatan pertumbuhan akar akibat keracunan Al (Ma, 2004).

Konsentrasi Si pada daun dijumpai berkorelasi

negatif dengan tingkat keparahan penyakit blas pada tanaman padi (Seebold *et al.*, 2001; Deren *et al.*, 1994). Pemupukan Si pada padi dapat membantu menjaga kekerasan dan ketegakan daun karena lapisan silikat banyak dijumpai di bawah kutikula pada bagian luar dinding sel epidermis daun padi (Kim *et al.*, 2002). Lapisan silikat tersebut menjadi hambatan fisik bagi penetrasi hifa blas. Si dilaporkan berperan aktif dalam meningkatkan akumulasi fitoaleksin pada padi sebagai mekanisme ketahanan terhadap penyakit blas (Rodrigues *et al.*, 2004).

Varietas padi gogo yang ditanam pada tanah masam memperlihatkan adanya perbedaan tingkat ketenggangan Al dan ketahanan terhadap penyakit blas (Bakhtiar, 2007). Ketenggangan Al dan ketahanan terhadap penyakit blas dapat disumbangkan oleh Si jaringan tanaman. Berdasarkan hal tersebut di atas maka penelitian ini bertujuan untuk memperoleh informasi tentang kontribusi kandungan Si, N dan Al dalam jaringan tanaman terhadap ketenggangan Al dan ketahanan terhadap penyakit blas.

^{1*} Penulis untuk korespondensi. E-mail: btiar12@yahoo.com. Telp 0251-87128921.

BAHAN DAN METODE

Percobaan dilakukan di rumah kaca BB-BIOGEN Cimanggu, pada bulan Januari 2007. Analisis tanah dan jaringan tanaman dilakukan di Laboratorium Balai Besar Penelitian Sumberdaya Lahan Pertanian, Bogor.

Bahan tanaman yang digunakan terdiri atas 8 genotipe, terdiri atas 4 galur haploid ganda asal kultur antera dan 4 varietas kontrol. Galur haploid ganda terdiri atas SGJT28 (tenggang Al, tahan blas), GRJT19 (tenggang Al, rentan blas), GRJT49 (peka Al, tahan blas) dan GRJT36 (peka Al, rentan blas). Kontrol yang digunakan adalah Dupa (tenggang Al), ITA131 (peka Al), Asahan (tahan blas) dan Kencana Bali (rentan blas). Isolat *P. grisea* ras 173 diperoleh dari Instalasi Penelitian Padi (INLITPA) Muara, Bogor.

Percobaan disusun dalam rancangan split-split plot dengan 2 ulangan. Petak utama adalah inokulasi blas, yaitu kondisi diinokulasi dan tanpa diinokulasi, anak petak adalah cekaman Al yaitu kondisi Al tinggi (tanpa kapur) dan Al rendah (dikapur), dan anak-anak petak adalah genotipe terdiri atas 8 genotipe padi yang diuji. Pengujian perlakuan dilakukan dengan sidik ragam, jika berpengaruh nyata maka akan dilakukan uji beda nilai tengah dengan Uji Wilayah Berganda Duncan (UWBD) pada taraf 5%.

Media tanam yang digunakan ialah tanah PMK yang berasal dari Jasinga Kabupaten Bogor dengan Al_{dd} 3.69 cmol(+)kg⁻¹ dan kejenuhan Al 68%. Tanah untuk media tanam dicampur dan diaduk rata untuk menjamin keseragaman tanah. Selanjutnya tanah dimasukkan ke dalam bak plastik sebanyak 10 kg tanah per bak. Untuk perlakuan cekaman Al rendah, digunakan tanah yang sama tetapi ditambahkan kapur (CaCO₃) sebanyak 1.5 x Al_{dd} yang diinkubasi selama empat minggu sebelum tanam. Penggunaan kapur sebanyak 1.5 x Al_{dd} diperkirakan dapat menetralkan 85-90% Al_{dd} (Hardjowigeno, 2003).

Benih setiap genotipe disemai dalam barisan dengan jarak tanam 4 cm x 3 cm dalam bak plastik yang telah dipersiapkan. Pemupukan dilakukan satu minggu sebelum tanam dengan dosis 5 g Urea, 1.5 g SP-36 dan 1.2 g KCl tiap 10 kg tanah kering.

Inokulasi *P. grisea* dilakukan dengan cara menyempotkan suspensi konidia ke padi pada umur 18 hari setelah semai secara merata sebanyak 50 ml suspensi konidia/bak. Tanaman yang telah diinokulasi maupun tanpa diinokulasi *P. grisea* segera dimasukkan ke ruang lembab yang berbeda selama 48 jam dan kelembaban dipertahankan di atas 90%. Selanjutnya tanaman dipindahkan ke rumah kaca dan kelembabannya dipertahankan di atas 90% dengan cara penyiraman secara terus menerus dengan menggunakan *sprinkler* embun. Tanaman yang diinokulasi dan tidak diinokulasi blas ditempatkan pada ruangan yang berbeda dalam rumah kaca untuk menghindari kontaminasi antara kedua perlakuan.

Pengamatan dilakukan terhadap skala penyakit yang diamati satu minggu setelah inokulasi berdasarkan sistem evaluasi standar dari IRRI (1996). Daun yang diamati adalah seluruh daun yang telah membuka sempurna. Intensitas serangan (%) dihitung berdasarkan

$$I = \sum \frac{(nixvi)}{NxV} \times 100\%$$

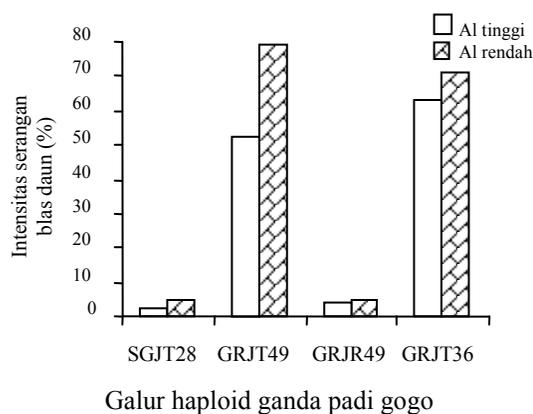
dimana, I =

intensitas serangan, n_i = jumlah tanaman terserang dengan skala ke-i, v_i = skala ke-i masing-masing tanaman terserang, N = Jumlah tanaman total yang diamati dan V = skala tertinggi yang teramati = 9. Setelah pengamatan penyakit, tanaman dibongkar dengan hati-hati kemudian dibersihkan dari sisa tanah dan kotoran lain yang menempel dengan air dan diukur panjang akarnya. Selanjutnya tanaman dibilas dengan air bebas ion beberapa kali, dipisahkan antara akar dan tajuk, kemudian dikeringovenkan pada suhu 65°C selama 3 x 24 jam. Setelah kering, ditentukan kandungan Al, Si dari akar, Al, Si dan N dari tajuk.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Intensitas Serangan Blas Daun

Intensitas serangan blas daun dipengaruhi oleh genotipe, perlakuan inokulasi *P. grisea*, dan interaksi keduanya. Intensitas serangan blas daun pada genotipe tahan (SGJT28 dan GRJT49) kurang dari 10%. Sebaliknya intensitas serangan blas daun pada genotipe rentan (GRJT19 dan GRJT36) lebih dari 50% (Gambar 1).



Gambar 1. Intensitas serangan blas daun galur haploid ganda padi gogo pada kejenuhan Al berbeda

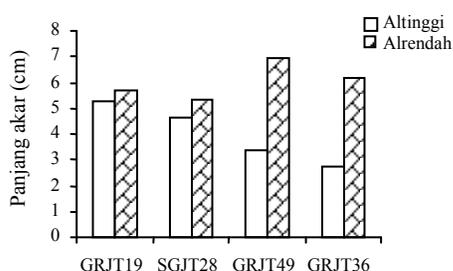
Cekaman Al menurunkan intensitas serangan penyakit blas daun pada semua genotipe yang diuji dengan tingkat penurunan yang berbeda-beda. Serangan blas daun pada keadaan tanpa cekaman Al cenderung lebih tinggi dibandingkan pada keadaan bercekaman Al.

Pada keadaan tanpa cekaman pertumbuhan tanaman lebih baik karena tanaman tidak keracunan Al dibandingkan pada keadaan bercekaman Al sehingga tanaman lebih rentan terhadap penyakit blas. Meskipun demikian, intensitas serangan penyakit blas daun pada genotipe tahan blas (SGJT28 dan GRJT49) nyata lebih rendah dibandingkan dengan genotipe rentan blas (GRJT19 dan GRJT36) baik pada keadaan bercekaman Al maupun pada tanpa cekaman Al (Gambar 1). Hal ini menunjukkan bahwa cekaman Al tidak mengubah urutan tingkat ketahanan padi gogo terhadap penyakit blas dan genotipe tenggang Al tidak selalu tahan blas atau sebaliknya. Genotipe tahan blas akan tetap tahan walaupun ditanam pada tanah bercekaman Al.

Panjang Akar

Panjang akar dipengaruhi oleh perlakuan genotipe dan cekaman Al. Pemanjangan akar semua genotipe padi gogo yang diuji pada tanah bercekaman Al terhambat. Urutan hambatan pemanjangan akar pada genotipe padi yang diuji pada tanah bercekaman Al adalah GRJT19 < SGJT28 < GRJT49 < GRJT36, sehingga urutan ketenggangan Al makin ke kanan makin peka.

Akar genotipe GRJT19 dan SGJT28 (tenggang Al) nyata lebih panjang dibandingkan genotipe GRJT49 dan GRJT36 (peka Al) pada tanah bercekaman Al. Sebaliknya pada tanah tanpa cekaman Al, panjang akar genotipe peka (GRJT49) nyata lebih panjang dibandingkan genotipe tenggang (GRJT19 dan SGJT28), sedangkan genotipe GRJT36 cenderung lebih tinggi dibandingkan kedua genotipe tenggang. Penurunan panjang akar akibat cekaman Al pada genotipe GRJT49 dan GRJT36 mencapai lebih dari 50%, sedangkan pada genotipe GRJT19 dan SGJT28 hanya mencapai 7 – 13% (Gambar 2). Hal ini sesuai dengan laporan Bakhtiar *et al.* (2007) bahwa genotipe GRJT19 dan SGJT28 tenggang Al dan GRJT49 dan GRJT36 peka Al.



Galur haploid ganda padi gogo

Gambar 2. Panjang akar galur haploid ganda padi gogo pada kejenuhan Al berbeda

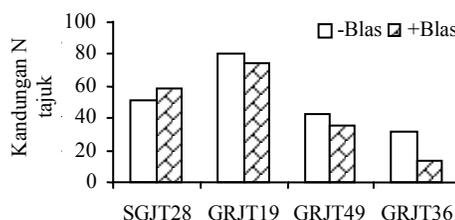
Hambatan pemanjangan akar pada tanah bercekaman Al disebabkan tingginya kelarutan Al dalam larutan tanah pada pH kurang dari 5.0 sampai pada konsentrasi beracun bagi tanaman dan Al tinggi dalam larutan tanah dapat menginduksi kahat Ca (Rout *et al.*, 2001) dan menurunkan elastisitas dinding sel akar genotipe peka sehingga pertumbuhan akar terhambat (Ma *et al.*, 2004).

Pemberian kapur 1.5 Al_{dd} pada tanah bercekaman Al dapat meningkatkan panjang akar genotipe peka (GRJT49 dan GRJT36) nyata lebih tinggi dibandingkan pemanjangan genotipe tenggang (SGJT28 dan GRJT19). Hal ini menunjukkan bahwa genotipe tenggang kurang responsif terhadap pemberian kapur dibandingkan genotipe peka. Keadaan ini memperkuat dugaan Watanabe dan Okada (2005) bahwa Ca dapat memulihkan hambatan pertumbuhan akar yang diinduksi oleh Al dengan tingkat pemulihan lebih tinggi pada padi kultivar peka Al.

Kandungan Nitrogen Tajuk

Genotipe, inokulasi blas dan cekaman Al berpengaruh nyata terhadap kandungan Nitrogen tajuk. Genotipe SGJT28 dan GRJT19 memiliki kandungan N tajuk nyata lebih tinggi dibandingkan genotipe GRJT49 dan GRJT36 baik diinokulasi maupun tanpa inokulasi blas (Gambar 3). Hal ini menunjukkan bahwa genotipe tenggang Al memiliki kandungan N daun nyata lebih tinggi dibandingkan genotipe peka. Rendahnya kandungan N pada daun genotipe peka Al karena genotipe peka memiliki hambatan pengambilan N yang besar pada keadaan tercekam Al (Sivaguru dan Paliwal, 1993).

Inokulasi blas menyebabkan penurunan kandungan N tajuk pada GJT19, GRJT48 dan GRJT36 cenderung menurun akibat inokulasi blas. Penurunan kandungan N tajuk GRJT36 (peka Al, rentan blas) nyata lebih tinggi dibandingkan genotipe lainnya, sedangkan kandungan N tajuk SGJT28 (tenggang Al-tahan blas) cenderung meningkat akibat perlakuan blas (Gambar 3). Penurunan kandungan N tajuk pada tanaman yang diinokulasi blas disebabkan kerusakan daun akibat timbulnya bercak blas yang dapat mengurangi luas daun hijau sehingga mengganggu metabolisme tanaman.

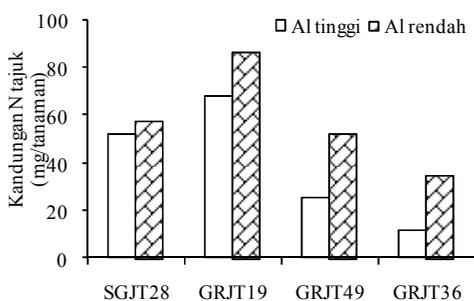


Galur haploid ganda padi gogo

Gambar 3. Kandungan N tajuk galur haploid ganda padi gogo pada perlakuan blas

Kandungan N tajuk antara genotipe tahan dan rentan blas tergantung pada tingkat ketenggangan Al (Gambar 4). Genotipe GRJT19 memiliki kandungan N tajuk nyata lebih dibandingkan kandungan N tajuk genotipe lainnya sehingga GRJT19 rentan terhadap penyakit blas. Tingginya kandungan N dalam jaringan tanaman menyebabkan tanaman menjadi lebih lunak sehingga lebih rentan terhadap penyakit blas (Ou, 1985). Sebaliknya kandungan N tajuk pada GRJT36 (genotipe rentan blas) nyata lebih rendah dibandingkan genotipe lain. Rendahnya kandungan N tajuk pada genotipe GRJT36 karena genotipe tersebut juga peka terhadap cekaman Al, dan umumnya penyerapan hara oleh akar pada genotipe peka Al, terganggu sehingga kandungan N tajuknya rendah. Dengan demikian pada penelitian ini kandungan N tajuk tidak dapat membedakan genotipe tahan dan rentan blas.

Pemberian kapur 1.5 Al_{dd} pada tanah masam menyebabkan peningkatan kandungan N tajuk semua genotipe yang diuji dengan tingkatan yang berbeda-beda. Kandungan N tajuk pada genotipe GRJT19, GRJT36 dan GRJT49 nyata lebih rendah pada keadaan bercekaman dibandingkan tanpa cekaman Al (Gambar 4). Kandungan N tajuk genotipe SGJT28 (tenggang Al-tahan blas) cenderung meningkat pada tanah tanpa cekaman Al dibandingkan pada tanah bercekaman Al. Hal ini diduga akibat peningkatan ketersediaan N dalam media tanam dan akar tanaman tidak mengalami keracunan Al.



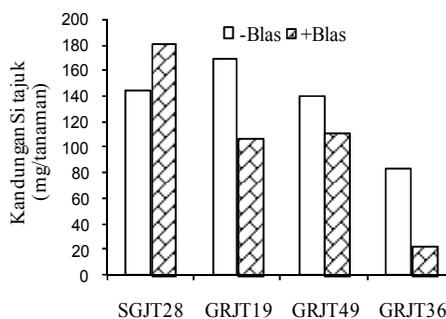
Galur haploid ganda padi gogo

Gambar 4. Kandungan N tajuk galur haploid ganda padi gogo pada perlakuan cekaman Al

Kandungan Si Tajuk dan Akar

Kandungan Si tajuk dipengaruhi oleh genotipe dan interaksi genotipe dan inokulasi blas tetapi pemberian kapur tidak mempengaruhi kandungan Si tajuk. Ma dan Takahashi (1993) melaporkan bahwa pengambilan Si tidak dipengaruhi oleh peningkatan Ca. Pada keadaan tanpa inokulasi blas, kandungan Si tajuk genotipe GRJT19 (tenggang Al-rentan blas) nyata lebih tinggi dibandingkan genotipe lainnya tetapi intensitas serangan blas pada genotipe tersebut juga tinggi. Kandungan Si

pada genotipe GRJT36 (peka Al-rentan blas) nyata lebih rendah dibandingkan genotipe lainnya dan intensitas serangan blas pada genotipe tersebut juga tinggi (Gambar 5). Hal ini menunjukkan bahwa genotipe dengan kandungan Si tinggi dapat menjadi rentan terhadap penyakit blas, dengan demikian ketahanan terhadap penyakit blas tidak hanya ditentukan oleh pertahanan mekanis dengan tingginya kandungan Si dalam jaringan.



Galur haploid ganda padi gogo

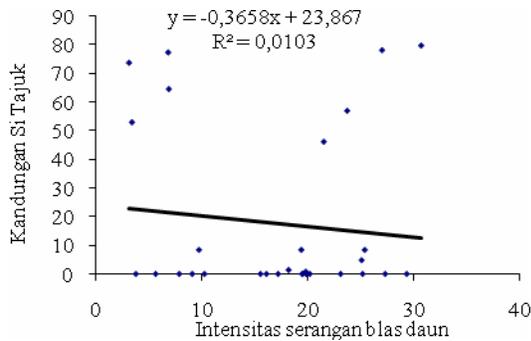
Gambar 5. Kandungan Si tajuk galur haploid ganda padi gogo pada perlakuan blas

Tanaman cukup Si memiliki daun yang terlapis silikat dengan baik, menjadikannya lebih tahan terhadap serangan berbagai penyakit yang diakibatkan oleh fungi blas (Makarim *et al.*, 2007). Konsentrasi Si pada daun berkorelasi negatif dengan keparahan penyakit blas pada tanaman padi (Seebold *et al.*, 2001). Berbeda dengan penelitian ini, jika diinokulasi blas, kandungan Si tajuk genotipe GRJT19 (rentan blas) tidak berbeda nyata dibandingkan genotipe GRJT49 (tahan blas). Hal ini menunjukkan bahwa kandungan Si tajuk bukan satu-satunya penentu ketahanan terhadap penyakit blas pada padi gogo, tetapi diduga ada mekanisme lain yang ikut menentukan ketahanan terhadap penyakit blas.

Salah satu hipotesis peran Si adalah meningkatkan aktivitas berbagai enzim yang terlibat dalam mekanisme ketahanan terhadap penyakit tetapi tidak menghambat perkembangan patogen secara langsung (Rodrigues *et al.*, 2004; Rodrigues *et al.*, 2005). Dalam penelitian ini diduga silikat yang diserap dan diakumulasi oleh tanaman belum sampai pada kondisi yang optimum untuk meningkatkan ketahanan tanaman padi terhadap penyakit blas.

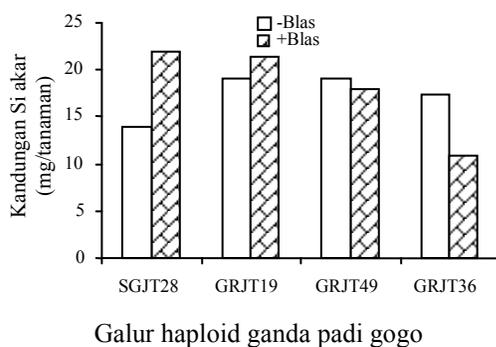
Hasil analisis korelasi menunjukkan tidak ada korelasi antara Si tajuk dan intensitas serangan blas daun (Gambar 6) karena Si diambil dari jaringan tanaman yang masih muda. Menurut Ou (1985) jumlah sel bersilikat pada daun lebih tua lebih tinggi dibandingkan pada daun muda, sehingga tanaman muda menjadi rentan terhadap blas. Selanjutnya dijelaskan bahwa lapisan epidermis bersilikat dan lapisan silikat

yang dihasilkan selama penetrasi tidak dapat menghambat pertumbuhan miselia lebih lanjut dari *P. grisea* yang sangat virulen.



Gambar 6. Korelasi kandungan Si tajuk dan intensitas serangan blas daun pada galur haploid ganda padi gogo

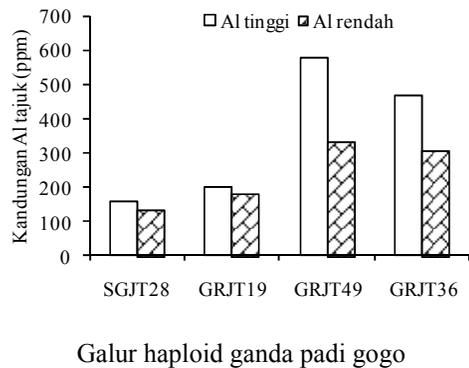
Kandungan Si akar SGJT28 (genotipe tenggang Al, tahan blas) nyata lebih tinggi, sedangkan pada GRJT19 (genotipe tenggang Al, rentan blas) hanya cenderung lebih tinggi pada keadaan diinokulasi blas dibandingkan yang tanpa diinokulasi blas. Sebaliknya kandungan Si akar pada GRJT36 (genotipe peka Al, rentan blas) nyata lebih rendah, sedangkan pada GRJT49 (genotipe peka Al, tahan blas) hanya cenderung lebih rendah pada perlakuan inokulasi blas dibandingkan tanpa inokulasi blas (Gambar 7). Kandungan Si akar genotipe tahan blas dan rentan blas sangat tergantung pada sifat tenggang Al dari genotipe tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan Si akar bukan penentu utama sifat tenggang Al dan tahan blas pada tanaman padi.



Gambar 7. Kandungan Si akar galur haploid ganda padi gogo pada perlakuan blas

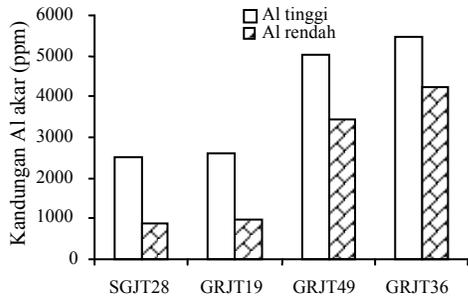
Kandungan Al Tajuk dan Akar

Genotipe dan cekaman Al berpengaruh nyata terhadap kandungan Al tajuk dan akar. Genotipe SGJT28 dan GRJT19 mengakumulasi Al di tajuk nyata lebih rendah dibandingkan genotipe GRJT49 dan GRJT36 baik pada kondisi tidak bercekaman maupun pada keadaan bercekaman Al (Gambar 8). Al ditranslokasikan ke tajuk lebih sedikit pada genotipe tenggang Al dibandingkan pada genotipe peka. Okada *et al.*, (2003) melaporkan bahwa genotipe tenggang Al memiliki kemampuan untuk menahan Al di luar atau di dalam akar. Padi gogo tenggang Al yang dicobakan menenggang Al dengan cara menjerap Al di akar dan sedikit mentranslokasi Al ke tajuk.



Gambar 8. Kandungan Al tajuk galur haploid ganda padi gogo pada cekaman Al yang berbeda

Pada kondisi tanpa cekaman Al, kandungan Al akar genotipe tenggang menurun lebih dari 60%, sebaliknya pada genotipe peka (GRJT49 dan GRJT36) masing-masing 22% dan 32% (Gambar 9). Watanabe dan Okada (2005) melaporkan bahwa ketenggangan Al berkorelasi negatif dengan kandungan Al akar, sehingga genotipe tenggang Al akan memiliki kandungan Al akar rendah dan sebaliknya genotipe peka akan memiliki kandungan Al akar tinggi. Yang *et al.*, (2008) melaporkan hal yang sama bahwa kandungan Al pada akar padi varietas tenggang Al lebih rendah dibandingkan pada varietas peka Al dan Al banyak dijumpai pada dinding sel varietas peka. Hal ini menunjukkan bahwa tipe mekanisme ketenggangan Al pada padi termasuk tipe ekskluder (Kochian *et al.*, 2004) karena varietas tenggang Al menjerap Al lebih sedikit dibandingkan varietas peka.



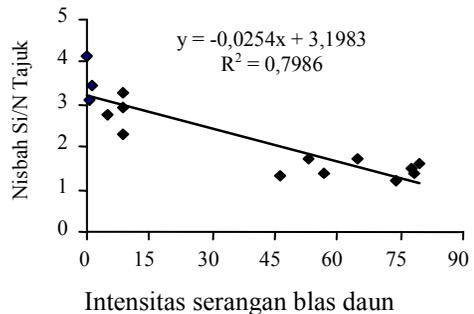
Galur haploid ganda padi gogo

Gambar 9. Kandungan Al akar galur haploid ganda padi gogo pada cekaman Al yang berbeda

Beberapa peneliti mendapatkan genotipe tenggang Al cenderung menyerap Al dalam jumlah kecil dibandingkan genotipe peka (Silva *et al.*, 2000; Watanabe dan Okada, 2005). Hal ini mengindikasikan bahwa kapasitas tukar kation (KTK) dinding sel akar genotipe tenggang lebih rendah dibandingkan genotipe peka (Rout *et al.*, 2001). KTK akar yang rendah diduga berperan sebagai mekanisme eksternal dalam ketanggangan Al pada tanaman padi (Okada *et al.*, 2003). Esterifikasi pektin diduga juga berperan untuk mengeluarkan Al dari apoplasma (Mimmo *et al.*, 2009).

Nisbah Si/N Tajuk dan Si/Al Akar

Perlakuan genotipe berpengaruh sangat nyata terhadap nisbah Si/N tajuk dan Si/Al akar. Nisbah Si/N tajuk genotipe tahan blas (SGJT28 dan GRJT49) nyata lebih tinggi dibandingkan dengan genotipe rentan blas (GRJT19 dan GRJT36) (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa sifat ketahanan terhadap penyakit blas lebih ditentukan oleh nisbah Si/N tajuk dibandingkan kandungan Si atau N saja. Hasil analisis korelasi menunjukkan bahwa intensitas serangan blas berkorelasi negatif dan nyata dengan nisbah Si/N tajuk (Gambar 10). Genotipe yang memiliki proporsi kandungan Si tinggi dan N rendah pada tajuk akan tahan terhadap penyakit blas.



Gambar 10. Korelasi nisbah Si/N tajuk dan intensitas serangan blas daun pada galur haploid ganda padi gogo

Tabel 1. Nisbah Si/N tajuk dan Si/Al akar pada empat genotipe padi gogo

Genotipe	Nisbah Si/N Tajuk	Reaksi blas	Nisbah Si/Al Akar	Reaksi Al
SGJT28	2.95a	Tahan	1.88a	Tenggang
GRJT49	3.27a	Tahan	0.67b	Peka
GRJT19	1.76b	Rentan	2.01a	Tenggang
GRJT36	1.98b	Rentan	0.39b	Peka

Keterangan : angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji UWBD

Nisbah Si/Al akar genotipe peka Al lebih rendah dibandingkan genotipe tenggang Al (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa nisbah Si/Al akar dapat membedakan genotipe tenggang dan peka Al akibat interaksi antara Al dan Si di akar dapat mengurangi keracunan Al sehingga genotipe yang memiliki nisbah Si/Al akar tinggi menjadi tenggang Al. Cocker *et al.* (1998) melaporkan bahwa silikat tidak mengurangi keracunan Al sebagai akibat interaksi Al/Si eksternal pada media, tetapi merupakan komponen ketanggangan Al di dalam tanaman.

KESIMPULAN

Padi gogo varietas tenggang Al ditentukan oleh hambatan pemanjangan akar dan kandungan Al akar serta Al tajuk rendah, kandungan N dan Si tajuk serta nisbah Si/Al akar tinggi. Cekaman Al tidak mengubah urutan tingkat ketahanan padi gogo terhadap penyakit blas. Kandungan N dan Si tajuk saja belum dapat menjelaskan tingkat ketahanan padi gogo terhadap penyakit blas daun. Genotipe dengan nisbah Si/N tajuk tinggi tahan terhadap penyakit blas daun.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Dirjen Dikti, Depdiknas RI yang telah mendanai penelitian ini melalui Hibah Bersaing IX kepada Bambang S Purwoko.

DAFTAR PUSTAKA

- Bakhtiar. 2007. Penapisan galur padi gogo (*Oryza sativa* L.) hasil kultur antera untuk ketenggangan aluminium dan ketahanan terhadap penyakit blas. Disertasi. Sekolah Pascasarjana. IPB. Bogor.
- Bakhtiar, B.S. Purwoko, Trikoesoemaningtyas, M.A. Chozin, I.S. Dewi, M. Amir. 2007. Penapisan galur haploid ganda padi gogo hasil kultur antera untuk toleransi terhadap cekaman aluminium. Bul. Agron. 35:8-14.
- Cocker, K.M., D.E. Evans, M.J. Hodson. 1998. The amelioration of aluminum toxicity by silicon in higher plant: Solution chemistry or an in planta mechanisms? *Physiol. Planta*. 104:608-614.
- Datnoff, L.E., F.A. Rodrigues. 2005. The role of silicon in suppressing rice Diseases. The American Phytopathological Society. APSnet Feature Story February 2005. Plant Phyto-pathology On-Line [<http://www.apsnet.org>].
- Derent, C.W., L.E. Datnoff, G.H. Snyder, F.G. Martin. 1994. Silicon concentration, disease response, and yield components of rice genotypes grown on flooded organic histosols. *Crop Sci*. 34:733-737.
- Hara, T., M.H. Gu, H. Koyama. 1999. Ameliorative effect of silicon on aluminum injury in the rice plant. *Soil Sci. Plant Nutr*. 45:929-936.
- Hardjowigeno, S. 2003. Ilmu Tanah. Akademika Presindo, Jakarta.
- [IRRI] International Rice Research Institute. 1996. Standard Evaluation System for Rice. International Rice Research Institute, Manila.
- Kim, S.G., K.W. Kim, E.W. Park, D. Choi. 2002. Silicon-induced cell wall fortification of rice leaves: A possible cellular mechanism of enhanced host resistance to blast. *Phytopathology* 92:1095-1103.
- Kochian, L.V., A.H. Owen, A.P. Miguel. 2004. How do crop plants tolerate acid soils? Mechanisms of aluminum tolerance and phosphorous efficiency. *Annu. Rev. Plant Biol*. 55:459-93.
- Ma, J.F. 2004. Role of silicon in enhancing the resistance of plant to biotic and abiotic stress. *Soil Sci. Plant Nutr*. 50:11-18.
- Ma, J.F. 2005. Plant root responses to three abundant soil minerals: Silicon, aluminum and iron. *Crit. Rev. in Plant Sci*. 24:267-281.
- Ma, J.F., E. Takahashi. 1993. Interactions between calcium and silicon in water-culture rice plants. *Plant Soil* 148:107-113.
- Ma, J.F., R. Shen, S. Nagao, E. Tanimoto. 2004. Aluminum targets elongating cells by reducing cell wall extensibility in wheat roots. *Plant Cell Physiol*. 45:583-589.
- Makarim, A.K., E. Suhartatik, A. Kartohardjono. 2007. Silikon: Hara penting pada sistem produksi padi. *Iptek Tanaman Pangan* 2(2):195-204.
- Mimmo, T., C. Marzadori, C.E. Gessa. 2009. Does the degree of pectin esterification influence aluminium absorption by the root apoplast? *Plant Soil* 314:159-168.
- Okada, K., A.J. Fischer, F.A. Ferez-Salasar, Y. Canon-Romero. 2003. Difference in retention of Ca and Al as possible mechanisms of Al resistance in upland rice. *Soil Sci. Plant Nutr*. 49:889-895.
- Ou, S.H. 1985. Rice Diseases. Commonwealth Mycological Institute, Kew Surrey.
- Rodrigues, F.A., D.J. McNally, L.E. Datnoff, J.B. Jones. 2004. Silicon enhances the accumulation of diterpenoid phytoalexins in rice: a potential mechanism for blast resistance. *Phytopathology* 94:177-183.
- Rodrigues, F.A., D.J. McNally, L.E. Datnoff, J.B. Jones. 2005. Silicon influences cytological and molecular events in compatible and incompatible rice *Magnaporthe grisea* interactions. *Physiol. and Mol. Plant Phytopath*. 66:144-159.
- Rout, G.R., S. Samantaray, P. Das. 2001. Aluminum toxicity in plants: a review. *Agronomie* 21:3-21.
- Seebold, K.W., T.A. Kucharek, L.E. Datnoff, F.J. Correa-Victoria, M.A. Marchetti. 2001. The influence of silicon on components of resistance to blast in susceptible, partially resistant and resistant cultivars of rice. *Phytopathology* 91:63-69.

- Silva, I.R., T.J. Smyth, D.F. Moxley, T.E. Carter, N.S. Allen, T.W. Rufty. 2000. Aluminum accumulation at nuclei of cells in the root tip. Fluorescence detection using lumogallion and confocal laser scanning microscopy. *Plant Physiol.* 123: 543-552.
- Sivaguru, M., K. Paliwal. 1993. Differential aluminum tolerance in some tropical rice cultivars II. Mechanism of aluminum tolerance. *J. Plant Nutr.* 16:1717-1732.
- Watanabe, T., K. Okada. 2005. Interactive effects of Al, Ca and others cations on root elongation of rice cultivars under low pH. *Ann. Bot.* 95:379-385.
- Yang, J.L., Y.Y. Li, Y.J. Zhang, S.S. Zhang, Y.R. Wu, P. Wu, S.J. Zheng. 2008. Cell wall polysaccharides are specifically involved in the exclusion of aluminum from the rice root apex. *Plant Physiol.* 146:602–611.
- Yukamgo, E., N.W. Yuwono 2007. Peran silikon sebagai unsur bermanfaat pada tanaman tebu. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan* 7(2):103-116.