

# Skrining Ketahanan Beberapa Plasma Nutfah Ubi Jalar Terhadap Cekaman Aluminium Dan Tanah Masam

## *Resistance Screening Of Sweet Potato Germ Plasma To Aluminum And Acid Soil Stress*

Fitri Damayanti<sup>1\*</sup>, Giry Marhento<sup>2</sup>, Zakiyah Fithah A'ini<sup>3</sup>, Dan Acep Musliman<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Universitas Indraprasta PGRI

\*E-mail : fitridamayantineng@gmail.com

### ABSTRACT

*The increase in demand for sweet potatoes was not accompanied by an increase in production caused by a reduction in the area planted with sweet potatoes due to land conversion from wetlands to marginal lands. However, the available land for the expansion of agricultural areas is dominated by acid soils that are poor in nutrients. The main problem of planting in acid soil is the high content of Aluminum (Al). One of the effective approaches to selecting plants that are resistant to Al is using the solution culture method by adding Al and adjusting the pH of the solution. This activity aimed to obtain and develop the most appropriate and efficient screening method for selecting the resistance of some sweet potato germplasm to Al stress. The plant materials used were several collections of sweet potato germplasm, namely: Antin 1, Antin 3, Beta 1, Beta 2, Kidal, Papua Salosa, Sari, and Sarwentar. The research activities included: (1) Screening of sweet potato shoots in Al solution culture media in the form of  $AlCl_3 \cdot 6H_2O$  with concentrations of 0, 100, 200, 300, 400, and 500 mg/L with a solution pH of 4.0 and (2) Testing of sweet potato Al tolerant on acid soils, namely yellow red podzolic soil from Bagoang Jasinga Village, Bogor Regency, Indonesia with a pH of 4.4-5.2. The results obtained were two sweet potato varieties that were tolerant of Al and acid soils, namely Kidal and Papua Salosa. Both of these varieties can be used as Al-tolerant and acid-soil-tolerant sweet potato planting material. Meanwhile, Antin was used as a comparison plant material that was intolerant of Al and acid soil.*

**Keywords:** acid soil, aluminum, screening, tolerant

**Disubmit :** 11 Agustus 2023; **Diterima:** 15 Agustus 2024; **Disetujui :** 20 September 2024

## PENDAHULUAN

Ubi jalar merupakan salah satu bahan pangan alternatif yang mengandung karbohidrat tinggi, kaya akan karotenoid dan antosianin. Tanaman ini digunakan sebagai bahan baku untuk berbagai industri sehingga kebutuhan ubi jalar terus mengalami peningkatan namun tidak diikuti dengan peningkatan produktivitas ubi jalar secara nasional. Salah satu alternatif yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produksi ubi jalar melalui pemanfaatan lahan bermasalah atau marginal, diantaranya adalah lahan masam.

Permasalahan yang sering dijumpai pada tanah masam adalah tingkat erosi tinggi dan pencucian hara, sehingga sering dijumpai gejala kekurangan unsur Ca, Mg, P, K dan N serta keracunan Al. Sehingga lahan masam dengan kandungan Al tinggi dapat menghambat pertumbuhan tanaman (Brunner and Sperisen, 2013).



**Lisensi**

Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi Creative Commons Atribusi-BerbagiSerupa 4.0 Internasional.

Gejala umum yang sering dijumpai adalah tidak berkembangnya sistem perakaran dimana akar tanaman akan memendek dan menebal. Hal ini disebabkan terjadinya penghambatan pertumbuhan ujung akar yaitu tudung dan meristem akar yang merupakan target utama cekaman Al. Selain itu, bagian apoplast dan simplas akar adalah bagian yang menentukan pada proses eksklusi selular atau akumulasi pada sitoplasma yang menentukan ketahanan terhadap cekaman Al. Respons bagian ini juga lebih cepat jika dibandingkan dengan bagian lainnya yaitu hanya dalam beberapa menit dan memperlihatkan perbedaan yang signifikan. Cekaman Al pada tanaman ubi jalar menyebabkan tanaman memiliki ruas yang pendek, tepi daun yang menguning berubah menjadi coklat lalu kering, dan mempengaruhi pembentukan umbi.

Salah satu strategi yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan Al adalah penggunaan varietas ubi jalar yang toleran terhadap Al. Varietas ubi jalar dengan sifat unggul telah banyak beredar. Namun sampai saat ini belum dilaporkan adanya varietas ubi jalar yang toleran terhadap Al. Varietas lokal ubi jalar adalah sumber daya genetik yang harus tetap dipertahankan dan dikembangkan menjadi varietas unggul. Oleh karena itu, sebagai langkah awal perlu adanya upaya skrining atau penampisan dari plasma nutfah ubi jalar yang ada untuk mendeteksi varietas-varietas yang toleran terhadap Al. Salah satu teknik yang dapat diterapkan untuk menyeleksi toleransi tanaman terhadap Al adalah skrining menggunakan metode kultur larutan. Teknik telah diterapkan untuk mendapatkan varietas yang toleran terhadap faktor abiotik. Beberapa penelitian yang berhasil mendapatkan varietas yang toleran terhadap faktor abiotik, seperti: aluminium pada *Vicia faba* (Belachew and Stoddard, 2017) dan selada (Damayanti and Gresita, 2019); salinitas pada varietas padi (Hariadi et al., 2015; Astuti et al., 2017; Khatab et al., 2022); kacang hijau (Sari et al., 2023), *Brasica napus* (Wu et al., 2019; Bakirov et al., 2022); besi pada tanaman padi (Lubis et al., 2022); kekeringan pada varietas tomat (Roy et al., 2017; Safarrudin et al., 2022), varietas padi (Susanto et al., 2019; Kandel et al., 2022); banjir atau genangan pada kedelai (Sathi et al., 2022). Selain itu, teknik ini juga berhasil mendapatkan varietas yang tahan terhadap faktor biotik. Beberapa penelitian yang terbukti berhasil mendapatkan varietas yang tahan faktor biotik, seperti: Effendi and Munawar (2013) mendapatkan galur padi tahan wereng coklat biotipe 3; Draz et al. (2015) mendapatkan galur gandum yang tahan penyakit karat daun; Khoiriyah et al. (2015) mendapatkan aksesi tanaman ciplukan yang tahan penyakit embun tepung. Metode ini dilakukan dengan menambahkan Al dan mengatur pH larutan serta mengamati sistem perakaran. Metode ini berhasil dilakukan untuk mengevaluasi tingkat sensitivitas tanaman terhadap Al seperti pada tanaman *Barrel Medic* (Srimake and Miyasaka, 2016) dan selada (Damayanti and Gresita, 2019).

Metode skrining dengan kultur larutan dilakukan untuk menerapkan kriteria panjang akar yang umum digunakan untuk menapis tanaman toleran Al. Hal ini disebabkan oleh akar yang panjang tersebut dapat meningkatkan pengambilan hara dan air yang akan menangkap unsur hara dan air sehingga tanaman lebih adaptif pada kondisi cekaman Al. Pendekatan awal yang dilakukan adalah dengan melihat kemampuan tanaman dalam menghadapi cekaman Al yaitu dengan melihat kemampuan sistem perakaran. Dimana fungsi perakaran merupakan badan penyerap hara dan air merupakan titik kritis bagi kelangsungan pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang menghadapi lingkungan yang tidak menguntungkan. Beberapa hasil penelitian menyatakan bahwa perbedaan pertumbuhan akar antar genotipe dapat digunakan sebagai kriteria seleksi untuk mencari tanaman yang toleran terhadap Al (Pattanayak and Pfukrei, 2013; Domingues et al., 2013; Srimake and Miyasaka, 2016; Belachew and Stoddard, 2017; Damayanti dan Gresita, 2019).

Penelitian terkait skrining ketahanan plasma nutfah ubi jalar terhadap cekaman aluminium (Al) dan tanah masam ini memiliki urgensi tinggi secara keilmuan dan praktis. Ubi jalar merupakan salah satu tanaman yang memiliki daya adaptasi dan berpotensi untuk dikembangkan di lahan marginal. Oleh karena itu sangat penting dilakukan kegiatan skrining ubi jalar sebagai tahap awal untuk mengidentifikasi beberapa plasma nutfah unggul ubi jalar yang toleran terhadap aluminium dan lahan masam. Hasil penelitian ini diharapkan dapat mendukung sistem pertanian berkelanjutan di lahan marginal yang masih tersedia sekitar 102 juta ha yang belum dimanfaatkan secara maksimal.

Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk mendapatkan dan mengembangkan metode yang paling tepat dan efisien dalam melakukan skrining untuk menyeleksi ketahanan beberapa plasma nutfah ubi jalar terhadap cekaman Al dan tanah masam.

## **METODE PENELITIAN**

Bahan tanaman yang digunakan adalah beberapa koleksi plasma nutfah ubi jalar dari BALITKABI, Malang. Terdapat delapan varietas ubi jalar yang akan dilakukan skrining ketahanan terhadap Al, yaitu: Antin 1, Antin 3, Beta 1, Beta 2, Kidal, Papua Salosa, Sari, dan Sarwentar. Kegiatan penelitian meliputi: (1) Skrining dalam media kultur larutan Al dan (2) Pengujian ubi jalar yang toleran Al pada tanah masam.

**Skrining dalam Media Kultur Larutan Al.** Kegiatan ini dilakukan di rumah kawat Universitas Indraprasta PGRI dengan menggunakan media tumbuh larutan Yoshida. Metode penelitian berdasarkan Damayanti and Gresita (2019); Paesal *et al.* (2023); Gautam *et al.* (2023) yang dimodifikasi. Media larutan menggunakan bak plastik yang berukuran 37x21x27 cm yang berisi 10 L larutan untuk masing-masing bak. Masing-masing bak perlakuan ditambahkan larutan Al dalam bentuk  $AlCl_3 \cdot 6H_2O$  dengan konsentrasi 0, 100, 200, 300, 400, dan 500 mg/L. pH larutan diatur 4.0 dengan penambahan HCl atau NaOH. Pada bak larutan diapungkan papan berlubang yang dilapisi jaring plastik berdiameter 1,5 cm dengan jarak 3x4,5 cm sehingga setiap papan memiliki 4 baris dengan 10 lubang pada tiap barisnya. Setiap lubang ditanami 1 stek ubi jalar. Perlakuan disusun berdasarkan Rancangan Acak Kelompok. Tiap perlakuan terdiri dari lima tanaman dengan lima ulangan. Pengamatan dilakukan setelah 14 hari perlakuan. Parameter pengamatan adalah: persentase tunas hidup, jumlah daun hidup, jumlah tunas, jumlah akar, dan panjang akar.

**Uji Toleransi Ubi Jalar pada Tanah Masam.** Pengujian ketahanan terhadap tanah masam dilakukan terhadap delapan varietas ubi jalar yaitu: Antin 1, Antin 3, Beta 1, Beta 2, Kidal, Papua Salosa, Sari, dan Sarwentar. Perlakuan yang diberikan adalah jenis tanah, yaitu tanah masam dan tanah biasa. Tanah masam yang digunakan adalah tanah podsolik merah kuning dari Desa Bagoang Jasinga, Kabupaten Bogor, Indonesia dengan pH 4.4-5.2. Sedangkan tanah biasa ber-pH 6.8. Perlakuan disusun berdasarkan Rancangan Acak Kelompok. Tiap perlakuan terdiri dari lima pot.

Stek ubi jalar di tanam dalam pot dengan diameter 30-40 cm dan tinggi pot 50-60 cm. Pada bagian dasar pot dibuat lubang-lubang untuk memudahkan pembuangan air berlebihan jika disiram atau terkena hujan. Media tanam dalam pot diberi campuran tanah, pupuk kandang dan sekam padi dengan perbandingan yaitu 1:1:1. Pot diisi media tanam sampai ketinggian 2/3 pot. Perawatan ubi jalar dilakukan dengan menyimpan pot pada areal yang mendapatkan sinar matahari langsung dan dilakukan penyiraman dengan air bebas kaporit secara teratur pagi dan sore hari. Setiap dua minggu sekali dilakukan pengangkatan batang dengan tujuan agar akar-akarnya tidak tumbuh pada ruas batang dan masuk ke dalam tanah, karena jika hal itu terjadi umbi yang nantinya dihasilkan kecil-kecil. Setelah empat bulan dilakukan pemanenan dengan cara membalikan pot dan mengeluarkan seluruh media tanam, dan umbi-umbinya diambil. Parameter yang diamati adalah bobot hasil panen, diameter, panjang umbi, dan jumlah umbi per tanaman.

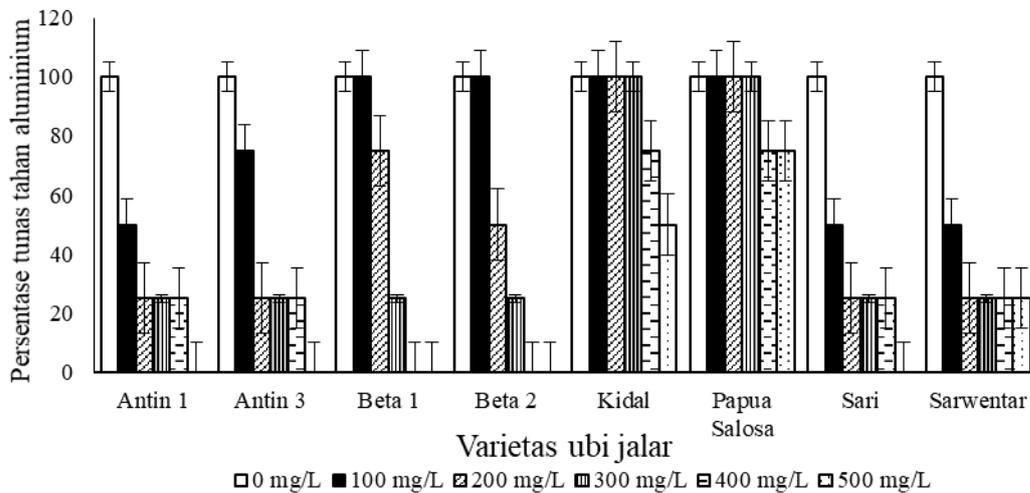
## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Seleksi Beberapa Plasma Nutfah Ubi Jalar Terhadap Aluminium.** Karakteristik toleransi terhadap lahan masam dalam hal ini toleran terhadap Aluminium dimiliki oleh varietas ubi jalar yang berkaitan terhadap perubahan morfologis dan fisiologis. Perubahan ini merupakan bentuk dari cara adaptasi pada keadaan masam dan Al tinggi sehingga suatu varietas ubi jalar termasuk dalam kategori toleran. Teknik sederhana yang dapat diterapkan untuk mendapatkan varietas ubi jalar yang toleran terhadap lahan masam dan Al adalah melalui skrining atau penyaringan. Teknik ini dapat diterapkan untuk memilih varietas yang toleran abiotik, seperti lahan masam, kekeringan, banjir, dan salinitas. Teknik skrining ini juga dapat diterapkan untuk mendapatkan tanaman yang tahan faktor biotik, seperti tahan hama dan penyakit. Teknik

ini memiliki beberapa keuntungan, yaitu sederhana, tidak memerlukan peralatan yang rumit dan canggih, dapat diterapkan pada varietas dalam jumlah banyak dan waktu singkat, aman bagi jaringan tanaman, dan hasil yang diperoleh dapat diandalkan.

Perlakuan Al dengan varietas ubi jalar terhadap persentase daya hidup tunas ubi jalar tidak terjadi interaksi, namun berpengaruh nyata terhadap konsentrasi Al (Gambar 1). Tanpa perlakuan Al semua tunas dari semua varietas ubi jalar memiliki daya hidup mencapai 100%. Perlakuan 100 mg/L Al, daya hidup tertinggi dihasilkan dari varietas Beta 1, Beta 2, Kidal dan Papua Salosa yaitu 100%. Daya hidup tertinggi dari perlakuan 200 mg/L Al tertinggi dihasilkan dari varietas Kidal dan Papua Salosa demikian juga 300 mg/L Al. Varietas Kidal dan Papua Salosa menghasilkan daya hidup tertinggi dari perlakuan 400 mg/L Al yaitu 75%. Perlakuan 500 mg/L Al beberapa varietas tetap hidup yaitu Kidal, Papua Salosa, dan Sarwentar. Sedangkan varietas Antin 1, Antin 3, Beta 1, Beta 2, dan Sari tidak ada tunas ubi jalar yang mampu bertahan hidup.

Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa semakin tinggi konsentrasi Al maka semakin rendah daya hidup tunas ubi jalar (Gambar 1). Hal ini menunjukkan bahwa Al dapat menimbulkan efek yang merugikan bagi pertumbuhan tanaman bahkan dapat menyebabkan kematian. Hal ini terjadi karena keberadaan Al dalam media seleksi menyebabkan tingginya keasaman media yang memberikan pengaruh buruk bagi tanaman yang tidak toleran terhadap pH rendah dan berkurangnya ketersediaan unsur hara bagi tanaman. Beberapa plasma nutfah ubi jalar yang diuji ketahanan terhadap Al memperlihatkan bahwa varietas Kidal dan Papua Salosa cenderung lebih tahan terhadap Al dilihat dari daya hidup tunas yang dihasilkan. Varietas Antin 1 adalah varietas yang memiliki kecenderungan tidak tahan terhadap Al.



Gambar 1. Persentase jumlah tunas ubi jalar tahan aluminium setelah 14 hari perlakuan Al. Garis vertikal pada balok menunjukkan Standard Error (SE) dengan lima ulangan

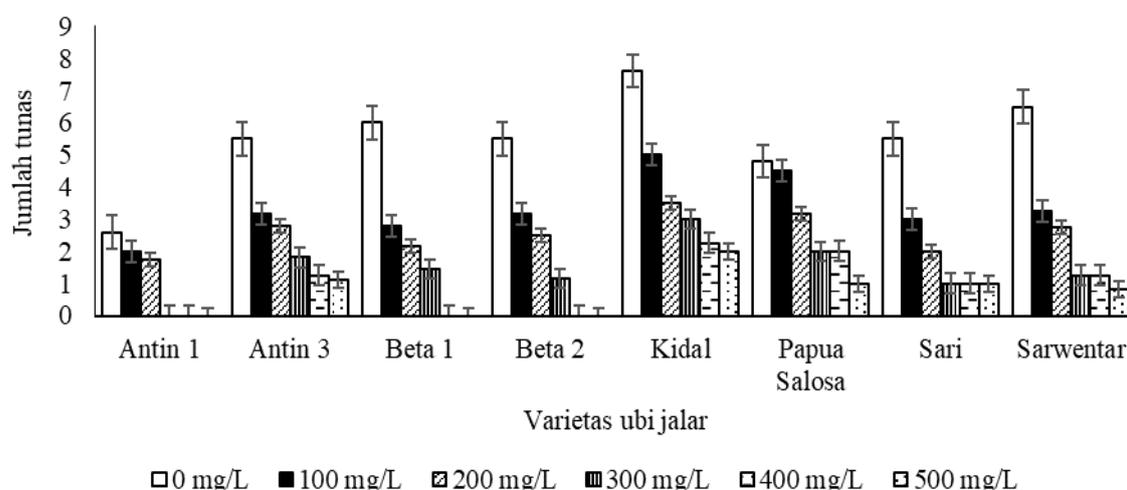
Konsentrasi Al yang diberikan dengan varietas ubi jalar terhadap jumlah daun hijau terjadi interaksi. Jumlah daun hijau terbanyak dihasilkan dari perlakuan tanpa Al dan tertinggi dihasilkan dari varietas Antin 3 (6.5), terendah 2.5 dari varietas Beta 1 (Gambar 2). Pada varietas Antin 1 tidak ada daun hijau yang dihasilkan dari 300, 400 dan 500 mg/L Al. Pada konsentrasi 100 mg/L hanya ada 1 daun hijau. Varietas ini lebih rentan terhadap Al bila dilihat dari jumlah tunas hijau yang dihasilkan. Jumlah daun hijau terbanyak dari 100 mg/L Al dihasilkan dari varietas Papua Salosa (1.75) dan terendah dari varietas Antin 1. Perlakuan 200 mg/L Al dihasilkan dari varietas Beta 1 (1.75) dan terendah adalah varietas Antin 1. Perlakuan 300 mg/L Al menghasilkan jumlah daun yang sama pada varietas Antin 3, Kidal, Papua Salosa, dan Sarwentar. Sedangkan varietas Antin 1 semua daun mencoklat. Daun hijau tetap terbentuk pada perlakuan 400 mg/L Al

dari varietas Antin 3, Kidal, Papua Salosa, Sari, dan Sarwentar. Sedangkan varietas Antin 1, Beta 1, Beta 2 semua daun mencoklat. Varietas Antin 3, Kidal, Papua Salosa, Sari, dan Sarwentar pada perlakuan 500 mg/L Al daun tetap hijau walaupun dengan jumlah yang rendah.

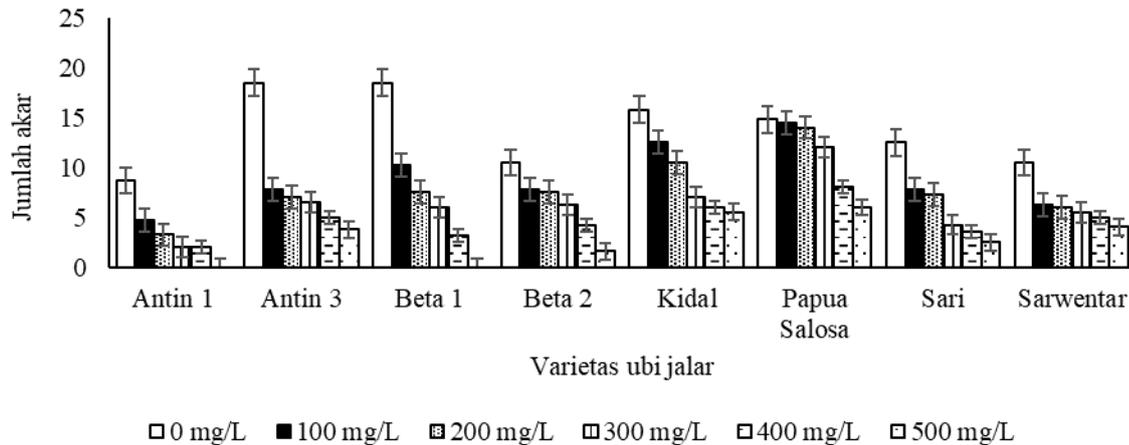
Kemampuan membentuk tunas hijau dipengaruhi oleh konsentrasi Al, semakin tinggi konsentrasi Al maka semakin rendah jumlah daun hijau yang dihasilkan. Jumlah daun hijau tertinggi dihasilkan dari perlakuan tanpa Al. Pemberian Al dalam media tanam menghambat pertumbuhan tanaman hal ini dilihat dari jumlah daun hijau yang terbentuk. Bahkan pada varietas Antin 1 perlakuan Al lebih dari 200 mg/L tanaman mengalami kematian. Hal ini sejalan dengan beberapa penelitian yang membuktikan bahwa perlakuan Al mampu menghambat pertumbuhan tanaman bahkan menyebabkan kematian. Hasil penelitian Safutri *et al.* (2017) pada jagung hibrida varietas Bisi-18 pemberian Al mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan tunas, hal ini karena cadangan makanan dari endosperm digunakan untuk pertumbuhan akar. Gejala awal terjadinya keracunan aluminium dapat dilihat dari pertumbuhan akar yang terhambat.

Konsentrasi Al yang tinggi menimbulkan gejala awal matinya titik tumbuh perakaran yang akan berimbas pada daerah pucuk. Hal ini terlihat dari rendahnya jumlah daun hijau yang dihasilkan. Secara umum varietas Kidal memperlihatkan pertumbuhan yang terbaik pada perlakuan Al dilihat dari jumlah hijau daun yang terbentuk. Varietas Antin 1 memperlihatkan pertumbuhan yang paling rendah bila dibandingkan varietas lain baik pada tanpa perlakuan Al maupun pada perlakuan Al bahkan tunas mengalami kematian pada 300 mg/L Al.

Perlakuan konsentrasi Al dengan varietas ubi jalar tidak terjadi interaksi terhadap jumlah akar yang terbentuk. Namun faktor varietas berpengaruh nyata pada tingkat kepercayaan 0,05 (Gambar 3). Jumlah akar terbanyak dihasilkan dari perlakuan tanpa Al. Jumlah akar terbanyak dari varietas Antin 3 (18,5) dan terendah adalah Antin 1 (8,7). Perlakuan 100 mg/L Al menghasilkan akar terbanyak dari varietas Papua Salosa (14,5) diikuti oleh varietas Kidal (12,5) dan terendah dihasilkan dari varietas Antin 1 (4,75). Jumlah akar terbanyak dari perlakuan 200 mg/L Al adalah varietas Papua Salosa yaitu 14. Jumlah akar ini tidak berbeda dari perlakuan 100 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa Papua Salosa tetap dapat bertahan pada konsentrasi 100 dan 200 mg/L Al. Varietas Papua salosa juga menghasilkan jumlah akar terbanyak dari perlakuan 300 mg/L Al diikuti oleh varietas Kidal. Hasil yang sama juga diperlihatkan dari perlakuan 400 dan 500 mg/L Al. Varietas Antin 1 dan Beta 1 pada perlakuan 500 mg/L Al tidak mampu membentuk akar.

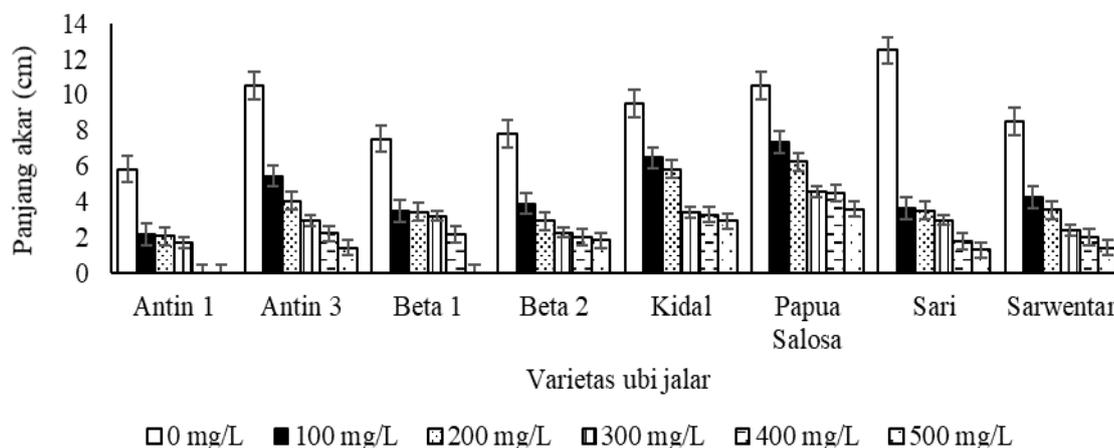


Gambar 2. Rerata jumlah tunas daun hijau setelah 14 hari perlakuan Al. Garis vertikal pada balok menunjukkan Standard Deviasi (SD) dengan lima ulangan.



Gambar 3. Jumlah akar setelah 14 hari perlakuan Al. Garis vertikal pada balok menunjukkan Standard Deviasi (SD) dengan lima ulangan

Perlakuan Al pada berbagai konsentrasi terjadi interaksi dengan varietas terhadap panjang akar tetapi faktor varietas berpengaruh nyata (Gambar 4). Perlakuan tanpa Al, akar terpanjang dihasilkan dari varietas Sari (12,5 cm) dan terendah varietas Antin 1 (5,8 cm). Perlakuan 100 mg/L Al, panjang akar terpanjang dihasilkan dari varietas Papua Salosa (7,33 cm) diikuti Varietas Kidal (6,45 cm) dan terendah dari varietas Antin 1 (2,13 cm). Demikian juga untuk perlakuan 200 mg/L Al. Panjang akar terpanjang dari perlakuan 400 mg/L Al dihasilkan dari varietas Papua Salosa diikuti Varietas Kidal masing-masing yaitu 4,45 dan 3,25 cm. Perlakuan 500 mg/L Al menghasilkan panjang akar terpanjang dari varietas Papua Salosa yaitu 3,56 cm. Varietas Antin 1 tidak ada tunas yang bertahan pada konsentrasi 400 dan 500 mg/L.

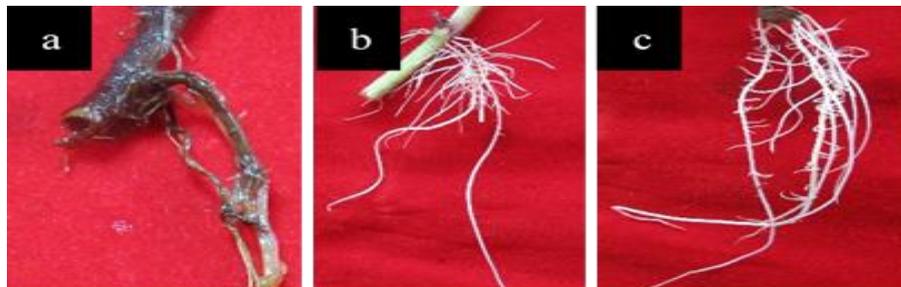


Gambar 4. Panjang akar setelah 14 hari perlakuan Al. Garis vertikal pada balok menunjukkan Standard Deviasi (SD) dengan lima ulangan

Perlakuan Al pada tunas ubi jalar memperlihatkan semakin tinggi konsentrasi Al semakin rendah jumlah akar yang terbentuk. Hal ini menunjukkan bahwa Al mampu menghambat pertumbuhan tanaman. Kemampuan tanaman untuk bertahan pada kondisi tercekam lingkungan asam adalah kemampuan untuk tetap membentuk akar walaupun kemampuan tersebut akan lebih rendah dari keadaan tanaman kondisi tanpa cekaman. Akar adalah bagian tanaman yang paling sensitif terhadap keracunan. Tanaman yang memperlihatkan gejala keracunan Al adalah tidak berkembangnya sistem perakaran. Hal ini disebabkan telah terjadinya penghambatan perpanjangan sel karena penggabungan Al dengan dinding sel sehingga

berkurangnya kemampuan akar menyerap air dan hara. Gambar 2 memperlihatkan bahwa varietas Antin 1 adalah varietas yang memiliki pertumbuhan yang paling rendah bila dibandingkan varietas lain bahkan pada kondisi tanpa perlakuan Al.

Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa tanaman yang toleran terhadap Al memiliki perakaran yang lebih panjang dibandingkan dengan tanaman yang mengalami keracunan Al dan memiliki perakaran yang sehat (Gambar 5).



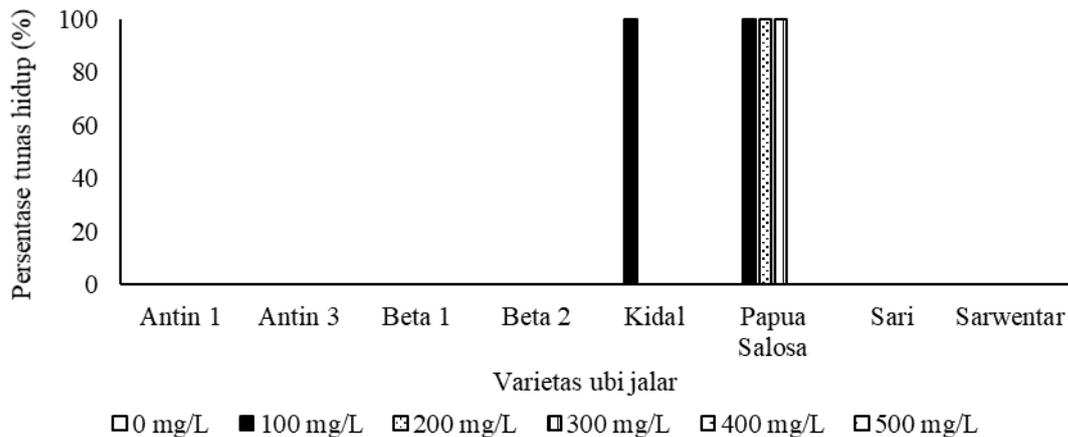
Gambar 5. Keadaan perakaran tanaman ubi jalar yang tidak toleran dan toleran hasil screening pada media larutan Al. a) Varietas Antin 1; b) Varietas Kidal; c) Varietas Papua Salosa

Tanaman yang mampu bertahan pada kondisi tercekam lingkungan asam terlihat dari pertumbuhan akarnya tetapi kemampuan penambahan perpanjangan akar akan terhambat pada kondisi tercekam Al. Salah satu indikator yang digunakan sebagai pendekatan melihat kemampuan tanaman menghadapi cekaman Al adalah melihat kemampuan sistem perakaran. Hal ini berhubungan dengan fungsi perakaran, yaitu sebagai badan penyerap hara dan air dimana bagian ini adalah titik kritis untuk kelangsungan pertumbuhan dan perkembangan tanaman dalam menghadapi lingkungan yang tercekam. Oleh karena itu perkembangan dan pertumbuhan perakaran digunakan sebagai indikator tanaman toleran Al. Hal ini membuktikan bahwa penghambatan pertumbuhan perakaran merupakan dasar untuk menentukan tanaman toleran dan peka cekaman Al. penghambatan pertumbuhan akar terjadi oleh penghambatan pertumbuhan ujung akar (tudung dan meristem akar) sebagai target utama keracunan Al. selain itu, apoplast dan atau simplas dari akar adalah bagian yang menentukan proses eksklusi seluler atau akumulasi pada sitoplasma yang dapat menentukan kemampuan tanaman menghadapi cekaman Al. Respons perakaran jauh lebih cepat bila dibandingkan dengan bagian lainnya bahkan hanya dalam hitungan menit dan menghasilkan pengaruh yang sangat signifikan. Perbedaan pertumbuhan akar antar genotipe suatu tanaman umumnya dapat digunakan sebagai kriteria seleksi untuk mencari tanaman toleran terhadap Al (Pattanayak and Pfkurei, 2013; Domingues *et al.*, 2013; Belachew and Stoddard, 2017).

Varietas Papua Salosa dan Kidal adalah varietas yang mampu bertahan pada kondisi tercekam Al dilihat dari perpanjangan akar yang terbentuk (Gambar 2). Sedangkan varietas yang cenderung tidak mampu bertahan dalam kondisi tercekam Al adalah Antin 1 bahkan pertumbuhannya paling rendah bila dibandingkan varietas lain. Tanaman yang toleran terhadap Al memiliki perakaran yang lebih panjang dibandingkan dengan tanaman yang mengalami keracunan Al dan memiliki perakaran yang sehat (Gambar 3). Terhambatnya pertumbuhan akar dalam hal ini adalah perpanjangan akar, karena pada inti sel dan dinding sel terdapat Al yang berasosiasi dengan DNA. Hal ini menyebabkan terhentinya proses pembelahan sel pada meristem akar dan tergantinya posisi Ca oleh Al pada lamella tengah dari dinding sel.

Varietas Antin 1 memperlihatkan ciri akar yang rusak akibat Al, yaitu akar yang pendek dan rapuh. Hal ini terjadi karena aktivitas mitosis sel-sel ujung akar menurun sedangkan akar lateral mengalami penebalan terutama akibat bertambahnya ukuran sel-sel korteks. Akar dari varietas Antin 1 berwarna kecoklatan dengan sedikit cabang yang terbentuk sehingga penyerapan air dan nutrisi tidak efisien yang dapat menyebabkan kematian tanaman.

**Uji Ketahanan Terhadap Tanah Masam.** Setelah dua minggu di tanah masam hanya dua varietas ubi jalar yang mampu bertahan hidup, yaitu Kidal dan Papua Salosa. Varietas Kidal yang bertahan pada kondisi tercekam hanya berasal dari perlakuan 100 mg/L Al. sedangkan varietas Papua Salosa perlakuan Al dengan konsentrasi 100, 200, dan 300 mg/L mampu bertahan dengan persentase tunas tahan mencapai 100% (Gambar 6), sedangkan Antin 3, Beta 1, Beta 2, Sari, dan Sarwentar pada perlakuan tanah masam mengalami kematian walaupun pada perlakuan Al tetap bertahan hidup.



Gambar 6. Persentase tunas pada beberapa varietas ubi jalar tahan tanah masam setelah 14 hari perlakuan

Setelah penanaman ubi jalar selama empat bulan di tanah masam dan tanah biasa dilakukan pemanenan. Pada tanah biasa, varietas ubi jalar berpengaruh terhadap rerata berat panen, diameter, panjang, dan jumlah umbi (Tabel 1). Pada tanah biasa berat panen tertinggi dihasilkan dari varietas Beta 2 diikuti oleh Papua Salosa dan Antin 3. Berat panen tidak berarti diameter, panjang, dan jumlah umbi yang dihasilkan tinggi. Pada tanah masam hanya varietas Papua Salosa dan Kidal yang dapat bertahan dan menghasilkan umbi dengan berat panen tertinggi adalah varietas Papua Salosa. Hal ini terbukti pada perlakuan Al konsentrasi 300 mg/L varietas ini masih bertahan hidup.

Tabel 1. Rerata berat panen, diameter umbi, panjang, dan jumlah umbi pada beberapa varietas ubi jalar umur empat bulan pada lahan masam dan tanah biasa

Varietas Ubi Jalar	Rerata Berat Panen (g)		Rerata Diameter Umbi/Tanaman (cm)		Rerata Panjang Umbi/Tanaman (cm)		Rerata Jumlah Umbi/Tanaman	
	Tanah Biasa	Tanah Masam	Tanah Biasa	Tanah Masam	Tanah Biasa	Tanah Masam	Tanah Biasa	Tanah Masam
Antin 1	700	0	15,00 c	0,00	16,58 a	0,00	3,50 a	0,00
Antin 3	1620	0	12,60 b	0,00	14,29 a	0,00	15,60 c	0,00
Beta 1	100	0	10,00 a	0,00	14,33 a	0,00	10,70 b	0,00
Beta 2	2660	0	16,69 d	0,00	12,89 a	0,00	15,40 c	0,00
Kidal	400	280	14,25 c	8,25	12,00 a	8,25	4,60 a	4,20
Papua Salosa	1700	1520	14,20 c	15,25	18,95 b	17,96	10,70 b	9,60
Sari	110	0	14,64 c	0,00	12,44 a	0,00	12,80 b	0,00
Sarwentar	1280	0	19,25 e	0,00	18,00 b	0,00	4,80 a	0,00

Pada kondisi tercekam abiotik akan memberikan dampak negatif bagi pertumbuhan tanaman, mulai dari tahap perkecambahan, pertumbuhan dan perkembangan. Selain itu, cekaman abiotik juga mempengaruhi proses fisiologis tanaman seperti respirasi, fotosintesis, transpirasi, terjadi ketidak seimbangan nutrisi, aktivitas dan metabolisme enzimatis bahkan dapat menyebabkan kematian tanaman (Mahajan and Tuteja, 2005). Hasil penelitian Belachew and Stoddard (2017), skirining pada tanaman *Vicia faba* memperlihatkan

bila Al mempengaruhi konsentrasi klorofil dan konduktivitas stomata hal ini yang menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat.

Tanaman yang memiliki sifat toleran terhadap cekaman Al artinya memiliki kemampuan menekan akibat buruk yang ditimbulkan oleh keracunan Al. Terdapat dua mekanisme toleransi tanaman terhadap Al, yaitu: mekanisme eksternal dan internal. Mekanisme eksternal adalah kemampuan tanaman mencegahnya masuknya Al ke dalam sel melalui sistem simplas dengan cara meningkatkan pH di daerah perakaran dan memproduksi ligan pengkelat. Sedangkan mekanisme internal adalah terjadi kompartemensi Al di vakuola sel daun dimana asam organik mengkelat Al di dalam sitosol. Mekanisme toleransi terhadap Al paling ditentukan oleh kemampuan akar tanaman mencegah masuknya Al dalam membrane sel dengan produksi asam organik, antara lain: asam malat, sitrat, oksalat, humarat, fenolat, dan fulfat (Ryan and Khocian, 1991). Namun yang paling memberikan pengaruh toleransi terhadap Al adalah faktor genetik. Hal ini yang menyebabkan kemampuan toleransi terhadap Al berbeda pada setiap plasma nutfah ubi jalar. Selain itu menurut Utama (2008), sifat toleransi tanaman terhadap Al berhubungan dengan kemampuan tanaman menyerap nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ), amonium ( $\text{NH}_4^+$ ), dan nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ). Hal ini perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pada tanaman ubi jalar terkait aktifitas metabolisme nitrat, amonium, dan nitrit.

Implikasi hasil dari penelitian ini adalah teridentifikasi dua varietas ubi jalar yang cenderung tahan dalam kondisi tercekam Al dan tanah masam, yaitu varietas Kidal dan Papua Salosa. Kedua varietas ini dapat digunakan dalam pemuliaan tanaman sumber gen untuk ketahanan terhadap Al dan tanah masam. Sedangkan varietas Antin 1 dapat digunakan sebagai pembanding varietas ubi jalar yang tidak tahan terhadap Al dan tanah masam

## KESIMPULAN

Hasil skrining pada beberapa plasma nutfah ubi jalar terhadap Al dihasilkan tujuh varietas yang mampu bertahan dalam kondisi tercekam Al, yaitu: Antin 3, Beta 1, Beta 2, Kidal, Papua Salosa, Sari, dan Sarwentar. Uji lanjut ketahanan pada tanah masam dihasilkan dua varietas ubi jalar yang cenderung toleran dalam kondisi tercekam tanah masam, yaitu varietas Kidal dan Papua Salosa. Berat panen varietas papuas salosa dan kidal antara tanah masam dan biasa tidak berbeda nyata. Diperoleh dua varietas ini dapat digunakan sebagai varietas yang toleran Al dan tanah masam, sedangkan varietas Antin 1 digunakan sebagai varietas pembanding untuk sifat tidak toleran Al dan tanah masam.

## DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, D. *et al.* (2017) 'Penapisan beberapa padi lokal dari Pulau Enggano terhadap ketahanan salinitas', *Jurnal Lahan Suboptimal*, 6(2), pp. 134–141.
- Bakirov, A., Zhang, Y., Zhang, Q., Seitahmetovna, S.A., Yu, X., Shi, Y., Xu, Y., Wang, L., Qin, M., Xu, A. and Huang, Z. (2022) 'Screening of salt tolerance traits and the salt tolerance evaluation method in *Brassica napus* at the seed germination stage', *Italian Journal of Agronomy*, 17, pp. 1-11. doi: 10.4081/ija.2022.2011
- Belachew, Kiflemariam Y. and Stoddard, F. L. (2017) 'Screening of faba bean (*Vicia faba* L.) accessions to acidity and aluminium stresses', *Peer J*, 2017(2). doi: 10.7717/peerj.2963
- Brunner, I. and Sperisen, C. (2013) 'Aluminum exclusion and aluminum tolerance in woody plants', *Frontiers in Plant Science*, 4, pp. 1-12. doi: 10.3389/fpls.2013.00172
- Damayanti, F. and Gresita, E. (2019) 'screening ketahanan terhadap aluminium pada beberapa varietas selada (*Lactuca sativa* L.)', *Prosiding Simposium Nasional Ilmiah* (hlm. 570-577). 7 November 2019. Jakarta. Universitas Indraprasta PGRI. doi: 10.30998/simponi.v0i0.358
- Domingues, A. M. *et al.* (2013) 'Aluminium tolerance in bean traditional cultivars from Madeira', *Evista de Ciências Agrárias*, 36(2), pp. 148–156.

- Draz, I. S. *et al.* (2015) 'Screening of wheat genotypes for leaf rust resistance along with grain yield', *Annals of Agricultural Sciences*, 60(1), pp. 29–39. doi: 10.1016/j.aos.2015.01.001.
- Effendi, B. S. and Munawar, D. (2013) 'Uji ketahanan galur padi terhadap wereng coklat biotipe 3 melalui population build-up Resistance test of rice lines againsts brown planthopper biotype 3 through population build-up. *Jurnal Entomologi Indonesia Indonesian Journal of Entomology*, 10(1), pp. 7-17. doi: 10.5994/jei.10.1.7
- Gautam, A.K., Panda, A.K. and Misra, A.N. (2023). Evaluation of screening method for aluminum-sensitivity effects on groundnut (*Arachis hypogea* L.) varieties grown in acid/neutral soils. *Letter in Applied NanoBioScience*, 12(4), pp. 1-13. doi: 0.33263/LIANBS124.163
- Hariadi, Y. C. *et al.* (2015) 'Screening six varieties of rice (*Oryza sativa*) for salinity tolerance', *Procedia Environmental Sciences*, 28, pp. 78–87. doi: 10.1016/j.proenv.2015.07.012
- Kandel, B. P. *et al.* (2022) 'Drought tolerance screening of rice genotypes in mid-hills of Nepal using various drought indices', *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil & Plant Science*, 72(1), pp. 744-750. doi: 10.1080/09064710.2022.207238
- Khatib, I.A., Farid, M.A., Abuamo, A.G., Yasser, Z. and 'El-Refae. (2022) 'Screening of some rice genotypes for salinity tolerance using agro-morphological and SSR markers', *Chilean Journal of Agricultural Research*, 82(2), pp. 211-224, doi: 10.4067/S0718-58392022000200211
- Khoiriyah, L.L., Saptadi, D. and Waluyo, B. (2021) 'Screening for resistance to powdery mildew (*Podosphaera* sp.) on accessions of cutleaf groundcherry (*Physalis angulata* L.) from Indonesia. Kongres Ke III APTS-IPI dan Seminar Nasional (55-61). 6-7 Desember 2021. Mataram: Universitas Muhammadiyah Mataram.
- Lubis, K., Maathuis, F. and Safni, I. (2022) 'Trait selection and screening of Indonesian local rice accessions for iron stress tolerance', *Biodiversitas*, 23(7), pp. 3738–3743. doi: 10.13057/biodiv/d230750.
- Mahajan, S. and Tuteja, N. (2005) 'Cold , salinity and drought stresses : An overview', *Achieves of Biochemistry and Biophysics*, 444, pp. 139–158. doi: 10.1016/j.abb.2005.10.018
- Paesal., Azrai, M., Jayadi, M. and Musa, Y. (2023). Screening of acid-tolerant hybrid corn lines and parents using modified acid mineral soil. *IOP Conf. Series: Earth and Environment Science*, 1192, pp. 1-10.
- Pattanayak, A. and Pfukrei, K. (2013b) 'Aluminium toxicity tolerance in crop plants : Present status of research', *African Journal of Biotechnology*, 12(24), pp. 3752–3757. doi: 10.5897/AJB12.2524
- Roy, M.R., Rais, U.R. and Mitu, A.S. (2017) 'Screening and diversity analysis of drought tolerant genotypes *in vitro* in tomato', *Agri Res & Tech: Open Access J*, 4(2), pp. 1-6. doi: 10.19080/ARTOAJ.2017.04.555632
- Ryan, P.R., Tomase, J.M.D. and Kochian, L.V. (1993) 'Aluminum toxicity in roots: an investigation of spatial sensitivity and the role of the root cap', *Exp. Bot*, 44, pp. 437-446.
- Safarrudin, M., Boer, D., Hadini, H., Sadimantara, I.G.R., Muhidin. and Hisein, W.S.A. (2022) 'Skrining ketahanan beberapa jenis tanaman tomat terhadap cekaman kekeringan', *Berkala Ilmu-ilmu Pertanian- Journal of Agricultural Sciences*, 2(1), pp. 1-7. doi: 10.56189/bip0201.01
- Sari, M. F., Pradana, O. C. P. and Andini, S. N. (2023) 'Skrining ketahanan cekaman salinitas lima varietas kacang hijau (*Vigna radiata*)', *AGROSCRIPT: Journal of Applied Agricultural Sciences*, 5(1), pp. 14–22. doi: 10.36423/agroscript.v5i1.1220
- Safutri, W., Zulkifli, Z. and Handayani, T.T. (2017) 'Pengaruh asam sitrat, aluminium, dan interaksinya terhadap pertumbuhan kecambah jagung hibrida (*Zea mays* L.) Varietas Bisi-18. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 16(3), pp. 147-154. doi: 10.25181/jppt.v16i3.92
- Sathi, K.H., Masud, A.A.C., Falguni, M.R., Ahmed, N., Rahman, K. and Hasanuzzaman, M. (2022) 'Screening of soybean genotypes for waterlogging stress tolerance and understanding the physiological mechanisms', *Hindawi Advances in Agriculture*, 2022, pp. 1-14. doi: 10.1155/2022/5544665

- Srimake, Y. and Miyasaka, S. C. (2016) 'Evaluation of aluminum sensitivity in Barrel Medic germplasm', *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 141(3), pp. 249–255.
- Susanto, U., Rohaeni, W. R. and Sasmita, P. (2019) 'Selecting traits for drought tolerance screening in rice', in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Institute of Physics Publishing. doi: 10.1088/1755-1315/383/1/012049
- Utama, M. Z. H. (2008) 'Mekanisme fisiologi toleransi cekaman aluminium spesies legum penutup Tanah terhadap metabolisme nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ), amonium ( $\text{NH}_4^+$ ), dan nitrit ( $\text{NO}_2^-$ )', *Bul. Agron*, 36(2), pp. 176–180.
- Wu, H., Guo, J., Wang, C., Li, K., Zhang, X., Yang, Z., Li, M. and Wang, B. (2019) 'An effective screening method and a reliable screening trait for salt tolerance of *Brassica napus* at the germination stage', *Frontiers in Plant Science*, 10. doi: 10.3389/fpls.2019.00530