

Manajemen Kualitas Benih Mekanisme Ketahanan Varietas Kedelai (*Glycine max (L) Merril*) pada Lahan Masam Selama Fase Vegetatif

Risky Ridha¹, Iwan Saputra² dan Boy Riza Juanda³

^{1,2,3} Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Samudra

Meurandeh, Kota Langsa, Aceh

Email: riskyridha@unsam.ac.id

Abstrak

Pengembangan pertanian sangat dimungkinkan pada lahan masam, mengingat ketersediaan lahan masam yang masih sangat luas. Karakteristik tanah di bagian timur wilayah Aceh tergolong tanah-tanah masam yang memiliki potensi besar untuk pengembangan tanaman pangan seperti kedelai. Kendala utama dalam memanfaatkan tanah masam adalah konsentrasi ion-ion Aluminium (Al^{3+}) yang tinggi sehingga menjadi toksik bagi tanaman. Perbaikan melalui tanaman dimulai dengan memahami mekanisme respon tanaman yang peka maupun toleran Aluminium. Genotipe tanaman yang adaptif umumnya mempunyai mekanisme dalam mengatasi cekaman Al. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui mekanisme adaptasi secara morfologi setiap varietas kedelai selama fase vegetatif pada lahan masam, sehingga akan didapatkan varietas-varietas adaptif yang dapat digunakan dalam upaya pengembangan kedelai pada lahan masam bagian timur wilayah Aceh. Penelitian dilakukan berdasarkan percobaan yang disusun menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan tiga ulangan. Perlakuan terdiri dari 8 varietas, yaitu Dena 1, Devon 1, Dega 1, Demas 1, Burangrang, Argomulyo, Anjasmoro dan Kipas Merah (lokal). Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara morfologi tingkat ketahanan kedelai terbaik pada lahan masam dari tinggi ke lemah adalah varietas Dega 1, Argomulyo, Burangrang, Devon 1 dan Kipas Merah (lokal). Mekanisme ketahanan ini disebabkan oleh adanya kecenderungan dalam kemampuan pemanjangan akar, peningkatan bobot segar akar dan tajuk, rasio panjang akar dan tinggi tanaman serta menghasilkan kandungan P tajuk yang lebih tinggi.

Kata Kunci: Lahan Masam, Varietas Kedelai, Tingkat Ketahanan

Abstract

Agricultural development is highly possible on acid soils, considering the availability of acidic land which is still very broad. Soil characteristics in the eastern part of Aceh are classified as acid soils that have great potential for the development of food crops such as soybeans. The main obstacle in utilizing acid soils is a high concentration of Aluminum ions (Al^{3+}) so that they are toxic to plants. Improvement through plants begins with understanding the response mechanism of plants that are sensitive or tolerant of Aluminum, adaptive plant genotypes generally have a mechanism to overcome Al stress. This study aims to determine the morphological adaptation mechanism of each soybean variety during the vegetative phase on acid soils so that there will be adaptive varieties that

can be used in efforts to develop soybeans on the acidic soils in the eastern region of Aceh. The study was conducted based on experiments arranged using a randomized block design (RBD) with three replications. The treatments consisted of 8 varieties, that is Dena 1, Devon 1, Dega 1, Demas 1, Burangrang, Argomulyo, Anjasmoro and Kipas Merah (local). The results showed that morphologically the best level of soybean resistance in acidic land from high to weak is Dega 1, Argomulyo, Burangrang, Devon 1 and Kipas Merah (local) varieties. This resistance mechanism is caused by a tendency in the root elongation ability, increase in fresh weight of root and canopy, a ratio of root length and plant height and based on descriptive analysis results in higher P canopy of content.

Keywords: Acid Soils, Soybean Varieties, Resistance Level

Pendahuluan

Kebutuhan kedelai di Indonesia terus-menerus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk. Salah satu upaya untuk meningkatkan produksi kedelai adalah melalui perluasan areal penanaman dengan memanfaatkan lahan-lahan marginal diantaranya lahan masam. Sebaran tanah di wilayah Aceh terluas yaitu ordo Inceptisols mencapai 3.163.000 ha, diikuti oleh Ultisols 699.000 ha dan Andisols 265.000 ha (Puslittanak, 2000; Subagyo *et al.*, 2000). Ultisols dan Inceptisols adalah jenis tanah yang tergolong kedalam tanah mineral masam yang terdapat pada wilayah beriklim tropika basah (Nursanti dan Madjid, 2009). Karakteristik tanah di bagian timur wilayah Aceh tergolong tanah masam yang memiliki potensi besar untuk pengembangan tanaman pangan seperti kedelai.

Pada lahan masam, masalah ketersediaan fosfat (P) menjadi kendala utama dalam meningkatkan hasil. Tanaman kedelai memerlukan P lebih besar dibandingkan dengan komoditas lainnya seperti gandum dan jagung. Beberapa hambatan penting dalam pengelolaan lahan masam untuk budidaya kedelai adalah rendahnya pH tanah, kandungan fosfor, kalsium, aktifitas mikroorganisme, kesuburan tanah, serta tingginya kadar Aluminium (Al^{3+}), Seng (Zn), dan Besi (Fe). Hambatan ini menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat dan hasil tanaman kedelai sangat rendah (Hui *etal.*, 2011; Uguru *et al.*, 2012).

Faktor utama yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman pada lahan masam adalah kandungan Aluminium (Al^{3+}) terlarut pada tanah yang sangat beracun bagi tanaman. Bagian tanaman yang dapat dideteksi akibat terjadinya keracunan Al adalah bagian akar. Secara garis besar kerusakan yang terjadi adalah terhambatnya pemanjangan akar dicirikan dengan ujung akar mengalami pembengkakan dan kelainan

bentuk, terdapat *rhizosheath* pada rambut akar; dan rambut akar mengalami kecacatan (Delhaize *et al.*, 2012), terjadi penghambatan munculnya percabangan akar lateral (Jung dan McCouch 2013), terjadi penghambatan pembelahan sel dan stimulasi pembelahan sel di bagian distal (Yang *et al.*, 2013) dan peningkatan produksi karboksilat serta gangguan sifat membran plasma (Kochian *et al.*, 2015).

Keracunan Al juga ditunjukkan oleh tunas (*shoot*), walaupun gejala ini biasanya merupakan konsekuensi dari pelukaan pada sistem akar. Gejala yang paling umum adalah modifikasi seluler dan ultrastruktural di daun, mengurangi pembukaan stomata, penurunan aktivitas fotosintesis, klorosis dan nekrosis daun. Keracunan Al dalam waktu lama dan penghambatan pertumbuhan akar umumnya menyebabkan terganggunya penyerapan hara, terutama P, K, Ca dan Mg (Arroyave *et al.*, 2013). Konsekuensinya adalah menurunnya biomassa tanaman, kecuali pada tanaman yang mengakumulasi Al ke tunas dalam jumlah kecil (Jansen *et al.*, 2010; Horst *et al.*, 2010).

Toleransi tanaman terhadap Al merupakan faktor yang penting untuk adaptasi pada tanah masam. Varietas toleran tanah masam mampu menghasilkan pertumbuhan akar, bintil akar, tinggi tanaman dan hasil biji lebih tinggi dibandingkan dengan varietas rentan (Uguru *et al.*, 2012). Pada varietas yang tidak toleran tanah masam, tanaman akan mengalami hambatan pertumbuhan, yang terutama terjadi pada akar (Haling *et al.*, 2010). dan serapan hara yang berbeda pada genotipe toleran dan rentan (Kuswantoro, 2014; Massas *et al.*, 2010). Kelarutan Al yang tinggi pada tanah-tanah masam tersebut tidak dapat dihindarkan. Perbaikan melalui tanaman dimulai dengan memahami mekanisme respon tanaman yang peka maupun toleran Aluminium (Al).

Sampai saat ini informasi tentang varietas-varietas kedelai yang adaptif pada lahan masam khususnya bagian timur wilayah Aceh belum tersedia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui mekanisme ketahanan secara morfologi setiap varietas kedelai terhadap lahan masam, sehingga akan didapatkan varietas-varietas adaptif yang dapat

digunakan dalam upaya pengembangan kedelai pada lahan masam bagian timur wilayah Aceh.

Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di lahan masam Kebun Percobaan Fakultas Pertanian, Universitas Samudra, Kota Langsa, dengan pH 4,40 (sangat masam), yang dilaksanakan pada bulan Mei sampai dengan Agustus 2023. Analisis tanah dan jaringan tanaman dilakukan di Laboratorium Penelitian Tanah dan Tanaman Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.

Bahan yang digunakan di dalam penelitian ini ialah delapan varietas kedelai yaitu Dena 1, Devon 1, Dega 1, Demas 1, Burangrang, Argomulyo, Anjasmoro dan Kipas Merah (lokal). Benih kedelai diperoleh dari UPBS Balitkabi Malang, UPTD. BI. Palawija Tanjung Selamat Deli Serdang dan petani Kabupaten Bireuen Aceh.

Pelaksanaan penelitian diawali dengan melakukan analisis tanah, pengambilan sampel tanah dilakukan secara komposit metode zig-zag pada kedalaman 0 - 25 cm (hasil analisis tanah disajikan pada Tabel 1). Persiapan lahan diawali dengan membersihkan lahan dari gulma dan tanaman lainnya, pengolahan tanah pertama dilakukan dengan cangkul sampai kedalaman 20 cm hingga strukturnya gembur kemudian dibiarkan selama 7 hari agar terkena sinar matahari secara langsung, selanjutnya dilakukan pengolahan yang kedua sekaligus membuat plot percobaan dengan ukuran 180 x 140 cm (2,52 m²) dengan jarak antar plot 30 cm dan antar ulangan 50 cm. Penanaman benih dilakukan secara tugal sedalam 2 cm dengan jarak tanam 20 x 30 cm. Pemupukan dilakukan dengan dosis Urea 150 kg/ha (37,8 g/plot), SP-36 200 kg/ha (50,4 g/plot) dan KCl 100 kg/ha (25,2 g/plot), pupuk SP-36 dan KCl diberikan seluruhnya pada saat tanam, sedangkan pupuk Urea diberikan dua kali yaitu $\frac{1}{2}$ dosis pada saat tanam dan $\frac{1}{2}$ dosis pada umur 25 hari setelah tanam (HST). Pemeliharaan tanaman meliputi pengairan, penyulaman, penyiangan serta pengendalian hama dan penyakit. Karakter yang dievaluasi meliputi umur berbunga (HST), tinggi tanaman (cm), jumlah daun (helai), panjang akar (cm), bobot segar akar (g), bobot segar tajuk (g) umur 2 dan 4 MST, rasio panjang akar tinggi tanaman dan kandungan P tajuk tanaman (%).

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) tiga ulangan. Perlakuan terdiri dari 8 varietas kedelai yaitu : Dena 1, Devon 1, Dega 1, Demas 1, Burangrang, Argomulyo, Anjasmoro dan Kipas Merah (lokal). Seluruh data peubah yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam (uji F) pada taraf 0,05 dan 0,01. Apabila pengaruh perlakuan berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan (DMRT) pada taraf 0,05.

Hasil dan Pembahasan

Hasil Analisis Tanah

Hasil analisis awal tanah masam kebun percobaan (Tabel 1) menunjukkan bahwa reaksi tanah (pH H₂O) tergolong dalam kriteria sangat masam dengan nilai 4,40. Kadar C-organik sangat tinggi (20,17 %), N-total sedang (0,52 %), Nisbah C/N sangat tinggi (38,79) dan kandungan P-tersedia sangat rendah (0,75 mg kg⁻¹). Kation basa tertukar Ca-dd rendah (3,44 cmol kg⁻¹), Mg-dd rendah (0,40 cmol kg⁻¹), dan K-dd rendah (0,28 cmol kg⁻¹). Kapasitas tukar kation tanah sangat tinggi dengan nilai 40,40 cmol kg⁻¹, Kejenuhan basa tanah sangat rendah dengan nilai 10,92 %. Kemasaman potensial Al-dd (6,80 cmol kg⁻¹) dan H-dd (4,12 cmol kg⁻¹). Kejenuhan Al sedang dengan nilai 16,83 %. Dengan rendahnya basa-basa dapat dipertukarkan maka nilai kejenuhan Al menunjukkan bahwa kompleks pertukaran kation didominasi Al. Rendahnya kadar Ca-dd dan Mg-dd, maka tanaman akan mudah terpengaruh oleh ion Al. Di lihat dari sifat-sifat ini menunjukkan bahwa tingkat kesuburan tanah tergolong rendah yang tidak sesuai untuk pertumbuhan tanaman kedelai. Kedelai tumbuh baik pada kondisi pH tanah optimal 5,5-7,5. Pada kisaran pH tersebut hara makro dan mikro tersedia bagi tanaman kedelai. Pada tanah yang bereaksi masam (pH < 5,5) menyebabkan terganggunya penyerapan hara, terutama P, Ca, Mg, K dan S (Taufiq dan Sundari, 2012; Sumarno dan Manshuri, 2013).

Tabel 1. Hasil analisis awal tanah masam kebun percobaan

Parameter analisis	Hasil analisis*	Kriteria**
pH H ₂ O	4,40	Sangat Masam
C-Organik (%)	20,17	Sangat Tinggi
N-Total (%)	0,52	Sedang
Nisbah C/N	38,79	Sangat Tinggi
P-Bray II (mg kg ⁻¹)	0,75	Sangat Rendah
Ca-dd (cmol kg ⁻¹)	3,44	Rendah
Mg-dd (cmol kg ⁻¹)	0,40	Rendah
K-dd (cmol kg ⁻¹)	0,28	Rendah
Na-dd (cmol kg ⁻¹)	0,29	Rendah
KTK (cmol kg ⁻¹)	40,40	Sangat Tinggi
KB (%)	10,92	Sangat Rendah
Al-dd (cmol kg ⁻¹)	6,80	-
H-dd (cmol kg ⁻¹)	4,12	-
Kejenuhan Al (%)	16,83	Sedang

Keterangan : * Dianalisis di Laboratorium Penelitian Tanah dan Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala.

** Berdasarkan Kriteria Balai Penelitian Tanah, (2009).

Karakter Morfologi Kedelai pada Tanah Masam

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang sangat nyata diantara varietas yang diamati terhadap tinggi tanaman umur 2 dan 4MST, umur berbunga, rasio panjang akar dan tinggi tanaman. Perbedaan yang nyata terdapat pada bobot segar akar umur 2 MST dan bobot segar tajuk umur 2 dan 4 MST.

Tanaman tertinggi umur 2 MST diperoleh pada varietas Devon 1 mencapai 13,46 cm yang berbeda nyata dengan varietas Demas 1, Anjasmoro dan Kipas Merah, namun tidak berbeda nyata dengan varietas Dena 1, Dega 1, Burangrang dan Argomulyo. Tanaman terendah diperoleh pada varietas Demas 1 sebesar 9,46 cm dan Anjasmoro sebesar 9,59 cm. Pada tanaman tertinggi umur 4 MST diperoleh pada varietas Burangrang mencapai 32,53 cm yang berbeda nyata dengan varietas Devon 1, Demas 1, Anjasmoro dan Kipas Merah, namun tidak berbeda nyata dengan varietas Dena 1, Dega 1 dan Argomulyo. Tanaman terendah diperoleh pada varietas Kipas Merah sebesar 17,98 cm (Tabel 2). Pada lingkungan sub optimal, genotipe tanaman menunjukkan tanggap tanaman tersebut terhadap pengaruh faktor lingkungan tempat diuji. Perbedaan genotipe kedelai yang diuji mempengaruhi pembentukan batang yang terkait dengan perbedaan pembentukan asimilat dan adanya perbedaan genotipe mengontrol pembentukan batang. Sungkono *et*

al., (2009) menyatakan bahwa tinggi tanaman dipengaruhi oleh ragam lingkungan dan ragam genetik.

Tabel 2. Rata-rata tinggi tanaman umur 2 dan 4 MST, jumlah daun umur 2 dan 4 MST dan umur berbunga beberapa varietas kedelai pada tanah masam

Varietas	Tinggi tanaman (cm)		Jumlah daun (helai)		Umur berbunga (HST)
	2 MST	4 MST	2 MST	4 MST	
Dena 1	11,97 ab	27,22 abc	1,75	10,25	34 d
Devon 1	13,46 a	24,43 bcd	2,00	9,00	38 b
Dega 1	13,35 a	29,75 ab	2,08	11,08	26e
Demas 1	9,46 c	19,22 de	1,58	8,00	42 a
Burangrang	13,08 a	32,53 a	2,00	10,00	36 c
Argomulyo	11,83 ab	28,03 abc	2,00	11,50	33d
Anjasmoro	9,59 c	23,04 cde	1,83	10,58	34 d
Kipas Merah	10,18 bc	17,98 e	1,83	6,92	42 a

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan taraf 5 %.

Tabel 3. Rata-rata panjang akar umur 2 dan 4 MST beberapa varietas kedelai pada tanah masam

Varietas	Panjang akar (cm)	
	2 MST	4 MST
Dena 1	13,30	26,27
Devon 1	17,47	24,70
Dega 1	21,83	27,60
Demas 1	15,37	28,40
Burangrang	16,23	25,75
Argomulyo	18,03	30,98
Anjasmoro	15,62	20,35
Kipas Merah	15,82	28,27

Varietas Dega 1 menunjukkan umur berbunga tercepat dengan waktu 26 HST yang berbeda nyata dengan semua varietas yang diamati. Varietas Demas 1 dan Kipas Merah

menunjukkan umur berbunga paling lama, dengan waktu berbunga 42 HST (Tabel 2). Umur berbunga varietas Dega 1 tersebut lebih cepat bila dibandingkan dengan umur berbunga menurut deskripsi varietas yaitu 29 hari. Meskipun perlakuan varietas tidak memberikan pengaruh yang nyata secara statistik terhadap panjang akar, namun berdasarkan rata-rata data hasil pengamatan menunjukkan bahwa akar terpanjang umur 2 MST cenderung diperoleh pada varietas Dega 1 mencapai 21,83 cm dan pada umur 4 MST pada varietas Argomulyo mencapai 30,98 cm. Akar terpendek umur 2 MST cenderung diperoleh pada varietas Dena 1 sebesar 13,30 cm dan pada umur 4 MST pada varietas Anjasmoro sebesar 20,35 cm (Tabel 3). Pada varietas-varietas adaptif lahan masam organ perakaran sama sekali tidak terganggu dan akar dapat berkembang dengan baik. Pertumbuhan perakaran varietas Dega 1 dan Argomulyo yang tidak terganggu pada lahan masam diduga disebabkan oleh kemampuan genotipe ini menghasilkan eksudat akar dalam bentuk senyawa organik seperti asam sitrat, asam malat dan asam oksalat yang membantu akar dalam menyerap hara, sehingga tanaman tidak mengalami cekaman hara.



Gambar 1. Perbandingan performansi panjang akar antar varietas Dena 1 (V1), Devon 1 (V2), Dega 1 (V3), Demas 1 (V4), Burangrang (V5), Argomulyo (V6), Anjasmoro (V7) dan Kipas Merah (V8) pada lahan masam.

Kuswanto, (2010) menyatakan bahwa pengaruh tanah masam menunjukkan respon pertumbuhan akar yang berbeda, di mana genotipe toleran memiliki akar yang panjang dan genotipe rentan mengalami pertumbuhan akar yang tertekan. Genotipe

toleran Al memiliki kemampuan memulihkan dan menekan pengaruh buruk keracunan aluminium sehingga fungsi akar tidak terganggu. Selanjutnya Horst *et al.*, (2010) melaporkan bahwa penghindaran Al merupakan bentuk mekanisme untuk mencegah Al masuk ke dalam akar dengan mengkelat Al menggunakan senyawa organik (asam organik atau fenolat) ke dalam rizosfer. Toleransi Al adalah mekanisme dimana ion Al^{3+} diasingkan/didetofikasi pada bagian subselular atau memindahkannya jauh dari *apoplast* ujung akar. Hal ini dapat terlihat pada mekanisme sekresi asam malat yang meningkat pada kultivar toleran Al dibandingkan dengan kultivar yang sensitif Al.

Delapan varietas kedelai yang digunakan dalam penelitian ini tidak memberikan perbedaan yang nyata terhadap karakter jumlah daun 2 dan 4 MST, panjang akar 2 dan 4 MST dan bobot segar akar 4 MST. Hal ini menunjukkan varietas-varietas yang diuji memiliki kontribusi yang kecil untuk karakter tersebut sehingga potensi genetik varietas tersebut tidak terlihat. Ma'ruf, (2016) menyatakan program genetik pada suatu fase pertumbuhan yang berbeda dapat diekspresikan pada berbagai sifat tanaman yang mencakup fungsi tanaman sehingga menghasilkan keragaman pertumbuhan tanaman.

Tabel 4. Rata-rata bobot segar akar dan tajuk umur 2 dan 4 MST beberapa varietas kedelai pada tanah masam

Varietas	Bobot segar akar (g)		Bobot segar tajuk (g)	
	2 MST	4 MST	2 MST	4 MST
Dena 1	0,42 c	2,82	2,52 abc	24,60 a
Devon 1	0,75 ab	2,28	2,35 bc	10,95 bc
Dega 1	0,83 a	2,58	3,25 a	20,67 abc
Demas 1	0,53 bc	2,00	2,13 bc	11,38 bc
Burangrang	0,60 abc	3,02	2,73 ab	25,70 a
Argomulyo	0,65 abc	3,52	2,88 ab	22,93 ab
Anjasmoro	0,77 ab	1,87	2,62 abc	10,82 bc
Kipas Merah	0,55 bc	2,20	1,93 c	9,92 c

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan taraf 5 %.

Bobot segar akar tertinggi umur 2 MST (Tabel 4) diperoleh pada varietas Dega 1 mencapai 0,83 g yang berbeda nyata dengan varietas Dena 1, Demas 1 dan Kipas Merah, namun tidak berbeda nyata dengan varietas Devon 1, Burangrang, Argomulyo dan Anjasmoro. Bobot segar akar terendah diperoleh pada varietas Dena 1 sebesar 0,42 g. Pada bobot segar akar tertinggi umur 4 MST cenderung diperoleh pada varietas Argomulyo mencapai 3,52 g meskipun secara statistik tidak memberikan pengaruh yang nyata. Varietas Anjasmoro cenderung menghasilkan bobot segar akar terendah sebesar 1,87 g.

Varietas Dega 1 menghasilkan bobot segar tajuk tertinggi umur 2 MST (Tabel 4) mencapai 3,25 g yang berbeda nyata dengan varietas Devon 1, Demas 1 dan Kipas Merah, namun tidak berbeda nyata dengan varietas Dena 1, Burangrang, Argomulyo dan Anjasmoro. Bobot segar tajuk terendah diperoleh pada varietas Kipas Merah sebesar 1,93 g. Pada bobot segar tajuk tertinggi umur 4 MST diperoleh pada varietas Burangrang mencapai 25,70 g yang berbeda nyata dengan varietas Devon 1, Demas 1, Anjasmoro dan Kipas Merah, namun tidak berbeda nyata dengan varietas Dena 1, Dega 1 dan Argomulyo. Bobot segar tajuk terendah diperoleh pada varietas Kipas Merah sebesar 9,92 g. Hal ini menunjukkan bahwa varietas Dega 1 dan Burangrang mampu mempertahankan bobot segar akar dan tajuknya baik pada kondisi cekaman Al. Bobot biomassa mewakili akumulasi pertumbuhan dan perkembangan fase vegetatif.

Pertambahan bobot segar tanaman dapat menunjukkan aktivitas metabolisme yang normal dengan persediaan air yang cukup. Mekanisme yang mungkin terjadi berkaitan dengan kemampuan tanaman untuk mempertahankan produksinya pada kondisi cekaman dengan cara mengefisienkan penyerapan unsur hara dalam keadaan terbatas. Sejalan dengan hasil penelitian Agustina *et al.*, (2010) dimana genotipe sorgum yang toleran memiliki kemampuan mempertahankan bobot segar dan kering tajuk yang lebih tinggi pada kondisi cekaman Al. Berat tanaman mencerminkan bertambahnya protoplasma, hal ini terjadi akibat ukuran dan jumlah sel yang bertambah. Pertumbuhan protoplasma berlangsung melalui peristiwa metabolisme dimana air, karbon dioksida dan garam-garam anorganik diubah menjadi cadangan makanan dengan adanya proses fotosintesis (Sumarsono, 2007).

Tabel 5. Rata-rata rasio panjang akar dan tinggi tanaman beberapa varietas kedelai pada tanah masam

Varietas	Rasio panjang akar dan tinggi tanaman
Dena 1	0,79 c
Devon 1	1,02 c
Dega 1	1,50 ab
Demas 1	0,93c
Burangrang	0,98 c
Argomulyo	1,11 bc
Anjasmoro	0,88 c
Kipas Merah	1,61 a

Keterangan : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji Duncan taraf 5 %.

Tabel 6. Kandungan hara P tajuk beberapa varietas kedelai pada tanah masam

Varietas	Kadar hara P tajuk (%)
Dena 1	0,33
Devon 1	0,41
Dega 1	0,45
Demas 1	0,34
Burangrang	0,35
Argomulyo	0,40
Anjasmoro	0,36
Kipas Merah	0,36

Varietas Kipas Merah menghasilkan rasio panjang akar dan tinggi tanaman lebih tinggi mencapai 1,61 (Tabel 5) yang berbeda nyata dengan varietas Dena 1, Devon 1, Demas 1, Burangrang, Argomulyo dan Anjasmoro, namun tidak berbeda nyata dengan varietas Dega 1. Varietas Dena 1 menghasilkan rasio panjang akar dan tinggi tanaman terendah sebesar 0,79. Genotipe yang efisien umumnya mempunyai nisbah akar tajuk yang besar. Berdasarkan analisis deskriptif varietas Dega 1, Devon 1 dan Argomulyo menghasilkan kandungan P tajuk yang lebih tinggi dibandingkan dengan varietas lainnya mencapai 0,40-0,45 % (Tabel 6).

Varietas Dega 1, Devon 1 dan Argomulyo pada penelitian ini merupakan varietas yang lebih adaptif bila dibandingkan dengan varietas lainnya, dimana lebih selektif dalam

pengambilan dan translokasi hara P dari larutan tanah, disebabkan oleh kemampuannya dalam mengangkut hara dan detoksifikasi Al. Genotipe tanaman yang adaptif umumnya mengembangkan strategi adaptasi yang unik untuk mendapatkan unsur hara tertentu dari dalam tanah. Strategi toleransi Al dapat dicapai dengan mekanisme penghindaran Al pada *apoplast* ujung akar (apeks) atau mentolelir Al di *simples* (Al toleran) (Kochian *et al.*, 2015). Apeks akar pada sebagian besar tanaman, mengeluarkan asam organik dalam menanggapi paparan Al, termasuk gandum, jagung, dan tembakau (Horst *et al.*, 2010). Selanjutnya Shen *et al.*, (2011) juga menyatakan bahwa genotipe yang toleran lebih efisien terhadap penggunaan hara dalam menghadapi defisiensi hara akibat cekaman Al.

Simpulan

Antara varietas kedelai yang diuji terdapat perbedaan penampilan pertumbuhan terhadap tinggi tanaman umur 2 dan 4 MST, umur berbunga, rasio panjang akar dan tinggi tanaman, bobot segar akar umur 2 MST serta bobot segar tajuk umur 2 dan 4 MST pada lahan masam. Tingkat ketahanan kedelai terbaik pada lahan masam dengan pengujian pertumbuhan secara morfologi berturut-turut adalah varietas Dega 1, Argomulyo, Burangrang, Devon 1 dan Kipas Merah. Varietas tersebut memiliki mekanisme ketahanan yang berbeda pada lahan masam yaitu kecenderungan dalam kemampuan pemanjangan akar, peningkatan bobot segar akar dan tajuk, rasio panjang akar dan tinggi tanaman serta berdasarkan analisis deskriptif menghasilkan kandungan P tajuk yang lebih tinggi.

Daftar Pustaka

- Agustina, K., D. Sopandie, Trikoesoemaningtyas, dan D. Wirnas. (2010). Tanggapan Fisiologi Akar Sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) terhadap Cekaman Aluminium dan Defisiensi Fosfor di dalam Rhizotron. *J. Agron. Indonesia* 38(2): 88-94.
- Arifin, Z., G. Tabrani, dan D. Deviona. (2014). Pewarisan sifat agronomi Tanaman cabai (*Capsicum annuum* L.) toleran di lahan gambut. *Jurnal Online Fak. Pertanian Universitas Riau*1(1): 1-10.
- Balai Penelitian Tanah. (2009). Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk. Balai Penelitian Tanah. Bogor.
- Delhaize, E., J.F. Ma, and P.R. Ryan. (2012). Transcriptional regulation of aluminium tolerance genes. *Trends in Plant Science* 17(6):341-348.

- Eka, A., D.S. Hanafiah, dan I. Nuriadi. (2015). Respon Morfologis dan Fisiologis Beberapa Varietas Kedelai (*Glycine max* L. Merrill) di Tanah Masam. *Jurnal Online Agroekoteknologi*3(2): 507-514.
- Elrod, S.L. and W.D.Stansfield. (2002). *Schaum's Outline of Theory and Problems of Genetics*, 4th ed. Mc Graw-Hill. New York.
- Haling, R.E., R.J. Simpson, E. Delhaize, P.J. Hocking, and A.E. Richardso. (2010). Effect of lime on root growth, morphology and the rhizosheath of cereal seedlings growing in an acid soil. *Plant and Soil* 327(1-2):199-212.
- Horst, W.J., Y. Wang, and D. Eticha. (2010). The role of the root apoplast in aluminium-induced inhibition of root elongation and in aluminium resistance of plants: a review. *Annals of Botany* 106(1):185-197.
- Hui, N.Y., P. Liu, Z.Y. Wang, W.R. Chen, and G.D. Xu. (2011). The effect of aluminum treatments on the root growth and cell ultrastructure of two soybean genotypes. *Crop Protection* 30(3):323-328.
- Jansen, S., S. Dessein, F. Piesschaert, E. Robbrecht, and E. Smets. (2010). Aluminium accumulation in leaves of rubiaceae: Systematic and phylogenetic implications. *Annals of Botany* 85(1):91-101.
- Jung, J.K.H. and S. McCouch. (2013). Getting to the roots of it: genetic and hormonal control of root architecture. *Front Plant Sci* 4:1-32.
- Kochian, L.V., M.A. Pineros, J. Liu, and J.V. Magalhaes. (2015). Plant adaptation to acid soils: The molecular basis for crop aluminium resistance. *Annu Rev Plant Biol* 66:571-598.
- Kuswanto, H. (2014). Nutrient uptake of soybean genotypes under aluminum toxicity. *Italian J. Agronomy* 9(3):136-140.
- Kuswanto, H., A. Wijanarko, D. Setyawan, E. William, A. Dadang, and I.M.J. Mejaya. (2010). Soybean germplasms evaluation for acid tidal swamp tolerance using selection index. *International Journal of Plant Biology* 1(e11):56-60.
- Lubis, K., S.H. Sutjahjo, M. Syukur, dan T. Trikoesoemaningtyas. (2014). Pendugaan Parameter Genetik dan Seleksi Karakter Morfofisiologi Galur Jagung Introduksi di Lingkungan Tanah Masam. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 33(2): 122-128.
- Ma'ruf, A. (2016). Respon Beberapa Kultivar Tanaman Pangan Terhadap Salinitas. *J. Bernas*12(3): 11-19.

- Massas, I., V. Skarlou, C. Haidouti, and F. Giannakopoulou. (2010). ^{134}Cs uptake by four plant species and Cs-K relations in the soil-plant system as affected by $\text{Ca}(\text{OH})_2$ application to an acid soil. *J. Environ. Radioactivity* 101(3): 250-257.
- Sari, D.M., K. Lubis, dan Rosmayati. (2017). Penampilan Morfofisiologi Akar Beberapa Hasil Persilangan (F1) Jagung (*Zea mays* L.) Pada Dua Media Tanam di Rhizotron. *Jurnal Online Agroekoteknologi* 5(3): 665-675.
- Shen, J., C. Li, G. Mi, L. Li, L. Yuan, R. Jiang, and F. Zhang. (2011). Maximizing root/rhizosphere efficiency to improve crop productivity and nutrient use efficiency in intensive agriculture of China. *J Exp Bot* 64(5):1181-1192.
- Singh, R.K. and B.D. Chaudary. (1979). Biometrical Methods in Quantitative Genetik Analysis. Kalyani Publisher. New Delhi 304p.
- Subagyo, H., N. Suharta, dan A.B. Siswanto. (2000). Tanah-tanah pertanian di Indonesia. hal 21-66. *Dalam* Sumber Daya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Sumarno dan Manshuri, A.G. (2013). Persyaratan Tumbuh dan Wilayah Produksi Kedelai di Indonesia. *Dalam* Sumarno, Suyanto, Widjono, A., Hermanto dan Kasim, H (Eds.).Kedelai Teknik Produksi dan Pengembangan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. hal 74-103.
- Sungkono, Trikoesoemaningtyas, D. Wirnas, D. Sopandie, S. Hoeman, dan H.M. Yudiarto. (2009). Pendugaan parameter genetik dan seleksi galur mutan sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) di tanah masam. *J. Agron Indonesia* 37(3): 220-225.
- Taufiq, A. dan T. Sundari. (2012). Respon Tanaman Kedelai Terhadap Lingkungan Tumbuh. *Buletin Palawija* 23: 13-26.
- Uguru, M.I., B.C. Oyiga, and E.A. Jandong. (2012). Responses of some soybean genotypes to different soil pH regimes in two planting seasons. *African J. Plant Sci and Biotech* 6(1):26-37.
- Utama, M.Z.H. (2010). Penapisan varietas padi gogo toleran cekaman aluminium. *J. Agron. Indonesia* 38(3): 163-169.
- Yang, Z.B., I.M. Rao, and W.J.Horst. (2013). Interaction of aluminium and drought stress on root growth and crop yield on acid soils. *Plant and Soil* 372(1-2):3-25.