

PERTUMBUHAN TANAMAN AKAR WANGI (*Vetiveria zizanioides* L.) DI TANAH SALIN DENGAN PERLAKUAN ASAM SALISILAT DAN FUNGI MIKORIZA ARBUSKULAR

Dafni Mawar Tarigan^{1*)}, Febriyana Kusuma Wardana²⁾

¹⁾Dosen Program Studi Agroteknologi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan, Indonesia

²⁾Mahasiswa Program Studi Agroteknologi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan, Indonesia
Jl. Kapten Mukhtar Basri No. 3, Glugur Darat II, Medan Timur, Kota Medan Sumatera Utara 20238,
Indonesia

*)Correspondence author: dafnimawar@umsu.ac.id

Abstrak

Akar wangi merupakan tanaman obat yang mengandung minyak atsiri di bagian akarnya. Umumnya tanam akar wangi ditanam di lahan yang subur, namun dalam rangka ekstensifikasi maka perlu dilakukan pemanfaatan lahan marginal untuk tanaman yang potensial dikembangkan antara lain tanah salin. Tanah ini mengandung kadar garam tinggi namun dapat dipergunakan untuk budidaya pertanian melalui penambahan bahan-bahan yang mampu memperbaiki potensi lahan antara lain adalah asam salisilat dan fungi mikoriza arbuskula. Maka perlu dilakukan penelitian tanaman akar wangi di tanah salin yang diberi asam salisilat dan fungi mikoriza arbuskular dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial dengan 2 faktor, yaitu faktor asam salisilat dengan 4 taraf: A_0 = Kontrol, A_1 = 50 ppm/plot, A_2 = 100 ppm/plot, A_3 = 150 ppm/plot dan faktor Fungi mikoriza arbuskular dengan 3 taraf: F_0 = Kontrol, F_1 = 15 g/polybag, F_2 = 30 g/polybag. Hasil penelitian menunjukkan bahwa asam salisilat berpengaruh nyata dan tertinggi pada A_3 (150 ppm/plot) untuk panjang akar, berat kering akar, jumlah stomata dan tebal kutikula. Fungi Mikoriza Arbuskular juga berpengaruh nyata dan tertinggi pada perlakuan F_2 (30 g/polybag) untuk berat kering akar. Sedangkan interaksi kedua perlakuan tidak memberikan pengaruh yang nyata untuk semua parameter pengamatan.

Kata kunci: Akar wangi, asam salisilat, fungi mikoriza arbuskular, pertumbuhan, tanah salin.

GROWTH OF JAVA VETIVER ROOTOIL PLANT (*Vetiveria zizanioides* L.) IN SALINE SOILS WITH THE TREATMENT OF SALICYLIC ACID AND ARBUSCULAR MYCORRHIZA FUNGI

Abstract

Java Vetiver Rootoil is a medicinal plant that contains essential oils in the roots. Generally, fragrant root planting is planted in fertile land, but in the context of extensification, it is necessary to use marginal land for plants that have the potential to be developed, including saline soil. This soil contains high salt but can be used for agricultural cultivation through the addition of materials that can improve the potential of the land including salicylic acid and arbuscular mycorrhizal fungi. So it is necessary to do a study of Java Vetiver Rootoil in saline soils which are given salicylic acid and arbuscular mycorrhizal fungi using Factorial Randomized Block Design with 2 factors, namely salicylic acid factors with 4 levels: A_0 = control, A_1 = 50 ppm/plot, A_2 = 100 ppm/plot, A_3 = 150 ppm/plot and arbuscular mycorrhiza fungi factor with 3 levels: F_0 = control, F_1 = 15 g/ polybag, F_2 = 30 g/polybag. The results showed that salicylic acid had the significant and highest effect on A_3 (150 ppm/plot) for root length, root dry weight, stomata number, and cuticle thickness. Arbuscular mycorrhizal fungi also had the most significant and highest effect on F_2 treatment (30 g/polybag) for root dry weight. While the interaction of the two treatments did not have a significant effect on all parameters of the observation.

Keywords: Java vetiver rootoil, salicylic acid, arbuscular mycorrhiza fungi, growth, saline soils.

PENDAHULUAN

Tanaman akar wangi (*Vetiveria zizanioides* L.) merupakan tanaman obat yang mempunyai aroma lembut yang ditimbulkan asam vetivenat dan adanya senyawa vetirol serta mengandung minyak atsiri di bagian akarnya. Akar wangi adalah contoh tanaman yang berpotensi untuk dijadikan barang atau produk pertanian bernilai tinggi, akar wangi juga salah satu komoditas ekspor unggulan

Indonesia yang berpotensi. Senyawa kimia utama dari tanaman akar wangi adalah cadenene, clovene, amorphine, aromadendrine, junipene, khusimol, epiglobulol, spathulenol, khusinol, a-vetivon, β -vetivon, khusimo dan khusinol asetat.

Tanah salin merupakan tanah yang mengandung garam tinggi mudah larut yang jumlahnya cukup besar bagi pertumbuhan kebanyakan tanaman. Kadar garam tinggi dapat

mempengaruhi pertumbuhan tanaman karena Natrium (Na) bagi tanaman tidak terlalu dibutuhkan dalam jumlah banyak, jika Na masuk ke dalam jaringan tanaman di ambang batas yang mampu di tolerir tanaman, tanaman akan keracunan. Menurut Committee of The Soil Scienc, Society of America (Bohn et al., 1979) bahwa tanah salin adalah tanah yang banyak mengandung garam dan dicirikan oleh nilai EC 2 dS/m atau lebih dalam larutan tanah. Selain itu tanah salin juga dikarakterisasi oleh aktifitas ion Na, Mg dan Cl yang ekstrim yang menyebabkan ketidakseimbangan unsur hara serta menurunkan pertumbuhan dan kualitas tanaman (Grattan and Grieve, 1999) Menurut penelitian Barus (2016) bahwa persemaian padi tanggap delapan varietas padi akibat cekaman salinitas nyata mempengaruhi potensi tumbuh, daya kecambah, dan indeks vigor.

Asam salisilat merupakan senyawa fenolik yang berperan dalam meregulasi pertumbuhan tanaman khususnya aktivitas fisiologis seperti fotosintesis, pembungaan dan melindungi cekaman biotik maupun abiotik. Pada tanah yang tercekam, asam salisilat mampu menginduksi ketahanan tanaman terhadap cekaman yang terjadi. Asam salisilat dapat juga sebagai sinyal regulasi yang memediasi respons tanaman terhadap stres abiotik seperti kekeringan (Chini et al., 2004), suhu dingin (Kang dan Saltveit, 2002), toleransi logam berat (Metwally et al., 2003; Freeman et al., 2005), suhu panas (Larkindale dan Knight, 2002; Larkindale et al., 2005), dan tekanan osmotik (Borsani et al., 2001).

Nilai potensial tanaman akar wangi berada pada bagian akar yang mengandung minyak atsiri, maka dari itu upaya yang dilakukan untuk meningkatkan pertumbuhan akar di tanah tercekam ini adalah dengan pemberian agen hayati FMA (fungi mikoriza arbuskula). Aplikasi FMA dapat mengatasi cekaman salinitas melalui berbagai mekanisme seperti meningkatkan serapan hara. Inokulasi FMA juga dapat meningkatkan proses fisiologi tanaman inang seperti peningkatan kapasitas absorpsi unsur hara oleh tanaman dengan peningkatan tekanan hidrolis akar dan mempertahankan tekanan osmotik dan komposisi karbohidrat.

Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan penelitian mengenai respon tanaman akar wangi (*Vetiveria zizanioides* L.) terhadap pemberian asam salisilat dan cendawan fungi mikoriza arbuskular di tanah salin. Diharapkan hasil penelitian ini dapat bermanfaat sebagai pedoman para petani agar dapat membudidayakan tanaman akar wangi dengan memanfaatkan lahan marginal seperti tanah salin.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di rumah kaca lahan percobaan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jalan Tuar No. 65 Kecamatan Medan Amplas, dengan ketinggian tempat ± 27 mdpl. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2019 sampai April 2019. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah, bibit akar wangi, tanah salin (dari daerah Percut dengan kadar salinitas 4 dsm^{-1}), asam salisilat, FMA, garam, air, kutek bening, dan aquades. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkul, polybag ukuran 40 cm \times 50 cm, gembor, plang, tali plastik, sprayer, salinity refractometer, Total Dissolved Solids (TDS) meter, meteran, alat tulis, gelas beaker, kaca preparat, selotip bening, silet, gunting, amplop padi, oven, timbangan digital, mikroskop dan kamera.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial dengan dua faktor yang diteliti, yaitu faktor perlakuan pemberian asam salisilat (A) dengan 4 taraf $A_0 = 0$ ppm/plot (kontrol), $A_1 = 50$ ppm/plot, $A_2 = 100$ ppm/plot, $A_3 = 150$ ppm/plot. Faktor perlakuan pemberian FMA (F) dengan 3 taraf $F_0 = 0$ g/polybag (kontrol), $F_1 = 15$ g/polybag, $F_2 = 30$ g/polybag dengan jumlah kombinasi 12 dan diulang sebanyak 3 kali.

Pelaksanaan penelitian ini meliputi : persiapan Areal, pengisian tanah salin, penyusunan polybag, persiapan bibit, aplikasi FMA (fungi mikoriza arbuskular), penanaman bibit, aplikasi asam salisilat, pemeliharaan tanaman dan panen.

Parameter pengamatan yang digunakan meliputi: panjang akar, bobot kering akar, jumlah stomata (metode stomatal printing) dan tebal kutikula dengan metode Whole mount (Sass, 1951).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Panjang Akar

Berdasarkan hasil Analisis of varian (Anova) dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK) sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian Asam Salisilat berpengaruh nyata terhadap panjang akar, sedangkan pemberian FMA memberikan pengaruh yang tidak nyata, serta tidak ada interaksi dari kedua perlakuan yang diberikan.

Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa pemberian Asam Salisilat (A) terhadap panjang akar yang tertinggi adalah A_3 (68,26 cm) yang berbeda nyata dengan A_0 (60,34 cm) dan A_1 (66,63 cm).

PERTUMBUHAN TANAMAN AKAR WANGI (*Vetiveria zizanioides* L.) DI TANAH SALIN

Tabel 1. Rataan Panjang Akar Tanaman Akar Wangi umur 8 MST dengan Aplikasi Asam Salisilat dan FMA

Asam Salisilat	FMA			Rataan
	F ₀ : 0 g/polybag	F ₁ : 15 g/polybag	F ₂ : 30 g/polybag	
cm.....			
A ₀ : 0 ppm/plot	58,50	60,97	61,57	60,34c
A ₁ : 50 ppm/plot	62,69	67,68	69,52	66,63b
A ₂ : 100 ppm/plot	66,96	67,48	66,64	67,03ab
A ₃ : 150 ppm/plot	65,96	66,73	72,09	68,26a
Rataan	63,53	65,71	67,46	65,56

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang tidak sama pada kolom yang sama berbeda nyata menurut uji DMRT 5%

Dalam penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian dosis 50-100 ppm dalam kondisi cekaman tidak terlalu berpengaruh terhadap pertumbuhan panjang akar. Hal ini disebabkan beberapa faktor lain yang mempengaruhi panjang akar seperti kandungan hara tanah dan porositas serta struktur tanah. Berdasarkan penelitian pemberian asam salisilat pada tanaman mampu menurunkan *Indole Acetic Acid* (IAA) dan sitokinin dalam kondisi cekaman garam sehingga dapat meningkatkan ketahanan

sel tanaman pada meristem apikal akar (Shakirova, 2003), sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman terutama dalam proses pemanjangan akar.

Bobot Kering Akar

Pemberian Asam Salisilat dan FMA juga memberikan pengaruh nyata terhadap bobot kering akar serta tidak ada interaksi dari kedua perlakuan yang diberikan.

Tabel 2. Rataan Bobot Kering Akar Tanaman Akar Wangi umur 8 MST dengan Aplikasi Asam Salisilat dan FMA

Asam Salisilat	FMA			Rataan
	F ₀ : 0 g/polybag	F ₁ : 15 g/polybag	F ₂ : 30 g/polybag	
g.....			
A ₀ : 0 ppm/plot	3,49	2,93	3,91	3,44c
A ₁ : 50 ppm/plot	3,60	5,05	4,64	4,43b
A ₂ : 100 ppm/plot	3,82	4,77	4,95	4,51ab
A ₃ : 150 ppm/plot	4,57	4,67	4,89	4,71a
Rataan	3,87b	4,36ab	4,59a	4,27

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang tidak sama pada kolom atau baris yang sama berbeda nyata menurut uji DMRT 5%

Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa pemberian Asam Salisilat (A) yang tertinggi adalah A₃ (4,71 g) yang berbeda nyata dengan A₀ (3,44 g) dan A₁ (4,43 g). Sedangkan pemberian FMA (F) yang tertinggi adalah F₂ (4,59 g) yang tidak berbeda nyata dengan F₀ (3,87 g) tetapi berbeda tidak nyata dengan F₁ (4,36 g).

Penggunaan asam salisilat dengan taraf 150 ppm menunjukkan pengaruh nyata terhadap bobot kering akar. Peranan asam salisilat pada penelitian ini lebih besar kepada induksi ketahanan dan sebagai zat perangsang tumbuh yang dapat merangsang perkembangan sel baru lebih banyak sehingga meningkatkan bobot akar dan perpanjangan akar. Hasil penelitian Jeyakumar *et al.* (2008) menunjukkan bahwa pemberian asam salisilat pada taraf tertinggi 125

ppm dapat meningkatkan produksi bahan kering pada tanaman jahe.

Pemberian FMA memberikan hasil yang baik terhadap berat kering akar tanaman akar wangi pada dosis 30 g/polybag dibandingkan dengan perlakuan tanpa aplikasi mikoriza. Menurut penelitian, tanaman yang diberi mikoriza mampu menyerap unsur P dan nutrient lain seperti N, K, dan Mg disekitar akar dan akar yang terinfeksi mikoriza memiliki hifa-hifa akar yang tumbuh lebih panjang dibanding tanpa mikoriza sehingga menyebabkan bobot akar semakin bertambah (Hartoyo *et al.*, 2011). Hanafi (2005) mengatakan bahwa mikoriza ini dapat dijadikan sebagai salah satu solusi untuk meningkatkan pertumbuhan dan kualitas tanaman terutama untuk tanaman yang berada di lahan-lahan marginal yang kurang subur.

Jumlah Stomata

Pemberian Asam Salisilat dan memberikan pengaruh nyata pada parameter

jumlah stomata, sedangkan FMA memberikan pengaruh yang tidak nyata, serta tidak ada interaksi dari kedua perlakuan yang diberikan.

Tabel 3. Rataan Jumlah Stomata Tanaman Akar Wangi umur 8 MST dengan Aplikasi Asam Salisilat dan FMA

Asam Salisilat	FMA			Rataan
	F ₀ : 0 g/polybag	F ₁ : 15 g/polybag	F ₂ : 30 g/polybag	
stomata.....			
A ₀ : 0 ppm/plot	98,11	115,78	110,89	108,26c
A ₁ : 50 ppm/plot	128,56	117,00	131,78	125,78b
A ₂ : 100 ppm/plot	129,11	127,67	124,11	126,96b
A ₃ : 150 ppm/plot	130,78	131,22	134,67	132,22a
Rataan	121,64	122,92	125,36	123,31

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang tidak sama pada kolom yang sama berbeda nyata menurut uji DMRT 5%

Data pada Tabel 3 menunjukkan bahwa pemberian Asam Salisilat (A) yang tertinggi adalah A₃ (132,22) yang berbeda nyata dengan A₀ (108,26), A₁ (125,78) dan A₂ (126,96).

Asam salisilat bekerja dalam penutupan stomata sehingga mengurangi proses transpirasi dan membuat tanaman tercukupi kebutuhan airnya. Meningkatnya jumlah stomata dikarenakan stomata menyerap CO₂ dari udara untuk proses fotosintesis dan membantu tanaman untuk mengurangi penguapan yang berlebihan.

Aplikasi eksogen asam salisilat dalam peningkatan ketahanan tanaman terhadap stress biotik dan stress sabiotik melalui peningkatan regulasi stomata (Khan et al., 2003).

Tebal Kutikula

Pemberian Asam Salisilat dan memberikan pengaruhnya terhadap tebal kutikula daun akar wangi, sedangkan pemberian FMA tidak berpengaruh nyata, serta tidak ada interaksi dari kedua perlakuan yang diberikan.

Tabel 4. Rataan Tebal Kutikula Tanaman Akar Wangi (µm) umur 8 MST dengan Aplikasi Asam Salisilat dan FMA

Asam Salisilat	FMA			Rataan
	F ₀ : 0 g/polybag	F ₁ : 15 g/polybag	F ₂ : 30 g/polybag	
 µm			
A ₀ : 0 ppm/plot	13,43	14,50	14,57	14,17c
A ₁ : 50 ppm/plot	15,74	15,14	14,29	15,06b
A ₂ : 100 ppm/plot	15,36	15,03	15,65	15,35b
A ₃ : 150 ppm/plot	16,12	16,08	18,80	17,00a
Rataan	15,17	15,19	15,83	15,39

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang tidak sama pada kolom yang sama berbeda nyata menurut uji DMRT 5%

Data pada Tabel 4 menunjukkan bahwa pemberian Asam Salisilat (A) yang tertinggi adalah A₃ (17,00 µm) yang berbeda nyata dengan A₂ (15,35 µm), A₁ (15,06 µm), dan A₀ (14,17 µm), sedangkan A₂ (15,35 µm) tidak berbeda nyata dengan A₁(15,06 µm).

Hasil dari data diatas menunjukkan bahwa aplikasi salisilat mampu meningkatkan tebal kutikula, dan pengaruh paling baik terdapat pada taraf 150 ppm/plot. Peranan asam salisilat disini mampu mengaktifkan sistem ketahanan tanaman terhadap kondisi cekaman garam. Hajibagheri et al. (1983) melaporkan jika pengamatan pada

salinitas yang tinggi secara signifikan meningkatkan ketebalan kutikula, karena biasanya tanaman yang tumbuh dalam kondisi tercekam memiliki tingkat ketebalan kutikula yang lebih tinggi sebagai perlindungan terhadap tanaman itu sendiri dalam beradaptasi di lingkungan yang salin. Pemberian asam salisilat dianggap mampu mendorong respon pre-adaptif terhadap stres garam, meningkatkan sintesis klorofil a dan b, serta mempertahankan integritas membran yang menyebabkan peningkatan pertumbuhan tanaman (El Tayeb, 2005).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil penelitian, perlakuan asam salisilat yang memberikan hasil maksimal adalah A₃ (150 ppm/plot) pada parameter panjang akar (68,26 cm), berat kering akar (4,71 g), jumlah stomata (132,22 stomata), dan tebal kutikula (17 µm).
2. Sedangkan aplikasi FMA yang memberikan hasil maksimal adalah F₂ (30 g/polybag) pada berat kering akar (4,59 g).
3. Interaksi dari kedua perlakuan tidak memberikan pengaruh nyata terhadap semua parameter pengamatan.

Saran

Penelitian ini masih menunjukkan hasil yang maksimal, maka untuk memperoleh pertumbuhan yang optimal perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan penambahan dosis masing-masing perlakuan.

DAFTAR PUSTAKA

- Balai Penelitian Tanaman Obat dan Rempah, 2017. <http://perkebunan.litbang.Pertanian.go.id/>. Diakses pada Januari 2019
- Barus, W. A., 2016. Peningkatan Toleransi Padi Sawah di tanah Salin Menggunakan Antioksidan Asam Askorbat dan Pemupukan PK Melalui Daun. Disertasi. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara. 2016.
- Bohn. H.L., B.L. Mc Neal and G.A. O'Connor. 1979. Soil Chemistry. John Wiley and Sons, Inc. New York.
- Borsani, O., V. Valpuesta and A. Botella. 2001. Evidence for a Role of Salicylic Acid in The Oxidative Damage Generated by NaCl and Osmotic Stress in *Arabidopsis* Seedlings. *Plant Physiology*. Vol.126 (pg. 1024 - 1030).
- Chini, A., J.J Grant, M. Seki, K. Shinozaki and G.J. Loake. 2004. Drought Tolerance Established by Enhanced Expression of The *CC1-NBS-LRR* Gene, *ADRI*, Requires Salicylic Acid, EDS1 and ABI1. *The Plant Journal*. Vol.38 (pg. 810 - 822).
- El Tayeb. M.A. 2005. Response of barley grains to the interactive effect of salinity and salicylic acid. *Plant Growth Regul* 45:215–224.
- Freeman, J.L., D. Garcia, D. Kim, A.M. Hopf and D.E. Salt. 2005. Constitutively Elevated Salicylic Acid Signals Glutathione Mediated Nickel Tolerance in *Thlaspi* Nickel Hyper-accumulators. *Plant Physiology*. Vol.137 (pg. 1082 – 1091).
- Grattan, S.R. and C.M. Grieve. 1999. Mineral nutrient acquisition and tanggapane by plants grown in salin environment. *Dalam* M. Pessaraki (Ed). *Handbook of Plant and Crop Stress*. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Hajibagheri M. A., J. L. Hall and T. J. Flowers. 1983. The structure of the cuticle relation to cuticular transpiration in leaves of the halophyte *Suaeda maritima* (L.) Dum, *New Phytologist*, 94(1), 125–131.
- Hanafi, N. D., S. Umar dan I. Bahari. 2005. Pengaruh Tingkat Naungan pada Berbagai Pastura Campuran terhadap Produksi Hijauan. *Jurnal Agribisnis Peternakan*. Vol 1 (3). Universitas Sumatera Utara. Medan
- Hartoyo, B., M. Ghulamahadi, L.K. Darusman, S.A. Aziz, dan I. Mansyur. 2011. Keanekaragaman Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) pada Rizosfer Tanaman Pegagan (*Centella asiatica* (L.) Urban). *Jurnal Litri*. 17(1):32-40.
- Jeyakumar, P., G. Velu, C. Rajendran, R. Amutha, M.A.J.R Savery, and S. Chidambaram. 2008. Varied Responses of Blackgram (*Vigna Munga*) to Certain Foliar Applied Chemicals and Plant Growth Regulators. *Legume Res. Int J*. 31:110-113.
- Kang, H. M dan Saltveit, M.E. 2002. Chilling Tolerance of Maize, Cucumber and Rice Seedling Leaves and Roots are Differentially Affected by Salicylic Acid. *Physiologia Plantarum*. Vol. 115 (pg. 571 - 576).
- Khan, W., B. Prithviraj, dan D. Smith. 2003. Photosynthetic response of Corn and Soybean to foliar application of salicylates. *Journal Plant Physiology*. 160: 485-492.
- Larkindale, J., dan M.R. Knight. 2002. Protection Against Heat Stress-Induced Oxidative Damage in *Arabidopsis* Involves Calcium, Abscisic Acid, Ethylene, and Salicylic Acid. *Plant Physiology*. Vol. 128 (pg. 682 - 695).
- Larkindale, J., J.D. Hall, M.R. Knight and E. Vierling. 2005. Heat Stress Phenotypes of *Arabidopsis* Mutants Implicate Multiple Signaling Pathways in The Acquisition of Thermotolerance. *Plant Physiology*. Vol.138 (pg. 882 - 897).
- Metwally, A., I. Finkemeier, M. Georgi and K.J. Dietz. 2003. Salicylic Acid Alleviates The Cadmium Toxicity in Barley Seedlings. *Plant Physiology*. Vol. 132 (pg. 272 - 281).

- Sass, J.E. 1951. *Botanical Microtechnique*. Iowa: The Iowa State College Press.
- Shakirova, F.M., A.R. Sakhabutdinova, M.V. Bezrukova, R.A. Fatkhutdinova, dan D.R. Fatkhutdinova. 2003. Changes in the Hormonal Status of Wheat Seedlings Induced by Salicylic Acid and Salinity. *Plant Science*. 164:317-322.