

## Invigorasi Priming untuk Perbaikan Mutu Fisiologis Benih Kapas (*Gossypium hirsutum* L.)

*Priming Invigoration for Improving Cotton (*Gossypium hirsutum* L.) Seed Quality*

Usman R. Kantu<sup>1</sup>, Hayatingsih Gubali<sup>2\*</sup>, Angry Pratama Solihin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Alumni Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Negeri Gorontalo

<sup>2</sup>Dosen Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Negeri Gorontalo  
Jl. Prof. Dr. Ing. B.J Habibie, Moutong, Kab. Bone Bolango, 96554

\*Correspondence author : hayatiningsihgubali@ung.ac.id

### ABSTRACT

*Cotton seeds easily experience deterioration due to day are classified as oily seeds with a fat content of 32,5%, thus, they require proper storage management. Improper or too long storage can cause seed deterioration in which this deterioration can be overcome by applying priming method, especially for seeds that have low to moderate vigor. This current research aims to determine invigoration and soaking time on the physiological quality of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) seeds using priming method. The research applies Factorial Completely Randomized Design (CRD) and encompasses two factors. The first factor is invigoration which consists of four levels including: Coconut Water, Shallot Extract, and polyethylene glycol (PEG) 6000 and the second factor is soaking time which consists of three levels including: 6, 12, and 18 hours. In the meantime, the parameters observed are: germination rate, maximum growth potential, growth rate, growth uniformity, hypocotyl length, and radicle length. The research data are analyzed using ANOVA and continued with LSD with a level of 5%. The research findings indicate that there is no interaction between invigoration by priming and soaking time. In addition, the invigoration of priming affects the physiological quality of cotton seeds as indicated by germination rate, growth potential, and growth uniformity. The best result is obtained by invigoration using PEG 6000 while soaking time affects the physiological quality improvement of cotton seeds as indicated by the growth uniformity and length of hypocotyl in which the best result is a 12-hour soaking.*

**Keywords:** *Invigoration, soaking time, viability cotton*

### ABSTRAK

Benih kapas mudah mengalami kemunduran karena benih kapas tergolong *oily seed* dengan kandungan lemak 32,5% sehingga memerlukan penanganan simpan yang tepat. Penyimpanan yang tidak tepat atau terlalu lama dapat menyebabkan kemunduran benih (deteriorasi). Kemunduran benih / deteriorasi dapat diatasi dengan penerapan metode priming, terutama pada benih yang memiliki vigor rendah hingga sedang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui invigorasi dan lama perendaman terhadap mutu fisiologis benih kapas (*Gossypium hirsutum* L) dengan menggunakan metode priming. Metode penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial. Faktor pertama adalah invigorasi yang terdiri dari 4 taraf yaitu: Air Kelapa, Ekstrak Bawang Merah, dan polietilen glikol (PEG) 6000. Faktor kedua adalah lama perendaman yang terdiri atas 3 taraf yaitu: 6, 12, 18 Jam. Parameter yang diamati yaitu : daya berkecambah, potensi tumbuh maksimum, kecepatan tumbuh, keserampakan tumbuh, panjang hipokotil , dan Panjang radikula. Data dianalisis menggunakan ANOVA, dengan uji lanjut BNT taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan tidak terdapat interaksi antara pemberian invigorasi

priming dan lama perendaman. Invigorasi priming berpengaruh terhadap perbaikan mutu fisiologis benih kapas yang ditunjukkan oleh daya berkecambah, potensi tumbuh, laju perkecambahan, dan keserempakan tumbuh, Hasil terbaik diperoleh pada invigorasi menggunakan PEG 6000 dan lama perendaman berpengaruh terhadap mutu fisiologis benih kapas ditunjukkan oleh keserempakan tumbuh dan panjang hipokotil dengan lama perendaman yang terbaik selama 12 jam.

**Kata Kunci :** *Invigorasi, lama perendaman, viabilitas, kapas*

## PENDAHULUAN

Tanaman kapas merupakan salah satu tanaman industri yang sangat penting karena serat kapas digunakan sebagai bahan baku utama industri tekstil. Kapas penghasil serat yang memiliki nilai ekonomis cukup tinggi, Sebagian besar permintaan serat oleh industri tekstil dan produk tekstil lebih dari 99% bahan baku berupa serat masih di impor dari negara-negara penghasil serat (Wahyu dkk, 2015).

Rendahnya produktivitas di tingkat petani disebabkan oleh berbagai faktor antara lain karena terbatasnya ketersediaan benih bermutu. Penggunaan benih bermutu sangat penting karena benih menjadi penentu keberhasilan produksi tanaman. Kemunduran benih/ deteriorasi dapat diatasi dengan penerapan metode priming, terutama pada benih yang memiliki vigor rendah hingga sedang. Prinsip dari priming adalah untuk mengaktifkan sumber daya yang dimiliki benih (internal) dan sumber daya dari luar (eksternal). Perlakuan invigorasi priming merupakan salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk mengatasi mutu benih yang rendah yaitu dengan cara memperlakukan benih sebelum tanam untuk mengaktifkan kegiatan metabolisme benih sehingga benih siap

memasuki fase perkecambahan (Dewanto, 2016)

Priming ialah teknik benih yang merupakan suatu proses yang mengontrol proses hidrasi-dehidrasi benih untuk berlangsungnya proses-proses metabolik menjelang perkecambahan, bertujuan agar potensi air benih mencapai keseimbangan untuk mengaktifkan kegiatan metabolisme dalam benih. Teknik tersebut merupakan suatu cara meningkatkan perkecambahan dan performansi/vigor dalam spektrum yang luas yang juga efektif untuk kondisi tercekam. Metode priming dapat dilakukan dengan cara merendam benih dalam air maupun larutan osmotik, agar benih dapat menyerap air untuk melakukan imbibisi sebagai awal proses perkecambahan awal (Dahamarudin dan Rivie, 2013). Junaidi (2020) melaporkan bahwa kandungan air kelapa muda dapat meningkatkan nilai viabilitas dan vigor benih kapas kadaluarsa. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh invigorasi priming dan lama perendaman terhadap mutu fisiologis benih kapas dan mengetahui invigorasi priming dan lama perendaman yang sesuai terhadap mutu fisiologis benih kapas.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di desa kualalumpur, Kecamatan Paguyaman, Boalemo, Provinsi Gorontalo. Waktu pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan Agustus sampai dengan bulan september 2022. Lokasi penelitian ini terletak pada garis lintang yaitu N 0°38'42.5"N dan garis bujur E 122°34'06.1"E sedangkan untuk ketinggian tempat yaitu 21 meter diatas permukaan laut (DPL).

Alat yang digunakan untuk penelitian, yakni: kotak pengecambah, sprayer, alat ukur, alat tulis, pisau, sekop, gelas ukur, alat dokumentasi. Bahan percobaan yaitu benih kapas varietas kanesia yang telah mengalami kemunduran selama 1 tahun, air bersih, air kelapa muda, ekstrak umbi bawang merah, zat pengatur tumbuh (ZPT) polietilen glikol (PEG) 6000, pasir, aquades.

### Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Faktorial dalam RAL dengan faktor pertama adalah perlakuan priming dengan beberapa larutan ZPT (I) dan faktor kedua yaitu lama perendaman (L). Faktor pertama perlakuan priming dengan beberapa ZPT (I)

- I0 = Kontrol (air)
- I1 = Air kelapa (75%)
- I2 = Bawang merah (25%)
- I3 = Larutan PEG 6000 (3%)

Faktor kedua lama perendaman (L)

- L1 = 6 Jam
- L2 = 12 Jam
- L3 = 18 Jam

Dari kedua faktor diperoleh 12 kombinasi perlakuan, masing-masing

diulang 3 kali. Jumlah plot terdiri dari 12 plot, 1 plot terdiri dari 20 benih sehingga jumlah tanaman dengan 3 kali ulangan berjumlah 720 benih percobaan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Daya Berkecambah

Rata-rata daya kecambah pada perlakuan jenis larutan dan lama perendaman disajikan pada tabel 1.

Tabel. 1 Rata-Rata Daya Kecambah Berdasarkan Perlakuan Jenis Larutan dan Lama Perendaman

Perlakuan	Daya Berkecambah (%)
<b>Invigorasi Priming</b>	
I0	71,66 a
I1	69,44 a
I2	73,33 a
I3	82,22 b
<b>BNT 5%</b>	<b>7,61</b>
<b>Lama Perendaman</b>	
L1	76,25
L2	73,33
L3	72,92
<b>BNT 5 %</b>	<b>—</b>

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata pada uji BNT 5%

Berdasarkan analisis sidik ragam diketahui tidak terdapat interaksi antara invigorasi priming dan lama perendaman terhadap daya berkecambah benih kapas, pada perlakuan invigorasi priming hasil terbaik diperoleh oleh larutan PEG 6000 (82,22%), hal ini diduga karena benih kapas yang diberi perlakuan PEG 6000 mampu mempercepat waktu daya kecambah, menyerempakkan dan memperbaiki presentasi

perkecambahan dan penampakan lapang. PEG 6000 akan lebih efektif dengan mengatur konsentrasi larutan osmotik sampai ketinggian kecambah belum muncul. Hal ini selaras dengan penelitian (Sutopo, 2004) menunjukkan bahwa PEG mampu membantu meningkatkan daya kecambah benih kapas yang ditunjukkan dengan tingginya nilai presentase daya berkecambah pada semua konsentrasi dibandingkan dengan perlakuan yang tidak menggunakan PEG, tetapi tidak membutuhkan konsentrasi PEG yang tinggi. Karena dengan konsentrasi yang tinggi akan membuat enzim dan substrat yang beraksi menjadi encer sehingga metabolise menjadi lambat.

Lama perendaman tidak berpengaruh nyata terhadap daya berkecambah benih pada lama perendaman di 6, 12, dan 18 jam. Hal ini dinilai tidak efektif karena diduga benih mengalami perembesan pada saat terjadi proses imbibisi. Perendaman yang terlalu lama diduga menyebabkan perkecambahan dan pertumbuhan terhambat karena suplai oksigen yang dibutuhkan dalam proses respirasi berkurang. Hal ini selaras dengan pernyataan Ruliyansyah (2011) bahwa perlakuan perendaman benih dengan waktu yang terlalu lama juga dapat berpengaruh negatif terhadap viabilitas benih yang disebabkan karena perendaman yang terlalu lama dapat mengurangi ketersediaan oksigen yang diperlukan dalam proses respirasi benih.

### Potensi Tumbuh

Rata-rata potensi tumbuh berdasarkan perlakuan jenis larutan dan

lama perendaman disajikan pada tabel 2. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam diketahui tidak terdapat interaksi antara invigorasi priming dan lama perendaman terhadap potensi tumbuh benih kapas pada perlakuan invigorasi priming hasil terbaik diperoleh oleh larutan PEG 6000 (90,00%), Penggunaan PEG 6000 dapat mempengaruhi benih dalam menyerap air lebih cepat.

Tabel. 2 Rata-Rata Potensi Tumbuh Berdasarkan Perlakuan Jenis Larutan dan Lama Perendaman

Perlakuan	Potensi Tumbuh (%)
<b>Invigorasi Priming</b>	
I0	80,00 a
I1	77,78 a
I2	80,56 a
I3	90,00 b
<b>BNT 5%</b>	<b>7,30</b>
<b>Lama Perendaman</b>	
L1	80,00
L2	80,42
L3	85,83
<b>BNT 5 %</b>	<b>—</b>

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata pada uji BNT 5%

Air merupakan syarat utama dalam proses perkecambahan adalah proses imbibisi yaitu masuknya air ke dalam benih melalui proses difusi dan osmosis sehingga kadar air dalam benih mencapai persentasi tertentu. Hal ini sejalan dengan penelitian Yuanasari dkk, (2015) benih yang direndam larutan PEG 6000 memperlihatkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan jenis larutan lainnya. Penggunaan PEG 6000

diperkirakan sudah dapat mengurangi nilai potensial lingkungan benih, sehingga mampu memperlambat atau mempercepat laju imbibisi benih.

Lama perendaman menunjukkan hasil tidak berpengaruh nyata di potensi tumbuh pada lama perendaman 6, 12, dan 18 jam. Hal ini dinilai tidak efektif karena diduga benih telah mengalami perembesan pada saat terjadinya proses imbibisi. Ruliyansyah (2011) melaporkan bahwa perlakuan perendaman benih dengan waktu yang terlalu lama juga dapat berpengaruh negatif terhadap viabilitas benih yang disebabkan karena perendaman yang terlalu lama dapat mengurangi ketersediaan oksigen yang diperlukan dalam proses respirasi benih.

### Laju Perkecambahan

Rata-Rata laju perkecambahan berdasarkan perlakuan jenis larutan dan lama perendaman disajikan pada tabel 3. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam diketahui tidak terdapat interaksi antara invigorasi priming dan lama perendaman terhadap laju perkecambahan benih kapas, invigorasi priming berpengaruh nyata terhadap laju perkecambahan benih kapas pada pemberian larutan PEG 6000 dengan hasil tertinggi. Hal ini diduga perlakuan benih dengan invigorasi mampu meningkatkan atau memperbaiki mutu benih yang telah mengalami kemunduruan. Laju perkecambahan mencerminkan metabolisme yang terjadi selama proses perkecambahan berlangsung optimal. Perendaman benih dalam larutan sebenarnya adalah salah satu upaya yang dilakukan untuk mempercepat

perkecambahan benih, proses imbibisi yang cepat berakibat pada seluruh proses metabolisme, asimilasi, reaksi biokimia yang terjadi didalam benih akan lebih cepat, yang akan memacu munculnya radikula lebih cepat pula.

Tabel 3. Rata-Rata Laju Perkecambahan Berdasarkan Perlakuan Jenis Larutan dan Lama Perendaman

<b>Perlakuan</b>	<b>Laju Perkecambahan (%)</b>
<b>Invigorasi Priming</b>	
I0	78,41 a
I1	71,04 a
I2	63,97 a
I3	80,83 a
<b>BNT 5%</b>	<b>10,52</b>
<b>Lama Perendaman</b>	
L1	71,91
L2	72,21
L3	76,58
<b>BNT 5 %</b>	<b>—</b>

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata pada Uji BNT 5%. tn : tidak nyata

Hal ini selaras dengan pendapat yuanasari (2015) bahwa invigorasi priming ialah proses penyerapan air (imbibisi) secara teratur oleh benih, dengan menggunakan larutan yang memiliki potensial osmotik rendah sebagai media imbibisi. Priming bertujuan untuk mempercepat waktu perkecambahan, menyerempakan perkecambahan serta memperbaiki persentase kecambah normal.

Pada tabel 3 bahwa lama perendaman tidak berpengaruh nyata terhadap laju perkecambahan, dikarenakan perendaman dengan jangka

waktu 6, 12, dan 18 jam dinilai tidak efektif karena diduga benih telah mengalami perembesan pada saat terjadinya proses imbisi, rusaknya membran sel juga sebagai penyebab benih tidak dapat memanfaatkan air secara optimal. Perendaman yang tepat dapat mempercepat reaksi metabolisme dan memberikan pengaruh terhadap aktivitas enzim sehingga terjadilah pembelahan sel. Hal ini juga sesuai dengan pendapat (Afdharani, dkk, 2019) bahwa perendaman yang terlalu lama menyebabkan terjadinya anoksia (kehilangan oksigen) sehingga membatasi proses respirasi dan menghambat perkecambahan.

#### **Keserempakan Tumbuh**

Rata-rata keserempakan tumbuh berdasarkan perlakuan jenis larutan dan lama perendaman disajikan pada tabel 4. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam diketahui tidak terdapat interaksi antara invigorasi priming dan lama perendaman terhadap keserempakan tumbuh benih kapas, invigorasi priming berpengaruh nyata terhadap keserempakan tumbuh benih kapas pada pemberian larutan PEG 6000 dengan hasil tertinggi. Penggunaan jenis larutan PEG 6000 mampu meningkatkan keserempakan tumbuh benih kapas.

Hal ini diduga karena PEG 6000 dapat mempercepat waktu perkecambahan, menyerempakkan perkecambahan serta memperbaiki presentase kecambah normal. Nurmauli dan Nurmiaty (2020) yang melaporkan bahwa larutan PEG merupakan jenis larutan yang sering digunakan pada perlakuan priming karena mudah larut

dalam air, Sedangkan benih yang mengalami kemunduran berimbisi secara cepat, akan mengakibatkan perembesan pada membran sel, sehingga membuat benih menjadi kekurangan bahan yang dapat dirombak untuk menghasilkan energi yang dibutuhkan untuk perkecambahan, akibatnya benih tumbuh tidak normal.

Tabel 4. Rata-Rata Keserempakan Tumbuh Berdasarkan Perlakuan Jenis Larutan dan Lama Perendaman

<b>Perlakuan</b>	<b>Keserempakan Tumbuh (%)</b>
<b>Invigorasi Priming</b>	
I0	70,56 a
I1	68,33 a
I2	70,56 a
I3	82,78 b
<b>BNT 5%</b>	<b>6,54</b>
<b>Lama Perendaman</b>	
L1	70,42 a
L2	77,50 b
L3	71,25 a
<b>BNT 5 %</b>	<b>5.66</b>

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata pada uji BNT 5%

Hal ini didukung dengan pendapat Yuanasari dkk (2015) yang menyatakan bahwa penggunaan larutan PEG secara efektif mampu menghasilkan keserempakan tumbuh, panjang hipokotil yang optimal, dan menghasilkan daya berkecambah, kecepatana tumbuh dan bobot kering kecambah normal yang tinggi.

Lama perendaman 12 jam mampu meningkatkan persentase daya berkecambah dan kecepatan tumbuh.

Hal ini didukung oleh pendapat Lusiana (2013) benih yang direndam dengan lama waktu yang tepat, maka benih dapat berkecambah dengan baik, sebaiknya jika benih direndam terlalu lama maka akan merusak embrio dan benih tidak dapat berkecambah dengan normal bahkan bisa jadi tidak tumbuh sama sekali.

### Panjang Hipokotil

Rata-rata panjang hipokotil berdasarkan perlakuan jenis larutan dan lama perendaman disajikan pada tabel 5.

Tabel 5. Rata-Rata Panjang Hipokotil Berdasarkan Perlakuan Jenis Larutan dan Lama Perendaman

Perlakuan	Panjang Hipokotil (%)
<b>Invigorasi Priming</b>	
I0	12,20
I1	12,78
I2	13,36
I3	13,20
<b>BNT 5%</b>	—
<b>Lama Perendaman</b>	
L1	12,18 a
L2	13,12 b
L3	13,35 b
<b>BNT 5 %</b>	<b>0,88</b>

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata pada Uji BNT 5%. tn : tidak nyata

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam diketahui tidak terdapat interaksi antara invigorasi priming dan lama perendaman terhadap panjang hipokotil benih kapas, invigorasi priming tidak berpengaruh nyata terhadap panjang hipokotil benih kapas. Hal ini diduga

karena larutan tidak memberikan positif terhadap peningkatan presentase panjang hipokotil. Beberapa faktor luar yang dapat menghambat perkecambahan antara lain, suplai air, suhu, oksigen, cahaya dan medium. Hal ini tidak hanya disebabkan oleh pengaruh perlakuan tetapi kemungkinan disebabkan ada pengaruh faktor eksternal yang di luar kontrol pada penelitian yang kurang sesuai, misalnya cahaya yang tidak merata pasca perkecambahan, cahaya digunakan dalam proses fotosintesis sehingga pertumbuhan kecambah tidak sama dengan yang lain. Menurut Santoso (2008) melaporkan pada umumnya kualitas cahaya terbaik untuk perkecambahan dinyatakan dengan panjang gelombang berkisar antara 660 nm – 700 nm. Biji yang dikecambahkan dalam keadaan gelap dapat menghasilkan kecambah yang mengalami etiolasi yaitu pemanjangan yang tidak normal pada hipokotilnya atau epikotilnya, kecambah warna pucat, dan lemah. Air berperan dalam melunakkan kulit biji, memfasilitasi masuknya O<sub>2</sub>, dan alat transportasi makanan. Suhu berperan dalam pematangan dormansi (Lubis dkk, 2014).

Perendaman 12 dan 18 jam lebih baik daripada perendaman 6 jam. Hal ini diduga penyerapan air yang diawali secara cepat tidak efektif bagi benih yang telah mengalami kemunduran. Karena benih yang telah mengalami mengalami kemunduran mutu, ditandai dengan kerusakan pada membran sel. Sehingga perlu penanganan khusus terhadap benih yang telah mengalami kemunduran. Yuanasari dkk. (2015) melaporkan bahwa, perlakuan PEG selama 12 jam,

secara efektif menghasilkan nilai keserempakan tumbuh dan panjang hipokotil yang paling tinggi.

### Panjang Radikula

Rata-rata panjang radikula berdasarkan perlakuan jenis larutan dan lama perendaman disajikan pada tabel 6.

Tabel 6. Rata-Rata Panjang Radikula Berdasarkan Perlakuan Jenis Larutan dan Lama Perendaman

Perlakuan	Panjang Radikula (%)
<b>Invigorasi Priming</b>	
I0	2,42
I1	2,53
I2	2,54
I3	2,27
<b>BNT 5%</b>	—
<b>Lama Perendaman</b>	
L1	2,47
L2	2,53
L3	2,33
<b>BNT 5 %</b>	—

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata pada Uji BNT 5%. tn : tidak nyata

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan tidak terdapat interaksi antara invigorasi priming dan lama perendaman terhadap panjang radikula benih kapas, invigorasi priming tidak berpengaruh nyata terhadap panjang hipokotil benih kapas. Hal ini diduga ketika benih diredam, benih mengalami dehidrasi atau kehilangan kadar air (kekeringan) sehingga mempengaruhi perkecambahan yang menyebabkan pertumbuhan bibit menjadi lambat, menghambat proses pertumbuhan dan

perkembangan benih serta menyebabkan perubahan ukuran pada parameter yang diamati. Hal ini didukung pendapat Juanda dkk, (2017) menyatakan, benih yang telah mengalami kemunduran menyebabkan kemampuan benih menurun atau disebut deteorasi yang berdampak pada penurunan mutu, viabilitas dan vigor benih.

Lama perendaman menunjukkan tidak berpengaruh nyata. Hal ini diduga penyerapan air yang diawali secara cepat tidak efektif bagi benih yang telah mengalami kemunduran. Karena benih yang telah mengalami mengalami kemunduran mutu, ditandai dengan kerusakan pada membran sel. Sehingga perlu penanganan khusus terhadap benih yang telah mengalami kemunduran. Hal ini didukung oleh pendapat Lusiana (2013) benih yang diredam dengan lama waktu yang tepat, maka benih dapat berkecambah dengan baik, sebaiknya jika benih diredam terlalu lama maka akan merusak embrio dan benih tidak dapat berkecambah dengan normal bahkan bisa jadi tidak tumbuh sama sekali.

## PENUTUP

### Kesimpulan

1. Invigorasi priming berpengaruh terhadap perbaikan mutu fisiologis benih kapas yang ditunjukkan oleh daya berkecambah, potensi tumbuh, laju perkecambahan, dan keserempakan tumbuh, Hasil terbaik diperoleh pada invigorasi menggunakan PEG 6000.
2. Lama perendaman berpengaruh terhadap perbaikan mutu



fisiologis benih kapas ditunjukkan oleh keserempakan tumbuh dan panjang hipokotil dengan hasil terbaik diperoleh perendaman selama 12 jam.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Afdharani Resti, Bakhtiar, hasanudin. 2019. Pengaruh Bahan vigerasi Dan Lama Perendaman Pada Benih Padi (*Oryza sativa* L.) Kadaluarsa Terhadap Viabilitas Dan Viger Benih. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*. 4(1): 65-67
- Dahamarudin, L., & Rivaie, A. A. 2013. Germination capacity, growth and yield of three upland rice varieties increased following seed invigoration treatments. *International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science*. 3(2): 43-50
- Juanda, B., Mulyani, C., & Sofiyana. (2017). Pengaruh Masa Kadaluarsa dan Perendaman dalam Air Kelapa terhadap Invigorasi Benih Semangka (*Citrus lunatus* Thunb. Matsum. Et Nankai). *Jurnal Penelitian Agrosamudra*. 4(2): 81–91.
- Junaidi, A. B., Santoso, U. T., & Abdullah. 2020. Potential of liquid smoke in wood charcoal production of Ranggung Village Tanah Laut Model. *Konversi*. 8(1): 39–43
- Lusiana. 2013. Respon pertumbuhan stek batang sirih merah (*Piper Crocatum* Ruiz dan Pav) setelah direndam dalam urin sapi. *Jurnal Protobiont*. 2(3): 157-160.
- Ridho, M. F., Sarifuddin, S., & Lubis, A. (2014). Pemberian amelioran terhadap status hara, pertumbuhan dan produksi padi di lahan gambut dataran tinggi. *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*. 2(4): 1648 – 1653
- Nurmauli, N., & Nurmiaty, Y. (2020). Pengaruh Hidrasi Dehidrasi Dan Dosis NPK Pada Viabilitas Benih Kedelai. *Jurnal Agrotropika*. 15(1): 1-8
- Rouhi, H. R., A. A. Surki, F. S. Zadeh, R. T. Afshari, M. A. Aboutalebian and G. Ahmadvand. 2011. Study of Diferent Priming Treatments on Germination Traits of Soybean Seed Lots. *Notulae Scientiae Biologicae*. 3(1): 101-108.
- Ruliyansyah, A. (2011). Meningkatkan performa benih kacang dengan perlakuan invigorasi. *Jurnal Hortikultura Tropis dan Lansekap*. 1(1): 13-18.
- Santoso, L., & Nugraha, Y. T. (2008). Pengendalian penyakit ice-ice untuk meningkatkan produksi rumput laut indonesia. *Jurnal Saintek Perikanan*. 3(2): 37-43.
- Sutopo, L. 2004. Teknologi Benih. PT. Raja Grafindo Persada, Malang. 161 p.
- Yuanasari, B.S., N. Kendarini, D. Saptadi. 2015. Peningkatan Viabilitas Benih Kedelai Hitam melalui Ivigorasi Osmoconditioning. *Jurnal ProduksiTanaman*. 3(6): 518-527.