

Invigorasi Benih Bayam (*Amaranthus* sp.) Dengan Ekstrak Akar Eceng Gondok

Invigoration of Spinach Seeds (Amaranthus sp.) with Water Hyacinth Root Extract

Erika Rizki Sagita*, Yuni Sri Rahayu

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Surabaya

*e-mail: erika.18016@mhs.unesa.ac.id

Abstrak. Benih bayam yang telah melewati masa kadaluarsa dapat ditingkatkan vigor dan viabilitas dengan perlakuan invigorasi menggunakan zat pengatur tumbuh alami seperti ekstrak akar eceng gondok. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi ekstrak akar eceng gondok dan masa kadaluarsa benih terhadap perkecambahan dan pertumbuhan benih bayam kadaluarsa serta interaksi dari kedua perlakuan. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan dua faktor dan tiga ulangan. Faktor pertama adalah konsentrasi ekstrak 0 g/L, 25 g/L, 50 g/L, 75 g/L, dan 100 g/L. Faktor kedua yakni masa kadaluarsa benih bayam yaitu 1 bulan, 3 bulan, dan 6 bulan. Penelitian dilaksanakan di *Green House* Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Surabaya dari bulan Oktober-Desember 2021. Hasil dianalisis menggunakan uji ANAVA Dua Arah dan apabila hasil uji signifikan dilanjutkan dengan uji Duncan taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh perlakuan konsentrasi dan masa kadaluarsa terhadap parameter perkecambahan dan parameter pertumbuhan benih bayam. Konsentrasi terbaik yaitu ditunjukkan pada perlakuan konsentrasi ekstrak 75 g/L dan 100 g/L. Perlakuan masa kadaluarsa benih yang menunjukkan hasil terbaik terdapat pada perlakuan masa kadaluarsa benih 1 bulan. Kombinasi perlakuan konsentrasi ekstrak akar eceng gondok dan masa kadaluarsa benih menunjukkan tidak adanya interaksi yang berpengaruh nyata terhadap perkecambahan dan pertumbuhan benih.

Kata kunci: benih kadaluarsa; viabilitas; vigor; zat pengatur tumbuh alami

Abstract. Spinach seeds that have passed the expiration date can be increased its vigor and viability by invigorating treatment with natural plant growth regulators such as water hyacinth root extract. This study aims to determine the effect of concentration of water hyacinth root extract and seeds expiration date on the germination and growth of expired spinach seeds and the interaction of both treatment. This research used a Randomized Block Design with two factors and three replications. First factor was the concentration of extract were 0 g/L, 25 g/L, 50 g/L, 75 g/L, and 100 g/L. The second factor was expired time of spinach seeds which were 1 month, 3 month, and 6 month. This research was carried out at the Green House of Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, from October to December 2021. The result were analyzed using two way ANOVA test and if the test result showed a significant value, it was continued with Duncan test at 5% level. The results showed that there was an influence between concentration and expiration time on germination parameters and growth parameters of spinach seeds. The best result was showed in treatment with concentration of water hyacinth extract 75 g/L and 100 g/L. The best expiry period that shown the best result was 1 month. The combination of treatment with water hyacinth root extract concentration and seed expiration period showed no significant interaction on germination and seed growth.

Keywords: *expired seeds; natural plant growth regulators; viability; vigor*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraris terbesar ketiga di Asia setelah India dan Cina yang sebagian besar penduduknya bermata pencaharian sebagai petani (Tambunan, 2012). Sektor pertanian merupakan sektor yang paling utama. Namun seiring berjalannya waktu, jumlah penduduk di Indonesia semakin bertambah dikarenakan tiap tahun jumlah kelahiran meningkat dibanding tahun-tahun sebelumnya. Pada tahun 2020, Badan Pusat Statistik (BPS) mencatat jumlah penduduk Indonesia sebanyak 270,20 juta jiwa (Statistik *et al*, 2021). Hal tersebut membuat konsumsi sayur nasional semakin meningkat, namun produksi beberapa komoditas sayur mengalami penurunan. Salah satu sayuran

yang sering dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia dan telah mengalami penurunan hasil produksi dalam 3 tahun terakhir yaitu sayur bayam.

Bayam (*Amaranthus* sp.) merupakan sayuran yang dikenal luas sebagai sayuran bergizi dan sumber utama zat besi untuk memenuhi kebutuhan harian. Sayur bayam banyak diolah menjadi sayuran, lalapan maupun cemilan kering yang menyehatkan. Seiring meningkatnya kebutuhan gizi penduduk dan taraf hidup yang meningkat, membuat permintaan pasar akan sayur bayam semakin tinggi. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS), pada tahun 2020 produksi bayam nasional menurun dibandingkan hasil produksi di tahun sebelumnya pada tahun 2019 yaitu sebesar 160.306 ton menjadi sebesar 157.024 ton (BPS, 2021). Penurunan hasil produksi ini dapat disebabkan oleh berbagai faktor yakni faktor luas lahan, benih, pupuk, modal, tenaga kerja, pengalaman pekerja dan pendidikan formal pekerja (Lama dan Kune, 2016). Faktor benih merupakan salah satu permasalahan perlu diperhatikan dalam penurunan hasil produksi. Hal ini dikarenakan kualitas benih yang menurun akan dapat berdampak pada hasil produksi yang tidak maksimal.

Benih yang berkualitas juga dapat menurun kualitasnya disebabkan oleh penyimpanan yang buruk ataupun benih telah melewati masa kadaluarsanya (Ernawati *et al*, 2017). Faktor yang dapat mempengaruhi kualitas benih saat penyimpanan yaitu vigor dan viabilitas awal benih, kemasakan benih, proses panen hingga pasca panen benih, kondisi lingkungan tempat penyimpanan hingga lama penyimpanan benih (Kolo dan Tefa, 2016). Terjadinya penurunan vigor benih atau penuaan dapat dicirikan dengan adanya kemerosotan daya berkecambah dan meningkatnya perkecambahan yang abnormal (Copeland dan McDonald, 2012). Penyimpanan benih yang semakin lama dapat menyebabkan penurunan kualitas perkecambahan benih dan menyebabkan penurunan nilai rata-rata daya berkecambah benih. Penyimpanan benih pada daerah tropis juga dapat memperpendek masa simpan benih. Penyebab utama penurunan masa simpan benih yaitu disebabkan oleh suhu dan kelembaban yang tinggi sepanjang tahun sehingga akan meningkatkan laju respirasi dan deteriorasi benih. Jika hal tersebut terjadi secara berkelanjutan maka persentase viabilitas benih akan menurun (Kolo dan Tefa, 2016). Penurunan vigor dan viabilitas benih dapat diperbaiki salah satunya dengan cara invigorasi benih.

Invigorasi benih merupakan suatu bentuk perlakuan untuk memperbaiki perkecambahan dan pertumbuhan kecambah sebelum penanaman (Kamson, 2020). Perlakuan invigorasi bertujuan untuk meningkatkan vigor benih yang telah mengalami kemunduran vigor atau telah terdeteriorasi (Ilyas, 2012). Menurut Nirmala (2019), invigorasi juga dapat didefinisikan sebagai suatu perlakuan fisiologis, fisik, ataupun biokimia yang bertujuan untuk mengoptimalkan viabilitas dari suatu benih sehingga benih dapat tumbuh serempak pada berbagai kondisi lingkungan. Invigorasi benih dengan merendam benih dalam larutan zat pengatur tumbuh mampu meningkatkan viabilitas dan vigor benih jarak pagar dengan berbagai tingkat deteriorasi benih (Puspitaningtyas *et al*, 2018). Invigorasi benih dapat dilakukan dengan berbagai perlakuan yaitu seperti perlakuan perendaman dalam air, *matricconditioning*, dan *priming* menggunakan berbagai larutan (Arief dan Koes, 2010). Salah satu cara invigorasi benih yaitu dengan melakukan perendaman benih menggunakan air yang ditambahkan Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) (Ernawati *et al*, 2017). ZPT merupakan suatu senyawa organik bukan nutrisi yang dalam konsentrasi rendah dapat memacu, mengubah ataupun menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman secara kuantitatif maupun kualitatif. ZPT dapat dihasilkan oleh tanaman lain maupun sintetik (Wiraatmaja, 2017). Perlakuan pemberian ZPT untuk memperbaiki viabilitas benih telah dilakukan oleh Lubis *et al* (2018) dengan merendam biji tomat kadaluarsa menggunakan ekstrak bawang merah dengan konsentrasi terbaik yaitu 25%. Menurut Mandasari *et al* (2014), pemberian ZPT dengan dosis tertentu pada berbagai lama simpan benih angka memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap invigorasi benih.

Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) merupakan tanaman air yang sering kali dianggap sebagai gulma dikarenakan penyebarannya yang sangat cepat, sulit dikendalikan dan dianggap dapat merusak lingkungan. Eceng gondok dapat berkembang di daerah tropis dan subtropis, namun eceng gondok juga dapat beradaptasi di lingkungan bersuhu ekstrem. Pada umumnya eceng gondok dimanfaatkan masyarakat sebagai bahan keterampilan untuk bisnis kerajinan tangan (Listina, 2012). Menurut Juarni (2017), eceng gondok mengandung fitohormon yang berperan sebagai ZPT (Zat Pengatur Tumbuh) alami seperti giberelin, auksin, dan sitokinin (Savitriani dan Rahayu, 2020). Akar eceng gondok telah diketahui mengandung hormon giberelin sebesar 0,18% (Musbakri, 1999) yang dapat dimanfaatkan sebagai zat pengatur tumbuh alami. Menurut Wahdah *et al* (2020), perlakuan *priming* benih kacang tunggak nagara dengan ekstrak akar eceng gondok memberikan pengaruh nyata terhadap semua perubahan pertumbuhan. Pemberian ZPT alami eceng gondok juga diketahui berpengaruh sangat

nyata terhadap pematangan dormansi, daya berkecambah, kecepatan berkecambah, panjang sulur dan persentase tumbuh benih *Mucuna bracteata* (Napitupulu, 2020). Ekstrak akar eceng gondok yang mengandung hormon giberelin diketahui dapat meningkatkan viabilitas dan vigor benih saat memulai proses perkecambahan benih (Wahdah *et al*, 2021). Suyatmi *et al* (2011) juga menambahkan bahwa perlakuan perendaman benih dengan larutan ZPT sebelum semai dapat melunakkan kulit benih sehingga gas dan air dapat lebih mudah berdifusi masuk mendukung proses perkecambahan. Hormon giberelin pada ekstrak akar eceng gondok juga mampu mempengaruhi pertumbuhan tanaman dengan meningkatkan proses sintesis protein sehingga sel mampu membelah dan terjadi pemanjangan sel yang menunjukkan meningkatnya pertumbuhan tanaman (Un *et al*, 2018). Perlakuan invigorasi benih bayam kadaluarsa dengan zat pengatur tumbuh alami dari akar eceng gondok diharapkan dapat mengembalikan viabilitas dan vigor benih kadaluarsa.

Berdasarkan uraian tersebut, tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh pemberian ekstrak akar eceng gondok dan masa kadaluarsa benih terhadap perkecambahan dan pertumbuhan benih bayam kadaluarsa, mengetahui konsentrasi ekstrak akar eceng gondok dan masa kadaluarsa benih yang memberikan pengaruh terbaik terhadap perkecambahan dan pertumbuhan benih bayam kadaluarsa, serta mengetahui interaksi dari kedua perlakuan terhadap perkecambahan dan pertumbuhan benih bayam kadaluarsa.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober hingga Desember 2021 di *Green House* Jurusan Biologi, UNESA dengan jenis penelitian eksperimental. Rancangan yang digunakan berupa Rancangan Acak Kelompok (RAK) dikarenakan lingkungan yang heterogen dengan dua faktorial. Perlakuan terdiri atas 2 faktor yaitu konsentrasi ekstrak akar eceng gondok (0 g/L, 25 g/L, 50 g/L, 75 g/L, dan 100 g/L) dan lama masa kadaluarsa benih (1 bulan, 3 bulan, dan 6 bulan dari masa kadaluarsa).

Prosedur penelitian dilaksanakan dengan dua tahapan, yaitu tahap I pembuatan ekstrak akar eceng gondok. Tumbuhan eceng gondok didapatkan dari Sungai Kelurahan Bangkingan, Kota Surabaya. Pembuatan ekstrak akar eceng gondok dan konsentrasi yang digunakan didapatkan dari penelitian sebelumnya oleh Windarti dan Sopandi (2018). Bagian akar eceng gondok yang telah dipisahkan dari bagian batang dan daun kemudian dicuci bersih dengan air mengalir. Akar eceng gondok kemudian dijemur di bawah sinar matahari langsung selama kurang lebih 3 hari hingga kering. Akar eceng gondok yang telah kering kemudian dihaluskan dengan menggunakan blender sehingga diperoleh simplisia akar eceng gondok. Setelah itu, simplisia akar eceng gondok ditimbang menggunakan timbangan digital sebanyak 200 gram dan diencerkan dengan 2000 ml aquades untuk mendapatkan ekstrak akar eceng gondok dengan konsentrasi 100 g/L. Konsentrasi 75 g/L didapatkan dengan melakukan pengenceran 150 gram simplisia akar eceng gondok dengan 2000 ml aquades. Konsentrasi 50 g/L didapatkan dari pengenceran 100 gram simplisia akar eceng gondok dengan 2000 ml aquades. Konsentrasi 25 g/L didapatkan dari pengenceran 50 gram akar eceng gondok dengan 2000 ml aquades. Masing-masing konsentrasi tersebut kemudian direndam selama 4 jam (Syfandy, 2017) dan kemudian disaring menggunakan kain saring untuk mendapatkan stok ekstrak akar eceng gondok.

Tahap II yaitu perlakuan perendaman benih bayam kadaluarsa ke dalam larutan ekstrak akar eceng gondok. Benih bayam kadaluarsa diperoleh dari Toko Sri Tani Mulyo, Kabupaten Wonosobo. Benih bayam yang telah kadaluarsa diketahui berdasarkan telah lewatnya tanggal kadaluarsa yang telah ditentukan oleh produsen pada label kemasan benih (Kamson, 2020). Benih yang telah dipilah berdasarkan kondisi fisik benih kemudian direndam dalam larutan ekstrak akar eceng gondok selama 2 jam (Sidemen *et al*, 2017). Setelah dilakukan proses perendaman, benih disemai pada media *rockwool* yang telah disiapkan dengan ukuran 2,5x2,5x2,5 cm dan diberi lubang di bagian tengahnya, setiap lubang diisi 10 benih bayam kadaluarsa. Penyemaian dilakukan selama 7 HSS dan juga dilakukan pengukuran parameter perkecambahan. Pengamatan parameter perkecambahan yang terdiri atas indeks vigor, daya berkecambah, kecepatan tumbuh benih, dan keserempakan tumbuh benih dilakukan selama 7 hari dari 1 HSS hingga 7 HSS. Setelah masa penyemaian, selanjutnya dilakukan pindah tanam pada instalasi hidroponik sistem *wick* yang telah diberi nutrisi AB mix sebanyak 5 ml stok A dan 5 ml stok B yang dicampur dengan air sebanyak 900 ml. Larutan kemudian diaduk dan ditambahkan air hingga mencapai total 1000 ml. Pemberian ekstrak akar eceng gondok pada larutan nutrisi hidroponik dilakukan pada saat pindah tanam dan pada 7 HST dengan mencampurkan 30 ml/L ekstrak akar eceng gondok sesuai konsentrasi setiap perlakuan. Selanjutnya dilakukan pemeliharaan yaitu berupa pengukuran konsentrasi larutan nutrisi media tanam setiap 3 hari sekali untuk

mengontrol kepekatan nutrisi sebesar 1400 ppm (Putra *et al*, 2017), nilai pH 5-6 dan nilai EC 3,0 mS/cm (Subandi *et al*, 2015) dan pengamatan parameter pertumbuhan yaitu tinggi tanaman pada 3, 6, 9, 12, 15 HST dan biomassa basah tanaman diukur setelah masa panen berakhir atau pada 15 HST. Pengukuran biomassa basah tanaman diukur menggunakan timbangan digital dengan cara mencuci bersih seluruh bagian tanaman bayam dan mengering anginkan sebelum ditimbang.

Hasil data parameter perkecambahan yang telah didapatkan kemudian dihitung berdasarkan rumus perhitungan pada setiap parameter yang meliputi indeks vigor, daya berkecambah, kecepatan tumbuh benih, dan keserempakan tumbuh benih. Indeks vigor dapat diukur dengan menghitung kecambah yang tumbuh normal pada hari ke 5 HSS dan merujuk pada perhitungan rumus menurut ISTA (2010). Kecambah normal merupakan kecambah yang telah muncul akar primer dan akar sekunder dengan plumula yang telah berkembang dengan baik serta memiliki dua daun yang terlepas dari kulit benih. Kecambah normal haruslah tidak terdapat kerusakan atau cacat pada bagian hipokotil maupun plumula (Juanda *et al*, 2020). Parameter daya berkecambah, kecepatan tumbuh benih, dan keserempakan tumbuh benih dihitung berdasarkan rumus menurut Sadjad (1993). Daya berkecambah didapat dengan menghitung jumlah benih yang berkecambah normal pada hari ke 5 HSS dan 7 HSS. Kecepatan tumbuh benih didapat dengan menghitung kecambah normal setiap hari selama 7 hari. Keserempakan tumbuh benih diukur berdasarkan persentase kecambah normal kuat pada hari ke 6 HSS. Perhitungan nilai indeks vigor menurut ISTA (2010) serta nilai daya berkecambah, kecepatan tumbuh benih, dan keserempakan tumbuh benih berdasarkan rumus menurut Sadjad (1993) disajikan sebagai berikut.

1. Indeks Vigor (%)

$$IV (\%) = \frac{\sum \text{KN Hitungan I}}{\sum \text{benih yang disemai}} \times 100\%$$

Keterangan :

KN : Kecambah Normal

2. Daya Berkecambah (%)

$$DB (\%) = \frac{\sum \text{KN Hitungan I} + \text{KN Hitungan II}}{\sum \text{benih yang disemai}} \times 100\%$$

Keterangan :

KN : Kecambah Normal

3. Kecepatan Tumbuh Benih (%/Etmal)

$$KCT (\%/Etmal) = \frac{n1}{D1} + \frac{n2}{D2} + \dots + \frac{n7}{D7}$$

Keterangan :

n : Kecambah normal yang tumbuh 1, 2, 3,... n hari setelah tanam

D : Hari pengamatan

4. Keserempakan Tumbuh Benih (%)

$$KST (\%) = \frac{\text{Jumlah KNK}}{\text{Jumlah Benih yang di tanam}} \times 100\%$$

Keterangan :

KNK : Kecambah Normal Kuat

Hasil data kemudian dianalisis menggunakan Analisis Varian (ANOVA) dua arah untuk mengetahui pengaruh pemberian ekstrak akar eceng gondok terhadap perkecambahan dan pertumbuhan benih bayam kadaluarsa dan dilanjutkan dengan uji Duncan taraf nyata 5% untuk mengetahui pengaruh konsentrasi ekstrak akar eceng gondok dengan masa kadaluarsa benih bayam yang berbeda.

HASIL

Pada Penelitian ini, dilakukan pengujian pengaruh berbagai konsentrasi ekstrak akar eceng gondok dan masa kadaluarsa benih bayam terhadap perkecambahan benih dengan parameter indeks vigor, daya berkecambah, kecepatan tumbuh benih, dan keserempakan tumbuh benih. Selain itu juga

dilakukan pengujian terhadap pertumbuhan tanaman dengan parameter tinggi tanaman dan biomassa basah tanaman. Pada hasil uji ANAVA dua arah (Tabel 1, 2, 3, 4, 5, dan 6) diketahui bahwa pemberian ekstrak akar eceng gondok berpengaruh nyata pada seluruh parameter perkecambah (indeks vigor, daya berkecambah, kecepatan tumbuh kecambah dan keserempakan tumbuh kecambah) dan parameter pertumbuhan biomassa basah, namun pada parameter tinggi tanaman menunjukkan hasil yang tidak berpengaruh nyata. Faktor masa kadaluarsa juga menunjukkan pengaruh nyata terhadap parameter perkecambah (indeks vigor, daya berkecambah, kecepatan tumbuh benih, dan keserempakan tumbuh benih) dan parameter pertumbuhan tinggi tanaman. Berdasarkan hasil sidik ragam menunjukkan interaksi perlakuan konsentrasi ekstrak akar eceng gondok dan masa kadaluarsa benih tidak berpengaruh nyata terhadap seluruh parameter yang diamati.

Berdasarkan hasil nilai indeks vigor perkecambahan 3 (tiga) jenis masa kadaluarsa benih bayam dengan 5 (lima) macam perlakuan konsentrasi ekstrak akar eceng gondok, didapatkan hasil bahwa terdapat perbedaan nilai indeks vigor pada setiap perlakuan. Hasil uji Duncan (Tabel 1) menunjukkan perlakuan dengan konsentrasi 75 g/L dan 100 g/L tidak berbeda nyata namun perlakuan pemberian konsentrasi 100 g/L menunjukkan nilai indeks vigor tertinggi dengan rata-rata sebesar 75,56%. Pada hasil masa kadaluarsa benih bayam, masa kadaluarsa 1 bulan dan 3 bulan menunjukkan hasil tidak berbeda nyata dengan nilai indeks vigor terbaik pada masa kadaluarsa 1 bulan yaitu sebesar 66,67%.

Tabel 1. Nilai indeks vigor (IV) pada perkecambahan 3 (tiga) jenis masa kadaluarsa benih bayam dengan perlakuan berbagai konsentrasi ekstrak akar eceng gondok.

| Konsentrasi Ekstrak Akar Eceng Gondok (g/L) | Masa Kadaluarsa Benih Bayam | | | Rerata (%) |
|--|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|------------|
| | 1 Bulan | 3 Bulan | 6 Bulan | |
| 0 g/L | 53,33±5,78 ^{cd} | 50,00±10,00 ^{bc} | 26,67±5,78 ^a | 43,33 |
| 25 g/L | 60,00±0,00 ^{cd} | 50,00±0,00 ^{bc} | 36,67±11,55 ^{ab} | 48,89 |
| 50 g/L | 66,67±5,78 ^{def} | 56,67±5,78 ^{cde} | 50,00±10,00 ^{bc} | 57,78 |
| 75 g/L | 70,00±10,00 ^{efg} | 60,00±10,00 ^{def} | 65,56±10,14 ^{cdef} | 65,56 |
| 100 g/L | 83,33±5,78 ^g | 73,33±11,55 ^{fg} | 70,00±10,00 ^{efg} | 75,56 |
| Rerata (%) | 66,67 | 59,33 | 48,67 | 58,22 |

Keterangan: Angka yang diikuti notasi yang sama pada tiap kolom dan baris tidak berbeda nyata pada uji Duncan dengan taraf uji 0,05. Angka yang diikuti notasi yang berbeda pada tiap kolom dan baris menunjukkan adanya beda nyata antar perlakuan pada uji Duncan dengan taraf uji 0,05.

Hasil analisis nilai daya berkecambah benih bayam kadaluarsa yang diberi perlakuan ekstrak akar eceng gondok (Tabel 2) menunjukkan adanya perbedaan nilai daya berkecambah pada setiap perlakuan. Perlakuan dengan konsentrasi 100 g/L menunjukkan hasil dengan nilai daya berkecambah tertinggi yaitu sebesar 75,56% dan pada perlakuan konsentrasi 0 g/L menunjukkan nilai daya berkecambah terendah yaitu sebesar 43,33%. Pada perlakuan ekstrak 100 g/L menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada masa kadaluarsa benih 1 bulan dan 3 bulan. Masa kadaluarsa benih 1 bulan menunjukkan nilai daya berkecambah terbaik yaitu sebesar 83,33%.

Tabel 2. Nilai daya berkecambah (DB) pada perkecambahan 3 (tiga) jenis masa kadaluarsa benih bayam dengan perlakuan berbagai konsentrasi ekstrak akar eceng gondok

| Konsentrasi Ekstrak Akar Eceng Gondok (g/L) | Masa Kadaluarsa Benih Bayam | | | Rerata (%) |
|--|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|------------|
| | 1 Bulan | 3 Bulan | 6 Bulan | |
| 0 g/L | 53,33±5,78 ^{cd} | 50,00±10,00 ^{bc} | 26,67±5,78 ^a | 43,33 |
| 25 g/L | 63,33±5,78 ^{cd} | 50,00±0,00 ^{bc} | 36,67±11,55 ^{ab} | 50,00 |
| 50 g/L | 66,67±5,78 ^{def} | 56,67±5,78 ^{cde} | 50,00±10,00 ^{bc} | 57,78 |
| 75 g/L | 70,00±10,00 ^{efg} | 66,67±11,55 ^{def} | 63,33±5,78 ^{cdef} | 66,67 |
| 100 g/L | 83,33±5,78 ^g | 73,33±11,55 ^{fg} | 70,00±10,00 ^{efg} | 75,56 |
| Rerata (%) | 67,33 | 59,33 | 49,33 | 58,67 |

Keterangan: Angka yang diikuti notasi yang sama pada tiap kolom dan baris tidak berbeda nyata pada uji Duncan dengan taraf uji 0,05. Angka yang diikuti notasi yang berbeda pada tiap kolom dan baris menunjukkan adanya beda nyata antar perlakuan pada uji Duncan dengan taraf uji 0,05.

Pada nilai kecepatan tumbuh benih diperoleh bahwa perlakuan konsentrasi ekstrak akar eceng gondok dan masa kadaluarsa benih berpengaruh nyata terhadap nilai kecepatan tumbuh benih (Tabel 3). Pada perlakuan dengan konsentrasi 75 g/L dan 100 g/L menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada kecepatan tumbuh benih 1 bulan kadaluarsa dengan nilai tertinggi pada konsentrasi 100 g/L yaitu sebesar 70,34%/Etmal. Pada ketiga jenis masa kadaluarsa benih, benih bayam dengan masa kadaluarsa

1 bulan yang direndam dalam konsentrasi 100 g/L menunjukkan nilai kecepatan tumbuh benih yang berbeda nyata dari perlakuan masa kadaluarsa 3 bulan dan 6 bulan. Perlakuan tersebut juga memiliki nilai kecepatan tumbuh benih tertinggi yaitu sebesar 70,34%/Etmal dibandingkan benih dengan masa kadaluarsa 3 bulan dan 6 bulan.

Tabel 3. Nilai kecepatan tumbuh (KCT) perkecambahan 3 (tiga) jenis masa kadaluarsa benih bayam dengan perlakuan berbagai konsentrasi ekstrak akar eceng gondok

| Konsentrasi Ekstrak Akar Eceng Gondok (g/L) | Masa Kadaluarsa Benih Bayam | | | Rerata (%/Etmal) |
|--|-----------------------------|---------------------------|--------------------------|------------------|
| | 1 Bulan | 3 Bulan | 6 Bulan | |
| 0 g/L | 42,50±2,50 ^d | 26,00±12,17 ^{bc} | 9,45±2,55 ^a | 25,99 |
| 25 g/L | 47,81±8,25 ^{de} | 29,17±3,82 ^{bc} | 18,80±6,30 ^{ab} | 31,96 |
| 50 g/L | 54,17±3,82 ^e | 47,50±6,62 ^{de} | 30,28±9,22 ^c | 43,99 |
| 75 g/L | 58,10±3,57 ^e | 53,94±2,67 ^{de} | 42,23±1,93 ^d | 51,13 |
| 100 g/L | 70,34±4,51 ^f | 55,94±9,67 ^e | 47,23±3,47 ^{de} | 57,84 |
| Rerata (%/Etmal) | 54,59 | 42,33 | 29,62 | 42,18 |

Keterangan: Angka yang diikuti notasi yang sama pada tiap kolom dan baris tidak berbeda nyata pada uji Duncan dengan taraf uji 0,05. Angka yang diikuti notasi yang berbeda pada tiap kolom dan baris menunjukkan adanya beda nyata antar perlakuan pada uji Duncan dengan taraf uji 0,05.

Pada penelitian ini diketahui bahwa perlakuan pemberian ekstrak akar eceng gondok sebelum semai dapat meningkatkan nilai keserempakan tumbuh kecambah benih kadaluarsa dibanding kontrol tanpa perlakuan. Hasil uji Duncan (Tabel 4) menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada konsentrasi ekstrak akar eceng gondok 75 g/L dan 100 g/L. Perlakuan masa kadaluarsa benih 1 bulan dan 3 bulan juga menunjukkan hasil tidak berbeda nyata, namun pada perlakuan konsentrasi 100 g/L memberikan hasil terbaik terhadap nilai keserempakan tumbuh benih pada masa kadaluarsa benih 1 bulan yaitu sebesar 73,33%.

Tabel 4. Nilai keserempakan tumbuh (KST) perkecambahan 3 (tiga) jenis masa kadaluarsa benih bayam dengan perlakuan berbagai konsentrasi ekstrak akar eceng gondok

| Konsentrasi Ekstrak Akar Eceng Gondok (g/L) | Masa Kadaluarsa Benih Bayam | | | Rerata (%) |
|--|-----------------------------|---------------------------|----------------------------|------------|
| | 1 Bulan | 3 Bulan | 6 Bulan | |
| 0 g/L | 36,67±5,78 ^{cd} | 40,00±10,00 ^{bc} | 6,67±5,78 ^a | 27,78 |
| 25 g/L | 53,33±5,78 ^{cd} | 43,33±5,78 ^{bc} | 13,33±5,78 ^{ab} | 36,67 |
| 50 g/L | 56,67±11,55 ^{def} | 46,67±5,78 ^{cde} | 20,00±10,00 ^{bc} | 41,11 |
| 75 g/L | 60,00±10,00 ^{efg} | 53,33±5,78 ^{def} | 30,00±0,00 ^{cdef} | 47,78 |
| 100 g/L | 73,33±5,78 ^g | 60,00±10,00 ^{fg} | 36,67±5,78 ^{efg} | 56,67 |
| Rerata (%) | 56,00 | 48,67 | 21,33 | 42,00 |

Keterangan: Angka yang diikuti notasi yang sama pada tiap kolom dan baris tidak berbeda nyata pada uji Duncan dengan taraf uji 0,05. Angka yang diikuti notasi yang berbeda pada tiap kolom dan baris menunjukkan adanya beda nyata antar perlakuan pada uji Duncan dengan taraf uji 0,05.

Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa perlakuan berbagai konsentrasi ekstrak akar eceng gondok tidak berpengaruh nyata terhadap parameter tinggi tanaman bayam namun berpengaruh signifikan pada perlakuan masa kadaluarsa benih (Tabel 5). Pada uji duncan menunjukkan bahwa masa kadaluarsa 1 bulan tidak berbeda nyata dengan masa kadaluarsa benih 3 dan 6 bulan. Berdasarkan uji Duncan diketahui perlakuan perendaman benih dengan masa kadaluarsa 3 bulan pada ekstrak akar eceng gondok konsentrasi 75 g/L menunjukkan nilai tinggi tanaman terbaik sebesar 6,45 cm.

Tabel 5. Nilai tinggi tanaman bayam dari 3 (tiga) jenis masa kadaluarsa benih bayam

| Konsentrasi Ekstrak Akar Eceng Gondok (g/L) | Masa Kadaluarsa Benih Bayam | | | Rerata (cm) |
|--|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------|
| | 1 Bulan | 3 Bulan | 6 Bulan | |
| 0 g/L | 5,19±0,55 ^{ab} | 5,98±0,59 ^{ab} | 4,74±0,56 ^a | 5,30 |
| 25 g/L | 5,69±0,62 ^{ab} | 6,20±0,39 ^b | 4,64±0,42 ^a | 5,52 |
| 50 g/L | 6,39±0,99 ^b | 5,98±0,92 ^{ab} | 5,27±0,29 ^{ab} | 5,88 |
| 75 g/L | 5,94±0,99 ^{ab} | 6,45±0,77 ^b | 5,38±0,71 ^{ab} | 5,92 |
| 100 g/L | 6,19±0,54 ^b | 6,44±0,75 ^b | 5,43±0,79 ^{ab} | 6,02 |
| Rerata (cm) | 5,88 | 6,21 | 5,09 | 5,73 |

Keterangan : Angka yang diikuti notasi yang sama pada tiap kolom dan baris tidak berbeda nyata pada uji Duncan dengan taraf uji 0,05. Angka yang diikuti notasi yang berbeda pada tiap kolom dan baris menunjukkan adanya beda nyata antar perlakuan pada uji Duncan dengan taraf uji 0,05.

Perlakuan pemberian berbagai konsentrasi ekstrak akar eceng gondok pada benih bayam kadaluarsa memberikan pengaruh nyata terhadap nilai biomassa basah tanaman, namun tidak berpengaruh signifikan pada perlakuan berbagai masa kadaluarsa benih. Adanya pengaruh perlakuan ekstrak akar eceng gondok terhadap biomassa basah tanaman dapat dilihat pada Tabel 6. Perlakuan ekstrak dengan konsentrasi 50 g/L dan 75 g/L tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 100 g/L, namun perlakuan dengan konsentrasi 100 g/L memberikan pengaruh nilai biomassa basah terbaik pada benih dengan masa kadaluarsa 1 bulan yaitu sebesar 6,33 gram. Masa kadaluarsa benih 1 bulan menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan masa kadaluarsa benih 3 bulan dan 6 bulan.

Tabel 6. Nilai biomassa basah tanaman bayam dari 3 (tiga) jenis masa kadaluarsa benih bayam

| Konsentrasi Ekstrak Akar Eceng Gondok (g/L) | Masa Kadaluarsa Benih Bayam | | | Rerata (gram) |
|--|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------|
| | 1 Bulan | 3 Bulan | 6 Bulan | |
| 0 g/L | 2,33±0,58 ^{abc} | 2,00±0,00 ^{ab} | 1,67±0,58 ^a | 2,00 |
| 25 g/L | 3,67±0,58 ^{bcde} | 2,67±0,58 ^{abcd} | 3,00±1,00 ^{abcd} | 3,11 |
| 50 g/L | 5,33±0,58 ^{efg} | 4,33±1,53 ^{def} | 3,67±0,58 ^{bcde} | 4,44 |
| 75 g/L | 6,00±10,00 ^{fg} | 5,33±1,53 ^{efg} | 4,00±1,00 ^{cde} | 5,11 |
| 100 g/L | 6,33±1,53 ^g | 6,00±1,00 ^{fg} | 5,33±1,53 ^{efg} | 5,89 |
| Rerata (gram) | 4,73 | 4,07 | 3,53 | 4,11 |

Keterangan : Angka yang diikuti notasi yang sama pada tiap kolom dan baris tidak berbeda nyata pada uji Duncan dengan taraf uji 0,05. Angka yang diikuti notasi yang berbeda pada tiap kolom dan baris menunjukkan adanya beda nyata antar perlakuan pada uji Duncan dengan taraf uji 0,05.

PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini dilakukan pengujian berbagai konsentrasi ekstrak akar eceng gondok dan masa kadaluarsa benih bayam terhadap perkecambahan benih dengan parameter indeks vigor, daya berkecambah, kecepatan tumbuh benih, dan keserempakan tumbuh benih (Tabel 1, 2, 3, dan 4). Selain itu, pengujian juga dilakukan untuk mengetahui pengaruh berbagai konsentrasi ekstrak akar eceng gondok dan masa kadaluarsa benih bayam terhadap pertumbuhan tanaman bayam dengan parameter tinggi tanaman dan biomassa basah tanaman (Tabel 5 dan 6). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan pemberian ekstrak akar eceng gondok berpengaruh signifikan terhadap parameter perkecambahan (indeks vigor, daya berkecambah, kecepatan tumbuh benih dan keserempakan tumbuh benih) dan parameter pertumbuhan benih (biomassa tanaman). Sedangkan pada perlakuan masa kadaluarsa benih menunjukkan adanya pengaruh nyata pada parameter perkecambahan (indeks vigor, daya berkecambah, kecepatan tumbuh benih, dan keserempakan tumbuh benih) dan parameter pertumbuhan (tinggi tanaman). Interaksi antara perlakuan konsentrasi ekstrak akar eceng gondok dan masa kadaluarsa benih menunjukkan tidak adanya pengaruh yang signifikan berdasarkan hasil sidik ragam seluruh parameter perkecambahan dan pertumbuhan benih. Perlakuan benih dengan masa kadaluarsa 1 bulan memiliki viabilitas dan vigor benih lebih baik pada parameter indeks vigor (Tabel 1), daya berkecambah (Tabel 2), kecepatan tumbuh benih (Tabel 3), keserempakan tumbuh benih (Tabel 4) dan biomassa basah tanaman (Tabel 5). Hal ini dikarenakan semakin lama penyimpanan benih maka akan semakin menurunnya viabilitas dan vigor benih sehingga akan mempengaruhi struktur fisiologis benih (Putra *et al*, 2015). Sementara itu, Marliah *et al* (2010) menyatakan bahwa benih yang telah lama kadaluarsa akan memiliki nilai viabilitas dan vigor yang rendah. Penurunan kualitas benih ditandai dengan adanya perubahan struktur pada benih dan terjadinya ketidaknormalan fisiologis. Perubahan-perubahan struktur benih yang terjadi yaitu meliputi perubahan inti sel, protoplasma, mitokondria, lisosom dan plastid ribosom. Benih 1 bulan kadaluarsa merupakan benih yang masih baru masuk pada tahap awal kadaluarsa sehingga benih masih dapat beradaptasi dengan baik untuk tumbuh secara optimal (Juanda *et al*, 2017).

Pada perlakuan perendaman benih bayam kadaluarsa dengan ekstrak akar eceng gondok sebelum semai didapatkan hasil adanya pengaruh nyata pada perkecambahan benih dengan parameter indeks vigor, daya berkecambah, kecepatan tumbuh benih, dan keserempakan tumbuh benih (Tabel 1, 2, 3, dan 4). Konsentrasi dengan nilai tertinggi yaitu konsentrasi 100 g/L menyebabkan benih tidak hanya menyerap air untuk proses imbibisi namun juga halnya penyerapan bahan-bahan organik yang bermanfaat bagi proses perkecambahan benih (Wahdah *et al*, 2021). Salah satu bahan organik yang dapat meningkatkan viabilitas dan vigor benih yaitu hormon giberelin yang terkandung dalam ekstrak akar eceng gondok. Musbakri (1999), menyatakan bahwa akar eceng gondok mengandung hormon giberelin yang mampu menggantikan hormon giberelin endogen yang seharusnya dihasilkan oleh

benih dengan viabilitas yang baik. Hal ini menyebabkan terpenuhinya kebutuhan hormon yang dibutuhkan oleh benih untuk dapat berkecambah lebih cepat dibandingkan perlakuan tanpa ekstrak akar eceng gondok.

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan hasil bahwa perlakuan masa kadaluarsa benih bayam dan perlakuan dengan ekstrak akar eceng gondok berpengaruh dalam meningkatkan nilai indeks vigor benih bayam kadaluarsa. Pada Tabel 1. Menunjukkan adanya pengaruh secara signifikan, nilai indeks vigor pada benih 1 bulan kadaluarsa lebih tinggi dibandingkan dengan masa kadaluarsa benih 3 bulan dan 6 bulan. Nilai vigor benih yang rendah dapat menjadi indikasi terjadinya deteriorasi benih selama masa penyimpanan. Benih dapat cepat mengalami deteriorasi akibat tingginya proses respirasi benih saat penyimpanan. Adanya peningkatan proses respirasi memungkinkan terjadinya penurunan cadangan makanan benih dan benih mengalami defisit energi (Hartati, 2019). Konsentrasi ekstrak akar eceng gondok yang berbeda juga berpengaruh pada nilai indeks vigor benih bayam kadaluarsa. Pada Tabel 1. diketahui semakin tinggi konsentrasi ekstrak akar eceng gondok, maka semakin tinggi pula nilai indeks vigor benih. Perlakuan perendaman benih dengan ekstrak akar eceng gondok konsentrasi 100 g/L menunjukkan hasil terbaik dibandingkan dengan konsentrasi 75 g/L, 50 g/L, 25 g/L dan 0 g/L. Hal ini dikarenakan terpenuhinya kebutuhan hormon yang dibutuhkan oleh benih yang telah terdeteriorasi sehingga benih dapat lebih cepat berkecambah. Pada perlakuan dengan konsentrasi 100 g/L menghasilkan nilai indeks vigor yang berbeda nyata dibandingkan benih tanpa perlakuan ekstrak akar eceng gondok. Penelitian Amin *et al* (2017) juga mendukung bahwa pemberian larutan ZPT auksin pada benih semangka kadaluarsa dengan peningkatan konsentrasi hingga 2-3 ml/liter dapat meningkatkan proses imbibisi sehingga hal ini berdampak pada peningkatan nilai indeks vigor benih semangka kadaluarsa. Menurut Setiawan *et al* (2021), perendaman benih kadaluarsa dengan konsentrasi rendah belum mampu untuk mengaktifkan enzim-enzim yang berperan dalam perkecambahan sehingga larutan ZPT tidak dapat meningkatkan faktor internal secara optimal. Suyatmi *et al* (2011) berpendapat bahwa perlakuan perendaman benih dengan larutan ZPT sebelum semai dapat menyebabkan pelunakan pada kulit benih sehingga gas dan air dapat lebih mudah berdifusi masuk mendukung proses perkecambahan. Proses perkecambahan benih diawali dengan masuknya air atau terjadinya imbibisi yang menyebabkan lunaknya kulit benih. Selanjutnya benih akan mengalami hidrasi protoplasma sehingga enzim yang berperan dalam mengubah lemak menjadi energi melalui proses respirasi akan aktif (Supardy *et al*, 2016).

Nilai daya berkecambah dipengaruhi oleh aktivitas fisiologis yang terjadi saat masa penyimpanan benih. Menurut Yuniarti *et al* (2013), ukuran dan berat benih juga dapat mempengaruhi viabilitas benih. Benih dengan ukuran besar memiliki viabilitas benih lebih tinggi dibandingkan benih dengan ukuran sedang hingga kecil. Hal ini dikarenakan benih dengan ukuran besar memiliki embrio dan cadangan makanan yang lebih banyak dibandingkan benih berukuran lebih kecil. Berdasarkan hasil analisis daya berkecambah tiga jenis masa kadaluarsa benih bayam, menunjukkan adanya pengaruh antara konsentrasi ekstrak akar eceng gondok dan masa kadaluarsa benih seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2. Perlakuan dengan konsentrasi 100 g/L pada benih 1 bulan dari masa kadaluarsa memberikan hasil daya berkecambah tertinggi yaitu sebesar 83,33% dibandingkan nilai rata-rata daya berkecambah benih bayam kadaluarsa tanpa perlakuan ekstrak akar eceng gondok yang hanya mencapai 43,33%. Berdasarkan hasil tersebut, menunjukkan bahwa perlakuan dengan konsentrasi 100 g/L mampu memperbaiki viabilitas daya berkecambah benih bayam kadaluarsa sehingga memenuhi standar daya berkecambah benih yang ditetapkan oleh Direktorat Perbenihan yaitu minimal 80% (Direktorat Perbenihan, 2009). Namun demikian pada ketentuan standar benih yang dikeluarkan oleh ISTA (*International Seed Testing Association*), bahwa benih hortikultura yang baik untuk ditanam memiliki daya berkecambah minimum berkisaran 75-85% (ISTA, 2010). Pernyataan tersebut juga didukung oleh persyaratan teknis minimal mutu fisik benih yang ditetapkan oleh balai penelitian tanaman sayuran, yaitu sebesar 75% untuk benih bayam (Waluyo, 2016). Berdasarkan standar minimum yang dipaparkan, perlakuan perendaman 3 (tiga) jenis masa kadaluarsa benih bayam dengan ekstrak akar eceng gondok konsentrasi 100 g/L telah memenuhi standar minimum daya berkecambah yaitu diatas 70%. Perlakuan dengan konsentrasi 75 g/L juga menunjukkan hasil nilai daya berkecambah yang memenuhi standar pada benih dengan 1 bulan masa kadaluarsa yaitu sebesar 70%. Rendahnya nilai daya berkecambah pada benih tanpa perlakuan ekstrak akar eceng gondok dapat dipengaruhi oleh kadar air yang terkandung dalam benih. Kadar air yang tinggi selama masa simpan dapat menyebabkan kemunduran benih. Kadar air optimum benih bayam selama masa simpan yaitu 9% (Waluyo, 2016) dan dapat meningkat selama masa penyimpanan. Kadar air yang meningkat menyebabkan tingginya kadar CO₂ dan benih menghasilkan panas sehingga hal ini perlu ditekan

dengan memperbaiki pengemasan benih saat penyimpanan agar viabilitas daya berkecambah benih dapat dijaga hingga saat benih siap dikecambahkan (Purba *et al*, 2013). Beberapa faktor yang berpengaruh terhadap viabilitas benih yaitu meliputi masa simpan, jenis dan karakter benih, kadar air yang terkandung, suhu dan kelembaban saat masa simpan, viabilitas awal benih, genetik dan hama penyakit yang mampu menjangkit selama masa simpan (Sutopo, 2004). Nilai daya berkecambah diketahui berkaitan dengan nilai indeks vigor yang didapat. Menurut Permanasari *et al* (2014), benih yang memiliki nilai indeks vigor tinggi maka akan mendapatkan nilai daya berkecambah yang tinggi pula. Sementara itu, suatu benih yang memiliki nilai viabilitas daya berkecambah tinggi atau baik belum tentu memiliki nilai indeks vigor yang baik pula. Nilai daya berkecambah yang didapat juga didukung oleh faktor lingkungan yaitu tersedianya cadangan makanan yang cukup di dalam endosperm bagi benih yang berguna untuk menunjang proses perkecambahan dan viabilitas benih (Sekoh *et al*, 2021). Pengaruh pemberian zat pengatur tumbuh alami terhadap peningkatan daya berkecambah benih kadaluarsa juga dilaporkan oleh Prabawa *et al* (2020) pada benih sawi pagoda kadaluarsa yang diberi perlakuan air kelapa konsentrasi 50% menunjukkan hasil yang sangat berbeda nyata dan signifikan terhadap viabilitas benih yang ditunjukkan dengan meningkatnya nilai daya berkecambah benih yang telah kadaluarsa setelah dilakukan perlakuan menggunakan air kelapa.

Kecepatan tumbuh benih merupakan suatu kriteria untuk mengetahui vigor kekuatan perkecambahan dan pertumbuhan benih. Pada hasil analisis ragam dengan taraf 5%, diketahui jika perlakuan berbagai masa kadaluarsa benih bayam dan konsentrasi ekstrak akar eceng gondok berpengaruh nyata terhadap kecepatan tumbuh benih (Tabel 3). Nilai rata-rata kecepatan tumbuh kecambah pada konsentrasi 100 g/L menunjukkan nilai tertinggi yaitu sebesar 57,84%/Etmal sedangkan nilai rata-rata kecepatan tumbuh benih terendah yaitu pada perlakuan konsentrasi 0 g/L atau tanpa perlakuan ekstrak akar eceng gondok dengan nilai rata-rata kecepatan tumbuh sebesar 25,99%/Etmal. Hasil uji Duncan menunjukkan bahwa kecepatan tumbuh benih bayam kadaluarsa 1 bulan yang diberi perlakuan ekstrak akar eceng gondok konsentrasi 100 g/L memiliki nilai yang berbeda nyata dengan benih masa kadaluarsa 3 bulan dan 6 bulan pada konsentrasi yang sama. Benih bayam dengan masa kadaluarsa 1 bulan memiliki nilai rata-rata kecepatan tumbuh lebih tinggi yaitu sebesar 54,59%/Etmal, sedangkan benih dengan masa kadaluarsa 6 bulan memiliki nilai rata-rata kecepatan tumbuh paling rendah yaitu sebesar 29,62%/Etmal (Tabel 3). Kecepatan tumbuh benih yang dihasilkan oleh benih dengan masa kadaluarsa 1 bulan tergolong tinggi, sedangkan kecepatan tumbuh benih yang dihasilkan oleh benih dengan masa kadaluarsa 6 bulan tergolong rendah. Nilai kecepatan tumbuh benih idealnya lebih dari 30%/Etmal dikarenakan pada nilai tersebut benih dianggap memiliki vigor yang baik dan mampu bertahan pada kondisi lingkungan suboptimum (Sadjad, 1993). Berdasarkan standar tersebut, pemberian konsentrasi ekstrak akar eceng gondok 0 g/L dan masa kadaluarsa benih bayam 6 bulan tidak memenuhi standar kecepatan tumbuh kecambah. Peningkatan kecepatan tumbuh benih setelah dilakukan perlakuan dengan ekstrak akar eceng gondok menandakan adanya peningkatan vigor tumbuh benih. Semakin tinggi nilai kecepatan tumbuh benih maka menunjukkan semakin tingginya vigor benih, sehingga benih bayam kadaluarsa dengan perlakuan perendaman berbagai konsentrasi ekstrak akar eceng gondok dapat tumbuh dengan baik pada lingkungan suboptimum dibandingkan pertumbuhan benih tanpa perlakuan ekstrak akar eceng gondok. Hal ini didukung oleh Puspitaningtyas *et al* (2018), bahwa kecepatan tumbuh benih dapat meningkat karena adanya perlakuan pemberian zat pengatur tumbuh giberelin dan auksin pada benih jarak pagar. Meningkatnya kecepatan tumbuh benih ini diduga disebabkan oleh melunaknya kulit benih akibat perlakuan dan adanya perbedaan tekanan osmotik pada benih. Kulit benih yang lunak akan memudahkan air untuk masuk ke dalam benih dan mampu memulai proses imbibisi sehingga benih mencapai kadar air optimum dan dapat mengaktifkan pertumbuhan embrio. Menurut Sofyani (2020), dalam proses perkecambahan benih, air memiliki beberapa fungsi yaitu: 1) air yang diabsorpsi oleh benih akan berfungsi untuk membuat kulit benih menjadi lunak sehingga membuat embrio dan endosperm mengembang dan kulit benih akan robek, 2) air dapat memudahkan oksigen masuk ke dalam benih, 3) air dapat membantu pengenceran protoplasma sel sehingga fungsi dari protoplasma dapat aktif dan bekerja optimal, 4) air dapat menjadi media transport larutan cadangan makanan dari endosperm ke titik tumbuh yang mana memerlukan pembentukan protoplasma baru.

Dari hasil penelitian, perlakuan berbagai konsentrasi ekstrak akar eceng gondok dan masa kadaluarsa benih memberikan pengaruh signifikan pada semua nilai keserempakan tumbuh benih dibandingkan dengan tanpa perlakuan atau kontrol (0 g/L). Pada Tabel 4, diketahui bahwa rata-rata nilai keserempakan tumbuh benih tertinggi terdapat pada perlakuan konsentrasi ekstrak akar eceng gondok 100 g/L yaitu sebesar 56,67% dan yang terendah terdapat pada perlakuan konsentrasi 0 g/L

sebesar 27,78%. Pada masa kadaluarsa benih 6 bulan, menunjukkan rata-rata nilai keserempakan tumbuh benih terendah yaitu 21,33% dibanding nilai keserempakan tumbuh benih pada perlakuan masa kadaluarsa 1 bulan yang mencapai 56,00%. Konsentrasi keserempakan tumbuh memiliki hubungan dengan daya simpan benih, sehingga apabila nilai keserempakan tumbuh tinggi maka daya simpan benih akan tinggi pula. Nilai keserempakan tumbuh benih yang baik yaitu berkisar pada nilai 40% hingga 70% (Sadjad, 1993). Berdasarkan data hasil penelitian, diketahui seluruh benih pada masa kadaluarsa 1 bulan dan 3 bulan memiliki nilai keserempakan tumbuh yang tinggi, kecuali pada perlakuan konsentrasi 0 g/L pada kedua masa kadaluarsa benih tersebut yang hanya mencapai nilai keserempakan tumbuh sebesar 36,67% untuk masa kadaluarsa benih 1 bulan dan 40,00% pada masa kadaluarsa benih 3 bulan. Pada benih masa kadaluarsa 6 bulan yang diberi perlakuan berbagai konsentrasi ekstrak akar eceng gondok, seluruhnya memiliki nilai keserempakan tumbuh benih yang rendah yaitu dibawah 40,00%. Nilai keserempakan tumbuh diatas 70% menandakan vigor benih yang sangat tinggi dan sebaliknya jika nilai keserempakan tumbuh tidak mencapai 40% maka menandakan vigor benih yang rendah. Benih dengan nilai keserempakan tinggi menunjukkan kekuatan tumbuh absolute vigor benih yang baik karena benih yang dapat tumbuh serempak akan mempunyai kekuatan tumbuh yang tinggi pula (Lesilolo *et al*, 2013).

Menurut Sadjad *et al* (1999), nilai keserempakan tumbuh dan kecepatan tumbuh yang tinggi pada suatu benih menandakan tingginya vigor yang dimiliki benih tersebut. Benih dapat dikatakan dalam kondisi baik apabila memiliki vigor tinggi sehingga dapat tumbuh serempak dikarenakan mampu beradaptasi terhadap berbagai keadaan baik optimum maupun suboptimum. Terjadinya ketidakserempakan tumbuh benih dapat dikarenakan adanya pengaruh genetik maupun lingkungan yang tidak sama. Invigorasi benih bayam kadaluarsa menggunakan ekstrak akar eceng gondok mampu menyeimbangkan potensial air benih yang mana saat terjadinya proses imbibisi, benih mampu memaksimalkan metabolisme internal dalam benih seperti perbaikan integritas membran hingga benih siap berkecambah. Perbaikan integritas membran diperlukan karena pada benih yang telah mengalami kemunduran, terdapat kerusakan dinding sel yang disebabkan oleh perubahan permeabilitas membran sehingga apabila benih memulai proses imbibisi tidak terjadi kebocoran sel (Afdharani *et al*, 2019). Hasil penelitian Wahdah *et al* (2021) menyatakan bahwa perlakuan *priming* 7,5% ekstrak akar eceng gondok menunjukkan pengaruh nyata terhadap keserempakan tumbuh benih kacang tunggak nagara. Hal tersebut membuktikan bahwa ekstrak akar eceng gondok mampu memacu perbaikan vigor benih yang terdeteriorasi sehingga mempengaruhi peningkatan keserempakan tumbuh benih. Kecepatan tumbuh benih dan keserempakan tumbuh benih dapat menjadi tolak ukur yang menunjukkan kekuatan vigor benih (Widajati *et al*, 2012).

Pengaruh pemberian berbagai konsentrasi ekstrak akar eceng gondok menunjukkan hasil yang signifikan pada parameter dan biomassa basah tanaman (Tabel 6), sedangkan perlakuan berbagai masa kadaluarsa benih berpengaruh nyata pada parameter tinggi tanaman (Tabel 5). Berdasarkan hasil analisis diketahui hasil nilai rata-rata pertumbuhan terbaik terdapat pada konsentrasi ekstrak akar eceng gondok 100% yaitu sebesar 6,02 cm untuk tinggi tanaman (Tabel 5) dan 5,89 gram untuk biomassa basah tanaman (Tabel 6). Hasil analisis tinggi tanaman yang disajikan pada Tabel 5. menunjukkan bahwa pemberian berbagai konsentrasi ekstrak akar eceng gondok pada tanaman bayam tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman bayam, namun perlakuan masa kadaluarsa benih menunjukkan hasil yang berpengaruh signifikan terhadap tinggi tanaman bayam. Perlakuan konsentrasi ekstrak akar eceng gondok 75 g/L dan masa kadaluarsa 3 bulan menghasilkan nilai tinggi bibit tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya yaitu mencapai 6,45 cm (Tabel 5). Pada tabel tersebut juga diketahui bahwa perlakuan masa kadaluarsa benih 1 bulan menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata dengan masa kadaluarsa 3 bulan dan 6 bulan pada perlakuan dengan konsentrasi ekstrak akar eceng gondok 75 g/L dan 100 g/L. Berdasarkan nilai rata-rata tinggi tanaman bayam, perlakuan masa kadaluarsa 3 bulan menunjukkan nilai tertinggi sebesar 6,21 cm dibandingkan dengan perlakuan masa kadaluarsa 6 bulan yaitu sebesar 5,09 cm. Nilai tinggi tanaman benih dengan masa kadaluarsa 3 bulan diketahui nyata lebih tinggi dibanding benih dengan masa kadaluarsa 1 bulan (Tabel 5). Nilai tinggi tanaman bayam tertinggi terdapat pada peubah konsentrasi ekstrak akar eceng gondok 75 g/L dan masa kadaluarsa 3 bulan, sehingga hal ini menunjukkan bahwa parameter tinggi tanaman tidak dipengaruhi oleh peubah konsentrasi ekstrak akar eceng gondok namun dipengaruhi oleh masa kadaluarsa benih. Hasil tersebut dikarenakan pertumbuhan tanaman yang dipengaruhi faktor internal dan eksternal. Faktor internal yang dimaksud yaitu karakter genetik dan daya tumbuh yang dimiliki oleh benih, sedangkan faktor eksternal merupakan faktor lingkungan yang dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi, konsentrasi CO₂ di udara, radiasi sinar matahari, pH, temperatur dan pergerakan

angin di lingkungan tersebut (Puspitaningtyas *et al*, 2018). Pemberian ekstrak akar eceng gondok pada konsentrasi 25 g/L hingga 75 g/L dapat berpengaruh terhadap tinggi tanaman dikarenakan eceng gondok diketahui memiliki kandungan nitrogen yang cukup untuk pertumbuhan tanaman (Windarti dan Sopandi, 2018) serta didukung adanya kandungan hormon giberelin yang dapat meningkatkan proses sintesis protein sehingga sel mampu membelah dan terjadi pemanjangan sel. Hal ini selaras dengan pernyataan Supriyanto dan Prakasa (2011), yang menyatakan bahwa zat pengatur tumbuh dalam konsentrasi rendah dapat membantu atau mendorong pertumbuhan tanaman, namun apabila konsentrasi yang diberikan lebih tinggi maka akan menghambat pertumbuhan tanaman. Un *et al* (2018), melaporkan bahwa hormon giberelin dapat memicu pengaktifan rangsangan dalam pembentukan enzim α -amilase, sehingga proses pemecahan amilum menjadi glukosa sebagai sumber energi dapat lebih cepat untuk mendukung proses pemanjangan sel. Hormon giberelin juga mampu meningkatkan hormon auksin endogen dengan cara mempercepat sintesis enzim proteolitik yang menyebabkan dinding sel menjadi lunak. Pernyataan ini juga didukung oleh Setiawan dan Wahyudi (2014), bahwa giberelin dapat melunakkan dinding sel dan memudahkan berlangsungnya penetrasi sel ke dinding sel sehingga pembelahan dan pemanjangan sel dapat berlangsung secara optimal. Hal tersebut juga memungkinkan dinding sel untuk membebaskan amino triptofan sehingga meningkatkan auksin yang tersedia di dalam tubuh tumbuhan. Giberelin juga berfungsi memacu pembentukan polihidroksi asam sinamat yang bertujuan untuk mempertahankan kadar auksin dan menghambat aktivitas enzim IAA oksidase yang mana enzim ini dapat merusak atau menghambat kinerja auksin. Kolaborasi aktivitas auksin dan giberelin akan memacu perbesaran ukuran sel, hal ini dikarenakan auksin berperan dalam pembelahan sel, sedangkan giberelin berfungsi pada aktivitas pembentangan sel (Permatasari *et al*, 2016). Setiawan *et al* (2021), menyatakan bahwa perlakuan perendaman benih bawang merah menggunakan larutan giberelin mampu meningkatkan secara signifikan tinggi tanaman, namun pada konsentrasi tertentu yang lebih tinggi justru dapat menurunkan efektivitas giberelin dan tinggi tanaman menjadi lebih rendah. Pernyataan serupa juga dilaporkan Radiansyah *et al* (2017), bahwa faktor tunggal pemberian giberelin berpengaruh nyata terhadap nilai tinggi tanaman kelapa sawit. Konsentrasi giberelin 10.000 ppm menunjukkan hasil nilai tinggi tanaman lebih tinggi dibanding perlakuan konsentrasi giberelin 5.000 ppm. Adanya beberapa pernyataan tersebut membuktikan bahwa pemberian giberelin dalam konsentrasi tertentu mampu meningkatkan tinggi tanaman.

Hasil sidik ragam (Tabel 6) menunjukkan bahwa biomassa basah tanaman bayam dipengaruhi secara nyata pada perlakuan pemberian ekstrak akar eceng gondok dengan nilai rata-rata biomassa basah tertinggi sebesar 5,89 gram pada perlakuan ekstrak akar eceng gondok 100 g/L, disusul oleh perlakuan konsentrasi 75 g/L sebesar 5,11 gram, konsentrasi 50 g/L sebesar 4,44 gram, konsentrasi 25 g/L sebesar 3,11 gram, dan yang terakhir yaitu konsentrasi 0 g/L sebesar 2,00 gram (Tabel 6). Konsentrasi ekstrak 100 g/L menunjukkan nilai rata-rata biomassa basah tanaman terbaik dibandingkan perlakuan tanpa ekstrak yaitu konsentrasi 0 g/L. Masa kadaluarsa benih diketahui tidak berpengaruh nyata terhadap biomassa tanaman dengan nilai signifikan lebih dari 0,05 pada uji sidik ragam. Seluruh peubah konsentrasi ekstrak akar eceng gondok menunjukkan hasil nilai biomassa tanaman yang berpengaruh nyata sehingga membuktikan bahwa pengaplikasian ekstrak akar eceng gondok dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman bayam. Pengaruh tersebut dikarenakan adanya senyawa kimia yang terdapat pada ekstrak akar eceng gondok yang mendukung pertambahan biomassa basah tanaman bayam. Ekstrak akar eceng gondok mengandung beberapa unsur hara seperti C-Organik, N-Total, P, dan K (Nurhalimah, 2017) serta adanya kandungan zat pengatur tumbuh juga berperan dalam merangsang pertambahan biomassa basah tanaman. Eceng gondok memiliki kandungan protein sebesar 12-18% dan asam amino yang cukup lengkap sehingga dapat digunakan sebagai pengganti hormon giberelin (Muchtarmah *et al*, 2006). Pernyataan serupa juga dinyatakan oleh Widodo *et al* (2016) bahwa filtrat akar eceng gondok dapat berperan sebagai zat pengatur tumbuh alami pada media tanam AB mix sistem hidroponik pada pertumbuhan tanaman kangkung. Peran zat pengatur tumbuh seperti hormon giberelin mampu memacu terjadinya pembelahan sel dan pertambahan jumlah sel. Giberelin dapat merangsang pembentukan enzim α -amilase, maltase, dan enzim pemecah protein yang meningkatkan aktivitas pembelahan sel pada area meristematik sehingga menyebabkan penambahan biomassa basah tanaman (Un *et al*, 2018). Hal ini sesuai dengan pendapat Lakitan (2002) bahwa giberelin mempercepat rangsangan pada sel meristematik area basal sehingga empulur dan sel korteks akan berkembang sehingga terjadi pertambahan jumlah sel akibat pembelahan sel yang berlangsung terus menerus. Wulandari *et al* (2014), berpendapat bahwa jumlah sel yang terus bertambah akan mendukung terjadinya eskalasi fotosintesis sehingga karbohidrat akan terus dihasilkan dan biomassa tanaman akan meningkat. Menurut Shibaoka (1993), pembentangan sel yang

dikontrol langsung oleh giberelin dilakukan dengan mengalihkan orientasi mikrofibril selulosa dengan melakukan perubahan orientasi mikrotubul kortikal serta mengubah asosiasi mikrotubul dan membran plasma. Sinay (2018), menambahkan bahwa pembentangan sel oleh giberelin terjadi melalui perangsangan enzim *Xyloglucan Endotransglycosylase* (XET) yang menyebabkan terputusnya hemiselulase sehingga mikrofibril selulase berpindah dan terjadi perluasan dinding sel. Biomassa basah juga dapat dipengaruhi oleh kandungan air yang diserap oleh tanaman (Guritno dan Sitompul, 1995). Nilai biomassa yang signifikan membuktikan bahwa pemberian perlakuan ekstrak akar eceng gondok pada tanaman bayam berpengaruh terhadap absorpsi air dan akumulasi hasil fotosintesis. Pengaruh pemberian giberelin terhadap biomassa basah tanaman juga dilaporkan Riko *et al* (2019) pada tanaman kailan yang diberi perlakuan GA3 dengan konsentrasi 100 ppm menunjukkan hasil biomassa segar yang signifikan. Hasil yang signifikan ini dikarenakan peran dari giberelin yang mampu mempengaruhi penyerapan unsur hara dan air oleh akar sehingga laju fotosintesis menjadi meningkat. Hasil fotosintesis yang berupa karbohidrat juga akan terus-menerus diakumulasikan sehingga dapat menambah biomassa basah tanaman.

Berdasarkan hasil analisis parameter perkecambahan (Tabel 1, 2, 3, dan 4) dan parameter pertumbuhan (Tabel 5 dan 6) menunjukkan bahwa interaksi perlakuan pemberian ekstrak akar eceng gondok dan masa kadaluarsa benih tidak berpengaruh nyata terhadap seluruh parameter yang diamati. Hal ini dikarenakan cara kerja masing-masing faktor yang berbeda sehingga menyebabkan interaksi yang terjadi tidak nyata. Perlakuan berbagai masa kadaluarsa benih tidak menunjukkan respon yang signifikan terhadap adanya pemberian ekstrak akar eceng gondok sebagai zat pengatur tumbuh alami sehingga kedua faktor tersebut tidak dapat menunjukkan interaksi yang nyata. Pernyataan tersebut juga didukung oleh Rahmawati (2008), yang menyatakan bahwa faktor yang dominan pada suatu perlakuan akan menghambat terjadinya interaksi pada dua perlakuan yang berbeda sehingga interaksi berpengaruh tidak nyata.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa perlakuan konsentrasi ekstrak akar eceng gondok berpengaruh nyata terhadap semua parameter perkecambahan dan pertumbuhan benih bayam kadaluarsa kecuali pada parameter tinggi tanaman. Perlakuan masa kadaluarsa benih menunjukkan adanya pengaruh pada seluruh parameter perkecambahan dan pertumbuhan benih kecuali pada parameter biomassa basah tanaman. Konsentrasi ekstrak akar eceng gondok 100 g/L dan masa kadaluarsa benih 1 bulan mampu memberikan hasil terbaik terhadap seluruh parameter perkecambahan dan parameter pertumbuhan biomassa basah tanaman bayam, namun pada parameter tinggi tanaman menunjukkan konsentrasi ekstrak akar eceng gondok 75 g/L dan masa kadaluarsa benih 3 bulan sebagai perlakuan dengan hasil terbaik. Kombinasi perlakuan menunjukkan hasil interaksi yang tidak berpengaruh nyata terhadap semua parameter perkecambahan dan pertumbuhan benih bayam kadaluarsa.

DAFTAR PUSTAKA

- Afdharani R, Hasanuddin H, dan Bakhtiar B, 2019. Pengaruh Bahan Invigorasi dan Lama Perendaman pada Benih Padi Kadaluarsa (*Oryza sativa* L.) terhadap Viabilitas dan Vigor Benih. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*; 4(1): 169-183.
- Amin A, Juanda BR, dan Zaini M, 2017. Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman dalam ZPT Auksin Terhadap Viabilitas Benih Semangka (*Citrus lunatus*) Kadaluarsa. *Jurnal Penelitian Agrosamudra*; 4(1): 45-57.
- Arief R dan Koes F, 2010. Invigorasi Benih. *Prosiding Pekan Serealia Nasional*; 29(3): 473-477.
- BPS, 2021. *Produksi Tanaman Sayuran 2020*. <http://www.bps.go.id/>. Diakses pada tanggal 20 Agustus 2021.
- Copeland LO dan McDonald MF, 2012. *Principles of Seed Science and Technology*. New York: Springer Science and Business Media.
- Direktorat Perbenihan, 2009. *Persyaratan dan Tata Cara Sertifikasi Benih Bina Tanaman Pangan*. Jakarta: Direktorat Jendral Tanaman Pangan.
- Ernawati E, Rahardjo P, dan Suroso B, 2017. Respon Benih Cabai Merah (*Capsicum annum* L.) Kadaluarsa Pada Lama Perendaman Air Kelapa Muda Terhadap Viabilitas Vigor dan Pertumbuhan Bibit. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian (Journal of Agricultural Science)*; 15(1): 71-83.
- Guritno B dan Sitompul SM, 1995. *Analisis Pertumbuhan Tanaman*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Hartati P, 2019. Hubungan Deteriorasi dengan Umur Simpan Benih Melalui Penggunaan Indikator Pengujian Viabilitas dan Vigor pada Benih Wijen (*Sesamun indicum* L.). *Tesis*. Dipublikasikan. Medan: Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara.

- Ilyas S, 2012. *Ilmu dan Teknologi Benih: Teori dan Hasil-Hasil Penelitian*. Bogor: IPB Press.
- ISTA, 2010. *International Rules for Seed Testing*. Zurich: International Seed Testing Association.
- Juanda BR dan Mulyani C, 2017. Pengaruh Masa Kadaluarsa dan Perendaman dalam Air Kelapa Terhadap Invigorasi Benih Semangka (*Citruillus lunatus* Thunb. Matsum. Et Nankai). *Jurnal Penelitian Agrosamudra*; 4(2): 81-91.
- Juanda H, Hasanuddin H dan Syamsuddin S, 2020. Efektivitas Invigorasi Benih Cabai (*Capsicum annum L.*) Kadaluarsa Menggunakan Rizobakteri Pemacu Pertumbuhan Tanaman. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*; 5(2): 121-129.
- Juarni, 2017. Pengaruh Pupuk Cair Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Seledri (*Apium graveolens*) Sebagai Penunjang Praktikum Fisiologi. *Skripsi*. Dipublikasikan. Banda Aceh: Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Darussalam.
- Kamson W, 2020. Invigorasi Benih Cabai Rawit (*Capsicum frutescens L.*) Kadaluarsa Dengan Berbagai Konsentrasi dan Lama Perendaman Ekstrak Tauge. *Skripsi*. Dipublikasikan. Medan: Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara.
- Kolo E dan Tefa A, 2016. Pengaruh Kondisi Simpan Terhadap Viabilitas dan Vigor Benih Tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill). *Savana Cendana*; 1(03): 112-115.
- Lakitan B, 2002. *Dasar-Dasar: Fisiologi Tumbuhan*. Jakarta: PT Raja Grafindo.
- Lama M dan Kune SJ, 2016. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produksi Usaha Tani Sayur Sawi di Kelurahan Bensone Kecamatan Kota Kefamenanu Kabupaten Timor Tengah Utara. *Agrimor*; 1(02): 27-29.
- Lesilolo MK, Riry J dan Matatula EA, 2013. Pengujian Viabilitas dan Vigor Benih Beberapa Jenis Tanaman Yang Beredar di Pasaran Kota Ambon. *Agrologia*; 2(1): 1-9.
- Listina R, 2012. *Teknologi Tepat Guna Pemanfaatan Eceng Gondok*. Yogyakarta: Multi Kreasi Satu Delapan.
- Lubis RR, Kurniawan T, dan Zuyasna Z, 2018. Invigorasi Benih Tomat Kadaluarsa Dengan Ekstrak Bawang Merah Pada Berbagai Konsentrasi dan Lama Perendaman. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*; 3(4): 175-184.
- Mandasari P, Fathurrahman M dan Bahrudin H, 2014. Invigorasi Benih Nangka (*Artocarpus Heterophyllus* Lamk.) Setelah Periode Simpan Dengan Pemberian ZPT. *Jurnal Agrotekbis*; 2(2): 155-160.
- Marliah A, Nasution M, dan Azmi S, 2010. Pengaruh Masa Kadaluarsa dan Penggunaan Berbagai Ekstrak Bahan Organik Terhadap Viabilitas dan Vigor Benih Semangka (*Citruillus vulgaris* Schard.). *Jurnal Agrista*; 14(2): 44-50.
- Muchtaromah B, Susilowati R, dan Kusumastuti A, 2006. Pemanfaatan Tepung Hasil Fermentasi Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) Sebagai Campuran Pakan Ikan Untuk Meningkatkan Berat Badan dan Daya Cerna Protein Ikan Nila Merah (*Oreochromis sp.*). *El-Qudwah*; 10(2006): 1-10.
- Musbakri, 1999. Ekstraksi dan Identifikasi Giberellin Dari Akar Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*). *Skripsi*. Dipublikasikan. Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Napitupulu B, 2020. Respon Daya Berkecambah dan Pertumbuhan Benih *Mucuna bracteata* Melalui Pematihan Dormansi dan Pemberian Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) Alami. *Skripsi*. Dipublikasikan. Medan: Fakultas Pertanian Universitas Medan Area.
- Nirmala S, 2019. Pengaruh Konsentrasi Giberelin (GA3) dan Lama Perendaman Terhadap Viabilitas Jeruk (*Citrus limonia osbeck*) Kultivar *Japansche citroen*. *Skripsi*. Dipublikasikan. Malang: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Nurhalimah, 2017. Pengujian Kandungan Unsur Hara Pada Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) dari Danau Toba. *Skripsi*. Dipublikasikan. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Permanasari I, Irfan M dan Abizar A, 2014. Pertumbuhan dan Hasil Kedelai (*Glycine max L. Merrill*) Dengan Pemberian Rhizobium dan Pupuk Urea Pada Media Gambut. *Jurnal Agroteknologi*; 5(1): 29-34.
- Permatasari DA, Rahayu YS, dan Ratnasari E, 2016. Pengaruh Pemberian Hormon Giberelin Terhadap Pertumbuhan Buah Secara Partenokarpi Pada Tanaman Tomat Varitas Tombatu F1. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*; 5(1): 25-31.
- Prabawa PS, Parmila IP, dan Suarsana M, 2020. Invigorasi Benih Sawi Pagoda (*Brassica narinosa*) Kadaluarsa Dengan Berbagai Konsentrasi Zat Pengatur Tumbuh Alami. *Agro Bali: Agricultural Journal*; 3(1): 91-97.
- Purba HWS, Sitepu FE, dan Haryati H, 2013. Viabilitas Benih Rosela (*Hibiscus sabdariffa L.*) Pada Berbagai Kadar Air Awal dan Kemasan Benih. *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*; 1(2): 318-326.
- Puspitaningtyas I, Anwar S, dan Karno K, 2018. Perkecambahan Benih dan Pertumbuhan Bibit Jarak Pagar (*Jatropha curcas* Linn.) Dengan Invigorasi Menggunakan Zat Pengatur Tumbuh Pada Periode Simpan Yang Berbeda. *Journal of Agro Complex*; 2(2): 148-154.
- Putra RP, Wulandari S, dan Fauziyah Y, 2017. Potensi Pengembangan Bahan Ajar: Handout Pada Pembelajaran IPA SMP Berbasis Penelitian Pengaruh Konsentrasi Nutrisi AB Mix Pada Pertumbuhan Tanaman Bayam (*Amaranthus tricolor L.*) Dengan Teknik Hidroponik Sistem Wick. *Disertasi*. Dipublikasikan. Pekanbaru: Riau University.
- Putra Y, Rusbana TB, dan Anggraeni W, 2015. Pengaruh Kuat Medan Magnet dan Lama Perendaman Terhadap Perkecambahan Padi (*Oryza sativa L.*) Kadaluarsa Varietas Cihayang. *Jurnal Agroekoteknologi*; 6(2): 157-168.
- Rahmawati MS, 2008. Pengaruh BAP dan GA3 Terhadap Perkecambahan *Helonica caribea* Secara In Vitro. *Skripsi*. Dipublikasikan. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

- Riko, Aini SN, dan Asriani E, 2019. Aplikasi Berbagai Konsentrasi Giberelin (GA3) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kailan (*Brassica oleracea* L.) Pada Sistem Budidaya Hidroponik. *Jurnal Hortikultura*; 29(2): 181-188.
- Rudiansyah J, Nurbaiti N, dan Tabrani G, 2017. Respon Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis Guinessnsis* Jacq.) Terhadap Pemberian Pupuk Daun dan Giberelin. *Disertasi*. Dipublikasikan. Pekanbaru: Riau University.
- Sadjad S, 1993. *Dari Benih Kepada Benih*. Jakarta: PT Grasindo.
- Sadjad SO, Murniati E, dan Ilyas S, 1999. *Parameter Pengujian Vigor Benih dari Komparatif ke Simulatif*. Jakarta: PT Grasindo.
- Savitriani N dan Rahayu T, 2020. Pengaruh Ekstrak Bulb Eceng Gondok Terhadap Pertumbuhan Biji Cabai Merah Keriting (*Capsicum annum* L.). *Disertasi*. Dipublikasikan. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Sekoh R, Tumbelaka S, dan Lumingkewas AM, 2021. Kajian Mutu Benih Tanaman Jagung Pulut (*Zea mays ceratina* L.) Di Kabupaten Bolaang Mongondov. *In COCOS*; 2(2).
- Setiawan AN, Vistiadi K, dan Sarjiyah S, 2021. Perbaikan Perkecambahan dan Pertumbuhan Bawang Merah Dengan Perendaman Benih Dalam Giberelin. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*; 21(1): 40-50.
- Setiawan S dan Wahyudi A, 2014. Pengaruh Giberelin Terhadap Pertumbuhan Beberapa Varietas Lada untuk Penyediaan Benih Secara Cepat. *Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat*; 25(2): 111-118.
- Shibaoka H, 1993. Regulation by Gibberellins of the Orientation of Cortical Microtubules in Plant Cells. *Functional Plant Biology*; 20(5): 461-470.
- Sidemen IN, Raka IDN, dan Udiyana PB, 2017. Pengaruh Jenis Pupuk Organik Terhadap Pertumbuhan Tanaman Bayam (*Amaranthus* sp.) Pada Tanah Tegalan Daerah Kubu, Karangasem. *Jurnal Agrimet*; 7(13): 31-40.
- Sinay H, 2018. Pengaruh Giberelin dan Temperatur Terhadap Pertumbuhan Semai Gandaria (*Bouea macrophylla* Griffith.). *Bioscientiae*; 8(1): 15-22.
- Sofyani R, 2020. Invigorasi Tiga Benih Sayuran Kadaluarsa Dengan Menggunakan Ekstrak Jagung. *Skripsi*. Aceh Utara: Fakultas Pertanian Universitas Malikussaleh.
- Statistik BP dan Negeri KD, 2021. *Berita Resmi Statistik Hasil Sensus Penduduk 2020*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.
- Subandi M, Salam NP, dan Frasetya B, 2015. Pengaruh Berbagai Nilai EC (*Electrical Conductivity*) Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bayam (*Amaranthus* sp.) Pada Hidroponik Sistem Rakit Apung (*Floating Hydroponics System*). *Jurnal Istek*; 9(2): 136-152.
- Supardy S, Adelina E, dan Made U, 2016. Pengaruh Lama Perendaman Dan Konsentrasi Giberelin (GA3) Terhadap Viabilitas Benih Kakao (*Theobroma cacao* L.). *AGROTEKBIS: E-Jurnal Ilmu Pertanian*; 4(4): 425-431.
- Supriyanto dan Prakasa KE, 2011. Pengaruh Zat Pengatur Tumbuh Rootone-F Terhadap Pertumbuhan Stek *Duabanga mollucana*. Blume. *Jurnal Silvikultur Tropika*; 03(01): 59-65.
- Sutopo L, 2004. *Teknologi Benih*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada.
- Suyatmi S, Endah DH, dan Sri D, 2011. Pengaruh Lama Perendaman dan Konsentrasi Asam Sulfat (H₂SO₄) Terhadap Perkecambahan Benih Jati (*Tectona grandis* Linn.). *Anatomi Fisiologi*; 19(1): 28-36.
- Syfandi I, 2017. Pengaruh Ekstrak Limbah Bawang Merah (*Allium cepa* L.) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) Secara Hidroponik Sebagai Penunjang Praktikum Mata Kuliah Fisiologi Tumbuhan. *Disertasi*. Dipublikasi. Banda Aceh: Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Ar-Raniry Darussalam.
- Tambunan TT, 2012. *A Survey of Business Model for Agricultural Investment in Indonesia*. Canada: The International Institute for Sustainable Development.
- Un V, Farida S, Tito SI, 2018. Pengaruh Jenis Zat Pengatur Tumbuh Terhadap Perkecambahan Benih Cendana (*Santalum album* Linn.). *Indonesia Green Technology Journal*; 7(1): 27-34.
- Wahdah R, Ellya H, dan Hairina H, 2020. Respon Viabilitas Benih Kacang Tunggak Nagara (*Vigna unguiculata* ssp *cylindrica*) Akibat Pemberian Konsentrasi Ekstrak Akar Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*). *Rawa Ssins: Jurnal Sains STIPER Amuntai*; 10(2): 63-73.
- Wahdah R, Ellya H, Kurniawati E, 2021. Pengaruh Lama Priming Dengan Ekstrak Akar Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Terhadap Viabilitas Benih Kacang Tunggak Nagara (*Vigna unguiculata* ssp *cylindrica*). *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah*; 6(3).
- Waluyo N, 2016. *Persyaratan Teknis Minimal (PTM) Mutu Fisik Benih Beberapa Komoditas Sayuran*. Bandung: Balai Penelitian Tanaman Sayuran.
- Widajati E, Murniati E, Palupi ER, Kartika T, Suhartanto MR, dan Qodir A, 2012. *Dasar Ilmu dan Teknologi Benih*. Bogor: IPB Press.
- Widodo A, Suharti P, dan Listiana L, 2016. Pengaruh Filtrat Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Pada Media AB Mix Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kangkung (*Ipomea reptans*, Poir) dengan Hidroponik Wick System dan Pemanfaatannya Sebagai Media Informasi Bagi Pendidikan Ke Masyarakat. *Disertasi*. Dipublikasikan. Surabaya: Universitas Muhammadiyah Surabaya.
- Windarti F dan Sopandi T, 2018. Reduksi Jumlah Biji Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*) Dengan Menggunakan Sari Akar Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*). *STIGMA: Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Unipa*; 11(02): 43-51.
- Wiraatmaja IW, 2017. *Zat Pengatur Tumbuh*. Bali: Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Udayana.

- Wulandari E, Guritno B, dan Aini N, 2014. Pengaruh Kombinasi Jumlah Tanaman Per Polybag dan Komposisi Media Tanam Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Mentimun (*Cucumis sativus* L.) Var. Venus. *Jurnal Produksi Tanaman*; 2(6): 464-473.
- Yuniarti N, Megawati M, dan Leksono B, 2013. Pengaruh Metode Ekstraksi dan Ukuran Benih Terhadap Mutu Fisik-Fisiologis Benih *Acacia crassicarpa*. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*; 10(3): 129-137.

Article History:

Received: 10 Februari 2022

Revised: 24 Februari 2022

Available online: 3 Maret 2022

Published: 31 Mei 2022

Authors:

Erika Rizki Sagita, Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Surabaya, Jalan Ketintang Gedung C3 Lt. 2 Surabaya 60231, Indonesia, email: erika.18016@mhs.unesa.ac.id

Yuni Sri Rahayu, Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Surabaya, Jalan Ketintang Gedung C3 Lt.2 Surabaya 60231, Indonesia, email: yunirahayu@unesa.ac.id

How to cite this article:

Sagita ER dan Rahayu YS, 2022. Invigorasi Benih Bayam (*Amaranthus* sp.) Dengan Ekstrak Akar Eceng Gondok. *LenteraBio*, 11 (2): 326-340.