I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Kedelai merupakan produk tanaman pangan pertanian yang penting di dunia. Kebutuhan kedelai di Indonesia sangat tinggi, tetapi ketersediaannya masih jauh dari mencukupi karena produksinya sangat rendah. Teknologi budidaya kedelai yang rendah, berkurangnya hasil panen, harga impor kedelai murah dan musim kemarau yang berkepanjangan mengakibatkan rendahnya produksi kedelai dalam negeri. Produksi kedelai di Indonesia belum mampu mencukupi kebutuhan dalam negeri, sehingga untuk mencukupi kebutuhan tersebut pemerintah melakukan impor kedelai. Penurunan hasil produksi kedelai dapat disebabkan karena adanya faktor internal yaitu mutu benih, untuk itu perlu dilakukan pengujian mutu benih sebelum benih kedelai ditanam di lapangan (Setyawan dan Huda, 2022).

Viabilitas benih merupakan kemampuan benih untuk berkembang atau daya kecambah pada tanaman muda misal perkecambahan di bawah kondisi lingkungan yang menguntungkan setelah dormansi. Hal ini berkaitan dengan pengujian daya kecambah dan uji tetrazolium dapat dilakukan untuk mengetahui mutu benih kedelai (Luciana, 2022). Pengujian viabilitas benih dengan menggunakan metode pewarnaan tetrazolium merupakan suatu metode pengujian cepat untuk mengetahui viabilitas benih secara cepat, karena benih-benih yang diuji tidak perlu dikecambahkan dengan uji daya berkecambah pada umumnya yang akan memerlukan waktu lebih lama, sehingga metode pengujian ini dapat juga disebut dengan *quick test* (Subantoro, 2023).

Pengujian daya berkecambah pada umumnya berlangsung lama yaitu sekitar 5–10 hari, sehingga apabila ada kebutuhan akan benih yang mendesak, maka dilakukan pengujian secara cepat dengan menggunakan uji tetrazolium. Menurut *International Seed Testing Association* (ISTA) uji tetrazolium menggunakan bahan kimia garam tetrazolium yang dapat memberikan warna merah pada sel dan sifatnya yang tidak beracun. Hasil pewarnaan dari uji

tetrazolium yang dilakukan menunjukkan adanya indikasi benih tersebut dikatakan viabel dan non viabel. Hal ini akan menunjukkan kemungkinan benih tersebut hidup atau mati di lapangan. Benih dikatakan hidup atau viabel dapat terlihat dari hasil pewarnaan benih kedelai yang menunjukkan warna merah pekat pada bagian kotiledon benih serta seluruh bagian benih kedelai terwarnai dengan sempurna. Benih dikatakan mati atau non viabel dapat terlihat dari hasil pewarnaan benih kedelai yang menunjukkan warna putih dan pucat pada bagian kotiledon benih dan bagian benih terdapat bercak-bercak berwarna hitam maupun putih. Hasil pewarnaan pada benih non viabel cenderung tidak sempurna hal ini terlihat saat pengujian tetrazolium (Subantoro, 2023).

Kemampuan berkecambah tiap jenis benih berbeda-beda dan dipengaruhi oleh faktor internal maupun eksternal benih. Pengujian daya berkecambah benih merupakan suatu proses untuk menentukan kemampuan benih dalam proses berkecambah. Pengujian daya berkecambah benih kedelai menggunakan media pasir merupakan hal baru. Oleh karena itu, media pasir sebagai media perkecambahan pada benih kedelai lebih efektif karena adanya proses sterilisasi media yang dilakukan. Melalui hal tersebut penggunaan media pasir dengan suhu konstan yaitu 25 ± 2 °C lebih steril yang membuat benih kedelai berkecambah dengan memperhatikan kondisi suhu ruang yang terkonsentrasi dibandingkan dengan penjujian daya berkecambah menggunakan (UKDdp). Selain itu, penggunaan media pasir tidak membutuhkan biaya yang mahal. Hasil dari pengujian dapat berjalan dengan baik sesuai dengan proses pengujian daya berkecambah benih (Setyawan dan Huda, 2022). Berdasarkan uraian tersebut penulis melakukan penelitian dengan judul “Uji Viabilitas Benih Kedelai (*Glycine max* L.) Menggunakan Benerapa Metode Pengujian”.

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini yaitu :

1. Mengetahui hasil dari pengujian viabilitas benih kedelai varietas Gepak Kuning dan Grobogan melalui uji tetrazolium.

2. Mengetahui dan membandingkan hasil dari pengujian viabilitas benih kedelai varietas Gepak Kuning dan Grobogan menggunakan media pasir dan media kertas (UKDdp).
3. Membandingkan hasil pengujian viabilitas benih melalui beberapa metode pengujian.

1.3 Kerangka Pemikiran

Persentase tingkat pertumbuhan tanaman di lapangan dipengaruhi oleh kemampuan daya berkecambah benih. Menurut KEPMENTAN (2018), pada benih kedelai persentase standar mutu laboratorium minimal 80%. Kedelai merupakan tanaman yang memiliki keserempakan tumbuh yang kecil. Hal ini terlihat dari kemampuan benih tersebut serta viabilitas dan vigor benih kedelai. Viabilitas benih kedelai saat ini mengalami seragkaian tantangan yang ada. Penggunaan metode cepat uji tetrazolium dilakukan karena adanya kenaikan kebutuhan benih secara nasional yang mendesak, sehingga pengujian viabilitas benih yang dilakukan harus bisa menghemat waktu pengujian agar kenaikan kebutuhan benih dapat terpenuhi dengan cepat di bandingkan dengan pengujian viabilitas benih pada umumnya.

Konsentrasi larutan yang digunakan yaitu 0,5% dan 1%. Hal ini dikarenakan pengujian dengan konsentrasi larutan sebanyak 0,5% dinilai sesuai dengan benih kedelai yang dilakukan uji tetrazolium sedangkan penggunaan konsentrasi larutan sebanyak 1% sesuai dengan bentuk dan karakteristik benih kedelai. Varietas yang digunakan pada penelitian ini yaitu Gepak Kuning dan Grobogan. Varietas ini merupakan varietas benih kedelai lokal yang memiliki sifat unggul yang tinggi. Varietas Gepak Kuning dan Grobogan memiliki ketahanan terhadap hama serta produktivitas yang tinggi. Pada penelitian terdahulu varietas tersebut belum pernah dilakukan uji tetrazolium dengan konsentrasi tersebut (DPKP, 2023).

Pengujian daya berkecambah dengan menggunakan media pasir merupakan metode baru yang dilakukan pada benih kedelai. Pasir yang digunakan harus di pastikan terhindar dari bakteri dan virus yang tertinggal dengan melakukan sterilisasi pada pasir yang digunakan. Pada penelitian terdahulu

penggunaan media pasir hanya dilakukan pada benih yang berukuran besar seperti kacang tanah. Suhu ruang yang terkendali dapat memicu perkecambahan benih secara optimal sehingga pengamatan daya berkecambah dapat dilakukan dengan efektif pada suhu ruang yang terkendali. Penggunaan media pasir suhu konstan yaitu 25 ± 2 °C pada benih kedelai merupakan penelitian yang belum pernah dilakukan sebelumnya. Pengujian tersebut dapat dijadikan referensi untuk penelitian yang akan datang pada benih kedelai.

1.4 Hipotesis

Berdasarkan tujuan dari penelitian yang dilakukan didapatkan hipotesis sebagai berikut :

1. Diduga benih kedelai varietas Gepak Kuning dan Grobogan memiliki viabilitas yang berbeda dengan menggunakan pengujian tetrazolium.
2. Diduga benih kedelai varietas Gepak Kuning dan Grobogan dapat memberikan hasil viabilitas benih yang berbeda baik pada media pasir maupun media kertas (UKDdp).
3. Diduga terdapat perbedaan hasil antara beberapa metode pengujian viabilitas benih yang dilakukan.

1.5 Kontribusi

Kontribusi dari penelitian ini diharapkan dapat memberi pengetahuan tentang hasil penelitian kepada pembaca, diharapkan bertambahnya wawasan pengetahuan bagi penyusun terkait penelitian ini serta hasil dari penelitian ini dapat menjadi tumpuan atau referensi penelitian berikutnya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi Tanaman Kedelai

Kedelai (*Glycine max* L.) merupakan tanaman berasal dari famili Fabaceae. Tanaman kedelai merupakan tanaman yang tidak asing lagi di Indonesia. Klasifikasi kedelai (*Glycine max* L.) sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Polypetales
Famili	: Leguminosae
Sub-famili	: Papilionoideae
Genus	: Glycine
Subgenus	: Soja
Spesies	: <i>Glycine max</i>

2.2 Tanaman Kedelai

Tanaman kedelai (*Glycine max* L.) merupakan tanaman semusim, tanaman tegakan dengan tinggi 40 sampai 90 cm, bercabang, memiliki daun tunggal dan daun bertiga, bulu pada daun dan polong tidak terlalu padat serta umur tanaman antara 72 sampai 90 hari. Biji merupakan komponen morfologi kedelai yang bernilai ekonomis. Bentuk biji kedelai beragam dari lonjong hingga bulat. Warna biji kedelai bervariasi dari kuning, hijau, coklat, hitam, hingga kombinasi berbagai warna atau campuran. Biji sebagian besar tersusun oleh kotiledon dan dilapisi oleh kulit biji (testa), antara kulit biji dan kotiledon terdapat lapisan endosperma (Adie dan Krisnawati, 2019).

Varietas kedelai Gepak Kuning adalah salah satu jenis benih kedelai yang memiliki ciri khas warna biji yang kuning. Varietas ini dikenal karena memiliki sejumlah karakteristik yang membuatnya diminati oleh para petani dan pengusaha

di Indonesia. Gepak Kuning sering dipilih karena tingkat produktivitasnya yang tinggi. Tanaman kedelai ini mampu menghasilkan jumlah biji yang cukup besar per hektar tanah, sehingga menarik bagi petani yang mengutamakan hasil yang maksimal. Selain itu, varietas ini juga memiliki adaptasi lingkungan yang baik. Gepak Kuning telah diadaptasi untuk tumbuh dan berkembang di berbagai kondisi tanah dan iklim di Indonesia, sehingga dapat ditanam di berbagai wilayah tanpa mengalami masalah yang signifikan (Umarie dan Oktarina, 2018).

Ketahanan terhadap penyakit dan hama juga merupakan salah satu keunggulan dari varietas Gepak Kuning. Meskipun tidak sepenuhnya kebal terhadap serangan penyakit dan hama, varietas ini cenderung memiliki tingkat ketahanan yang lebih baik dibandingkan dengan beberapa varietas lainnya. Kualitas biji kedelai dari varietas Gepak Kuning juga dianggap baik. Biji-bijinya memiliki warna kuning yang khas dan sering kali memiliki ukuran yang seragam, membuatnya lebih mudah untuk diproses dan dijual di pasar. Melalui karakteristik-karakteristik ini, varietas kedelai Gepak Kuning menjadi salah satu pilihan yang menarik bagi petani di Indonesia yang mencari benih kedelai yang produktif, tahan terhadap lingkungan, dan menghasilkan biji berkualitas tinggi. Oleh karena itu, varietas ini terus menjadi populer di kalangan petani dan merupakan salah satu kontributor utama dalam industri pertanian kedelai di Indonesia (Saragih, 2019).

Varietas kedelai Grobogan adalah salah satu jenis benih kedelai yang dikembangkan dan diproduksi di Indonesia, khususnya di wilayah Grobogan, Jawa Tengah (Umarie dan Oktarina, 2018). Varietas ini telah menjadi pilihan populer bagi para petani karena memiliki sejumlah karakteristik yang menguntungkan. Grobogan dikenal karena tingkat ketahanannya terhadap berbagai penyakit yang sering menyerang tanaman kedelai, seperti penyakit layu fusarium, antraknosa, dan keropeng daun. Hal ini membuat varietas ini lebih tahan terhadap kondisi lingkungan yang tidak selalu ideal. Selain itu, produktivitas Grobogan juga cukup baik. Tanaman kedelai ini mampu menghasilkan jumlah biji yang memadai per hektar tanah, menjadikannya pilihan yang menarik bagi petani yang mencari varietas yang dapat memberikan hasil yang stabil dan maksimal (Suryadi *et al.*, 2020).

Adaptasi lingkungan juga merupakan salah satu keunggulan dari varietas Grobogan. Dikembangkan khusus untuk tumbuh dan berkembang di wilayah Grobogan dan sekitarnya, varietas ini telah diadaptasi untuk kondisi tanah dan iklim tertentu yang khas bagi wilayah tersebut. Hal ini memastikan bahwa tanaman dapat tumbuh dengan baik dan memberikan hasil yang optimal di lingkungan yang spesifik. Kualitas biji kedelai dari varietas Grobogan juga memenuhi standar yang diperlukan baik untuk konsumsi manusia maupun sebagai bahan baku industri. Hal ini membuatnya menjadi pilihan yang baik bagi petani yang mencari varietas yang tidak hanya produktif tetapi juga menghasilkan biji berkualitas tinggi. Secara keseluruhan, varietas kedelai Grobogan merupakan pilihan yang menarik bagi petani di Indonesia yang mencari benih kedelai yang tangguh, produktif, mudah beradaptasi dengan lingkungan, dan menghasilkan biji berkualitas tinggi. Melalui sifat-sifat ini, varietas Grobogan terus menjadi salah satu pilihan utama dalam industri pertanian kedelai di Indonesia (Jawak dan Juharni, 2021).

2.3 Syarat Tumbuh Kedelai

Syarat tumbuh yang dikehendaki oleh tanaman kedelai salah satunya meliputi faktor iklim. Faktor iklim yang menentukan biasanya seperti suhu dan intensitas sinar matahari, kondisi suhu kelembaban dan curah hujan. Kedelai termasuk golongan yang membutuhkan sinar matahari penuh dan tidak perlu adanya naungan, namun untuk berbunga kedelai tidak mampu terlalu lama terkena sinar matahari melebihi 16 jam karena kedelai tergolong juga tanaman hari pendek. Pada umumnya tanaman kedelai membutuhkan suhu udara tinggi dengan curah hujan (kelembaban) yang relatif rendah. Jika keberadaan suhu udara lebih rendah daripada curah hujannya maka kedelai yang dihasilkan akan mengalami penurunan kualitas (Subaedah *et al.*, 2019).

Tanaman kedelai cocok dan mudah beradaptasi di daerah tropis seperti di Indonesia yang daerahnya terbuka dan berhawa panas, terutama di dataran rendah sampai dengan ketinggian 1.200 dari permukaan laut. Untuk suhunya, kedelai dapat tumbuh pada suhu optimum berkisar 25 °C sampai dengan 30 °C dengan curah hujan berkisar 150–200 mm per bulannya. Kedelai dalam proses

pertumbuhannya memerlukan lamanya penyinaran berkisar 12 jam per hari dengan rata rata kelembaban 65% (Subaedah *et al.*, 2019).

2.4 Uji Tetrazolium

Tetrazolium merupakan suatu cara pengujian terhadap viabilitas benih secara cepat dan bersifat tidak langsung. Pengujian ini menggunakan garam tetrazolium. Garam tetrazolium ini merupakan senyawa kimia yang dapat direduksi secara enzymatic di dalam jaringan benih yang masih hidup. Reduksi senyawa ini akan merubah senyawa formazan yang berwarna merah cerah. Garam tetrazolium merupakan bahan yang tidak berwarna, di dalam jaringan-jaringan sel hidup, zat ini ikut serta dalam proses reduksi. Proses hidrogenida, dalam sel hidup terbentuklah triphenyl formazan yang berwarna merah stabil dan bersifat tidak difus. Hal ini bertujuan untuk dapat membedakan sel hidup yang berwarna merah dari bagian sel mati yang tidak berwarna (Sinaga *et al.*, 2021).

Keberadaan posisi dan ukuran daerah berwarna dan tidak berwarna pada embrio dapat ditentukan apakah benih tersebut digolongkan sebagai viabel atau non viabel. Prinsip kerja uji tetrazolium adalah berdasarkan perbedaan warna dari benih setelah direndam dalam larutan tetrazolium. Jaringan dalam benih itu hidup akan menghasilkan suatu reaksi pada benih dengan menimbulkan kriteria pewarnaan yaitu merah cerah menandakan jaringan masih hidup kemudian merah jambu yaitu jaringan sudah lemah dan merah tua yaitu jaringan rusak serta tidak berwarna menandakan jaringan sudah mati. Terdapat perbedaan warna yang signifikan dari benih kedelai yang dinyatakan viabel dan non viabel (Sinaga *et al.*, 2021).

Pada pengujian tetrazolium yang dilakukan dilihat apakah benih tersebut masuk dalam kategori viabel ataupun non viabel. Kriteria benih kedelai yang viabel pada pengujian tetrazolium biasanya meliputi embrio yang berwarna merah atau pink secara keseluruhan atau pada bagian-bagian vital seperti plumula dan radikula. Selain itu, embrio yang tampak segar dan sehat juga menunjukkan viabilitas benih yang baik. Perubahan warna yang kuat dan merata merupakan tanda positif bahwa benih tersebut memiliki potensi untuk berkecambah dan tumbuh menjadi tanaman kedelai yang sehat. Kriteria benih kedelai yang non-

viabel pada pengujian tetrazolium adalah embrio yang tidak menunjukkan perubahan warna atau menunjukkan perubahan warna yang sangat pucat. Biasanya pada embrio berwarna putih dan pewarnaan pada benih kedelai tidak merata. Hal ini menandakan bahwa embrio tersebut tidak memiliki aktivitas metabolik yang mencukupi untuk menghasilkan reaksi dengan tetrazolium, sehingga benih tersebut tidak viabel dan kemungkinan besar tidak akan berkecambah atau tumbuh menjadi tanaman yang sehat (ISTA, 2018).

Menurut KEPMENTAN (2022), benih dikategorikan viabel apabila benih terwarnai sempurna, benih dengan sedikit kerusakan seperti: sepertiga bagian radikula berwarna merah tua, tidak terwarnai atau tidak ada, area embrio berwarna merah tua, kurang dari setengah area kedua kotiledon berwarna merah tua, tidak terwarnai, atau hilang, $3/4$ area salah satu kotiledon berwarna merah tua, tidak terwarnai atau hilang, kurang dari $1/4$ kedalaman dari kedua kotiledon berwarna merah tua atau tidak terwarnai.

Benih dikategorikan non viabel apabila benih tidak terwarnai seluruhnya, benih dengan kerusakan berat seperti lebih dari sepertiga bagian radikula berwarna merah tua, tidak terwarnai atau tidak ada, area pertautan embrio tidak terwarnai atau busuk, setengah atau lebih dari setengah bagian area kedua kotiledon berwarna merah tua, tidak terwarnai, atau hilang, lebih dari $3/4$ area salah satu kotiledon berwarna merah tua, tidak terwarnai atau hilang, $1/4$ atau lebih dari $1/4$ kedalaman dari kedua kotiledon berwarna merah tua atau tidak terwarnai. Jika evaluasi dilakukan sampai hari berikutnya atau terjadi penundaan evaluasi, maka benih harus direndam dan disimpan dalam kulkas dan tidak lebih dari 24 jam. Pada saat pengujian sangat di anjurkan untuk menyelesaikan pada hari tersebut (KEPMENTAN, 2022).

2.5 Viabilitas Benih

Viabilitas adalah kemampuan benih tumbuh normal dalam kondisi yang optimum. Viabilitas merupakan kemampuan benih berkecambah dan menghasilkan kecambah normal dalam kondisi lingkungan yang optimum. Viabilitas sub-optimum merupakan kemampuan benih untuk tumbuh menjadi tanaman yang berproduksi normal dalam keadaan optimum atau mampu disimpan

dalam kondisi simpan yang suboptimum dan tahan simpan lama dalam keadaan yang optimum. uji viabilitas dapat melalui indikasi langsung ataupun indikasi tidak langsung, yaitu uji daya kecambah (%) adalah uji viabilitas langsung (menguji kinerja pertumbuhan dari perkecambahan benih) dan uji secara biokimia merupakan uji viabilitas tidak langsung (gejala kehidupan atau kapasitas metabolisme). Adapun contoh uji secara biokimia yaitu : uji tetrazolium, uji FeCl_3 , uji DHL (Daya Hantar Listrik), dan sebagainya (Sopian *et al.*, 2018).

Uji viabilitas benih atau daya hidup benih yang dicerminkan oleh dua informasi masing-masing daya kecambah dan kekuatan tumbuh dapat ditunjukkan melalui gejala-gejala metabolisme benih atau gejala pertumbuhan. Uji viabilitas benih dapat dilakukan secara tak langsung, misalkan dengan mengukur gejala-gejala metabolisme ataupun secara langsung dengan mengamati dan membandingkan unsur-unsur tumbuh tertentu struktur pertumbuhan yang dinilai dari akar, batang, daun dan daun lembaga. Nilai hasil pengujian daya kecambah merupakan nilai minimum. Harga tengah antara kedua nilai pengujian di laboratorium akan menjadi nilai tumbuh di lapangan (Sopian *et al.*, 2018).

Viabilitas benih didefinisikan sebagai kemampuan benih untuk berkembang atau daya kecambah pada tanaman muda misal perkecambahan di bawah kondisi lingkungan yang menguntungkan setelah dormansi. Pengeringan terlalu lama pada temperature yang tinggi akan menyebabkan viabilitas benih mengalami degradasi pada enzim dan hidrolisis pada pati. Semakin lama pada temperature tinggi akan menyebabkan benih mati (Sinaga *et al.*, 2021).

2.6 Pengujian Daya Berkecambah

Pengujian daya berkecambah pada prinsipnya adalah menguji sejumlah benih dan menentukan persentase dari jumlah benih tersebut yang dapat tumbuh atau mampu berkecambah secara normal pada jangka waktu yang telah ditentukan. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui cara mengecambahkan berbagai jenis benih dan menguji daya berkecambah benih dari lot tertentu dengan menggunakan substrat kertas, menilai berbagai jenis spesies benih yang dikecambahkan dan mengklasifikasikannya, menentukan

viabilitas suatu lot benih dengan tolak ukur daya kecambah (Elfiani dan Jakoni, 2019).

Pengujian daya berkecambah benih merupakan suatu proses untuk menentukan kemampuan benih untuk berkecambah. Daya berkecambah merupakan indikator vitalitas benih dan kemampuannya untuk memberikan tunas yang normal di bawah kondisi lingkungan yang sesuai. Pengujian ini dilakukan untuk memastikan kualitas benih sebelum digunakan dalam kegiatan penanaman. Pengujian daya berkecambah benih bertujuan untuk mengetahui berapa persentase pertumbuhan benih yang akan tumbuh di lapangan. Menurut Dewi (2019), adapun karakteristik kecambah normal dan abnormal pada pengujian daya berkecambah benih kedelai adalah sebagai berikut :

A. Kecambah Normal :

1. Kecambah sempurna merupakan kecambah dengan semua struktur esensialnya berkembang baik, lengkap, seimbang (proporsional) dan sehat.
2. Kecambah dengan sedikit kerusakan atau kekurangan yaitu kecambah yang memiliki cacat ringan pada struktur esensialnya, namun bagian lainnya menunjukkan perkembangan yang baik dan serupa dengan perkembangan kecambah sempurna pada pengujian atau analisis yang sama.
3. Kecambah dengan infeksi sekunder adalah kecambah yang sesuai dengan salah satu kategori di atas, tapi terinfeksi oleh cendawan atau bakteri yang berasal dari sumber lain, tidak dari benih tersebut.

B. Kecambah abnormal :

1. Kecambah rusak yaitu kecambah dengan satu atau lebih struktur esensialnya tidak ada atau rusak parah. Kecambah atau struktur esensial yang berubah bentuk atau tidak proporsional, yaitu pertumbuhan lemah atau mengalami gangguan fisiologis.
2. Kecambah busuk yaitu kecambah yang salah satu struktur esensialnya terkena penyakit atau busuk akibat infeksi primer sehingga menghambat perkembangannya menjadi kecambah normal.
3. Benih mati adalah benih yang hingga akhir pengujian atau analisis tidak keras, tidak segar atau tidak menunjukkan sedikitpun pertumbuhan. Benih

mati biasanya lunak, berubah warna, seringkali bercendawan dan tidak ada tanda- tanda pertumbuhan

2.6.1 Pengujian daya berkecambah pada media pasir

Pengujian daya berkecambah pada benih kedelai menggunakan media pasir dengan suhu konstan adalah salah satu metode standar yang digunakan dalam mengevaluasi viabilitas benih kedelai. Proses ini penting untuk menentukan kemampuan benih untuk tumbuh dan berkembang menjadi tanaman yang sehat. Pengujian ini berbeda dengan pengujian daya berkecambah menggunakan UKDdp yang dimana media utama yang digunakan yaitu pasir yang telah melalui tahap sterilisasi dan di diamkan di suru ruang yang terkonsentrasi guna menekan bakteri dan jamur yang ada pada media pasir yang akan di gunakan. Proses sterilisasi media yang digunakan memakan waktu sekitar 48 jam sampai media dapat digunakan untuk pertanaman benih kedelai (Dewi, 2019).

Pada pengujian daya berkecambah benih menganakan media pasir parameter atau variabel pengamatan yang dilihat yaitu persentase kecambah normal, abnormal dan benih mati. Hal ini dapart dilihat dengan kriteria pada masing-masing kecambah. Pengujian daya berkecambah benih kedelai menurut standar *International Seed Testing Association* (ISTA) memperhatikan beberapa kriteria untuk menentukan kecambah normal. Pertama, panjang akar dan tunas harus minimal dua kali panjang biji, dengan akar dan tunas yang sehat dan berwarna cerah. Kedua, kecambah harus menunjukkan pertumbuhan yang seimbang antara akar dan tunas, tanpa dominasi salah satu bagian. Kecambah juga harus tampak segar dan vital, menunjukkan kemampuan untuk bertahan hidup dan tumbuh menjadi tanaman dewasa. Terakhir, tidak boleh ada hambatan mekanis yang signifikan dalam proses perkecambahan. Dengan memperhatikan kriteria ini, pengujian daya berkecambah dapat memberikan gambaran yang akurat tentang potensi benih kedelai untuk tumbuh dan berkembang menjadi tanaman yang produktif (ISTA, 2016).

Kriteria kecambah abnormal pada pengujian daya berkecambah benih kedelai menurut *International Seed Testing Association* (ISTA) memperhatikan beberapa hal yang menandakan ketidaknormalan dalam pertumbuhan kecambah.

Pertama, kecambah yang tidak mampu mencapai panjang minimal dua kali panjang biji untuk akar dan tunas dianggap abnormal. Selain itu, kecambah yang menunjukkan pertumbuhan tidak seimbang antara akar dan tunas, dengan dominasi salah satu bagian, juga dianggap tidak normal. Kemudian, kecambah yang memiliki akar atau tunas yang terlihat lemah, mati, atau mengalami kerusakan fisik, serta berwarna gelap atau tidak sehat, juga termasuk kecambah abnormal. Perkembangan kecambah yang terhambat atau tidak mampu menembus lapisan benih tanpa hambatan mekanis yang signifikan juga merupakan tanda kecambah abnormal dalam pengujian. Jika memperhatikan kriteria ini, pengujian daya berkecambah dapat mengidentifikasi kecambah yang tidak memiliki potensi untuk tumbuh dan berkembang menjadi tanaman yang sehat dan produktif. Hal lain di tandai dengan fisik benih yang tidak normal sehingga benih dapat diidentifikasi dengan mudah terkait kecambah tersebut abnormal atau tidak melalui bentuk fisiknya (Dewi, 2019).

Kemudian yang terakhir dalam penentuan benih mati pengujian daya berkecambah benih kedelai menurut standar *International Seed Testing Association* (ISTA), terdapat kriteria yang digunakan untuk menentukan apakah benih tersebut mati atau tidak hidup. Pertama, benih yang tidak menunjukkan tanda-tanda kecambah setelah periode waktu yang ditentukan dianggap mati atau tidak hidup. Tanda-tanda kecambah meliputi pertumbuhan akar dan tunas yang sehat serta perubahan morfologi yang terlihat. Kedua, benih yang mengalami pembusukan atau kerusakan fisik yang signifikan, seperti busuk, retak, atau terkontaminasi oleh patogen, juga dianggap mati atau tidak hidup. Selain itu, benih yang tidak mampu menembus lapisan benih atau menunjukkan pertumbuhan yang sangat lemah juga dapat dianggap tidak hidup. Penting untuk memperhatikan kriteria ini, pengujian dapat mengidentifikasi benih yang tidak memiliki kemampuan untuk berkecambah dan tumbuh menjadi tanaman yang sehat (ISTA, 2016).

2.6.2 Pengujian daya berkecambah menggunakan UKDdp

Metode pengujian daya berkecambah pada uji kertas digulung didirikan dalam plastik (UKDdp) adalah prosedur standar yang digunakan untuk

mengevaluasi kemampuan benih dalam berkecambah di bawah kondisi tertentu. Uji Kertas Digulung Didirikan dalam Plastik (UKDdp) dilakukan dengan menghamparkan selembar plastik transparan tipis di atas meja dan kertas merang lembab diletakkan terhampar di atas lembaran plastik tersebut. Kemudian dilakukan penaburan benih pada media kertas yang disusun sesuai dengan bentuk dan ukuran benih yang akan di kecambahkan. Pengujian UKDdp merupakan pengujian yang sering dilakukan dalam pengamatan daya berkecambah benih yang meliputi kecambah normal, abnormal dan benih mati (Febriyan dan Eny, 2015). Menurut standar *International Seed Testing Association (ISTA)* persentase daya berkecambah minimal agar benih lulus pengujian adalah 80%