

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA, KERANGKA BERPIKIR DAN HIPOTESIS

2.1 Tinjauan pustaka

2.1.1 Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill)

Kedelai merupakan tanaman yang berasal dari famili Leguminosae serta genus *Olycine* yang digunakan dan dimanfaatkan sebagai bahan pangan di Indonesia. Kedelai mengandung gizi protein sebesar 35%, lemak 18%, dan karbohidrat 35% (Arifin, 2013). Kedelai sebagai sumber protein nabati yang sangat penting untuk meningkatkan gizi masyarakat karena harganya murah dan disukai masyarakat. Kedelai juga memiliki kandungan asam amino seperti metionin, tripsin, dan lisin yang tinggi untuk memenuhi kebutuhan gizi dan pangan masyarakat (Adie dan Krisnawati, 2016).

Menurut USDA (2016), klasifikasi tanaman kedelai dalam sistematika tumbuhan (taksonomi) sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Class	: Magnoliopsida
Ordo	: Fabales
Famili	: Fabaceae
Genus	: <i>Glycine</i>
Spesies	: <i>Glycine max</i> (L.) Merrill

Tanaman kedelai termasuk tanaman yang peka terhadap panjang hari (fotoperiode). Pertumbuhan tanaman kedelai membutuhkan panjang hari berkisar antara 11 hingga 12 jam, dan panjang hari optimal untuk menghasilkan produktivitas tinggi adalah panjang hari 14 sampai 16 jam. Kedelai yang ditanam di Indonesia cenderung cepat berbunga dan berumur pendek, yakni 80 sampai 85 hari. Kedelai tumbuh optimal pada tanah gembur dengan pH 5,5 sampai 7,0 berkadar air tanah

cukup, serta lapisan olah dalam dengan tingkat kesuburan tanah antara sedang hingga cukup (Adisarwanto, 2014).

Keberadaan air sangat mempengaruhi perkembangan tanaman terutama tanaman kedelai. Tanaman kedelai sangat rentan apabila curah hujan melewati batas optimum (100 sampai 200 mm/bulan) karena dapat menghambat pertumbuhan. Keberadaan air berfungsi sebagai stabilator suhu tanaman untuk kebutuhan menjaga turgiditas sel maupun untuk kelangsungan metabolisme, khususnya fotosintesis (Wardiyanto dkk., 2021).

Kedelai adalah tanaman aerobik yang lebih sesuai pada tanah yang agak lembap dengan kadar kelembapan 70 sampai 80 % kapasitas lapang, tanah berdrainase baik tetapi memiliki daya pengikat air yang baik. Oleh karena itu, tanah dengan tekstur berliat dan berdrainase baik, atau tanah lempung berpasir (*sandy loam*) yang kaya bahan organik, sangat sesuai untuk tanaman kedelai (Sumarno dan Manshuri, 2016).

Biji kedelai mempunyai ukuran bervariasi mulai dari kecil (7 sampai 9 g/100 biji), sedang (10 sampai 13 g/100 biji) dan besar (lebih dari 13 g/100 biji). Bentuk biji beragam tergantung pada varietas tanaman, yaitu bulat, agak gepeng dan bulat telur. Sebagian besar biji berbentuk bulat telur. Warna kulit biji kedelai bervariasi mulai dari kuning, hijau, coklat, hitam atau kombinasi campuran dari warna-warna tersebut. Biji kedelai tidak mengalami masa dormansi sehingga setelah masa pengisian biji selesai, biji kedelai dapat langsung ditanam. Biji kedelai termasuk *epigeous* yaitu keping biji muncul di atas tanah (Alnapi, 2015). Biji kedelai terbagi menjadi dua bagian utama, yakni kulit biji dan janin (*embrio*). Kulit biji terdapat bagian yang disebut pisar (*hilum*) yang berwarna coklat, hitam, atau putih. Ujung hilum terdapat mikrofil, berupa kecil yang terdapat pada saat proses pembentukan biji. Warna kulit biji bervariasi mulai dari kuning, hijau, coklat, hitam atau kombinasi campuran dari warna-warna tersebut (Arifin, Gunawan, dan Sasmito, 2018).

Sistem perakaran tanaman kedelai terdiri atas tunggang, akar sekunder yang tumbuh dari akar tunggang, serta akar cabang yang tumbuh dari akar sekunder. Pada kondisi yang optimal, akar tunggang dapat tumbuh hingga kedalaman 2 meter. Salah

satu ciri khas dari sistem perakaran kedelai yaitu dapat bersimbiosis dengan bakteri nodul akar (*Rhizobium japonicum*) sehingga menyebabkan terbentuknya bintil akar yang dapat memfiksasi nitrogen dari udara (Adisarwanto, 2014)

2.1.2 Deteriorasi

Benih kedelai merupakan benih yang tidak memiliki masa dormansi, tingginya kandungan protein dan lemak menyebabkan umur simpan benih sangat rendah. Benih kedelai bersifat higroskopis dimana mampu menyerap uap air dalam jumlah yang banyak, sehingga benih kedelai akan cepat mengalami deteriorasi (Kurnia, Pudjihartati, dan Hasan, 2016). Kondisi iklim tropis Indonesia dengan suhu dan kelembapan tinggi juga dapat memicu laju deteriorasi benih kedelai di penyimpanan (Yullianida dan Murniati, 2005).

Deteriorasi benih adalah proses mundurnya mutu fisiologis benih yang dapat menimbulkan perubahan dalam benih. Terjadinya deteriorasi benih umumnya disebabkan oleh kondisi genetik, kondisi penyimpanan dan kesalahan dalam penanganan benih (Darmawan, Respatijarti dan Soetopo, 2014). Deteriorasi atau kemunduran benih menjadi satu kendala pada penyimpanan dari suatu benih. Proses deteriorasi merupakan proses yang tidak dapat kembali, tidak bisa diberhentikan dan tidak bisa dihindari. Suatu benih memiliki daya simpan yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan serta genetik, sehingga benih yang lama disimpan maka akan memengaruhi penurunan daya tumbuh benih. Suatu benih yang bervigor tinggi akan tahan di penyimpanan (Triani, 2021).

Kemunduran benih adalah proses bertahap yang diikuti oleh terakumulasinya metabolit beracun yang semakin lama akan menekan daya berkecambah dan pertumbuhan kecambah. Kemunduran benih dipercepat dengan terjadinya denaturasi protein akibat proses oksidasi lemak. Proses yang terjadi selama penyimpanan dapat memutuskan ikatan rangkap asam lemak tak jenuh, sehingga dapat menghasilkan radikal-radikal bebas yang bereaksi dengan lipida lainnya dan menyebabkan struktur membran sel rusak (Zumani dan Suhartono, 2018).

Kemunduran benih dapat ditengarai secara biokimia dan fisiologi. Indikasi biokimia kemunduran benih dicirikan dengan penurunan aktivitas enzim, penurunan cadangan makanan, meningkatnya nilai konduktivitas. Indikasi fisiologi kemunduran benih antara lain penurunan daya berkecambah dan vigor (Tatipata dkk., 2004).

Selama penyimpanan, kandungan karbohidrat, protein, dan lipid mengalami penurunan, sedangkan *free amino acid*, *free fatty acid*, dan daya hantar listrik meningkat (Begum, Jerlin dan Jayanthi, 2013). Menurunnya substrat karbohidrat akibat respirasi akan menurunkan efek ketahanan integritas membran sel. Perubahan integritas membran sel merupakan gejala awal dari proses deteriorasi benih yang mengakibatkan keluarnya senyawa dari dalam benih yang bisa diamati berdasarkan pada daya hantar listrik dan konsentrasi senyawa metabolit (gula, asam amino, asam lemak, enzim, ion-ion inorganik seperti K^+ , Na^+ , Ca^{++} , Mg^{++} (Noviana, Qadir, dan Suwarno, 2017).

2.1.3 Invigorasi benih

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas benih adalah dengan perlakuan invigorasi. Invigorasi adalah suatu perlakuan fisik atau kimia untuk meningkatkan atau memperbaiki vigor benih. Invigorasi benih pada dasarnya merupakan proses untuk mengontrol hidrasi dan dapat meningkatkan aktivitas enzim *amylase* dan dehidrogenase serta memperbaiki integritas membran sel pada benih (Ilyas, 2006). Invigorasi benih ialah perlakuan yang diberikan terhadap benih sebelum penanaman dengan tujuan memperbaiki perkecambahan dan pertumbuhan kecambah. Beberapa perlakuan invigorasi benih juga digunakan untuk menyeragamkan pertumbuhan kecambah dan meningkatkan laju pertumbuhan kecambah (Arief dan Koes, 2010).

Selama proses invigorasi terjadi peningkatan kecepatan dan keserempakan perkecambahan serta pengurangan tekanan lingkungan yang kurang menguntungkan. Pada proses invigorasi selain dengan penggunaan air juga dapat ditambahkan zat lainnya seperti ZPT baik yang alami ataupun sintetis (Harsono, Bayfurqon, dan Azizah,

2021). Invigorasi benih biasanya digunakan sebagai perlakuan pra tanam untuk meningkatkan kembali viabilitas benih yang mulai berkurang. Invigorasi dapat juga digunakan sebagai perlakuan pra simpan atau antar periode penyimpanan dengan tujuan mempertahankan vigor benih dalam penyimpanan atau meningkatkan daya simpan benih (Utami, Sari, dan Widajati, 2014).

Selama proses invigorasi yang mengatur proses imbibisi air yaitu potensial osmotik larutan, agar tidak muncul radikula. Invigorasi dilakukan agar dapat memperbaiki perkecambahan dan daya tumbuh kecambah saat tanam. Selain itu, Invigorasi bisa mengembalikan keadaan benih yang sudah menurun viabilitasnya. Invigorasi adalah perlakuan yang diberikan untuk meningkatkan vigor benih yang ditunjukkan oleh perbaikan performansi benih baik secara fisiologis maupun biokemis dengan berbagai perlakuan benih (Ruliyansyah, 2011).

Cara yang dapat dilakukan sehubungan dengan perlakuan invigorasi benih sebelum tanam yaitu *osmoconditioning* (*conditioning* menggunakan larutan osmotik) dan *matricconditioning* (*conditioning* dengan menggunakan media padat lembab). Perlakuan invigorasi benih dapat meningkatkan aktivitas enzim amilase dan dehidrogenase serta memperbaiki integritas membran. Enzim tersebut membantu memperbaiki organel sel penting yang mengalami kerusakan. Aktivitas enzim amilase dan dehidrogenase menunjukkan daya hidup benih (Sucahyono, 2013).

Perlakuan *priming* benih dilakukan sebelum benih disemai, yang melibatkan hidrasi benih yang cukup banyak untuk memungkinkan peristiwa metabolisme sebelum perkecambahan berlangsung, meskipun mencegah munculnya radikula. *Priming* adalah pendekatan yang melibatkan perlakuan benih dengan bahan kimia organik atau anorganik yang berbeda dan atau dengan suhu tinggi atau rendah. Proses ini melibatkan imbibisi benih dalam larutan yang berbeda untuk jangka waktu tertentu di bawah kondisi yang terkendali, kemudian mengeringkannya kembali ke kadar air aslinya, sehingga radikula tidak muncul sebelum disemai (Pawar dan Laware, 2018).

Perubahan fisiologis dalam benih adalah salah satu parameter kunci yang menggambarkan efek *priming* benih secara lebih jelas. Melunaknya endosperm,

mobilisasi cadangan makanan, dan pemanjangan sel embrio dapat diamati pada benih yang diterapkan *priming* (Adhikary, Naskar, dan Biswas, 2021). *Priming* benih menyebabkan biji berkecambah lebih awal dan tingkat keseragaman yang tinggi dibandingkan benih yang tidak mendapatkan perlakuan. Beberapa perlakuan *priming* benih telah dilakukan untuk meningkatkan kecepatan dan penyesuaian perkecambahan pada benih (Sharifi dan Khavazi, 2011).

Aplikasi *priming* pada benih bertujuan untuk memulihkan kesegaran benih, mempercepat proses perkecambahan, dan mengurangi stres lingkungan, berbagai metode *priming* benih telah dikembangkan, meliputi *Hydro-priming*, *halo-priming*, *osmo-priming*, *hormon-priming*, *solid matrix priming* dan *bio-priming*. Meskipun pemilihan metode *priming* penting, tetapi yang juga harus diperhatikan adalah efisiensi yang dipengaruhi oleh banyak faktor dan bergantung pada spesies tanaman. Faktor-faktor seperti durasi *priming*, agen *priming* dan suplai oksigen ke benih memiliki efek penting pada benih berbagai tanaman (Rhaman dkk., 2020).

2.1.4 Viabilitas dan vigor benih

Benih bermutu tinggi dapat dicirikan dari viabilitas dan vigoritas yang tinggi. Sebagian besar ahli teknologi benih mengartikan viabilitas sebagai kemampuan benih untuk berkecambah dan menghasilkan kecambah secara normal. Viabilitas benih adalah daya hidup benih yang dapat ditunjukkan melalui gejala metabolisme dan gejala pertumbuhan, selain itu daya kecambah juga merupakan tolak ukur parameter viabilitas potensial benih. Jumlah benih yang berkecambah dari sekumpulan benih merupakan indeks dari viabilitas benih (Ridha, Syahril, dan Juanda, 2017). Menurut Kusumastuti, Sari, dan Widajati (2017), faktor yang mempengaruhi viabilitas benih adalah faktor internal dan eksternal. Faktor internal benih meliputi kadar air, sifat genetik dan viabilitas awal benih. Sedangkan faktor eksternal atau lingkungan meliputi suhu ruang simpan, kelembapan, wadah simpan, oksigen dan mikroorganisme.

Pada dasarnya kemunduran viabilitas disebabkan faktor luar yang disebabkan oleh lingkungan seperti penyinaran, infeksi hama penyakit yang menenggalkan

kerusakan fisik maupun racun *micotoxin* dan faktor dalam yang disebabkan oleh bawaan sifat dari benih itu sendiri dengan terjadinya penumpukan limbah respirasi dan denaturasi *micromoleculus* yang mengakibatkan terganggunya metabolisme dan hormon tumbuh sehingga biji tak mampu tumbuh. Viabilitas biji dapat diuji dengan cara langsung yakni uji perkecambahan maupun tidak langsung dengan cara fisik maupun biokimia. Perkecambahan adalah suatu seri reaksi dan metabolisme pada biji yang berpuncak dengan munculnya unsur-unsur kecambah yakni calon akar dan plumula yang merupakan *embrionic plant* (Yudono, 2019).

Beberapa faktor yang memengaruhi vigor benih adalah sifat keturunan yang membentuknya, tingkat kemasakan biji, faktor lingkungan saat perkembangan biji, ukuran biji dan kerapatan, kerusakan biji, biji mengalami deteriorasi dan infeksi mikroorganisme. Vigor benih merupakan kemampuan benih untuk tumbuh normal dalam keadaan lapang sub optimum, benih yang vigornya tinggi akan mampu memproduksi normal pada kondisi sub optimum dan di atas kondisi normal, kemampuan tumbuh serempak dan cepat (Ridha dkk., 2017). Ciri-ciri benih yang vigor yaitu mempunyai kecepatan berkecambah yang tinggi, mempunyai keseragaman perkecambahan, pertumbuhan dan perkembangan yang baik pada lingkungan yang berbeda, mempunyai kemampuan untuk muncul pada tanah yang crusted, mempunyai kemampuan berkecambah dan muncul pada lingkungan suhu dingin, basah, berpenyakit dan tidak sesuai, kecambah mampu berkembang normal dan storability yang baik pada keadaan yang tidak optimal atau menguntungkan (Yudono, 2019).

2.1.5 Pemanfaatan antioksidan alami untuk invigorasi

Antioksidan adalah senyawa yang dapat digunakan untuk melindungi bahan pangan melalui perlambatan kerusakan, ketengikan atau perubahan warna yang disebabkan oleh oksidasi. Antioksidan mampu bertindak sebagai penyumbang radikal hidrogen atau dapat bertindak sebagai akseptor radikal bebas sehingga dapat menunda tahap inisiasi pembentukan radikal bebas (Dungir dkk., 2012). Reaksi radikal bebas merupakan reaksi antara senyawa radikal bebas dengan non radikal bebas yang

menghasilkan senyawa radikal menjadi non radikal, dan non radikal menjadi senyawa radikal bebas. Hal tersebut menjadi mata rantai dan mengacu pada sistem metabolisme yang sedang berlangsung. Jika yang menjadi radikal adalah protein (enzim), lemak (membran) atau bahkan asam nukleat (DNA), maka fungsi fisiologis dan biologisnya akan mengikuti perilaku radikal sehingga meningkatkan deteriorasi benih (Yudono, 2019).

Reaksi radikal bebas akan berlanjut terus dan baru akan berhenti apabila reaktivitasnya diredam (*quenched*) oleh senyawa yang bersifat antioksidan. Aktivitas antioksidan dipengaruhi oleh banyak faktor seperti kandungan lipid, konsentrasi antioksidan, suhu, tekanan oksigen, dan komponen kimia dari makanan secara umum seperti protein dan air. Proses penghambatan antioksidan berbeda-beda tergantung dari struktur kimia dan variasi mekanisme. Mekanisme ini yang paling penting adalah reaksi dengan radikal bebas lipid, yang membentuk produk non-aktif (Sayuti dan Yenrina, 2015). Antioksidan bekerja dengan cara mengganggu reaksi berantai radikal bebas dengan menyuplai elektron ke molekul radikal bebas dengan cara yang terhubung secara struktural dengan struktur kimianya (Zumani dan Suhartono, 2018).

Buah mengkudu mengandung antioksidan dalam bentuk asam askorbat atau vitamin C. Aktivitas antioksidan yang dimiliki ekstrak etanol buah mengkudu disebabkan kandungan flavonoid yang dimiliki (Sjabana dan Bahalwan, 2002). Senyawa Flavonoid yang termasuk dalam polifenol dapat berfungsi sebagai antioksidan karena adanya gugus hidroksil yang terikat pada strukturnya. Posisi dan jumlah gugus hidroksil mempengaruhi aktivitas antioksidan suatu senyawa polifenol dan flavonoid (Dewi dkk., 2014). Buah mengkudu memiliki potensi antioksidan karena mengandung senyawa fenolik. Flavonoid merupakan kelompok terbesar dari senyawa fenolik. Senyawa Flavonoid mampu menstabilkan radikal bebas dengan melengkapi kekurangan elektron yang dimiliki radikal bebas, dan menghambat terjadinya reaksi berantai dari pembentukan radikal bebas (Anwar dan Triyasmono, 2019).

Buah manggis memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi di setiap bagiannya. Pada bagian daging buah kaya akan vitamin C, sakarosa, dekstrosa, dan levulosa.

Adapun pada bagian kulitnya, manggis mengandung senyawa xanthone yang merupakan bioflavonoid dengan sifat sebagai antioksidan, antibakteri, antialergi, antitumor, antihistamin, dan antiinflamasi (Shabella dan Rifdah, 2011). Buah manggis pada umumnya dikonsumsi daging buahnya sedangkan kulitnya yang mencakup $\frac{3}{4}$ bagian dibuang, sangat disayangkan karena kulit buah manggis dapat menjadi salah satu sumber antosianin dan xanthone. Hal ini memberikan peluang bagi pengembangan kulit manggis sebagai sumber antioksidan (Srihari dan Lingganingrum, 2015). Xanthone yang terdapat dalam manggis yaitu, gartanin dan α -mangostin merupakan sumber antioksidan. Senyawa α -mangostin merupakan senyawa utama yang terdapat pada kulit buah manggis. Buah manggis pada kondisi matang memiliki kandungan α -mangostin lebih tinggi dibandingkan ketika buah manggis masih muda, yaitu sekitar dua kali lebih banyak (Pothitirat dkk., 2009).

Pemanfaatan buah nanas sebagai bahan baku industri makanan dan diolah menjadi berbagai produk seperti selai, manisan, sirup, dodol, dan keripik menggunakan bagian daging dari buah nanas dengan menghilangkan bagian kulitnya. Kulit nanas memiliki bentuk kasar dan duri-duri kecil di permukaannya. Kulit nanas dibuang begitu saja sebagai limbah, padahal kulit nanas mengandung vitamin C, karotenoid, dan flavonoid (Erukainure dkk., 2011). Jaringan buah yang lebih dalam memiliki kandungan antioksidan lebih rendah dibandingkan jaringan kulit buah, sehingga kulit buah dapat digunakan sebagai sumber antioksidan (Nugraha dan Mahardika, 2024).

Pemanfaatan buah mangga bagi masyarakat saat ini masih terbatas dengan mengonsumsi bagian daging buahnya saja, sedangkan pada bagian kulit buah yang menyimpan banyak manfaat di dalamnya hanya dibuang dan tidak jarang akan menjadi limbah rumah tangga (Ifmaily, Martinus, dan Rahmawati, 2024). Menurut Wulandari dan Sulistyarini (2018), ternyata dalam kulit buah mangga terkandung banyak metabolit sekunder mangga arumanis antara lain flavonoid, saponin, tanin, alkaloid. Salah satu kandungan mangga arumanis ialah flavonoid, yang mana dari kandungan flavonoid tersebut memiliki aktivitas antioksidan.

2.2 Kerangka berpikir

Produktivitas tanaman dapat menurun karena penggunaan benih yang telah mengalami deteriorasi. Kemunduran pada benih yang mempunyai kadar lemak tinggi selama penyimpanan akan mengalami proses autooksidasi. Reaksi oksidatif tersebut menghasilkan radikal-radikal bebas yang berbahaya bagi protein, enzim, kromosom, dan senyawa biologis lainnya (Junita dkk., 2019). Radikal bebas tersebut dapat menyebabkan kerusakan jaringan-jaringan yang terdapat pada benih kedelai, sehingga menyebabkan benih kedelai mengalami deteriorasi (Tatipata dkk., 2020).

Salah satu cara untuk menghambat proses kemunduran benih karena autooksidasi dapat dilakukan dengan penggunaan antioksidan pada benih (Tasfa, Syamsuddin, dan Halimusyadah, 2016). Senyawa antioksidan diperlukan untuk menetralkan radikal bebas dan mencegah kerusakan yang ditimbulkan oleh radikal bebas terhadap sel normal, protein, dan lemak. Senyawa ini memiliki struktur molekul yang dapat memberikan elektronnya kepada molekul radikal bebas tanpa terganggu sama sekali fungsinya dan dapat memutus reaksi berantai dari radikal bebas (Murniasih, Putra, dan Pangestuti, 2015).

Bahan kimia yang menyumbangkan elektron atau bertindak sebagai reduktor dikenal sebagai antioksidan (Indriaty dkk., 2022). Meskipun berat molekulnya kecil, bahan kimia antioksidan dapat menghambat perkembangan proses oksidasi dengan menghalangi produksi radikal. Selain itu, antioksidan dapat mengikat molekul reaktif dan radikal bebas untuk menekan proses oksidasi, yang pada gilirannya mencegah kerusakan sel (Winarsi, 2007). Antioksidan bekerja dengan cara mengganggu reaksi berantai radikal bebas dengan menyuplai elektron ke molekul radikal bebas dengan cara yang terhubung secara struktural dengan struktur kimianya (Zumani dan Suhartono, 2018).

Penelitian Utami dkk. (2014) menyatakan bahwa benih dengan perlakuan perendaman asam askorbat memiliki nilai indeks vigor dan kecepatan tumbuh lebih tinggi dibanding kontrol dan dapat dipertahankan lebih tinggi hingga akhir penyimpanan (15 minggu) baik di ruang AC maupun ruang kamar. Menurut penelitian

Purnawati dkk. (2014) benih yang diberi perlakuan priming dengan asam askorbat 40 ppm dan minyak cengkeh 0,3% menunjukkan nilai indeks vigor tertinggi. Berdasarkan penelitian Dolatabadian dan Modarressanavy (2008), melaporkan bahwa perlakuan pratanam dengan asam askorbat pada benih *Helianthus annuus* L., dan *Brassica napus* L. efektif dalam meningkatkan daya berkecambah benih, mencegah kerusakan protein dan peroksidasi lemak.

Penelitian Saputra dkk. (2023) menyatakan bahwa kombinasi perlakuan terbaik untuk invigorasi benih cabai kadaluarsa adalah ekstrak mengkudu dengan konsentrasi 20% dengan lama perendaman 2 jam. Namun, hasil penelitian ini belum mencapai hasil yang diinginkan, sehingga disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan dengan kisaran konsentrasi ekstrak mengkudu dan lama perendaman yang lebih sempit antara konsentrasi 10% sampai 40% dan lama perendaman 1 sampai 3 jam.

Penelitian yang dilakukan Zumani dan Suhartono (2018), menunjukkan bahwa Perlakuan *seed coating* menggunakan formulasi arabic gum dan asam askorbat dan arabic gum dan ekstrak kulit manggis 10% dapat mempertahankan vigor benih kedelai di penyimpanan. Berikutnya menurut Zumani dan Suryaman (2020), perlakuan *seed coating* menggunakan ekstrak kulit manggis dengan pelarut methanol pada konsentrasi 20% dapat mempertahankan viabilitas benih kedelai di penyimpanan.

Penelitian Nugraha dan Mahardika (2024), ekstrak kulit nanas memiliki antioksidan sangat kuat hal ini dibuktikan pada semua frakssi pelarut baik fraksi methanol, etanol dan etil asetat memiliki EC50% kurang dari 50. dan aktivitasnya lebih besar jika dibandingkan dengan antioksidan yang menjadi blangko. Menurut Suryaman, Kurniati, dan Khaerunisa (2022), pemberian ekstrak kulit buah nanas bisa meningkatkan ketersediaan nutrisi yang diperlukan bagi kebutuhan hidup kedelai, sehingga pertumbuhan kedelai menjadi semakin baik serta bobot keringnya meningkat.

Beberapa peneliti melaporkan bahwa kulit buah mangga matang mengandung vitamin dan senyawa bioaktif (Umbreen dkk., 2015). Salah satu senyawa bioaktif yaitu fenolik, komponen tersebut terkandung pada kulit buah mangga dalam jumlah tinggi, yaitu sekitar 14,85 sampai 127,6 mg/g (Ancos dkk., 2018). Komponen bioaktif fenolik

dan karotenoid pada kulit mangga saling bersinergi sebagai antioksidan (Mas'ud, 2023).

2.3 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran di atas, dapat dirumuskan hipotesis sebagai berikut:

1. Invigorasi dengan antioksidan alami berpengaruh terhadap viabilitas dan vigor benih kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill).
2. Diketahui terdapat antioksidan alami yang berpengaruh baik terhadap viabilitas dan vigor benih kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill).