

II. TINJAUAN PUSTAKA, KERANGKA PEMIKIRAN, DAN HIPOTESIS

2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1. Klasifikasi dan Morfologi Tanaman Kedelai

Pada awalnya kedelai dikenal dengan beberapa nama botani yaitu *Glycine soja* atau *Soja max*, tetapi pada tahun 1984 telah disepakati nama botani yang dapat diterima dalam istilah ilmiah yaitu *Glycine max (L.) Merril*.

klasifikasi tanaman kedelai sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Divisio : Spermatophyta
Subdivisio : Angiospermae
Kelas : Dicotyledonae
Famili : Leguminosae
Genus : Glycine
Species : *Glycine max (L.) Merril*
(Adisarwanto, 2008),

Tanah yang sesuai untuk usaha tani kedelai adalah tanah yang bertekstur liat berpasir, liat berdebu berpasir, debu berpasir, drainase baik, mampu menahan kelembaban tanah, dan tidak mudah tergenang air. Kandungan bahan organik tanah (3-4%) sangat mendukung pertumbuhan tanaman kedelai (Sumarno dan Manshuri, 2007).

Panjang hari di daerah tropis umumnya berkisar antara 11-12 jam/hari, sementara di daerah subtropis panjang hari berkisar antara 14-16 jam/hari. Lamanya panjang hari merupakan salah satu faktor penyebab rendahnya produktivitas kedelai di wilayah tropis. Hal ini terkait dengan sifat tanaman kedelai yang peka terhadap lama penyinaran sinar matahari. Selama pertumbuhan tanaman kebutuhan air menjadi salah satu faktor yang perlu diperhatikan. Kebutuhan air tanaman berkisar antara 350--550 mm (Adisarwanto, 2008).

Tanaman kedelai dapat tumbuh pada kondisi suhu yang beragam. Suhu tanah yang optimal dalam proses perkecambahan yaitu 30⁰C (Adisarwanto 2006). Interaksi antara suhu, intensitas radiasi matahari, dan kelembaban tanah sangat

menentukan laju pertumbuhan tanaman kedelai. Suhu tinggi berasosiasi dengan transpirasi yang tinggi. Suhu yang sesuai bagi pertumbuhan tanaman kedelai berkisar antara 22-27° C (Sumarno dan Manshuri, 2007). Kedelai juga merupakan tanaman musiman, warna bunga putih atau ungu, daun memiliki ragam bentuk dan ukuran. Terdapat beberapa tipe daun pada kedelai yakni daun tunggal, daun bertiga dan kadang-kadang ditemukan daun berlima. (Sumarno dan Manshuri, 2007).

Karakteristik kedelai (*Glycine max L.*) yang dibudidayakan di Indonesia merupakan tanaman semusim, berbunga pada umur 25-40 hari, pada saat tinggi tanaman baru mencapai 40-50 cm. Di wilayah subtropis, yang memiliki panjang hari 14-16 jam pada musim semi-musim panas, tanaman kedelai baru berbunga setelah berumur 50-70 hari, pada saat tinggi tanaman telah mencapai 70-80 cm, dan telah membentuk banyak cabang. Umur matang kedelai di Indonesia juga sangat genjah, berkisar antara 75-95 hari, sedang kedelai di daerah subtropis mencapai 150-160 hari. Perbedaan iklim tersebut merupakan salah satu penyebab perbedaan produktivitas kedelai di Indonesia dengan di wilayah sub-tropis (Sumarno, 1991). **a. Akar**

Akar kedelai mulai muncul dari belahan kulit biji yang muncul disekitar mesofil. Calon akar tersebut kemudian tumbuh dengan cepat kedalam tanah, sedangkan kotiledon yang terdiri dari dua keping akan terangkat ke permukaan tanah akibat pertumbuhan yang cepat dari hipokotil (Cahyono, 2007).

Sistem perakaran kedelai terdiri dari dua macam, yaitu akar tunggang dan akar sekunder (serabut) yang tumbuh dari akar tunggang. Selain itu kedelai juga seringkali membentuk akar adventif yang tumbuh dari bagian bawah hipokotil. Pada umumnya, akar adventif terjadi karena cekaman tertentu, misalnya kadar air tanah yang terlalu tinggi. Perkembangan akar kedelai sangat dipengaruhi oleh kondisi fisik dan kimia tanah, jenis tanah, cara pengolahan lahan, kecukupan unsur hara, serta ketersediaan air di dalam tanah (Cahyono, 2007).

Salah satu kekhasan dari sistem perakaran tanaman kedelai adalah adanya interaksi simbiosis antara bakteri nodul akar (*Rhizobium japonicum*) dengan akar tanaman kedelai yang menyebabkan terbentuknya bintil akar. Bintil akar sangat

berperan dalam proses fiksasi nitrogen yang sangat dibutuhkan tanaman kedelai untuk kelanjutan pertumbuhannya (Sarwanto, 2008).

b. Batang

Batang tanaman kedelai dikenal dua tipe pertumbuhan batang, yaitu determinit dan indeterminit. Batang tanaman kedelai tidak berkayu, berbatang jenis perdu (semak), berambut atau berbulu dengan struktur bulu yang beragam, berbentuk bulat, berwarna hijau, dan panjangnya bervariasi antara 30-100 cm. Jumlah buku pada batang akan bertambah sesuai penambahan umur tanaman, tetapi pada kondisi normal jumlah buku berkisar antara 15-20 buku dengan jarak antar buku berkisar antara 2-9 cm. Batang pada tanaman kedelai ada bercabang dan ada yang tidak bercabang tergantung dari varietas dan kepadatan populasi tanaman. Jika kepadatan tanaman rapat, maka cabang yang tumbuh berkurang atau bahkan tidak tumbuh cabang sama sekali. Pada umumnya cabang pada tanaman kedelai antara 1-5 cabang (Adisarwanto, 2002).

c. Daun

Tanaman kedelai mempunyai dua bentuk daun yang dominan, yaitu stadia kotiledon yang tumbuh saat tanaman masih berbentuk kecambah dengan dua helai daun tunggal dan daun bertangkai tiga (*trifoliate leaves*) yang tumbuh selepas masa pertumbuhan. Umumnya, bentuk daun kedelai ada dua, yaitu bulat (oval) dan lancip (*lanceolate*). Kedua bentuk daun tersebut dipengaruhi oleh faktor genetik. Bentuk daun diperkirakan mempunyai korelasi yang sangat erat dengan potensi produksi biji. Umumnya, daerah yang mempunyai tingkat kesuburan tanah tinggi sangat cocok untuk varietas kedelai yang mempunyai bentuk daun lebar. Umumnya, daun mempunyai bulu dengan warna cerah dan jumlahnya bervariasi. (Sumarno dan Manshuri, 2007).

d. Bunga

Tanaman kacang-kacangan, termasuk tanaman kedelai, mempunyai dua stadia tumbuh, yaitu stadia vegetatif dan stadia reproduktif. Stadia vegetatif mulai dari tanaman berkecambah sampai saat berbunga, sedangkan stadia reproduktif mulai dari pembentukan bunga sampai pemasakan biji. Bunga kedelai menyerupai kupu-kupu. Tangkai bunga umumnya tumbuh dari ketiak tangkai daun yang diberi nama rasim. Jumlah bunga pada setiap ketiak tangkai daun sangat beragam, antara 2-25 bunga, tergantung kondisi lingkungan tumbuh dan varietas kedelai. Bunga pertama yang terbentuk umumnya pada buku kelima, keenam, atau pada buku yang lebih tinggi. Pembentukan bunga juga dipengaruhi oleh suhu dan kelembaban. Pada suhu tinggi dan kelembaban rendah, jumlah sinar matahari yang jatuh pada ketiak tangkai daun lebih banyak. Hal ini akan merangsang pembentukan bunga. Setiap ketiak tangkai daun yang mempunyai kuncup bunga dan dapat berkembang menjadi polong disebut sebagai buku subur. Tidak setiap kuncup bunga dapat tumbuh menjadi polong, hanya berkisar 20-80%. Jumlah bunga yang rontok tidak dapat membentuk polong yang cukup besar. (Sumarno dan Manshuri, 2007).

e. Polong

Buah kedelai disebut polong seperti buah kacang-kacangan lainnya. Setelah tua polong ada yang berwarna coklat, coklat tua, coklat muda, kuning jerami, coklat kekuningan, coklat keputih-putihan, dan putih kehitam-hitaman. Jumlah biji setiap polong antara 1-5 buah. Permukaan ada yang berbulu rapat, ada yang berbulu agak jarang. Setelah polong masak, sifatnya ada yang mudah pecah, ada yang tidak mudah pecah, tergantung varietasnya (Darman, 2008).

f. Biji

Biji kedelai berkeping dua yang terbungkus oleh kulit biji. Biji kedelai memiliki bentuk, ukuran, dan warna yang beragam, tergantung pada varietasnya. Bentuknya ada yang bulat lonjong, bulat, dan bulat agak pipih. Warnanya ada yang putih, krem, kuning, hijau, coklat, hitam, dan sebagainya. Warna-warna tersebut adalah warna dari kulit bijinya. Ukuran biji ada yang berukuran kecil, sedang, dan besar. Biji kedelai memiliki kandungan gizi yang tinggi yaitu 35 g protein, 53 g karbohidrat, 18 g lemak dan 8 g air dalam 100 g bahan makanan,

bahkan untuk varietas unggul tertentu kandungan protein bisa mencapai 40-43 g (Suprpto, 2004).

2.1.2 Perendaman Benih (*Priming / Osmoconditioning*)

Kadar air benih merupakan salah satu faktor yang sangat mempengaruhi benih dalam penyimpanan. Kadar air benih yang terlalu tinggi dapat menyebabkan terjadinya penurunan viabilitas, karena benih menjadi banyak mengandung air sehingga kulit luar benih akan menjadi lembab dan menyebabkan mikroorganisme tumbuh. Kadar air benih terlalu rendah 3%-5% dapat menyebabkan penurunan laju perkecambahan benih, benih menjadi keras, sehingga pada waktu dikecambahkan benih tidak dapat berimbibisi dan dapat menyebabkan kematian embrio (Kuswanto, 1996). Untuk mengatasi permasalahan kemunduran mutu benih baik yang diakibatkan oleh faktor penyimpanan maupun oleh faktor kesalahan dalam penanganan benih, perlu dilakukan dengan metode *priming* (Basu dan Rudrapal, 1982).

Priming merupakan metode mempercepat dan menyeragamkan perkecambahan, melalui pengontrolan penyerapan air sehingga perkecambahan dapat terjadi. Selama *priming* keragaman dalam tingkat penyerapan awal dapat dikontrol. Jenis *priming* yang sangat umum adalah *osmoconditioning* dalam hal ini benih direndam dalam larutan dengan tekanan osmotik tinggi biasanya larutan osmotik yang dapat digunakan untuk tujuan *osmoconditioning* adalah larutan *polyethylene glycol* atau larutan garam antara lain CaCl_2 , NaCl , KCl , dan KNO_3 (Erinnovita dkk., 2008).

Lama perendaman benih sangat mempengaruhi dalam proses perkecambahan karena semakin lama waktu perendaman semakin baik persentase jumlah benih yang berkecambah. Sebaliknya pada biji yang tidak direndam, kulit biji menjadi keras sehingga proses perkembangannya menjadi lambat. Keberadaan air bagi biji akan mengimbibisi dinding sel biji dan menentukan turgor sel sebelum membelah. Biji dapat diketahui berkecambah jika yang pertama muncul dari biji tersebut adalah radikula (akar lembaga) yang berasal dari kulit biji yang pecah akibat pembengkakan biji setelah biji mengalami proses imbibisi. Pada biji yang kering gas O_2 akan masuk ke dalam sel secara difusi. Apabila dinding sel kulit biji dan embrio telah menyerap air, maka suplai oksigen

akan meningkat pada sel-sel hidup, sehingga terjadinya proses respirasi dan CO₂ yang dihasilkan lebih mudah berdifusi keluar. Sedangkan untuk biji yang tidak direndam, dinding selnya hampir tidak permeable untuk gas, sehingga masuknya O₂ ke dalam biji akan menjadi lambat. Pada biji yang direndam dengan air dapat membentuk alat transport makanan yang berasal dari endosperm, kotiledon pada titik tumbuh pada embrionik di ujung yang nantinya akan digunakan untuk membentuk protoplasma baru. Ketika suplai air rendah atau tidak tersedia maka pembentukan sitoplasma baru akan berlangsung sangat lambat karena air sangat berpengaruh terhadap kecepatan reaksi biokimia dalam sel yang berhubungan dengan kerja enzim (Kusuma, 2013).

2.1.3. Antioksidan Alami dan Peranannya

Antioksidan merupakan senyawa pemberi elektron (electron donor) atau reduktan. Senyawa ini memiliki berat molekul kecil, tetapi mampu menginaktivasi berkembangnya reaksi oksidasi, dengan cara mencegah terbentuknya radikal. Antioksidan juga merupakan senyawa yang dapat menghambat reaksi oksidasi, dengan mengikat radikal bebas dan molekul yang sangat reaktif. Akibatnya, kerusakan sel akan dihambat (Winarsi, 2007). Antioksidan terbagi menjadi antioksidan enzim dan vitamin. Antioksidan enzim meliputi superoksida dismutase (SOD), katalase dan glutathion peroksidase. Antioksidan vitamin mencakup alfa tokoferol (vitamin E), beta karoten dan asam askorbat (vitamin C).

Sumber-sumber antioksidan dapat dikelompokkan menjadi 2 kelompok yaitu antioksidan sintetik (antioksidan yang diperoleh dari hasil sintesa reaksi kimia) dan antioksidan alami (antioksidan hasil ekstraksi bahan alami) (Ardiansyah, 2007). Atas dasar fungsinya antioksidan dapat dibedakan menjadi 5 (lima) yaitu sebagai berikut :

1. Antioksidan primer yang berfungsi untuk mencegah terbentuknya radikal bebas baru karena ia dapat merubah radikal bebas yang ada menjadi molekul yang berkurang dampak negatifnya, yaitu sebelum sampai bereaksi. Antioksidan primer yang ada dalam tubuh yang sangat terkenal adalah enzim superoksida dismutase. Enzim ini sangat penting karena dapat melindungi hancurnya sel-sel dalam tubuh akibat serangan radikal bebas. Bekerjanya

enzim ini sangat dipengaruhi oleh mineral-mineral seperti mangan, seng, tembaga, dan selenium yang harus terdapat dalam makanan dan minuman.

2. Antioksidan sekunder berfungsi menangkap radikal bebas serta mencegah terjadinya reaksi berantai sehingga tidak terjadi kerusakan yang lebih besar. Contoh yang populer dari antioksidan sekunder adalah vitamin E, vitamin C, dan betakaroten yang dapat diperoleh dari buah-buahan.
3. Antioksidan tersier merupakan senyawa yang memperbaiki sel-sel dan jaringan yang rusak karena serangan radikal bebas. Biasanya yang termasuk kelompok ini adalah jenis enzim misalnya metionin sulfoksidan reduktase yang dapat memperbaiki DNA dalam inti sel. Enzim tersebut bermanfaat untuk memperbaiki DNA pada penderita kanker
4. *Oxygen Scavenger* yang mengikat oksigen sehingga tidak mendukung reaksi oksidasi, misalnya vitamin C.
5. *Chelators* atau *Sequestrants* mengikat logam yang mampu mengkatalisis reaksi oksidasi misalnya asam sitrat dan asam amino (Kumalaningsih, 2006).

Tokoferol (vitamin E) merupakan antioksidan larut lemak yang berperan mencegah lipid peroksidasi dari asam lemak tak jenuh dalam membran sel. Adanya ikatan tak jenuh pada tokoferol menyebabkan senyawa ini mudah teroksidasi, sehingga dapat mereduksi radikal bebas lipidik lebih cepat (Muchtadi, 2000).

Asam askorbat adalah salah satu senyawa kimia yang disebut vitamin C. Asam askorbat atau disebut juga *2-oxo-L-threo-hexono-1.4-lactone-2.3-enediol* dalam system IUPAC dan memiliki molekul $C_6H_8O_5$ dengan berat molekul 176.14 gram/mol. Senyawa ini berbentuk bubuk kristal kuning keputihan yang larut dalam air dan memiliki sifat-sifat antioksidan. Asam askorbat merupakan antioksidan menakjubkan yang melindungi dari stress ekstraseluler serta mampu menetralkan racun, melindungi sel dari senyawa oksigen reaktif dan radikal bebas serta mencegah kematian sel (Naidu, 2003).

Penggunaan zat antioksidan merupakan salah satu cara yang dapat digunakan untuk mempertahankan viabilitas benih kedelai dengan cara memperlambat proses kemunduran benih. Justice dan Bass (2002) menjelaskan, selama benih disimpan, proses oksidasi yang terjadi dapat memutuskan ikatan

rangkap asam lemak tak jenuh, sehingga menghasilkan radikal bebas yang dapat bereaksi dengan lipida lainnya. Menurut Bewley dan Black (1986), akumulasi radikal bebas menyebabkan kerusakan membran yang mengakibatkan terjadinya kebocoran elektrolit, sehingga berpotensi menurunkan viabilitas benih. Ekstrak jambu biji merah (Dewi dkk., 2016), ekstrak nanas (Erukainure dkk., 2010), ekstrak temulawak (Jitoe dkk., 1992) mempunyai kandungan antioksidan yang cukup tinggi.

Menurut Ardiansyah (2007), senyawa antioksidan bekerja sebagai scavenger radikal bebas oksigen, peroksidasi lipid dan oksigen singlet. Mekanisme kerja antioksidan terkait dengan struktur molekul yang dapat memberikan elektron kepada molekul radikal bebas tanpa terganggu, sehingga dapat memutus reaksi berantai dari radikal bebas.

Penggunaan buah jambu biji merah merupakan salah satu cara proses menghambat kemunduran benih karena kandungan vitamin C dan betakaroten dalam buah jambu biji merah (*Psidium guajava L.*) diketahui berkhasiat sebagai antioksidan dan dapat menambah daya tahan tubuh, selain itu buah jambu biji juga memiliki serat yang tinggi yang larut dalam air terutama pada bagian kulitnya sehingga dapat berperan dalam menghambat kenaikan kadar lipid (Riana, 2000).

Buah nanas mengandung vitamin (A dan C), kalsium, fosfor, magnesium, natrium, kalium, dekstrosa, sukrosa, enzim bromelain. Daun mengandung kalsium oksalat dan pectic substances (Dalimartha, 2000). Kandungan lainnya yaitu adanya *trace element* seperti mangan, vitamin C, dan vitamin B. Nanas juga mengandung air, ekstrak eter, serat kasar, nitrogen, abu, kalsium, fosfor, besi, karoten, riboflavin, niacin (Agoes, 2010). Sejumlah derivat tanaman mengandung fitokimia fenolik seperti asam fenolik, flavonoid, tanin, lignin dan non fenolik seperti karotenoid dan vitamin C yang memiliki kemampuan sebagai antioksidan dan antikarsinogenik (Shahidi dan Naczki, 1995)

Tumbuhan banyak digunakan oleh masyarakat sebagai bahan baku obat-obatan tradisional. Salah satu jenis tanaman yang sering digunakan adalah temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*). Temulawak selain digunakan sebagai bahan baku obat juga dipakai sebagai bumbu dapur dan zat pewarna alami. Tanaman ini

mempunyai senyawa aktif yaitu kurkumin yang berpotensi sebagai antioksidan (Maehara dkk., 2011). Kurkumin yang terdapat pada temulawak juga merupakan antioksidan alam yang lain dimana aktifitasnya lebih besar dibanding dengan α tokoferol jika diuji dalam minyak (Wahyudi, 2006). Selain kurkumin, senyawa fenol yang terdapat pada temulawak bisa berfungsi sebagai antioksidan karena kemampuannya meniadakan radikal-radikal bebas dan radikal peroksida sehingga efektif dalam menghambat oksidasi lipida (Kinsella dkk., 1993).

2.1.4. Viabilitas dan Kemunduran Benih

Viabilitas adalah kemampuan benih atau daya hidup benih untuk tumbuh secara normal pada kondisi optimum. Berdasarkan pada kondisi lingkungan pengujian viabilitas benih dapat dikelompokkan ke dalam viabilitas benih dalam kondisi lingkungan sesuai (*favourable*) dan viabilitas benih dalam kondisi lingkungan tidak sesuai (*unfavourable*). Pengujian viabilitas benih dalam kondisi lingkungan tidak sesuai termasuk kedalam pengujian vigor benih. Perlakuan dengan kondisi lingkungan sesuai sebelum benih dikecambahkan tergolong untuk menduga parameter vigor daya simpan benih, sedangkan jika kondisi lingkungan tidak sesuai diberikan selama pengecambahan benih maka tergolong dalam pengujian untuk menduga parameter viabilitas tumbuh benih (Sadjad, 1993).

Viabilitas benih dipengaruhi oleh tiga faktor, yaitu faktor *innate*, faktor *induced*, dan faktor *enforced*. Faktor *innate* adalah faktor bawaan yang berhubungan dengan sifat keturunan benih. Faktor *induced* adalah faktor selama pertanaman, panen, pengolahan dan pengepakan sebelum simpan yang berpengaruh terhadap benih. Faktor *enforced* adalah faktor lingkungan simpan seperti suhu dan kelembaban (Sadjad, 1993).

Sifat genetik benih antara lain tampak pada permeabilitas dan warna kulit benih berpengaruh terhadap daya simpan benih kedelai. Penelitian terdahulu menemukan bahwa varietas kedelai berbiji sedang atau kecil umumnya memiliki kulit berwarna gelap, tingkat permeabilitas rendah, dan memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap kondisi penyimpanan yang kurang optimal dan tahan terhadap deraan cuaca lapang dibanding varietas yang berbiji besar dan berkulit biji terang (Mugnisyah, 1991). Sukarman dan Raharjo (2000), melaporkan bahwa varietas kedelai berbiji kecil dan kulit berwarna gelap lebih toleran terhadap deraan fisik

(suhu 42⁰C dan kelembaban 100%) dibanding varietas berbiji besar dan berkulit terang. Keberhasilan suatu usaha pertanian salah satunya ditentukan oleh adanya benih yang bermutu tinggi. Namun, terdapat berbagai masalah yang dapat menghambat keberhasilan industri benih, masalah penting diantaranya adalah kemunduran benih (*seed deterioration*). Deteriorasi adalah proses kemunduran benih dalam hal penurunan viabilitas benih yang dapat berlangsung dengan cepat ataupun lambat. Proses ini terjadi segera setelah benih masak dan terus berlangsung selama benih mengalami proses pengolahan, pengemasan, penyimpanan, dan transportasi. Kemunduran benih tidak dapat dihentikan, namun bisa dikendalikan sehingga berlangsung lambat dengan penerapan ilmu dan teknologi yang sesuai (Justice dan Bass, 2002).

2.2. Kerangka Pemikiran

Kuswanto (2003) menyatakan bahwa masalah yang dihadapi dalam penyediaan benih bermutu tinggi adalah usaha mempertahankan viabilitas benih akibat tingginya laju respirasi. Laju respirasi yang tinggi menyebabkan benih cepat kehilangan energi dan persediaan cadangan makanan. Habisnya cadangan makanan dapat mengakibatkan benih tidak mampu berkecambah sehingga mengalami kemunduran. Kemunduran benih merupakan mundurnya mutu fisiologis benih yang dapat menimbulkan perubahan menyeluruh di dalam benih baik secara fisik, fisiologis maupun kimiawi yang dapat mengakibatkan menurunnya viabilitas benih.

Widajati dkk. (2013) menyatakan faktor yang mempengaruhi viabilitas benih adalah faktor internal dan eksternal. Faktor internal benih meliputi kadar air, sifat genetik, dan viabilitas awal. Sedangkan faktor eksternal atau lingkungan, meliputi suhu ruang simpan, wadah simpan, kelembaban, oksigen, mikroorganisme, dan manusia.

Invigorasi dengan cara perendaman dalam larutan *osmoconditioning* merupakan suatu perlakuan untuk membuat proses perkecambahan bisa lebih bisa cepat. Menurut Khan dkk. (1992), *osmoconditioning* merupakan perbaikan fisiologis dan biokimia dalam benih selama penundaan perkecambahan. Tujuan dari *osmoconditioning* adalah mempercepat perkecambahan, memperbaiki

persentase perkecambahaan, menyeragamkan perkecambahaan, memperbaiki persentase perkecambahaan, dan penampakan di lapangan

Pemberian antioksidan diduga dapat mempertahankan viabilitas benih. Antioksidan diduga berguna untuk mempertahankan viabilitas benih karena memiliki kemampuan untuk mengurangi efek radikal bebas yang terbentuk selama benih dalam penyimpanan. Penghambatan pembentukan radikal bebas dapat mempertahankan struktur membran sel dari kemunduran. Menurut Sulistiyorini (2005) antioksidan adalah senyawa yang dapat menunda atau memperkecil laju reaksi oksidasi pada bahan-bahan yang mudah teroksidasi terutama pada bahan pakan atau produk olahan yang berlemak dan mengandung asam lemak dengan derajat ketidakjenuhan tinggi.

Sumber antioksidan alami seperti buah jambu biji sangat bermanfaat karena memiliki kandungan antioksidan yang cukup tinggi karena mengandung asam askorbat (50 – 3000 mg / 100 g berat segar) (Thaipong dkk., 2006) selain itu, buah jambu biji juga memiliki beberapa zat kimia seperti kuersetin, guajaverin, asam galat, leukosianidin, dan asam elagat (Sudarsono, 2002). Buah nanas (*Ananas comosus*) banyak mengandung zat gizi antara lain vitamin A dan C, kalsium, fosfor, magnesium, besi, natrium, kalium, dekstrosa, sukrosa (gula tebu), serta enzim bromelin (bromelain) yang merupakan 95% campuran protease sistein (Sawano dkk., 2008). Temulawak diketahui memiliki banyak manfaat salah satunya potensi sebagai antioksidan (WHO 1999). Komponen aktif yang bertanggung jawab sebagai antioksidan dalam rimpang temulawak adalah kurkumin, demetoksikurkumin dan bisdemetoksikurkumin (Masuda 1992).

2.3. Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran dan uraian di atas, maka dapat diajukan hipotesis, yaitu : ekstrak antioksidan alami sebagai bahan *osmoconditioning* dapat meningkatkan viabilitas bening kedelai varietas Burangrang