

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Botani dan Taksonomi Kacang Bambara

Kacang bambara (*Vigna subterranea* (L.) Verdc. syn. *Voandzeia subterranea* (L.) Thouars) adalah jenis tanaman kacang-kacangan. Tumbuhan ini diintroduksi ke Indonesia pada awal abad ke-20 sebagai sumber protein baru namun kurang populer karena produksinya yang rendah dan hanya dikonsumsi sebagai makanan sampingan atau camilan. Nama kacang bambara groundnut yang kemungkinan diambil dari nama daerah di dekat Timbuktu yang terletak di sebelah tenggara Gurun Sahara (Setiaji, 1994). Kini, kacang bambara telah menyebar ke kawasan tropika dunia lain.

Tanaman ini tergolong tanaman legum (berbuah polong), buahnya bersifat seperti kacang tanah, yaitu masuk ke bawah permukaan tanah untuk pemasakannya. Tanaman kacang bambara merupakan terna semusim dengan cabang-cabang lateral yang menjalar di permukaan tanah. Tanaman ini memiliki daun majemuk dengan tiga anak daun yang berbentuk agak elips. Tangkai daun panjang, tumbuh tegak, dan sedikit berbulu.

Bunga kacang bambara termasuk bunga tipe kupu-kupu. Bunga muncul dari ketiak daun dan tumbuh menyebar. mahkota bunga berwarna kuning muda, kuning tua kemerah-merahan, dan ada pula yang berwarna merah gelap. Ukuran bunga kecil, kurang dari satu sentimeter, panjang tangkai bunga tidak lebih dari 1,5 cm. bunga terdiri dari lima kelopak daun berbulu (empat dibagian atas dan satu disisi bawah). Keempat daun atas hampir sepenuhnya bergabung, sedangkan yang di sisi bawah sepal sebagian

besar. Pada pagi hari bunga akan membuka dan berwarna putih kekuningan, menjelang malam warna berangsur-angsur berubah dari kuning ke coklat. Bunga yang dihasilkan menjelang akhir kehidupan tanaman biasanya berwarna coklat muda. Setelah terjadi penyerbukan tangkai bunga memanjang dan masuk ke dalam tanah sebagai ginofora (Hayyu, 2010). Buah bertipe polong bulat menyukai banyak hujan dan sinar matahari tetapi lebih toleran kondisi kekurangan air dan rentan terhadap musim kemarau panjang (Rukmana, 2000). Berdasarkan taksonomi tumbuh-tumbuhan, kacang bambara diklasifikasikan sebagai berikut:

Kerajaan : Plantae  
Divisi : Magnoliophyta  
Kelas : Magnoliopsida  
Ordo : Fabales  
Famili : Fabaceae  
Upafamili : Faboideae  
Bangsa : Phaseoleae  
Genus : Vigna  
Spesies : *V. subterranean*  
Nama binomial : *Vigna subterranea* (L.) Verdc

Menurut Rismundar (1989) Tanaman ini kurang tanggap terhadap pemupukan nitrogen karena mampu memanfaatkan nitrogen dari bakteri pengikat Nitrogen bebas ( $N_2$ ).

### **2.1.1 Kandungan gizi dan Manfaat**

Kacang Bambara merupakan salah satu jenis kacang yang banyak memiliki manfaat bagi manusia jika dikonsumsi. Cara mengonsumsi kacang bambara pun sangat mudah yaitu dengan cara direbus atau digoreng, cara ini berguna untuk membuat daging kacang menjadi lebih empuk dan tidak keras. Kandungan gizi yang terdapat pada kacang bambara yaitu 100 gram kacang bogor terdapat kandungan protein berkisar 14 - 24% atau berkisar 18 gram, 3 gram abu, karbohidrat 60% (62 gram), 11 gram air, serta energi rata-rata 1,540 Kj/100 gram, 4,5 – 6,5 % lemak, serta mengandung kalsium, fosfor, zat besi dan vitamin B1 (Brough, 1993).

Adapun manfaat dari kacang bambara yaitu sangat baik untuk menjaga berat badan karena kandungan lemak pada kacang bambara sangat rendah, menyempurnakan kinerja dari otak karena kandungan proteinnya sangat tinggi, dan kandungan karbohidrat yang bisa menjadi sumber tenaga untuk tubuh kita.

### **2.1.2 Morfologi Kacang bambara (*Vigna subterranea* (L.)Vercourd)**

Kacang bambara adalah tanaman semusim dengan tipe pertumbuhan berdasarkan perbandingan panjang *petiole* (tangkai daun) ke empat dan *internode* (panjang ruas) ke empat, yaitu berbentuk tegak (*bunch-type*), menyebar (*spreading-type*) atau di antara keduanya (*semi bunch-type*). Daunnya berbentuk *trifoliolate* muncul disetiap node dengan tangkai daun memanjang dan berbentuk oval, bulat, lanceolet dan elips. daun terminal yang sudah membuka sempurna berwarna hijau, merah dan ungu. Daun tengah (daun terminal) lebih tebal dibandingkan kedua daun kanan dan kiri serta memiliki lebar rata-rata 3 cm dan panjang 6 cm ( Heller, 1995).

Kacang bambara memiliki batang sangat pendek sehingga tidak terlihat berbatang. Batang kacang bambara berbulu dan menjalar dengan banyak cabang, pada setiap cabang terdapat beberapa ruas. Tinggi cabang kacang bambara rata – rata mencapai 30 cm, batang tersebut sekitar 1 minggu hari setelah berkecambah, cabang yang dihasilkan mencapai 20, setiap cabang terdiri dari internode dan cabang pendek di sekitarnya. Akar tunggang merupakan sistem perakaran kacang bambara yang berfungsi untuk fiksasi nitrogen dengan bakteri rizhobium, sistem perakaran sangat mempengaruhi kesuburan tanah karena akar tanaman kacang bambara menyebar ke segala arah dan masuk di dalam tanah.

Polong kacang bambara berbentuk lonjong dan bulat, biasanya dalam satu polong terdapat satu atau dua biji. Kacang bambara memiliki berbagai warna biji yaitu coklat susu, coklat, merah, berbintik- bintik dan hitam tergantung galur masing- masing tanaman. Menurut Swanevelder (1998), Kacang bambara memiliki warna polong bervariasi kuning, ungu dan lainnya. Polong basah memiliki tekstur yang lembut , bila sudah kering menjadi keras dan berwarna coklat berbintik bintik. Biji Kacang bambara memiliki diameter sekitar 1,5 cm.

Kacang bambara memiliki biji bulat dengan struktur yang terdiri atas kulit biji (sperrmodermis), talipusat (funiculus), dan inti biji (nucleusseminis). Kulit biji tipis memiliki warna putih susu pada umur muda yang kemudian menjadi merah sampai kehitaman saat umur sudah tua. Pusat biji (hilus) tampak jelas secara visual, berbentuk bulat dan berwarna putih semu. Inti biji sebagai lembaga untuk jaringan yang berisi makanan. biji kacang bambara bervariasi : coklat susu, coklat, merah, berbintik-bintik dan hitam (Stephens, 1994).

### **2.1.3 Syarat Tumbuh Tanaman Kacang bambara (*Vigna subterranea* (L.)Vercourd)**

Faktor lingkungan sangat berpengaruh untuk adaptasi tanaman, kacang bambara dapat tumbuh pada suhu optimal 20°C – 28°C, dengan ketinggian 1600 m di atas permukaan laut, oleh karena itu perlu diketahui keadaan iklim kacang bambara. Jenis tanah yang cocok yaitu lempung berpasir dengan pH sekitar 5,0-6,5, dengan curah hujan ideal 600-700 mm bila hujan terlalu lebat menyebabkan tanaman rusak dan mati (Swanevelder, 1998).

## **2.2 Kebutuhan Air Tanaman**

Hasil kacang-kacangan akan berkurang oleh kekeringan dan tanaman akan kurang baik menerima unsur hara yang ada, dan ada juga pengaruh lain terhadap biji yang akan dipanen. Dalam Kassam dkk (1975) menunjukkan bahwa dari penanaman sampai pemanenan, suatu pertanaman tadah hujan di Nigeria menggunakan air 438 mm untuk memberikan hasil biji 1,6 ton/ha dalam 4 bulan. Efisiensi penggunaan air tanaman adalah 489 g air per gram bahan kering yang dihasilkan. Tanaman paling rentan terhadap kekeringan pada pembungaan (Goldsworthy and Fisher, 1996).

Cekaman air dapat disebabkan oleh beberapa kondisi lingkungan yang memacu kehilangan air dari sel seperti kekeringan, kegaraman dan cekaman udara dingin. Cekaman air menyebabkan terjadinya perubahan proses biokimia dan fisiologi dalam sel tanaman. Cekaman air juga dilaporkan mampu berperan penting untuk adaptasi pada lingkungan tercekam (Sugiharto, B.,U. Murdiyatmo dan H. Sakakibara, 2002).

Pada suatu pertanaman yang berfotosintesis air akan cenderung ditarik dari sel-sel daun dengan menghasilkan reduksi tekanan dalam turgor sel dan dalam potensial air sel. Stress air adalah suatu istilah yang tidak tepat yang menunjukkan bahwa kandungan air sel telah turun di bawah nilai optimum yang menyebabkan suatu tingkat gangguan metabolisme. Stress air sedikit lebih pasti dengan mendefinisikan tiga kelas stress (dalam suatu sel tertentu):

- Stress ringan –  $\psi_{\text{sel}}$  ditekan lebih rendah beberapa bar
- Stress sedang –  $\psi_{\text{sel}}$  ditekan lebih dari beberapa bar tetapi kurang dari 12-15 bar
- Stress berat –  $\psi_{\text{sel}}$  ditekan lebih dari lebih 15 bar

Stress ringan dalam waktu sel daun sama dengan kehilangan turgor dalam jumlah kecil, sedangkan stress sedang berkaitan dengan hilangnya turgor yang lebih menyeluruh dan melayunya daun (Fitter dan Hay, 1991). Air dapat membatasi pertumbuhan dan produktivitas tumbuhan hampir di segala tempat, baik karena periode kering tak terduga maupun curah hujan normal yang rendah sehingga diperlukan pengairan yang teratur (Salisbury dan Ross, 1995). Tanaman yang menderita cekaman air secara umum mempunyai ukuran yang lebih kecil dibandingkan dengan tanaman yang tumbuh normal. Cekaman air mempengaruhi semua aspek, mempengaruhi proses fisiologi dan biokimia tanaman serta menyebabkan terjadinya modifikasi anatomi dan modifikasi tanaman (Islami dan Utomo, 1995). Berdasarkan penelitian Arief Harsono, Tohari, D. Indradewa dan T. Adisarwanto (2003) mengatakan bahwa pada kacang tanah apabila evaporasi harian naik, indeks cekaman kekeringan naik, dan fotosintesis tanaman menurun dengan meningkatnya tegangan lensa tanah.

Pertumbuhan tanaman dalam kondisi tidak stress air (-0,01 Mpa) menunjukkan peningkatan fotosintesis sepanjang pagi dan menurun antara jam dua hingga tiga sore dan pulih kembali pada jam empat sore. Apabila tegangan lengas tanah meningkat menjadi -0,045 Mpa, penurunan fotosintesis pada siang hari tidak dapat pulih kembali pada sore hari apabila tidak diberi tambahan air, mengakibatkan penurunan hasil 31%. Adaptasi lain yang menurunkan transpirasi antara lain membentuk stomata ceruk, merontokkan daun selama periode kering, dan berbulu banyak pada permukaan daun yang juga penting adalah bahwa tumbuhan seperti itu meningkatkan resistensi akar untuk mencegah kehilangan air akibat penyerapan oleh tanah kering.

Pada sebagian besar contoh tumbuhan menarik yang dikaji, ketika cekaman air dalam daun rendah dan suhu meningkat, stomata membuka, ketika cekaman air lebih tinggi dan lagi stomata menutup (Salisbury dan Ross, 1995). Dalam suatu rumah kaca, distribusi cahaya dalam ruangan khususnya antara tengah ruangan dengan ruang sepanjang dinding rumah kaca cukup berbeda diantara pagi dengan siang hari untuk membuat perbedaan pertumbuhan tanaman. Penampilan tanaman dikendalikan oleh sifat genetik dibawah pengaruh faktor-faktor lingkungan. Kendali genetik pada penampilan tanaman diekspresikan melalui proses biokimia dan fisiologi.

Perbedaan susunan genetik merupakan salah satu faktor penyebab keragaman penampilan tanaman. program genetik yang akan diekspresikan pada suatu fase atau keseluruhan fase pertumbuhan yang berbeda dapat diekspresikan pada berbagai sifat tanaman yang mencakup bentuk dan fungsi tanaman yang menghasilkan keragaman pertumbuhan tanaman. Keragaman penampilan tanaman akibat perbedaan susunan

genetik selalu mungkin terjadi sekalipun bahan tanaman yang digunakan berasal dari jenis tanaman yang sama (Sitompul dan Guritno, 1995).

### **2.3 Respon Tanaman Terhadap Cekaman Kekeringan**

Ber macam-macam spesies bertahan terhadap kekeringan dengan berbagai cara, tumbuhan seperti *Prosopis glandulosa* dan *Medicago sativa* yang mempunyai akar yang dapat memanjang 7 sampai 10 m ke bawah mencapai muka air tanah tidak pernah mengalami potensial air negatif yang ekstrem, tumbuhan tersebut adalah pengguna air. Tumbuhan itu nyata menghindari kekeringan. Tentu saja tumbuhan itu harus mampu menggunakan air tanah sewaktu memanjang akarnya menuju muka air tanah (Salisbury and Ross, 1995).

Stress air (kekeringan) pada tanaman dapat disebabkan oleh dua hal yaitu kekurangan suplai air di daerah perakaran, dan permintaan air yang berlebihan oleh daun di mana laju evapotranspirasi melebihi laju absorpsi air oleh akar tanaman walaupun keadaan air tanah cukup (jenuh). Dengan demikian jelaslah bahwa stress air pada tanaman dapat terjadi pada keadaan air tanah tidak kekurangan (Harjadi dan Yahya, 1988).

Tumbuhan dapat menjadi teraklimasi terhadap berbagai faktor cekaman dengan mengembangkan toleransi (menjadi tahan) terhadap faktor cekaman yang menyebabkan perubahan dan sering juga terhadap faktor cekaman lain. Sebagai contoh tumbuhan yang berada pada potensial air rendah, tingkat cahaya tinggi dan faktor lain seperti pemupukan berat dengan fosfor dan pemupukan ringan dengan nitrogen, menjadi toleran (tahan) kekeringan dibandingkan dengan tumbuhan spesies yang sama yang

tidak diberi perlakuan itu.

Sebagian besar lahan di dunia mengalami kekurangan air pada tingkat yang berbeda. Terhadap cekaman air ini tanaman memperlihatkan berbagai respons, di antara metabolisme tanaman di atas cekaman air ini adalah terjadinya perubahan morfologi dan fisiologi tanaman. Perubahan morfologi meliputi :

1. Gugur daun yaitu fenomena umum sebagai mekanisme tanaman dalam usaha mengurangi cekaman terutama daun bagian bawah, dengan mengurangi daun, luas permukaan transpirasi juga menurun.
2. Mengubah sudut daun pada posisi sejajar dengan berkas cahaya sehingga suhu daun tidak segera meningkat, dengan demikian transpirasi dapat ditekan.
3. Perakaran berkembang lebih cepat terutama kearah bawah menyebabkan nisbah pupus akar mengecil. Tanaman meningkat kemampuan penghisapan air dari lapisan tanah yang lebih dalam sementara transpirasi dari bagian atas tanaman menurun.
4. Perkembangan daun peka terhadap kekurangan air. Setelah terjadi cekaman pada umumnya terjadi percepatan pertumbuhan, akan tetapi ukuran daun lebih kecil dibandingkan dengan daun tanaman yang ada dalam keadaan normal.

Tanaman yang tercekam mempunyai akar lateral bergaris tengah sama dengan akar primer, berkembang lebar kearah apical meristem, akar primer bercabang dekat ujungnya dan seterusnya akar sekunder akan bercabang juga dekat ujungnya dan seterusnya percabangan akan selalu terjadi di dekat ujung akar dengan panjang akar yang semakin berkurang dan semakin gemuk. Cekaman juga mengganggu permeabilitas membran-membran sel akar dan mengganggu sintesis protein sehingga fungsi akar

rusak dan tidak efisien dalam menyerap air dan unsur hara (Herawati dan Setiamihardja, 2000).

Penyerapan hara dan air dalam akar merupakan proses yang bebas satu sama lain, kebutuhan air yang tersedia dalam tanaman dan tanah bagi pertumbuhan dan transpor hara menyebabkan keduanya berhubungan erat. Dalam tanah, air dalam selang sekitar -0,1 sampai -10 bar esensial bagi setiap proses yang meningkatkan ketersediaan hara. Kemampuan akar menyerap hara dipengaruhi oleh

- (1) Kemampuan menyerap
- (2) Kemampuan untuk mentranslokasikan dari akar ke daun
- (3) Kemampuan menyebarkan atau memperluas sistem perakaran ke jarak yang lebih jauh memperoleh suplai hara.

Ketersediaan hara sebagian besar nonhidrofit adalah tertinggi bila keadaan air berada dekat kapasitas lapang. Hara yang paling nyata dipengaruhi oleh kandungan air tanah adalah nitrat dan sulfat. Kandungan air tanah mempengaruhi transportasi hara ke permukaan akar dengan cara mempengaruhi laju difusi dan aliran massa air ke akar (Harjadi dan Yahya, 1988). Dalam penelitian Hapsah (2003) mengatakan bahwa mengenai respon morfologi dan fisiologi diberbagai tingkat cekaman kekeringan dimana pada cekaman kekeringan ringan sampai berat menyebabkan luas daun berkurang pada tanaman yang mengalami cekaman kekeringan atau tidak inokulasi mikoriza nyata meningkatkan diameter batang, sedangkan dalam respon fisiologis dinyatakan bahwa cekaman kekeringan berpengaruh nyata terhadap kadar N daun, perlakuan genotip, mikoriza dan cekaman kekeringan berpengaruh nyata terhadap kadar P daun, sedangkan genotipe, cekaman kekeringan dan interaksi semua perlakuan tidak

menunjukkan pengaruh yang nyata.

Hara N, P, K dan hormon ABA dan IAA sangat berperan dalam sintesis proline dalam kaitannya sebagai osmoregulator, hal ini berkaitan dengan peran yang besar dari proline sebagai osmoregulator sehingga produksi senyawa tersebut secara berlebihan dapat menghasilkan peningkatan toleransi terhadap cekaman kekeringan pada tanaman. Tanaman bermikoriza meningkatkan sistem perakaran, memperbaiki potensial air daun dan turgor, memelihara membukanya stomata daun dan transpirasi. Dalam penelitian Nurhayati (2007) mengatakan bahwa mekanisme toleransi tanaman terhadap cekaman kekeringan berbeda-beda tergantung kemampuan genetiknya, kekurangan defisit air yang parah ditunjukkan dengan perkembangan sistem pembungaan toleransi dengan potensial air jaringan yang tinggi yaitu kemampuan tanaman tetap menjaga potensial jaringan dengan meningkatkan penyerapan air atau menekan kehilangan air tanaman mempunyai kemampuan untuk meningkatkan sistem perakaran, regulasi stomata dan penurunan permukaan evapotranspirasi melalui penyempitan daun dan pengguguran daun.

Dalam penelitian Sufianto (2004) mengatakan bahwa antara cekaman dengan jumlah ginofor pada pembudidayaan kacang tanah terjadi interaksi yang berarti. Hal ini menunjukkan fungsi air bagi tanaman memegang peranan penting dalam aktivitas tanaman, jika kebutuhan air terpenuhi maka aktivitas tanaman dapat maksimal namun kebutuhan air tidak terpenuhi maka menurunkan atau menghambat aktivitas atau bagian tertentu. Peranan air dalam proses pembungaan dapat mempercepat munculnya bunga, pemberian air per hari sesuai dengan kebutuhannya maka waktu bunga muncul lebih cepat dibanding dengan jika hanya baik diberikan setengah atau sepertiga dari

kebutuhan setiap harinya. Respon tercepat terhadap munculnya cekaman ditandai dengan keadaan fisik dari luas daun dari pada perubahan kimia, jika kandungan air dari tumbuhan berkurang maka sel akan menyempit dan dinding sel juga ikut menyempit.

Pengurangan volume sel menyebabkan tekanan hidrostatik menurun atau tekanan turgornya juga menurun. Peningkatan dari penurunan air lebih nyata terlihat lebih jelas terlihat di dalam sel. Membran plasma menjadi menyempit dan lebih tertekan, daunnya lebih mengecil dari sebelumnya karena telah kehilangan tekanan yang merupakan pengaruh yang nyata terhadap fisik dari penurunan cekaman air. Dapat disimpulkan tekanan turgor sangat mempengaruhi aktivitas yang menyebabkan sensitif terhadap cekaman kekeringan. Pertahanan tanaman dalam menghadapi cekaman kekeringan:

- (1) Membatasi perkembangan luas daun,
- (2) Perkembangan akar untuk mencapai daerah yang masih basah,
- (3) Penutupan stomata untuk mengurangi transpirasi. (Taiz and Zeiger, 1991)

Dalam penelitian Barus dan Yusuf (2004) mengatakan bahwa pengaruh lamanya waktu penyiraman menunjukkan pengurangan yang nyata terhadap berat kering tanaman. Semakin lama waktu penyiraman semakin tinggi pengurangan berat kering tanaman. Lamanya waktu penyiraman secara nyata menurunkan berat kering dan total serapan N pada tanaman kedelai. Hal ini disebabkan keterbatasan air sebagai salah satu faktor dalam proses fotosintesis serta metabolisme pada jaringan tanaman akan mengurangi tingkat kecepatan pertumbuhan.

Kehilangan air sel yang serius disertai dengan perobekan (desrupsi) seluruh

alur metabolisme utama (terutama metabolisme karbohidrat dan metabolisme nitrogen) dan denaturasi makromolekul (protein, asam nukleat), diduga atas karena perubahan dalam jumlah air yang diikat pada permukaan hidropilik. Namun demikian, dengan adanya musim kering, belukar ini menggugurkan daun tuanya, ranting serta cabangnya dan hanya menyisakan daun-daun yang lebih muda dan lebih kecil yang dapat kehilangan air sampai kandungan air sebesar 50% dari berat kering daun tanpa kerusakan yang nyata (Fitter dan Hay, 1991). Tanaman akan melakukan adaptasi terhadap perubahan lingkungan di luar dari tingkat optimum dan dapat menyelesaikan hidupnya secara lengkap asalkan keadaan lingkungan tidak melebihi batas fisiologi proses kehidupan. Tanaman akan memberikan reaksi (tanggapan) terhadap perubahan lingkungan tersebut. Pada keadaan lingkungan yang tidak optimum, manipulasi sering dilakukan untuk menciptakan keadaan lingkungan mendekati keadaan optimum agar kapasitas genetik yang setinggi mungkin dapat diekspresikan. Manipulasi tersebut dapat dilihat pada pertumbuhan (Sitompul dan Guritno, 1995). Rasio akar pucuk tidak secara khusus berguna dalam membandingkan yang rinci atas hubungan air dari spesies yang berbeda pada tempat yang sama. Berikut ini rasio :

$$\frac{\text{Panjang (atau luas permukaan) akar yang dapat mengabsorpsi}}{\text{Luas Transpirasi daun}}$$

Di samping adaptasi morfologis ini spesies tanaman juga berbeda kemampuan akarnya untuk mendeteksi air dari tanah, kebanyakan tanaman pertanian mampu mengeringkan tanah sampai pada potensial matrik antara -10 dan -20 bar dan ini menyebabkan pemanfaatan yang meluas pada kandungan kelembaban pada -15 bar

sebagai ukuran standar titik layu permanen. Beberapa spesies yang tumbuh di iklim yang lebih kering dapat mengabsorpsi lebih banyak air dari tanah hingga memberikan nilai titik layu permanen sebesar -20 sampai -30 bar. Usaha untuk menambah suplai air dengan jalan ini dapat berhasil hanya selama depresi yang diperlukan dalam potensial air daun tidak merusak jaringan daun itu sendiri. Keefektifan tergantung atas hubungan antara potensial air daun dan kandungan air (Fitter dan Hay, 1991).

#### **2.4 Proses dan mekanisme cekaman air**

Beberapa batasan yang dikemukakan oleh para pakar mengenai mekanisme ketahanan tanaman terhadap kekeringan, namun batasan yang dikemukakan oleh Levitt (1980) dianggap lebih sistematis dan banyak diterima yaitu :

- a. Lolos dari kekeringan (*drought escape atau escaping*) yaitu kemampuan tanaman mengatur plastisitas pertumbuhan atau menyelesaikan daur hidupnya sebelum mengalami kekeringan. Oleh karena itu genotipe padi yang mampu meloloskan diri dari ketahanan kekeringan karena memiliki umur berbunga yang lebih pendek.
- b. Ketahanan terhadap kekeringan (*actual drought resistance*) dapat dibedakan menjadi dua mekanisme, yaitu :
  1. Mekanisme pengelakan (*drought avoidance*) yaitu kemampuan tanaman mempertahankan potensial air sel tetap tinggi selaras dengan semakin meningkatnya cekaman kekeringan sehingga turgiditas sel tetap tinggi dengan cara mengurangi kehilangan air atau meningkatkan penyerapan air. Menurut Yoshida (1981) bahwa kehilangan air dapat dikurangi dengan cara

penggulungan daun mengurangi jumlah anakan dan luas daun. Cara meningkatkan penyerapan air yaitu dengan memperdalam sistem perakaran.

2. Mekanisme toleransi (*drought tolerance*) yaitu kemampuan tanaman melakukan penyesuaian osmotik sel agar pada kondisi potensial air sel yang menurun disebabkan kekeringan turgiditas tetap tinggi. Menurut Baker (1992), turgiditas sel dapat dipertahankan dengan cara meningkatkan potensial osmotik sel yaitu dengan meningkatkan kadar bahan larut sel.

#### **2.4.1 Respon Kacang bambara Terhadap Cekaman Air**

Dengan potensi risiko kekeringan yang terkait dengan perubahan iklim toleransi kekeringan cenderung menjadi lebih penting dalam pertanian Afrika. Kacang bambara sebagai tanaman yang toleran terhadap kekeringan memiliki potensi sebagai tanaman yang perlu ditingkatkan untuk memberikan ketersediaan pangan di daerah kering Afrika (Berchie J.N., Opoku M., Adu-Dapaah H., Agyemang A., Sarkodie-Addo J., Asare E., Addo J., Akuffo H. 2012). Tanaman ini paling cocok untuk daerah kering, dan sangat mudah beradaptasi (Karunaratne A.S., Azam-Ali S.N., Steduto P. 2011). Sistem akar yang kuat dapat meningkatkan ketahanan tanaman ini di dalam kekeringan (Begemann, 1986).

Kacang bambara ternyata mampu mempertahankan turgor melalui kombinasi penyesuaian osmotik penurunan indeks luas daun dan regulasi stomata untuk mengurangi kehilangan air (Collinson S.T., Clawson E.J., AzamAli S.N., Black C.R. 1997). Meskipun mekanisme memungkinkan kacang bambara masih menghasilkan beberapa hasil selama kekeringan masih perlu diteliti. Menurut Collinson *et al.* (1997)

telah menyatakan bahwa mekanisme berhubungan dengan akar / rasio tunas yang relatif tinggi biomassa dan luas kecilnya daun yang membatasi hilangnya transpirasi air.

Tanggapan tentang kekeringan diidentifikasi menjadi hal berbeda antara jenis kacang bambara. Uniswa Merah dari Swaziland didefinisikan sebagai jenis tanaman yang menghindari kekeringan (Turner, 1979). Pertumbuhan yang paling optimal dengan pengurangan luas daun terbesar dan penutupan stomata awal untuk kelangsungan hidup selama kekeringan. Sementara S19-3 dari daerah curah hujan rendah dari Namibia didefinisikan sebagai mengurangi pemborosan air dengan penutupan stomata, dengan pola pertumbuhan yang lebih mempertahankan keadaan, dengan pengurangan luas daun dan penutupan stomata. Tanggapan kekeringan S19-3 yang cocok dengan musim tanam pendek di Namibia dengan masalah kekeringan tiap tahun (Jorgensen S.T., Liu F., Ouedraogo M., Ntundu W.H., Sarrazin J., Christiansen J.L. 2010).

Berchie *et al.* (2012) mengevaluasi kinerja lima jenis kacang bambara (Black mata, Burkina, NAV 4, NAV Merah dan Tom) terhadap kekeringan dan stres panas, di Tono, Navrongo, wilayah timur Ghana. Mereka menyatakan adanya variasi antara jenis galur sehubungan dengan toleransi kekeringan, burkina terbukti paling toleran terhadap kekeringan dan panas, hal itu ditunjukkan dengan berat kering akar dan luas daun tertinggi. Para peneliti percaya bahwa toleransi kekeringan ini mungkin hasil adaptasi dengan kondisi lingkungan.