

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Botani dan Taksonomi Kacang Bambara

Kacang Bambara (*Vigna subterranea* (L.) Verd) berasal dari Afrika kemudian berkembang di kawasan Amerika, Asia dan Australia. Tanaman ini dikembangkan di daerah sub Sahara Afrika, terutama pada daerah semi kering. Di Asia, penyebaran kacang bambara terdapat di India, Indonesia, Malaysia, Philipina dan Thailand (Umam *et al.*,2018).

Tanaman kacang bambara atau yang lebih dikenal dengan kacang bogor termasuk sumber pangan alternatif di Indonesia. Kacang bambara di Indonesia beradaptasi dengan baik di wilayah Bogor dan bagian timur Jawa Barat, sehingga dikenal sebagai Kacang Bogor. Kota lain yang menjadi penyebran kacang bambara adalah Majalengka, Sukabumi, Tasikmalaya, Bandung, Jawa Tengah (Pati dan Kudus), Jawa Timur (Gresik dan Madura), Lampung, NTB dan NTT (Kuswanto, 2012). Kacang bambara telah lama dibudidayakan berabad-abad di daerah asalnya. Penyebaran kacang bambara dibawa oleh bangsa arab ke Madagaskar. Awal abad ke 17 kacang bambara masuk ke Brazil dan Suriname, kemudian tersebar di Asia, India, Indonesia, Pilipina, malaysia, dan Thailand (Adhi dan Soleh, 2018).

Klasifikasi taksonomi tanaman kacang bambara sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Devisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Decotyledoneae
Ordo	: Rosales
Famili	: Leguminoceae (Papilionaceae)
Subfamili	: Papilionoideae
Genus	: Vigna
Spesies	: <i>Vigna subterranea</i> (L.) Vedcourt

2.2 Syarat Tumbuh Kacang Bambara

Kacang bambara memerlukan tempat dan iklim sebagai syarat untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangannya. Kacang bambara toleran terhadap cekaman kekeringan dan mampu menghasilkan pada tanah yang kurang subur dan kering (Adhi dan Soleh 2018). Kacang bambara dapat tumbuh pada ketinggian 5mdpl-1600mdpl, memiliki curah hujan berkisar 900 -1200 mm/tahun. Suhu yang cocok untuk menanam kacang bambara yaitu, optimum 24-27 °C, maximum 32-33°C, minimum 24-26 °C (Khanifah, Endah, dan Rahmad 2021).

Kacang bambara membutuhkan air pada fase pertumbuhan, normalnya 100ml per tanaman/hari tergantung kebutuhan, pada fase generative, dosis penyiraman dapat dikurangi. Kacang bambara dapat tumbuh optimal pada kelembaban tanah yaitu 50-60% (Redjeki, 2020). Pengolahan lahan dan perawatan menjadi faktor penting sebagai syarat pertumbuhan kacang bambara. Menurut Redjeki (2020) lahan kacang bambara di olah 2 kali bertujuan untuk membersihkan gulma, menggemburkan tanah, dan membuat guludan. Jenis tanah andosol dan latosol yang cukup subur, kaya bahan organik dan ber pH 5.8 – 6.5. sangat cocok untuk pertumbuhan tanaman. Perawatan kacang bambara meliputi penyiangan, penyulaman, dan pengendalian OPT.

2.3 Morfologi Kacang Bambara

Secara morfologi kacang bambara memiliki tubuh utama yaitu batang, akar, buah (polong), dan daun. Batangnya sangat pendek, sehingga secara visual seolah-olah tidak berbatang, tetapi mempunyai banyak cabang. Tanaman ini dipermukaan tampak bergerombol, terdiri atas sekumpulan tangkai daun yang panjang. Bentuk helai daun lanset, berwarna hijau muda sampai hijau tua. Pada setiap tangkai daun, melekat 3 helai daun dengan kedudukan yang sama (trifoliate) (Manggung, Abdul, dan Satriyas, 2016).



Gambar 2.1 Tanaman Kacang Bambara

Sumber: Dokumentasi Pribadi (2022).

2.3.1 Akar

Kacang bambara memiliki akar tunggang, termasuk jenis akar legume. Dikelilingi oleh akar rimbun lateral yang banyak sepanjang 20 cm. Akar kacang bambara memiliki bintil bercuping yang dapat menghasilkan nitrogen untuk tanah bersimbiosis dengan bakteri rhizobium. Bentuk bintil kacang bambara bulat seperti tonjolan kecil berwarna putih krem (Pasaribu, 2020). Kedalaman perakaran tanaman bambara dipengaruhi oleh kesuburan tanah

2.3.2 Batang

Kacang bambara memiliki batang yang pendek, cabang lateral bersifat menjalar di permukaan tanah. Cabang kacang bambara muncul setelah satu minggu terjadinya perkecambahan, dan sebanyak 20 cabang dapat dihasilkan. Setiap cabang kacang bambara terdiri dari internode serta cabang pendek disekitarnya. Pada setiap batang kacang bambara memiliki beberapa ruas. Kacang bambara merupakan tanaman semusim tipe pertumbuhan tanaman ini berdasarkan perbandingan panjang petiole (tangkai daun) keempat dan internode (panjang ruas). Tipe tanaman kacang bambara menyebar dan bergerombol tergantung varietasnya (Alfiyah, Izmi, dan Kuswanto, 2017).

2.3.3 Polong

Proses terbeentuknya polong terjadi saat ujung ginofor mulai membengkak. *Peduncle* kacang bambara semula membawa sepasang bunga, setelah penyerbukan dan pembuahan berhasil, akan terjadi pemanjangan *gynophore* yang membawa serta polong. *Peduncle* dan *gynophore* terlihat jelas saat polong masak (dipanen) (Redjeki, 2017). Perkembangan polong ditandai

pembentukan dan perkembangan biji. Setelah biji terbentuk ditandai dengan kotiledon yang berwarna putih, lunak masih melekat, sedangkan polong memiliki lapisan endokarp (gabus) yang tebal, eksokarp berwarna putih, dan permukaannya halus. Polong terisi penuh ditandai dengan lapisan kulit luar yang menipis, keras, permukaan yang sedikit kasar, polong yang sulit dikupas, ukuran polong dan biji membesar. Menjelang masak warna polong berubah menjadi kecokelatan dengan bintik atau bercak cokelat kehitaman (50-75%) pada permukaan polong, biji segar berwarna gelap hitam keunguan atau hitam (Manggung *et al.*, 2016).

2.3.4 Bunga

Bunga pada kacang bambara bersifat cleistogami, yaitu penyerbukan dan pembuahan terjadi saat bunga belum mekar (Redjeki, 2020). Kacang bambara adalah tanaman dengan menyerbuk sendiri, mahkota bunga layu dan gugur setelah penyerbukan. Bunga kacang bambara merupakan bunga lengkap dan sempurna yang terbentuk di ketiak daun tanaman, berbentuk mirip seperti kupu-kupu. Bentuk dan warna bunga sama untuk keempat aksesi dengan warna mahkota bunga kuning keputihan. Proses awal pembungaan ditandai dengan mulai terbentuknya kuncup bunga (31 HST), selanjutnya berkembang hingga bunga mekar (39 HST) dan layu (40 HST) (Manggung *et al.*, 2016).

2.3.5 Daun

Daun kacang bambara memiliki panjang ± 5 cm berbentuk trifoliolate (tiga daun dalam satu tangkai) dan menempel pada tangkai daun. Bentuk daun satuan terdapat 4 tipe yaitu lancolate, oval, lanset dan elips. Tangkai daun kacang bambara berwarna hijau panjangnya sekitar ± 15 cm, kaku dan beralur. Pangkal daun bambara bervariasi yaitu hijau, ungu, coklat, jumlah daun selalu bertambah atau eksponensial. Daun dan kuncup bunga muncul secara bergantian di setiap ruas (Manggung *et al.*, 2016).

2.4 Galur Kacang Bambara

Galur merupakan tanaman hasil pemuliaan yang telah diuji dan diseleksi untuk mendaoatkan terbaik. Bertujuan untuk mengetahui sifat unggul, seragam, dan stabil tetapi belum dilepas menjadi varietas. Varietas lokal merupakan tanaman yang telah ada dan dibudidayakan oleh petani secara terus menerus

dalam kurun waktu cukup lama dan menjadi milik masyarakat serta dikuasai negara. Varietas unggul merupakan galur hasil pemuliaan yang telah diseleksi dan diuji sehingga mempunyai satu atau lebih keunggulan khusus. Keunggulan tersebut meliputi, mutu produk baik, hasil tinggi, tahan hama dan penyakit, toleran cekaman lingkungan, serta sudah dilepas oleh pemerintah (Litbang Kementerian Pertanian, 2019).

Tanaman kacang bambara atau yang lebih dikenal dengan kacang bogor menjadi salah satu sumber pangan alternatif di Indonesia. Kacang bambara di Indonesia cukup lama beradaptasi dengan baik di wilayah Bogor dan bagian timur Jawa Barat, sehingga lebih terkenal sebagai Kacang Bogor. Kacang bambara telah menyebar ke Sukabumi, Majalengka, Tasikmalaya, Bandung, Jawa Tengah (Pati dan Kudus), Jawa Timur (Gresik, Lamongan, Madura dan Malang), Lampung, NTB dan NTT (Kuswanto, 2012). Tanaman bambara cukup lama dibudidayakan berabad-abad di daerah asalnya. Penyebaran kacang bambara dibawa oleh bangsa Arab ke Madagaskar. Awal abad ke 17 kacang bambara memasuki Brazil dan Suriname, lalu menyebar di Asia seperti India, Indonesia, Malaysia, Philipina dan Thailand (Adhi dan Soleh, 2018). Kacang bambara termasuk jenis tanaman legum unggul yang mampu tumbuh dengan baik pada kondisi lahan kering dan tidak subur.

Perbedaan genetik pada kacang bambara menjadi penyebab munculnya berbagai macam keragaman pada tanaman. Program genetik kacang bambara ditunjukkan pada salah satu fase pertumbuhan dengan berbagai sifat dan keunggulan yang berbeda-beda. Menurut Fatimah *et al.*, (2020) yang menjadi kendala pengembangan kacang bambara di Indonesia adalah rendahnya di tingkat petani karena penanaman galur lokal dengan tingkat keragaman yang tinggi. Dampaknya tidak tersedianya benih yang sesuai standar dan memenuhi kualitas sehingga bisa mempengaruhi hasil panen. Kacang bambara dibudidayakan oleh petani secara tradisional dan turun temurun. Varietas yang digunakan juga beragam dan berasal dari benih budidaya sendiri (Adhi dan Soleh, 2018).

Program pemuliaan kacang bambara masih terbatas belum banyak dilakukan dan kurang di perhatikan oleh pemerintah. Sebagai langkah awal kegiatan program pemuliaan, kemurnian genetik dari beberapa galur lokal kacang

bambara perlu diketahui sifat keunggulannya. Keragaman genetik berperan penting dalam program pemuliaan tanaman, hal ini dikarenakan untuk mengetahui terhadap sifat-sifat tertentu yang diinginkan. Keragaman terbesar terjadi pada galur, karena memiliki genetik yang berbeda-beda (Puspitasari *et al.*, 2018). Kegiatan program pemuliaan tanaman perlu dilakukan untuk memperbaiki galur-galur lokal kacang bambara. Salah satu perbaikan kacang bambara dengan seleksi galur lokal dan purifikasi yang memiliki potensial tinggi baik pada fase vegetatif dan generatif. Galur-galur tersebut diharapkan berkembang menjadi varietas baru atau sebagai tetua persilangan yang mempunyai nilai unggul tinggi.

Keseragaman merupakan aspek yang dapat dipertimbangkan untuk menilai kemurnian genetik dari galur lokal. Koleksi galur lokal kacang bambara merupakan langkah awal selanjutnya bisa dikembangkan menjadi suatu varietas unggul. Galur lokal memiliki adaptasi yang cukup luas pada lingkungan lokal, sehingga berpotensi besar dijadikan varietas unggul (Nugraha, Ardiarini, dan Kuswanto, 2017). Keragaman karakter tanaman, dapat dipengaruhi oleh genetik maupun lingkungan. Salah satu cara mengetahui besar pengaruh faktor genetik terhadap karakter tanaman dapat dilihat nilai heritabilitasnya.

Keberagaman genetik diantara galur kacang bambara yang diperoleh sangat penting untuk kegiatan pemuliaan tanaman berikutnya. Nilai heritabilitas menjadi faktor dugaan apakah keragaman karakter lebih banyak dipengaruhi oleh genetik atau lingkungan. Keragaman karakter yang memiliki nilai heritabilitas dalam arti luas, rendah, dan sedang belum tentu diturunkan ke generasi selanjutnya (Fatimah *et al.*, 2020). Karakter dengan nilai heritabilitas tinggi pada fase vegetatif, pembungaaan, dan hasil menjadi tolak ukur pemilihan galur penelitian. Seleksi dengan pemilihan karakter tersebut lebih efisien jika dibandingkan menilai karakter dengan heritabilitas yang rendah (Puspitasari *et al.*, 2018).

Berdasarkan penelitian Puspitasari *et al.*, (2018) dilihat dari nilai heribilitasnya menunjukkan keragaman yang tinggi terhadap 16 galur kacang bambara saat fase pertumbuhan, pembungaaan dan hasil. Keragaman terbesar terjadi antar galur, diantara galur tersebut terdapat kelompok populasi secara genetik berbeda. Berdasarkan penelitian Puspitasari *et al.*, (2018) dari 16 galur

terdapat 3 galur dengan potensi hasil tinggi yang melebihi galur lokal dari Gresik antara lain galur Mokgalo, Botswana-1 dan Botswana-2. Ketiga galur tersebut memiliki nilai baik pada karakter kualitatif, komponen pertumbuhan, pembungaan serta hasil. Semakin tinggi sifat yang mendukung komponen hasil maka akan berpengaruh terhadap kenaikan hasil.

Berdasarkan penelitian Fatimah *et al.*, (2020) evaluasi keragaman 12 galur lokal harapan kacang bambara asal (Gresik, Lamongan, Madura, Cianjur, Fakultas pertanian UB) menunjukkan adanya keragaman pertumbuhan dan hasil. Perlakuan genotip berpengaruh nyata terhadap karakter fase pertumbuhan, kecuali pada karakter panjang akar dan jumlah cabang. Genotipa terdapat pengaruh nyata pada karakter hasil, yaitu jumlah polong per tanaman dan bobot polong basah per tanaman. Karakter dengan nilai duga heritabilitas tinggi yaitu (jumlah daun, bunga, ruas, polong, biji), (panjang daun terminal, petiole, internode, polong,) (bobot brangkasan basah, polong per polong, brangkasan kering, dan lebar daun terminal).

2.5 Peran Air Bagi Tanaman Bambara

Air mempunyai peran penting dalam fisiologi tumbuhan. Menurut Handoko dan Anisa (2020) peran air pada tanaman saat fase pertumbuhan dan perkembangannya yaitu: sebagai bahan penyusun utama protoplasma, membantu proses fotosintesis, reaksi-reaksi kimia dan proses respirasi dan transpirasi tanaman. Novenda dan Setyo (2017) tanaman dengan cekaman kekurangan air secara umum menyebabkan ukuran yang lebih kecil dan perkembangannya menjadi abnormal, daun-daun kecil karena terjadi penurunan turgor sel pada tanaman.

Menurut Handoko dan Anisah (2020) kekurangan air pada dalam satu periode pertumbuhan dapat menyebabkan tanaman menderita dan kemudian mati. Ciri- cirinya yaitu layunya daun-daun, peristiwa kelayuan karena penyerapan air tidak seimbang dengan kecepatan penguapan air dari tanaman. Apabila laju transpirasi cukup besar dan penyerapan air tidak dapat mengimbangnya, maka tanaman mengalami kelayuan sementara (*transcient wilting*). Sedangkan tanaman yang mengalami kelayuan tetap, yaitu karena keadaan air dalam tanah telah mencapai permanent (*wilting percentage*). Tanaman dalam keadaan ini sudah sulit

untuk disembuhkan karena sebagian besar sel-selnya telah mengalami plasmolisis.

Menurut Mabhaudhi, Modi, dan Beletse (2013) kacang bambara dikenal sebagai tanaman yang beradaptasi sangat baik dengan kondisi yang lebih keras, termasuk tekanan kekeringan dan tanaman kacang bambara disebut-sebut sebagai tanaman masa depan. Kacang bambara mampu mempertahankan turgor melalui kombinasi penyesuaian osmotik penurunan indeks luas daun dan regulasi stomata untuk mengantisipasi kehilangan air. Pertumbuhan akan optimal dengan pengurangan luas daun terbesar dan penutupan stomata awal demi menjaga kelangsungan hidup selama defisit air.

Peran air tetap dibutuhkan untuk pertumbuhan dan hasil tanaman kacang bambara meskipun hanya sedikit. Menurut Redjeki (2020) tanaman bambara membutuhkan air pada fase pertumbuhan, normalnya 100ml per tanaman / hari tergantung kebutuhan. Kacang bambara memiliki ketahanan terhadap penurunan ketersediaan air, peningkatan efisiensi penggunaan air terhadap kacang bambara sebagai respons terhadap tekanan air yang dicapai melalui durasi tanaman. Akan tetapi kacang bambara bahwa pada saat pembungaan pada kacang bambara secara nyata menurunkan pertumbuhan, menurunkan jumlah polong per tanaman tetapi tidak pada bobot biji (Hariyati, 2017).

Air memiliki peran penting terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman bambara. Perlakuan dosis penyiraman bambara menunjukkan pengaruh pada jumlah polong dan berat biji yang dihasilkan. Menurut penelitian Umam *et al.*, (2018) penyiraman dengan taraf tertinggi 100%KL menghasilkan rata-rata bobot biji (2,92 g) dan jumlah polong rata-rata (4.42) butir pertanaman. Kacang bambara dengan taraf penyiraman rendah 25%KL mengakibatkan tidak mampu menghasilkan polong. Efek kekurangan air tanaman bambara menyebabkan polong menjadi sedikit, karena ginofor mengering sebelum terbentuk polong. Kebutuhan air minimum direkomendasikan agar galur kacang bambara dapat tumbuh dan menghasilkan adalah dosis penyiraman P2 (174,9 ml) yaitu taraf penyiraman 75% KL (Umam *et al.*, 2018).

Cekaman kelebihan dan kekurangan air terhadap pertumbuhan tanaman kacang bambara memberikan respon berbeda-beda. Menurut penelitian Umam *et*

al., (2018) perlakuan penyiraman berpengaruh nyata terhadap variabel jumlah daun tanaman kacang bamba. Penyiraman dengan taraf tertinggi 100%/KL memberikan interaksi terbaik terhadap jumlah daun yang di hasilkan dengan rata-rata ($P_1= 18,28$), dibandingkan dengan taraf penyiraman terendah 25%/KL rata-rata ($P_2=12.81$), ($P_3=15.89$), ($P_4= 13.22$). Penelitian ini pada variabel tinggi tanaman, penyiraman dengan taraf tertinggi 100%KL dan 75%KL menunjukkan itidak berbeda nyata dengan nilai rata-rata ($P_1=5.72$) ($P_2=5.1$). Interaksi terbaik pada variabel tinggi tanaman yaitu ($P_3=5.84$) dengan penyiraman 50% Kpl. Nilai terendah yaitu ($P_4=4.94$) penyiraman dengan tingkat cekaman kekeringan 25%KL, tinggi tanaman menurun secara nyata dengan menurunnya pemberian air.

Hal ini sependapat dengan Novenda dan Setyo (2017) cekaman kekeringan dapat terhambatnya metabolisme seperti, penyerapan nutrisi, pembelahan dan pembesaran sel, penurunan aktivitas enzim serta penutupan stomata. Dampak dari cekaman kekeringan tersebut pertumbuhan dan perkembangan tanaman akan terhambat. Dampak cekaman kekeringan tidak hanya berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil, namun bisa menyebabkan kematian tanaman. Cekaman kekeringan dapat menyebabkan penurunan turgor tanaman, yang berperan dalam menentukan ukuran tanaman, pembesaran dan perbanyak sel tanaman.

Cekaman kekeringan bukan hanya satu faktor yang berdampak terhadap pertumbuhan, hasil, dan bahkan kematian suatu tanaman. Cekaman kelebihan air tinggi juga berdampak negatif dan bisa menyebabkan kematian suatu tanaman. Tanaman dengan kelebihan air tinggi akan mengalami stres karena dapat mengganggu proses-proses fisiologi sehingga akan mengalami kerusakan dan kematian. Faktor utama karena pertukaran udara terbatas, baik karbondioksida (CO_2) maupun oksigen (O_2) sehingga menghambat fotosintesis dan respirasi tanaman. Tanpa O_2 (hipoksia), sel-sel akar tidak bisa bertahan hidup lama, hingga akhirnya mati. Sel-sel akar yang rusak atau mati terutama bagian xylemnya tidak mampu melakukan penyerapan secara aktif sehingga air tidak terserap dan tersalurkan ke bagian atas tanaman. Kondisi terbatasnya O_2 secara dramatis akan berdampak terhadap pertumbuhan, perkembangan, dan keberadaan tanaman (Santhiawan dan Putu, 2019).

Interaksi jenis galur terhadap pemberian berbagai volume air menunjukkan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan hasil panen tanaman kacang bambara. Menurut penelitian Umam *et al.*, (2018) penanaman kacang bambara yang terdiri dari 3 galur lokal Madura (G_1 , G_2 , G_3) dan 1 galur lokal Indonesia (G_4) dengan pemberian berbagai volume air. Interaksi dengan nilai terbaik ditunjukkan oleh galur lokal Indonesia (G_4) dengan volume penyiraman ($P_1=100\%$ KL) Pertanaman. Rerata interaksi terbaik terhadap variabel hasil yaitu berat biji ($G_4P_1=4,78$ g), jumlah biji ($G_4P_1=1,39$), jumlah polong ($G_4P_1= 6,22$)

Menurut penelitian Chairul (2019) pemberian berbagai tingkat cekaman kekeringan air 200, 150, 100, 50 ml terhadap 3 galur, ($G_1=$ No 7), ($G_2=$ No 20) ($G_3=$ Galur Gresik). Pemberian cekaman dosis air berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman kacang bambara pada jumlah daun. Pemberian dosis air tinggi 200 ml menghasilkan rerata jumlah daun (304,67). Pemberian dosis air rendah 50 ml jumlah daun menunjukkan penurunan yang signifikan di tiap minggunya dan menghasilkan rata-rata (177). Interaksi terbaik pemberian tingkat cekaman kekeringan terhadap 3 galur tanaman bambara untuk tetap tumbuh dan menghasilkan yaitu tingkat cekaman 200 ml dan galur 1. Variabel jumlah polong (13), jumlah biji (14), bobot kering polong (1,6 g), dan bobot brangkasan (41,08 g)

Interaksi jenis galur ($G_1=$ No 7), ($G_2=$ No 20) ($G_3=$ Galur Gresik) terhadap pemberian berbagai cekaman kekeringan. Galur 1 menunjukkan hasil terbaik beda nyata tertinggi dibandingkan galur 2 dan galur 3 (galur Gresik) pada parameter laju pertumbuhan (77,25 cm) jumlah polong (62), tebal kulit polong (2,6 mm), bobot kering biji (27,83 g) persen kupasan (533,8 %), bobot 100 biji (301,51 g) dan bobot brangkasan (207,08 g) (Chairul, 2019).

Perlakuan taraf penyiraman terhadap beberapa galur kacang bambara memberikan pengaruh signifikan terhadap jumlah polong, jumlah biji, dan bobot biji yang dihasilkan. Menurut penelitian Prabawati *et al.*, (2017) penanaman kacang bambara di Malang menggunakan tanah alfisol dengan perlakuan pemberian berbagai dosis air dan 2 galur kacang Bogor. Warna galur tersebut terdiri ($G_1 =$ Bangkalan bijin hitam), ($G_2 =$ BBL, warna biji hitam, Lamongan), dan ($G_3 =$ UB Cream, warna biji krem). Penyiraman dengan taraf tertinggi

(100%KL / 600 ml) menghasilkan rata-rata jumlah polong (3,20), jumlah biji (2,56), bobot biji (0,86 g). Penyiraman dengan taraf terendah (25%KL / 150 ml) tidak menghasilkan polong. Interaksi terbaik terhadap 3 warna galur yaitu, (BBL= warna biji hitam lamongan) dengan rerata (jumlah polong = 3,50), (jumlah biji=3,63), dn (berat biji=0,97 g) (Prabawati *et al.*, 2017).

Cekaman kekeringan memberikan pengaruh terhadap fase pertumbuhan dan hasil tanaman kacang bambara. Menurut penelitian Syahbana, Endah dan Rahmad, (2023) pemberian cekaman dosis air menunjukkan interaksi terhadap jumlah polong yang dihasilkan. Penyiraman dosis air tinggi (100 ml / tanaman) menunjukkan interaksi terbaik terhadap jumlah polong yang dihasilkan dengan rerata (8.32 g). Penurunan pemberian cekaman air memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah polong yang dihasilkan. Cekaman pemerian air 25, 50, 75 ml / tanaman menghasilkan rerata jumlah polong (25 ml = 4.48), (50 ml = 4.76) dan (75 ml = 7.75). Kesimpulan dalam penelitian tersebut cekaman pemberian air rendah 25, 50, 75 ml / tanaman mempunyai polong sedikit dibandingkan penyiraman dengan taraf tertinggi 100 ml / tanaman.

Penjelasan di atas sependapat dengan penelitian Setiawan, Setyo dan Endah, (2023) penyiraman taraf dosis air rendah dan tinggi akan berpengaruh terhadap hasil jumlah polong yang didapatkan. Dalam penelitian ini penyiraman dosis air 100 ml / tanaman menunjukkan interaksi sangat nyata terhadap jumlah polong yang didapatkan dengan rerata (6.82). Sementara penyiraman dosis air 25 ml / tanaman menghasilkan jumlah polong dengan rerata (2.35). Cekaman dosis air 25 ml / tanaman tidak disarankan dalam penelitian ini. Penyiraman taraf air 50 ml dan 75 ml masih mampu mendukung pertumbuhan dan hasil tanaman kacang bambara (Setiawan, *et al.*, 2023).

Air selain berpengaruh terhadap hasil jumlah polong yang yang didapatkan. Kebutuhan air yang tercukupi, juga berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Hal ini sependapat dengan penelitian Novara, Elvi dan Riza, (2021) penyiraman dosis air (29 ml, 143 ml, 370 ml, 616 ml, dan 771 ml / tanaman) terhadap tanaman kacang ercis. Penyiraman dengan volume air tersebut menunjukkan hasil berbeda nyata terhadap variabel tinggi tanaman. Rerata tertinggi yaitu penyiraman (771 ml / tanaman) dengan (rerata = 54,80).

Penyiraman (616 ml / tanaman) menghasilkan rerata tertinggi kedua yaitu, (52,80). Penyiraman (370 ml / tanaman) menghasilkan rerata tertinggi ketiga yaitu, (44,00). Sementara penyiraman dengan cekaman dosis air dengan volume rendah (29 ml / tanaman) rendah menghasilkan rerata paling kecil yaitu, (39,20). Hal ini sejalan dengan penelitian Sakdiah, Kharis, dan Priyono (2017) cekaman air 600 ml/polybag menunjukkan interaksi terbaik karena berpengaruh terhadap peningkatan tinggi tanaman sebesar (40,55 cm).

Air memiliki peran yang penting terhadap pertumbuhan tanaman. Tinggi tanaman dan jumlah daun tergantung oleh ketersediaan air yang cukup untuk mendukung pertumbuhan pada tanaman. Menurut penelitian Pratiwi dan Arufah, (2021) frekuensi penyiraman tanaman kacang buncis (200 ml / tanaman) dengan jarak waktu (1 hari, 2 hari, 4 hari, 6 hari, dan 8 hari). Volume penyiraman tersebut memberikan pengaruh yang signifikan terhadap jumlah daun yang didapatkan. Penyiraman volume air (200 ml / 1 hari / tanaman) menunjukkan hasil terbaik dari setiap perlakuan dengan rerata (24,00). Sementara penyiraman volume air (200 ml / 2 hari / tanaman) menunjukkan rerata terbaik kedua (19,60). Nilai terendah dari penelitian ini penyiraman dengan volume air (200 ml / 8 hari / tanaman) dengan rerata (12,60). Kekurangan air berpengaruh terhadap proses produksi jumlah daun tanaman.

Air memiliki peran penting terhadap pembentukan akar. Cekaman kekeringan dapat berpengaruh terhadap fisiologi akar tanaman. Menurut penelitian Mahdya, Nurmala dan Yuwariah (2020) frekuensi penyiraman dengan interval waktu 1 hari dan 4 hari memberikan pengaruh terhadap panjang akar tanaman hanjeli. Interval penyiraman (12 mm / 1 hari) menghasilkan panjang akar 15-20 cm. Penyiraman dengan interval waktu (12 mm / 4 hari) sekali menghasilkan akar terpanjang yaitu 25-50 cm. Tanaman yang menderita cekaman kekeringan akan beradaptasi dengan lingkungan dengan memanjangkan akarnya. Akar yang panjang akan menembus lapisan tanah terdalam untuk memenuhi ketersediaan air bagi tanaman.

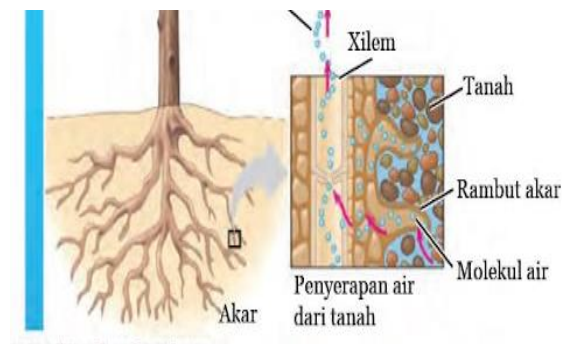
2.6 Mekanisme Penyerapan Air Tanaman

Air diserap akar dari tanah dan akhirnya mencapai bagian tertinggi tanaman yaitu daun lalu didistribusikan ke seluruh bagian tanaman sehingga dapat memenuhi kebutuhan nutrisi pada tanaman di pengaruhi oleh daya tekanan akar, daya kapilaritas batang, dan daya hisap daun.

2.6.1 Daya Tekanan Akar

Kapasitas sel akar menyalurkan air dari xilem menuju jaringan di atasnya dikenal sebagai tekanan akar sehingga air dapat naik kedaun. Rambut pada akar membantu memperbesar daerah resapan air (Farrasati, Iput, Rahutomo, dan Eko, 2021). Sel-sel epidermis yang menonjol merupakan rambut akar yang berguna untuk menyerap air secara osmosis. Osmosis berperan penting terhadap translokasinya air keseluruhan organ tanaman. Osmosis adalah penguncian molekul air melalui membran semipermeabel dari larutan konsentrasi rendah ke tinggi. Inilah cara kerjanya:

1. Air dan mineral yang terlarut dalam tanah kemudian masuk ke dalam sel rambut secara osmosis.
2. Rambut akar menyerap air, cairan pada sel rambut akar menjadi kurang pekat jika dibandingkan dengan sel korteks. Hal ini membuat air dari sel rambut akar mengalir ke dalam sel pada korteks secara osmosis.
3. Air kemudian mengalir ke endodermis dengan cara osmosis hingga mencapai pembuluh kayu (xylem).
4. Proses pengangkutan air dari rambut akar menuju pembuluh xylem dinamakan ekstravasikuler (pengangkutan di luar pembuluh angkut).
5. Penyerapan air menyebabkan akar menekankan hingga air masuk ke dalam pembuluh xylem, kemudian air akan terangkut menuju batang dan daun yang letaknya lebih tinggi.

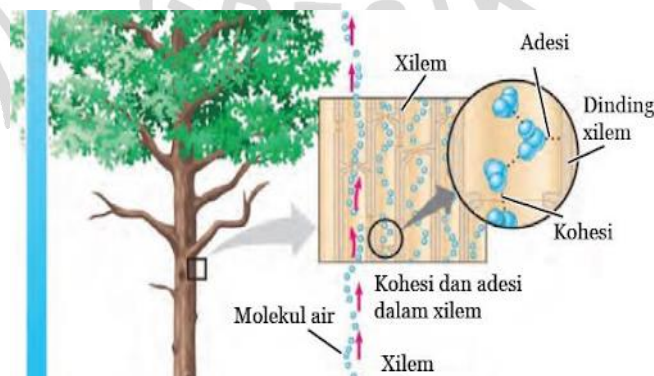


Gambar 2.2 Daya Tekanan Akar
Sumber: Reza (2021).

Saat air masuk ke dalam lapisan sel, akan terjadi tekanan pada dinding sehingga terjadi akan merenggan. Sehingga menyebabkan adanya tekanan hidrostatik untuk melawan aliran air tersebut. Tekanan akar pada setiap tumbuhan berbeda-beda tergantung besar kecilnya tanaman. (Handoko dan Anisah, 2020).

2.6.2 Daya Kapilaritas Batang

Air diserap akar kemudian disebarkan ke seluruh tubuh tumbuhan karena adanya daya kapilaritas batang. Daya kapilaritas batang merupakan kemampuan xylem yang memiliki diameter sangat kecil (kapiler) dalam menaikkan permukaan air lebih tinggi dibandingkan dengan di luar pembuluh. Daya kapilaritas dipengaruhi oleh gaya kohesi dan gaya adhesi. Air naik dari akar menuju daun disebabkan adanya daya kohesi dan adhesi antara air dan dinding pembuluh xilem, daya tekan akar, daya kapilaritas batang dan daya isap daun (Risanti, 2017).

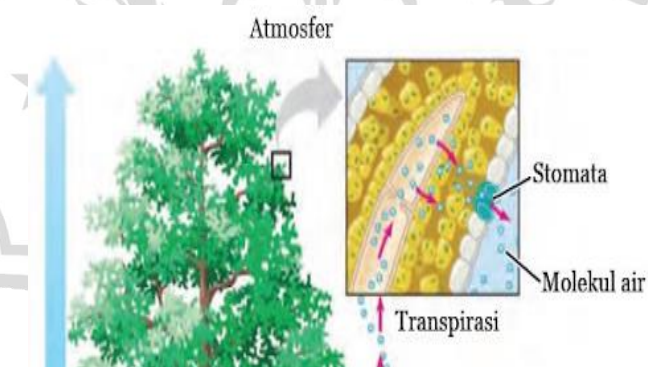


Gambar 2.3 Daya Kapilaritas Batang
Sumber: Reza (2021).

Gaya kohesi merupakan gaya antar molekul zat sejenis, sementara adhesi yaitu gaya tarik antar molekul zat tidak sejenis. Saat air masuk pembuluh xylem, akan mengalami gaya adhesi yang lemah antara molekul air dan molekul pembuluh xylem. Gaya kohesi antara molekul air dengan molekul air lainnya sangat kuat, hal inilah yang menyebabkan air bergerak dapat naik di sepanjang pembuluh xylem. Pembuluh xilem pada tumbuhan dianggap sebagai pipa kapiler. Air akan naik melalui pembuluh kayu sebagai akibat dari gaya adhesi antara dinding pembuluh kayu dengan molekul air (Handoko dan Anisah, 2020).

2.6.3 Daya Hisap Daun

Air berperan untuk proses fotosintesis yang terjadi pada daun tanaman. Daun juga mengalami proses transpirasi yaitu penguapan air dari daun sehingga tanaman melakukan daya hisap daun sebagai pengganti kehilangan air. Daya hisap daun merupakan kemampuan daun dalam menyerap air dari jaringan dibawahnya yaitu batang. Kemampuan ini karena tekanan osmosis pada sel daun lebih tinggi daripada sel batang. Perbedaan tekanan osmosis ini karena daun selalu mengeluarkan air saat terjadi transpirasi. Penyerapan air pada tanaman hampir setara dengan transpirasi bila penyediaan air tanah cukup. Kecepatan transpirasi dipengaruhi banyaknya jumlah stomata dan keadaan



Gambar 2.4 Daya Hisap Daun

Sumber: Reza (2021).

permukaan daun (Hutabarat, Wulan, Arisah dan Fauziyah, 2017).

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi transpirasi yaitu internal dan eksternal. Faktor internal meliputi suhu udara, luas bidang penguapan, kecepatan

angin, kelembaban dan tekanan udara. Faktor eksternal yaitu, ukuran luas daun, jumlah daun, jumlah stomata dan jumlah bulu akar (Hutabarat *et al.*, 2017). Daya hisap daun menjadi faktor terakhir yang menyebabkan air dapat tersalurkan dari akar hingga ke daun (Handoko dan Anisah, 2020).

2.7 Jenis – Jenis Air Tanah

Kehidupan manusia, hewan, dan tumbuhan semuanya didukung oleh air, sebagai sumber daya alam. Sumber utama kebutuhan pokok penduduk, termasuk untuk minum, keperluan rumah tangga, irigasi, dan industri, adalah air tanah karena dapat memenuhi kebutuhan hidup manusia. Air tanah memainkan peran penting, tetapi jika digunakan secara berlebihan, dapat berdampak buruk pada lingkungan serta jumlah dan kualitas air tanah itu sendiri (Prastistho, Puji, Achmad, Prasetyadi, M. Ridwan, dan Yulian, 2018).

Setiap makhluk hidup di bumi, termasuk tumbuhan, manusia, dan hewan, bergantung pada air. Makhluk hidup memanfaatkan air untuk menjaga keseimbangan tubuhnya. Lautan, es di kutub, hujan, awan, sungai, uap air, dan badan air lainnya membentuk sebanyak 71% dari permukaan bumi. Air beredar menurut siklus hidrologi, yang meliputi penguapan, presipitasi, dan aliran air melalui daratan dan akhirnya ke laut Menurut Wicaksono, Devita, Pratiwi, Tommy, dan Tri (2019) Jenis-jenis air adalah sebagai berikut:

1. Air permukaan adalah aliran presipitasi di atas permukaan tanah yang tidak dapat diserap oleh tanah sehingga sebagian besar air tersebut tergenang dan mengalir ke arah tempat yang lebih rendah. Air sungai, danau, dan laut adalah beberapa contoh air permukaan.
2. Udara atau atmosfer yang jatuh ke permukaan bumi adalah tempat asal air angkasa. Sekitar 0,001% air di permukaan bumi terdiri dari air yang ada di lapisan udara. Hujan, salju, dan air es adalah beberapa jenis air angkasa.
3. Air tanah, yang merupakan 0,6% dari seluruh air di Bumi, adalah segala jenis air yang terdapat di dekat dasar lapisan tanah. Akibatnya, air tanah lebih banyak Hal ini menjadikan air tanah lebih banyak daripada air sungai dan danau apabila digabungkan meupun air yang terdapat di atmosfer. Pengelompokkan air tanah menurut letaknya terbagi menjadi:

- a. Air tanah freatik adalah air tanah dangkal yang hanya berada 9 sampai 15 meter di bawah permukaan tanah. Meskipun air tanah dangkal biasanya murni, ada beberapa lokasi di mana air freatik ini dapat tercemar karena kadar Fe dan Mn yang berlebihan, misalnya.
- b. Air tanah artesis dapat ditemukan 80 hingga 300 meter di bawah lapisan kedap air tanah bagian atas. Air ini memiliki kaliber lebih tinggi daripada air tanah dangkal.
- c. Campuran debu meteor dan hujan yang terbentuk sebelum air mengembun di atmosfer dikenal sebagai air tanah meteorit (Vados).
- d. Meteorit air tanah (Vados), yaitu campuran debu meteor dan hujan yang terbentuk sebelum terjadi proses kondensasi udara di atmosfer.
- e. Menurut Darwis (2018), meteorit air tanah tercipta ketika debu meteorit dan awan mengembun membentuk hujan (presipitasi).
- f. Air Tanah Baru (Juvenil), sering dikenal sebagai air bawah tanah, tercipta ketika magma merembes ke dalam bumi. Geysir yang menghasilkan air panas merupakan contoh air tanah remaja (Darwis, 2018).
- g. Air konat, terkadang dikenal sebagai air fosil, adalah air yang pernah terperangkap di batuan atau gunung sedimen tertentu. Air ini biasanya mengandung banyak mineral dan lebih asin dari air laut (Darwis, 2018)

2.8 Faktor-Faktor Yang Berpengaruh Terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman Bambara

2.8.1 Genetik

Faktor genetik berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil dari tanaman kacang bambara. Genetika adalah pewarisan sifat yang diturunkan dari tetua tanaman ke anaknya. Faktor genetik yang paling banyak mempengaruhi terhadap hasil tanaman kacang bambara meliputi, warna testa dan bintil akar.

Testa tanaman kacang bambara terdiri dari berbagai variasi warna testa tergantung galur dan varietasnya. Warna testa tanaman bambara yaitu, coklat, cream, hitam, merah tua, dan hitam keunguan. Variasi warna testa pada tanaman bambara memberikan pengaruh terhadap hasil panen yang di dapatkan. Menurut hasil penelitian Priyanto dan Endah (2020) penanaman 3 galur lokal sukabumi

dengan warna testa yang berbeda yaitu, G_1 = coklat, G_2 = hitam, G_3 = merah. Hasil panen tertinggi yang didapatkan yaitu, warna testa krem mampu menghasilkan biji kering 419,6 kg/ha, warna hitam 301,5 kg/ha, dan warna merah 433,5 kg/ha.

Bintil akar terdapat pada jenis kacang-kacang (leguminosa) seperti kacang bambara, Kacang tanah, Kedelai dan Kacang hijau. Tanaman bambara memiliki bintil akar bercuping yang mampu menyumbangkan unsur nitrogen untuk tanah bersimbiosis dengan bakteri rhizobium. Bentuk bintil kacang bambara bulat seperti tonjolan kecil berwarna putih krem (Pasaribu, 2020). Adanya bintil akar tersebut dapat menghemat penggunaan pupuk pada tanaman bambara. Menurut hasil penelitian Redjeki (2003) di Gresik, tanaman bambara tanpa menggunakan pupuk mampu meningkatkan hasil biji kering 0.77 ton/ha. Tanpa menggunakan pupuk tanaman bambara bisa menghasilkan karena terdapat peran bintil akar bemanfaat dalam meningkatkan pertumbuhan dan kesuburan pada tanaman. Bintil akar bisa menyuburkan tanah karena menyediakan unsur nitrogen (Kumalasari, Endah dan Erma, 2013).

2.8.2 Lingkungan

1. Air

Air adalah bahan penyusun utama pada tanaman. Kebutuhan air dari setiap tanaman berbeda-beda. Secara umum 60-95 % jaringan tumbuhan mengandung air. Peran air tetap dibutuhkan untuk pertumbuhan dan hasil tanaman kacang bambara meskipun hanya sedikit. Menurut Redjeki (2020) tanaman bambara membutuhkan air pada fase pertumbuhan, normalnya 100ml per tanaman tergantung kebutuhan. Kekurangan air tanaman bambara mengakibatkan polong menjadi sedikit, karena terjadi pengeringan ginofor sebelum terbentuk polong. Menurut penelitian Umam *et al.*, (2018) Kebutuhan air minimum yang menjadi rekomendasi agar galur kacang bambara dapat tumbuh dan menghasilkan adalah dosis P2 (174,9 ml) yaitu penyiraman 75% KL.

2. Suhu

Faktor lingkungan merupakan salah satu yang berpengaruh penting dalam pertumbuhan dan hasil tanaman adalah suhu. Suhu yang harus diperhatikan dalam pertumbuhan dan hasil tanaman meliputi maximum ($^{\circ}\text{C}$), minimum ($^{\circ}\text{C}$) dan

optimum (°C). Suhu yang menjadi kebutuhan tanaman berbeda-beda tergantung pada jenis tanamannya. Suhu yang cocok untuk menanam kacang bambara yaitu, memiliki rerata suhu optimum 24-27 °C, suhu maximum 32-33°C, minimum 24-26 °C (Khanifah *et al.*, 2021). Tanaman Kacang Bambara berasal dari Afrika, dikenal sebagai salah satu jenis tanaman yang mampu beradaptasi terhadap suhu panas (kering). Budidaya kacang bambara cocok di Kabupaten Gresik karena beriklim kering sesuai daerah asalnya. Priyanto dan Redjeki (2020) mengatakan Gresik menjadi sentra tanaman kacang bambara di Jawa Timur. Tanaman ini mampu beradaptasi dengan baik sejak seratus tahun lalu di Kabupaten Gresik.

3. Jenis Tanah

Tanaman Kacang Bambara berasal dari Afrika, dikenal sebagai salah satu jenis tanaman yang dapat bertahan pada cekaman kekeringan. Keunggulan lainya tanaman bambara dapat tumbuh di lahan marginal (rendah potensi dan kekurangan unsur hara (Adhi dan Soleh 2018). Tanaman bambara tidak memerlukan jenis tanah tertentu untuk tetap tumbuh dan menghasilkan. Tanaman bambara mampu beradaptasi dengan tingkat keragaman jenis tanah yang berbeda di berbagai daerah Indonesia. Kacang bambara telah menyebar ke Kabupaten Sukabumi, Majalengka, Tasikmalaya, Bandung, Jawa Tengah (Pati dan Kudus), Jawa Timur (Gresik, Lamongan, Madura dan Malang), Lampung, NTB dan NTT (Kuswanto, 2012).

Daya adaptasi terhadap kekurangan unsur hara dan keragaman jenis tanah di Indonesia menjadi keunggulan tersendiri bagi tanaman bambara. Menurut hasil penelitian Redjeki (2003) di Gresik, tanaman bambara tanpa menggunakan pupuk mampu menghasilkan biji kering 0.77 ton/ha. Dalam penelitiannya Umam *et al.*, (2018) di Madura menggunakan jenis tanah mediteranian (jenis tanah kapur yang kurang subur rendah kandungan bahan organik dan nitrogen). Hasil penelitian tersebut tanaman bambara dapat tumbuh maksimal asalkan kebutuhan air bisa terpenuhi.

4. Cahaya Matahari

Cahaya matahari memiliki peran yang cukup penting untuk pertumbuhan dan hasil dari tanaman karena di dalamnya terdapat proses fotosintesis. Cahaya matahari yang diserap oleh klorofil pada daun tanaman diubah menjadi glukosa

dan oksigen. Glukosa dan mineral dibutuhkan tanaman dalam pembentukan organ daun, batang dan akar (Zahra dan Sakdiyatul, 2021).

