

## II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Kedelai hitam

Kacang kedelai hitam (*Glycine max* (L.) Merrill) merupakan salah satu tanaman multiguna yang dapat dimanfaatkan sebagai pangan, pakan, maupun bahan baku industri. Tanaman polong-polongan ini menjadi bahan dasar berbagai produk makanan seperti kecap, tahu, dan tempe. Dari segi harga, kedelai merupakan sumber protein nabati yang relatif murah. Kedelai termasuk tanaman semusim dan tergolong tanaman basah (Adisarwanto, 2006).

Kasifikasi tanaman kedelai sebagai berikut :

|            |                                    |
|------------|------------------------------------|
| Divisi     | : Spermatophyta                    |
| Sub Divisi | : Angiospermae                     |
| Kelas      | : Dicotyledonae                    |
| Sub Kelas  | : Archichlamydae                   |
| Ordo       | : Rosale                           |
| Sub Ordo   | : Leguminosae                      |
| Family     | : Leguminosae                      |
| Genus      | : Glycine                          |
| Sub Genus  | : Glycine                          |
| Spesies    | : <i>Glycine max</i> (L.) Merrill. |

Kedelai merupakan salah satu komoditas pangan terpenting, dengan kebutuhan di Indonesia mencapai 2,20 juta ton per tahun. Permintaan kedelai terus meningkat seiring pertambahan jumlah penduduk, sementara produksi dalam

negeri belum mampu mengimbangi kebutuhan tersebut. Hingga saat ini, produksi kedelai belum mencukupi kebutuhan nasional, dan penurunan produksinya diduga berkaitan dengan kurangnya upaya perbaikan sistem budidaya sehingga peningkatan produksi tidak tercapai (Siregar, 2023).

Kedelai merupakan sumber gizi yang baik bagi manusia, dengan kandungan protein utuh sebesar 35–38%, lebih tinggi dibandingkan jenis kacang lainnya (Siregar, 2023). Menurut Nugraha dkk. (2000), protein pada tanaman kedelai berperan dalam pembentukan antosianin yang memiliki aktivitas antioksidan tinggi dibandingkan tokoperol. Antioksidan tersebut mengandung senyawa yang berfungsi sebagai agen antitumor dan pencegah penyakit kardiovaskular. Selain itu, antosianin juga berperan sebagai anti-diabetes, anti-hipoglikemik, anti-hipertensi, anti-kanker, dan anti-inflamasi. Mengingat banyaknya manfaat kedelai hitam, diperlukan upaya peningkatan produksinya.

Kedelai hitam (*Glycine max* (L.) Merrill) merupakan salah satu tanaman asli Asia yang cocok dibudidayakan di wilayah tropis seperti Indonesia. Kedelai hitam banyak dimanfaatkan dalam pembuatan berbagai produk pangan, seperti kecap dan olahan lainnya, karena mengandung sekitar 34% karbohidrat, 34% protein, 19% minyak, dan 5% mineral, serta komponen bioaktif seperti antosianin dan isoflavon (Harahap, 2023).

## **2.2 Morfologi Kedelai Hitam**

Morfologi tanaman kedelai terdiri dari akar, batang, polong, dan biji sebagai komponen utama yang menunjang pertumbuhan optimalnya (Adisarwanto, 2014).

### **2.2.1 Akar**

Kedelai memiliki akar tunggang dengan bintil-bintil akar yang merupakan koloni bakteri *Rhizobium japonicum*, yang berperan mengikat nitrogen dari udara untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Pada tanah gembur, akar kedelai dapat tumbuh hingga kedalaman 150 cm (Puspitasari, 2022).

### **2.2.2 Batang**

Tanaman kedelai merupakan tanaman perdu dengan bentuk batang tegak dan bercabang, di mana anak cabangnya dapat melebar atau hampir sejajar dengan batang utama. Batangnya berwarna ungu atau hijau tua, memiliki tinggi 30–100 cm, dan dapat membentuk 3–6 batang (Cahyono, 2007; Puspitasari, 2022).

### **2.2.3 Daun**

Secara umum, daun tanaman kedelai berbentuk bulat (oval) atau lancip (lanceolate), dengan bentuk yang dipengaruhi oleh faktor genetik. Daun kedelai memiliki bulu berwarna cerah dengan jumlah bervariasi, panjang hingga  $\pm 1$  mm, dan lebar sekitar 0,0025 mm, tergantung varietas yang digunakan (Muh, 2010). Daun kedelai merupakan daun majemuk yang terdiri atas tiga helai anak daun, umumnya berwarna hijau muda atau hijau kekuningan. Saat tanaman menua, daun akan rontok. Daerah dengan tingkat kesuburan tanah tinggi sangat mendukung fase pertumbuhan kedelai, khususnya dalam pembentukan daun-daun yang lebar (Ningsi, 2020).

#### **2.2.4 Bunga**

Bunga kedelai termasuk bunga sempurna (hermaphrodite), yaitu bunga yang memiliki alat kelamin jantan dan betina dalam satu bunga. Penyerbukan terjadi saat mahkota bunga masih tertutup, sehingga kemungkinan terjadinya kawin silang secara alami sangat kecil. Bunga kedelai tumbuh pada ruas-ruas batang, berwarna ungu atau putih, dan tidak semua bunga yang telah mengalami penyerbukan sempurna akan berkembang menjadi polong (Puspitasari, 2022).

#### **2.2.5 Polong**

Polong kedelai mulai terbentuk sekitar 7–10 hari setelah munculnya bunga pertama, dengan panjang awal sekitar 1 cm. Polong yang baru tumbuh berwarna hijau, kemudian berubah menjadi kuning hingga kecokelatan saat mulai tua. Proses pembentukan dan pembesaran polong berlangsung seiring bertambahnya umur tanaman dan jumlah bunga yang terbentuk. Jumlah polong pada setiap tangkai ketiak daun bervariasi antara 1–10 buah per kelompok, sedangkan pada setiap batang tanaman jumlahnya dapat mencapai lebih dari 50 buah, bahkan ada yang mencapai ratusan. Setiap polong biasanya berisi 1–3 biji kedelai (Puspitasari, 2022).

#### **2.2.6 Biji**

Biji kedelai berkeping dua yang terbungkus oleh kulit biji. Embrio terletak diantara keping biji. Warna kulit biji bermacam-macam ada yang kuning, hitam, hijau dan coklat. Bentuk biji kedelai pada umumnya bulat lonjong, ada yng bundar atau bulat agak pipih. Besar biji bervariasi tergantung varietasnya. Di Indonesia besar biji bervariasi dari 6-30 gram ( Puspitasari, 2022 ).

## **2.3 Syarat Tumbuh**

Di Indonesia, kedelai dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik mulai dari dataran rendah hingga ketinggian sekitar 900 mdpl, serta di dataran tinggi hingga kurang lebih 1.200 mdpl. Syarat tumbuh tanaman kedelai meliputi faktor iklim, suhu, curah hujan, intensitas cahaya matahari, kelembapan, jenis tanah, dan ketinggian tempat (Puspitasari, 2022).

### **2.3.1 Tanah**

Tanaman kedelai merupakan tanaman semusim yang tumbuh baik pada berbagai jenis tanah seperti Alluvial, Regosol, Glumosol, Latosol, dan Andosol. Untuk mencapai pertumbuhan dan produktivitas optimal, kedelai sebaiknya ditanam pada tanah berstruktur lempung berpasir atau liat berpasir. Hal ini tidak hanya berkaitan dengan ketersediaan air, tetapi juga faktor lingkungan tumbuh lainnya. Di Indonesia, kedelai tumbuh baik pada pH tanah antara 5,0 hingga 7,0, yang mendukung pertumbuhan dan perkembangan akar tanaman (Ningsi, 2020).

### **2.3.2 Iklim**

Tanaman kedelai dapat tumbuh dengan baik pada suhu antara 25–27°C dan membutuhkan curah hujan optimal sekitar 100–200 mm per bulan dengan kelembapan rata-rata 50%. Kedelai hitam tumbuh pada ketinggian 0–900 mdpl, dengan ketinggian optimal sekitar 650 mdpl (Sutomo, 2011). Suhu yang paling sesuai untuk pertumbuhan kedelai hitam berkisar antara 25–28°C, namun tanaman ini juga dapat berproduksi pada suhu di atas 28–35°C maupun di bawah 20–25°C. Tanaman toleran terhadap suhu ekstrem antara 35–38°C dan 18–20°C, walaupun suhu yang terlalu tinggi atau rendah dapat menghambat pertumbuhan kecambah dan perkembangan tanaman selanjutnya. Suhu di atas 40°C dapat mematikan bibit,

sedangkan suhu optimal akan menghasilkan bibit yang tumbuh cepat (Adisarwanto, 2008). Kedelai juga memerlukan penyinaran matahari selama 10–12 jam per hari; kekurangan cahaya akan menghambat proses fotosintesis dan pertumbuhan tanaman. Curah hujan yang dibutuhkan berkisar antara 100–400 mm per bulan dengan kelembapan rata-rata 65% (Puspitasari, 2022).

### **2.3.3 Ketinggian**

Tanaman kedelai dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik di dataran rendah hingga ketinggian sekitar 900 mdpl, bahkan ada tanaman kedelai yang mampu tumbuh hingga ketinggian sekitar 1.200 mdpl. Namun, kedelai yang ditanam di dataran tinggi cenderung memiliki umur panen yang lebih panjang (Puspitasari, 2022).

## **2.4 ZPT Rebung**

Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) merupakan senyawa organik bukan nutrisi tanaman yang aktif dalam konsentrasi rendah dan mampu merangsang, menghambat, atau mengubah pertumbuhan serta perkembangan tanaman. ZPT yang sering digunakan berasal dari bahan sintetis dengan harga relatif mahal dan sulit diperoleh, sehingga sebagai pengganti dapat dimanfaatkan bahan alami sebagai sumber ZPT, salah satunya adalah ekstrak rebung (Rajiman, 2018).

Dalam penelitian Andriani (2020) dikemukakan bahwa pemanfaatan sari rebung bambu pada konsentrasi 13,5 ml/L dapat meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun, dan hasil panen kedelai. Penelitian Kurniati et al. (2017) menyatakan bahwa aplikasi ekstrak rebung bambu berpotensi diaplikasikan pada benih untuk mendapatkan bibit yang baik. Rebung mengandung unsur kalium, fosfor, kalsium, serta fitohormon giberelin (Nugroho, 2014). Penggunaan ZPT alami merupakan

alternatif yang mudah diperoleh, relatif murah, dan aman saat digunakan (Nurlaeni, 2015 dalam Adelia, 2021).

Selanjutnya, Suherman (2016) menyatakan bahwa ZPT giberelin merupakan zat yang dapat mengatur proses perkembangan tanaman, seperti memacu pertumbuhan lebih cepat. Rebung bambu diduga mengandung hormon pertumbuhan yang cukup tinggi (Kencana dkk., 2012). Selain itu, dalam rebung bambu terdapat kalsium (Ca), magnesium (Mg), fosfor (P), kalium (K), natrium (Na), dan mineral lain yang berperan dalam proses metabolisme tanaman serta memacu daya berkecambah dan pertumbuhan (Sembiring, 2020).

## **2.5 Masukan Energi Jumlah Panas**

Cahaya matahari memiliki peranan penting dalam proses fisiologi tanaman, seperti fotosintesis, respirasi, pertumbuhan dan perkembangan, pembukaan dan penutupan stomata, perkecambahan, serta metabolisme tanaman, sehingga ketersediaan cahaya matahari menentukan tingkat produksi tanaman (Salisbury dan Ross, 1992). Suhu rata-rata harian adalah perkembangan suhu pada suatu periode tertentu yang dihitung dengan menjumlahkan suhu maksimal dan suhu minimal, kemudian dibagi dua. Dewanti (2014) melaporkan bahwa hubungan suhu dengan pertumbuhan tanaman dijelaskan melalui metode "remainder index" atau heat unit, yaitu metode pendekatan antara agronomi dan klimatologi.

Untuk mendapatkan hasil panen yang berkualitas, panen harus dilakukan pada waktu yang tepat karena terlambatnya panen dapat menurunkan kualitas biji kedelai. Menurut Sarawa (2012), pemasakan atau pematangan kedelai merupakan faktor penting dalam menghasilkan mutu benih yang baik, dan kesalahan waktu panen dapat menurunkan mutu tersebut. Metode satuan panas digunakan untuk

menentukan umur saat matang dan umur panen berdasarkan pendekatan klimatologi dan agronomi.

Masukan Energi Jumlah Panas (SP) sebesar 1230-1250 dengan durasi 124-125 hari sangat berpengaruh terhadap bobot biji per tanaman. Sedangkan masukan energi jumlah panas sebesar 1330-1350 SP dengan durasi 136-138 hari berpengaruh terhadap vigor benih, serta secara nyata memengaruhi berat basah tanaman, berat polong basah, dan berat biji kering. Berdasarkan uraian tersebut, semakin tinggi masukan jumlah panas akan meningkatkan bobot biji per tanaman, berat basah tanaman, berat polong basah, serta mutu dan kualitas gizi kacang kedelai (Podesta, 1997 dalam Kurnia, 2020).

Dewanti (2014) melaporkan bahwa hubungan antara suhu dan pertumbuhan tanaman dapat dijelaskan menggunakan metode "remainder index" atau heat unit, yaitu suatu pendekatan antara agronomi dan klimatologi. Menurut Newman dan Blair (1969) serta Yahya (1988) dalam Dewanti (2014), metode ini menggambarkan hubungan antara laju pertumbuhan dan perkembangan tanaman dengan akumulasi suhu rata-rata harian yang melebihi suhu dasar. Suhu dasar merupakan suhu minimal di mana pertumbuhan tanaman dapat berlangsung; di bawah suhu ini, proses fisiologis tanaman terhambat atau berhenti. Nilai suhu dasar bervariasi tergantung jenis tanaman, misalnya kentang 7,2 °C, kedelai 10 °C, jagung 10 °C, dan kapas 16,6 °C.

Metode satuan panas dapat berlaku umum di Indonesia dengan syarat menggunakan masukan optimal dan juga cukup air. Formula yang digunakan adalah formula satuan panas reduksi tinggi yaitu sebagai berikut:

$$SP = \sum_{i=1}^n \frac{(T_{maks} + T_{min})}{2} - Tb$$

Dimana

|            |                                                           |
|------------|-----------------------------------------------------------|
| $SP$       | :jumlah panas                                             |
| $T_{maks}$ | :suhu maksimum harian                                     |
| $T_{min}$  | :suhu minimum harian                                      |
| $T_b$      | : suhu dasar tanaman kedelai 10°C                         |
| $n$        | :jumlah harian                                            |
| $i$        | :hari setelah tanam sampai periode perkembangan tertentu. |

Menurut Ismal (1982), formula Baliwa yang umum digunakan untuk menghitung satuan panas tidak sepenuhnya mewakili pengaruh jumlah panas terhadap tanaman apabila suhu minimum berada di bawah suhu dasar (suhu baku) atau suhu maksimum melebihi suhu optimum. Karena suhu di atas suhu optimum dapat mengganggu pertumbuhan tanaman, maka disarankan untuk melakukan koreksi terhadap suhu maksimum yang digunakan dalam perhitungan jika suhu tersebut melebihi suhu optimum agar hasil perhitungan lebih akurat dan mencerminkan kondisi nyata pertumbuhan tanaman.

Penggunaan praktis metode Remainder Index atau heat unit adalah untuk menentukan kebutuhan panas yang diperlukan dalam reaksi fisiologis selama pertumbuhan dan perkembangan tanaman, mulai dari tanam hingga panen. Perhitungan heat unit yang cermat dapat membantu menentukan dengan akurat tahap perkembangan tanaman tertentu, seperti pembungaan, pemasakan fisiologis, dan waktu panen. Pertumbuhan dan perkembangan tanaman membutuhkan sejumlah panas tertentu, yang dikenal sebagai heat unit, yaitu akumulasi suhu di atas suhu dasar atau suhu minimal aktivitas vital tanaman. Jumlah heat unit harian dihitung dari selisih antara suhu aktual dengan suhu dasar pada hari tersebut, dan total kebutuhan heat unit tanaman dihitung dari awal penanaman sampai panen (Ismail, 1982).

Metode heat unit memiliki berbagai kegunaan, antara lain untuk menentukan perbedaan lamanya masa pertumbuhan pada setiap varietas tanaman, menentukan waktu panen yang tepat, melindungi hasil panen, dan mengurangi masa dormansi atau masa tidak aktif tanaman. Selain itu, metode ini juga membantu meramalkan kebutuhan tenaga kerja untuk proses produksi, mempermudah pelaksanaan panen, mengendalikan biaya produksi, serta membantu dalam pengendalian kualitas hasil panen (Dewanti, 2014).

Masukan Energi Jumlah Panas (heat unit) merupakan metode yang digunakan untuk menentukan saat matang dan juga dapat menentukan umur saat panen yang dapat digunakan berdasarkan pendekatan secara klimatologi dan agronomi sehingga dapat menghindari terjadinya kerusakan biji dan rasa serta nantinya akan mendapatkan kualitas kedelai yang baik (Dewanti, 2014).

Berdasarkan penelitian Kurnia dkk. (2020), masukan energi jumlah panas (MEJP) berpengaruh sangat nyata terhadap berat basah tanaman, berat biji per tanaman, berat kering tanaman, dan berat polong per tanaman kedelai, dengan perlakuan terbaik pada tingkat MEJP 1230-1250 satuan panas (SP). Menurut Podesta (1997) dalam Kurnia dkk. (2020), masukan energi jumlah panas 1230-1250 SP selama 124-125 hari sangat mempengaruhi bobot biji per tanaman kedelai, sedangkan masukan energi jumlah panas 1330-1350 SP selama 136-138 hari berpengaruh terhadap mutu benih serta kualitas gizi kacang kedelai. Selain itu, penelitian Pratama (2018) menunjukkan bahwa masukan energi jumlah panas 1030-1050 SP berpengaruh nyata terhadap berat basah tanaman, berat polong basah, dan berat biji kering.