

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA, KERANGKA PEMIKIRAN DAN HIPOTESIS

#### 2.1 Tinjauan pustaka

##### 2.1.1 Tanaman kedelai

###### 2.1.1.1 Botani dan morfologi tanaman kedelai

Tanaman kedelai merupakan salah satu dari lima biji-bijian yang disakralkan (*Wu Ku*) selain padi, gandum, barley dan millet. Kedelai (*Glycine max*) bukan tanaman asli Indonesia, namun diduga berasal dari daerah daratan pusat dan Utara Cina. Hal ini didasarkan pada adanya penyebaran *Glycine ussuriensis*, spesies yang diduga sebagai tetua *Glycine max*. Penyebaran kedelai di kawasan Asia, khususnya Jepang, Indonesia, Filipina, Vietnam, Thailand, Malaysia, Birma, Nepal dan India dimulai sejak pada abad pertama setelah masehi sampai abad penemuan 15 sampai 16, bersamaan dengan semakin berkembangnya jalur perdagangan lewat darat dan laut. Di Indonesia, sejarah perkembangan kedelai pertama kali ditemukan pada publikasi oleh Rumphius dalam Herbarium Amboinense yang diselesaikan pada tahun 1673 (namun dipublikasikan pada tahun 1747) yang menyebutkan bahwa kedelai ditanam di Amboina. Berdasarkan penemuan Junghun, pada 1853 budidaya kedelai dilakukan di Gunung Gamping (pegunungan kapur selatan Jawa Tengah) dan tahun 1855 ditemukan di dekat Bandung. Pada tahun 1935 kedelai telah ditanam di seluruh wilayah Jawa (Adie dan Krisnawati, 2016).

Klasifikasi tanaman kedelai menurut Rukmana dan Yudirachman (2014) sebagai berikut :

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

Tanaman kedelai (*Glycine max* (L) Merrill) merupakan tanaman semusim, tanaman tegakan dengan tinggi 40 sampai 90 cm, bercabang, memiliki daun tunggal dan daun bertiga, bulu pada daun dan polong tidak terlalu padat serta umur tanaman antara 72 sampai 90 hari (Adie dan Krisnawati, 2016).

Biji merupakan komponen morfologi kedelai yang bernilai ekonomis. Bentuk biji kedelai beragam dari lonjong hingga bulat. Warna biji kedelai bervariasi dari kuning, hijau, coklat, hitam, hingga kombinasi berbagai warna atau campuran. Biji sebagian besar tersusun oleh kotiledon dan dilapisi oleh kulit biji (testa), antara kulit biji dan kotiledon terdapat lapisan endosperma. Kulit biji kedelai terdiri dari tiga lapisan yaitu epidermis, hypodermis, dan parenkim. Pada epidermis terdapat sel-sel palisade yang diselubungi oleh lapisan kutikula, lapisan hipodermis terdiri dari selapis sel yang berbentuk huruf I (*hourglass*), dan lapisan parenkim terdiri dari 6 sampai 8 lapisan tipis yang terdapat pada keseluruhan kulit biji kecuali pada hilum yang tersusun oleh tiga lapisan yang berbeda. Embrio terdiri dari dua kotiledon, sebuah plumula dengan dua daun yang telah berkembang sempurna, dan sebuah radikula hipokotil, ujung radikula dikelilingi jaringan yang dibentuk oleh kulit biji. Di Indonesia pengelompokan ukuran biji menjadi ukuran besar (berat > 14 gram/biji), sedang (10-14 g/100 biji), dan kecil (< 10 g/100 biji) (Adie dan Krisnawati, 2016).

Sistem perakaran tanaman kacang kedelai dimulai dari awal pertumbuhan dari belahan kulit biji yang muncul disekitar mesofil. Sistem perakaran tanaman kacang kedelai terdiri dari dua macam yaitu akar tunggang dan akar sekunder atau (serabut) yang tumbuh disekitar akar tunggang. Akar tunggang dapat tumbuh mencapai dua meter atau lebih pada kondisi optimal, tetapi akar tunggang hanya tumbuh pada kedalaman olah tanah 30 sampai 50 cm. Akar serabut dapat tumbuh pada kedalaman sekitar 20 sampai 30 cm. Calon akar akan tumbuh dengan cepat ke dalam tanah dan kotiledon yang terdiri dari 2 keping akan tumbuh ke atas permukaan tanah (pertumbuhan epigeal). Perakaran tanaman kacang kedelai mengandung bintil-bintil (nodula) akar yang merupakan koloni dari bakteri *Rhizobium japonicum*. Bakteri *Rhizobium japonicum* mengikat nitrogen dari udara yang digunakan untuk pertumbuhan tanaman. Pada tanah yang

telah mengandung bakteri *Rhizobium* akan mulai terbentuk bintil akar pada 16 sampai 20 hari setelah tanam (Rukmana dan Yudirachman, 2014). Menurut Adie dan Krisnawati (2016), menyatakan akar mengeluarkan beberapa substansi triptofan yang mengakibatkan perkembangan bakteri dan mikroba lain di sekitar daerah perakaran. Pembesaran bintil akar berhenti pada minggu keempat setelah terjadinya infeksi bakteri. Ciri bintil akar yang telah matang adalah berwarna merah muda yang disebabkan oleh adanya *leghemoglobin*, yang memfiksasi nitrogen.

Batang pada tanaman kacang kedelai berasal dari proses perkecambahan benih kacang kedelai yang merupakan bagian dari *hipokotil*. *Hipokotil* dan dua keping *kotiledon* yang melekat pada hipokotil akan tumbuh ke permukaan tanah. *Epikotil* adalah bagian batang kecambah yang berada di atas *kotiledon*. Batang tanaman kedelai berbentuk semak dengan ketinggian 30 sampai 100 cm, agak mengayu, kulit batang berwarna ungu atau hijau, dan dapat membentuk tiga hingga enam cabang. Pertumbuhan tanaman kacang kedelai dibedakan menjadi dua jenis yaitu determinit (*determinate*) dan indetermit (*indeterminate*). Pertumbuhan batang tipe-tipe determinit terlihat dari batang yang tidak tumbuh lagi setelah tanaman kedelai mulai berbunga. Pertumbuhan batang tipe indetermit dilihat dari pucuk batang tanaman kedelai yang masih tumbuh daun, meskipun tanaman sudah mulai berbunga. Cabang tanaman kedelai akan tumbuh sesuai dengan fase pertumbuhan tanaman kedelai. Jumlah batang tidak memiliki hubungan yang nyata dengan jumlah biji yang diproduksi, sehingga jumlah cabang banyak, belum tentu produksi biji kedelai juga banyak (Rukmana dan Yudirachman, 2014).

Tanaman kacang kedelai mempunyai dua bentuk daun yaitu pada stadium perkecambahan dengan dua helai daun tunggal (*kotiledon*) dan pada stadium tanaman muda dengan daun bertangkai tiga (*trifoliate leaves*). Daun kacang kedelai terdiri dari dua bentuk yaitu bulat (*oval*) dan lancip (*lanceolate*). Daun kacang kedelai termasuk daun majemuk yang memiliki tiga helai anak daun (*trifoliate*). Daun kacang kedelai berwarna hijau tua atau hijau muda hingga

kekuningan dan berbulu pendek. Daun tanaman kacang kedelai berfungsi untuk proses asimilasi dan transpirasi (Rukmana dan Yudirachman, 2014).

Table 1. Karakteristik fase tumbuh vegetatif tanaman kedelai

Sandi Fase	Fase Pertumbuhan	Keterangan
Ve	Kecambah	Tanaman baru muncul di atas tanah
Vc	Kotiledon	Daun keping kotiledon terbuka dan dua daun tunggal di atasnya juga mulai terbuka
V1	Buku kesatu	Daun tunggal pada buku pertama telah berkembang penuh, dan daun pada buku di atasnya telah terbuka
V2	Buku kedua	Daun berangkai tiga pada buku ke-2 telah berkembang penuh dan daun pada buku di atasnya telah terbuka
V3	Buku ketiga	Daun berangkai tiga pada buku ketiga telah berkembang penuh dan daun pada buku ke-4 telah terbuka
V4	Buku keempat	Daun berangkai tiga pada buku ke-4 telah berkembang penuh, dan daun pada buku ke-5 telah terbuka
Vn	Buku ke-n	Daun berangkai tiga pada buku ke-n telah berkembang penuh

Sumber : Adie dan Krisnawati (2016)

Menurut Adie dan Krisnawati (2016) bahwa kedelai merupakan tanaman yang menyerbuk sendiri atau *kleistogami*. Rukmana dan Yudirachman (2014) menjelaskan bahwa pertumbuhan tanaman kacang kedelai terdiri dari dua stadium yaitu stadium vegetatif dan reproduktif. Stadium vegetatif terjadi pada fase perkecambahan sampai berbunga dan stadium reproduktif terjadi pada fase pembentukan bunga sampai pematangan biji. Bentuk bunga tanaman kacang kedelai menyerupai kupu-kupu dengan tangkai bunga tumbuh dari ketiak tangkai daun (*rasim*). Jumlah bunga pada setiap ketiak daun sangat beragam antara 2 sampai 25 kuntum bunga tergantung pada kondisi lingkungan dan varietas tanaman. Bunga pertama terbentuk pada umumnya di buku ke-5, ke-6 atau buku yang lebih tinggi. Pembentukan bunga dipengaruhi oleh suhu dan kelembaban lingkungan. Pada suhu tinggi dan kelembaban rendah jumlah sinar matahari yang jatuh pada ketiak tangkai daun lebih banyak sehingga akan merangsang pembentukan bunga. Jumlah bunga pada batang determinit lebih sedikit dibandingkan dengan batang indetermit. Tanaman kacang kedelai berbunga

pada umur 30 sampai 50 hari setelah tanam, tergantung dari varietas. Bunga kacang kedelai mempunyai alat kelamin jantan dan alat kelamin betina sehingga termasuk sempurna (*hermaprodite*) dengan warna bunga putih atau ungu.

Table 2. Karakteristik fase tumbuh reproduktif pada tanaman kedelai

Sandi Fase	Fase Pertumbuhan	Keterangan
R1	Mulai berbunga	Terdapat satu bunga mekar pada batang utama
R2	Berbunga penuh	Pada dua atau lebih buku batang utama terdapat bunga mekar
R3	Mulai pembentukan polong	Terdapat satu atau lebih polong sepanjang 5 mm pada batang utama
R4	Polong berkembang penuh	Polong pada batang utama mencapai panjang 2 cm atau lebih
R5	Polong mulai berisi	Polong pada batang utama berisi biji dengan ukuran 2 mm x imm
R6	Biji penuh	Polong pada batang utama berisi biji berwarna hijau atau biru yang telah memenuhi rongga polong (besar biji mencapai maksimum)
R7	Polong mulai kuning, coklat, matang	Satu polong pada batang utama menunjukkan warna matang (berwarna abu-abu atau kehitaman)
R8	Polong matang penuh	95% telah matang (kuning kecoklatan atau kehitaman)

Sumber : Adie dan Krisnawati (2016)

### 2.1.1.2 Syarat tumbuh tanaman kedelai

Kacang kedelai biasanya ditanam di daerah dataran rendah yang tidak banyak mengandung air, pada ketinggian mencapai 800 m di atas permukaan laut dengan kelembaban udara (RH) 65%. Tanaman kacang kedelai biasanya tumbuh pada suhu yang beragam, misalnya untuk proses perkecambahan benih dengan tanah bersuhu 30°C, bila suhu tanah rendah (<15°C) proses perkecambahan benih akan lambat dapat mencapai 2 minggu. Namun jika suhu melebihi 30°C benih kacang akan mati akibat proses respirasi air di dalam biji yang cepat. Suhu lingkungan juga akan berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman kacang kedelai, apabila suhu 40°C pada masa tanam kedelai berbunga maka bunga akan menjadi rontok yang mengakibatkan polong dan biji kedelai yang terbentuk menjadi berkurang. Jika suhu terlalu rendah 10°C dapat mengakibatkan terhambatnya proses pembungaan dan pembentukan polong. Suhu udara yang

ideal untuk pertumbuhan dan produksi kacang kedelai antara 25 sampai 30°C dan suhu optimal tanaman kacang kedelai pada 28°C (Rukmana dan Yudirachman, 2014).

Pertumbuhan kedelai dengan masa tumbuh 85 sampai 100 hari membutuhkan air sebanyak 300 mm hingga 450 mm atau 2,5 hingga 3,3 mm per hari dengan kandungan lengas tanah optimum berkisar pada tegangan (potensial) air 0,3 sampai 0,5 atm. Kebutuhan kedelai selama periode vegetatif (sampai umur 35 hari) adalah 126 mm dan selama pertumbuhan generatif umur 35 sampai 85 hari membutuhkan 203 mm. kebutuhan air tanaman pada awal periode pertumbuhan sedikit kemudian meningkat hingga kanopi daun berkembang dan menutup sempurna selanjutnya berkurang hingga menjelang panen (Harsono, Purwaningrahayu dan Taufiq, 2016).

Tanah yang ideal untuk usahatani kedelai adalah yang berstruktur liat berpasir, liat berdebu-berpasir, debu berpasir, drainase sedang-baik, mampu menahan kelembaban tanah dan tidak mudah tergenang. Kandungan bahan organik tanah sedang hingga tinggi 3% sampai 4% sangat mendukung pertumbuhan tanaman, apabila hara tanahnya cukup. Kedelai tumbuh baik pada tanah yang sedikit masam sampai mendekati netral 5,5 sampai 7,0 dan pH optimal 6,0 sampai 6,5. Pada kisaran pH tersebut hara makro dan mikro tersedia bagi tanaman kedelai (Sumarno dan Manshuri, 2016).

Tanaman kacang kedelai termasuk tanaman hari pendek sehingga sangat peka terhadap perubahan panjang hari atau lama penyinaran sinar matahari. Lama penyinaran yang ideal untuk tanaman kacang kedelai sekitar 10 sampai 12 jam per hari. Penurunan intensitas cahaya sebesar 40% dapat menurunkan hasil kedelai mencapai 32%. Kacang kedelai yang ditanam dibawah naungan tanaman tahunan, seperti kelapa, jati dan mangga akan mendapatkan sinar matahari yang lebih sedikit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa naungan yang tidak melebihi 30% tidak banyak berpengaruh negatif terhadap penerimaan sinar matahari oleh tanaman kacang kedelai (Rukmana dan Yudirachman, 2014).

## 2.1.2 Tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt)

### 2.1.2.1 Tanaman jagung (*Zea mays* L.)

Tanaman jagung merupakan salah satu jenis tanaman biji-bijian dari family rumput – rumputan. Berasal dari Amerika yang tersebar ke Asia dan Afrika melalui perdagangan orang Eropa ke Amerika. Pada abad ke-16 orang Portugal menyebarluaskan ke Asia termasuk Indonesia. Jagung merupakan tanaman semusim determinat dengan masa hidup 80 sampai 150 hari. Siklus hidup terdiri dari tahap vegetatif dan generatif (Iriani, Yasin dan Takdir. 2016).

Menurut bentuk biji, tanaman jagung dibagi menjadi tujuh golongan, yaitu *dent corn*, *flint corn*, *sweet corn*, *pop corn*, *flour corn*, *pod corn* dan *waxy corn*. Varietas unggul mempunyai sifat berproduksi tinggi, umur pendek, tahan serangan penyakit utama dan sifat-sifat lain yang menguntungkan. Varietas unggul ini dapat dibedakan menjadi dua yaitu jagung hibrida dan varietas jagung bersari bebas (Tim Karya Tani Mandiri, 2010)

### 2.1.2.2 Botani dan morfologi tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt)

Tanaman jagung manis lebih dikenal dengan nama *sweet corn* mulai dikembangkan di Indonesia dari tahun 1980. Tanaman jagung manis adalah tanaman tingkat tinggi dengan klasifikasi menurut Riwandi, Handajaningsih dan Hasanudin (2014) sebagai berikut :

Kingdom : Plantae  
 Divisi : Spermatophyta  
 Subdivisi : Angiospermae  
 Class : Monocotyledonae  
 Ordo : Poales  
 Famili : Poaceae  
 Genus : *Zea*  
 Species : *Zea mays saccharata* Sturt

Jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt) merupakan tanaman monokotil perdu bersifat semusim dan menghasilkan biji dan tanaman berumah satu atau

*monoecious* dimana bunga jantan dan bunga betina terletak pada bagian yang berbeda namun terdapat pada satu tanaman (Zulkarnain, 2013 dalam Hardiyanto, 2020)

Sistem perakaran tanaman jagung merupakan akar serabut dengan 3 macam akar yaitu akar seminal, akar adventif dan akar udara. Pertumbuhan akar ini melambat setelah plumula muncul ke permukaan tanah. Akar seminal adalah akar yang tumbuh ke bawah pada saat akar yang berkembang dari radikula dan embrio. Akar adventif adalah akar yang semula berkembang dari buku di ujung mesokotil, selanjutnya berkembang dari tiap buku secara berurutan ke atas hingga 7 sampai dengan 10 buku yang terdapat di bawah permukaan tanah. Akar adventif berperan dalam pengambilan air dan unsur hara. Akar udara adalah akar yang muncul pada dua atau tiga buku di atas permukaan tanah yang berfungsi sebagai penyangga supaya tanaman jagung tidak mudah rebah. Akar tersebut juga membantu penyerapan unsur hara dan air (Riwandi, Handajaningsih dan Hasanudin, 2014).

Batang jagung beruas-ruas yang jumlahnya bervariasi antara 10 sampai 40 ruas, umurnya tidak bercabang kecuali ada beberapa yang bercabang beranak yang muncul dari pangkal batang. Panjang batang berkisar 60 sampai 300 cm tergantung dari tipe jagung. Ruas-ruas bagian atas berbentuk agak silindris sedangkan bagian bawah bentuknya agak bulat pipih. Tunas batang yang telah berkembang menghasilkan tajuk bunga betina. Bagian tengah batang terdiri dari sel-sel parenkim dengan seludang pembuluh yang diselubungi oleh kulit yang keras dimana termasuk lapisan epidermis (Muhadjir, 2018).

Jumlah daun jagung bervariasi antara 8 helai sampai 15 helai, berwarna hijau berbentuk pita tanpa tangkai daun. Daun jagung terdiri atas kelopak daun, lidah daun (*ligula*) dan helai daun yang memanjang seperti pita dengan ujung meruncing. Pelepah daun berfungsi untuk membungkus batang dan melindungi buah (Riwandi dkk., 2014).

Tanaman jagung bersifat protandri (bunga jantan matang terlebih dahulu) dimana bunga jantan umumnya tumbuh 1 hingga 2 hari sebelum munculnya rambut pada bunga betina. Karena bunga jantan dan bunga betina terpisah dan juga bersifat protandri, maka jagung mempunyai sifat penyerbukan silang. Bunga



jantan terdiri dari *gluma*, *ladikula*, *palea*, *anther*, *filament*, dan *lemma*. Dan bunga betina terdiri dari bagian-bagian yaitu tangkai tongkol, tunas, kelobot, calon biji, calon janggél, penutup klobot serta rambut-rambut (Muhadjir, 2018).

Biji jagung manis berkeping satu (monokotil) tumbuh berderet rapi di suatu poros yang disebut janggél. Di setiap janggél terdapat 10 sampai 16 deret biji (selalu genap) dan masing-masing deret terdiri dari 200 sampai 400 butir biji. Janggél tertutup oleh klobot daun daun pelindung yang menutupi seluruh tongkol (Zulkarnain, 2013 dalam Hardiyanto, 2020).

### **2.1.2.3 Syarat tumbuh tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata* Sturt)**

Tanaman jagung tumbuh pada suhu 21°C sampai 32°C dan tumbuh secara optimal pada suhu berkisar 23 hingga 27°C, dengan kelembaban udara (RH) 50% sampai 80%. Curah hujan yang ideal sebesar 100 mm sampai 125 mm per bulan. Serta pH yang ideal sebesar 5,5 sampai 7,5. Tanaman jagung cocok pada semua jenis tanah pertanian karena memiliki daya adaptasi yang baik terhadap berbagai jenis tanah, namun jagung akan tanggap terhadap pemberian air yang memadai tetapi peka pada keadaan tanah yang becek atau menggenang (Cholifah, 2017).

Tanaman jagung menghendaki tempat terbuka dan menyukai cahaya. Ketinggian tempat yang cocok untuk budidaya tanaman jagung adalah 0 sampai dengan 1300 m di atas permukaan laut. Saat tanam jagung tidak tergantung pada musim, namun tergantung pada ketersediaan air yang cukup. Jika pengairannya cukup, penanaman jagung pada musim kemarau akan memberikan pertumbuhan jagung yang lebih baik (Riwandi dkk., 2014 dalam Hardiyanto, 2020).

### **2.1.3 Sistem tanam tumpangsari**

Tumpangsari adalah penanaman bersamaan dua atau lebih jenis tanaman pada sebidang lahan yang sama selama satu musim tumbuh tertentu. Tumpangsari memungkinkan diversifikasi ruang tumbuh untuk tanaman. Diversifikasi pada sistem tumpangsari ini diartikan bahwa sistem ini akan memberikan peluang yang lebih besar untuk menggunakan sumberdaya tanah dan lingkungan yang lebih efisien dibanding dengan sistem tanam monokultur. Sistem tanam tumpangsari dapat memberikan tantangan terhadap sistem pengaturan tanam yang baik dari

macam spesies tanaman yang akan ditanam secara bersamaan yang akan saling berinteraksi dan memiliki kebutuhan sumberdaya yang beragam (Tohari dkk., 2017).

Menurut Tohari dkk., (2017) bahwa tumpangsari memiliki potensi untuk menghasilkan sejumlah keunggulan dibandingkan dengan monokultur. Tumpangsari memiliki toleransi yang lebih besar terhadap cekaman lingkungan dan organisme pengganggu, dan memberikan jaminan terhadap kegagalan tanam secara keseluruhan. Jika satu spesies tanaman mati, maka spesies tanaman lain masih dapat memberikan hasil. Kondisi ini dinamakan stabilitas atau kestabilan hasil. Tumpangsari dapat menghasilkan keseluruhan persatuan luas yang lebih tinggi.

Salah satu syarat utama dalam sistem tanam tumpangsari yaitu jenis tanaman tersebut memiliki habitus yang berbeda, daerah penyebaran akar yang relatif berbeda dan mempunyai hubungan simbiosis mutualisme. Tumpangsari jagung dan kedelai merupakan pola tanam yang dapat memberikan keuntungan ganda bagi tanaman jagung, sementara untuk tanaman kedelai tidak terganggu oleh pertumbuhan jagung. Sifat perakaran tanaman yang berkembang lebih dalam tidak akan mengganggu apabila ditanam dengan tanaman yang berakar dangkal. Penanaman tanaman legume yang mengandung bakteri *rhizobium* yang dapat memfiksasi nitrogen di udara dan menguntungkan jika ditanam bersama-sama dengan tanaman non legume (Karimuna, 2011).

Ketika satu di antara spesies tanaman penyusun memiliki habitus yang lebih tinggi daripada spesies tanaman lain dalam suatu sistem pertanaman tumpangsari, spesies tanaman penyusun yang lebih tinggi menyekap bagian cahaya yang lebih banyak. Sehingga kuantitas Radiasi Aktif Fotosintesis (RAF) yang ditangkap akan proporsional terhadap laju pertumbuhan dua spesies tanaman penyusun, asalkan berbagai faktor pertumbuhan yang lain tidak membatasi. Agar kompetisi dalam sistem tanam tumpangsari terhadap kebutuhan cahaya matahari rendah maka pemilihan macam spesies dan genotipe tanaman harus tepat (Tohari dkk., 2017).

Suatu prosedur untuk mengevaluasi keunggulan sistem pertanaman tumpangsari adalah menghitung nilai kesetaraan lahan (NKL) atau *land equivalent*

*ratio* (LER). Nilai dari NKL dapat mengetahui produktivitas lahan yang ditanam secara monokultur dan tumpangsari. Jika pada hasil analisis diperoleh nilai NKL lebih besar 1 ( $> 1$ ), hal tersebut menunjukkan bahwa pola tanam tumpangsari lebih produktif dibandingkan monokultur (Rifai, Basuki dan Utomo. 2016). Untuk mengetahui peningkatan produksi lahan yang dihasilkan dalam penelitian ini, digunakan rumus sebagai berikut.

$$NKL = \frac{HA1}{HA2} + \frac{HB1}{HB2}$$

HA1 = Hasil jenis tanaman A yang ditanam secara tumpangsari

HB1 = Hasil jenis tanaman B yang ditanam secara tumpangsari

HA2 = Hasil jenis tanaman A yang ditanam secara monokultur

HB2 = Hasil jenis tanaman B yang ditanam secara monokultur

## 2.2 Kerangka pemikiran

Tumpangsari dilakukan dengan sistem tanam yang melibatkan lebih dari dua spesies tanaman yang tumbuh bersama dan hidup berdampingan untuk sementara waktu (Sundari, Mutmaidah dan Baliadi. 2019). Sistem tanam tumpangsari dapat menguntungkan karena dapat menambah jenis dan jumlah produksi yang diperoleh secara bersama-sama persatuan waktu, namun juga dapat saling merugikan (Karimuna, 2011). Keuntungan tumpangsari dapat dicapai apabila masing-masing spesies tanaman yang ditanam memiliki waktu dan ruang yang cukup untuk memaksimalkan hubungan timbal balik dan meminimalkan kompetisi antar spesies yang berbeda (Sundari dkk., 2019).

Kedelai dengan jagung memungkinkan untuk ditumpangsarikan karena mempunyai morfologi yang berbeda. Kedelai termasuk tanaman C3 yang cukup toleran terhadap naungan, berhabitus pendek dan bercabang dengan kanopi yang rapat, sedangkan jagung termasuk tanaman C4 yang menghendaki pencahayaan secara langsung, berhabitus tinggi, dan tidak bercabang dengan kanopi renggang (Anggraeni, Trisnaningsih dan Wahyuni, 2020). Tanaman C4 mempunyai laju fotosintesis lebih tinggi dibandingkan tanaman C3, fotorespirasi dan transpirasi rendah, dan efisien dalam penggunaan air. Tanaman kacang tanah termasuk tanaman C3 dengan tajuk rendah yang tahan terhadap naungan dan termasuk tanaman

pendek hal ini dapat menghindari kompetisi pada sistem tumpangsari yaitu pada bagian tajuk terutama cahaya (Sajriyah dan Setiawan, 2020).

Pada sistem tanam tumpangsari tanaman budidaya akan saling berdekatan sehingga akan terjadi interaksi yakni kompetisi ataupun terjadi proses kerja senyawa kimia yang dikeluarkan oleh suatu tanaman. Kompetisi adalah sebagai perjuangan dua atau lebih organisme yang berasosiasi untuk mendapatkan objek yang sama. Proses kompetisi tersebut mulai terjadi apabila faktor-faktor pertumbuhan yang dibutuhkan oleh masing-masing tanaman yang berasosiasi berada dalam keadaan optimal atau karena penyebaran faktor-faktor pertumbuhan tidak merata (Moody, 1976 dalam Karimuna, 2011). Interaksi antar tanaman terutama terjadi melalui kompetisi cahaya, air dan unsur hara. Pada sistem monokultur hanya terjadi pada spesies yang sama, sedangkan pada sistem tumpangsari selain kompetisi antar spesies yang sama juga terjadi kompetisi antar tanaman atau spesies yang lain. Contohnya adalah kompetisi cahaya, merupakan satu diantara bentuk kompetisi yang paling umum terdapat pada komunitas tanaman, terjadi kapan saja bila daun atau bagian lain tajuk tanaman menghalangi penetrasi cahaya matahari terhadap daun lain pada tanaman yang sama atau tanaman spesies lain (Sastrosumarjo, 1995 dalam Karimuna, 2011).

Pemilihan spesies tanaman yang ditanam secara tumpangsari untuk mendapatkan manfaat yang lebih tinggi diperlukan sejumlah pertimbangan salah satunya adalah pemilihan genotipa ataupun varietas. Berbagai macam genotipe tanaman yang sesuai bagi pertanaman monokultur mungkin tidak sesuai bagi penyusun pertanaman tumpangsari. Oleh karena itu, berbagai upaya harus dilakukan untuk memilih berbagai macam genotipa atau varietas dalam situasi pertanaman tumpangsari yang aktual di lapangan. Tujuan pemilihan tersebut adalah untuk meminimalkan kompetisi antar spesies tanaman penyusun pertanaman tumpangsari dan untuk memaksimalkan pengaruh yang bersifat komplemen. Peningkatan perbedaan waktu antar spesies tanaman penyusun dan pemilihan bermacam genotipe atau varietas yang memiliki distribusi daun dan pola perakaran yang berbeda merupakan salah satu metode yang dapat dilakukan. (Tohari dkk., 2017).

Setiap genotipe mempunyai kemampuan yang berbeda dalam menanggapi stress yang terjadi pada sistem tanam tumpangsari (Sundari dan Mutmaidah, 2018). Tanggapan tersebut bisa positif, negatif, atau tetap. Artinya perlakuan tumpangsari dapat menyebabkan perubahan nilai suatu karakter menjadi meningkat, berkurang atau tetap pada ketahanan tanaman terhadap lingkungan tumpangsari (Oguzur, 2007 dalam Sundari dan Mutmaidah, 2018). Penelitian Sundari dan Mutmaidah (2018) menyatakan bahwa terjadi keragaman hasil biji, ukuran biji dan jumlah polong isi yang berbeda antara genotipe dan antar pola tanam, hal ini menunjukkan respon masing-masing genotipe terhadap pola monokultur maupun tumpangsari berbeda. Tumpangsari mengakibatkan pengurang hasil biji persatuan luas dari genotipe yang diuji dengan tingkat pengurangan masing-masing genotipe berkisar 6,7-50% dan penurunan jumlah polong isi hingga 37,6% . Penurunan hasil biji, ukuran biji dan jumlah polong pada perlakuan tumpangsari dikarenakan berkurangnya cahaya yang diterima tanaman kedelai selama fase reproduktif, fase pembentukan dan pengisian polong.

Kedelai sebagai tanaman utama yang ditumpangsarikan dengan jagung untuk optimalisasi produktivitas lahan, maka diperlukan varietas kedelai yang toleran naungan terhadap pertumbuhan seperti Dena 1 hingga 50 % atau varietas lain seperti Anjasmoro, Dega 1, Devon 1 dan Deja 1. Berdasarkan kerangka pemikiran di atas, maka pemilihan varietas kedelai yang tepat pada sistem tumpangsari sangat penting karena akan terjadi interaksi di lingkungan tumpangsari. Setiap varietas mempunyai perbedaan respon terhadap kehadiran tanaman jagung dalam pola tanam tumpangsari. Varietas kedelai yang unggul ditanam secara monokultur belum tentu akan unggul jika ditanam secara tumpangsari. Jadi diperlukan uji varietas kedelai agar didapatkan varietas kacang kedelai yang unggul dan yang tumbuh dengan baik tetapi dengan hasil yang lebih tinggi dalam pola tanam tumpangsari dengan jagung manis.

### **2.3 Hipotesis**

- a. Macam varietas kedelai memiliki pertumbuhan yang berbeda pada pola tanam tumpangsari dengan jagung manis

- b. Terdapat varietas kedelai yang memiliki pertumbuhan yang baik pada pola tanam tumpangsari dengan jagung manis