

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanaman Kacang Hijau

Tanaman kacang hijau (*Vigna radiata* (L) Wilczek) diduga berasal dari India (Rukmana, 1997). Dari India tanaman ini kemudian menyebar ke Asia dan seluruh penjuru dunia yang beriklim tropis. Kacang hijau masuk ke Indonesia sekitar abad ke-17 yang dibawa oleh pedagang Cina dan Portugis. Sentra produksi kacang hijau di Indonesia terutama di Pulau Jawa dan sedang dikembangkan di luar Jawa seperti Sumatera, Sulawesi, dan Nusa Tenggara Timur. Biji kacang hijau digunakan sebagai bahan makanan seperti bubur, tepung, makanan bayi, makanan kecil, minuman, taoge, dan sedang dikembangkan sebagai pakan ternak.

Menurut Tjitrosoepomo (1996), Van der Maesen dan Somaatmadja (1993) sistematika tanaman kacang hijau adalah sebagai berikut :

| | |
|-------------|------------------|
| Divisi | : Spermatophyta |
| Anak divisi | : Angiospermae |
| Kelas | : Dicotyledoneae |
| Anak kelas | : Dialypetalae |
| Bangsa | : Rosales |
| Suku | : Papilionaceae |
| Rumpun | : Phaseoleae |

Marga : *Vigna*

Jenis : *Vigna radiata* (L) Wilczek

Sinonim *Phaseolus radiatus* L. (1753) dan
Phaseolus aureus Roxb. (1832)

Danarti dan Najiyati (1993) mendeskripsikan tanaman kacang hijau sebagai berikut: kacang hijau merupakan tanaman perdu semusim dengan batang kecil berbulu, berwarna coklat atau kemerahan, tegak dengan tinggi sekitar 30 – 110 cm; akar tunggang dengan bintil-bintil akar; daun majemuk dengan 3 anak daun, anak daun berbentuk oval dengan ujung meruncing berwarna hijau sampai hijau kekuningan, tulang daun menyirip, tepi daun rata; bunga merupakan bunga sempurna berbentuk kupu-kupu berwarna kuning atau putih yang tersusun dalam suatu tandan dengan panjang 2 – 20 cm, setiap tandan terdiri dari 5 – 25 bunga, buah tergolong buah polong yang berwarna hijau dan ketika matang menjadi coklat atau hitam; setiap polong berisi 6 – 16 butir biji yang berbentuk bulat lonjong berwarna hijau atau coklat kekuning-kuningan.

Bunga muncul pada umur 30 – 70 hari, dan polong menjadi masak pada umur 60 – 120 hari setelah tanam. Perontokan bunga banyak terjadi secara alami. Umumnya bunga menyerbuk sendiri pada malam hari. Berat biji berkisar antara 1,5 – 8,5 g / 100 butir. Menurut Nio (1998) setiap 100 g biji mengandung energi 1.492 kJ; air 10,0 g; protein 22,0 g; lemak 1,2 g; karbohidrat 62,9 g; mineral 3,7 g; kalsium 125 mg; fosfor 320 mg; besi 6,7 mg; retinol 6,7 µg; thiamin 0,64 mg; dan asam askorbat 6 mg. Protein kacang hijau banyak mengandung

lisin, namun sedikit mengandung metionin dan sistein. Variasi kandungan protein yang tinggi antara 17 – 26 % terutama lebih dipengaruhi oleh keadaan lingkungan daripada genotipenya (Van der Maesen dan Somaatmadja, 1993).

Menurut Rukmana (1997) tanaman kacang hijau memiliki kemampuan adaptasi yang luas, dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik di daerah tropis dari dataran rendah hingga ketinggian 500 m di atas permukaan laut. Pada ketinggian di atas 750 m di atas permukaan laut dapat juga tumbuh dengan baik namun hasilnya menurun. Tanaman ini menghendaki iklim ideal sebagai berikut : suhu rata-rata 25 – 30 °C, kelembaban 50 – 80 %, curah hujan 50 – 200 mm per bulan, cukup mendapat sinar matahari sehingga cocok ditanam pada musim kemarau. Kacang hijau relatif tahan terhadap kekeringan namun rentan pada genangan air dalam waktu yang lama. Tanah yang cocok untuk pertumbuhan kacang hijau adalah tanah liat berlempung yang cukup banyak mengandung bahan organik, misalnya tanah podsolik merah kuning atau tanah latosol, gembur, aerasi dan drainase cukup baik, pH tanah berkisar antara 5,8 – 6,5. Tanaman kacang hijau dan tanaman legum lainnya bersimbiosis dengan bakteri pengikat nitrogen *Rhizobium* sp dengan membentuk bintil-bintil akar yang membantu mencukupi kebutuhan nitrogen tanaman.

2.2. Pertumbuhan Tanaman

Salisbury dan Ross (1995) secara singkat mengartikan pertumbuhan sebagai peningkatan ukuran organisme, meliputi berat, volume, jumlah protoplasma, dan jumlah sel. Menurut Sitompul dan Guritno (1995)

pertumbuhan terjadi dari integrasi berbagai reaksi biokimia, proses biofisik, dan proses fisiologis yang saling berinteraksi dalam tanaman bersama faktor luar. Agar terjadi pertumbuhan laju sintesis molekul kompleks organisme seperti asam nukleat, protein, karbohidrat, dan sebagainya harus melebihi laju perombakannya (Kimball, 1995). Lakitan (1996) menambahkan bahwa pertumbuhan didasarkan pada pembelahan dan pembesaran sel, sedangkan proses differensiasi sel disebut sebagai perkembangan tanaman yang mengawali pembentukan jaringan dan organ tanaman sehingga terbentuk morfologi tanaman yang khas untuk setiap jenis tanaman.

Salisbury dan Ross (1995) membagi pertumbuhan menjadi beberapa periode pertumbuhan. Periode lambat (fase lag) dicirikan dengan sedikit pertumbuhan atau tidak ada pertumbuhan sama sekali, kemudian laju pertumbuhan bertambah secara eksponensial sejalan dengan waktu pada fase logaritmik. Periode berikutnya adalah fase linear, dimana pertumbuhan konstan selama waktu tertentu. Periode ini tidak terjadi terus-menerus, diikuti dengan periode perlambatan (fase senesensi) yaitu pertumbuhan yang melambat hingga akhirnya berhenti. Pada banyak organisme pada periode ini pertumbuhan menurun namun tidak berhenti sama sekali.

Setiap fase pertumbuhan dalam kehidupan tumbuhan diatur dan dipengaruhi oleh berbagai faktor yang kompleks (Raven *et al.* 1987). Faktor internal yang mempengaruhi pertumbuhan meliputi sifat genetis, ketersediaan bahan organik sebagai bahan metabolisme, dan faktor hormonal. Hormon utama yang mengatur pertumbuhan tanaman menurut Ting (1982) adalah

auksin, giberelin, sitokinin, asam absisat dan etilen. Auksin dikenal berpengaruh pada pembesaran sel, giberelin untuk pemanjangan batang, pembelahan sel dirangsang oleh sitokinin, dormansi diatur oleh asam absisat, dan etilen berperan dalam proses pemasakan. Sedangkan faktor eksternal yang berpengaruh antara lain suhu, cahaya, kelembaban, ketersediaan air, mineral, gas, angin, adanya polutan, dan sebagainya.

Indikator pertumbuhan tanaman yang paling tepat menurut Raven *et al.* (1987) adalah dengan mengukur peningkatan jumlah protoplasma dalam organisme. Namun metode ini sulit dilaksanakan sehingga metode pendekatan yang digunakan adalah mengukur peningkatan ukuran dan berat yang bersifat irreversibel. Dalam prakteknya parameter pertumbuhan yang sering digunakan adalah tinggi tanaman (Sitompul dan Guritno, 1995), karena relatif mudah diamati tanpa merusak tanaman dan dapat menunjukkan pengaruh perlakuan tertentu pada tanaman serta pengaruh lingkungan. Lakitan (1996) menganjurkan penggunaan tinggi tanaman sebagai parameter pertumbuhan pada tanaman berbatang tunggal dengan percabangan lateral yang terbatas dan tumbuh pada kondisi cahaya yang optimal.

Pertumbuhan juga dapat diukur dari pertambahan biomassa yang dihasilkan tanaman. Pendekatan yang digunakan untuk pengukuran biomassa tanaman adalah menimbang berat basah dan berat kering tanaman. Berat basah dapat ditentukan tanpa merusak tanaman dan nilainya dapat bervariasi tergantung kadar air dalam tanaman. Berat kering lebih disukai untuk menaksir pertumbuhan tanaman, karena mencerminkan akumulasi senyawa organik yang disintesis

tanaman dari senyawa anorganik. Unsur hara yang diserap tanaman dari lingkungan juga memberi kontribusi pada berat kering tanaman (Sitompul dan Guritno, 1995; Lakitan, 1996).

2.3. Produksi Tanaman

Dalam pertanian produksi tanaman adalah bagian tanaman yang dapat dipanen per luasan tanah tertentu pada waktu tertentu (Suteja, 1995). Pada kacang hijau produksi yang dapat diambil adalah biji dan biomassa tanaman apabila digunakan sebagai pakan ternak. Produksi biji pada tanaman kacang hijau ditentukan oleh jumlah polong bernas, jumlah biji dalam setiap polong, dan berat biji.

Produksi kacang hijau menurut Hakim (2000) berkorelasi dengan umur panen dan tinggi tanaman, semakin lama umur panen dan semakin tinggi tanaman hasilnya akan meningkat. Tinggi tanaman berkorelasi positif dengan jumlah polong karena memungkinkan lebih banyak buku reproduktif yang terbentuk (Hakim, 1998; Al Karep dan Kasno, 1992). Bunga kacang hijau berkembang pada buku reproduktif. Menurut Trustinah (1993) jumlah buku reproduktif kacang hijau sebanyak 5 - 8, dan buku reproduktif pertama muncul pada buku kelima atau keenam dari bawah. Jumlah buku reproduktif dipengaruhi oleh faktor genetik, suhu, kesuburan tanah, dan serangan hama dan penyakit (Kisman, 1997; Goldsworthy, 1992). Bunga dan polong yang sedang berkembang pada buku awal menghambat perkembangan bunga dan

polong pada buku-buku berikutnya. Bunga dan polong muda kacang hijau kebanyakan rontok karena persaingan internal, hanya 10 - 50 % bunga yang berkembang menjadi polong masak (Goldsworthy, 1992; Van der Maesen dan Somaatmadja, 1993). Umumnya bunga yang muncul pada awal pembungaan lebih banyak yang berhasil membentuk polong masak dibandingkan bunga yang muncul kemudian.

Menurut Goldsworthy (1992) pembentukan polong dipengaruhi oleh persediaan fotoasimilat. Selama fase reproduktif bila daun dikurangi atau dihilangkan menyebabkan jumlah produksi berkurang, terutama pada komponen jumlah polong dan berat biji. Namun jumlah polong yang banyak tidak selalu memberi hasil yang lebih tinggi karena biasanya diikuti dengan ukuran polong yang kecil dan pendek, biji berukuran kecil sehingga berat biji rendah (Hakim, 2000; Basir *et al.* 1992).

Menurut Darjanto dan Satifah (1990) jumlah buah atau polong yang terbentuk pada suatu tanaman ditentukan oleh jumlah bunga, persentase bunga yang diserbuki dan bunga yang mengalami pembuahan, dan jumlah buah muda yang berhasil tumbuh dan berkembang menjadi buah masak. Berhasil tidaknya buah atau polong muda untuk tetap tumbuh dipengaruhi oleh normal atau tidaknya kandung embrio, viabilitas embrio dan endosperm, kelembaban, ketersediaan unsur hara, ada atau tidaknya serangan hama dan penyakit, serta jumlah buah dan biji yang dihasilkan.

2.4. Protein Cadangan pada Biji Legum

Biji legum merupakan sumber protein terpenting kedua setelah biji sereal. Menurut Payne (1987) protein dalam biji legum disimpan pada kotiledon yang berkisar antara 20 – 40 % dari berat kering biji. Protein tumbuhan umumnya kaya asam amino lisin, namun kandungan asam amino dengan gugus S (metionin dan sistein) rendah. Kadang-kadang mengandung asam amino lain diluar 20 asam amino penyusun protein seperti trimetilislin, hidroksiprolin, dan sebagainya (Harbone, 1996).

Bewley dan Black (1986) membagi protein biji menjadi empat kelas berdasarkan kelarutannya : (1) *albumin*, larut dalam air dan larutan garam encer, (2) *globulin*, tidak larut dalam air, larut dalam larutan garam, (3) *glutein*, larut dalam larutan asam atau basa encer, (4) *prolamin*, larut dalam alkohol 70 – 90 %. Protein cadangan terbanyak pada biji legum adalah dari jenis globulin yang mencapai 70 % dari total N biji (Payne, 1987; Bewley dan Black, 1986). Protein pada biji legum ini mengandung senyawa karbohidrat dalam strukturnya sehingga dikelompokkan dalam glikoprotein (Robinson, 1995). Jenis protein cadangan pada biji kacang hijau menurut Ersland *et al.* (1983) meliputi protein vicilin dan legumin. Vicilin dan legumin disintesis dan mengalami glikosilasi dalam retikulum endoplasma, kemudian disimpan dalam organ seluler berdiameter 0,1 – 25 μm yang disebut badan protein (protein bodies) (Fosket, 1994). Koshiyama (1983) menambahkan bahwa badan protein ini dapat berisi satu jenis protein (vicilin atau legumin saja) atau terdiri dari vicilin dan legumin sekaligus.

Berbagai metode telah dikembangkan untuk mengukur kadar protein suatu bahan. Pemilihan metode tergantung pada asal protein yang akan dianalisa, adanya senyawa lain yang tercampur pada protein, tingkat akurasi, kecepatan analisa, serta sensitivitasnya (Clark dan Switzer, 1977). Beberapa metode diantaranya adalah *Metode Kjeldal* yang didasarkan pada pengukuran total N yang terdapat dalam sampel, dengan mengalikan nilai konstanta tertentu kandungan protein sampel dapat diketahui dari total N yang diperoleh. *Metode Biuret* didasarkan pada pengukuran absorbansi (spektrometri) warna ungu yang terbentuk apabila dua atau lebih ikatan peptida bereaksi dengan tembaga sulfat pada kondisi alkali. Metode ini dapat digunakan untuk menentukan semua jenis protein, tetapi hanya dianjurkan pada sampel yang mengandung cukup banyak protein (1 – 20 mg). Metode spektrometri lain yang lebih sensitif adalah *Metode Lowry (Folin-Ciocalteu Test)*. Metode ini 100 x lebih sensitif dari metode biuret, sehingga protein seberat 1 – 5 µg dapat dianalisa dengan baik. Warna biru keunguan yang terbentuk disebabkan oleh reaksi protein dengan tembaga sulfat pada kondisi alkalin (seperti pada Metode Biuret) dan reduksi garam fosfomolibdat-fosfotungstat dalam reagen oleh tirosin dan triptofan (Harborne, 1996; Copeland, 1994; Clark dan Switzer, 1977)

2.5. Poliploid pada Tanaman

Mader (1996) menunjukkan adanya beberapa mutan eukariotik yang mempunyai tiga set kromosom atau lebih yang disebut dengan poliploid. Organisme poliploid diberi nama menurut jumlah genomnya (set kromosom

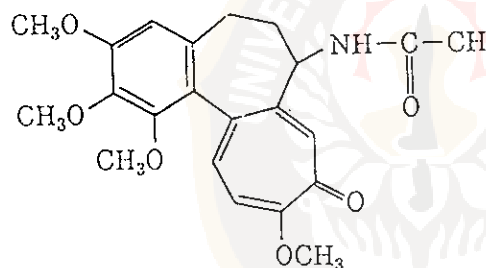
haploid), triploid ($3n$) apabila mempunyai 3 genom, tetraploid ($4n$) mempunyai 4 genom, pentaploid ($5n$) punya 5 genom, heksaploid ($6n$), oktoploid ($8n$), dan seterusnya. Menurut Gardner *et al.* (1991) poliploid dapat terjadi secara alami karena pemisahan kromosom yang tidak teratur selama mitosis, sel-sel reproduksi yang tidak teratur pada meiosis sehingga kromosom gagal memisah sempurna pada saat anafase menghasilkan gamet dengan pengurangan atau penambahan set kromosom, dan yang sengaja dibuat dengan zat penghambat mitosis misalnya dengan perlakuan asenaften, kloralhidrat, sulfanilamid, kolkisin, dll. Berdasarkan asal kromosom yang mengalami penggandaan, poliploid dibedakan menjadi autopoloid apabila genom yang mengganda berasal dari genom yang sama (genom itu sendiri yang mengalami penggandaan, misalnya $n_1 + n_1$) dan allopoliploid, yaitu apabila penggandaan kromosom berasal dari genom-genom yang berbeda ($n_1 + n_2$) berkumpul melalui hibridisasi (Suryo, 1995).

Poliploid ditemukan secara alami pada beberapa hewan seperti udang, cacing, bintang laut, dan salamander, namun umumnya menyebabkan abnormalitas pada hewan-hewan lain. Pada tumbuhan, poliploid dapat bertahan hidup dan berkembang karena tidak adanya kromosom sek (Fransworth, 1988). Burns (1972) mengungkapkan adanya ciri morfologi yang berbeda pada tanaman poliploid dibandingkan tanaman diploidnya. Pada tanaman poliploid, jumlah kromosom yang lebih banyak menyebabkan ukuran sel dan inti sel bertambah besar. Sel yang berukuran lebih besar menghasilkan bagian tanaman (daun, bunga, buah) maupun tanaman secara keseluruhan yang lebih besar. Selain menyebabkan perubahan morfologi, menurut Dnyansagar (1992) peningkatan

jumlah kromosom juga menyebabkan perubahan fisiologi seperti pertumbuhan yang lambat, umur berbunga yang lebih panjang, peningkatan kandungan sel (vitamin, protein, minyak atsiri, dan sebagainya), tekanan osmotik sel meningkat, serta munculnya sterilitas yang tinggi akibat ketidakteraturan meiosis.

2.6. Kolkisin

Kolkisin ($C_{22}H_{25}O_6N$) merupakan alkaloid yang diekstrak dari biji dan umbi tanaman *Colchicum autumnale* Linn (Suryo, 1995; Crowder, 1990). Menurut Eigsti dan Dustin (1957) kolkisin juga ditemukan pada tanaman *Merendra* sp, *Gloriosa superba*, *Veratrum album*, *Tulipa sylvestris*, dan lain-lain dengan bentuk dan kadar serta keaktifan yang berbeda-beda.



Gambar 2.1. Struktur molekul kolkisin (Sheeler dan Bianchi, 1987).

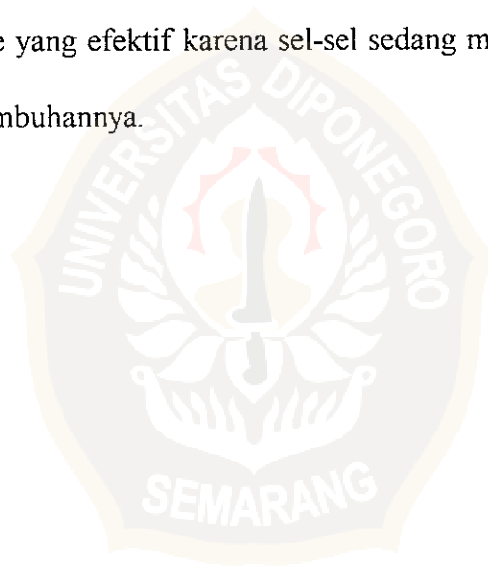
Menurut Suryo (1995); Sheeler dan Bianchi (1957) larutan kolkisin pada konsentrasi kritis tertentu akan menghalangi penyusunan mikrotubula dari benang-benang spindel yang mengakibatkan ketidakteraturan pada mitosis. Apabila benang-benang spindel tidak terbentuk pada pembelahan mitosis sel diploid, kromosom yang telah mengganda selama interfase gagal memisah pada anafase. Sebuah membran inti kemudian terbentuk mengelilingi dua set

kromosom diploid yang seharusnya menghasilkan dua sel anak, menghasilkan sel dengan empat set kromosom (tetraploid) (Gardner *et al.*, 1991). Pembelahan sel secara mitosis yang mengalami modifikasi ini disebut C-mitosis, dan hasilnya adalah sel-sel yang mengandung genom dua kali lipat dari jumlah genom semula. Jika pengaruh kolkisin pada konsentrasi kritis ini dibiarkan berlanjut, maka kromosom akan mengganda seperti deret ukur ($4n$, $8n$, $16n$, $32n$, dst.).

Setiap tanaman mempunyai respons yang berbeda terhadap pemberian kolkisin, tergantung jenis tanaman, bagian tanaman yang diperlakukan, konsentrasi, dan lama perlakuan. Suryo (1995) mengemukakan bahwa larutan kolkisin efektif pada konsentrasi 0,001 – 1,00 % dengan lama perlakuan 3 – 24 jam, tetapi pada benih yang berkulit keras seperti benih kacang-kacangan, jagung, dan sebagainya konsentrasi 0,2 % lebih dianjurkan. Eigsti dan Dustin (1957) menunjukkan bahwa konsentrasi 0,2 % yang lebih umum dipakai untuk semua tanaman dengan lama perlakuan antara 24 – 96 jam. Konsentrasi kolkisin 0,01 % dengan lama perendaman 6 jam pada akar dilaporkan efektif menggandakan kromosom bawang putih (Suryatinah, 1998). Pada jagung manis konsentrasi 0,25 % dengan lama perlakuan selama 6 jam mampu menginduksi tanaman menjadi tetraploid (Lusia, 1990). Yusmiati (1995) melaporkan larutan kolkisin dengan konsentrasi 0,02 % dan lama perlakuan 2 jam, atau konsentrasi 0,04 % dengan lama perlakuan 1 jam mampu menginduksi tanaman *Stevia rebaudiana* Bertonii M. menjadi poliploid. Penelitian Sakhidin *et al.* (1999) menggunakan konsentrasi kolkisin 0,025 - 0,1 % selama 12 jam pada benih kacang hijau, atau 2 tetes larutan yang sama selama 4 hari pada bibit kacang

hijau, serta kombinasi perlakuan pada benih dan bibit dilaporkan belum menyebabkan poliploidi sehingga tidak meningkatkan produksi tanaman secara nyata. Bagian yang diperlakukan dengan kolkisin menurut Eigsti dan Dustin (1957) harus dalam keadaan aktif membelah agar penggunaan kolkisin optimum.

Cara penggunaan kolkisin pada tanaman antara lain dengan dilarutkan dalam air, dalam bentuk emulsi, dicampur dengan agar atau lanolin, dan kadang-kadang gliserin (Eigsti dan Dustin, 1957). Bagian yang dapat diberi perlakuan kolkisin menurut Suryo (1995) antara lain pada benih, primordia tunas, bunga, kecambah, dan akar tanaman. Perlakuan dengan merendam benih pada larutan kolkisin merupakan metode yang efektif karena sel-sel sedang membelah secara aktif pada awal masa pertumbuhannya.





== UNIVERSITAS DIPONEGORO ==

=== SEMARANG ===