II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Deskripsi Tanaman Kedelai Hitam

2.1.1. Klasifikasi Tanaman Kedelai Hitam

Menurut Adisarwanto (2005) kedelai hitam dapat diklasifikasikan sebagai berikut, kerajaan : Plantae, divisi : Spermatophyta, sub divisi : Angiospermae, kelas : Dicotyledoneae, suku : Leguminosinae, famili : Leguminosae, sub-Famili : Papilionoidae, marga : Glycine, jenis : *Glycine max* (L.) Merr.

2.1.2. Morfologi Tanaman Kedelai

Akar tanaman kedelai terdiri atas akar tunggang, akar lateral, dan akar serabut. Pada tanah yang gembur, akar ini dapat menembus tanah sampai kedalaman 1.5 m. Pada akar lateral terdapat bintil-bintil akar yang merupakan kumpulan bakteri rhizobium pengikat N dari udara (Suprapto, 2001). Pertumbuhan batang dibedakan menjadi dua tipe determinate dan indeterminate. Pertumbuhan batang tipe determinate ditunjukkan dengan batang yang tidak tumbuh lagi saat tanaman mulai berbunga. Sementara pertumbuhan batang tipe indeterminate dicirikan bila pucuk batang tanaman masih bisa tumbuh daun, walaupun tanaman sudah mulai berbunga. Bentuk daun kedelai ada dua macam, yaitu bulat (oval) dan lancip (lanceolate). Kedua bentuk daun tersebut dipengaruhi oleh faktor genetik. Daun mempunyai stomata berjumlah 190-320/m^2 (Adisarwanto, 2005). Bunga kedelai termasuk dalam bunga sempurna, artinya dalam setiap bunga terdapat alat perkembangbiakan jantan dan betina. Bunga terletak pada ruas-ruas batang berwarna ungu atau putih (Suprapto, 2001).

Polong kedelai pertama terbentuk sekitar 7-10 hari setelah munculnya bunga pertama. Panjang polong muda sekitar 1 cm. Jumlah polong yang terbentuk pada setiap ketiak daun sangat beragam, antara 1-10 buah dalam setiap kelompok. Kecepatan pembentukan polong dan pembesaran biji akan semakin cepat setelah proses pembentukan bunga berhenti. Ukuran dan bentuk polong menjadi maksimal pada saat awal periode pemasakan biji. Hal ini kemungkinan

diikuti oleh perubahan warna polong, dari hijau menjadi kuning kecokelatan pada saat masak (Adisarwanto, 2005). Biji kedelai berkeping dua yang terbungkus oleh kulit biji. Embrio terletak diantara keping biji. Warna kulit biji bermacam-macam, ada yang kuning, hitam, hijau atau cokelat. Pusar biji atau hilum adalah jaringan bekas biji kedelai yang menempel pada dinding buah. Bentuk biji kedelai pada umumnya bulat lonjong, ada yang bundar atau bulat agak pipih. Besar biji bervariasi tergantung varietas (Suprapto, 2001).

2.1.3. Produksi Kedelai

Produksi kedelai dalam negeri mengalami penurunan. Produksi kedelai tahun 2011 sebesar 870.07 ribu ton biji kering, menurun sebanyak 36.96 ribu ton (4.08 %) dibandingkan tahun 2010. Penurunan produksi diperkirakan terjadi karena penurunan luas panen seluas 29.07 ribu hektar (0.22%) dan produktivitas sebesar 0.71 kwintal per hektare (1.42%) (BPS, 2012). Selain itu penurunan produksi kedelai, juga disebabkan adanya penyakit penting tanaman. Penyakit yang menyerang tanaman kedelai adalah virus mosaik atau *Soybean Mosaik Virus* (Giesler, 2010).

2.1.4. Kedelai Hitam Variates Detam-1

Kedelai hitam varietas Detam-1 merupakan kedelai varietas unggul yang dilepas pada tahun 2008 oleh Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-Umbian. Kedelai tersebut adalah persilangan dari varietas impor Taiwan dengan varietas lokal, yaitu Kawi dan Wilis. Tipe pertumbuhannya determinet, dengan umur berbunga 35 hari, umur polong masak 84 hari (Adie, 2009).

Produktivitas kedelai hitam Detam-1 lebih tinggi dibandingkan rata-rata produksi kedelai hitam nasional. Hasil produktivitasnya dapat mencapai hingga 3.45 ton/ha dengan hasil biji 2.51 ton/ha. Ukuran bijinya relatif besar yaitu 14.84 g/100 biji, sehingga rendemennya tinggi. Untuk menghasilkan 74 cc kecap, produsen hanya memerlukan 100 gram Detam-1 sebagai bahan baku, sehingga 20 gram lebih rendah jika menggunakan varietas lain. Keistimewaan lain Detam-1 yaitu memiliki kandungan protein sebesar 43.9%, dan kandungan lemak 18.4% (Adie, 2009).

2.2. Soybean Mosaic Virus (SMV)

Virus mosaik kedelai atau *Soybean Mosaic Virus* (SMV) adalah penyakit penting tanaman kedelai. Virus ini dapat ditularkan melalui benih, vektor *Aphis glycines, Myzus presicae*. Penyakit mosaik kedelai dapat mempengaruhi pertumbuhan dan hasil panen hingga 60-90%, bahkan mengakibatkan kegagalan panen (Semangun, 1991).

2.2.1. Deskripsi *Soybean Mosaic Virus* (SMV)

Menurut sistem klasifikasi yang diusulkan oleh Gardner dan Kendrick, (1921 *dalam* Gultom 2009), SMV merupakan anggota dari kelompok Potyvirus yang mempunyai kriptogram (R/1; 2/5; E/E; S/Ap) dengan penjelasan sebagai berikut :

R/1 : Tipe asam nukleatnya adalah RNA/untaian asam nukleatnya adalah tunggal

2/5 : Bobot molekul asam nukleatnya adalah 2 juta/persen asam nukleat dalam partikel adalah 5%

E/E : Bentuk partikelnya adalah batang lentur/bentuk nukleokapsida memanjang

S/Ap : Virus terbawa oleh benih dan vektor SMV adalah *Aphis glycines, Aphis cracivora.*

Virus Mosaik kedelai termasuk golongan Potyvirus dengan panjang partikel 700-900 m dan diameter 11 nm. Genom ssRNA, *positive sense*, linier dengan bobot molekul $3x10^{6,}$ panjang genom 9,6-9,8 kb, mempunyai ORF dengan panjang 9,0-9,4 kb untuk menjadi protein 340-355 kD. Ciri lain dari golongan virus ini adalah menghasilkan badan inklusi yang khas yaitu berbentuk cakra, atau beberapa bentuk lainnya (Wahyuni, 2005).

2.2.2. Kisaran Inang *Soybean Mosaic Virus* (SMV)

Menurut Sudjono *et al*., (1983 *dalam* Semangun 2004), virus mosaik kedelai dapat menginfeksi banyak tanaman, khususnya yang termasuk tanaman kacang-kacangan, antara lain kedelai, buncis, kacang panjang, kapri *(Pisum Sativum*, Kara *(Dolicos lablab*), kara pedang *(Canavalia ensiformis)*, kapri, kara benguk *(Marcus sp.*) dan senting *(Cassia occidentalis*). Selain itu virus juga dapat menginfeksi secara sistemik pada gulma *(Borreria hispida)*.

2.2.3. Gejala Pada Tanaman Inang

Gejala *Soybean Mosaic Virus* adalah vein banding, memiliki daerah hijau yang lebih tua, kerdil, daun berkerut, mengeriting, kulit biji berbintik, kemandulan pada bunga jantan, deformasi bunga, nekrosis, nekrotik lesio lokal, dan nekrosis sistemik (Osmond, 2006). Gejala khas yang nampak pada kulit biji yang terserang virus adalah terdapatnya belang cokelat yang radial (Hasriadi, 2006). Daun juga dicirikan berkerut dan mempunyai gambaran mosaik dengan warna hijau gelap di sepanjang tulang daun. Tepi daun mengalami klorosis. Tanaman yang terinfeksi SMV ukuran bijinya mengecil dan jumlah biji berkurang sehingga hasil biji turun. Biji juga berwarna belang coklat (Harnowo dan Baliadi 1995).

Tanaman kedelai yang diserang penyakit mosaik kedelai juga ditandai dengan menguningnya tulang daun pada anak daun yang masih muda. Selain itu daun menjadi tidak rata (berkerut). Pada beberapa varietas kedelai terjadi gejala nekrotik disertai dengan menjadi coklatnya tulang daun, daun menguning, tanaman menjadi kerdil, batang dan tangkai daun berwarna cokelat, tunas-tunas penuh bercak, daun cepat rontok, dan akhirnya tanaman mati. Tanaman sakit membentuk polong kecil, rata, kurang berbulu, dan lebih melengkung. Biji lebih mengecil dari biasanya dan daya kecambah menurun (Semangun, 2004).

Gambar 1. Gejala *Soybean Mosaic Virus* (SMV) (a) Pada Biji Kedelai, (b) Pada Daun Kedelai.
Sumber : (Ruhl, 2007)

2.3. Aplikasi Pupuk Organik Cair Melalui Daun

Pemupukan tanaman melalui daun disebut dengan *foliar fertilizer* adalah metode penyemprotan unsur hara melalui daun dengan tujuan menambahkan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman lebih cepat dibandingkan dengan

melalui akar (Marschner, 1995). Hal ini dikarenakan proses penambahan unsur hara langsung melalui stomata. Selain itu daun merupakan bagian dari tanaman yang sangat baik untuk mengambil unsur hara dalam bentuk gas (CO_2, O_2, SO_2) melalui stomata (Mengel dan Kirkby, 2001).

Kelebihan lain pupuk daun dibanding pupuk akar adalah penyerapan hara melalui mulut daun (stomata) berjalan cepat, sehingga perbaikan tanaman cepat terlihat. Selain itu, unsur hara yang diberikan lewat daun hampir seluruhnya dapat diambil tanaman dan tidak menyebabkan kelelahan atau kerusakan tanah. Seperti diketahui pupuk yang diberikan lewat tanah tidak semuanya dapat diserap akar tanaman karena sebagian difiksasi oleh tanah (misalnya P difiksasi oleh Al, Fe, atau Ca, unsur K difiksasi oleh mineral liat, dan sebagainya), tercuci bersama air perkolasi, atau tererosi bersama butir-butir tanah. Adapun kekurangan pupuk daun adalah bila dosis yang diberikan terlalu besar, maka daun akan rusak (Hardjowigeno, 2003).

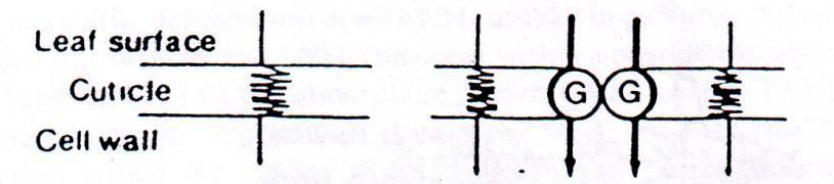
Pemberian pupuk lewat daun yang tepat adalah antara pukul 07.00 – 09.00 pagi atau 17.00 dengan catatan tidak terjadi hujan paling cepat 2 jam setelah pupuk daun diaplikasikan. Pupuk daun sebaiknya tidak diberikan saat malam hari, panas terik atau menjelang hujan. Saat terik matahari, cahaya matahari merangsang fotosintesis yang berakibat menurunnya kandungan CO 0.03-0.02%, tekanan turgor dari sel-sel juga menurun karena kehilangan air yang berlebih akibat proses transpirasi (Harjadi, 1996).

2.4. Mekanisme Pupuk Organik Cair Masuk Dalam Jaringan Tanaman

Menurut Saptorini *et al.,* (1993 *dalam* Kusumainderawati *et al.,* 1999) prioritas penyemprotan pupuk cair adalah pada bagian bawah daun karena paling banyak terdapat stomata. Efisiensi serapan unsur hara melalui daun sangat didukung oleh mekanisme serapannya yaitu adanya proses terbukanya stomata. Mekanisme serapan pupuk cair melalui daun terjadi dengan terbukanya stomata pada saat tekanan turgor dari sel penutup meningkat. Meningkat dan menurunnya tekanan turgor dipengaruhi oleh kandungan air dalam daun tersebut. Susilo dan Herawati (1991 *dalam* Kusumainderawati *et al.,* 1999) juga mengemukakan

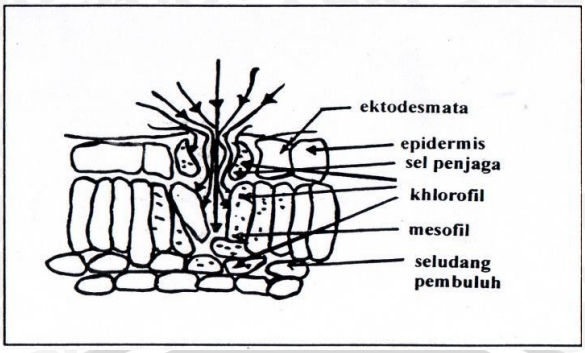
bahwa, untuk sebagian besar tanaman budidaya, cahaya dan tingkat kelembaban dalam daun yang cukup tinggi menyebabkan stomata terbuka.

Proses masuknya cairan yang mengandung unsur hara adalah melalui celah-celah di sekitar jaringan permukaan daun. Namun proses ini tidak dapat terjadi secara langsung karena adanya lapisan kutikula yang melapisi epidermis dan adanya bulu daun menjadi penghambat dalam proses masuknya cairan. Adanya perbedaan konsentrasi (proses difusi) cairan dapat masuk dan menembus lapisan kutikula menuju membran plasma (Gambar 2). Sel-sel penting yang berperan di dalam mekanisme serapan unsur hara melalui daun adalah epidermis, sel penjaga, stomata, mesofil, dan seludang pembuluh (Marschner, 1995).



Gambar 2. Proses Masuknya Cairan Dalam Sel Epidermal dan Lapisan Kutikula
Sumber : (Marschner, 1995)

Pupuk yang disemprotkan pada daun masuk ke dalam stomata secara difusi dan selanjutnya masuk ke dalam sel-sel kloroplas baik yang ada di dalam sel-sel penjaga, mesofil, maupun seludang pembuluh (Gambar 3) dan selanjutnya berperan dalam fotosintesis (Agustina, 2004). Pemupukan melalui daun dapat mempengaruhi produksi bahan kering tanaman, NDF, ADF, tanin, saponin, kandungan Ca dan P, dan kecernaan *in vitro* (Abdullah, 2010). Menurut Marschner (1995) bahwa unsur hara yang disemprotkan pada daun dan kemudian akan masuk ke jaringan daun akan bergerak lebih aktif pada daun muda, yaitu daun yang sedang dalam tahap pertumbuhan, dibandingkan dengan daun tua. Unsur hara akan aktif bermobilisasi ke bagian lain tanaman, misalnya batang, sampai terjadinya proses akumulasi unsur hara tersebut.



Gambar 3. Skema Pupuk Cair Masuk Dalam Sel Penjaga, Mesofil, dan Seludang Pembuluh Melalui Stomata
Sumber : (Agustina, 2004)

2.5. Pengaruh Pupuk Organik Cair Terhadap Pertumbuhan Tanaman dan Serangan Patogen Virus

Pupuk organik adalah pupuk yang sebagian besar atau seluruhnya terdiri dari bahan organik yang berasal dari tanaman dan/atau hewan yang telah melalui proses rekayasa, dapat berbentuk padat atau cair yang digunakan untuk mensuplai bahan organik, memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah (Peraturan Mentan, No. 69/Permentan/SR.130/11/2011). Pupuk yang digunakan dalam penelitian adalah pupuk organik cair yang diproduksi oleh Pusat Pelayanan Agen Hayati (PPAH) Tani Makmur Kecamatan Beji, Kabupaten Pasuruan. Pupuk organik cair tersebut terbuat dari bahan limbah rumah tangga seperti sayur-sayuran, ampas beras, limbah kedelai (batang. daun), yang mempunyai kandungan unsur hara makro (N, P, K) serta C organik dan Bahan Organik (Tabel 1).

Tabel 1. Presentase Kandungan Unsur Hara Pupuk Organik Cair

No.	Variabel	Metode	Hasil
1	N total	Distilasi dan Titrasi	2.01%
2	P2O5	Olsen (Spectrofotometric)	0.49%
3	K2O	SO4	5.90%
4	C Organik	Titrasi/Volumemetric	5.12%
5	Bahan Organik	-	± 9.0%

Menurut Suriadikarta dan Setyorini (2011), berdasarkan hasil pembahasan para pakar lingkup Puslitbangtanak, Direktorat Pupuk dan Pestisida, IPB Jurusan

Tanah, Depperindag, serta Asosiasi Pengusaha Pupuk dan Pengguna maka telah disepakati persyaratan teknis minimal pupuk organik seperti tercantum dalam Tabel 2.

Tabel 2. Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik

No.	Parameter	Kandungan	
		Padat	Cair
1.	C-organik (%)	≥ 12	≥ 4.5
2.	C/N rasio	10-25	-
3.	Bahan ikutan (kerikil, beling, plastik)	≤ 2	-
4.	Kadar air (%) - Granula - Curah	 4-12 13-20	 - -
5.	Kadar logam berat As (ppm) Hg (ppm) Pb (ppm) Cd (ppm	 ≤ 10 ≤ 1 ≤ 50 ≤ 10	 ≤ 10 ≤ 1 ≤ 50 ≤ 10
6.	Ph	4-8	4-8
7.	Kadar total P_2O_5 (%) K_2O (%)	 < 5 < 5	 < 5 < 5
8.	Kadar unsur mikro (%) Zn, Cu, Mn Co B Mo Fe	 Maks 0.500 Maks 0.002 Maks 0.250 Maks 0.001 Maks 0.400	 Maks 0.2500 Maks 0.0005 Maks 0.1250 Maks 0.0010 Maks 0.0400

* C organik 7-12% dimasukkan sebagai pembenah tanah

Kandungan unsur hara N, P, K dalam pupuk organik cair sangat dibutuhkan tanaman terutama dalam hubungannya dengan sintesa virus. Virus menginfeksi tanaman dengan melakukan sintesa protein. Sintesa protein virus, prosesnya hampir sama seperti yang terjadi pada sintesa protein pada tanaman sehat. Pada sintesa protein virus, bagian RNA virus mengkode (koding) untuk protein virus itu sendiri, peranan RNA massenger diambil alih oleh RNA virus. RNA virus akan memanfaatkan asam amino, ribosom, dan RNA transfer pada sel tanaman inang untuk sintesa protein virus. Protein yang dihasilkan akan digunakan virus sebagai mantel dan fungsi-fungsi lain (Hadiastono, 1998).

Jumlah senyawa notrgen (N) pada sel inang terinfeksi virus pada umumnya berkurang. Pengurangan jumlah senyawa mencapai 30-70% dari total senyawa nitrogen. Pada tumbuhan yang dipupuk nitrogen dapat menyebabkan jumlah nitrogen pada tanaman sakit menjadi meningkat, dibandingkan bila tanaman tidak dipupuk. Bahkan jumlahnya lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman sehat, terutama pada sintesa virus yang cepat (Hadiastono, 1998). Unsur hara N merupakan bahan penting penyusun asam amino, amida, nukleotida, nukleoprotein, serta esensial untuk pembelahan sel, pembesaran sel dan pertumbuhan (Gardner *et al.*, 1991).

Unsur N dibutuhkan tanaman dalam jumlah banyak di dalam bagian muda tanaman, terutama terakumulasi pada daun dan biji, yang berfungsi sebagai penyusun protein, termasuk enzim dan molekul khlorofil (Hakim *et al.*, 1986). Nitrogen merupakan penyusun setiap sel hidup, karenanya terdapat pada seluruh bagian tanaman. Tanaman memerlukan suplai nitrogen pada semua tingkat pertumbuhan, terutama pada awal pertumbuhan (Pasaribu *et al*., 1989).

Hal yang sama juga berlaku pula untuk senyawa-senyawa yang mengandung fosfat (P), seperti asam nukleat RNA/DNA, pada daun-daun maupun pada bagian organ yang lain. Senyawa fosfat yang lain juga berkurang sebelum terjadi sintesa virus, akan tetapi setelah sintesa virus akan terjadi peningkatan sampai mendekati jumlah yang normal (Hadiastono, 1998). Menurut Buckman dan Brady (1992 *dalam* Askari 2012), posfor (P) mempengaruhi pembelahan sel dan pembentukan lemak serta albumin. Posfor (P) juga berpengaruh terhadap pembungaan dan pembuahan, termasuk proses pembentukan biji, perkembangan akar, khususnya akar lateral dan akar halus berserabut, kekuatan batang, serta kekebalan tanaman terhadap penyakit tertentu.

Kekurangan P pada tanaman dapat menjadikan pertumbuhan terhambat (kerdil) (Hardjowigeno, 1993). Sedangkan fungsi utama kalium (K) ialah membantu pembentukan protein dan karbohidrat. Kalium juga merupakan sumber kekuatan bagi tanaman dalam menghadapi kekeringan dan penyakit (Lingga dan Marsono, 2006). Selain itu unsur K berperan memperkuat dinding sel tanaman dan terlibat dalam lignifikasi jaringan sklerenkim yang dihubungkan dengan ketahanan tanaman terhadap penyakit (Dobermann dan Fairhust, 2000).