

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Edamame

Edamame (*mou dou*) pertama kali dikenal sekitar tahun 200 SM sebagai tanaman obat (Shurtleff & Aoyagi, 2009) dan masih sangat populer (Jian, 1984). Edamame diperkenalkan ke masyarakat Jepang dari China sekitar tahun 927 M (Igata, 1977). Kemudian setelah itu, edamame dikenal oleh negara-negara lain. Namun begitu, edamame belum banyak dibudidayakan di Indonesia. Padahal edamame ialah salah satu dari beberapa tanaman yang mengandung semua asam amino esensial, sehingga edamame dianggap protein lengkap. Edamame juga membantu mengurangi kolesterol dan risiko penyakit jantung, karena edamame tinggi akan protein dan rendah lemak dibandingkan protein hewani. Edamame mengandung serat terlarut dan tidak terlarut. Serat terlarut membantu mengurangi kolesterol dan mengontrol gula dalam darah, sementara serat tidak terlarut meningkatkan berat isi feses, mencegah kanker usus dan membantu mengatasi gejala kelainan pencernaan. Edamame mengandung isoflavones (*organic soybean phytonutrients*) yang meningkatkan fungsi tulang, otak dan daya tahan. Edamame mengandung omega-3, yang memainkan peran besar dalam meningkatkan fungsi otak, pertumbuhan dan perkembangan yang normal. Asam lemak esensial (omega-3) juga mengurangi risiko penyakit jantung, kanker dan peradangan kedua sendi (arthritis). Edamame mengandung lemak tidak jenuh (*mono- and polyunsaturated fats*) yang baik untuk kesehatan jantung. Edamame ialah spesies yang sama seperti kedelai biasa, *Glycine max* (L.) Merr., tetapi memiliki biji lebih besar, rasa lebih manis, tekstur lebih lembut, dan digestibilitas (daya cerna) lebih baik (Rackis, 1978). Semua edamame kecuali varietas yang dewasa lebih awal, sensitif terhadap periode cahaya – tanaman “hari pendek” (Shanmugasundaram *et al.*, 1989). pH tanah optimum untuk edamame ialah 6.0 (Shoemaker *et al.*, 1961).

Edamame hampir sama dengan kedelai agronomis, tetapi dengan karakteristik berbeda. Edamame ialah kelompok kultivar khusus kedelai sayur yang biasanya memiliki kulit biji hijau, tetapi juga hitam sampai kuning dengan hilum coklat terang dan abu-abu. Tanda masak putih di polong juga merupakan karakteristik varietas yang penting (Konovsky *et al.*, 1994). Edamame dipilih untuk rasa, yang lebih baik daripada kedelai biasa, ukuran biji lebih besar, hasil

biji hijau dan mengandung gizi lebih baik (Johnson *et al.*, 2001; Mebrahtu dan Devine, 2008; Montri *et al.*, 2006; Shurleff, 2001; Young *et al.*, 2000). Edamame dipanen ketika pengisian polong 80% atau masuk stadia R6 ketika polong-polong memiliki biji-biji berukuran penuh di salah satu dari empat ruas atau noda paling atas (Fehr *et al.*, 1971; Rao *et al.*, 2002). Konsumen Jepang memiliki standar kualitas yang sangat spesifik yang mereka cari saat membeli edamame (Duppong dan Hatterman-Valenti, 2005).

Alasan utama mengapa edamame merupakan tanaman yang penting dan perlu dikembangkan, terutama di Indonesia ialah karena edamame mengandung nilai gizi yang luar biasa serta keuntungan antioksidan dan isoflavones terhadap kesehatan manusia (Duppong dan Hatterman-Valenti, 2005). Edamame rendah lemak dan kaya akan protein (Rao *et al.*, 2002). Edamame juga mengandung semua asam amino esensial, sehingga dapat dijadikan pengganti daging. Menurut Montri *et al.* (2006), edamame mengandung inhibitor tripsin dengan level lebih rendah, lebih sedikit oligosakarida tidak tercerna, banyak vitamin, dan asam phytic dengan level lebih tinggi daripada kedelai biasa, yang membuat edamame lebih bergizi daripada kedelai biasa.

2.2 Syarat Tumbuh Edamame

Edamame, seperti halnya kedelai biasa atau tanaman legum secara umum, dapat tumbuh di tanah yang terdrainase dengan baik, mengandung bahan organik yang cukup, dan pH tanah optimum 6.0. Edamame membutuhkan sinar matahari, setidaknya 8 jam/hari. Kedelai adalah tanaman *frost-tender* yang membutuhkan suhu hangat untuk mengerminasikan bijinya. Edamame tumbuh hingga mencapai dewasa dalam waktu 45 sampai 72 hari (Taylor, 2016). Di Indonesia, kedelai biasa dan juga edamame dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik di dataran rendah sampai ketinggian 900 m dpl, meskipun ada varietas kedelai yang mampu beradaptasi dengan baik pada ketinggian 1200 m dpl. Kondisi iklim yang cocok ialah daerah dengan kisaran suhu 25 – 27 °C, kelembaban udara rata-rata 65%, penyinaran matahari 12 jam/hari atau minimal 10 jam/hari dan curah hujan paling optimum 100 – 200 mm/bulan. Edamame tidak menuntut struktur tanah khusus sebagai suatu syarat tumbuh. Bahkan pada kondisi lahan kurang subur dan agak masam, edamame dapat tumbuh dengan baik, asalkan tidak tergenang air.

Toleransi pH sebagai syarat tumbuh antara 4,5 – 7 namun pada tanah asam perlu dilakukan pengapuran. Tanah yang cocok untuk kedelai atau juga edamame, yaitu alluvial, regosol, grumusol, latosol dan andosol. Pada tanah podzolik merah kuning dan tanah yang banyak mengandung pasir kuarsa, pertumbuhan kedelai kurang baik, kecuali apabila diberi tambahan pupuk organik dalam jumlah yang cukup.

2.3 Fase Pertumbuhan Edamame

Fase pertumbuhan edamame ialah fase vegetatif dan generatif (reproduktif). Fase vegetatif diantaranya; *emergence* (VE), kotiledon telah ditarik melalui permukaan tanah, *unrolled unifoliolate leaves* (VC), pemekaran daun-daun unifoliolat, *first trifoliolate* (V1), satu set daun trifoliolat mekar, *second trifoliolate* (V2), dua set daun trifoliolat mekar, *fourth trifoliolate* (V4), empat set daun trifoliolat mekar, *nth trifoliolate* (V(n)), fase vegetatif berlanjut dengan pemekaran daun-daun trifoliolat. Jumlah akhir trifoliolat tergantung varietas edamame dan kondisi lingkungan. Fase generatif diantaranya; *beginning flowering* (R1), tanaman setidaknya memiliki satu bunga di noda atau ruas manapun, *full flowering* (R2), ada bunga terbuka di salah satu dari dua noda atau ruas paling atas, *beginning pod* (R3), polong memiliki panjang 5 mm di salah satu dari empat noda atau ruas paling atas, *full pod* (R4), polong memiliki panjang 3 cm di salah satu dari empat ruas paling atas, *beginning seed* (R5), biji polong memiliki panjang 3 mm di salah satu dari empat ruas paling atas di batang utama, *full seed* (R6), polong mengandung biji hijau yang mengisi kapasitas polong di salah satu dari empat ruas paling atas di batang utama, *beginning maturity* (R7), satu polong normal di batang utama mencapai warna polong dewasa, *full maturity* (R8), 95% polong mencapai warna dewasa penuh (Pedersen, 2007).

2.4 Varietas Edamame

Varietas edamame sebagian besar masih diimpor dari luar negeri terutama dari Jepang. Ada dua jenis edamame di Jepang, yaitu: tipe musim panas dan tipe musim gugur. Tipe musim panas ialah tipe yang peka terhadap suhu, sedangkan tipe musim gugur ialah tipe yang peka terhadap panjang hari. Tipe musim panas ditanam di musim semi dan dipanen setelah 75 – 100 hari, sedangkan tipe musim gugur ditanam di awal musim panas dan memerlukan 105 hari untuk panen

(Kono, 1986). Sekitar 170 varietas edamame dicatat oleh Nihon Shubyo Kyokai, dan beberapa ratus varietas juga tersedia. Kebanyakan termasuk *determinate* (Gotoh, 1984), dan dapat dipisahkan menjadi 10 famili dengan tipe-tipe representatif (Kono, 1986). Diantara tipe musim panas, Okuhara dan Sapporo-midori berada di *Maturity Group* (MG) 0, Osodefuri dan Shiroge ada di MG I; dan Fukura, Mikawashima dan Yukimusume di MG II. Diantara tipe musim gugur, Kinshu, Tsurunoko, dan Yuzuru ada di MG III. Semua memiliki tanda dewasa warna putih kecuali Okuhara, Osodefuri dan Shiroge. Kualitas khusus meliputi kemanisan Fukura, polong gelap Kinshu, polong berbiji tiga yang banyak Mikawashima, rasa enak Osodefuri, cabang prolific Shiroge, biji besar Tsurunoko, dan warna polong yang bagus setelah *processing* Yukimusume. Fitur negatif meliputi polong mudah rusak Fukura, pertumbuhan menjalar atau merunduk Mikawashima, periode panen pendek Okuhara, tidak adanya vigor di suhu rendah Sapporo-midori, dan pertumbuhan tinggi Tsurunoko.

Diantara varietas China (Guan, 1977), Sanyuewang Wuyuewu dan Wuyueba ada di MG I dan II, dan Baishuiou Liuyueba dan Baimaoliuyuewang ada di MG III dan IV; Jiangyoudou dan Daqingdou merupakan tipe musim gugur yang berada di MG V dan VI. Sanyuewang, Liuyueba dan Baimaoliuyuewang merupakan tanaman pendek. Baishuiou, Baimaoliuyuewang, Jiangyoudou dan Daqingdou superior dalam kualitas, sementara Liuyueba, Jiangyoudou dan Daqingdou memiliki hasil panen tinggi.

2.5 Pengaruh Pupuk Organik terhadap Tanaman Edamame

Beberapa penelitian memperlihatkan bahwa kedelai dapat dibudidayakan secara organik. Sebagai sumber hara, penggunaan pupuk kandang dan pupuk hijau telah diuji pada produksi kedelai sayur (edamame) (Barus, 2005; Melati dan Andriyani, 2005; Kurniasih, 2006). Hasil penelitian tersebut memperlihatkan bahwa sejauh ini produksi edamame lebih tinggi pada pemberian pupuk kandang ayam dibandingkan pupuk kandang kambing atau pupuk hijau (Sinaga, 2005 dalam Melati *et al.*, 2008). *Centrosema pubescens* menghasilkan produksi edamame lebih tinggi dibandingkan *Calopogonium mucunoides* dan *Crotalaria juncea* (Kurniasih, 2006). Limbah pertanian yang dapat digunakan sebagai pupuk organik antara lain kompos dan abu sekam. Kompos merupakan sisa tanaman

yang telah terdekomposisi. Fungsinya sebagai penyedia hara mungkin kecil namun yang dapat dimanfaatkan dari kompos ialah bahan organiknya. Ketersediaan hara dari pupuk organik umumnya lebih lambat dibanding pupuk buatan sehingga terdapat kemungkinan bahwa unsur hara dari pupuk organik yang diberikan belum diserap oleh tanaman secara optimal dan dapat dimanfaatkan oleh pertanaman berikutnya (Melati dan Asiah, 2008).

2.6 Bahan Organik

Bahan organik adalah bagian dari tanah yang merupakan suatu sistem kompleks dan dinamis, yang bersumber dari sisa tanaman dan atau binatang yang terdapat di dalam tanah yang terus menerus mengalami perubahan bentuk, karena dipengaruhi oleh faktor biologi, fisika, dan kimia (Kononova, 1961). Menurut Stevenson (1994), bahan organik tanah adalah semua jenis senyawa organik yang terdapat di dalam tanah, termasuk seresah, fraksi bahan organik ringan, biomassa mikroorganisme, bahan organik terlarut di dalam air, dan bahan organik yang stabil atau humus. Bahan organik memiliki peran penting dalam menentukan kemampuan tanah untuk mendukung tanaman, sehingga jika kadar bahan organik tanah menurun, kemampuan tanah dalam mendukung produktivitas tanaman juga menurun. Menurunnya kadar bahan organik merupakan salah satu bentuk kerusakan tanah yang umum terjadi. Kerusakan tanah merupakan masalah penting bagi negara berkembang karena laju kerusakannya yang cenderung meningkat sehingga tercipta tanah-tanah rusak yang jumlahnya juga meningkat.

Kerusakan tanah secara garis besar dapat digolongkan menjadi tiga kelompok utama, yaitu kerusakan sifat kimia, fisika dan biologi tanah. Kerusakan kimia tanah dapat terjadi karena proses pemasaman tanah, akumulasi garam-garam (salinisasi), tercemar logam berat, dan tercemar senyawa-senyawa organik dan xenobiotik seperti pestisida atau tumpahan minyak bumi (Djajakirana, 2001).

Pemberian bahan organik ke dalam tanah memberikan dampak yang baik terhadap tanah, media tumbuh tanaman. Tanaman akan memberikan respon yang positif apabila tanah memberikan kondisi yang baik bagi pertumbuhan dan perkembangannya. Bahan organik yang ditambahkan ke dalam tanah menyediakan zat pengatur tumbuh tanaman yang memberikan keuntungan bagi pertumbuhan tanaman seperti vitamin, asam amino, auksin dan giberelin yang

terbentuk melalui dekomposisi bahan organik (Brady, 1990). Ketersediaan hara bagi tanaman tergantung pada tipe bahan yang termineralisasi dan hubungan antara karbon dan nutrisi lain (misalnya rasio antara C/N, C/P, dan C/S) (Delgado, 2002). Penggunaan bahan organik telah terbukti banyak meningkatkan pertumbuhan tanaman. Hasil penelitian Duong *et al.* (2006) yang memberikan kompos berupa jerami pada tanaman padi sudah memberikan pengaruh setelah 30 hari diaplikasikan. Selain itu, juga ditemukan dampak positif lain seperti meningkatkan ketersediaan unsur hara makro dan mikro (*macro- and micro-nutrients*) bagi tanaman (Aguilar *et al.*, 1997).

Selain memiliki dampak positif, penggunaan bahan organik dapat pula memberikan dampak yang merugikan. Salah satu dampak negatif yang dapat muncul akibat dari penggunaan bahan organik yang berasal dari sampah kota ialah meningkatnya logam berat yang dapat diasimilasi dan diserap tanaman, meningkatkan salinitas, kontaminasi dengan senyawa organik seperti poli khlorat bifenil, fenol, hidrokarburat polisiklik aromatik, dan asam-asam organik (propionik dan butirik) (Aguilar *et al.*, 1997).

2.7 Pupuk Organik

Pupuk organik merupakan hasil akhir dari penguraian bagian dan sisa-sisa tanaman dan hewan, misalnya bungkil, guano, tepung tulang dan sebagainya. Perbedaan bahan organik tanah dan pupuk organik ialah proses dekomposisinya. Bahan organik tanah adalah bahan organik yang dirombak di dalam tanah secara alami oleh mikroorganisme dalam tanah, sedangkan pupuk organik adalah bahan organik yang dirombak dengan campur tangan manusia sehingga menjadi hara tersedia yang dapat langsung diberikan ke tanaman melalui tanah. Karena pupuk organik berasal dari bahan organik yang mengandung segala macam unsur maka pupuk ini pun mengandung hampir semua unsur (baik makro maupun mikro). Hanya saja, ketersediaan unsur tersebut biasanya dalam jumlah yang sedikit. Menurut Murbandono (2000), pupuk organik diantaranya ditandai dengan ciri-ciri; Nitrogen terdapat dalam bentuk persenyawaan organik sehingga mudah dihisap tanaman, tidak meninggalkan sisa asam anorganik di dalam tanah, dan mempunyai kadar persenyawaan C-organik yang tinggi, misalnya hidrat arang.

1. Pupuk kandang

Pupuk kandang didefinisikan sebagai semua produk buangan dari binatang peliharaan yang dapat digunakan untuk menambah hara, memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Apabila dalam memelihara ternak tersebut diberi alas seperti sekam pada ayam, jerami pada sapi, kerbau dan kuda, maka alas tersebut akan dicampur menjadi satu kesatuan dan disebut sebagai pupuk kandang pula. Beberapa petani di beberapa daerah memisahkan antara pupuk kandang padat dan cair.

Manfaat dari penggunaan pupuk kandang telah diketahui dari dulu (setidaknya saat pertanian masih konvensional) bagi pertumbuhan tanaman, baik pangan, ornamental, maupun perkebunan. Yang harus mendapat perhatian khusus dalam penggunaan pupuk kandang ialah kadar haranya yang sangat bervariasi. Komposisi hara ini sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jenis dan umur hewan, jenis makanannya, alas kandang, dan penyimpanan/pengelolaan. Kandungan hara dalam pupuk kandang sangat menentukan kualitas pupuk kandang (Tabel 1). Kandungan unsur-unsur hara di dalam pupuk kandang tidak hanya tergantung dari jenis ternak, tetapi juga tergantung dari makanan dan air yang diberikan, umur dan bentuk fisik dari ternak (Tabel 2).

Tabel 1. Kandungan hara beberapa pupuk kandang

Sumber pupuk kandang	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe
	(ppm)						
Sapi perah	0,53	0,35	0,41	0,28	0,11	0,05	0,004
Sapi daging	0,65	0,15	0,30	0,12	0,10	0,09	0,004
Kuda	0,70	0,10	0,58	0,79	0,14	0,07	0,010
Unggas	1,50	0,77	0,89	0,30	0,88	0,00	0,100
Domba	1,28	0,19	0,93	0,59	0,19	0,09	0,020

Sumber: Tan (1993)

Tabel 2. Kandungan hara dari pupuk kandang padat/segar

Sumber pupuk kandang	Kadar air	Bahan organik	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	Rasio C/N
(%)							
Sapi	80	16	0,3	0,2	0,15	0,2	20-25
Kerbau	81	12,7	0,25	0,18	0,17	0,4	25-28
Kambing	64	31	0,7	0,4	0,25	0,4	20-25
Ayam	57	29	1,5	1,3	0,8	4,0	9-11
Babi	78	17	0,5	0,4	0,4	0,07	19-20
Kuda	73	22	0,5	0,25	0,3	0,2	24

Sumber: Pinus Lingga (1991)

1.1 Pupuk Kandang Sapi

Di antara jenis pupuk kandang, pupuk kandang sapi mempunyai kadar serat yang tinggi seperti selulosa, hal ini terbukti dari hasil pengukuran parameter C/N rasio yang cukup tinggi >40. Tingginya kadar C dalam pupuk kandang sapi menghambat penggunaan langsung ke lahan pertanian karena akan menekan pertumbuhan tanaman utama. Penekanan pertumbuhan terjadi karena mikroba dekomposer akan menggunakan N yang tersedia untuk mendekomposisi bahan organik tersebut sehingga tanaman utama akan kekurangan N. Untuk memaksimalkan penggunaan pupuk kandang sapi harus dilakukan pengomposan agar menjadi kompos pupuk kandang sapi dengan rasio C/N di bawah 20.

Selain masalah rasio C/N, menurut Widowati *et al.* (2005), pemanfaatan pupuk kandang sapi secara langsung juga berkaitan dengan kadar air yang tinggi. Petani umumnya menyebutnya sebagai pupuk dingin. Bila pupuk kandang dengan kadar air yang tinggi diaplikasikan secara langsung akan memerlukan tenaga yang lebih banyak serta proses pelepasan amoniak masih berlangsung.

2. Kompos

Kompos tidak dapat tergantikan oleh bahan kimia, karena tanpa bahan organik seperti humus atau kompos, efisiensi dan efektivitas penyerapan unsur hara tidak akan berjalan lancar. Sedangkan pupuk kompos ialah pengomposan yang bahannya dari sisa sampah kota (*municipal solid waste*).

Sampah kota yang tidak didaur ulang akan menimbulkan masalah, seperti pencemaran lingkungan, sehingga upaya pengomposan menjadi solusi. Upaya itu juga dapat dimanfaatkan untuk pertanian, melalui pemupukan. Satu masalah diselesaikan dengan satu solusi, memberikan manfaat ganda (*one problem with one solution for double benefit*).

Sumber sampah banyak dihasilkan dari pemukiman dan pasar tradisional. Sampah pasar mengandung sampah organik yang terdiri dari sampah sayuran, buah, dan sejenisnya yang seragam sehingga memudahkan dalam pengelompokan. Sedangkan sampah pemukiman cukup beragam dimana beberapa komposisi yang dapat dijumpai mengandung sampah organik dan anorganik.

Menurut Sulistyorini (2005), sumber sampah bisa bermacam-macam diantaranya ialah dari rumah tangga, pasar, warung, kantor, bangunan umum, industri, dan jalan. Sampah yang digolongkan berdasarkan asalnya, yaitu; sampah hasil rumah tangga termasuk didalamnya sampah rumah sakit, hotel dan kantor, sampah hasil kegiatan industri, sampah hasil kegiatan pertanian meliputi perkebunan, perikanan dan peternakan, sampah hasil kegiatan perdagangan misal sampah pasar, swalayan dan toko, sampah hasil kegiatan pembangunan dan sampah jalan raya. Sedangkan sampah yang digolongkan berdasarkan sifatnya, yaitu; sampah organik dan anorganik. Sampah organik terdiri atas dedaunan, sisa makanan, sayur dan buah. Sampah organik ialah sampah yang mengandung senyawa organik dan tersusun oleh unsur karbon, hidrogen dan oksigen serta sampah organik mudah terdegradasi oleh mikroba. Sampah anorganik terdiri atas kaleng, plastik, besi, kaca dan bahan-bahan lainnya yang tidak tersusun oleh senyawa organik. Sampah ini tidak dapat terdegradasi oleh mikroba sehingga sulit diuraikan.

2.1 Analisis Kandungan Unsur Hara Kompos

Kompos dibuat dari berbagai jenis sampah, yang secara garis besar digolongkan menjadi sampah organik dan sampah anorganik. Masing-masing sampah kota yang dikomposkan memiliki kandungan hara yang berbeda, karena sumber sampah itu sendiri bermacam-macam. Murbandono (1992) menyatakan bahwa kompos yang baik adalah kompos yang memiliki C/N ratio 10 – 12,

sedangkan Novizan (2001) menyatakan bahwa kompos yang baik adalah yang mengandung C/N ratio 12 – 15.

