

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanaman Kubis

Kubis (*Brassica oleracea*) merupakan tanaman yang tumbuh semusim (*annual*), artinya tumbuh vegetatif dan generatif (berbunga) pada tahun (musim) yang sama. Klasifikasi tanaman kubis termasuk dalam divisi *Spermatophyta*, sub divisi *Angiospermae*, kelas *Dicotyledonae*, ordo *Papavorales*, famili *Cruciferae* (*Brassicaceae*), genus *Brassica*, spesies *Brassica oleracea* L. var. *capitata* L. Tanaman kubis mempunyai jenis cukup banyak, tetapi hanya kubis krop dan kubis bunga yang paling banyak dibudidayakan di Indonesia. Khusus untuk jenis kubis krop, dikenal 3 forma atau sub-varietas, yaitu kubis-putih (*B. Oleraceae* L var. *capitata* forma *alba* DC) yang kropnya berwarna putih dan kubis-merah (*B. Oleraceae* L.var. *capitata* forma *rubra* L.) Warna kropnya merah-keunguan serta kubis Savoy (*B. Oleraceae* L. var. *sabauda* L.) berdaun keriting atau disebut kubis-keriting. Jenis kubis yang paling luas ditanam petani adalah kubis-putih, dan sebagian kecil mulai menanam kubis merah seperti di daerah Lembang dan Cipanas (Cianjur) (Rukmana, 1994).

Bunga kubis merupakan bunga sempurna (hermaprodit) tiap bunga memiliki putik (pistilus) dan benangsari (stamen). Benang sarinya tersusun dari kepala sari (anthera) dan tangkai sari (Filamen), jumlahnya 6 buah dan terletak pada dua lingkaran pertama dan dua yang lebih pendek pada lingkaran kedua. Daun mahkota bunga berjumlah empat helai berwarna kuning terang. Proses mekarnya bunga dimulai menjelang sore hari dan bunga mekar pagi hari berikutnya.

Daun buah (*Carpellum*) yang berjumlah dua buah membentuk bakal buah yang terletak diatas dasar bunga (*receptaculum*) dan dalam perkembangan selanjutnya akan menjadi buah (*Silikua*) dengan dua ruang yang terpisah oleh dinding penyekat (*septum*). Sistem perakaran tanaman kubis relative dangkal, yakni menembus pada kedalaman tanah antara 20–30 cm. Batang tanaman kubis umumnya pendek dan banyak mengandung air (*herbaceous*). Di sekeliling batang hingga titik tumbuh terdapat helai daun yang bertangkai pendek (Pracaya, 2000).

Secara umum kubis dapat tumbuh pada semua jenis tanah. Namun pertumbuhannya akan ideal apabila ditanam pada tanah lempung berpasir yang banyak mengandung bahan organik Kubis memerlukan hara (Urea 0,44 ton/hektar, pupuk SP-36 0,99 ton/hektar dan KCl 0,77 ton/hektar) dengan kebutuhan hara yang cukup kubis dapat tumbuh dengan baik. Selama hidupnya kubis memerlukan air yang cukup. Kubis akan tumbuh baik bila ditanam didaerah berhawa dingin yaitu didataran tinggi 1000-2000 diatas permukaan laut. Tetapi setelah ditemukan varietas yang tahan panas, tanaman kubis dapat diusahakan didataran rendah dan menengah 100-600 m dpl (Rukmana, 1994).

Berdasarkan jenisnya tanaman kubis ada beberapa varietas diantaranya hibrit KY Cross, hibrit KK Cross, kol savoy (vorbote, savoy king hybrid, perfection drumhead). Varietas yang akan di gunakan pada penelitian ini yaitu varietas Green Hero, karna memiliki produksi yang tinggi yaitu 42 ton/hektar umur yang relative pendek yaitu 84 hari (lampiran 3).

B. Pupuk Organik

Pupuk organik adalah pupuk yang berasal dari pelapukan bahan-bahan organik berupa sisa-sisa tanaman, fosil manusia dan hewan, kotoran hewan, dan batu-batuan organik yang terbentuk dari tumpukan kotoran hewan selama ratusan tahun. Pupuk organik juga dapat berasal dari limbah industri, seperti limbah rumah potong hewan, limbah-limbah industry minyak asiri, ataupun air limbah industri yang telah diolah, sehingga tidak lagi mengandung bahan beracun (Agromedia, 2007).

Hasil pelapukan sisa-sisa makhluk hidup, pupuk organik termasuk pupuk yang lengkap. Artinya, di dalam pupuk tersebut terkandung unsur makro dan mikro yang dibutuhkan tanaman, meskipun unsur-unsur tersebut didalam pupuk organik tergolong rendah sehingga harus diaplikasi pada tanaman dalam jumlah bannyak. Unsur-unsur organik di dalam pupuk ini baru biasa dimanfaatkan tanaman setelah melalui proses dekomposisi di dalam tanah. Hal inilah yang menyebabkan pupuk organik diaplikasikan lebih banyak sebagai pupuk dasar (Agromedia, 2007).

Bahan organik yang dibanamkan dalam tanah akan mengalami penguraian menjadi bentuk-bentuk sederhana oleh mikro organisme. Proses penguraian tersebut akan menghasilkan CO₂ dan air, sedangkan senyawa nitrat akan terbentuk setelah melalui nitrifikasi. Sumber utama bahan organik adalah sisa tanaman yang dikembalikan kedalam tanah dan pupuk organik (Buckmandan Brady, 1982). Beberapa usaha yang perlu dilakukan dalam mempertahankan atau menaikkan kandungan organik tanah yaitu (1) menggunakan pupuk kandang, kompos atau

pupuk hijau; (2) mengusahkan dikembalikannya sisa-sisa tanaman ke dalam tanah,(3) melakukan penanaman secara tumpang sari sehingga tanah akan tertutup oleh tanaman,(4) pengolahan tanah dilakukan seminimal mungkin (Supirin, 2004).

Pemberian pupuk organik kedalam tanah selain bertujuan untuk menyediakan unsur hara,juga bertujuan untuk memperbaiki kondisi fisik tanah (Yuwono, 2005). Penambahan bahan organik dalam tanah lebih kuat pengaruhnya kearah perbaikan fisik tanah dan bukan khusus untuk meningkatkan unsur hara dalam tanah (Winarso, 2005). Menurut Hanafiah (2004) secara fisik bahan organik berperan dalam (1) merangsang granulasi, (2) menurunkan flastisitas dan kohesi , (3) memperbaiki struktur tanah, (4) meningkatkan daya tahan tanah dalam menahan air sehingga drainase tidak berlebihan, kelembaban dan temperatur tanah menjadi stabil, selain itu dapat meningkatkan jumlah dan aktivitas mikro organisme tanah.

1. Gamal

Gamal (*Gliricidia sepium*) merupakan salah satu jenis tanaman yang dapat digunakan sebagai sumber pakan ternak ruminansia. Tanaman ini berbentuk pohon dengan ukuran sedang dan termasuk tanaman jenis kacang-kacangan. Tanaman ini sebagai tanaman tahunan yang dapat menyediakan hijauan sepanjang tahun, mempunyai nilai makanan yang cukup tinggi dibandingkan dengan tanaman lain yang sebangsanya (Mathius, 1984).

Adanya pemberian pupuk organik hijau ke dalam tanah menyebabkan tanah tersebut memperoleh suplai unsur-unsur hara yang terkandung dalam pupuk organik hijau terutama unsur N sebesar 2,28%, P 0,07% dan K 2,12%, demikian

pula unsur hara seperti Ca dan Mg serta unsur-unsur mikro. Kesemua unsur hara tersebut merupakan unsur penting bagi tanaman yang dapat menunjang pertumbuhan dan produksi tanaman yang lebih baik (Havlin *et al.*, 2005).

Meningkatnya ketersediaan hara akibat penambahan pupuk organik hijau dari daun gamal, akan meningkatkan produksi berat kering tanaman. Unsur hara dibutuhkan oleh tanaman untuk pertumbuhannya dan perkembangannya. N yang diserap tanaman mengalami metabolisme dimana diubah menjadi NH_4^+ dan NO_3^- . Tanaman yang kekurangan N daunnya berubah dari warna hijau kehijau pucat kekuningan sebab N berperan sebagai penyusun protein (asam amino, enzim) dan molekul klorofil. Lahadassy Jusuf, dkk. (2007) mengatakan bahwa penggunaan pupuk organik padat daun gamal (POPDG) mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman terutama tanaman Sawi, hasil terbaik yang dapat diperoleh pada penggunaan POPDG terhadap tanaman sawi adalah 6-8 ton/hektar, dan penggunaan POPDG dengan dosis lebih dari 8 ton/hektar cenderung mengurangi laju pertumbuhan vegetatif dan berat segar tanaman sawi.

2. Azolla

Azolla adalah jenis tumbuhan paku air yang banyak terdapat di perairan yang tergenang terutama di sawah-sawah dan di kolam. Azolla mempunyai permukaan daun yang lunak mudah berkembang dengan cepat dan hidup bersimbiosis dengan *Anabaena azollae* yang dapat memfiksasi Nitrogen (N_2) dari udara. *Azolla pinnata* merupakan tumbuhan kecil yang mengapung di air, terlihat berbentuk segitiga atau segiempat. Azolla berukuran 2-4 cm x 1 cm, dengan cabang,

akar rhizoma dan daun terapung. Akar soliter menggantung di air, berbulu, dengan panjang 1-5 cm, yang membentuk kelompok 3-6 rambut akar. Daun kecil membentuk 2 barisan, menyirap bervariasi, duduk melekat, cuping dengan cuping dorsal berpegang di atas permukaan air dan cuping ventral mengapung. *Azolla pinnata* ditemukan di daerah tropis Asia seperti Cina selatan dan timur, Jepang bagian selatan, Australia bagian utara dan di daerah tropis Afrika selatan (termasuk Madagaskar). *Azolla pinnata* dapat beradaptasi pada daerah dengan kondisi iklim yang panjang. Kebutuhan utama *Azolla* untuk bertahan hidup adalah habitat air, sangat sensitif terhadap kekeringan. *Azolla* akan mati dalam beberapa jam jika berada pada kondisi kering. *Azolla* menyebar secara luas pada wilayah sedang (*temperate*), umumnya sangat terpengaruh pada tingginya suhu pada daerah tropis. Untuk hidup dengan baik *Azolla* membutuhkan temperatur antara 20-25°C. Untuk dapat tumbuh dan fiksasi nitrogen, *Azolla* membutuhkan temperatur 20-30°C, dan akan menyebabkan kematian jika berada di bawah 5°C and diatas 45°C. Perbanyakan dapat dilakukan melalui spora, namun secara umum perbanyakan *Azolla* dilakukan secara vegetatif (Prohati, 2014).

Kandungan hara dalam tanaman *Azolla* yaitu P (0,30%), K (0,65%), C-organik (15,1%), N-total (3,91%), nilai C/N (10), dan kandungan bahan organiknya (39,9 %) (Fiolita dkk., 2013). *Azolla* memfiksasi nitrogen di udara karena *Azolla* bersimbiosis dengan *Endofitik cyanobacteria* yang dikenal dengan nama *Anabaena Azollae* yang mempunyai dua macam sel vegetatif dan heterosis. Dalam sel heterosis mengandung enzim nitrogenase yang akan memfiksasi N₂ udara melalui

ATP yang berasal dari peredaran foto fosforilasi tanaman paku air. Enzim nitrogenasi dapat mengubah N_2 menjadi ammonia (NH_4^+) yang selanjutnya diangkut ke tanaman inang dan hasil fiksasi nitrogen diubah menjadi asam amino. Disamping itu, *Azolla* mempunyai kemampuan memfiksasi CO_2 dan melakukan fotosintesis, selain dipergunakan untuk kebutuhan sendiri, foto sintat yang dihasilkan bersama dengan asam amino akan di angkut ke simbion *Anabaena azollae* (Zainal Arifin, 1996).

Menurut Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) (2014), *Azolla* yang bersimbiosis dengan *Anabaena azollae* dapat memfiksasi N_2 -udara dari 70-90%. N_2 -fiksasi yang terakumulasi ini yang dapat digunakan sebagai sumber N bagi padi sawah. Dari beberapa penelitian diperoleh bahwa laju pertumbuhan *Azolla* adalah 0,355-0,390 gram per hari (di laboratorium) dan 0,144-0,890 gram per hari (di lapangan). Pada umumnya biomassa *Azolla* maksimum tercapai setelah 14-28 hari setelah inokulasi. Dari hasil penelitian BATAN (1988) diketahui bahwa dengan menginokulasikan 200 gram *Azolla* segar per m^2 maka setelah 3 minggu, *Azolla* tersebut akan menutupi seluruh permukaan lahan tempat *Azolla* tersebut ditumbuhkan. Dalam keadaan ini dapat dihasilkan 30-40 kg N/hektar berarti sama dengan 100 kg Urea.

3. Abu Serabut Kelapa

Serabut kelapa merupakan hasil samping, dan merupakan bagian yang terbesar dari buah kelapa, yaitu sekitar 35 persen dari bobot buah kelapa. Dengan demikian, apabila secara rata-rata produksi buah kelapa pertahun adalah sebesar 5,6

juta ton, maka berarti terdapat sekitar 1,7 juta ton serabut kelapa yang dihasilkan. Potensi produksi serabut kelapa yang sedemikian besar belum dimanfaatkan sepenuhnya untuk kegiatan produktif yang dapat meningkatkan nilai tambahnya (Milawarni, 2013)

Pada penelitian sebelumnya pemanfaatan abu serabut kelapa sebagai pupuk alternatif mengganti pupuk KCl yang memiliki kandungan K yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian abu serabut kelapa terhadap ketersediaan K dalam tanah dan untuk mengetahui serapan K pada pertumbuhan bibit kakao (Sitti Risnah, dkk.,2013). Serabut kelapa merupakan limbah pertanian yang kurang diperhatikan keberadaanya, serabut kelapa dapat digunakan sebagai pengganti unsur NPK dengan kandungan hara N 2,5% P 1.0% K2,5%.(Julia Gaskin, dkk., 2009)

Menurut Bako, J., (2009), penerapan abu kayu pada pembibitan kakao dengan menggunakan media tanah inceptisol sampai pada 1500 mg K₂O 2,5 kg-1 mengakibatkan pH tanah meningkat 7,4 dalam 2 bulan aplikasi dan pH 6,8 dalam 6 bulan setelah aplikasi, dan penerapan abu kayu pada 700 mg 2,5 kg-1 mengakibatkan pertumbuhan bibit kakao yang optimal. Pemberian abu serabut kelapa pada takaran 3 ton/hektar dan 4 ton/hektar memberikan pengaruh yang terbaik terhadap jumlah polong bernas, jumlah biji pertanaman dan hasil biji kering pada tanaman kedelai varietas Anjusmoro.

4. Pupuk Guano

Guano adalah bahan yang berasal dari timbunan kotoran burung laut atau kotoran kelelawar. Istilah guano kadang-kadang juga digunakan untuk menyebut bahan yang berasal dari kotoran mamalia laut seperti anjing laut dan singa laut. Berdasarkan asalnya, guano dibagi menjadi dua jenis yaitu guano burung laut (*sea-bird guano*) dan guano kelelawar (*bat guano*). *Sea-bird guano* adalah guano yang berasal dari kotoran burung laut, sedangkan *bat guano* adalah guano yang berasal dari kotoran kelelawar (Kotabe, 1997).

Guano memiliki tingkat nitrogen terbesar setelah kotoran merpati. Namun menduduki urutan pertama dalam kadar unsur fosfat, dan menduduki urutan tiga terbesar bersama kotoran sapi perah dalam kadar kalium (Prasetyo, 2006). Julia Gaskin, dkk., (2009), mengatakan bahwa kotoran kelelawar mengandung Nitrogen 5,7%, Fosfor 2,06%, Kalium 0,54%. Kandungan Nitrogen, C-organik, dan kadar P dalam kotoran kelelawar termasuk dalam kategori sangat tinggi. Kadar K sedang dan rasio C/N yang sangat rendah.

Suwamo (1998) dalam percobaan pot di rumah kaca tentang penggunaan guano fosfat (PT Central Jawa Organik Guano) secara langsung sebagai pupuk P pada tanaman kedelai yang ditanam pada tanah ordo Andisol dari Kanuma, Tochigi memperoleh hasil bahwa produksi tanaman pada perlakuan guano fosfat tidak berbeda nyata dengan produksi pada perlakuan super fosfat. Nilai efektivitas agronomis relatif (*relative agronomic effectiveness*, RAE) guano fosfat terhadap super fosfat (sebagai standar) pada tanaman tersebut mencapai 108 %. Nilai RAE guano fosfat yang diperoleh dalam percobaan tersebut menegaskan bahwa guano

fosfat yang digunakan merupakan bahan pupuk P alam yang sangat efektif karena memiliki nilai RAE 108%.

Tabel 1. Kandungan pupuk kompos gamal, kompos azolla, abu serabut kelapa, dan pupuk guano

Kandungan Hara	Kompos gamal (%)	Kompos azolla (%)	Abu Serabut Kelapa (%)	Pupuk guano (%)	Limbah Tahu (%)
N	2,28	3,91	2,50%	5,70%	1,24
P	0,07	0,30	1,00%	2,06%	5,54
K	2,27	0,65	2,50%	0,54%	1,34

C. Limbah Tahu

Industri tahu merupakan salah satu industri pengolah berbahan baku kedelai yang penting di Indonesia. Tahu merupakan makanan yang sangat dikenal dan dinikmati oleh banyak masyarakat Indonesia. Keberadaan industri tahu, hampir tidak dapat dipisahkan dengan adanya suatu pemukiman (Pusteklin, 2002 *dalam* Yuliadi, 2008). Industri tahu umumnya dikerjakan secara tradisional dan dimiliki oleh pengusaha kecil dan menengah. Disamping keberadaannya yang sangat penting, industri tahu juga mempunyai dampak yang cukup penting terhadap lingkungan terutama masalah limbahnya (Suprapti, 2005 *dalam* Yuliadi, 2008). Kegiatan industri termasuk industri tahu selalu menghasilkan limbah yang apabila tidak ditangani secara tepat akan menyebabkan pencemaran terhadap lingkungan, namun jika dikelola dengan baik akan menguntungkan (Pramudyanto dan Nurhasan, 1991; Purnama, 2007).

Industri tahu menghasilkan limbah padat (kering dan basah) dan limbah cair. Limbah cair tahu mengandung K sebesar 616 mg/l, N-Total sebesar 69,28 mg/l dan P-Total sebesar 39,83 mg/l. Menurut Kaswinarni (2007) komponen terbesar dari limbah cair tahu yaitu protein (N- total) sebesar 226,06-434,78 mg/l, meski begitu kandungan tertinggi limbah cair tahu adalah unsur K. Limbah padat kering industri tahu umumnya berupa kotoran yang tercampur dengan kedelai, misalnya kerikil, kulit dan batang kedelai, serta kedelai yang rusak/busuk, dan kulit ari kedelai yang berasal dari pengupasan kering. Limbah padat basah dari proses pembuatan tahu berupa ampas yang masih mengandung gizi. Limbah padat tahu memiliki kandungan hara N (nitrogen) sebesar 1,24%, P₂O₅ (fosfat) sebesar 5,54%, dan K₂O (kalium) sebesar 1,34% (Yuliadi, dkk., 2008). Namun limbah cair dan padat dari industri tahu dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik pada tanaman budidaya terutama sayuran (Sutejo, 1995; Purnama 2007).

Tabel 2. Hasil analisis komposisi unsur hara pada limbah tahu padat dan cair

Kandungan	Limbah tahu	
	Cair (mg/l)	Padat (%)
N	0,27	1,24
P	228,85	5,54
K	0,29	1,34

Sumber : Yuliadi, dkk. (2008)

Syarat komposisi N dan P yang diperlukan untuk pupuk cair sekitar kurang dari 5%, sehingga kandungan nutrient pada limbah cair tahu memenuhi syarat pupuk cair tersebut (Astuti, 2013). Limbah padat kering industri tahu umumnya berupa kotoran yang tercampur dengan kedelai, misalnya: kerikil, kulit dan batang kedelai, serta kedelai yang rusak/busuk, dan kulit ari kedelai yang berasal dari

pengupasan kering. Limbah padat basah dari proses pembuatan tahu berupa ampas yang masih mengandung gizi. Dalam keadaan baru ampas tahu ini tidak berbau, namun setelah kurang lebih 12 jam akan timbul bau busuk secara berangsur-angsur yang sangat mengganggu lingkungan. Pemanfaatan limbah tahu baik limbah padat maupun cair sebagai pupuk dalam budidaya tanaman kubis, diharapkan dapat meminimalkan pencemaran lingkungan dan membuka lapangan pekerjaan sampingan yang baru. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh limbah tahu terhadap pertumbuhan kol, serta konsentrasi terbaik untuk pertumbuhan tanaman tersebut.

Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah penggunaan limbah tahu padat dengan campuran kompos gamal, kompos azolla, pupuk guano, dan abu serabut kelapa dapat menggantikan penggunaan pupuk NPK anorganik pada budidaya tanaman kubis