

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Limbah Abu Boiler Tebu

Abu tebu merupakan hasil dari pembakaran oleh mesin boiler untuk proses tebu menjadi gula. Abu tebu yang mengalami perubahan secara kimiawi yang dihasilkan dari proses pembakaran. Pemanasan boiler dengan suhu 500 -700 °C pada waktu yang lama karena pemanasan dimana pembakaran dilakukan dengan lama waktu 5-8 jam/hari dengan pengangkutan abu dalam boiler, karena jika dibiarkan saja tanpa ada pengeluaran abu maka adanya penumpukan sehingga proses pembakaran tidak optimal (Astianto, 2012).

Abu boiler tebu dihasilkan sebanyak 22.500 ton per tahun (Astianto, 2012). Menurut Hugot (1986), setiap limbah abu boiler yang memiliki kandungan sebesar 2,5% juga memiliki kalor 1825 kkal/kg. Abu boiler tebu belum ditangani secara optimal, sedangkan ketersediaan limbah padat tersebut terus bertambah dengan adanya proses produksi. Kandungan abu boiler dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kimia abu boiler tebu

No	Kandungan	Kadar %
1	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,24
2	K <sub>2</sub> O	8,76
3	P <sub>2</sub> A <sub>5</sub>	8,14
4	Na <sub>2</sub> O	7,00
5	CaO	4,95
6	MgO	3,59
7	FeO <sub>3</sub>	3,23
8	SO <sub>3</sub>	1,63
9	SiO <sub>2</sub>	49,69
10	TiO <sub>2</sub>	0,79

Sumber : (Andes,dkk 2017).

Dengan melihat kandungan unsur hara dari abu boiler , abu boiler sangat baik untuk dimanfaatkan sebagai pupuk, tetapi harus ada tambahan bahan lain untuk memenuhi unsur hara pada tumbuhan.

## B. Tepung Bulu Ayam

Menurut Adiati dan Puastuti (2004), limbah bulu ayam di Indonesia sampai saat ini hasil dari peternakan belum dimanfaatkan, diantaranya sebagian bahan *kesenian dan dijadikan* lukisan, dan alat pembersih debu (kemoceng). Selebihnya dibuang sehingga dikhawatirkan akan mencemari lingkungan sekitar. Kendala umum yang dihadapi dalam perombakan bulu ayam adalah adanya ikatan keratin yaitu sejenis protein fibrous/berserat yang bersifat sukar larut dalam air. Dari itulah kemungkinan pemusnahan limbah bulu ayam masih dilakukan dengan cara yang kurang tepat (Adiati dan Puastuti, 2004).

Menurut Papadopoulus (2005), bulu ayam ini mengandung protein yang sebesar 86,5%. tepung bulu ayam mengandung protein sebesar 86,5%, lemak 3,9% dan serat kasar 0,4% serta energi metabolisme sebesar 3,047 kkal/kg. Kandungan zat makanan pada tepung bulu ayam dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan Kimia Tepung Bulu Ayam

Zat makanan (%)	Jumlah
Bahan kering tepung	93,00
Sumber Protein	81,00
Lemak	7,00
Serat	1,00
Sumber Kalsium	0,33
Phosphor	0,55
Energi metabolisme (kkal/kg)	2,360

Sumber :Arifin (2004).

### C. Tepung Tulang Ayam

Tepung tulang ayam memiliki sumber utama yang dibutuhkan oleh tanaman yaitu posphor dan asam phospat. Pengolahan tulang ayam ini belum berhasil dilakukan sebagai produk untuk digunakan dikalangan masyarakat hanya sering dibuang begitu saja (Mulyaningsih,2013). Dampak limbah tulang sebanyak 2 kg/hari yang terbuang begitu saja dengan pencemaran udara yaitu adanya bau tidak sedap, jika dibuang pada aliran sungai maka tercemarlah sungai tersebut. Penyusunan tulang terdiri dari senyawa organik dan senyawa anorganik. Kandungan pada tulang yang kaya akan phospat dan karbonat (Mulyaningsih, 2013). Menurut Capah (2006), tulang yang normal mengandung kadar air sebesar (45%), lemak sebesar (10%), protein sebesar (20%), dan abu sebesar (25%). Limbah tulang ayam ini dapat dimanfaatkan karena kandungan tulang ayam memiliki kaya kandungan kalsium dan fosfor untuk memenuhi bahan dasar utama yang diperlukan oleh tumbuhan untuk proses tumbuh dan berkembang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Komposisi kandungan hara tulang ayam

No	Komponen	Kandungan %
1	Kalsium	24-30
2	Fosfor	12-15
3	Protein	-
4	Lemak	-

Sumber :Mulyaningsih (2013)

### D. Pupuk Organik

Pupuk secara luas memiliki arti semua bahan yang ditambahkan ke tanah akan memberikan unsur tertentu yang penting untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Berdasarkan bahan organik dalam tanah, pupuk dibagi

menjadi dua yaitu pupuk organik (alami) dan pupuk anorganik (dibuat) (Santi, 2008). Pupuk organik padat dibuat dari bahan organik yang telah mengalami proses perombakan oleh mikroorganisme dekomposer, seperti berasal dari kotoran hewan atau tumbuhan. Pupuk organik padat berbeda dengan pupuk organik cair yaitu pada bentuk akhir yang diperoleh namun terbagi atas dua yaitu cair dan padat (Dewi, 2015).

Bahan-bahan organik yang terdapat di alam tidak dapat langsung diserap oleh tanaman karena adanya perbedaan nisbah C/N yang lebih tinggi dari C/N tanah. Nisbah C/N nilai rata merupakan perbandingan antara unsur karbon dan nitrogen yang tercampur pada bahan organik yang dapat langsung dipakai oleh tanaman ketika nilai C/N pada nilai rata mendekati nilai C/N nilai rata tanah yaitu 9-11 (Indiani dkk., 2013). Prinsip pembuatan pupuk pada umumnya yaitu menurunkan nisbah C/N pada bahan organik, sehingga sama hasil ketetapan C/N nilai rata tanah (<20). Nilai rata yang tinggi C/N akan berdampak juga semakin lama waktu yang diperlukan untuk menguraikan senyawa organik tersebut (Yuliani dan Nugraheni, 2010).

Proses penguraian suatu senyawa ditentukan oleh jenis bahannya, senyawa organik yang memiliki sifat mudah terurai (Langi, 2017). Penguraian melalui proses fermentasi atau pembusukkan dapat terjadi secara aerobik dan anaerobik. Penguraian dalam kondisi aerob akan menghasilkan unsur karbon dalam bentuk karbondioksida. Karbon tersebut dimanfaatkan sebagai sumber utama dihasilkan

energi dan juga nitrogen digunakan untuk kehidupan dan bertumbuh oleh mikrobia untuk dekomposisi bahan organik (Suriawiria, 2003).

Pupuk organik padat merupakan salah satu sumber nutrisi dan sumber unsur hara sumber utama (makro) seperti Nitrogen, Posphor, Kaliumsesuai dengan kebutuhan tanaman karena memiliki suatu fungsi yang berperan penting pada tumbuh dan kembang tanaman serta kesehatan tanaman, sedangkan untuk unsur hara mikro dibutuhkan dalam jumlah yang sedikit (Suriawiria, 2003).

Standar kualitas unsur hara makro pupuk organik menurut Badan Standarisasi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Standar Kualitas Pupuk Organik

No	Parameter	Minimum	Maksimum
1	C-organik	15%	-
2	Nitrogen (N)	2%	
	Fosfor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	*	2%
	Kalium (K <sub>2</sub> O)	*	2%
3	Nisbah C/N	-	25
4	Ph	4	9
5.	Kalsium (Ca)	*	25,50%
6.	Besi (Fe)	*	1,5%
7.	Magnesium (Mg)	*	0,60%

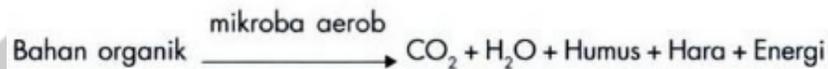
Keterangan : \* nilai lebih besar dari minimum dan lebih kecil dari maksimum

Sumber :SNI No. 70/2011

### E. Proses Pengomposan Secara Aerobik

Proses pengomposan secara aerobik merupakan modifikasi biologis dengan struktur daribahan organik menggunakan oksigen agar proses pengomposan berjalan dengan baik. Proses ini memanfaatkan koloni bakteri yang ditandai dengan perubahan temperatur. Bakteri *Phsycrophile* berperan pada temperatur 35°C, bakteri mesofilik berperan dengan rentan pada temperatur 35-

55°C, dan bakteri termofilik berperan pada rentang temperatur tinggi (diatas 80°C). Proses dekomposisi bahan organik yang dilakukan secara aerobik menghasilkan CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O (air), humus,dan energi. Reaksi proses dekomposisi bahan organik secara aerobik pada Gambar 1.



Gambar 1. Proses dekomposisi bahan organik secara aerobik  
Sumber :(Djurnani dkk., 2000).

Hasil pengomposan yang dilakukan secara aerobik pada bahan kering yang memiliki kelembaban sebesar 30-40%, kenampakan warna cokelat kehitaman, dan tekstur yang remah(konsistensi tanah yang bersifat mudah pecah). Mikroorganisme selama hidupnya menggunakan air dan oksigen diudara dan makanan yang diperoleh berasal dari bahan organik yang diubah menjadi produk metabolisme berupa CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, dan humus(Djurnani dkk., 2000).

#### **F. Unsur Hara**

Tumbuhan membutuhkan sumber nutrisi untuk proses pertumbuhan dan perkembangannya yang berupa unsur hara makro meliputi unsur C-Organik, nitrogen (N), fosfor (P), Kalium (K), dan unsur hara mikro meliputi unsur Mn, Zn, Fe, S, B, Ca dan Mg (Sudarmi, 2013). Unsur hara makro merupakan unsur hara yang diperlukan tanaman dalam jumlah banyak, sedangkan unsur hara mikro merupakan unsur hara yang diperlukan tanaman dalam jumlah sedikit tetapi harus tetap ada dalam tanah, karena kekurangan unsur hara mikro dapat menyebabkan gejala defisiensi yang mengganggu proses pertumbuhan tanaman (Sudarmi, 2013).

Beberapa fungsi unsur hara bagi tanaman dan gejala apabila kekurangan unsur tersebut adalah:

- a. Nitrogen (N), berfungsi dalam proses perbaikan jaringan, pertumbuhan batang, daun dan tunas tanaman dan pembentukan klorofil. Kekurangan unsur nitrogen ditandai dengan daun menguning dan mengeringnya jaringan tanaman. Akar tanaman tidak langsung menyerap sumber nitrogen maka harus dibentuk lagi hingga menjadi sederhana yaitu nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) dan amonium ( $\text{NH}_4^+$ ) (Fitria dkk, 2008).
- b. Kalium (K), berfungsi dalam proses fotosintesis, perkembangan bunga dan akar tanaman, tahan terhadap hama dan penyakit (Santi, 2008). Kekurangan kalium pada tanaman ditandai dengan daun menjadi keriting, terdapat bercak-bercak merah, dan kematian daun (Mulyaningsih, 2013).
- c. Fosfor (P), memiliki fungsi pada tumbuhan yaitu merangsang pertumbuhan dan perkembangan akar, buah, dan biji, pertahanan batang, dan proteksi dari penyakit. Kekurangan fosfor ditandai dengan ukuran buah kecil dan cepat masak, perubahan warna daun menjadi merah (Mulyaningsih, 2013). Fosfor diserap tanaman dalam bentuk  $\text{H}_2\text{PO}_4$  (Fitria, 2008). Menurut Capah (2006), Fosfor (P) merupakan unsur hara utama pada tanaman. Jumlah unsur hara utama tersebut harus dipenuhi agar pertumbuhan tanaman dapat normal. Sumber utama ini memiliki proses yang diutamakan yaitu pada proses terjadinya fotosintesis, pembelahan sel dengan sempurna dan pembesaran sel dengan ukuran normal.
- d. Besi (Fe), berfungsi dalam proses sintesis klorofil, penyusunan enzim, akseptor oksigen, memperkuat batang. Kekurangan unsur besi (Fe) pada tanaman ditandai

dengan terbentuknya bintik-bitik kuning kecoklatan pada daun muda, pertumbuhan tanaman dapat terhenti, daun gampang jatuh dari tangkainya berguguran dan mengalami kematian tanaman (Sudarmi, 2013).

- e. Magnesium (Mg), berfungsi dalam pembentukan klorofil dan penyerapan unsur fosfor. Kekurangan unsur magnesium ditandai dengan timbulnya bercak coklat pada daun serta terjadi klorosis (Mulyaningsih, 2013).

### **G. Hipotesis**

1. Kadar unsur hara C, N, P, K, Fe, dan Mg kombinasi tepung tulang ayam dan tepung bulu ayam pada pupuk padat organik dari abu boiler tebu telah sesuai dengan SNI.
2. Variasi bahan limbah abu boiler tebu kombinasi tepung tulang ayam dan tepung bulu ayam pada pupuk padat organik dari abu boiler tebu memenuhi standar SNI yang ditetapkan dengan perlakuan kedua (P2) yaitu 50% limbah tulang ayam: 50% limbah bulu ayam.