

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Apu-apu (*Pistia stratiotes* L.)

Tumbuhan apu-apu atau *water lettuce* merupakan tumbuhan yang dapat berkembang biak tidak hanya secara generatif yaitu melalui penyerbukan pada bunga, selain itu dapat juga secara vegetatif. Perkembangbiakan vegetatif dapat dilakukan karena mampu membentuk stolon. Menurut Langeland (2008), *Stolon* tersebut dapat terpotong pada ujungnya dan akan terlepas dan tumbuh menjadi individu baru. Tumbuhan ini dapat berkembangbiak dengan cepat, karena dapat dilakukan secara generatif dan juga secara vegetatif dengan menggunakan stolon. Sehingga dengan adanya kemampuan tersebut, maka tumbuhan ini dapat tumbuh dan memperluas serta membentuk koloni besar yang menutupi seluruh permukaan yang tersedia bagi mereka. Akar yang dimiliki tumbuhan ini adalah akar serabut dan membentuk suatu struktur berbentuk seperti keranjang dan dikelilingi gelembung udara, sehingga meningkatkan daya apung tumbuhan tersebut.

Hal ini menunjukkan bentuk fisiologi adaptasi yang dilakukan tumbuhan apu-apu untuk mampu hidup di area perairan dan tetap mendapatkan cahaya matahari dan udara untuk proses fotosintesis. Selain itu, letak daun berupa *rosset* (susunan daun yang melingkar dan rapat berimpitan) dan bentuk daun yang cenderung melebar membantu tumbuhan ini untuk dapat mengapung dipermukaan air karena luas kontak dengan air lebih luas, serta daun yang lebar membantu tanaman ini untuk melakukan penguapan air secara berlebih (Landprotection, 2006).

Menurut Firdaus (2016), menyatakan bahwa daun tumbuhan apu-apu memiliki struktur berongga-rongga, dan bila dilihat secara histologis, maka nampak bahwa terdapat rongga kosong pada jaringan mesofilnya yang disebut jaringan aerenkim. Hal ini menunjukkan cara apu-apu untuk beradaptasi dengan lingkungan hidupnya yaitu perairan atau lahan basah, yang bertujuan agar dapat mengapung di permukaan air. Selain itu, berdasarkan pengamatan terhadap *phytochemical screening* maka menunjukkan bahwa tumbuhan apu-apu (*Pistia Stratiotes* L.) mengandung alkaloid, tanin, flavonoid, saponin, minyak, lemak dan glikosid (Kumar *et al.*, 2010).

Gulma apu-apu dapat berperan sebagai sumber pupuk organik. Menurut penelitian Sebangang, dkk. (2010), menunjukkan bahwa apu-apu dapat digunakan sebagai penyerap unsur nitrogen di alam, seperti terlihat pada kandungan nitrogen apu-apu. Apu-apu memiliki kadar air yang tinggi. Menurut Iram (2011), kadar air apu-apu yaitu sekitar 94%. Hal ini menunjukkan perlunya bahan tambahan yang kering apabila apu-apu dikomposkan.

Dalam penelitian Mamonto (2013) menyatakan, bahwa kandungan C organik dan N total yang cukup tinggi pada apu-apu, yaitu 40,5% dan 1,8%. Hal ini diharapkan mampu menyumbang unsur hara ke dalam tanah sehingga dapat mengurangi penggunaan pupuk anorganik. Berdasarkan hasil analisis bahan organik yang dilakukan di laboratorium Kimia Tanah Universitas Brawijaya menunjukkan bahwa kandungan bahan organik kompos apu-apu adalah 22,8%, sedangkan kandungan bahan organik apu-apu segar adalah 19,6%. Hasil ini menunjukkan bahwa kompos apu-apu dan apu-apu segar dapat dimanfaatkan sebagai sumber bahan organik di dalam tanah. Hal ini sejalan dengan hasil

penelitian Sebayang (2010) menyatakan, pemberian kompos apu-apu pada dosis NPK 100% meningkatkan pertumbuhan tanaman padi dibandingkan tanpa pemberian apu-apu, apu-apu tumbuh bersama padi atau apu-apu ditanam. Dosis NPK 100% dan dosis NPK 75% serta cara pemberian apu-apu tidak menunjukkan perbedaan pada hasil tanaman padi.

B. Pengomposan

Menurut Sutedjo (2017), kompos merupakan hasil akhir dari suatu serangkaian proses fermentasi atau penguraian bahan organik sesuai dengan humifikasi fermentasi suatu pemupukan dicirikan dengan hasil bagi C/N yang menurun. Kemudian menurut Nugroho (2015), pengomposan merupakan proses penguraian bahan organik atau proses dekomposisi bahan organik dimana didalam proses tersebut terdapat berbagai macam mikrobia yang membantu proses perombakan bahan organik tersebut sehingga bahan organik tersebut mengalami perubahan baik struktur dan teksturnya. Menurut Indriani (2002) adapun prinsip dari proses pengomposan adalah menurunkan C/N bahan organik hingga sama atau hampir sama dengan nisbah C/N tanah (< 20), dengan demikian nitrogen dapat dilepas dan dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Tujuan proses pengomposan ini yaitu merubah bahan organik menjadi produk yang mudah dan aman untuk ditangan, disimpan, diaplikasikan ke lahan pertanian dengan tanpa menimbulkan efek negatif baik pada tanah maupun pada lingkungan. Proses pengomposan dilakukan dengan bantuan mikroorganisme baik secara aerob maupun anaerob.

Menurut Riyo (2006), pengomposan aerobik adalah modifikasi yang terjadi secara biologis pada struktur kimia atau biologi bahan organik dengan

kehadiran oksigen. Dalam proses ini banyak koloni bakteri yang berperan misalnya: bakteri Psychrophile, mesofilik, dan termofilik. Mikroorganisme mengambil air dan oksigen dari udara sedangkan makanan diperoleh dari hasil dekomposisi bahan organik secara aerobik. Menurut Riyo (2006), sebagian energi yang dihasilkan digunakan oleh mikroorganisme untuk pertumbuhan dan reproduksi sedangkan sisanya dibebaskan ke lingkungan sebagai panas. Hasil dari proses pengomposan secara aerobik adalah CO₂, H₂O (air), humus, dan energi.

Pengomposan anaerobik merupakan modifikasi biologis pada struktur kimia dan biologi bahan organik tanpa kehadiran oksigen (Riyo, 2006). Pada proses pengomposan ini tidak terjadi fluktuasi suhu seperti halnya yang terjadi pada pengomposan aerobik. Menurut Riyo (2006), proses pengomposan secara anaerobik akan menghasilkan metana (alkohol), CO₂, dan senyawa lain seperti asam organik yang memiliki berat molekul rendah (asam asetat, asam propionat, asam butirat, dan asam laktat).

Dalam proses pengomposan, bahan organik secara alami akan mengalami pembusukan atau penguraian oleh mikroba atau jasad renik seperti bakteri, jamur dan sebagainya. Pengomposan bahan organik dapat terjadi secara alami akan tetapi waktu yang diperlukan untuk menguraikan bahan campuran tersebut cukup lama sehingga salah satu cara untuk mempercepat waktu pengomposan dapat digunakan bioaktivator. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi proses pengomposan meliputi:

1. C/N rasio

Nilai C/N rasio yang optimal untuk proses dekomposisi berkisar antara 30:1 hingga 40:1. Fungsi dari C/N adalah nantinya mikrobia akan memecah

senyawa C sebagai sumber energi dan menggunakan N untuk mensintesis protein. Pada kadar C/N rasio berkisar antara 30-40, mikrobia memiliki C dan N yang optimal untuk mensintesis protein dan pasokan energi. Apabila bahan yang dikomposkan memiliki C/N yang tinggi maka menandakan bahwa bahan tersebut memiliki kandungan N yang rendah sehingga mikrobia akan kekurangan N dan tidak dapat mensintesis protein secara maksimal. Contoh dari bahan yang C/N rasionya tinggi adalah bahan-bahan yang memiliki serat atau kandungan selulosa yang tinggi. Untuk dapat menurunkan kadar C/N yang tinggi maka perlu ditambahkan mikroorganisme selulolitik yang dapat mengurai selulosa atau penambahan bahan yang mengandung N yang tinggi.

2. Ukuran Partikel

Ukuran partikel berhubungan dengan luas permukaan bahan pengomposan yang digunakan. Semakin luas permukaan suatu bahan kompos maka akan mempercepat aktivitas dari mikroorganismme yang berlangsung. Hal tersebut dikarenakan mikroorganisme beraktivitas di permukaan bahan kompos. Selain itu, ukuran partikel berhubungan dengan besarnya ruang antar partikel atau porositas.

3. Aerasi

Aerasi merupakan aliran udara pada saat pengomposan. Pengomposan yang cepat salah satu faktor yang menunjang adalah ketersediaan oksigen yang tercukupi (aerob). Aerasi terjadi pada saat udara hangat yang terdapat di dalam bahan pengomposan akibat dari aktivitas mikroorganisme keluar dan digantikan dengan udara yang lebih dingin masuk ke dalam bahan pengomposan. Apabila proses aerasi terhambat, yang terjadi adalah proses

pengomposan yang berlangsung secara anaerob sehingga menimbulkan bau yang busuk. Aerasi dipengaruhi oleh porositas dan kelembaban bahan yang dikomposkan.

4. Porositas

Porositas merupakan ukuran ruang antar partikel di dalam bahan kompos. Pada ruangan ini akan diisi oleh udara dan air. Udara akan mensuplai oksigen sehingga akan mendukung aktivitas mikroorganisme. Apabila ruang tersebut diisi dengan air secara keseluruhan maka udara tidak akan lancar masuk ke dalam bahan kompos sehingga pasokan oksigen tidak akan lancar. Akibatnya adalah pengomposan tidak berlangsung baik.

5. Kelembaban

Kelembaban memiliki peran yang penting terhadap kelangsungan hidup mikroorganisme yang ada pada proses pengomposan dan secara tidak langsung mempengaruhi suplai oksigen ke dalam bahan kompos. Kelembaban optimal untuk keberlangsungan hidup mikroorganisme berkisar antara 40-60%. Apabila kelembaban pengomposan berada di bawah 40% maka mikroorganisme tidak dapat berkembang secara optimal sehingga proses pengomposan tidak berjalan dengan baik. Sedangkan apabila kelembaban pengomposan di atas 60% maka akan menyebabkan hara pada bahan akan tercuci dan ruang antara partikel bahan akan terisi dengan air sehingga aerasi akan terhambat dan suplai oksigen akan berkurang sehingga terjadi dekomposisi anaerob.

6. Temperatur

Temperatur pada proses pengomposan berhubungan dengan aktivitas mikroorganisme yang mendekomposisi bahan kompos. Semakin tinggi temperatur kompos menandakan bahwasanya aktivitas mikroorganisme yang berlangsung sangat tinggi. Namun temperatur optimal untuk aktivitas mikroorganisme berkisar antara 30-60 °C. temperatur yang berada di atas temperatur 60°C akan menyebabkan bakteri mati dan menyisakan bakteri termofilik. Temperatur yang rendah menandakan bahwa aktivitas mikroorganisme yang terjadi sangat sedikit sehingga proses pengomposan berlangsung lama.

7. Tingkat Kemasaman

Pada saat terjadi proses pengomposan, akan terjadi perubahan tingkat keasaman pada bahan kompos. Keasaman optimal pada saat pengomposan berkisar antara 6,5-7,5 dan 6,8-7,4 pada kotoran ternak. Perubahan keasaman dapat diakibatkan dari pelepasan asam secara lokal, sedangkan produksi amonia dari senyawa-senyawa yang mengandung nitrogen akan meningkatkan keasaman pada awal proses pengomposan.

8. Jumlah Mikroorganisme

Jumlah mikroorganisme berhubungan dengan kecepatan proses pengomposan, dengan jumlah mikroorganisme yang banyak diharapkan akan mempercepat proses dekomposisi.

Di Indonesia, terdapat peraturan pemerintah yang mengatur tentang penggunaan dan mutu pupuk. Tujuannya adalah untuk menjaga mutu dan mencegah pencemaran lingkungan dari produk pupuk. Lembaga pemerintah yang

bertanggung jawab untuk mengeluarkan standarisasi produk adalah Badan Standarisasi Nasional (BSN) Republik Indonesia (BNS, 2012). SNI pupuk kompos dari Badan Standarisasi Nasional (SNI) tersaji dalam tabel 1.

Tabel 1. SNI pupuk kompos dari BNS (Badan Standarisasi Nasional)

No	Parameter	Satuan	Minimum	Maksimum
1	Kadar Air	%	-	50
2	Temperatur	⁰ C		Suhu air tanah
3	Warna			Kehitaman
4	Bau			berbau tanah
5	Ukuran Partikel	Mm	0,55	25
6	Kemampuan Ikat air	%	58	-
7	pH		6,8	7,49
8	Bahan Asing	%	*	1,5
Unsur Makro				
9	Bahan Organik	%	27	58
10	Nitrogen	%	0,4	-
11	Karbon	%	9,8	32
12	Phospor (P ₂ O ₅)	%	0,1	-
13	C/N-rasio		10	20
14	Kalium (K ₂ O)	%	0,2	*
Unsur Mikro				
15	Arsen	mg/kg	*	13
16	Kadium (Cd)	mg/kg	*	3
17	Kobal (Co)	mg/kg	*	34
18	Kromium (Cr)	mg/kg	*	210
19	Tembaga (Cu)	mg/kg	*	100
20	Merkuri (Hg)	mg/kg	*	0,8
21	Nikel (Ni)	mg/kg	*	62
22	Timbal (Pb)	mg/kg	*	150
23	Selenium (Se)	mg/kg	*	2
24	Seng (Zn)	mg/kg	*	500
Unsur Lain				
25	Kalsium	%	*	25,5
26	Magnesium (Mg)	%	*	0,6
27	Besi (Fe)	%	*	2
28	Alumunium (Al)	%	*	2,2
29	Mangan (Mn)	%	*	0,1
Bakteri				
30	Fecal Coli	MPN/g		1000
31	Salmonela sp.	MPN/4 g		2
Keterangan: * Nilai lebih besar dari minimum atau lebih kecil dari maksimum				

Sumber : BNS (Badan Standarisasi Nasional) 2012.

Standarisasi yang dikeluarkan mengacu pada standar kualitas internasional seperti *British Columbia Class I Compost Regulator* dan *National Standard Of Canada* (CAN/BNQ 0413-200). Badan Standarisasi Nasional telah mengeluarkan spesifikasi Standar Nasional Indonesia (SNI) pupuk kompos dengan Surat Keputusan (SK) 13/KEP/BSN-SNI.04/05/2004 pada tahun 2004 dengan spesifikasi yang tersaji pada tabel 1.

Dalam proses pengomposan, perlu dilakukan penambahan bahan yang berfungsi sebagai bahan yang membantu proses penguraian. Bahan tersebut adalah:

1. Bioaktivator

Bioaktivator merupakan bahan yang berfungsi mempercepat proses dekomposisi bahan organik yang mengandung mikroorganisme. Penggunaan mikroorganisme pendekomposisi bisa dalam bentuk bakteri maupun jamur. Penambahan aktivator ditujukan untuk mempercepat proses pengomposan supaya cepat matang. Sebagai contoh aktivator yang banyak digunakan adalah EM4.

Larutan EM4 (*effective microorganism 4*) ditemukan oleh Prof. Dr. Teruo Higa dari Universitas Ryukyus, Jepang. Kemudian penerapannya di Indonesia banyak dibantu oleh Ir. Gede Ngurah Wididana, M.Sc. Keunggulan dari larutan EM4 adalah selain dapat mempercepat proses pengomposan, penambahan EM4 juga terbukti dapat menghilangkan bau yang timbul selama proses pengomposan bila berlangsung dengan baik. Larutan EM4 merupakan bioaktivator yang digunakan untuk membuat kompos dalam bentuk padat yang sering disebut bokashi.

Bahan organik yang biasa dikomposkan dengan bioaktivator EM4, antara lain : jerami, pupuk kandang, kotoran hewan, rumput, sekam atau serbuk gergaji. Akan tetapi, bioaktivator EM4 tidak disarankan untuk mendekomposisi bahan-bahan organik yang relatif keras seperti tandan kosong kelapa sawit (TKKS) karena membutuhkan waktu yang lama. (Rahma dkk., 2017).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Nike pada tahun 2005, pengomposan enceng gondok menggunakan aktivator pupuk kandang, stardec dan EM4 menjadikan kompos lebih matang dengan $C/N < 20$ dibandingkan kompos jerami dengan $C/N > 20$.

2. Bahan Campuran

Dalam pembuatan kompos ada dilakukan penambahan bahan campuran lain dengan tujuan tertentu. Bahan campuran ini dapat berupa bahan kering maupun bahan basah, tergantung pada kebutuhan. Dalam penelitian ini bahan campuran yang digunakan merupakan bahan kering, seperti serbuk gergaji dan jerami.

A. Serbuk Gergaji

Sebagai bahan baku kompos, serbuk gergaji cukup baik digunakan, walaupun tidak seluruh komponennya dapat dirombak dengan sempurna. Serbuk gergaji ada yang berasal dari kayu yang lunak dan ada pula yang berasal dari kayu keras. Kekerasan jenis kayu menentukan lamanya proses pengomposan akibat kandungan lignin di dalamnya. Serbuk gergaji adalah limbah yang memiliki kandungan lignin, sehingga serbuk gergaji memiliki C (karbon) organik yang tinggi dibandingkan dengan media tumbuh lainnya.

Serbuk gergaji merupakan pupuk yang *slow release* yaitu unsur haranya lambat tersedia/diserap tanaman (Swastika, 2013). Menurut Silaban (2013), serbuk gergaji terdapat zat selulosa mayoritas 40%, hemiselulosa sekitar 23% dan lignin kurang dari 34%. Selain itu kandungan lain serbuk gergaji antara lain, Karbon 50 %, Hidrogen 6 %, Nitrogen 0,04 - 0,10 %, Abu 0,20 – 0,50 %, dan sisanya adalah oksigen serta serbuk gergaji kayu mempunyai nilai kalor 4,046 kal / gram (Bambang Trihadi, 2003).

Menurut Syachri (1984), menyatakan bahwa komponen kimia yang terdapat pada kayu terdiri dari karbohidrat, lignin dan zat ekstraktif. Struktur kimia dari ketiga komponen ini disusun oleh unsur karbon, hidrogen dan oksigen. Komponen lignin termasuk senyawa polimer tinggi yang terdiri dari beberapa gugus kimia antara lain metoksil, phenilpropan, hidroksil, phenil eter dan lain-lain. Kadar lignin yang terdapat pada kayu berkisar antara 25 % - 30 % (Simatupang, 1983). Namun kadar lignin tersebut bervariasi tergantung dari jenis kayunya. Kualitas serbuk gergaji tergantung pada macam kayu, asal daerah penanaman, dan umur kayu, makin sedikit kandungan air dan zat haranya. Semakin halus ukuran partikel serbuk gergaji, makin baik daya serap air dan bau yang dimilikinya. (Djaja, 2008). Kemudian kandungan air di dalam serbuk gergaji sangatlah kecil. Menurut Rahmat, *et al.* (2017), kandungan kadar air serbuk gergaji yaitu sekitar 14%.

Berdasarkan penelitian Komarayati (2018), pada dasarnya serbuk gergaji dapat dibuat kompos melalui proses perombakan oleh mikrobia, tetapi perlu waktu yang lebih lama dan konsentrasi inokulum harus lebih tinggi dan penambahan sumber nitrogen harus lebih ditingkatkan. Hal ini menunjukkan

serbuk gergaji dapat dikomposkan. Selain itu menurut penelitian Hardiwinoto, dkk. (2010) mengatakan kombinasi yang memberikan tingkat pertumbuhan terbaik semai pinus adalah media dengan kombinasi 100% serbuk gergaji kayu sengon + 0% tanah, dan ditambahkan 8-12 g pupuk lepas lambat 1,51 media.

B. Jerami

Jerami adalah hasil samping usaha pertanian berupa tangkai dan batang tanaman sereal yang telah kering setelah bijinya dipisahkan. Jerami padi biasanya mengandung sedikit air, tetapi banyak memiliki karbon. Umumnya, jerami mudah dirombak dalam proses pengomposan. Nitrogen yang terdapat didalamnya lebih sedikit karena sudah dipakai untuk pertumbuhan dan produksi. Jerami padi adalah sumber bahan organik yang tersedia setelah panen padi dengan jumlah yang cukup besar, akan tetapi pemanfaatan jerami padi selama ini hanya digunakan pada tanah sawah saja. Sedangkan beberapa tanah seperti Ultisol, Oxisol dan Entisol masih sangat membutuhkan penambahan bahan organik untuk meningkatkan kandungan unsur haranya (Nuraini, 2009). Penggunaan jerami padi sebagai bahan baku kompos sebaiknya dicacah dahulu sebelum dicampur dengan bahan lainnya. Jerami cacah baik sekali sebagai bahan pencampur untuk pengomposan limbah yang menghasilkan banyak aroma tidak sedap (Djaja, 2008).

Komposisi kimia jerami padi ditandai oleh rendahnya kadar nitrogen dan mineral esensial, sedangkan kadar serat kasarnya tinggi, sehingga kecernaanya mencapai 37%. Menurut penelitian Syamsu (2006), jerami padi mengandung 21% inti sel dan 79% dinding sel berdasarkan berat kering. Dari 79% berat kering ini terdiri dari 26% hemiselulose, 33% selulosa, 7% lignin,

dan silika 13%. Selain itu jerami mengandung unsur 40% C, 0,6 % N, 0,1 S, 1,5 % Si (Hanafi, 2014). Berdasarkan uji pendahuluan jerami kering (lampiran 5a) sendiri memiliki kandungan kadar air sekitar 19,2 % (lampiran 2).

Banyak peneliti mengatakan bahwa pemberian kompos jerami padi secara umum dapat meningkatkan kesuburan tanah, hal ini disebabkan jerami mengandung unsur hara yaitu 0,5 – 2,0 % N, 0,07 – 0,1 % P dan 0,4 – 1,7 % K (Dobermann dan Firehurst, 2002). Berdasarkan penelitian Susanti (2017) pemberian kompos jerami padi mampu meningkatkan toleransi selada terhadap (kadar NaCl) dan mampu meningkatkan hasil tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) dan tertinggi pada dosis kompos jerami 50 ton/h. Selain itu menurut penelitian Maha (2017), perlakuan dengan penambahan media kompos jerami padi berpengaruh nyata terhadap parameter tinggi bibit, diameter bibit, berat kering total, dan nisbah pucuk akar dari bibit jabon yang diamati serta memberikan pengaruh nyata terbaik dibandingkan dengan kontrol dan pupuk dipasaran (guano fosfat dan cocopeat). Kompos jerami padi yang dijadikan media tanam dapat meningkatkan pertumbuhan bibit jabon.

C. Hipotesis

1. Diduga bahan campuran kompos mempengaruhi terhadap proses pengomposan apu-apu.
2. Diduga bahan campuran jerami merupakan bahan paling efektif dalam proses pengomposan apu-apu.
3. Diduga ada perbedaan kualitas kompos yang dihasilkan dari berbagai bahan campuran yang digunakan.