

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kompos Kulit Kakao

Pupuk kompos merupakan hasil akhir dari dekomposisi atau fermentasi dari tumpukan bahan-bahan organik yang berasal dari tanaman, kotoran hewan ataupun kombinasi dari keduanya. Bahan organik dari limbah pertanian dalam jumlah yang banyak tidak dapat digunakan langsung sebagai pupuk tetapi harus terlebih dahulu di dekomposisikan misalnya dengan cara penimbunan bahan organik atau yang biasa disebut dengan pengomposan (Haug, 1980).

Dekomposisi bahan organik pada proses pengomposan terjadi di bawah kondisi mesofilik dan termofilik. Proses pengomposan yang dilakukan dengan cara penimbunan atau penumpukan akan menghasilkan bahan yang terhumifikasi berwarna gelap setelah 1-2 bulan yang merupakan sumber bahan organik yang baik untuk lahan pertanian karena akan meningkatkan kesuburan tanah.

Kandungan bahan organik yang dihasilkan dari proses pengomposan juga akan meningkatkan kemampuan tanah untuk mempertahankan kandungan air pada tanah (Sutanto, 2002).

Bahan baku utama atau bahan organik yang bisa digunakan pada proses pengomposan adalah kulit buah kakao. Pemanfaatan kulit buah kakao menjadi

kompos dapat dilakukan dengan mencampurkan bahan organik lain seperti sekam padi, dan sisa tanaman lainnya atau dapat juga ditambahkan dengan pupuk kandang seperti kotoran sapi dan mikroba pengurai sebagai pemacu, serta bahan lain seperti mikoriza arbuskula, kapur, urea dan abu dapur untuk memperkaya kandungan hara kompos (Trisilawati dan Gusmaini, 1999).

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Sularno, (2014) yaitu optimisasi pengomposan kulit kakao dengan penambahan kotoran ternak dan sekam padi. Perlakuan yang diterapkan menggunakan variasi kotoran ternak, yaitu kotoran ternak sapi, kambing dan ayam. Perlakuan terbaik yang dihasilkan adalah dengan penambahan kotoran ternak sapi. Dilihat dari perbandingan antara hasil penelitian dengan SNI kompos, semua perlakuan terlihat bahwa rasio C/N telah memenuhi standar yaitu 10-20. Tetapi dari ketiga perlakuan tersebut dapat dilihat bahwa perlakuan kompos kulit kakao dengan penambahan kotoran sapi memiliki rasio C/N terbaik yaitu 12,95 dengan kandungan hara : C-organik mencapai 16,45%, N 1,27%, fosfor (P_2O_5) 1,12%, kalium 3,25%, dan pH mencapai 6,93. Hasil perbandingan kompos hasil penelitian dengan SNI 19-1730-2004 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik kompos hasil penelitian Sularno, (2014) dan standar SNI

Parameter	SNI 19-1730-2004	Kulit kakao + kotoran sapi + sekam padi
Suhu	Suhu air tanah	33,70
Kadar air (%)	Max 50%	57,60
pH	6,8-7,49	6,93
C-Organik (%)	Min 9,80	16,45
Total-N (%)	Min 0,40	1,27
C/N rasio	10 – 20	12,95
P total (%)	Min 0,10	1,12
K Total (%)	Min 0,20	3,25
Warna	Kehitaman	Coklat kehitaman
Bau	Berbau tanah	Berbau tanah
Tekstur	Remah	Remah

Sumber : Sularno, 2014.

Dari hasil penelitian di atas kompos kulit kakao yang dihasilkan lebih baik diaplikasikan kembali ke tanaman kakao itu sendiri agar suatu kegiatan produksi kakao dapat bersifat *zero waste* sehingga kulit kakao yang pada umumnya tidak dimanfaatkan oleh para petani mampu digunakan sebagai penyubur tanaman itu sendiri dengan dijadikan sebagai pupuk organik (kompos). Rekomendasi yang ditetapkan pada proses pemupukan tanaman kakao dengan 1250 batang/ha termasuk batang penyulaman adalah urea 90 g/pohon/tahun, TSP 120 g/pohon/tahun dan KCL 70 g/pohon/tahun. Sedangkan rekomendasi untuk pemupukan dengan menggunakan pupuk organik pada tanaman kakao adalah 2-5 kg/pohon/tahun (Syukur, 2000). Sehingga dengan kandungan hara yang dimiliki oleh pupuk organik diatas (kompos kulit kakao) 1,27% N, 1,12% P dan 3,25% K maka sangat baik jika digunakan untuk pemupukan kembali pada tanaman kakao

itu sendiri dan jika pupuk organik tersebut dilakukan pengolahan lebih lanjut seperti dibuat dalam bentuk granul.

2.1.1 Proses Pengomposan

Pengomposan merupakan proses biologi yang dilakukan oleh mikroorganisme secara terpisah atau bersama-sama dalam menguraikan bahan organik menjadi bahan seperti humus. Proses pengomposan akan segera berlangsung setelah bahan-bahan mentah dicampur. Proses pengomposan dapat dilakukan secara aerobik maupun anaerobik. Pada prinsipnya, proses pengomposan kulit buah kakao dilakukan untuk menurunkan C/N rasio bahan organik sehingga akan menghasilkan C/N yang sama dengan C/N tanah yaitu sekitar 10-20 (Epstein, 1997). Terjadinya penurunan rasio C/N pada kompos kulit buah kakao dimaksudkan dengan tujuan untuk memudahkan tanaman dalam menyerap unsur hara dari kompos.

Pada tahap awal pengomposan berlangsung, oksigen dan senyawa-senyawa yang mudah terdegradasi akan dimanfaatkan oleh mikroba mesofilik sehingga pada tumpukan kompos akan terjadi kenaikan suhu dan terjadi peningkatan tingkat keasaman. Suhu pada kondisi ini mencapai 50-60 °C sehingga mikroba termofilik akan berperan dalam menguraikan bahan organik menjadi CO₂, uap air dan panas dengan menggunakan oksigen (Isroi, 2007). Setelah sebagian besar bahan telah terurai, maka suhu pada tumpukan kompos perlahan-lahan akan mengalami penurunan. Pada kondisi ini akan terjadi pematangan kompos dengan adanya pembentukan liat humus yang kompleks. Selain itu kriteria untuk menilai

kematangan kompos menurut Sukmana *et al.*, (1991) adalah suhu kompos mendekati suhu ruang atau suhu lingkungan pengomposan, produksi CO₂ menurun mendekati konstan, tidak berbau, berwarna coklat kehitaman sampai hitam dan rasio C/N pada akhir pengomposan antara 10-20 .

Selama proses dekomposisi bahan organik menjadi kompos akan terjadi berbagai perubahan hayati yang dilakukan oleh mikroorganisme seperti penguraian karbohidrat, selulosa, hemiselulosa, lemak, dan lignin menjadi CO₂ dan H₂O. Protein menjadi ammonia, CO₂ dan uap air. Pembebasan unsur hara dari senyawa-senyawa organik menjadi senyawa yang dapat diserap oleh tanaman. Terjadi pengikatan beberapa jenis unsur hara didalam sel mikroorganisme, terutama nitrogen, kalium dan fosfor.

2.1.2 Kelebihan Kompos

Kompos merupakan hasil akhir dari dekomposisi tumpukan bahan-bahan organik seperti dedaunan, rumput , jerami, sisa-sisa dahan, kotoran hewan, rerontokan kembang, air seni dan lain-lain. Penggunaan kompos sebagai pupuk organik dapat memberikan beberapa manfaat yaitu sebagai penyedia unsur hara yang lengkap bagi tanaman. Menurut Lingga dan Marsono (2007), kandungan utama yang terdapat dalam kompos adalah nitrogen, kalium, fosfor, kalsium, karbon dan magnesium yang mampu memperbaiki kesuburan tanah walaupun kadarnya yang relatif rendah. Selain itu nutrisi yang cukup lengkap pada pupuk kompos akan membantu perkembangan aktivitas mikroorganisme yang dibutuhkan untuk perkembangan tanaman (Arisha *et al*, 2003). Sebagai salah satu alternatif

pengganti pupuk kimia karena harganya lebih murah, berkualitas, ramah lingkungan, meningkatkan daya ikat tanah terhadap air, menghemat pemakaian pupuk kimi, bersifat *renewable* dan bersifat multilahan karena bisa digunakan di lahan pertanian, perkebunan, reklamasi lahan kritis (Murbandono, 2008).

2.1.3 Kelemahan Kompos

Selain dari kelebihan di atas kompos juga memiliki beberapa kekurangan yang membuat petani kurang berminat untuk menggunakan pupuk kompos sebagai sumber nutrisi bagi tanaman. Kekurangan tersebut adalah :

a. Dapat menyebabkan alergi dan bau

Bau sering kali timbul selama proses pengomposan, terutama jika proses pengomposan menggunakan sistem anaerob. Pada proses ini akan dihasilkan senyawa-senyawa yang berbau kurang sedap, seperti asam-asam organik (asam asetat, asam butirat, asam valerat, dan putrecine), amoniak, dan H₂S (Widowati *et al.*, 2005). Umumnya banyak orang yang alergi terhadap bau, jamur, ataupun debu dari kompos. Walaupun jarang terjadi tetapi hal seperti ini harus tetap di cegah dengan menggunakan penutup hidung.

b. Sangat dipengaruhi oleh cuaca

Kompos pada umumnya berbentuk serbuk atau remah, dan pada saat kondisi kompos kering akan mudah tersapu oleh hembusan angin sehingga dalam pengaplikasian di lapangan akan mengalami kesulitan (Suriadikarta dan Setyorini, 2005).

c. Pelepasan unsur hara yang relatif lambat

Kompos umumnya berbentuk senyawa organik kompleks yang lambat melepaskan unsur haranya. Hal ini disebabkan oleh mikroba yang terdapat pada tanah membutuhkan waktu untuk menguraikan unsur hara ini sebelum digunakan oleh tanaman. Oleh karena itu dalam pemberian kompos sebaiknya terlebih dahulu diberikan kedalam tanah dan kemudian dilakukan penanaman, sehingga saat dibutuhkan tanaman bisa memanfaatkan unsur hara yang tersedia di dalam kompos.

d. Rentan kehilangan unsur nitrogen

Proses pengomposan mengakibatkan sebagian nitrogen terurai dan lepas ke udara karena pada unsur nitrogen memiliki sifat mudah menguap ke udara

2.1.4 Standar Mutu Kompos

Kompos yang baik adalah kompos yang sudah mengalami pelapukan yang cukup dengan dicirikan warna sudah berbeda dengan warna bahan pembentuknya atau menjadi gelap, tidak berbau atau berbau seperti tanah, kadar air menjadi rendah dan suhu pada tumpukan kompos mendekati kondisi suhu ruang. Kematangan kompos juga dapat dilihat dari kandungan karbon dan nitrogen melalui rasio C/N. Standar Nasional Indonesia (SNI) memiliki syarat mutu produk kompos untuk melindungi konsumen dan mencegah timbulnya pencemaran lingkungan. Standar ini dapat dipergunakan sebagai acuan bagi produsen kompos untuk memproduksi kompos. Adapun standar kualitas kompos merujuk pada SNI 19-7030-2004, dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Standar Kualitas Kompos (SNI 19-7030-2004)

No	Parameter	Satuan	Minimum	Maksimum
1	Kadar air	%	-	50
2	Suhu	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	31
12	Phosfor (P ₂ O ₅)	%	0,1	-
13	C/N Ratio		10	20
14	Kalium (K ₂ O)	%	0,2	*
Unsur Mikro				
15	Arsen	mg/kg	*	13
16	Kadmium (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	Aluminium (Al)	%	*	2,2
Bakteri				
39	Fecal Coli	MPN/gr		1000
30	Salmonella sp	MPN/ 4 gr		3

Keterangan : * Nilai lebih besar dari minimum atau lebih kecil dari maksimum

Sumber : BSN, 2004

2.2 Pupuk Organik Granul

2.2.1 Perkembangan Pupuk Organik Granul

Hingga saat ini teknologi pertanian terus berkembang secara dinamis termasuk teknologi pupuk yang menyesuaikan tuntutan dan tantangan perkembangan zaman. Pada satu sisi dengan meningkatnya kebutuhan pangan menuntut peningkatan produksi dan produktivitas pangan di dunia. Sementara pada sisi lain, permasalahan kesuburan tanah semakin kompleks, biaya produksi terus melambung tinggi, bahan baku pupuk yang semakin mahal dan ketersediannya sulit tercukupi. maka muncul ide-ide baru yang dikembangkan beberapa produsen yang mengembangkan pupuk organik yang ramah lingkungan serta praktis dalam penggunaannya seperti pupuk organik granul.

Pupuk organik granul merupakan pupuk organik yang berbentuk butiran-butiran kecil dengan diameter 2-5mm. Pupuk organik granul dinilai lebih baik dari pupuk organik yang berbentuk serbuk karena lebih efektif dalam penggunaannya, seperti tidak terjadi regresi, mengurangi debu. Peningkatan kualitas pupuk organik granul bisa dilakukan dengan berbagai cara. Salah satunya yaitu dengan penambahan bahan perekat. Penggunaan bahan perekat ditujukan agar pada saat proses pembentukan granul, pupuk kompos yang digunakan sebagai bahan baku utamanya mampu terikat oleh adanya bahan perekat sehingga granul yang terbentuk tidak mudah hancur (Utari, 2014).

2.2.2 Proses Pembuatan Pupuk Organik Granul

Pembuatan pupuk organik granul diawali dengan pengeringan kompos terlebih dahulu. Selanjutnya dilakukan penghalusan terhadap kompos yang telah di keringkan sebelumnya. Penghalusan dilakukan dengan menggunakan mesin penghalus (*grinder*). Selanjutnya dilakukan pengayakan untuk memperoleh bentuk kompos yang lebih seragam atau untuk mendapatkan bentuk kompos yang lebih halus. Setelah itu disiapkan bahan perekat yang akan digunakan sebagai media perekat pada pembuatan pupuk organik granul. Seluruh bahan yang akan dilakukan proses granulasi dicampurkan secara merata ke dalam mesin *pan granulator*. Menurut Hadisoewignyo dan Fudholi (2013), granulasi adalah proses pembentukan partikel-partikel besar yang disebut granul dari suatu partikel serbuk yang memiliki daya ikat.

Pan Granulator merupakan alat untuk memproduksi pupuk organik granul dengan kecepatan 20-30 rpm yang berbentuk lingkaran datar dengan kemiringan $45 - 55^{\circ}$. Prinsip kerja alat ini adalah bahan akan diputar-putar di dalam mesin granulator sehingga akan terjadi proses penggelindingan yang disebabkan oleh adanya gaya gravitasi dan sambil disemprot dengan bahan perekat sehingga secara perlahan akan terbentuk inti granular. Karena pada kondisi ini bahan perekat akan merangsang pembentukan granul dan meningkatkan kohesifitas antara partikel-partikel serbuk bahan baku (kompos). Selain itu dengan adanya bahan perekat, pembentukan pupuk organik granul akan menjadi kompak dan padat. Setelah inti granul terbentuk, kemudian dilakukan pengeringan terhadap granul di bawah sinar

matahari langsung atau menggunakan mesin *driyer* hingga kadar air mencapai 10-20%.

2.2.3 Kelebihan Pupuk Organik Granul

Pupuk organik granul jika dilihat dari bentuknya sangat mirip dengan kompos yang berbentuk pelet. Menurut Hara (2001), kompos yang berbentuk pelet mempunyai kelebihan jika dibandingkan dengan pupuk organik yang berbentuk serbuk. Pada pupuk organik pelet atau granul sangat efektif dalam penyimpanan dan proses distribusi. Hal ini dikarenakan pada pupuk organik yang berbentuk pelet atau granul terjadi pengurangan volume yang sangat signifikan setelah dilakukan proses granulasi. Pada pupuk organik seperti ini proses peluruhannya masih dikatakan lambat jika dibandingkan dengan kompos yang berbentuk serbuk, oleh karena itu, jika penggunaan bahan baku kompos yang digunakan dalam keadaan belum matang maka efek terhadap tanaman akibat dari dekomposisi material organik yang mudah terdekomposisi akan terbatas. Pupuk organik bentuk pelet atau granul bisa digunakan dimana saja, karena dampak terhadap polusi yang dihasilkan sangat kecil. Kemudian pupuk organik granul tidak menimbulkan bau yang kurang sedap sehingga sangat ramah terhadap lingkungan.

2.2.4 Mutu Pupuk Organik Granul

Pupuk organik granul memiliki kandungan lebih dari satu unsur makro seperti nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K) dan unsur mikro seperti kalsium (Ca), besi

(Fe), dan magnesium (Mg) (Musnamar, 2008). Aspek yang harus diperhatikan dalam pembuatan granul adalah ukuran granul yang diharapkan, kekerasan granul, dan kemudahan granul untuk pecah atau larut (Isroi dan Nurheti, 2009). Oleh karena itu pada hasil akhir pembuatan pupuk organik granul harus memenuhi standar kualitas/mutu pupuk organik padat dengan merujuk pada Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/ Permentan /SR.140/10/2011. Syarat mutu pada produk pupuk organik granul ditujukan untuk melindungi konsumen dan mencegah pencemaran lingkungan. Di dalam peraturan ini memuat batas-batas maksimum atau minimum sifat-sifat fisik atau kimiawi dari pupuk organik padat (serbuk atau granul) .

Tabel 3. Persyaratan teknis minimal pupuk organik padat pada Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/SR.140/10/2011

NO	PARAMETER	SATUAN	STANDAR MUTU			
			Granul/Pelet		Remah/Curah	
			Murni	Diperkaya mikroba	Murni	Diperkaya mikroba
1.	C – organik	%	min15	min15	min15	Min15
2.	C / N rasio		15 – 25	15 – 25	15 – 25	15 – 25
3.	Bahan ikutan (plastik,kaca, kerikil)	%	maks 2	maks 2	maks 2	maks 2
4.	Kadar Air ¹	%	8 – 20	10 – 25	15 – 25	15 – 25
5.	Logam berat: As Hg Pb Cd	ppm ppm ppm ppm	maks 10 maks 1 maks 50 maks 2	maks 10 maks 1 maks 50 maks 2	maks 10 maks 1 maks 50 maks 2	maks 10 maks 1 maks 50 maks 2
6.	pH	-	4 – 9	4 – 9	4 – 9	4 – 9
7.	Hara makro (N + P ₂ O ₅ + K ₂ O)	%	min 4			
8.	Mikroba kontaminan: - <i>E.coli</i> , - <i>Salmonella sp</i>	MPN/g MPN/g	maks 10 ² maks 10 ²	maks 10 ² maks 10 ²	maks 10 ² maks 10 ²	maks 10 ² maks 10 ²
9.	Mikroba fungsional: - Penambat N - Pelarut P	cfu/g cfu/g	-	min 10 ³ min 10 ³	-	min 10 ³ min 10 ³
10.	Ukuran butiran 2-5 mm	%	min 80	min 80	-	-
11.	Hara mikro : - Fe total atau - Fe tersedia - Mn - Zn	ppm ppm ppm ppm	maks 9000 maks 500 maks 5000 maks 5000	maks 9000 maks 500 maks 5000 maks 5000	maks 9000 maks 500 maks 5000 maks 5000	maks 9000 maks 500 maks 5000 maks 5000
12.	Unsur lain : - La - Ce	ppm ppm	0 0	0 0	0 0	0 0

Sumber : Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/SR.140 /10 /2011

2.3 Bahan Perekat

Dalam pembuatan pupuk organik granul, penggunaan jenis bahan perekat harus lebih diperhatikan. Fungsi perekat pada proses granulasi adalah untuk merekatkan bahan dan mampu memberikan sifat keras pada granul. Selain itu bahan perekat akan merangsang pembentukan granul dan meningkatkan kohesifitas antara partikel-partikel serbuk bahan baku (kompos). Dengan adanya bahan perekat maka susunan partikel akan semakin kompak, teratur dan lebih padat sehingga dalam proses pengempaan kekuatan tekan pada pupuk organik granul akan semakin baik (Silalahi, 2000). Jika dalam penggunaan bahan perekat terlalu banyak maka granul akan menjadi keras dan memperlambat waktu hancur. Sebaliknya, jika penggunaannya terlalu sedikit maka bentuk granul yang dihasilkan akan mudah hancur.

Pada umumnya jenis bahan perekat yang sering digunakan dalam industri pellet kompos atau granul kompos adalah bahan yang memiliki sifat lengket tertentu, tetapi bahan tersebut tidak berbahaya bagi tanaman. Beberapa bahan yang bisa digunakan sebagai perekat dalam pembuatan pupuk organik granul adalah bahan organik seperti molasses, tepung tapioka, tepung beras, tepung terigu, tepung sagu. Untuk bahan mineral seperti bentonit, kaoline, kalsium untuk semen, dan gypsum serta tanah liat juga bisa digunakan karena masih memiliki sifat lengket (Isroi, 2009).

2.3.1 Tepung Tapioka

Tapioka adalah pati dengan bahan baku utama adalah singkong yang merupakan salah satu bahan yang digunakan pada berbagai industri sebagai bahan pengental, bahan pengisi dan bahan pengikat. Indonesia adalah produsen tepung tapioka nomor dua di Asia setelah Thailand. Produksi rata-rata tepung tapioka Indonesia mencapai 15–16 juta ton / tahun (Tarwiyah, 2001). Produsen tepung tapioka di Indonesia tersebar di beberapa provinsi baik di Sumatera, Kalimantan Sulawesi, Jawa dan lain-lain. Di antara berbagai provinsi tersebut Lampung merupakan produsen tepung tapioka yang cukup besar dengan kapasitas produksi mencapai 8,134 juta ton / tahun (BPS, 2013). Tapioka memiliki sifat-sifat fisik yang serupa dengan pati sagu, sehingga penggunaan keduanya dapat dipertukarkan. Pada umumnya tapioka sering digunakan untuk membuat makanan dan bahan perekat karena didalamnya masih mengandung nilai kalori yang tinggi.

Tepung tapioka mengandung pati yang cukup tinggi. Pati tersusun dari dua macam karbohidrat, yaitu amilosa dan amilopektin. Umumnya pati pada tepung tapioka mengandung 15-30% amilosa, 70-85% amilopektin dan 5-10% material antara (Bank dan Greenwood, 1975 1992). Amilosa memberikan sifat keras sedangkan amilopektin menyebabkan sifat lengket. Menurut Lehninger (1982), struktur amilosa merupakan struktur lurus dengan ikatan α -(1,4)-D-glukosa. Amilosa ini bersifat tidak larut dalam air dingin, mengembang pada suhu tinggi, dan kurang lekat. Sedangkan amilopektin terdiri dari struktur bercabang dengan ikatan α -(1,4)-D-glukosa dan titik percabangan amilopektin merupakan ikatan α -

(1,6). Oleh karena itu, amilopektin akan memberikan sifat lengket pada pati tersebut.

Pati dari berbagai tanaman mempunyai bentuk granula (butir) pati yang berbedabeda. Dengan menggunakan mikroskop, jenis pati dapat dibedakan karena mempunyai bentuk, ukuran dan letak hilum yang unik (Fennema, 1985). Ukuran granula (butir) pati tapioka relatif lebih besar dari pada granula pati jenis lainnya, yaitu sekitar 15 mikron sampai 65 mikron dan umumnya berukuran antara 20 mikron sampai 60 mikron. Bentuk granulanya oval (bulat telur) dengan letak hilum granula yang tidak terpusat (Radley, 1976). Menurut Charley (1970), pada pemanasan 60 °C pati mulai mengalami pengembangan volume dan gelatinisasi mulai berlangsung sehingga daya ikat yang dihasilkan akan semakin baik.

Selain sebagai bahan penggunaan olahan pangan, tepung tapioka juga bisa digunakan sebagai perekat pada pembuatan pupuk organik granul. Menurut Supriya *et al.*, (2012) granular yang dibuat dari tepung dapat memperbaiki penampilan produk dengan tingkat distribusi yang seragam dan granular yang minim. Sedangkan menurut Hardika *et al.*, (2013), tepung tapioka mempunyai kemampuan untuk mengabsorpsi air yang menyebabkan melekatnya partikel satu dengan partikel yang lainnya pada bahan baku sehingga akan terbentuk granular. Jumlah granular akan semakin meningkat seiring dengan besarnya jumlah perekat yang memiliki kemampuan absorpsi.

2.3.2 Molases

Molases atau tetes tebu merupakan salah satu hasil samping proses pembuatan gula dari tebu disamping ampas dan blotong. Menurut Paturau (1982), molases adalah keluaran terakhir yang diperoleh dari pembuatan gula tebu setelah melalui kristalisasi berulang dan merupakan sisa sirup yang tidak dapat mengkristal kembali. Pemilihan tetes tebu sebagai perekat pembuatan pupuk organik granul ini didasarkan bahwa ketersediaan tetes tebu sebagai bahan baku sangat besar di Indonesia dan mudah didapat. Produksi tetes tebu pada 2001-2005 rata-rata mencapai 967.072.985 ton (BPS, 2005).

Hingga tahun 2000, di Indonesia terdapat sekitar 69 perusahaan gula yang aktif dari 70 perusahaan gula yang berdiri, dimana 57 diantaranya terdapat di pulau jawa (Departemen Pertanian, 2004). Untuk daerah sumatera, Lampung merupakan sentra gula terbesar kedua di Indonesia yang memiliki produktifitas yang tinggi. Di wilayah ini, terdapat PG Bungamayang yang dikelola PTPN VII dengan kapasitas giling 6.250 TCD, dan 4 buah PG berskala besar yang dikelola perusahaan swasta, yaitu PT Gula Putih Mataram, PT Sweet Indo Lampung, PT Indo Lampung Perkasa dan PT Gunung Madu Plantation, dengan kapasitas produksi total sebesar 650.000 ton/tahun. Sehingga untuk pabrik dengan kapasitas 6000 ton tebu per hari menghasilkan tetes sekitar 300 ton sampai 360 ton tetes / hari.

Molases merupakan sumber energi yang esensial dengan kandungan gula di dalamnya. Molases dapat digunakan secara langsung atau dapat dijadikan bahan baku pembuatan produk-produk yang bernilai ekonomis tinggi, misalnya untuk

kecap, pupuk, pakan ternak, ataupun industri fermentasi seperti alkohol, turunan alkaloid, asam asetat, butanol, asam sitrat, asam laktat, gliserol dan sel khamir . Tujuan penambahan molases pada pembuatan pupuk organik granul adalah untuk menarik air dan membentuk tekstur yang padat atau menggabungkan dua komponen yang akan direkatkan.

Molases masih memiliki kandungan sukrosa sekitar 30% disamping gula reduksi sekitar 25 % berupa glukosa dan fruktosa. Sukrosa dalam molases ini merupakan komponen sukrosa yang sudah tidak dapat lagi dikristalkan dalam proses pemasakan di pabrik gula. Hal ini disebabkan karena molases mempunyai nilai Sucrose Reducing sugar Ratio (SRR) yang rendah yaitu berkisar antara 0,98 – 2,06 (Kurniawan, 2004). Molases juga mengandung protein kasar sekitar 3% dan kadar abu sekitar 8 – 10 %, yang sebagian besar terbentuk dari K, Ca, Cl, dan garam sulfat (Baikow, 1982). Selain itu, molases juga dapat berfungsi sebagai perekat pada pembuatan pelet yang dalam pelaksanaannya dapat meningkatkan kualitasnya (Kurnia, 2010). Partikel-partikel zat dalam bahan baku pada proses pembuatan pupuk organik granul membutuhkan zat pengikat sehingga dihasilkan bentuk granul yang kompak. Penggunaan molases sebagai bahan perekat pada pembuatan pupuk organik granul akan menghasilkan bentuk granul yang berkekuatan tinggi atau tidak mudah hancur.

2.3.3 Sludge IPAL Industri Karet

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki potensi cukup besar dalam hasil perkebunan salah satunya adalah karet. Luas areal pertanaman karet

Indonesia mencapai 3.445.317 hektar dengan produksi total sebesar 2.770.308 ton (Statistik Perkebunan, 2010). Sedangkan Menurut press release Yayasan Karet Indonesia, negara Indonesia memiliki areal tanaman karet alam terbesar no. 2 di dunia. Total areal tanam karet di Indonesia mencapai 3,4 juta hektar yang terdiri atas 83,2 % tanaman karet rakyat, 87% perkebunan negara dan 8,1% karet perkebunan swasta (Soerjani, 1996). Produksi karet yang dipasarkan adalah bentuk olahan karet remah, lateks pekat dan krep. Dalam proses produksi yang dilakukan, selain memperoleh produk utamanya juga menghasilkan produk sisa atau buangan seperti limbah padat dan cair.

Sludge yang akan digunakan pada penelitian ini adalah endapan dari IPAL industri karet remah yang berbentuk lumpur. Sludge berupa kumpulan massa mikroba yang terdiri dari bakteri, protozoa, metozoa dan fungi yang bercampur dengan lumpur yang terdiri bahan organik dan anorganik (Siregar, 1989).

Penelitian yang dilakukan Hattori (1988) dalam Siahaan (1999) bahwa pemberian sludge ke dalam tanah akan meningkatkan aktivitas bakteri penghasil enzim proteinase yang berfungsi untuk mendekomposisikan bahan organik dengan cepat dan pada fungi berperan untuk mendekomposisi bahan organik secara lambat.

Menurut Rusliansyah *et al.*, (2012) karakteristik limbah sludge Industri karet mengandung C-Organik 4,89%, N 0,96%, P₂O₅ 0,22%, K₂O 0,08%, CaCO₃ 1,5 %. Pada limbah sludge industri karet dilihat dari teksturnya yang sedikit lebih banyak mengandung pasir (49,85%) dibandingkan tanah liat (45,17%). Selain itu, limbah sludge juga mengandung komponen SiO₂ 23,21% yang dapat berfungsi sebagai bahan pengisi (filler) dan CaCO₃ 1,58% yang memiliki fungsi dalam proses perekatan. Selain kandungan hara yang terdapat pada sludge limbah cair

industri karet, kedua komponen ini sedikit dapat membantu dalam proses pembuatan pupuk organik granul, karena masih memiliki sifat lengket yang mampu merekatkan bahan serta sebagai penyedia unsur hara yang sangat dibutuhkan oleh tanah dan tanaman.