

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Hasil Peneliti Terdahulu

1. Berdasarkan penelitian terdahulu oleh Bima Dewantro dan Rahmat Andreas Sugianto dari D III Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Institute Teknologi Sepuluh November Surabaya pada tahun 2016, ditulis jurnal mengenai PEMBUATAN PUPUK NPK ORGANIK DARI URINE KELINCI GUANO DAN ABU MENGGUNAKAN METODE GRANULASI DENGAN PENGUJIAN TERHADAP PERTUMBUHAN SAWI (BRASSICA RAPA VAR). Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui efisiensi waktu granulasi pupuk, kemudian mengetahui komposisi terbaik pembuatan pupuk berdasarkan analisa kandungan bahan dan juga berdasarkan hasil aplikasi pada tanaman sawi (Brassica Rapa Var). Waktu granulasi yang paling efisien adalah 10 menit Komposisi terbaik pembuatan pupuk NPK granular adalah 1:3 (guano:abu tanaman), menghasilkan kandungan NPK total sebesar 9.03 % Komposisi pupuk terbaik berdasarkan pengujian pada tanaman sawi adalah 1:1 (guano:abu tanaman), menghasilkan tinggi tanaman sawi sebesar 9.1 cm dalam periode waktu 42 hari. Dari tujuan diatas dapat kita ketahui akan kandungan yang ada pada bahan-bahan dasar yang dicampurkan. Perbedaan penelitian peneliti sebelumnya dan peneliti sekarang, adalah peneliti sekarang melakukan penelitian dengan menggunakan metode aerasi dan fermentasi, dengan menambahkan campuran urine sapi, urine kelinci, effluent biogas dan daun kelor.
2. Berdasarkan penelitian terdahulu oleh Arum Asriyanti Suhastyo dan Fanny Tri Raditya dari Program Studi Agroindustri, Politeknik Banjarnegara pada tahun 2020, ditulis Jurnal mengenai “PENGARUH PEMBERIAN PUPUK CAIR DAUN KELOR DAN CANGKANG TELUR TERHADAP PERTUMBUHAN SAWI SAMHONG (Brassica juncea L.)”. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui adanya ketersediaan unsur hara makro dan unsur hara mikro pada tanah, jika

ketersediaan unsur hara di tanah tidak optimal, maka perlu adanya pemupukan. Kelor merupakan tanaman yang memiliki unsur makro dan asam amino yang hampir lengkap, hal ini dikarenakan daun kelor kaya akan zeatin, sitokinin, askorbat, fenolik dan mineral seperti Ca, K dan Fe yang dapat memicu pertumbuhan tanaman. Penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik cair (ekstrak daun kelor 40% dan air 60%) dan cangkang telur mengandung 97% kalsium karbonat serta mengandung rerata 3% fosfor dan 3% magnesium, natrium, kalium, seng, mangan, besi, dan tembaga, yang dapat berpengaruh baik pada setiap parameter pertumbuhan. Penelitian ini juga memiliki tujuan untuk mengkaji akan pengaruh aplikasi pupuk organik cair daun kelor dengan konsentrasi dan interval dari pemberian pupuk yang berbeda terhadap pertumbuhan tanaman sawi samhong dengan Rancangan penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok faktorial, dengan dua faktor yang dicobakan yaitu pemberian pupuk dan interval waktu pemberian pupuk. Faktor pertama: tanpa pemberian POC (K0), POC daun kelor: POC cangkang telur 25: 75 ml/l (K1), POC daun kelor : POC cangkang telur 50: 50 ml/l (K2), POC daun kelor : POC cangkang telur 75: 25 ml/l (K3). Faktor kedua :interval pemberian pupuk F1= 5 hari sekali, F2 =6 hari sekali, F3= 7 hari sekali. Masing-masing perlakuan diulang 3 kali sehingga didapatkan 36 satuan percobaan. Analisis data yang digunakan untuk mengetahui respon yang diamati terhadap perlakuan yang diberikan dilakukan Analisis Variance (ANOVA) dan apabila menunjukkan beda nyata dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan. Dari penelitian tersebut didapatkan hasil bahwa berdasarkan analisis tinggi tanaman dan jumlah daun sebagai indikator pertumbuhan tidak adanya pengaruh yang ditimbulkan dari pemberian pupuk cair daun kelor dan cangkang telur pada berbagai frekuensi dan konsentrasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik cair (ekstrak daun kelor 40% dan air 60%) berpengaruh baik pada setiap parameter pertumbuhan tanaman. Pemberian pupuk cair daun kelor dan cangkang telur terhadap pertumbuhan sawi samhong belum mampu meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun dan

berat segar tanaman. Perbedaan penelitian peneliti sebelumnya dan peneliti sekarang, adalah peneliti sekarang melakukan penelitian dengan menggunakan bahan campuran urine kelinci, urine sapi dan effluent biogas.

3. Berdasarkan penelitian terdahulu oleh Mujiyono¹, Sujangi², B. S. (2021). Dari jurusan Kesehatan Lingkungan, Politeknik Kesehatan Surabaya pada tahun 2021, ditulis Jurnal mengenai “Pengembangan Potensi Limbah Biogas dan Urine Sapi Untuk Pupuk Cair Organik” penelitian ini bertujuan untuk mengolah limbah biogas dan urine sapi menjadi pupuk cair organik yang memenuhi syarat kesehatan, peneliti juga bertujuan untuk mengolah limbah biogas dan urine sapi menjadi pupuk cair organik. Penelitian eksperimental ini menggunakan Rancangan Acak yang terdiri dari 5 formulasi pupukcair organik yang diberi perlakuan yaitu perbandingan limbah biogas dan urine sapi dengan perbandingan rumus : A (3:1); B (1:1); C (2:1); D (1:0) dan E (0:1). Setiap perlakuan dilakukan ulangan sebanyak 3 kali, sehingga diperoleh 15 sampel. Untuk mempercepat proses pembuatan pupuk ditambahkan EM4 1%. Proses pembuatan pupuk menggunakan metode aerasi dan fermentasi. Penilaian hasil pematangan pupuk berdasarkan parameter fisik dan kimia. Hasil pengukuran parameter kimia adalah: N (1,03%-1,51%), P (0,78%-1,22%); K (0,15%-4,51%) dan rasio C/N (13,9-23,0). Rasio limbah biogas dan urine terbaik adalah 1:1. Hasil pengukuran parameter fisik adalah bau khas fermentasi/tape; pH (7,0-8,6); warna/tekstur: coklat tua; dan ini tidak melanggar batasan peraturan menteri kesehatan.

No	Nama dan Judul Penelitian	Desain Penelitian dan Uji	Variabel Penelitian	Hasil	Perbedaan Penelitian
1.	Bima Dewantoro dan Rahmat Andreas Sugianto "Pembuatan Pupuk Organik Dari Urine Kelinci Guano Dan Abu Menggunakan Metode Granulasi Dengan Pengaruh Terhadap Pertumbuhan Sawi (Brassica Var)"	Desain Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok faktorial, dengan dua faktor yang dicobakan yaitu putaran granulator, waktu lama granulasi dan komposisi bahan.	Ada 2 Variable yang digunakan yaitu: Variable tetap (Putaran Granulator : 60 rpm) Variable Berubah (Waktu Lama Granulasi : 5 menit, 10 menit, 15 menit, 20 menit dan Komposisi Bahan : 1:1, 1:2, 1:3 (guano : abu) menghasilkan kandungan NPK total sebesar 9.03 %.	1. Waktu granulasi yang paling efisien adalah 10 menit 2. Komposisi terbaik pembuatan pupuk NPK granular adalah 1:3 (guano : abu tanaman), menghasilkan kandungan NPK total sebesar 9.03 % 3. Komposisi pupuk terbaik berdasarkan pengujian pada tanaman sawi adalah 1:1 (guano : abu tanaman), menghasilkan tinggi tanaman sawi sebesar 9,1 cm dalam periode waktu 42 hari.	Peneliti sekarang melakukan penelitian dengan menggunakan metode aerasi dan fermentasi, dengan menambahkan campuran urine sapi, effluent biogas dan daun kelor.
2.	Arum Asriyanti Suhastyo dan Fanny Tri Raditya "Pengaruh Pemberian Pupuk Cair Daun Kelor dan	Desain Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok faktorial, dengan dua faktor yang dicobakan yaitu	Faktor pertama: tanpa pemberian POC (K0), POC daun kelor: POC cangkang telur 25: 75 ml/l (K1), POC daun kelor : POC cangkang telur 50:	Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian pupuk sdan interval waktu pemberian pupuk tidak berbeda nyata terhadap tinggi tanaman. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian pupuk dan	Peneliti sekarang melakukan penelitian dengan menggunakan bahan campuran urine kelinci, urine sapi dan biogas.

	<p>memberian pupuk dan interval waktu pemberian pupuk. Analisis data yang digunakan adalah Analisis Variance (ANOVA) dan apabila menunjukkan beda nyata dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan</p>	<p>50 ml/l (K2), POC daun kelor : POC cangkang telur 75: 25 ml/l (K3). Faktor kedua :interval pemberian pupuk F1= 5 hari sekali, F2 =6 hari sekali, F3= 7 hari sekali.</p>	<p>interval waktu pemberian pupuk tidak berbeda nyata terhadap jumlah daun. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian pupuk dan interval waktu pemberian pupuk tidak berbeda nyata terhadap berat segar tanaman</p>
<p>3. Mujiono, Sujangi dan Beny Suyanto “Pengembangan Potensi Limbah Biogas dan Urine Sapi Untuk Pupuk Cair Organik”</p>	<p>Eksperimen dengan desain post test only</p>	<p>Variabel Bebas : Limbah Biogas dan Urine Sapi Untuk Pupuk Cair Organik Variabel Terikat : Kandungan NPK</p>	<p>Proses aerasi selama 2 x 24 jam dan fermentasi selama 14 hari, menghasilkan parameter fisik pupuk organik cair yang memenuhi persyaratan Menteri Pertanian Republik Indonesia; serta parameter kimia: K dalam perbandingan limbahbiogas dan urine sapi 1:1; Perbandingan C/N (3:1) dan (1:1). Sedangkan P tidak memenuhi syarat</p>

Tabel II.1 Matriks perbedaan peneliti terdahulu dengan penelitian sekarang

B. Telaah Pustaka

1. Pengertian Pupuk

Pupuk adalah bahan yang mengandung beberapa unsur hara atau nutrisi bagi tanaman untuk mempercepat perkembangan tanaman. Unsur hara yang diperlukan oleh tanaman adalah: C, H, O (ketersediaan di alam melimpah), N, P, K, Ca, Mg, S (hara makro), dan Fe, Mn, Cu, Zn, Cl, Mo B (hara mikro) (Hayati et al., 2019)

Pupuk menurut Buku Pertanian Alami (Dewantoro & Sugianto, 2016), adalah bahan dan zat makanan yang diberikan atau ditambahkan kepada tanaman, dengan maksud zat makanan untuk tanah itu bertambah. Pupuk juga dibagi menjadi 2 kelompok, pupuk organik dan pupuk anorganik. Pupuk Organik adalah pupuk yang berasal dari tumbuhan mati, kotoran hewan dan/atau bagian hewan, dan/atau limbah organik lainnya yang telah melalui proses rekayasa, berbentuk padat atau cair dapat diperkaya dengan bahan mineral dan/atau mikroba yang bermanfaat untuk meningkatkan kandungan hara dan bahan organik tanah, serta memperbaiki sifat fisik, kimia, dan/atau biologi tanah.

Peraturan Keputusan Menteri Pertanian tentang Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenh Tanah Nomor 261/KPTS/SR.310/M/4/2019 mencabut dan mengganti Peraturan Menteri Pertanian Nomor 1 Tahun 2019 tentang Peraturan Menteri Pertanian tentang Pendaftaran Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenh Tanah. Kepmetan Nomor 261/KPTS/SR.310/M/4/2019 tentang Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenh Tanah ditandatangani dan ditetapkan oleh Menteri Pertanian Amran Sulaiman di Jakarta pada tanggal 1 April 2019.

Tabel II.2 Parameter berdasarkan Kepmetan Nomor 261 Tahun 2019

No.	PARAMETER	SATUAN	STANDAR MUTU
1.	C - organik	% (w/v)	minimum 10
2.	Hara makro: N + P ₂ O ₅ + K ₂ O	% (w/v)	2 - 6
3.	N-organik	% (w/v)	minimum 0,5
4.	Hara mikro** Fe total Mn total Cu total Zn total B total Mo total	ppm ppm ppm ppm ppm ppm	90 - 900 25 - 500 25 - 500 25 - 500 12 - 250 2 - 10
5.	pH	-	4 - 9
6.	<i>E.coli</i> <i>Salmonella sp</i>	cfu/ml atau MPN/ml cfu/ml atau MPN/ml	< 1 x 10 ² < 1 x 10 ²
7.	Logam berat As Hg Pb Cd Cr Ni	ppm ppm ppm ppm ppm ppm	maksimum 5,0 maksimum 0,2 maksimum 5,0 maksimum 1,0 maksimum 40 maksimum 10
8.	Unsur/senyawa lain*** Na Cl	ppm ppm	maksimum 2.000 maksimum 2.000

2. Sumber Pupuk Organik Cair (POC)

Sumber Pupuk Organik Cair (POC) yang diteliti merupakan konversi dari beberapa bahan, diantaranya yaitu :

a. Urine

Urine merupakan salah satu limbah cair yang dapat ditemukan di tempat pemeliharaan hewan. Urine dibentuk di daerah ginjal setelah dieliminasi dari tubuh melalui saluran kencing dan berasal dari metabolisme nitrogen dalam tubuh (urea, asam urat, dan keratin) serta

90% urine terdiri dari air. Urine yang dihasilkan ternak dipengaruhi oleh makanan, aktivitas ternak, suhu eksternal, konsumsi air, musim dan lain sebagainya (Ramadhani et al., 2020). Pupuk organik cair urine sapi merupakan salah satu pupuk organik potensial sebagai sumber hara bagi tanaman seperti N, P dan K.

Cairan urine sapi memiliki kandungan hara yang lebih tinggi dibandingkan dengan kotoran padatnya (Ramadhani et al., 2020). Urin sapi diketahui memiliki kandungan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman antara lain N, P, K, Ca, Hg, Na, Fe, Mn, Zn, Cu, dan Cr. Kandungan unsur-unsur tersebut, dapat membantu pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Ramadhani et al., 2020). Disini peneliti mengambil 2 bahan baku urin yang digunakan sebagai pembuatan pupuk organik cair.:

1) Urine Sapi

Limbah dari peternakan sapi di Indonesia belum banyak dimanfaatkan. Sebagian peternak memanfaatkan limbah ini sebagai bahan biogas dan sebagian membuangnya langsung ke sungai, sehingga menjadi salah satu penyebab polusi lingkungan. Dalam sehari satu ekor sapi dapat menghasilkan urine sebanyak ± 20 l. Urine sapi dapat dimanfaatkan sebagai pupuk untuk tanaman karena memiliki unsur hara makro dan mikro serta memiliki hormon alami (Ramadhani et al., 2020).

Urine sapi merupakan kotoran ternak yang berbentuk cair. Selama ini urine sapi dibuang karena dianggap kotor juga bau, dan ternyata urine memiliki manfaat menjadi pupuk cair bagi tanaman (Ramadhani et al., 2020). Pupuk organik cair urine sapi selain dapat bekerja cepat, juga mengandung hormon tertentu yang ternyata dapat merangsang perkembangan tanaman (Ramadhani et al., 2020). Kandungan zat hara pada urine sapi adalah nitrogen 1,00%, fosfor 0,50%, kalium 1,50%, dan air sebanyak 92%. Setelah difermentasi hara makro meningkat yaitu

nitrogen 2,7%, fosfor 2,4%, Kalium 3,8% dan karbon menjadi 3,8% (Ramadhani et al., 2020).

Tabel II.3 Tabel kandungan urine sapi

No	Bahan Baku	Kandungan		
		N	P	K
1	Urine Sapi	1,00%	0,50%	2,3%

Urine sapi juga mengandung hormon tertentu yang dapat merangsang perkembangan tanaman. Kandungan N yang tinggi pada urine sapi, menjadikan urine sapi cocok digunakan sebagai pupuk cair yang dapat menyediakan unsur hara nitrogen bagi tanaman. Di dalam urine sapi juga terdandung unsur hara P yang berguna untuk pembentukan bunga dan buah, serta unsur hara K yang berfungsi untuk meningkatkan proses fotosintesis, aktivator bermacam sistem enzim, memperkuat perakaran, dan meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit (Ramadhani et al., 2020).

Peningkatan kandungan hara pada urine sapi dapat ditingkatkan dengan dilakukan fermentasi. Urine sapi yang difermentasi memiliki kadar nitrogen, fosfor, dan kalium lebih tinggi dibanding dengan sebelum difermentasi. Urine sapi yang difermentasi selama 15 hari memiliki kandungan N, P dan K yang lebih tinggi dibanding urine sapi yang difermentasi selama 3, 6, 9 dan 12 hari maupun urine sapi yang tidak difermentasi (Ramadhani et al., 2020).

2) Urine kelinci

Kandungan yang ada dalam urine kelinci yaitu 2,2% nitrogen, 8,7% fosfor, 2,3% potasium, 3,6% sulfur, 1,26% kalsium dan 4,0% magnesium. Urine kelinci dapat dijadikan sebagai pupuk cair organik yang sangat bermanfaat untuk tanaman. Pupuk cair lebih mudah dimanfaatkan tanaman karena

unsur-unsur didalamnya mudah terurai sehingga manfaatnya lebih cepat terasa (Dewantoro & Sugianto, 2016).

Tabel II.4 Tabel kandungan urine kelinci

No	Bahan Baku	Kandungan					
		N	P	K	SO ₂	Ca	Mg
1	Urine kelinci	2,2%	8,7%	2,3%	3,6%	1,26%	4,0%

Selain dapat memperbaiki struktur tanah, pupuk organik cair urine kelinci bermanfaat juga untuk pertumbuhan tanaman, herbisida pra-tumbuh dan dapat mengendalikan hama penyakit, mengusir hama tikus, walang sangit dan serangga kecil pengganggu lainnya (Dewantoro & Sugianto, 2016).

b. Effluent Biogas

Limbah biogas (slurry) merupakan limbah hasil proses digester dari seperangkat alat biogas yang telah menghasilkan biogas untuk keperluan memasak. Waktu tinggal dalam digester, mengalami proses fermentasi anaerobic untuk menghasilkan gas methan untuk memasak pengganti LPG.

Limbah yang dihasilkan dari pembuatan biogas akan menimbulkan masalah yang kompleks. Selain bau tidak sedap, keberadaanya juga mencemari lingkungan, membutuhkan lahan pembuangan yang tidak sedikit dan bisa menjadi sumber penyakit. Untuk mengurangi efek negatif dari pembuatan biogas, bahan keluaran dari sisa proses pembuatan biogas dapat dijadikan pupuk organik. Untuk menaikkan kadar unsur hara (Nitrogen, Phospor, Kalium, Carbon) pada limbah biogas yang akan dijadikan pupuk organo cair maka di gunakan bahan aditif yaitu Urine Kambing, dan Ampas Tahu Tahu (N Nurjannah et al., 2018).

Bahan biogas Kotoran sapi dari 2 ekor sapi diperoleh 20 kg kotoran sapi yang dicampur air 40 lt dalam sehari dimasukan dalam digester 1900 lt dan dalam 24 hari menghasilkan 0,93 m³ biogas yang cukup untuk kebutuhan memasak sehari-hari rumah tangga. Dari penelitian tersebut setelah 24 hari menghasilkan 60 lt slurry

setiap hari dan bahan tersebut dapat digunakan untuk bahan baku pupuk organik cair (POC). (Mujiono dkk, 2018). Menurut Penggunaan teknologi digester biogas 1.6 m³ per hari menghasilkan slurry sebanyak 1.440 lt/bulan dan kompos 13 kg (Adityawarman, 2015).

Dengan metode fermentasi anaerob menunjukkan bahwa limbah biogas pada pemeriksaan sebelum proses digester kandungan N (0,10%) kandungan P (1,13%) kandungan K (0,59 %) kandungan S (1,19%). Setelah proses 7 hari N mengalami kenaikan (9,09 %) P penurunan (12,389 %) K (0%) S kenaikan (13,14%). 14 hari N kenaikan (28,571%) P mengalami penurunan (25,664%) K naik (4,839%) S naik (38,974). Dan hasil 21 hari N naik (41,176%) K penurunan (30,088%) S ada kenaikan (43,6%). Kandungan NPK (Nitrogen, Fosfor, dan Kalium) dalam bio-slurry cair terdiri dari nitrogen (0.25%), fosfor (0.13), dan kalium (0.12%). Sedangkan kandungan NPK dalam bio-slurry kering (padat) terdiri dari nitrogen (3.6%), fosfor (1.8%), dan kalium (3.6%). Selama proses fermentasi, sekitar 30 – 40% material organik dikonversi menjadi biogas, yaitu senyawa metan (CH₄) dan senyawa karbondioksida (CO₂). (Singgih & Yusmiati, 2018).

Tabel II.5 Tabel kandungan effluent biogas

No	Bahan Baku	Kandungan			
		N	P	K	SO ₂
1	Effluent Biogas	0,10%	1,13%	0,59 %	1,19%

c. Daun Kelor

Kelor merupakan tanaman yang memiliki unsur makro dan asam amino yang hampir lengkap. Ekstrak daun kelor dapat digunakan untuk mempercepat pertumbuhan tanaman secara alami. Hal ini dikarenakan daun kelor kaya akan zeatin, sitokinin, askorbat, fenolik dan mineral seperti Ca, K dan Fe yang dapat memicu pertumbuhan tanaman. Sitokinin merupakan hormon tanaman yang menginduksi

pembelahan sel, pertumbuhan, dan mendorong pertumbuhan sel baru serta menunda penuaan sel (Arum Asriyanti Suhastyo, 2016).

Zeatin merupakan anti oksidan kuat dengan sifat anti penuaan. Mengingat kandungan nutrisinya, ekstrak daun kelor merupakan pupuk organik yang paling baik untuk semua jenis tanaman sehingga daun kelor dapat dimanfaatkan sebagai pupuk cair, terdapat pengaruh pemberian pupuk organik cair daun kelor terhadap pertumbuhan tanaman pakchoy (*Brassica rapa L.*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik cair (ekstrak daun kelor 40% dan air 60%) berpengaruh baik pada setiap parameter pertumbuhan tanaman (Jeklin, 2016). Unsur hara pada pupuk daun kelor dengan penambahan kulit buah pisang mengandung Nitrogen 0,28%, Posfor 497,78 ppm, dan Kalium 538,70 ppm, Hal ini sesuai dengan hasil penelitian (Susila 2016 dalam Mohammadi et al., 2017).

3. Faktor yang Mempengaruhi Kualitas Hasil Pupuk Organik Cair (POC)

Beberapa kondisi dapat mempengaruhi kualitas hasil pupuk cair organik adapun beberapa hal tersebut antara lain, yaitu:

a. Ukuran bahan

Semakin kecil ukuran bahan, proses pembuatan pupuk yang terjadi maka akan lebih cepat dan lebih baik karena mikroorganisme lebih mudah beraktivitas pada bahan yang berukuran lebih kecil dibandingkan dengan bahan dengan ukuran lebih besar. Tujuannya untuk mempercepat proses penguraian oleh bakteri dan mempermudah pencampuran bahan (Ii et al., 2009).

b. Jumlah mikroorganisme

Mikroorganisme salah satu faktor terpenting pada proses pembuatan pupuk organik karena berperan merombak bahan organik menjadi pupuk. Mikroorganisme dibedakan menjadi mikroorganisme mesofilik yang hidup pada temperatur rendah (10-45°C) dan

mikroorganisme termofilik yang hidup pada temperatur tinggi (45-65°C).

c. Kelembaban

Umumnya mikroorganisme tersebut dapat bekerja dengan kelembaban sekitar 40-60%. Kondisi tersebut perlu dijaga agar mikroorganisme dapat bekerja secara optimal. Kelembaban yang lebih rendah atau tinggi dapat menyebabkan mikroorganisme tidak berkembang atau mati.

d. Aerasi

Aerasi merupakan proses pengolahan air dengan cara mengontakkan dengan udara. Proses aerasi pada dasarnya adalah untuk memberikan oksigen atau gelembung ke dalam air untuk meningkatkan kandungan oksigen terlarut dalam air. Limbah cair biogas diaerasi selama 24 jam, 48 jam, 72 jam atau 2-3 hari, dengan tujuan untuk menghilangkan gas dan bau dari cairan tersebut. Selain menghilangkan gas dan bau, aerator juga berfungsi sebagai penambah oksigen pada mikroorganisme yang terkandung didalamnya dan meningkatkan unsur anaerob. Selanjutnya cairan tersebut dibiakkan selama 2 hari untuk mengendapkan partikel dan cairan yang dihasilkan menjadi bening seperti air teh (Adityawarman, 2015).

Aerator dapat digunakan dengan beberapa type, diantaranya yaitu spray aerator, Cascade aerator, multy tray aerator, Cone Aerator , Packed Columns dan injector aerator. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Aerasi : Karakteristik zat yang mudah menguap; Temperatur air dan temperatur udara sekitarnya; Resistansi perpindahan gas; Tekanan parsial gas pada lingkungan aerator; Turbelensi (pergerakan) pada fase gas dan cair; Perbandingan luas permukaan kontak dengan volume aerator dan waktu kontak.

Manfaat aerasi yaitu menghilangkan bau yang dihasilkan oleh bahan dasar urine sapi, urine kelinci dan biogas. Selain manfaat diatas

aerasi juga dapat menambahkan oksigen pada mikroorganisme yang terkandung didalamnya.

e. Fermentasi

Fermentasi merupakan segala macam proses metabolisme (enzim, jasad renik secara oksidasi, reduksi, hidrolisa, atau reaksi kimia lainnya) yang melakukan perubahan kimia pada suatu substrat organik dengan menghasilkan produk akhir. Dalam proses pembuatan pupuk organik cair dilakukan fermentasi selama 14 hari. Fermentasi bertujuan untuk memecah senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana dengan bantuan mikroorganisme dengan indikator bau urine sudah berkurang atau hilang (Rasyid, 2017).

Pembuatan pupuk organik cair dengan proses fermentasi keberhasilannya ditandai dengan adanya lapisan putih pada permukaan, bau yang khas seperti bau tape, dan warna berubah dari hijau menjadi coklat dan pupuk yang dihasilkan berwarna kuning kecoklatan. Lapisan putih pada permukaan pupuk merupakan actinomycetes, yaitu jenis jamur tumbuh setelah terbentuknya pupuk (Indrayani Mutiara, dkk 2019).

f. Efektif Mikroorganism (EM)

Effective microorganism (EM4) merupakan mikroorganisme (bakteri) pengurai yang dapat membantu dalam pembusukan sampah organik menjadi lebih singkat, mudah dan berkualitas lebih baik. Effective microorganism (EM4) berisi sekitar 80 genus mikroorganisme fermentasi, di antaranya bakteri fotosintetik, *Lactobacillus* sp, *Streptomyces* sp, *Actinomycetes* sp dan ragi. EM4 digunakan untuk pengomposan modern (Rasyid, 2017)

Effective microorganism dibuat dari bahan-bahan yang mengandung mikroorganisme pengurai, antara lain isi perut binatang atau ternak ruminansia. Seperti kambing atau sapi, berupa rumput-rumputan yang sudah dicerna oleh lambung hewan-hewan tersebut (Lesmana & Apriyani, 2019). Ukuran bahan yang lebih kecil, waktu

fermentasi yang lama, dan jumlah EM4 yang cukup banyak dapat mempercepat proses pendegradasian dan mempengaruhi kualitas pupuk cair yang dihasilkan. Sampah sayur diblender 1500 gr ditambah EM4 350 ml, Molase : 100 ml, air 700 ml pada hari ke 25 yaitu Rasio C/N 30,22, C-Organik 26,66 %, Nitrogen 0,88 % dan Biogas 13 ml (Erickson Sarjono Siboro et al., 2013)

g. Keasaman (pH)

Bahan yang dikomposkan terlalu asam, dapat menaikkan pH dengan menambahkan kapur. Sedangkan jika pH terlalu tinggi bisa diturunkan dengan menambahkan bahan yang bersifat asam (mengandung nitrogen) seperti urea atau kotoran hewan. Keasaman atau pH dalam tumpukan kompos mempengaruhi aktivitas mikroorganisme. Kisaran pH yang baik 6,5-7,5 (Lesmana & Apriyani, 2019).

4. Kandungan Unsur Hara Makro dan Fungsinya

Secara garis besar, tanaman atau tumbuhan memerlukan 2 (dua) jenis unsur hara untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangan yang optimal. Dua jenis unsur hara tersebut disebut unsur hara makro dan unsur hara mikro. Unsur hara makro adalah unsur-unsur hara yang dibutuhkan tumbuhan dalam jumlah yang relatif besar.

a. Nitrogen (N)

Unsur nitrogen sangat berperan dalam pembentukan sel tanaman, jaringan, dan organ tanaman. Nitrogen memiliki fungsi utama sebagai bahan sintesis klorofil, protein, dan asam amino. Oleh karena itu unsur nitrogen dibutuhkan dalam jumlah yang cukup besar, terutama pada saat pertumbuhan memasuki fase vegetatif. Bersama dengan unsur fosfor (P), Nitrogen ini digunakan dalam mengatur pertumbuhan tanaman secara keseluruhan. Terdapat dua bentuk Nitrogen, yaitu ammonium (NH_4) dan nitrat (NO_3). Berdasarkan sejumlah penelitian para ahli, membuktikan ammonium sebaiknya

tidak lebih dari 25% dari total konsentrasi nitrogen. Jika berlebihan, sosok tanaman menjadi besar tetapi rentan terhadap serangan penyakit.

Nitrogen yang berasal dari amonium akan memperlambat pertumbuhan karena mengikat karbohidrat sehingga pasokan sedikit. Dengan demikian cadangan makanan sebagai modal untuk berbunga juga akan minimal. Akibatnya tanaman tidak mampu berbunga. Seandainya yang dominan adalah nitrogen bentuk nitrat, maka sel-sel tanaman akan kompak dan kuat sehingga lebih tahan penyakit. Untuk mengetahui kandungan N dan bentuk nitrogen dari pupuk bisa dilihat dari kemasan (Marjenah et al., 2018).

b. Fosfor atau Phosphor (P)

Unsur Fosfor (P) merupakan komponen penyusun dari beberapa enzim, protein, ATP, RNA, dan DNA. ATP penting untuk proses transfer energi, sedangkan RNA dan DNA menentukan sifat genetik dari tanaman. Unsur P juga berperan pada pertumbuhan benih, akar, bunga, dan buah. Pengaruh terhadap akar adalah dengan membaiknya struktur perakaran sehingga daya serap tanaman terhadap nutrisi pun menjadi lebih baik. Bersama dengan unsur Kalium, Fosfor dipakai untuk merangsang proses pembungaan. Hal itu wajar sebab kebutuhan tanaman terhadap fosfor meningkat tinggi ketika tanaman akan berbunga.

c. Kalium (K)

Unsur Kalium berperan sebagai pengatur proses fisiologi tanaman seperti fotosintesis, akumulasi, translokasi, transportasi karbohidrat, membuka menutupnya stomata, atau mengatur distribusi air dalam jaringan dan sel. Kekurangan unsur ini menyebabkan daun seperti terbakar dan akhirnya gugur. Unsur kalium berhubungan erat dengan kalsium dan magnesium. Ada sifat antagonisme antara kalium dan kalsium. Dan juga antara kalium dan magnesium. Sifat antagonisme ini menyebabkan kekalahan salah satu unsur untuk

diserap tanaman jika komposisinya tidak seimbang. Unsur kalium diserap lebih cepat oleh tanaman dibandingkan kalsium dan magnesium. Jika unsur kalium berlebih gejalanya sama dengan kekurangan magnesium. Sebab, sifat antagonisme antara kalium dan magnesium lebih besar daripada sifat antagonisme antara kalium dan kalsium. Kendati demikian, pada beberapa kasus, kelebihan kalium gejalanya mirip tanaman kekurangan kalsium (Dewantoro & Sugianto, 2016).

5. Pengaruh Kandungan NPK pada Kualitas Pupuk

Pupuk merupakan material yang penting untuk pertumbuhan tanaman, hal ini dikarenakan pupuk memiliki sejumlah nutrisi yang diperlukan oleh tanaman. Unsur hara makro dan mikro yang cukup untuk pertumbuhan tanaman sangat dibutuhkan di dalam kandungan pupuk. Berdasarkan asalnya pupuk dibagi menjadi dua, yaitu pupuk organik seperti pupuk kandang, kompos, humus, dan pupuk hijau.

Pemberian pupuk kepada tanaman tidak hanya meningkatkan nutrisi tanah, tetapi juga dapat meningkatkan ketahanan tanaman dengan melepaskan satu atau lebih jenis kation ke dalam tanah selama proses pemupukan. Ion-ion bebas ini mudah diserap oleh tanaman untuk memenuhi kebutuhannya.

Penggunaan pupuk organik dapat mengikat unsur hara dalam tanah sehingga tidak mudah tercuci dan dapat memenuhi kebutuhan tanaman dengan seimbang. Pupuk organik mampu memperbaiki keasaman pada tanah, sehingga penggunaan dalam jangka panjang dapat menghasilkan tanah yang baik apabila terus memperhatikan dan mempertahankan kadar bahan organik yang tersedia di dalam tanah. Tanah yang cenderung basa dengan pemberian pupuk organik akan menurunkan pH tanah. Sifat biologi tanah juga akan diperbaiki dengan menggunakan pupuk organik, selain itu pupuk organik dapat merangsang pertumbuhan mikroorganisme

yang berguna bagi tanaman untuk mengikat unsur hara yang berada di dalam tanah maupun diudara (Puspita et al., 2016).

Penggunaan bahan organik juga harus memperhatikan kadar yang sesuai, sehingga tidak menyebabkan imobilisasi. Imobilisasi adalah keadaan dimana berkurangnya unsur hara di dalam tanah karena penurunan aktivitas mikroba. Peran pemerintah penting dalam menetapkan standar mutu dalam pupuk organik cair.

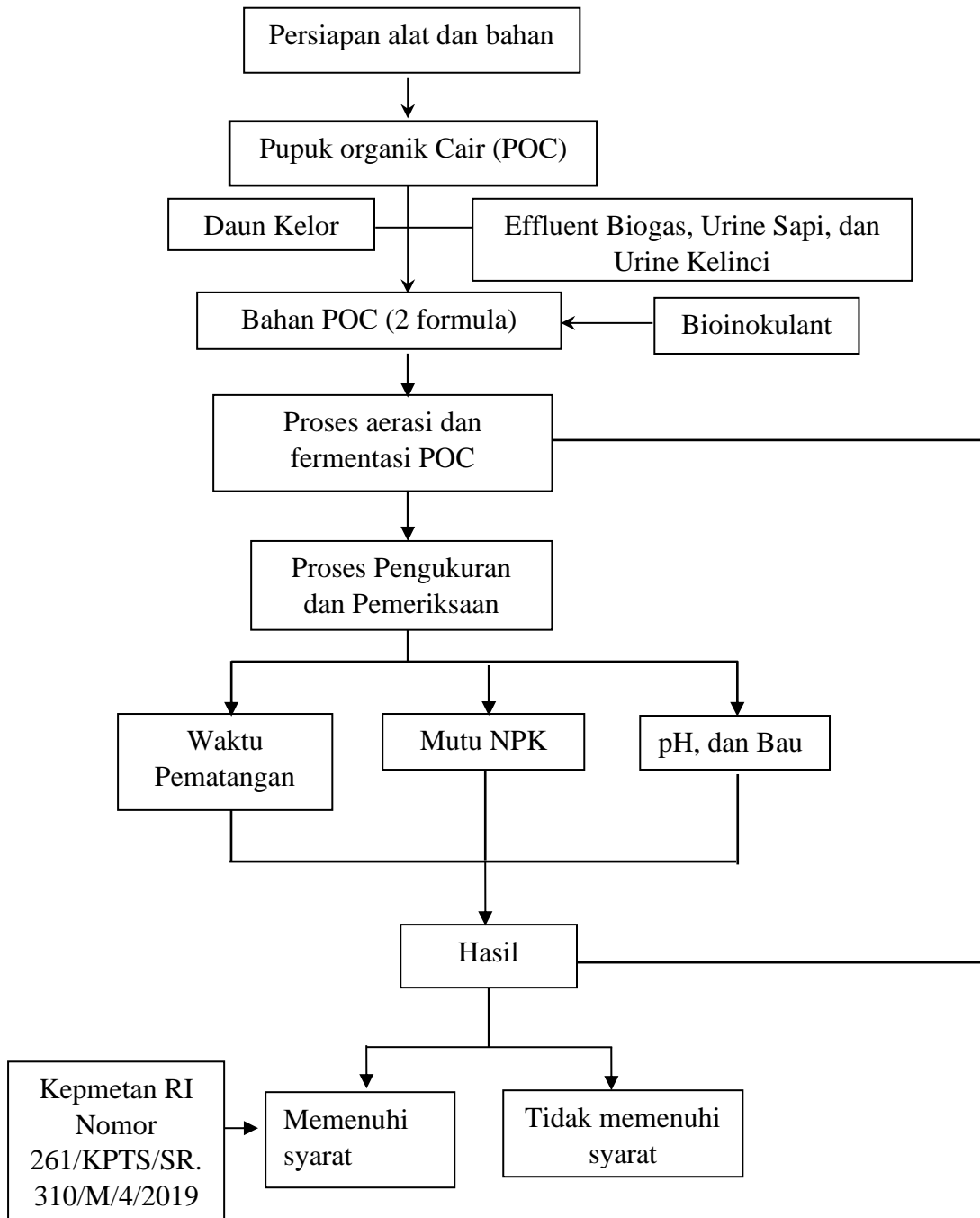
Unsur hara di dalam tanah seperti nitrogen merupakan senyawa yang mudah menguap, sedangkan fosfor dan kalium mudah terbawa oleh air. Penyerapan nitrogen oleh tanaman dalam bentuk NH_4^+ atau NO_3^- ini dipengaruhi oleh sifat tanah, jenis tanaman, dan tahap pertumbuhan tanaman. Nitrogen secara biologi diikat oleh bakteri nonsimbiotik dan ganggang hijau biru. Bakteri jenis ini hidup bersimbiosis dengan akar tumbuhan polong-polongan membentuk bintil akar (Paulo, 2019).

Tanaman mengambil nitrogen dari tanah secara berkelanjutan dan kebutuhan nitrogen tanaman akan terus meningkat dengan bertambahnya ukuran. Fosfat merupakan bentuk fosfor yang dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan. Fosfor merupakan mineral yang penting untuk merangsang pertumbuhan, transfer energi dan pembentukan sel baru. Tanaman menyerap fosfor di dalam tanah dalam bentuk H_2PO_4^- atau HPO_4^{2-} absorpsi kedua ion dipengaruhi oleh pH tanah pada kondisi pH rendah absorpsi dalam bentuk H_2PO_4^- akan meningkat (Tarigan, 2013). Ortofosfat merupakan bentuk fosfor yang paling sederhana. Bentuk fosfor berubah-ubah secara terus menerus, hal ini dikarenakan proses dekomposisi dan sintesis antara bentuk organik dan anorganik yang dilakukan oleh mikroba.

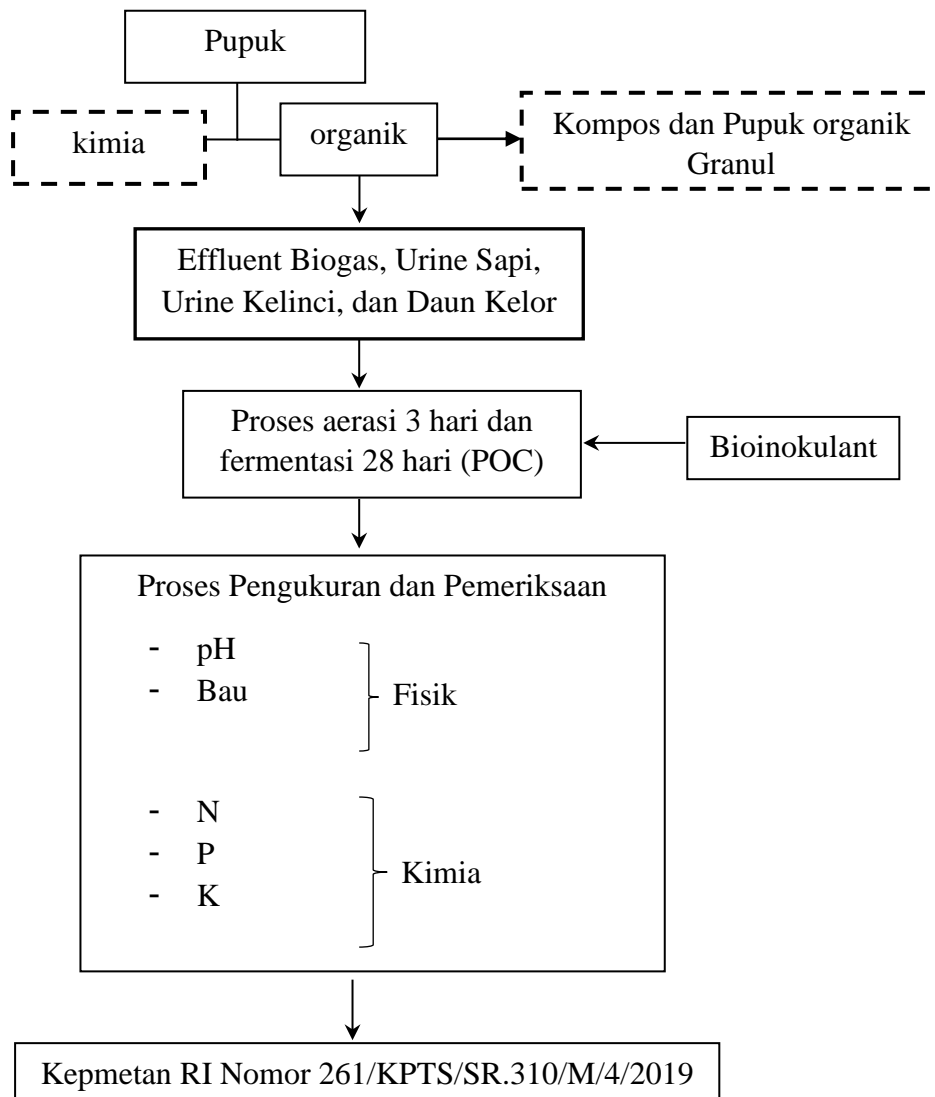
Tanaman yang kekurangan kadar fosfornya di dalam tanah akan berwarna kekuningan. Penggunaan fosfor dalam pupuk cair lebih efektif dibandingkan pupuk padat, karena pengaplikasian langsung pada tanaman mengakibatkan fosfor tidak mudah tercuci oleh air dan dapat diserap oleh tanaman secara langsung (Ramadhani et al., 2020).. Kekurangan kalium pada tanaman akan menunjukkan gejala daun terbakar dimulai ujung atau

pinggir, muncul bercak-bercak nekrotik berwarna coklat pada daun dan batang yang tua. Ketersediaan unsur kalium dalam pupuk dipengaruhi oleh jenis bahan yang dikomposkan, bahan organik yang mengandung hijauan dapat meningkatkan kandungan kalium lebih tinggi.

C. Kerangka Teori



D. Kerangka Konsep



Keterangan :

- _____ : diteliti
- : tidak diteliti