

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Biogas

Biogas menjadi salah satu alternatif dalam pengolahan limbah, khususnya pada bidang peternakan yang setiap hari menyumbangkan limbah. Limbah peternakan tidak akan jadi masalah jika jumlah yang dihasilkan sedikit. Bahaya limbah peternakan adalah ketika feses dan urin menumpuk dan dibiarkan begitu saja maka akan menghasilkan gas metan (CH_4) dan karbondioksida (CO_2) yang akan menguap di udara kemudian terperangkap di atmosfer bumi (Windyasmara *et al.*, 2012). Hal ini mengakibatkan pemantulan radiasi panas matahari akan terhambat di atmosfer kemudian radiasi panas matahari dipantulkan kembali ke bumi sehingga panas permukaan bumi akan meningkat atau singkatnya dapat mengakibatkan pemanasan global. Selain itu limbah peternakan dapat menjadi polutan karena dekomposisi kotoran ternak yang berupa BOD dan COD (*Biological/Chemical Oxygen Demand*), bakteri patogen sehingga menyebabkan polusi air (terkontaminasinya air bawah tanah dan air permukaan), polusi udara, debu dan bau yang ditimbulkan (Efriza, 2009).

Biogas merupakan hasil dari degradasi atau dekomposisi dari bahan organik seperti seperti kotoran hewan dan manusia, sampah organik, tumbuhan oleh bakteri pengurai (fermentasi) pada sebuah biodigester yang terjadi anaerob (Mara dan Alit, 2011; Haryati, 2006). Bahan organik berfungsi sebagai sumber makanan bagi bakteri pengurai dalam proses fermentasi, dari proses penguraian tersebut

akan dihasilkan metan, karbondioksida dan gas-gas lainnya serta air. Proses fermentasi akan berjalan secara optimal jika kondisi C/N berkisar 20 - 25, temperatur 32 - 35°C, pH antara 6,8 - 8 serta air yang cukup.

Gas metan mengandung satu atom C dan 4 atom H yang mempunyai sifat mudah terbakar (Seseray *et al.*, 2012). Gas metan dapat dibakar sehingga menghasilkan energi panas. Energi panas yang dihasilkan dapat dimanfaatkan sebagai energi alternatif pengganti LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) dan pembangkit listrik. Sisa hasil biogas berupa lumpur (*slurry*) dapat dimanfaatkan menjadi pupuk kompos siap pakai (Harahap, 2007).

2.2. Feses Sapi Perah

Limbah yang dihasilkan dari peternakan sapi perah merupakan limbah organik yang berupa feses, urin, sisa pakan dan air bekas memandikan ternak. Pengolahan yang dilakukan peternak khususnya feses hanya sebatas dijadikan pupuk organik, akan tetapi ada alternatif lain dalam pengolahan feses yaitu dengan pembuatan biogas (Sasongko, 2010; Wibowo *et al.*, 2013). Feses sapi perah masih mengandung bahan organik dari sisa hasil metabolisme tubuh yang digunakan, sehingga feses sapi perah cocok digunakan sebagai bahan baku pengisi biogas (Windyasmara *et al.*, 2012).

Imbangan karbon (C) dan nitrogen (N) atau rasio C/N yang terkandung dalam bahan organik sangat berpengaruh terhadap produksi gas metan yang dihasilkan. Rasio C/N pada bahan organik agar proses pembentukan gas metan berjalan optimal diperlukan rasio C/N adalah 25 - 30 (Hartono, 2009). Feses sapi

perah mempunyai kandungan C/N sebesar 18. Komposisi C/N feses sapi perah perlu ditambahkan bahan lain supaya mempunyai C/N yang lebih tinggi (Simamora *et al.*, 2006).

2.3. Limbah Padat Tepung Tapioka

Industri tepung tapioka dalam prosesnya menghasilkan limbah yang masih mengandung pati. Limbah yang dihasilkan dari industri tapioka berkisar antara 70 - 80% dari berat ubi kayu yang diolah, limbah yang dihasilkan tersebut berupa air limbah, limbah padat (Onggok) dan limbah cair (Nurrokhim *et al.*, 2013). Jumlah limbah yang besar akan mencemari lingkungan sekitar jika tidak diolah dengan baik dan benar. Baik itu limbah padat maupun limbah cair mempunyai sifat mudah membusuk dan menimbulkan bau yang tidak sedap di lingkungan sekitar, hal ini dikarenakan oleh kandungan bahan organik yang mudah tersuspensi dan mengandung senyawa anorganik yang berbahaya seperti CN, nitrit, amonia dan sebagainya (Riyanti *et al.*, 2010)

Ciri-ciri dari limbah padat tepung tapioka adalah berbentuk seperti bubur, berwarna krem, sedikit berserat dan berbau khas singkong. Kandungan nutrisi yang terdapat di dalam limbah padat yaitu gula pereduksi 31,30%, pati 37,70 %, serat 21,00%, protein 0,96% dan kadar air 9,04% (Soemarno, 2007). Pengolahan limbah padat tepung tapioka dapat dijadikan sebagai campuran makanan ternak, alternatif lain dalam pengolahan limbah padat adalah dapat dijadikan bahan tambahan sebagai campuran bahan isian biogas. Pemanfaatan kembali (*reuse*)

limbah padat diharapkan dapat mengurangi dampak pencemaran lingkungan (Nugroho *et al.*, 2008).

2.4. Proses Pembentukan Biogas

Biogas merupakan hasil akhir dari proses fermentasi secara anaerobik dengan komponen utama adalah CH_4 , CO_2 , H_2 , N_2 dan gas lain seperti H_2S . Hasil tersebut diperoleh dari tahapan-tahapan degradasi bahan organik menjadi senyawa sederhana dan stabil melalui empat tahap yaitu hidrolisis, asidogenesis, asetonogenesis dan metanogenesis (Agustina, 2011). Tahap hidrolisis merupakan tahapan pertama dalam proses pembentukan biogas, senyawa-senyawa organik (lemak, polisakarida dan protein) dari bahan isian biogas disusun oleh molekul kompleks kemudian dihidrolisis oleh bakteri selulolitik dan amilolitik menjadi monomer-monomernya (glukosa dan selulosa). Tahap selanjutnya adalah asidogenesis, monomer organik akan didekomposisikan menjadi asam-asam organik dan alkohol. Monomer akan diolah lebih lanjut oleh bakteri asedogenik menjadi asam asetat, asam butirat, asam propionat, dan lain-lain. Selain itu pada proses asedogenesis juga terbentuk sedikit alkohol, karbondioksida dan hidrogen, dengan terbentuknya asam organik tersebut maka akan terjadi penurunan pH. Tahap asetonogenesis pembentukan asam dari senyawa-senyawa organik sederhana dilakukan oleh bakteri penghasil asam yaitu bakteri asetonik dan *fermenting bacteria*. Asam propionat dan butirat diuraikan oleh bakteri asetonik menjadi asam asetat, CO_2 dan H_2 . Tahap metanogenesis, merupakan konversi

senyawa asam asetat menjadi CH_4 dan CO_2 . Pembentukan metan juga dapat dilakukan dengan konversi H_2 dengan CO_2 (Wagiman, 2007).

2.5. Faktor-faktor yang Menentukan Pembentukan Biogas

Menurut Harahap (2007) pembentukan biogas dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya derajat keasaman (pH), pencernaan bahan organik, bahan baku isian, rasio C/N, temperatur dan pengadukan. Proses pembentukan biogas jika berlangsung dengan baik maka akan menghasilkan produksi gas yang optimal.

2.5.1. Derajat keasaman (pH)

Kondisi pH yang diperlukan berbeda pada tiap tahap pembentukan biogas. Tahap pengasaman memerlukan pH berkisar antara 4,5 - 7, sementara pada tahap pembentukan gas metan memerlukan pH berkisar 6,2 - 7,8. Perbedaan kondisi pH dipengaruhi oleh bakteri yang bekerja pada masing-masing tahap karena pada pH tersebut bakteri akan bekerja secara optimal (Fairus *et al.*, 2011). Kebutuhan pH optimum pada proses anaerobik keseluruhan memerlukan pH berkisar antara 6,5 - 7,6 (Rittman dan McCarty, 2001).

Pembatasan pH tidak harus mutlak pada kisaran pH optimum karena dalam prakteknya menjaga pH di dalam digester biogas agar tetap pada pH optimum sulit untuk dilakukan, tetapi harus ditekankan bahwa pH di bawah 5 dan di atas 8 dapat menyebabkan perkembangan bakteri terhambat dan dapat merosot sangat pesat (Harahap, 2007). Kondisi yang terlalu asam mengakibatkan bakteri penghasil metan akan mati sedangkan kondisi terlalu basa menyebabkan produksi

ammonium meningkat banyak. Ammonium dalam konsentrasi tinggi akan bersifat racun yang dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme dalam fermentasi. Kestabilan pH fermentasi dapat dipertahankan dengan menggunakan kapasitas penyangga (Sidik, 2008).

2.5.2. Bahan baku isian

Bahan baku pengisi digester biogas merupakan bahan organik yang terdapat pada lingkungan sekitar. Bahan baku dapat berupa sisa makanan dapur, limbah pertanian, limbah peternakan dan sampah organik (Simamora *et al.*, 2006). Semakin tinggi kandungan bahan organik pada bahan baku isian maka produksi gas metan yang dihasilkan akan banyak. Selain mengandung bahan organik persyaratan lain yang harus dimiliki yaitu mengandung kadar air 90% yang dapat diatur dengan pencampuran air dan bahan pencampur lain yang tidak bersifat racun bagi bakteri anaerob (Sidik, 2008; Sjafruddin, 2011).

2.5.3. Rasio C/N

Rasio C/N adalah imbalan antara kadar karbon (C) dan kadar nitrogen (N) dalam suatu bahan organik. Rasio C/N sangat menentukan kehidupan dan aktivitas mikroorganisme karena unsur tersebut digunakan sumber makanan bagi bakteri anaerobik. Unsur karbon (C) digunakan bakteri sebagai sumber energi dan unsur nitrogen (N) digunakan untuk membangun struktur sel dan perkembangan bakteri (Siallagan, 2010). Rasio C/N yang optimum bagi bakteri adalah 30, karena bakteri memakan habis unsur karbon 30 kali lebih cepat daripada unsur nitrogen

(Harahap, 2007). Jumlah nitrogen yang terlalu sedikit dalam bahan isian mengakibatkan bakteri tidak dapat memproduksi enzim yang dibutuhkan untuk mensintesis senyawa yang mengandung karbon dan jika jumlah nitrogen terlalu melimpah maka pertumbuhan bakteri akan terlambat dan mengakibatkan produksi amonia semakin tinggi sehingga dapat bersifat racun (Yani dan Darwis, 1990).

2.5.4. Temperatur

Temperatur merupakan salah satu faktor menyangkut syarat hidup bagi bakteri anaerobik. Kondisi temperatur yang baik bagi pembentukan biogas berkisar antara 20 - 40°C dan temperatur optimum yang diperlukan berkisar antara 28 - 30°C (Lazuardy, 2008). Kondisi temperatur yang terlalu rendah atau di bawah 20°C akan mengakibatkan proses pembentukan biogas akan menjadi lebih lama (Coniwati *et al.*, 2009). Pengaturan temperatur dalam digester dalam prakteknya akan sulit dilaksanakan, penggunaan temperatur lokal dinilai sudah relatif baik untuk menghasilkan biogas (Yenni *et al.*, 2012).