

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biogas

Biogas merupakan proses produksi gas dari bio material suatu organik dengan bantuan bakteri yang mana degradasi material organik tanpa melibatkan suatu oksigen digestion. Suatu gas dihasilkan dari besar metana lebih dari 50% yang mana material organik terkumpul pada digester (reaktor). Banyak yang mana akan diuraikan menjadi dua tahap dengan bantuan jenis pengurai bakteri. Tahap materi akan degradasi menjadi asam lemah dengan menggunakan bantuan bakteri yang membentuk asam, di mana bakteri ini akan menguraikan sampah pada tingkat hidrolisis dan asidifikasi. Hidrolisis merupakan penguraian senyawa kompleks atau senyawa rantai panjang seperti lemak, protein, karbohidrat yang terkumpul menjadi senyawa yang sederhana. Suatu asidifikasi merupakan pembentukan asam dari senyawa yang sederhana yang mana material organik diubah menjadi di asam terhadap proses dari kedua *anaerobic digestion* yang merupakan pembentuk dari gas metana dan bantuan bakteri metana. Seperti halnya *Methanococcus*, *Methanosarcina*, *Methanobacterium* (Ahmadi *et al.*, 2015).

Bahan baku dari biogas umumnya terbentuk dari suatu bahan organik yang mana bahan tersebut mudah dan memiliki rasio perbandingan C/N sebesar 8 sampai 20. Bahan yang biasanya dijadikan biogas berupa kotoran hewan ataupun kotoran manusia, kotoran unggas maupun limbah peternakan, bahan tersebut dapat digunakan karena persediaan yang melimpah dan mudah untuk didapatkan. Selain itu keseimbangan dari nutrisi mudah untuk dicerna dan relatif dapat diolah secara biologis (Rostika, 2016).

Suatu biogas terkandung beberapa unsur seperti gas metana (CH_4) dan karbondioksida atau CO_2 , di mana beberapa kandungan tersebut terdiri dari gas yang berjumlah kecil diantaranya terdapat hidrogen (H_2), hidrogen sulfida (H_2S), amonia (NH_3) serta nitrogen yang sangat kecil. Konsentrasi metana atau CH_4 di dalam biogas berpengaruh terhadap energi yang terkandung di dalamnya, di mana

semakin tinggi kandungan metana maka energi atau kalor dalam biogas semakin besar, namun sebaliknya jika. Kandungan metana di dalam biogas kecil maka energi yang dihasilkan pada biogas semakin kecil (Adelisa, 2015).

Tabel 2.1 Komposisi Biogas (Ahmadi *et al.*, 2015).

Jenis Gas	Presentase
Metana (CH ₄)	54-70%
Karbon Dioksida (CO ₂)	27-35%
Nitrogen (N ₂)	0,5-2%
Karbon Monoksida (CO)	0,1%
Sulfide (H ₂ S)	< 0,1%

2.2 Proses Pembentukan Biogas.

Proses pembentukan biogas yang terjadi secara anaerob dalam tempat tertutup memberikan keuntungan secara ekologi karena tidak menimbulkan pencemaran udara berupa bau yang dapat menyebar kemana-mana. Proses pembentukan biogas tidak terlepas dari bantuan mikroorganisme anaerob dan dapat diuraikan secara keseluruhan sebagai berikut:

2.2.1 Tahap Hidrolisis

Tahap hidrolisis merupakan tahap awal yang terjadi dari proses fermentasi dalam digester. Pada tahap ini penguraian bahan organik terjadi dalam digester dengan senyawa kompleks seperti lemak, protein, dan karbohidrat menjadi senyawa yang lebih sederhana. Senyawa yang dihasilkan dari proses hidrolisis diantaranya yaitu senyawa asam organik, glukosa, etanol, CO₂ dan senyawa hidrokarbon lainnya. Senyawa ini akan dimanfaatkan mikroorganisme sebagai sumber energi untuk melakukan aktivitas fermentasi dalam digester (Lestari, 2016).

2.2.2 Tahap Asidogenesis

Setelah tahap hidrolisis, kemudian dilanjutkan dengan pembentukan asam yang disebut sebagai tahap asidogenesis. Tahap asidogenesis, bakteri asidogenik akan mengubah produk hasil dari hidrolisis menjadi senyawa organik yang lebih sederhana seperti rantai pendek asam volatil, katonas, dan alkohol (Rahim, Lando and Asriyanti, 2018).

2.2.3 Tahap Asetogenesis

Setelah tahap asidogenesis terjadi kemudian dilanjutkan dengan tahap yang biasa disebut sebagai tahap asetogenesis. Asetogenesis merupakan tahap dimana terjadinya fermentasi karbohidrat yang diproduksi menjadi H_2 , CO_2 , dan asam asetat (Rahim, Lando *and* Asriyanti, 2018).

2.2.4 Tahap Metanogenesis

Pada tahap metanogenesis bakteri metanogen akan mengubah produk lanjutan dari tahap pengasaman menjadi gas metan, karbondioksida, dan air yang merupakan komponen penyusun biogas (Rahim, Lando *and* Asriyanti, 2018).

2.2.5 Kelarutan Gas

Pada proses pembentukan biogas dalam kondisi anaerobik, gas terbentuk dalam dalam keadaan cair. Perpindahan fase cair menjadi gas dipengaruhi oleh luas area permukaan cairan, pengadukan, dan temperatur cairan (Fitri *and* Dhaniswara, 2018).

2.3 Faktor - Faktor yang mempengaruhi pembentukan biogas.

Adapun faktor - faktor yang mempengaruhi pembentukan biogas dalam digester antara lain yaitu :

2.3.1 Rasio C/N

Rasio C/N, merupakan perbandingan antara kadar karbon (C) dan kadar nitrogen (N) yang terkandung dalam suatu bahan organik, jika rasio C/N yang dikandung oleh suatu bahan organik sangat tinggi maka nitrogen akan dikonsumsi dengan cepat oleh bakteri. Sebaliknya, apabila rasio C/N rendah maka kandungan nitrogen yang bebas semakin banyak pula. Untuk menjamin proses pembentukan biogas berjalan dengan lancar, maka unsur-unsur nutrisi yang dibutuhkan harus tersedia secara seimbang. Rasio C/N yang dibutuhkan untuk memproduksi biogas berkisar antara 20-30 (Renilaili *and* Pasmawati, 2016). Bahan yang memiliki rasio C/N rendah dapat dicampurkan dengan bahan yang memiliki rasio C/N tinggi sehingga dapat mencapai rasio C/N yang dibutuhkan untuk memproduksi biogas (Lestari, 2016). Kotoran sapi sendiri memiliki rasio C/N sebesar 10-20 (Suyitno,

Sujono *and* Dharmanto, 2010). Kulit nangka sendiri memiliki rasio C/N sebesar 12,35 (Graha, Argo *and* Lutfi, 2015).

2.3.2 Waktu Fermentasi

Lama waktu fermentasi yang terjadi di dalam digester untuk menghasilkan biogas berkisar antara 15 sampai 20 hari (Sulistiyanto *et al.*, 2016).

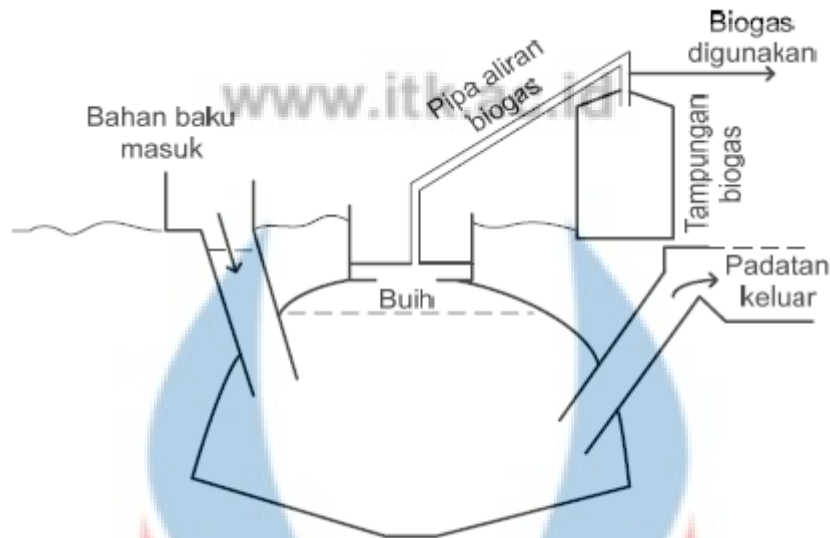
2.3.3 Temperatur

Rentang suhu yang terdapat pada reaktor rata-rata berkisar antara 27° - 30°C. Nilai suhu yang terdapat dalam digester rata - rata mengalami fluktuasi mengikuti perubahan suhu lingkungan (Ramdiana, 2017). Bakteri metan sendiri memiliki kondisi optimum yaitu pada suhu 35°C atau pada kondisi mesofilik berkisar antara 20°C - 35°C (Wahyuni, 2013). Pada dasarnya bakteri metan yang terdapat di dalam digester memiliki keadaan tidak produksi pada saat suhu sangat tinggi dan sangat rendah. Keadaan temperatur selama berlangsungnya proses fermentasi sangatlah penting karena hal ini berkaitan dengan kemampuan hidup bakteri pemroses biogas. Dengan keadaan temperatur tersebut proses fermentasi pada digester akan berjalan sesuai dengan waktu (Renilaili *and* Pasmawati, 2016).

2.4 Alat Pengolah Biogas

Untuk memperoleh biogas dari bahan organik, diperlukan alat yaitu digester biogas. Digester biogas bekerja dengan prinsip menciptakan suatu ruang penampungan untuk bahan organik pada kondisi anaerob (bebas oksigen) sehingga bahan organik tersebut dapat difermentasi oleh bakteri untuk menghasilkan biogas (Pratiwiningrum, 2015).

Pada umumnya alat pengolah biogas memiliki empat komponen utama yaitu saluran masuk bahan organik, digester, saluran keluar residu dan tempat penampungan gas. Berikut merupakan gambaran umum biodigester yang ditunjukkan pada gambar 2.1.



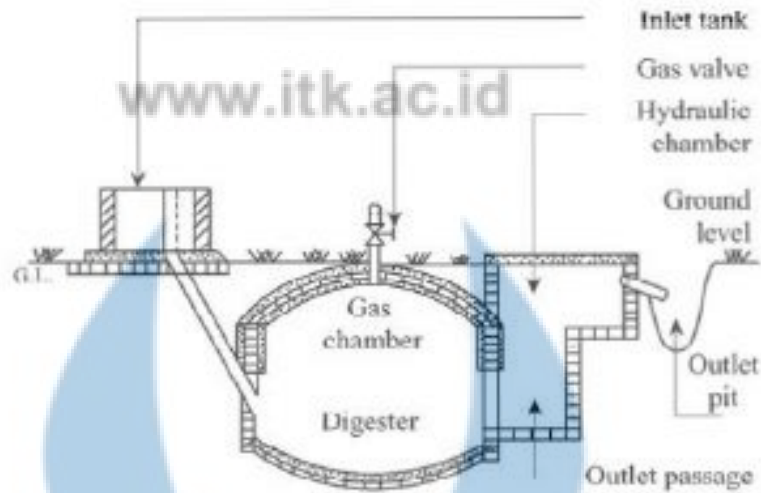
Gambar 2.1 Gambaran Umum Alat Pengolah Biogas (Suyitno, Sujono and Dharmanto, 2010).

Adapun beberapa tipe biodigester yang dapat diklasifikasikan berdasarkan konstruksi, jenis aliran, dan posisi terhadap permukaan tanah. Di bawah ini terdapat beberapa jenis biodigester yang telah diklasifikasikan antara lain sebagai berikut.

2.4.1 Berdasarkan Konstruksi

1. Reaktor kubah tetap (*Fixed-dome*)

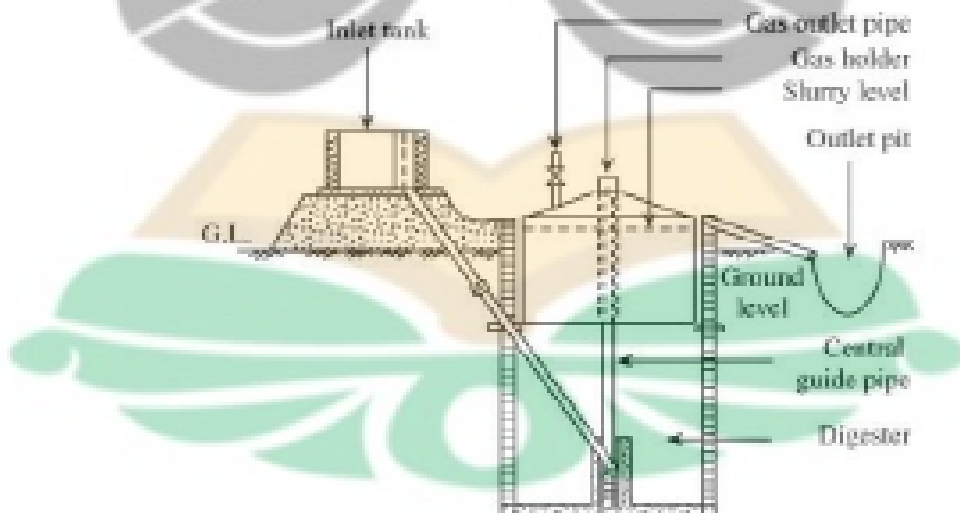
Reaktor bertipe kubah tetap memiliki dua bagian utama yaitu digester dan kubah. bagian pertama yaitu digester. digester digunakan sebagai tempat pencernaan material biogas (fermentasi) sekaligus sebagai rumah bagi bakteri, baik bakteri pembentuk asam maupun bakteri pembentuk gas metana. Bagian yang kedua yaitu kubah tetap (*fixed dome*). bagian tersebut dinamakan kubah tetap karena bentuknya yang menyerupai kubah dan pada bagian tersebut digunakan sebagai pengumpul gas yang tidak bergerak (*fixed*). Gas yang dihasilkan dari fermentasi pada digester akan mengalir dan tersimpan pada bagian kubah. Keuntungan dari reaktor jenis ini yaitu dapat menghemat tempat dikarenakan reaktor berjenis ini diletakkan di dalam tanah. Sedangkan kerugian dari reaktor ini yaitu perbaikan akan susah dilakukan bila terjadi kebocoran (Wulandari and Labiba, 2017).



Gambar 2.2 Reaktor *Fixed-Dome* (Pratiwiningrum, 2015).

2. Reaktor *Floating Drum*

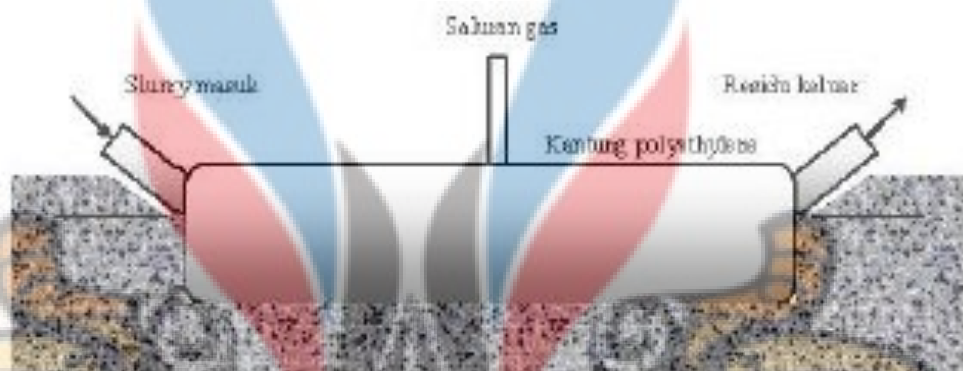
Reaktor jenis ini memiliki bagian digester yang sama dengan reaktor kubah, perbedaannya terletak pada bagian penampung gas yang menggunakan peralatan bergerak berupa drum. Drum tersebut dapat bergerak naik turun yang berfungsi sebagai tempat penampungan gas hasil fermentasi dari digester. Pergerakan drum dipengaruhi oleh jumlah gas yang dihasilkan. Keuntungan dari reaktor ini yaitu gas yang dihasilkan dapat dilihat secara langsung. Kerugiannya yaitu biaya material konstruksi dari drum lebih mahal (Wulandari and Labiba, 2017).



Gambar 2.3 Reaktor *Floating Drum* (Pratiwiningrum, 2015).

3. Reaktor Balon

Reaktor balon merupakan jenis reaktor yang sering digunakan pada reaktor berskala rumah tangga yang menggunakan bahan plastik. Reaktor ini terdiri dari satu bagian multifungsi yang digunakan sebagai digester sekaligus tempat penyimpan gas. Keuntungan dari reaktor berjenis balon ini yaitu gas yang dihasilkan dari proses fermentasi dapat langsung terlihat seiring dengan mengembangnya balon. Kerugian dari reaktor ini yaitu dibutuhkan perawatan yang lebih dikarenakan balon yang digunakan dapat dengan mudah bocor karena berbahan plastik (Wulandari *and* Labiba, 2017).



Gambar 2.4 Reaktor Balon (Wulandari *and* Labiba, 2017).

2.4.2 Berdasarkan Jenis Aliran

1. Digester Tipe *Batch*

Pada tipe *batch*, bahan organik dimasukkan sekali dalam digester sebagai bahan fermentasi. Apabila produksi menurun atau tidak menghasilkan gas, maka bahan organik yang telah diolah diganti dengan bahan organik yang baru (Pratiwiningrum, 2015). Digester jenis ini umumnya digunakan sebagai sarana eksperimen untuk mengetahui potensi gas dari limbah organik atau digunakan sebagai alat pengolah biogas berskala kecil (Wulandari *and* Labiba, 2017).

2. Digester Tipe Kontinyu (*Continuous*)

Tipe digester kontinyu adalah tipe digester yang dirancang untuk memasukkan bahan organik secara kontinyu setiap hari sesuai dengan ketersediaan bahan organik (Pratiwiningrum, 2015).

2.4.3 Berdasarkan Posisi Terhadap Permukaan

1. Seluruh digester di atas permukaan tanah.

Pada umumnya digester jenis ini terbuat dari tong bekas yang tidak terpakai. Keuntungan dari posisi digester ini yaitu dapat dengan mudah melakukan maintenance dan mengidentifikasi jika terjadi kebocoran pada digester. Kelemahan dari tipe ini adalah volume digester yang sering digunakan berukuran kecil sehingga biogas yang dihasilkan pun sedikit selain itu membutuhkan ruang yang cukup sebagai penempatan digester (Suyitno, Sujono *and* Dharmanto, 2010).

2. Sebagian digester diletakkan di bawah permukaan tanah.

Biasanya digester jenis ini terbuat dari konstruksi semen yang dibentuk seperti sumur dan ditutup dengan plat baja atau konstruksi semen. Volume digester dapat dibuat dalam skala besar maupun skala kecil sehingga dapat disesuaikan dengan kebutuhan. Keuntungan dari posisi digester ini yaitu tidak membutuhkan tempat atau lahan yang luas. Kelemahan pada digester jenis ini yaitu bila digester ditempatkan pada daerah yang memiliki temperatur rendah maka temperatur yang diterima oleh plat baja dapat merambat ke dalam bahan baku biogas dan dapat mengganggu proses bekerjanya bakteri (Suyitno, Sujono *and* Dharmanto, 2010).

3. Seluruh digester di letakkan di bawah permukaan tanah.

Pada posisi ini, seluruh instalasi alat pengolah biogas dibuat di dalam tanah secara permanen. Keuntungan dari posisi ini yaitu selain dapat menghemat tempat atau lahan, pembuatan digester di dalam tanah juga berguna untuk mempertahankan temperatur digester secara stabil sehingga dapat mendukung pertumbuhan bakteri dalam melakukan fermentasi. Kekurangannya yaitu akan sangat sulit melakukan perbaikan jika terjadi kebocoran pada digester tersebut (Suyitno, Sujono *and* Dharmanto, 2010).

2.5 Kotoran Sapi

Pengembangan biogas berbahan baku kotoran sapi merupakan salah satu alternatif dalam penyediaan energi bahan bakar dan memiliki kontribusi terhadap pengurangan persoalan lingkungan pada tingkat lokal maupun global. Pada tingkat

lokal, pengembangan biogas dapat mengurangi terjadinya pencemaran udara sedangkan pada tingkat global, pengembangan biogas dapat memberikan kontribusi dalam mengurangi efek rumah kaca (Wulandari *and* Labiba, 2017).

Kotoran sapi adalah bahan dasar yang terdiri dari molekul berstruktur sederhana sehingga mudah dirombak oleh bakteri (Ni'mah, 2014).

Tabel 2.2 Komposisi Kotoran Sapi (Wulandari *and* Labiba, 2017).

Unsur	Presentase (%)
Bahan Kering (total <i>solid</i>)	16,2
<i>Volatile Solid</i>	11,98
<i>Fixed Solid</i>	4,22
Nitrogen Total	2,1
Karbon C	41,0
Perbandingan C/N	19,5

Rentang rasio C/N antara 25 - 30 merupakan rentang optimum pada proses penguraian anaerob dalam digester. Jika rasio C/N terlalu tinggi, maka nitrogen akan dikonsumsi oleh bakteri-bakteri metanogen dengan sangat cepat untuk memenuhi kebutuhan protein dan tidak lagi bereaksi dengan karbon yang tersisa sehingga hasil produksi gas akan rendah (Susilowati *et al.*, 2011).

2.6 Limbah Kulit Nangka

Kulit buah nangka memiliki kandungan selulosa sebesar 38,69%. Karbohidrat kulit nangka sendiri terdiri dari glukosa, fruktosa, sukrosa, pati, serat dan pektin dengan jumlah total sebesar 15,87% (Hermawan *et al.*, 2019).

Selulosa dan hemiselulosa dapat diuraikan oleh bakteri dalam digester pada saat proses fermentasi, sedangkan lignin tidak dapat diuraikan. Biomasa merupakan salah satu bahan organik yang mengandung lignin dalam jumlah yang besar. Sehingga jika material organik yang mengandung lignin dalam jumlah tinggi maka dari material organik jenis ini biogas yang dihasilkan jumlahnya rendah (Suyitno, Sujono *and* Dharmanto, 2010).



Gambar 2.5 Buah Nangka (Candra, 2015).

2.7 Penelitian Terdahulu

Berikut beberapa penelitian terdahulu yang berkaitan dan menjadi referensi penelitian “Analisis Proses Produksi Biogas Kotoran Sapi Dengan Limbah Kulit Nangka Sebagai Bahan Bakar Penanak Nasi Biogas” ditunjukkan pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu

No	Nama dan Tahun Publikasi	Hasil
1	Afrian dkk, 2017	<p>Metode : Rumput gajah (25 kg) diaduk rata dengan kotoran sapi (25 kg). Campuran ini lalu diencerkan dengan air pada tiga level pengenceran, yaitu 50 ℓ (P1), 75 ℓ (P2), dan 100 ℓ (P3). Campuran dimasukkan ke dalam digester batch dari drum plastic dengan volume 220 liter dan ditutup rapat.</p> <p>Hasil : Total dari produksi biogas adalah 439,42 ℓ, 353,02 ℓ, 524.32 ℓ dan 519,27 ℓ berturut-turut untuk P1, P2, P3.</p>
2	Wulandari dan Labiba, 2017	<p>Metode : Kotoran sapi dan air dicampur dengan perbandingan 1:2, kulit pisang dan air dengan perbandingan 1:3 dan menambahkan kotoran sapi sebanyak 4 kg dan kulit pisang yang sudah digiling sebanyak 2000 ml.</p> <p>Hasil : Produksi akumulasi biogas paling maksimum terjadi pada campuran kotoran sapi dan kulit pisang.</p>
3	Fitri dan Dhaniswara, 2018	<p>Metode : Menggunakan limbah sayuran yang telah difermentasi selama 10-12 hari, kemudian dicacah dan diblender. Sampah sayuran tersebut selanjutnya dicampur dengan kotoran sapi dan air.</p> <p>Hasil : pH yang paling baik diperoleh pada perlakuan sampah sayur blender fermentasi (% air 100 dan persentase KS:SO adalah 75:25) sebesar 7 dan volume paling besar diperoleh pada perlakuan sampah sayur cacah fermentasi (% air 300 dan persentase KS:SO adalah 100:0) sebesar 78,73 cm³.</p>
4	Rahim dkk, 2018	<p>Metode : Digunakan 6 buah reaktor biogas volume 19 L dengan metode batch. Perbandingan limbah padatan dan air adalah 1 : 2,5.</p> <p>Hasil : Kandungan biogas yang tertinggi pada reaktor E2 adalah 91,4% dengan komposisi campuran kotoran sapi 7,1%, kotoran ayam 7,1%, dan limbah kulit pisang 14,3%.</p>