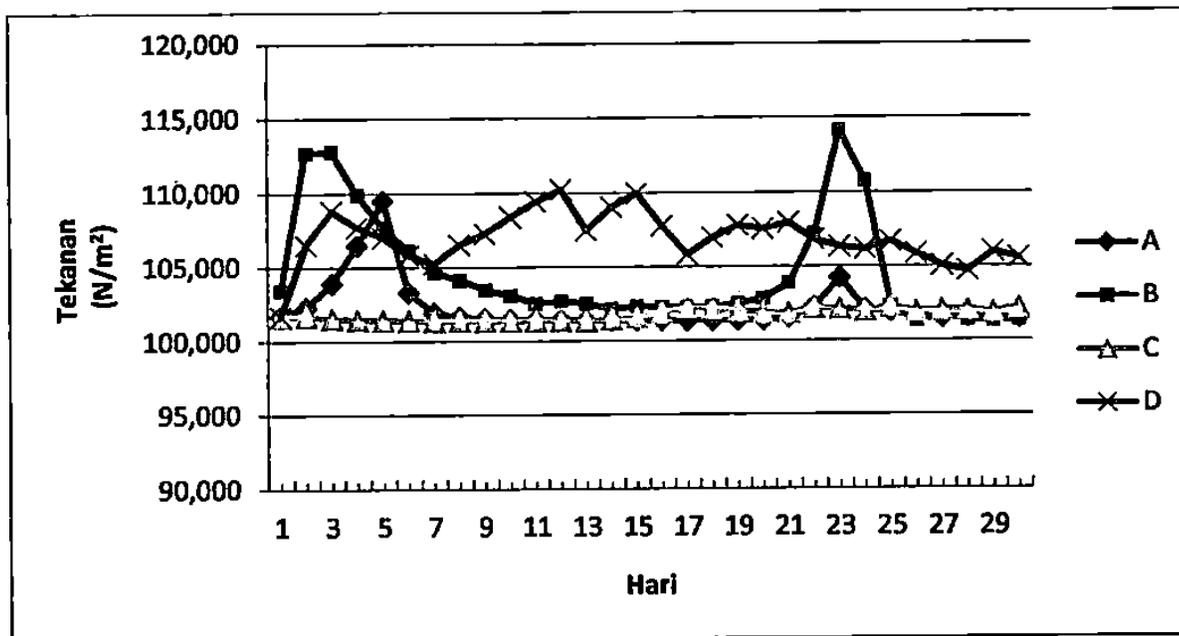




BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengaruh Substrat dan Berbagai Perlakuan terhadap Aktivitas Dekomposisi

Pengaruh variasi jumlah perbandingan komposisi terhadap aktivitas dekomposisi dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Grafik rata-rata produksi tekanan gas harian.

Dengan :

A = Tandan kosong kelapa sawit : Rumen sapi : Air (2 : 2 : 4,5)

B = Tandan kosong kelapa sawit : Rumen sapi : Air (2 : 1,5 : 4,5)

C = Tandan kosong kelapa sawit : Rumen sapi : Air (2 : 1 : 4,5)

D = Tandan kosong kelapa sawit : Rumen sapi : Air (2 : 0,5 : 4,5)

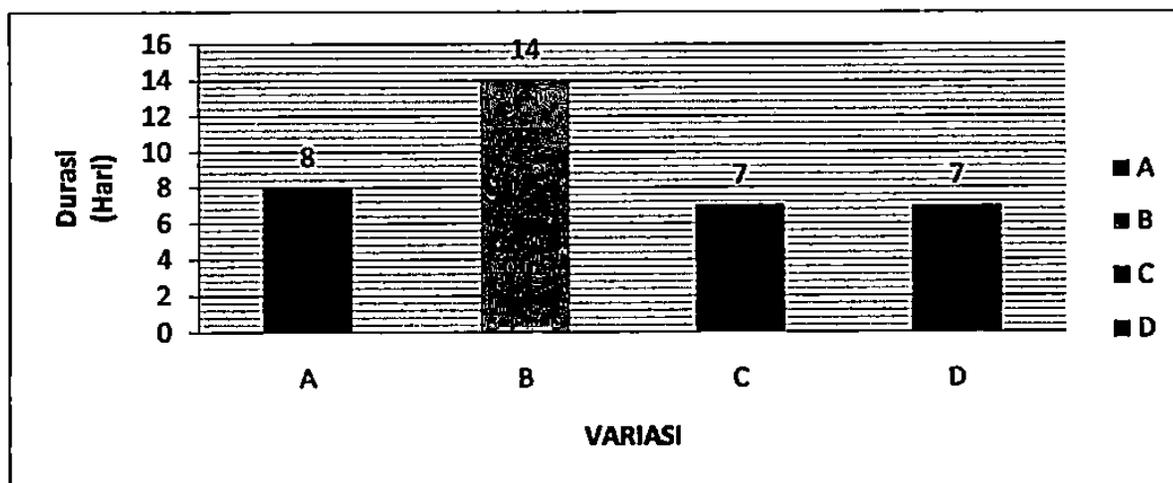
Gambar 4.1 menunjukkan perbedaan rata-rata tekanan yang terjadi pada proses pembentukan biogas. Hal tersebut terjadi karena disebabkan berbagai faktor antara lain yaitu, perbandingan dekomposisi setiap variasi yang berbeda, suhu, waktu yang dibutuhkan pada setiap proses tahapan pembentukan biogas. Pengamatan penelitian yang dilakukan dari tahapan pembentukan biogas antara

4.1.1. Tahapan Hidrolisis

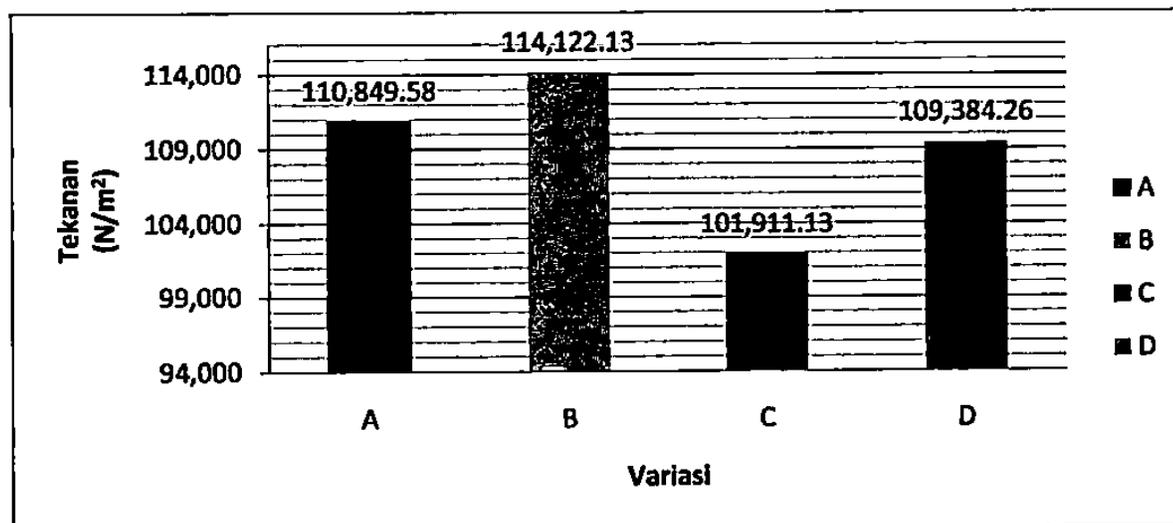
Tahapan proses hidrolisis dapat dilihat pada Tabel 4.1 dan dijelaskan pada Gambar 4.2 dan Gambar 4.3

Tabel 4. 1 Tabel Hasil pengamatan tahapan hidrolisis

Variasi	Awal (hari ke-)	Durasi (hari)	P_{max} (N/m^2)
A	1	8	110.849,58
B	1	14	114.122,13
C	1	7	101.911,13
D	1	7	109.384,26



Gambar 4. 2 Histogram lamanya waktu tahapan hidrolisis setiap variasi perlakuan.



Dari Gambar 4.2 dan Gambar 4.3 dapat diketahui bahwa semakin lama diproses hidrolisis maka tekanan gas yang terbentuk semakin besar. Dari keempat variasi, variasi B memiliki tekanan gas yang tertinggi yakni sebesar $114.122,13 \text{ N/m}^2$ dengan durasi waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan tahapan hidrolisis ini selama 14 hari. Sedangkan variasi C dan D memiliki waktu yang lebih cepat selama 7 hari, sehingga tekanan yang dihasilkan rendah dengan nilai $101.911,13 \text{ N/m}^2$ dan $109.384,26 \text{ N/m}^2$.

Pada tahapan hidrolisis ini molekul organik yang kompleks diuraikan menjadi bentuk sederhana, seperti karbohidrat (gula sederhana), asam amino, dan asam lemak. Sekelompok organisme pada tahapan ini yang bekerja untuk menguraikan substrat organik (bahan masukan). dan enzim yang dihasilkan akan mempercepat hidrolisa polimer menjadi monomer larut yang merupakan substrat bagi mikroorganisme tahapan berikutnya (Harahap, 2007).

Pada penelitian ini tingginya tekanan dan lamanya waktu yang dibutuhkan pada tahapan hidrolisis sangat dipengaruhi oleh kesesuaian kombinasi perbandingan bahan pada tiap variasi perlakuan. Gambar 4.3 menunjukkan bahwa variasi B membutuhkan durasi waktu yang lebih lama dalam menyelesaikan tahapan hidrolisis, sedangkan variasi C dan D membutuhkan waktu yang singkat. Hal ini disebabkan karena pada variasi C dan D memiliki kandungan air yang lebih besar dari variasi B.

Semakin tinggi kandungan air menunjukkan waktu tahap hidrolisis semakin singkat. Perbandingan substrat dan air optimum pada fermentasi media padat tergantung pada daya ikat air (*water holding capacity*), kualitas dan ukuran partikel substrat, (Nelson, 2011 dalam Purwanto,2012).

Tingginya tekanan pada variasi B disebabkan karena perbandingan pada variasi B yang memiliki komposisi rumen yang lebih banyak dibandingkan dengan senyawa organik yang lebih kecil sehingga hal ini

Lactobacillus yang terdapat pada Rumen dalam mendekomposisi serat kasar berupa hemiselulosa, selulosa, dan lignin menjadi gula sederhana.

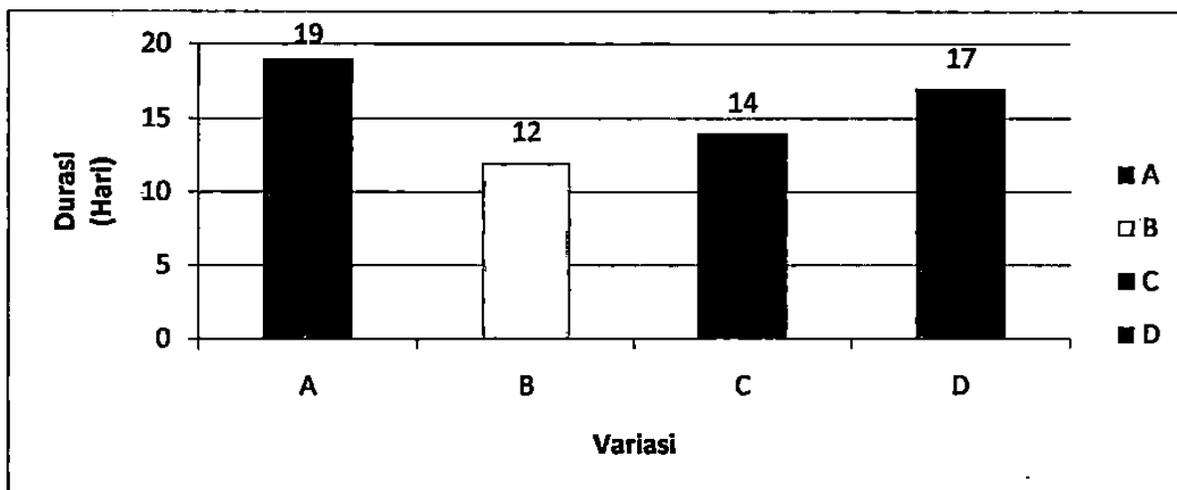
Semakin tinggi kandungan senyawa organik kompleks pada bahan, maka proses dekomposisi pada tahap hidrolisis akan kurang maksimal. Hal ini disebabkan karena bakteri *Ruminococcus* belum maksimal dalam mendekomposisi bahan organik kompleks. Pada tahap hidrolisis, gas yang dihasilkan dari proses dekomposisi berupa H_2 , CO_2 , dan H_2O , sehingga pada tahapan ini gas tidak bisa terbakar dengan baik, (Purwanto, 2012).

4.1.2. Tahapan Asidifikasi

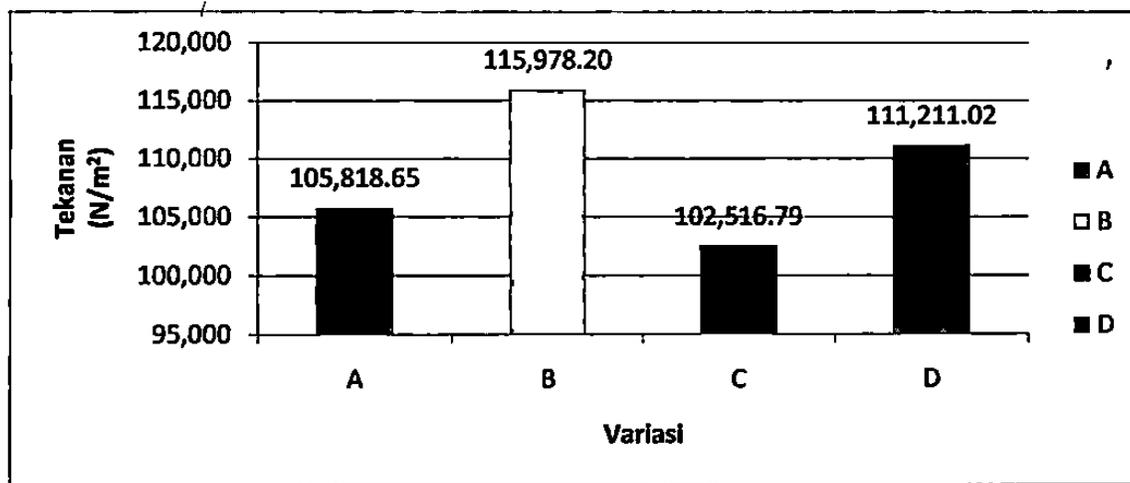
Setelah melalui tahapan hidrolisis, selanjutnya adalah tahapan asidifikasi. Hasil pengamatan pada tahapan asidifikasi dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan dijelaskan pada Gambar 4.4 dan Gambar 4.5.

Tabel 4. 2 Tabel Hasil pengamatan tahapan Asidifikasi (Pengasaman)

Variasi	Hari ke-	Durasi (hari)	P_{max} (N/m^2)
A	9	19	105.818,65
B	15	12	115.978,20
C	8	14	102.516,79
D	8	17	111.211,02



Gambar 4. 4 Histogram lamanya waktu tahapan asidifikasi setiap variasi



Gambar 4. 5 Histogram tekanan tertinggi pada tahapan asidifikasi setiap variasi perlakuan.

Gambar 4.4 dan Gambar 4.5 menunjukkan bahwa proses asidifikasi membutuhkan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan tahapan hidrolisis. Pada tahapan asidifikasi durasi tercepat yakni selama 12 hari pada variasi B sedangkan durasi terlama yakni membutuhkan waktu selama 19 hari pada variasi A.

Pada Gambar 4.4 dan Gambar 4.5 dapat dilihat bahwa pada tahapan asidifikasi pada tekanan tertinggi cenderung membutuhkan rentang waktu yang lebih cepat. Hal tersebut dapat dilihat pada variasi B. Pada awal tahapan hidrolisis memerlukan waktu yang rentang lebih lama namun menghasilkan tekanan gas yang tinggi. Sedangkan pada tahapan asidifikasi, variasi B membutuhkan waktu yang lebih cepat dalam menyelesaikan tahapan asidifikasi yakni selama 12 hari, namun menghasilkan tekanan yang lebih tinggi dibandingkan dengan variasi lain yakni dengan tekanan sebesar 115.978,20 N/m².

Pada variasi D peningkatan tekanan yang dihasilkan pada tahapan ini jauh lebih tinggi dibandingkan dengan tahapan sebelumnya. Walaupun pada tahapan ini variasi B mempunyai tekanan maksimal yang lebih tinggi dari pada variasi lainnya. Perubahan tekanan pada variasi D ini disebabkan karena jumlah substrat dan air pada variasi D lebih banyak dari pada variasi

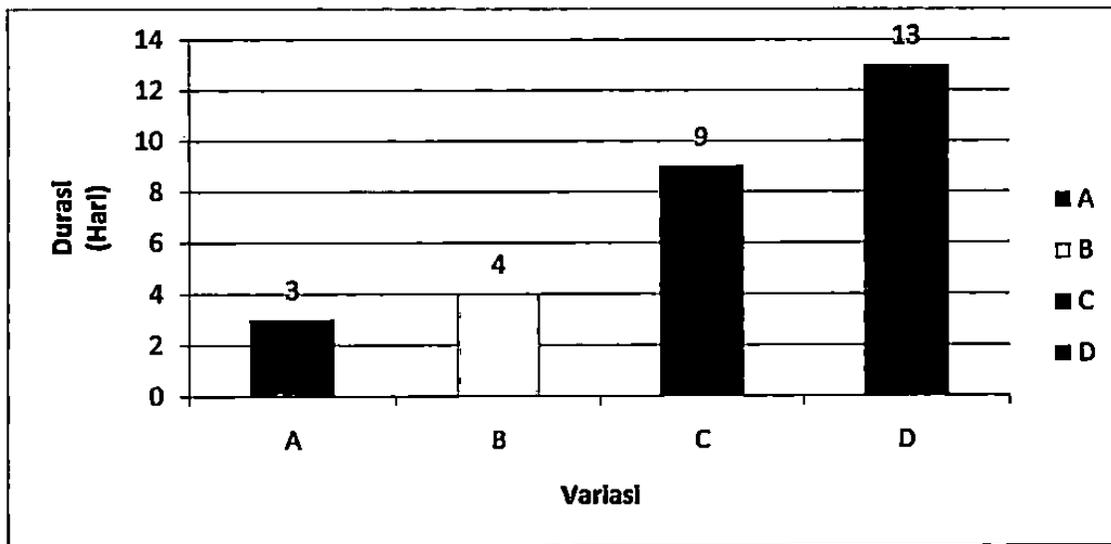
asedogenesis yang akan diurai menjadi asetat pada tahapan asetogenesis akan lebih banyak, seperti ethanol, asam propionate, dan asam butirat. Sementara itu jumlah air yang lebih besar dapat meningkatkan tekanan gas yang dihasilkan. Pada variasi B jumlah substrat, air, dan rumen yang berimbang memberikan rentan waktu tahapan asidifikasi yang cepat dan tekanan yang tinggi, hal ini disebabkan karena jumlah air yang lebih banyak dari substrat sehingga memudahkan bakteri asetogenik dalam merombak hasil rombakan dari tahapan hidrolisis, jumlah bakteri yang banyak akan mempengaruhi tekanan yang dihasilkan pada tahapan ini. Hal ini menurut Saputro, dkk (2009), pada tahapan asidifikasi proses perubahan asam organik menjadi asam asetat dibutuhkan molekul-molekul air yang eksek, maka dengan penambahan air yang lebih banyak akan meningkatkan pembentukan asam asetat yang nantinya akan diubah menjadi gas metana pada tahapan selanjutnya (metanogenesis).

4.1.3. Tahapan Metanogenesis.

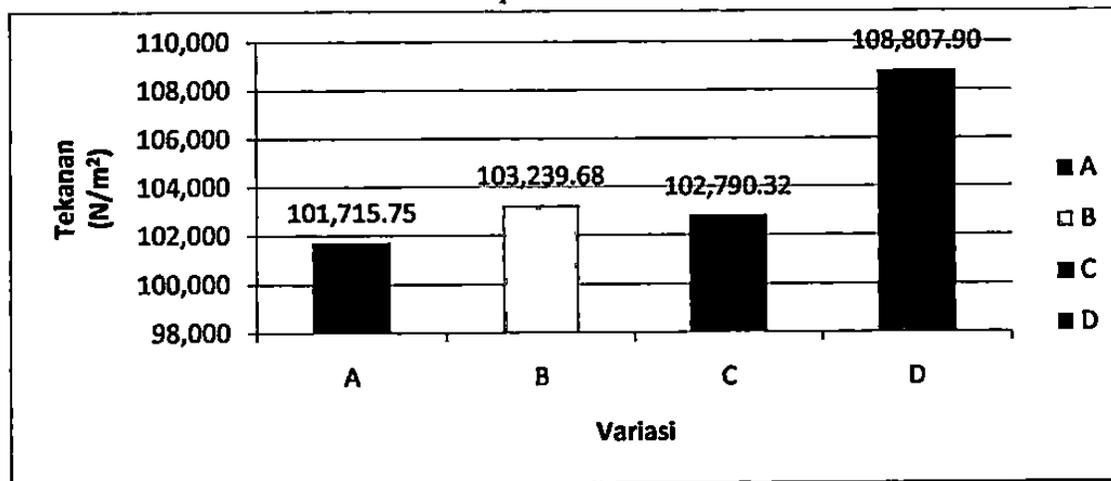
Tahap metanogenesis merupakan tahap akhir dari beberapa tahapan pembentukan biogas. Pada tahap metanogenesis menghasilkan gas metana, karbondioksida serta gas-gas lainnya. Hasil pengamatan tahapan metanogenesis dapat dilihat pada Tabel 4.3 dan dijelaskan pada Gambar 4.6 dan Gambar 4.7.

Tabel 4. 3 Tabel Hasil pengamatan tahapan metanogenesis.

Variasi	Hari ke	Durasi (hari)	P_{max} (N/m ²)
A	27	3	101.715,75
B	27	4	103.239,68
C	22	9	102.790,32
D	18	13	108.807,90



Gambar 4. 6 Histogram lamanya waktu tahapan metanogenesis setiap variasi perlakuan.



Gambar 4. 7 Histogram tekanan tertinggi pada tahapan metanogenesis setiap variasi perlakuan.

Pada Tabel 4. 3 dapat dilihat bahwa pengaruh durasi setiap proses tahapan sangat mempengaruhi tekanan gas pada tahapan metanogenesis yang dihasilkan pada setiap variasi. Pada tahapan ini setiap variasi cenderung mengalami penurunan tekanan serta durasi untuk menyelesaikan tahapan metanogenesis lebih cepat. Gambar 4.7, menunjukkan bahwa lamanya durasi tahapan asidifikasi dan metanogenesis sangat mempengaruhi besarnya tekanan gas yang dihasilkan. Hal itu dapat dilihat pada variasi D yang memiliki tekanan tertinggi pada tahapan metanogenesis dengan nilai tekanan 108.807,90 N/m². Pada tahapan asidifikasi variasi D membutuhkan

prosesnya terjadi selama 13 hari dengan rentang waktu terlama dibandingkan dengan variasi lainnya. Sedangkan nilai tekanan gas terendah pada tahapan metanogenesis ini yaitu pada perlakuan A dengan nilai tekanan $101.715,75 \text{ N/m}^2$ dengan durasi waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proses tahapan metanogenesis ini selama 3 hari. Penurunan tekanan dari tahapan sebelumnya yang dihasilkan dari setiap variasi ini disebabkan karena pada tahapan ini merupakan tahapan yang terakhir dalam proses pembentukan biogas. Dari hasil asam-asam yang dihasilkan pada tahapan asidifikasi akan diuraikan menjadi metana serta gas-gas lainnya dalam jumlah yang bervariasi. Pada tahapan metanogenesis laju beban yang semakin tinggi akan memerlukan waktu dengan retensi yang lebih lama. Bisa dikatakan bahwa semakin banyak jumlah substrat, maka akan membutuhkan waktu yang lebih lama dalam menyelesaikan tahapan ini.

Pada variasi A proses tahapan metanogenesis berlangsung secara singkat yaitu selama 3 hari. Hal ini disebabkan, karena jumlah pemberian Tandan Kosong Kelapa Sawit dan air yang lebih sedikit dan jumlah rumen yang lebih besar dibandingkan dengan variasi lain. Dalam hal ini pemberian rumen yang banyak akan mempengaruhi waktu retensi produksi gas pada tahapan metanogenesis yang akan cenderung lebih pendek.

Menurut Saputro, dkk (2009) pemberian jumlah sumber bakteri lebih besar dari pada jumlah persediaan makanan yang disediakan, maka akan mengakibatkan kekurangan makanan sehingga bakteri tidak terlalu produktifitas. Sedangkan menurut penelitian yang dilakukan Palupi, (1994), menyatakan bahwa dengan pemberian substrat yang lebih sedikit, kondisi tersebut akan memberi kesempatan bagi mikroorganisme untuk tumbuh dan berkembang. Karena dengan bahan padatan organik yang lebih rendah menyebabkan beban kerja mikroorganisme tidak terlalu besar, dengan demikian proses perombakan cenderung lebih cepat dan terjadi dalam

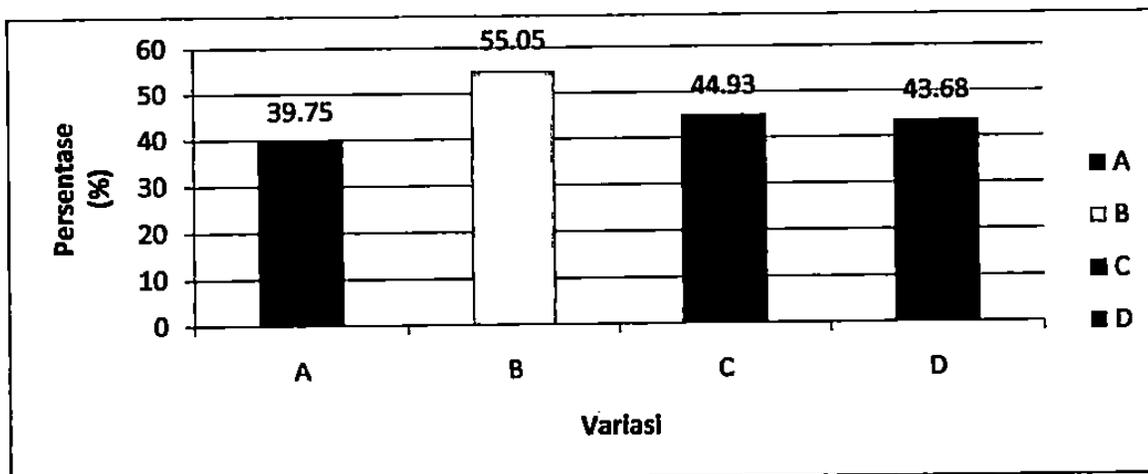
Sementara itu pada variasi D dengan pemberian kadar substrat yang lebih besar akan sangat mempengaruhi dari kerja metan. Dalam hal ini variasi D membutuhkan waktu yang lebih lama untuk menyelesaikan tahapan metanogenesis. Dengan proses yang lebih lama tersebut akan menyebabkan peningkatan produksi gas metan pada tahapan metanogenesis dengan jumlah besar, sehingga tekanan yang dihasilkan dalam digester akan meningkat.

Volume yang lebih besar menyebabkan mikroorganisme, terutama metan didalam digester tidak mempunyai waktu yang cukup untuk berkembang biak, kandungan padatan organik yang lebih besar akan mempengaruhi kecepatan penggandaan sel mikroorganisme metan, (Palupi, 1994).

Berdasarkan hasil pengujian gas metana, presentase kandungan kadar metana dari berbagai variasi dapat dilihat pada Tabel 4.4 dan gambar 4.8.

Tabel 4. 4 Tabel presentase kadar metana biogas setiap variasi.

Variasi	Persentase kadar metana (%)
A	39,75
B	55,05
C	44,93
D	43,68



Dari Gambar 4.8 dapat disimpulkan bahwa variasi B merupakan variasi yang memiliki potensi yang baik dalam proses pembentukan biogas. Hal ini disebabkan oleh jumlah rumen yang besar, sehingga akan mempengaruhi besarnya kandungan kadar gas metana yang dihasilkan. Besarnya kandungan gas metana untuk variasi B sebesar 55% dengan tekanan maksimum pada tahapan metanogenesis sebesar $103.239,68 \text{ N/m}^2$.

Pada penelitian ini pengaruh tekanan yang dihasilkan terhadap kadar metana yang dihasilkan tidak memberikan dampak yang sangat signifikan. Hal tersebut dapat dilihat pada kadar metana yang dihasilkan. Pada variasi B dengan pemberian rumen dengan kadar lebih banyak, dengan produktifitas tekanan gas yang rendah tapi dengan waktu retensi yang cepat, menghasilkan kadar metan yang lebih efisien dengan nilai 55,05%. Dibandingkan dengan variasi D dengan pemberian rumen dalam jumlah sedikit akan menghasilkan tekanan tinggi dengan retensi waktu yang lama, hanya menghasilkan kadar metan yang rendah dengan nilai 43,68%.

Pada variasi B peningkatan presentase kadar metana disebabkan karena perbandingan jumlah komposisi yang diberikan pada variasi tersebut dapat dikatakan berimbang, dari pemberian tandan kosong kelapa sawit, rumen dan air, yang menyebabkan proses metanogenesis yang berjalan secara maksimal. Kadar metan yang besar disebabkan karena jumlah rumen yang besar. Sedangkan pada variasi D jumlah bakteri yang sedikit akan menyebabkan proses metanogenesis menjadi terhambat akibat dari banyaknya substrat yang diberikan dari pada rumen, sehingga aktifitas pada proses tahapan metanogenesis pada tahapan ini tidak berjalan secara maksimal. Tekanan yang tinggi pada variasi D disebabkan karena lamanya produksi gas pada tahapan metanogenesis yang disebabkan oleh banyaknya asam yang akan dirombak dari tahapan sebelumnya, sehingga akan menghasilkan gas yang banyak, namun pada kasus di atas tingginya gas yang dihasilkan tidak mempengaruhi kadar metana yang dihasilkan, karena jumlah rumen yang diberikan pada perlakuan ini merupakan jumlah yang paling rendah

Menurut penelitian yang dilakukan Palupi, (1994), penambahan kadar substrat ternyata tidak meningkatkan aktivitas bakteri metanogen dalam mengkonversi asam organik yang dihasilkan menjadi biogas. Sedangkan penelitian yang dilakukan Gamayanti,(2007) menyatakan bahwa penambahan limbah cairan rumen dapat menghasilkan kadar metan yang lebih tinggi (mencapai 53%) dengan volume \pm 405,5 ml dalam waktu 40 hari, hal ini menunjukkan bahwa penambahan limbah cairan rumen memberikan dampak positif terhadap pembentukan biogas maupun kadar gas metan.