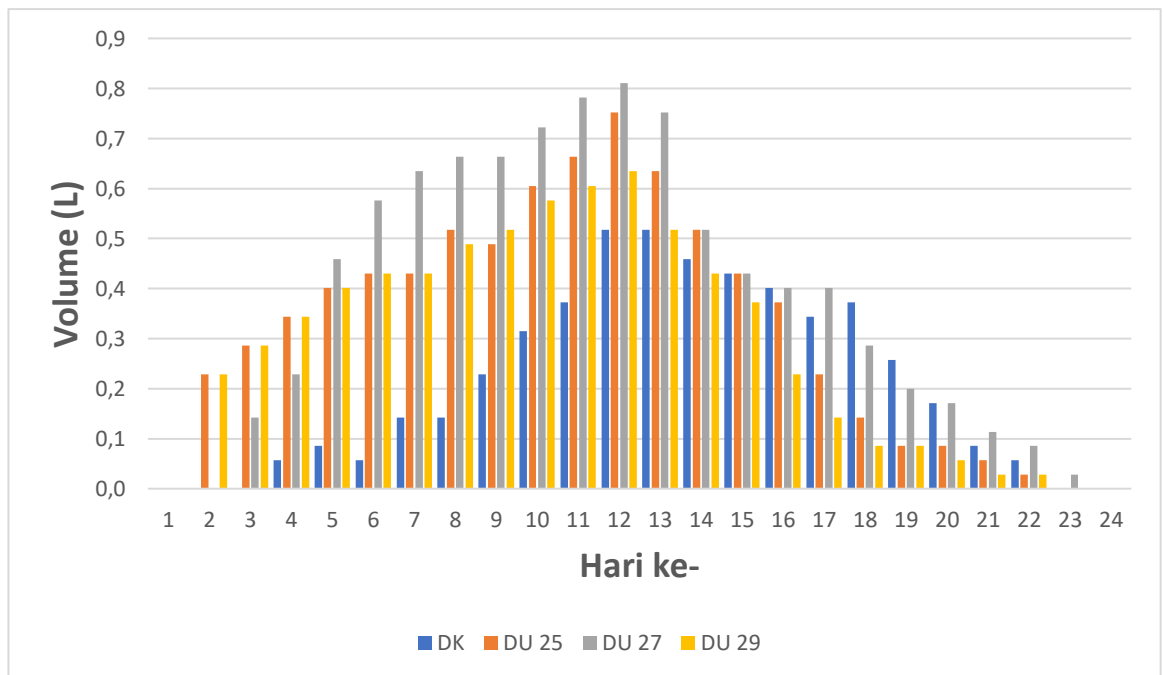


BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Produksi Harian Biogas

Produksi harian biogas dihitung berdasarkan jumlah gas yang dihasilkan setiap hari, yang diukur melalui perubahan ketinggian pada floating drum di digester. Ketinggian ini kemudian dikonversi menggunakan persamaan (3.5) untuk menentukan volume biogas harian selama proses pengujian. Hasil pengukuran volume biogas tersebut dapat dilihat pada **Gambar 4.1**.



Gambar 4.1 Produksi harian biogas selama 24 hari

Berdasarkan pengamatan, pada hari pertama belum terlihat adanya gas yang terbentuk pada seluruh digester. Digester dengan variasi rasio C/N 25 dan 29 mulai menghasilkan gas pada hari kedua, sedangkan digester kontrol baru menunjukkan produksi gas pada hari keempat. Produksi biogas pada variasi rasio C/N 25, 27, dan 29 terus meningkat hingga mencapai titik maksimum pada hari ke-12. Variasi rasio C/N 27 (DU 27) mencatat produksi harian tertinggi, yakni sebesar 0,811 liter. Sementara itu, produksi harian terendah pada hari ke-12 terjadi pada variasi rasio C/N 29 dengan volume 0,634 liter. Untuk digester kontrol, puncak produksi hariannya juga terjadi pada hari ke-12 dengan jumlah 0,517 liter.

Perbedaan jumlah gas yang dihasilkan pada setiap digester dipengaruhi oleh variasi komposisi bahan utama yang dikombinasikan dengan EM4. Pada variasi kontrol, aktivitas mikroorganisme fermentatif dari EM4 yang lebih dominan mempercepat tahap asidogenesis sehingga terjadi peningkatan produksi gas yang diduga didominasi oleh CO₂. Sementara itu, keterlambatan pencapaian puncak produksi pada variasi rasio C/N (hari ke-12) menunjukkan bahwa proses metanogenesis berlangsung lebih optimal. Kinerja terbaik ditunjukkan oleh digester dengan rasio C/N 27 (DU27), diikuti oleh C/N 25 (DU25), kemudian C/N 29 (DU29), sedangkan hasil terendah diperoleh pada digester kontrol.

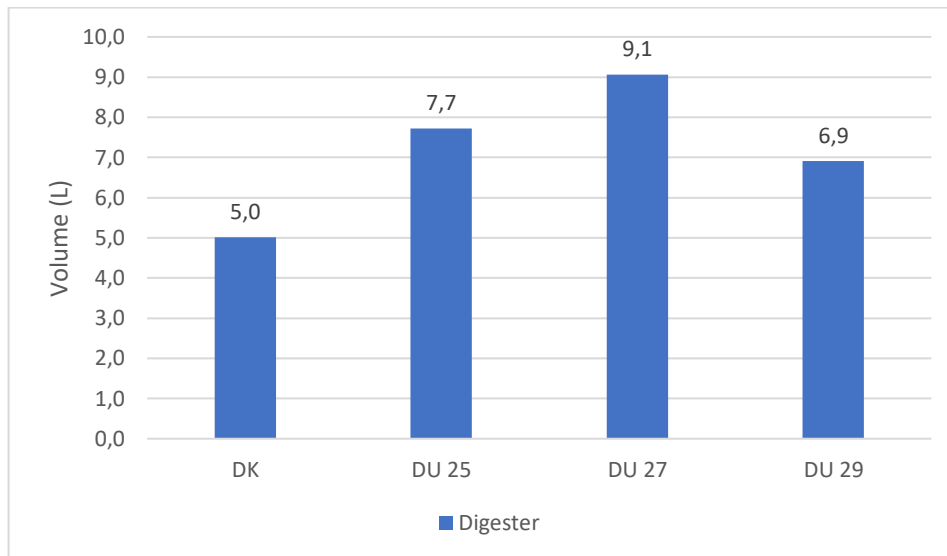
Hasil pada variasi rasio C/N 27 (DU27) menunjukkan bahwa ketersediaan karbon dan nitrogen berada pada tingkat yang paling optimal bagi pertumbuhan mikroorganisme. Komposisi ini cukup seimbang sehingga tidak menimbulkan kelebihan yang dapat memicu penumpukan asam organik dan menghambat aktivitas bakteri metanogen. Sementara itu, digester kontrol (DK) menghasilkan volume biogas terendah dibandingkan variasi lainnya selama periode pengamatan. Kondisi ini diduga terjadi akibat ketidakseimbangan rasio C/N, terutama karena keterbatasan nitrogen yang diperlukan untuk mendukung pertumbuhan bakteri.

Rata-rata produksi biogas harian tertinggi dihasilkan oleh digester dengan variasi rasio C/N 27 (DU27), yaitu sebesar 0,378 liter per hari. Adapun rata-rata produksi pada variasi rasio C/N 25 (DU25), rasio C/N 29, dan digester kontrol (DK) secara berturut-turut sebesar 0,322 liter per hari, 0,288 liter per hari, dan 0,209 liter per hari.

4.2 Volume biogas

Pengukuran volume biogas dilakukan selama proses produksi pada setiap digester, dengan perhitungan dimulai 24 jam setelah bahan dimasukkan ke dalam reaktor. Pengukuran dilakukan dengan mengamati perubahan tinggi floating drum dan bertujuan untuk menilai pengaruh variasi rasio karbon terhadap nitrogen (C/N) terhadap total produksi biogas. Gas terbentuk melalui proses fermentasi limbah batang pisang sebagai substrat utama dengan penambahan EM4 sebagai starter. Pengamatan dilakukan setiap 24 jam selama 24 hari. Total akumulasi gas yang dihasilkan kemudian digunakan sebagai indikator untuk mengetahui pengaruh

variasi rasio karbon terhadap nitrogen (C/N) terhadap volume biogas. Rekapitulasi volume total dari masing-masing variasi disajikan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Volume total biogas pada masing-masing variasi

Berdasarkan data total volume biogas pada Gambar 4.2, terlihat bahwa variasi rasio C/N 27 menghasilkan volume tertinggi sebesar 9,067 liter. Selanjutnya, variasi C/N 25 menghasilkan 7,725 liter, diikuti C/N 29 sebesar 6,913 liter. Sementara itu, variasi kontrol menunjukkan total produksi paling rendah, yaitu 5,008 liter.

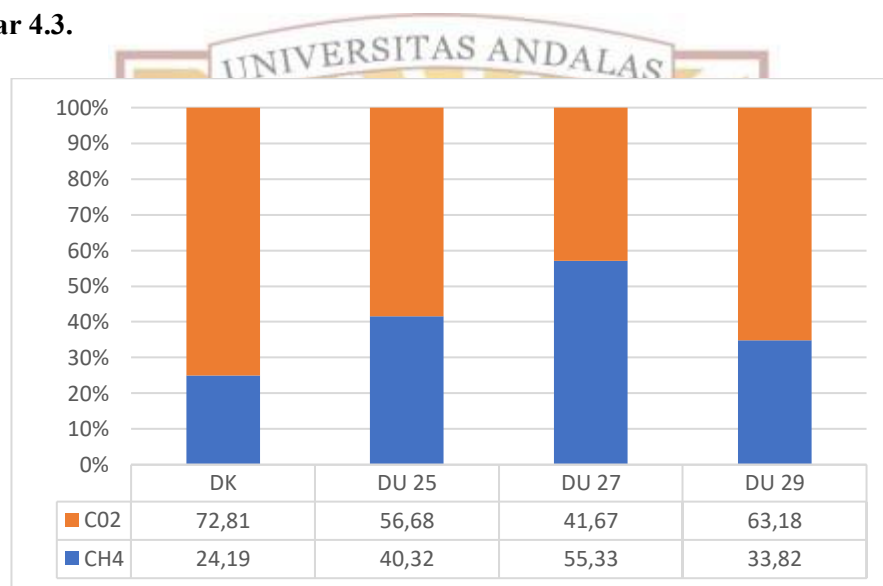
Temuan ini mengindikasikan bahwa batang pisang sebagai sumber karbon utama memiliki peranan penting dalam menentukan jumlah biogas yang dihasilkan, karena berpengaruh terhadap keseimbangan rasio C/N yang dibutuhkan untuk pertumbuhan mikroorganisme serta berlangsungnya proses metanogenesis secara optimal. Variasi dengan rasio C/N 27 menghasilkan volume biogas lebih besar karena mampu menyediakan nitrogen dalam jumlah yang lebih sesuai, sehingga mendukung perkembangan mikroorganisme metanogen dan meningkatkan efisiensi fermentasi bahan organik menjadi biogas.

Sebaliknya, pada variasi kontrol tidak terdapat penambahan sumber nitrogen untuk menyeimbangkan rasio C/N, sehingga produksi biogas menjadi lebih rendah. Secara umum, hasil ini menegaskan bahwa keseimbangan karbon dan

nitrogen yang tepat merupakan faktor penting dalam menunjang produksi biogas yang efektif dan maksimal.

4.3 Pengujian Komposisi Biogas

Pengujian komposisi gas dilakukan untuk menentukan kandungan utama dalam biogas yang dihasilkan oleh setiap digester, terutama kadar metana (CH_4) dan karbon dioksida (CO_2). Proses pengujian menggunakan spektrofotometer yang tersedia di Laboratorium air departemen Teknik Lingkungan, Universitas Andalas.. Hasil pengujian menunjukkan adanya variasi kandungan gas yang disebabkan oleh perbedaan rasio perbandingan karbon nitrogen. Hasil pengujian komposisi biogas dapat dilihat pada **Gambar 4.3**.



Gambar 4.3 Kadar CH_4 dan CO_2 pada setiap variasi pengujian

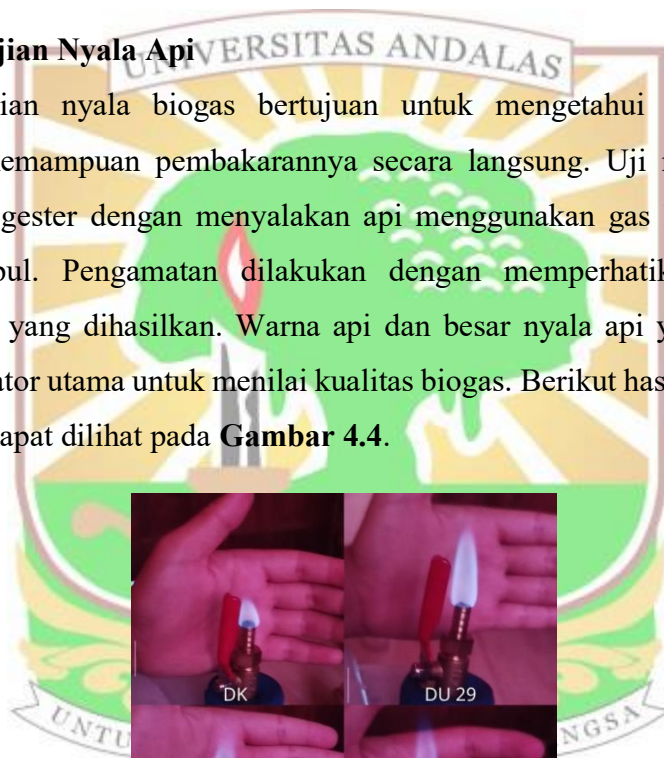
Berdasarkan grafik pada **Gambar 4.3**, kadar CO_2 dan CH_4 dalam biogas bervariasi pada setiap perlakuan. Digester kontrol menunjukkan kadar CO_2 tertinggi, yaitu sebesar 72,81%, sementara CH_4 yang dihasilkan hanya mencapai 24,19%. Hal ini menunjukkan bahwa dengan kadar karbon yang berlebih pada digester, fermentasi menghasilkan lebih banyak karbon dioksida dibandingkan metana. Digester dengan variasi rasio C/N 29 (DU29) menunjukkan kadar CO_2 sebesar 63,18%, sementara CH_4 hanya mencapai 33,82%. Pada perlakuan dengan rasio C/N 25 (DU25), kadar CO_2 menurun menjadi 56,68%, sedangkan CH_4 meningkat menjadi 40,32%, yang mengindikasikan peningkatan efisiensi fermentasi metana dengan peningkatan jumlah nitrogen pada digester, menghasilkan rasio karbon dan nitrogen yang hampir seimbang. Perlakuan dengan rasio C/N 27 (DU27)

menghasilkan kadar CO_2 terendah, yaitu 41,67%, dan CH_4 tertinggi sebesar 55,33%. Hal ini menunjukkan bahwa rasio C/N 27 memberikan kondisi optimal untuk proses fermentasi anaerob, dengan keseimbangan karbon dan nitrogen yang ideal untuk produksi metana.

Dari hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa pada proses pembuatan biogas dimana rasio C/N yang seimbang mempengaruhi kadar metana yang didapatkan. Pada pengujian kali ini, Rasio C/N 27 terbukti menjadi perlakuan yang paling efektif untuk menghasilkan biogas yang berkualitas dengan kandungan metana yang optimal.

4.4 Pengujian Nyala Api

Pengujian nyala biogas bertujuan untuk mengetahui kualitas biogas berdasarkan kemampuan pembakarannya secara langsung. Uji nyala dilakukan pada setiap digester dengan menyalakan api menggunakan gas hasil fermentasi yang terkumpul. Pengamatan dilakukan dengan memperhatikan warna dan kestabilan api yang dihasilkan. Warna api dan besar nyala api yang didapatkan menjadi indikator utama untuk menilai kualitas biogas. Berikut hasil dari pengujian nyala biogas dapat dilihat pada **Gambar 4.4**.



Gambar 4.4 Pengujian Nyala Api

Hasil pengujian menunjukkan bahwa kualitas biogas yang dihasilkan masih belum optimal walaupun pada variasi C/N 25 dan C/N 29 menghasilkan nyala api biru, karena biogas ideal seharusnya mengandung metana sekitar 50-65% dari total komposisi, dan hanya variasi C/N 27 yang mengandung komposisi dengan jumlah metana yang ideal. Kualitas biogas yang dihasilkan oleh tiap variasi akan dilihat

berdasarkan besarnya nyala api yang dihasilkan. Berdasarkan **Gambar 4.4**, nyala api terbesar terdapat pada variasi C/N 27, dimana variasi tersebut memiliki kadar metana terbesar, yaitu 55,33%. sementara pada variasi C/N 25 menghasilkan nyala api yang lebih besar jika dibandingkan dengan variasi C/N 29, karena kadar metana yang dihasilkan oleh variasi C/N 25 lebih besar dibandingkan variasi C/N 29, yaitu 40,32% berbanding 33,82%. Sedangkan pada variasi kontrol kadar metana yang dihasilkan hanya sedikit, yaitu sebesar 24,19%.

