

Effect of Total Solid, Substrate to Inoculum Ratio, and Cellulase Addition on Methane Production in Dry Anaerobic Digestion of Oil Palm Empty Fruit Bunch Using Psychrophilic and Thermophilic Inoculants

Dewi Octaviany

ABSTRACT

Indonesia, with a high production rate of oil palm empty fruit bunch (OPEFB), has a big potential to convert “solid waste” into a “high value renewable energy”. Developing dry anaerobic digestion under psychrophilic conditions is one potential way to reduce energy uses, especially for the cold climate regions. Dry anaerobic digestion gains interest as the process requires less water and sometimes can produce higher biogas than liquid anaerobic digestion. In this study, methane production of dry anaerobic digestion of OPEFB, under psychrophilic and thermophilic conditions, with total solid content of 21% and 30%, substrate to inoculum (S/I) ratio of 1 and 2, and addition of cellulases was studied. S/I ratio of 1 gave a higher cumulative methane yield for both psychrophilic and thermophilic conditions, with the highest value of $0.159 \pm 0.010 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{kg VS}$ at psychrophilic conditions and $0.089 \pm 0.024 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{kg VS}$ at thermophilic conditions. TS content for thermophilic dry anaerobic digestion of OPEFB was best at 21%, with the cumulative methane yield of $0.138 \pm 0.013 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{kg VS}$; while in psychrophilic conditions, both TS content of 21% & 30% were not significantly different with the highest cumulative methane yield was up to $0.126 \pm 0.005 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{kg VS}$. Effect of temperature on the methane production varies depending on the TS content of the substrate. At TS content of 30% and S/I ratio of 2, the cumulative methane yield of psychrophilic dry anaerobic digestion was higher than thermophilic dry anaerobic digestion. While at TS content of 21% and S/I ratio of 2, the cumulative methane yield of psychrophilic dry anaerobic digestion was lower than thermophilic dry anaerobic digestion. The addition of cellulases for psychrophilic and thermophilic dry anaerobic digestion of OPEFB did not significantly improve the cellulose and hemicellulose consumption and even reduced the cumulative methane yield.

Key words: Dry Anaerobic Digestion, Oil Palm Empty Fruit Bunch, Psychrophilic Inoculants, Thermophilic Inoculants, Total Solid, Methane

Pengaruh Total Padatan, Rasio Substrat per Inokulum, dan Penambahan Selulase terhadap Produksi Metan dalam Digesti Anaerobik Kering dari Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Menggunakan Inokulan Psikrofil dan Termofil

Dewi Octaviany

INTISARI

Indonesia, dengan angka produksi tandan kosong kelapa sawit (TKKS) yang tinggi, memiliki potensi yang besar untuk mengubah “limbah padat” menjadi sebuah “energi terbarukan” yang bernilai jual tinggi. Mengembangkan digesti anaerobik kering pada kondisi psikrofil adalah salah satu cara yang cukup potensial untuk mengurangi penggunaan energi, khususnya bagi negara-negara dengan cuaca dingin. Digesti anaerobik kering menarik untuk diteliti karena prosesnya membutuhkan air yang lebih sedikit dan terkadang dapat menghasilkan biogas yang lebih tinggi dari pada digesti anaerobik cair. Pada studi ini dipelajari mengenai produksi metan dari digesti anaerobik kering TKKS dalam kondisi psikrofilik dan termofilik, dengan total padatan (TP) 21% dan 30%, rasio substrat per inokulum (S/I) 1 dan 2, dan penambahan selulase. Rasio S/I 1 memberikan nilai kumulatif produksi metan yang lebih tinggi baik pada kondisi psikrofilik maupun termofilik, dengan nilai tertinggi $0.159 \pm 0.010 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{kg VS}$ pada kondisi psikrofilik dan $0.089 \pm 0.024 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{kg VS}$ pada kondisi termofilik. Kandungan TP terbaik untuk digesti anaerobik kering TKKS pada kondisi termofilik adalah 21%, yang menghasilkan nilai kumulatif produksi metan $0.138 \pm 0.013 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{kg VS}$; sedangkan pada kondisi psikrofilik kandungan TP 21% dan 30% memiliki nilai kumulatif produksi metan yang tidak berbeda jauh, dengan nilai tertinggi mencapai $0.126 \pm 0.005 \text{ m}^3 \text{ CH}_4/\text{kg VS}$. Pengaruh suhu terhadap produksi metan bervariasi, bergantung pada kandungan TP substrat. Pada kandungan TP 30% dan rasio S/I 2, kondisi psikrofil menghasilkan metan yang lebih tinggi dibandingkan kondisi termofil. Sedangkan pada kandungan TP 21% dan rasio S/I 2, kondisi psikrofil menghasilkan metan yang lebih rendah dari kondisi termofil. Penambahan enzim selulolitik tidak meningkatkan konsumsi selulosa dan hemiselulosa secara signifikan, dan bahkan menurunkan produksi metan, baik pada kondisi psikrofilik maupun termofilik.

Kata kunci: Digesti anaerobik kering, Tandan Kosong Kelapa Sawit, Inokulan Psikrofilik, Inokulan Termofilik, Total Padatan, Metan