

Abstract of thesis presented to the Senate of Universiti Malaysia Terengganu in fulfilment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy

PERFORMANCE OF ANAEROBIC DIGESTION OF PHYSICAL AND BIOLOGICAL PRE-TREATED COW MANURE FOR METHANE GAS PRODUCTION

ZULFAH BINTI ZULKIFLI

SEPTEMBER 2020

Main Supervisor : Nazaitulshila binti Rasit, PhD

Co-Supervisor : Shahrul bin Ismail, PhD

Co-Supervisor : Nora'aini binti Ali, PhD

Faculty : Faculty of Ocean Engineering Technology & Informatics

Cow manure (CM) has the potential to produce the highest biogas potential compared to other types of ruminant wastes however the presence of lignin in CM limited the accessibility of microorganisms, thus reducing the hydrolysis rate to produce biogas. The purpose of this research is to derive the best method in biogas production from CM. To achieve this, three phases of study were performed. In the first phase, a batch study of anaerobic digestion of CM was carried out for 30 days at 35 °C and the lignin degradation potential in CM after addition of *A. fumigatus* SK1 were evaluated. In this phase, the addition of *A. fumigatus* SK1 increased the lignin degradation thus improving the hydrolysis process. The second phase was the evaluation of biomethane potential of CM through physical and biological pre-treatments. Dry grounded (DG) pre-treatment process produced 0.22 LCH₄-STP g VS⁻¹, which yielded the highest biomethane potential than other pre-treatment processes. Subsequently, the third phase was carried out whereby two identical reactors which vary on temperature operation (T_R and M_R) were used to evaluate the performance of the semi-continuous dry anaerobic digestion of dry grounded (DG) CM. After having a stable condition during the start-up phase, the reactors were fed in semi-continuous mode with different SLR (3, 5, 7 and 9 kg TS/m³·day) for almost 100 days. The highest methane production rate and yield of 0.21 m³CH₄/m³·d and 0.39 m³ CH₄/kg VS, respectively was achieved at

SLR of 3 kg TS/m³·day in T_R. To obtain an overview of the process in the T_R reactor, three kinetics modelling (First-order, Modified Gompertz and Transference/Reaction Curve models) were used. Curve fitting was used to predict model output for experimental data, using the fit data algorithm in Matlab® R2016a. The Modified Gompertz can be considered as a useful tool for predicting dry anaerobic digestion of animal waste with the highest correlation coefficient ($R^2 > 0.998$) compared to other models. In conclusion, this study shows that the performance and efficiency of biogas conversion can be improved by improving substrate pre-treatment methods and operating conditions during the AD process.

Abstrak tesis yang dikemukakan kepada Senat Universiti Malaysia Terengganu sebagai memenuhi keperluan untuk Ijazah Doktor Falsafah

**PRESTASI PENCERNAAN ANAEROBIK TERHADAP NAJIS LEMBU
PRA-TERAWAT FIZIKAL DAN BIOLOGI UNTUK
PEGHASILAN GAS METANA**

ZULFAH BINTI ZULKIFLI

SEPTEMBER 2020

Penyelia Utama : Nazaitulshila binti Rasit, PhD

Penyelia Bersama : Shahrul bin Ismail, PhD

Penyelia Bersama : Nora'aini binti Ali, PhD

**Fakulti : Fakulti Teknologi Kejuruteraan Kelautan dan Ins
Informatik**

Najis lembu berpotensi untuk menghasilkan biogas tertinggi berbanding dengan jenis najis ruminan yang lain, namun kehadiran lignin dalam najis lembu membatasi akses mikroorganisma, sehingga mengurangkan kadar hidrolisis untuk menghasilkan biogas. Kajian ini bertujuan untuk menyelidik kaedah terbaik untuk memperbaiki dan meningkatkan pengeluaran biogas. Untuk mencapai tujuan ini, kajian ini telah dijalankan dalam tiga fasa. Pada fasa pertama, kajian pencernaan anaerobik najis lembu berkelompok dilakukan selama 30 hari pada suhu 35 °C bertujuan untuk menilai potensi degradasi lignin dalam najis lembu selepas penambahan *A. fumigatus* SK1. Melalui fasa ini, penambahan *A. fumigatus* SK1 meningkatkan degradasi lignin dengan itu meningkatkan proses hidrolisis. Fasa kedua adalah penilaian potensi biomethane dalam najis lembu melalui pra-rawatan fizikal dan biologi. Setelah menjalani proses pra-rawatan pengeringan pengisaran, sebanyak 0.22 LCH₄-STP g VS⁻¹ potensi biometana dapat dihasilkan serta mencatatkan potensi biometana tertinggi daripada proses pra-rawatan yang lain. Selepas itu, fasa ketiga telah dijalankan di mana dua reaktor dengan tetapan suhu yang berbeza (T_R and M_R) telah digunakan untuk menilai prestasi penguraian anaerobik kering najis lembu yang telah

dirawat. Selepas keadaan reaktor menjadi stabil, SLRs di tambah ke dalam reaktor dalam mod separuh berterusan dengan nilai SLR yang berbeza (3, 5, 7 dan 9 kg TS/m³.hari) selama 100 hari. Kadar pengeluaran metana dan hasil metana adalah sebanyak 0.21 m³CH₄/m³.d dan 0.39 m³ CH₄/kg VS, masing-masing dicapai pada SLR 3 kg TS/m³.hari di T_R. Untuk mendapatkan gambaran keseluruhan proses dalam reaktor T_R, tiga pemodelan kinetic (Model Pertama, Modifikasi Gompertz dan Model Lengkuk Peralihan / Reaksi) telah dinilai. Pemurnian lengkung digunakan dalam kajian ini bagi meramal output model berdasarkan data eksperimen yang diperolehi, dengan menggunakan algoritma data yang sesuai di Matlab® R2016a. Modifikasi Gompertz boleh dijadikan sebagai model untuk meramal pencernaan anaerobik kering untuk najis haiwan dengan keputusan simulasi yang tertinggi ($R^2 > 0.998$) berbanding model yang lain. Kesimpulannya, kajian ini menunjukkan bahawa prestasi dan kecekapan penukaran biogas boleh diperbaiki dengan memperbaiki kaedah pra-rawatan substrat dan keadaan operasi semasa proses pencernaan anaerobik.