

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการผลิตก๊าซชีวภาพจากมูลสุกร โดยใช้กระบวนการย่อยสลายแบบไร้อากาศสองขั้นตอนที่มีการไหลวนกลับของน้ำเสีย โดยในกระบวนการนี้มีถังปฏิกรณ์ 2 ถัง ถังปฏิกรณ์แรกเป็นถังปฏิกรณ์ผลิตกรดอินทรีย์เป็นถังที่เติมมูลสุกรเพียงครั้งเดียวตลอดการทดลอง (batch reactor) ทำหน้าที่ผลิตกรดอินทรีย์จากมูลสุกรในส่วนที่เป็นของแข็ง และส่งผ่านไปยังถังปฏิกรณ์ที่สอง ถังปฏิกรณ์ที่สองเป็นถังปฏิกรณ์ผลิตก๊าซมีเทน เป็นถังแบบมีตัวกลาง (packed bed) ซึ่งมีคุณสมบัติเก็บกักตะกอนจุลินทรีย์ได้ดี ระบบสองขั้นตอนนี้ทำงานโดยการใช้ น้ำไหลวนผ่านระหว่างถังปฏิกรณ์ทั้ง 2 ถัง ซึ่งน้ำมีหน้าที่ในการชะสารอินทรีย์ที่ละลายน้ำจากมูลสุกรในถังปฏิกรณ์ผลิตกรด และนำไปยังถังปฏิกรณ์ผลิตก๊าซมีเทน งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาผลของอัตราการไหลวนน้ำระหว่างถังปฏิกรณ์ทั้ง 2 ถัง และความหนาของชั้นมูลสุกรในถังปฏิกรณ์ผลิตกรดอินทรีย์

การศึกษาผลของปริมาณน้ำโดยทดลองที่อัตราการไหลวนน้ำ 2, 4 และ 6 ลิตรต่อวัน ที่ความหนาชั้นมูลสุกร 10 เซนติเมตร หรือปริมาณมูลสุกรบรรจุ 8.4 กิโลกรัม พบว่าการเพิ่มปริมาณน้ำในการไหลวนจะช่วยเพิ่มให้มีการพาสารอินทรีย์จากถังปฏิกรณ์ผลิตกรดอินทรีย์ไปกำจัดในถังปฏิกรณ์ผลิตก๊าซมีเทนได้มากขึ้น ทำให้เกิดก๊าซมีเทนในถังปฏิกรณ์ผลิตก๊าซมีเทนได้มากขึ้น การย่อยสลายสารอินทรีย์จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 40 วันแรก และความสามารถในการกำจัดชีโอดีทั้งหมดที่อัตราการไหลวนน้ำ 2, 4 และ 6 ลิตรต่อวัน เป็น 3.1, 3.0 และ 3.3 กิโลกรัม ตามลำดับ และผลิตก๊าซชีวภาพได้ 38, 52 และ 135 ลิตร ตามลำดับ ส่วนการศึกษาโดยการเพิ่มความหนาของชั้นมูลสุกรจาก 10 เซนติเมตร เป็น 20 เซนติเมตร ที่อัตราการวนน้ำ 6 ลิตรต่อวัน พบว่าทำให้มีการชะสารอินทรีย์จากมูลสุกรมากขึ้น แต่ไม่มีผลต่อการผลิตก๊าซมีเทนในถังปฏิกรณ์ผลิตก๊าซมีเทน แต่การเกิดก๊าซมีเทนในถังปฏิกรณ์ผลิตกรดลดลง เนื่องจากผลความเข้มข้นของกรดอินทรีย์ที่เพิ่มมากขึ้น สภาวะที่เหมาะสมในงานวิจัยนี้คือ ที่อัตราการวนน้ำ 6 ลิตร ความหนาชั้นมูลสุกร 10 เซนติเมตร (มูลสุกรบรรจุ 8.4 กิโลกรัม) โดยมีประสิทธิภาพการกำจัดชีโอดี สารอินทรีย์ระเหย และของแข็งในถังปฏิกรณ์ผลิตกรดอินทรีย์ เป็นร้อยละ 54, 38 และ 33 ตามลำดับ ปริมาณก๊าซชีวภาพทั้งหมด 376 ลิตร และระยะเวลาในการหมักที่ดีที่สุดในการผลิตก๊าซชีวภาพคือ 40 วัน

ในการศึกษาการบำบัดมูลสุกรในส่วนที่เป็นของแข็งการดำเนินระบบไม่มีปัญหาเรื่องการอุดตัน เนื่องจากมีการแยกระหว่างส่วนที่เป็นของแข็งและของเหลวออกจากกัน และพบว่าระบบบำบัดสองขั้นตอนมีเสถียรภาพการทำงานดีกว่าแบบขั้นตอนเดียว และจากการวิเคราะห์ทางด้านการเงินโดยเปรียบเทียบระหว่างระบบบ่อแบบราง ระบบบ่อแบบ H-UASB และระบบที่ทำการศึกษาคือระบบสองขั้นตอน ค่าแนวราคาก๊าซชีวภาพได้ 1.9, 1.7 และ 3.0 บาทต่อลูกบาศก์เมตรก๊าซชีวภาพ ตามลำดับ ระบบสองขั้นตอนถ้าได้มีการปรับปรุงประสิทธิภาพในการผลิตก๊าซชีวภาพให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นเต็มความสามารถ จะช่วยลดต้นทุนการผลิตก๊าซชีวภาพลงได้มาก เนื่องจากต้นทุนของราคาก่อสร้างระบบนี้มีราคาถูกกว่า

คำสำคัญ : ก๊าซชีวภาพ / ถังหมักแบบครึ่งฟิล์ม / การไหลวนน้ำ / มูลสุกร / ถังปฏิกรณ์แบบของแข็ง /

ความหนาของชั้นมูลสุกร / การบำบัด / ถังหมักแบบสองขั้นตอน

The experiments with two-stage anaerobic systems were set up for biogas production of piggery waste. This process contains of two reaction tanks. The downflow solid bed reactor were operated as acid tank. This process will supply the organic acid in the solid form of pig manure to second tank. The second reactor tank is upflow anaerobic fixed bed reactor were operated as methane tank. This tank is designed with packed bed which is effective in bacteria sludge retaining. The two-stage anaerobic systems were operated by the recirculation of water through the acid to methane tanks. The recirculated water will leached the dissolved organic substances from bacteria digestion of the piggery waste in the acid tank. These soluble substances will be flown and converted to biogas through the methane tank.

The main objective of this research was studied the effect of water recirculation rate and the thickness of piggery waste layer in the acid tank on the enhancement of methane production from piggery waste in the methane reactor. At first stage, the test of recirculated water volume is considered at 2, 4 and 6 liters per day with the 10 cm. height piggery waste layer. The water in much volume can increase the amount of extracted soluble organic substances from acid to methane tanks. From that result, more methane gas was obtained. Bacteria digestion will be occurred rapidly at the first 40 days. The total COD decreasing of recirculated water volume at 2, 4 and 6 liters per day was 3.1, 3.0 and 3.3 kg, respectively. The total biogas volume is 38, 52 and 135 liters, respectively.

The experiment was studied the height of piggery waste layer in acid tank at 10 and 20 cm. with 6 liters per day of recirculated water, the organic substances from piggery waste is extracted in greater amount but its dose not effect to methane production. The increasing of that substances at the mentioned conditions causes the inhibit of methanogenic bacteria in the acid tank.

The results suggest that the suitable condition was at 6 liters of recirculated water and 10 cm. height of piggery waste layer. The percentage of effectiveness in removed of COD, volatile solid and total solid were 54, 38 and 33, respectively. The total biogas gas production is 376 liters for 40 days of reaction period.

During the operation of two state anaerobic system from piggery slurry waste for a long period, the problem of clogging was not found and the performance of the system was quite stable. It was noticed that the two state system was more practical and solve some limitation by separation solid and liquid phase. Life cycle cost analysis of plug flow, H-UASB and two stage system, the calculation cost of biogas was 1.9, 1.7 and 3.0 bath/m<sup>3</sup>biogas, respectively. The two-state system was slightly higher than another system because the efficiency of biogas production was slightly lower. If the

performance of two state reactor can be improved into the optimum condition, the efficiency in methane production will close to the maximum yield that can reduce the biogas cost due to its lower investment cost. This will be another choice for methane production from piggery waste.

**Keywords :** biogas / fixed bed reactor / liquid recirculation / piggery waste / solid bed reactor / thickness of piggery waste layer / treatment / two-stage anaerobic digester