โมฮัมเหม็ด เพดรี : การคัดเลือกและหาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตชีวมวลจากกลุ่มประชากรสาหร่ายจากน้ำเสียที่ออกจากระบบก๊าซชีวภาพเพื่อการใช้อย่างมีศักยภาพในการผลิตไบโอดีเซล (SELECTION AND OPTIMIZATION OF BIOMASS PRODUCTION FROM MICROALGAL CONSORTIUM USING BIOGAS EFFLUENT WASTEWATER FOR POTENTIAL BIODIESEL GENERATION) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิตยา บุญเทียน, 222 หน้า.

คำสำคัญ : สาหร่ายขนาดเล็ก, การบำบัดน้ำเสีย, การใช้เชื้อร่วมกัน, แอคติโนไมซิส, เชื้อรา, ความสามารถในการเก็บเกี่ยว, ศักยภาพในการผลิตเชื้อเพลิงชีวภาพ

การบำบัดน้ำเสียอย่างยั่งยืนด้วยศักยภาพของการผลิตพลังงานชีวภาพ ทำได้โดยการบำบัดน้ำเสียแบบควบคู่กับการผลิตชีวมวลเพื่อวัตถุประสงค์ด้านพลังงานชีวภาพ ดังนั้นจึงต้องมีการบำบัดอย่างเหมาะสมเพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบที่ไม่พึงประสงค์จากการปล่อยน้ำเสีย ในบรรดาเทคนิคในปัจจุบันระบบการบำบัดด้วยสาหร่ายกำลังได้รับความสนใจมากขึ้น อย่างไรก็ตาม การประยุกต์ใช้เทคนิคนี้ยังไม่ถูกนำมาใช้ในเชิงอุตสาหกรรม อันเนื่องมาจากข้อจำกัดด้านการเพิ่มผลผลิตของสาหร่ายขนาดเล็ก และเทคนิคการเก็บเกี่ยวเซลล์สาหร่าย วัตถุประสงค์หลักของการวิจัยนี้คือการคัดเลือกจุลินทรีย์ที่เป็นประโยชน์ร่วมกับสาหร่ายขนาดเล็ก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตชีวมวลจากกลุ่มสาหร่ายขนาดเล็ก และลดปัญหากระบวนการเก็บเกี่ยวเซลล์ของสาหร่ายขนาดเล็ก เพื่อบำบัดน้ำเสียและนำผลิตชีวมวลของสาหร่ายไปใช้เพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำเสียของการผลิตก๊าซชีวภาพจากมันสำปะหลัง ในการศึกษาครั้งนี้ได้แบ่งจุลินทรีย์ออกเป็น 2 กลุ่มโดยถูกแยกและคัดเลือกเพื่อนำมาเพาะเลี้ยงร่วมกัน โดยจุลินทรีย์กลุ่มแรก ได้แก่จุลินทรีย์ที่เป็นสาหร่ายขนาดเล็กได้แก่ *Chlorella sorokiniana* และแบคทีเรียในสกุล *Streptomyces thermocarboxydus* BMI 10 กลุ่มจุลินทรีย์ที่สองได้แก่ กลุ่มสาหร่ายขนาดเล็กในสกุล *Chlorella vulgaris* สายพันธุ์ TISTR 8580 และเชื้อราในสกุล *Aspergillus niger* สายพันธุ์ F5 โดยทำการทดสอบปฏิกิริยาซินโทรฟิกโดยทำการเพาะเลี้ยง *S. thermocarboxydus* BMI 10 ร่วมกับ *C. sorokiniana* P21 ผลการศึกษาพบว่า กรดอินโดล-3-อะซิติก (IAA) ที่ผลิตจาก *S. thermocarboxydus* BMI 10 ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่าย P21 ในน้ำเสียที่ผ่านการฆ่าเชื้อ ในขณะที่อีกระบบที่มีการปลูกเชื้อสายพันธุ์ F5 ที่มีสมบัติในการย่อยสลายฟอสเฟตลงไปในระบบกำจัดน้ำเสียจากมันสำปะหลัง หลังจากที่ค่าการกำจัดฟอสฟอรัสรวมมีค่าคงที่ ร่วมกับสาหร่ายขนาดเล็ก สายพันธุ์ 8580 พบว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดฟอสฟอรัส แต่สามารถเก็บเกี่ยวเซลล์ของสาหร่ายสายพันธุ์ 8580 ได้น้อย อย่างไรก็ตาม ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดมีปริมาณลดลงเมื่อใช้การกำจัดทั้งสองวิธี เมื่อทำการเพาะเลี้ยงสาหร่ายขนาดเล็กสายพันธุ์ P21 ร่วมกับ *Streptomyces* สายพันธุ์ BMI 10 พบว่า สามารถส่งเสริมมวลชีวภาพได้ดีกว่า (2.11 กรัมต่อลิตร), ประสิทธิภาพในการกำจัดปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด และค่า COD คิดเป็น 76.76, 86.56 และ 72.94 % ตามลำดับ ซึ่งการ

เพาะเลี้ยงในระบบนี้ให้ผลดีกว่าเมื่อเทียบกับการเพาะเลี้ยงร่วมระหว่างสาหร่ายขนาดเล็กสายพันธุ์ 8580 กับเชื้อราสายพันธุ์ F5 นอกจากนี้พบว่า การเพาะเลี้ยงร่วมระหว่างสาหร่ายขนาดเล็กสายพันธุ์ P21 ร่วมกับ *Streptomyces* สายพันธุ์ BMI 10 มีประสิทธิภาพในการบำบัดได้ดีกว่าการใช้เซลล์สายพันธุ์ใดสายพันธุ์หนึ่ง อย่างไรก็ตามผลผลิตของการเพาะเลี้ยงเชื้อร่วมกันในน้ำเสียนั้นต่ำกว่าในสภาพปลอดเชื้อ การวิเคราะห์ปริมาณ และองค์ประกอบของกรดไขมันจากสิ่งมีชีวิตต่อหน่วยพื้นที่ที่มีการเพาะเลี้ยงเชื้อร่วมนี้พบว่า เป็นที่น่าพอใจสำหรับการผลิตไบโอดีเซล (กรดไขมันอิ่มตัว 54.11-61.52% ที่มีระดับความไม่อิ่มตัวที่ 0.59-0.82) โดยภาพรวมแล้ว ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าการเพาะเลี้ยงเชื้อร่วมกันของสาหร่ายและแบคทีเรีย สามารถเพิ่มประสิทธิภาพแบบองค์รวมที่ควบคู่กับการบำบัดน้ำเสียและการผลิตไบโอดีเซล โดยสามารถลดพลังงานในการผลิตไบโอดีเซลได้ถึง 35% ต่อหน่วยการผลิตไบโอดีเซลทั้งหมด อย่างไรก็ดีประสิทธิภาพในการกำจัดสารอาหารยังไม่สามารถทำได้เต็มที่ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะการเกิดปรากฏการณ์ Eutrophication ดังนั้น การศึกษาความเป็นไปได้ในอนาคต จำเป็นต้องมีการขยายระดับการทดสอบที่ใหญ่ขึ้น เพื่อให้มีสภาพใกล้เคียงกับระบบการกำจัดจริง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา 2564

ลายมือชื่อนักศึกษา .....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ..... Nittaya Boonian

MOHAMAD PADRI : SELECTION AND OPTIMIZATION OF BIOMASS PRODUCTION FROM MICROALGAL CONSORTIUM USING BIOGAS EFFLUENT WASTEWATER FOR POTENTIAL BIODIESEL GENERATION. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. NITTAYA BOONTIAN, Ph.D., 222 PP.

Keyword : MICROALGAE, WASTEWATER TREATMENT, CO-CULTURE, ACTINOMYCEYES, FUNGI, HARVESTABILITY, BIODIESEL POTENCY

Coupling bioenergy in the biodiesel form and wastewater treatment system has been emerging nowadays to address an increase of energy demand and environmental protection action. Combination microalgae culture in the wastewater with the beneficial microbial would address the problem of algal production and harvestability process. The primary objective of this research is to select and optimize biomass production from microalgal consortia using cassava biogas effluent wastewater to treat the wastewater and produce algal biomass for potential utilization in biodiesel production. Two different co-cultures were developed based on the isolation and screening processes. The first one was alga-actinomycete co-culture that consisted of *Chlorella sorokiniana* strain P21 and *Streptomyces thermocarboxydus* strain BMI 10 were potential for alga-actinomycete co-culture. The second co-culture was *Chlorella vulgaris* strain TISTR 8580 and *Aspergillus niger* strain F5 for alga-fungus co-culture. The syntrophic interaction of *S. thermocarboxydus* BMI 10 with *C. sorokiniana* P21 was also observed. The Indole-3-acetic acid (IAA) mechanism of growth-promoting affected the growth of alga P21 in sterilized wastewater. Additional fungus F5 pellets with the phosphate-solubilizing activity after the total phosphorus (TP) removal became stationary in cassava wastewater treatment using alga 8580 significantly increased TP and chemical oxygen demand (COD) removals. Another approach by co-culturing the fungus F5 and alga 8580 also increased the removal efficiencies but less effective in trapping algal cells during the cultivation. However, total nitrogen (TN) removal decreased with both methods of application. On the other hand, co-culture of alga P21 and actinomycete BMI 10 showed the better total biomass production (2.11 g L^{-1}), TN, TP, and COD removals as much as 76.76, 86.56, and 72.94 %, respectively than co-culture of alga 8580 and fungus F5. Alga P21 and actinomycete 8580 co-culture showed a higher result than the single culture of alga P21 in the actual wastewater utilization. Nevertheless, the productivity of the co-culture in the real wastewater was lower than

in the sterilized condition. Analysis of the amount and composition of fatty acids from this co-culture biomass revealed that it was quite satisfactory for biodiesel production (54.11-61.52% saturated fatty acids with a 0.59-0.82 degree of unsaturation). Overall, the results showed the co-culture of the alga and bacterium is a holistic enhancement that couples wastewater treatment with biodiesel production with a total 35 % reduction of energy demand per unit biodiesel production. Nevertheless, the significant removal of nutrients was still not a complete removal and might still carry eutrophication potency to the environments. Further, upscaling process into a bench-scale may be required before the application of co-culture in the real situation.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Environmental Engineering
Academic Year 2021

Student's Signature .....
Advisor's Signature ..... Nittaya Boonnorm