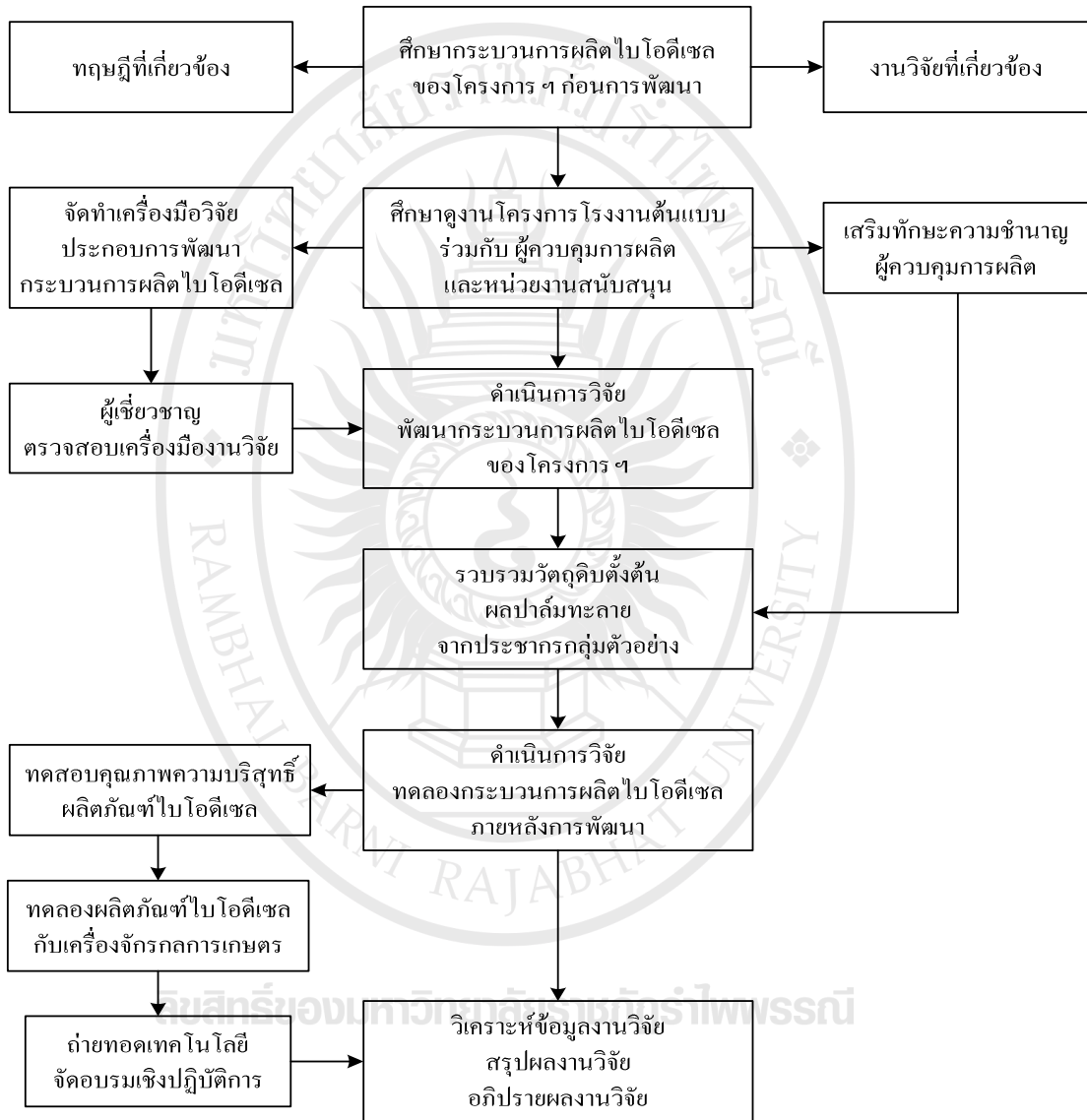


## อุปกรณ์และวิธีการ

### แผนผังการดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยเรื่อง การพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ เพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด มีแผนผังการการวิจัยดังนี้



ภาพประกอบ 7 การพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ เพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด

เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัยเรื่อง การพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบเพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด ผู้วิจัยดำเนินการวิจัยดังนี้

ตอนที่ 1 ศึกษาแนวทางการพัฒนาและจัดทำเครื่องมือประกอบการพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบเพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด

ตอนที่ 2 ดำเนินการวิจัยพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลของโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด

ตอนที่ 3 รวบรวมวัตถุดิบตั้งต้นผลปาล์มทะเลจากกลุ่มตัวอย่างและทดลองกระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ

ตอนที่ 4 การทดสอบความบริสุทธิ์ของไบโอดีเซลและการทดลองใช้งานไบโอดีเซล

ตอนที่ 5 จัดอบรมเชิงปฏิบัติการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซลของโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด

ตอนที่ 6 การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

**ตอนที่ 1 ศึกษาแนวทางการพัฒนาและจัดทำเครื่องมือประกอบการพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบเพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด**

**เครื่องมือในงานวิจัย**

ใช้การเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนามในการวิจัยเชิงคุณภาพจะใช้วิธีการสังเกต การสัมภาษณ์ และจัดทำเครื่องมือวิจัยประกอบการพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซล

**วิธีดำเนินการ**

1. ศึกษากระบวนการผลิตไบโอดีเซลก่อนการพัฒนาของโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กเพื่อผลิตไบโอดีเซลในพื้นที่จังหวัดตราด โดยศึกษาเทคโนโลยีการผลิต อุปกรณ์ เครื่องจักรที่สำคัญ ทักษะและความชำนาญของผู้ควบคุมการผลิตที่มีผลต่อสมรรถนะการผลิตไบโอดีเซล ตลอดจนแนวทางการพัฒนากระบวนการผลิต

2. ศึกษาฐานโครงการอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กอันเนื่องมาจากพระราชดำริจากโครงการโรงงานต้นแบบ ณ โรงงานสกัดน้ำมันพืชและผลิตไบโอดีเซลครบวงจร มูลนิธิชัยพัฒนา อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (ภาคผนวก ก) โดยเชิญผู้ควบคุมการผลิต และหน่วยงานสนับสนุน คือ บุคลากรโรงเรียนเนินทรายวิทยาคม ซึ่งเป็นสถานที่ดำเนินการวิจัย ร่วมศึกษาฐานเพื่อเสริมทักษะความชำนาญของผู้ควบคุมการผลิต

3. จัดทำเครื่องมือวิจัย ประกอบการพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบเพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด ตรวจสอบเครื่องมือวิจัยโดยผู้เชี่ยวชาญ คุณจิระพงศ์ รักประสูตร ผู้จัดการโรงงานสกัดน้ำมันพืชและผลิตไบโอดีเซลครบวงจร มูลนิธิชัยพัฒนา อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ (ภาคผนวก ข)

ตอนที่ 2 ดำเนินการวิจัยพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลของโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด

1. พัฒนาพื้นที่การหีบสกัดน้ำมันปาล์มดิบ เพื่อให้มีพื้นที่ติดตั้งระบบกรองแยกกากสลัดจ์ปาล์มด้วยตะแกรงสั่นแทนแรงงานคน

### 1.1 วัสดุอุปกรณ์

1.1.1 เหล็กทรงน้ำ ขนาดความหนา 6 มิลลิเมตร ยาว 2.10 เมตร จำนวน 9 ท่อน

1.1.2 เครื่องเชื่อมเหล็ก

### 1.2 วิธีดำเนินการ

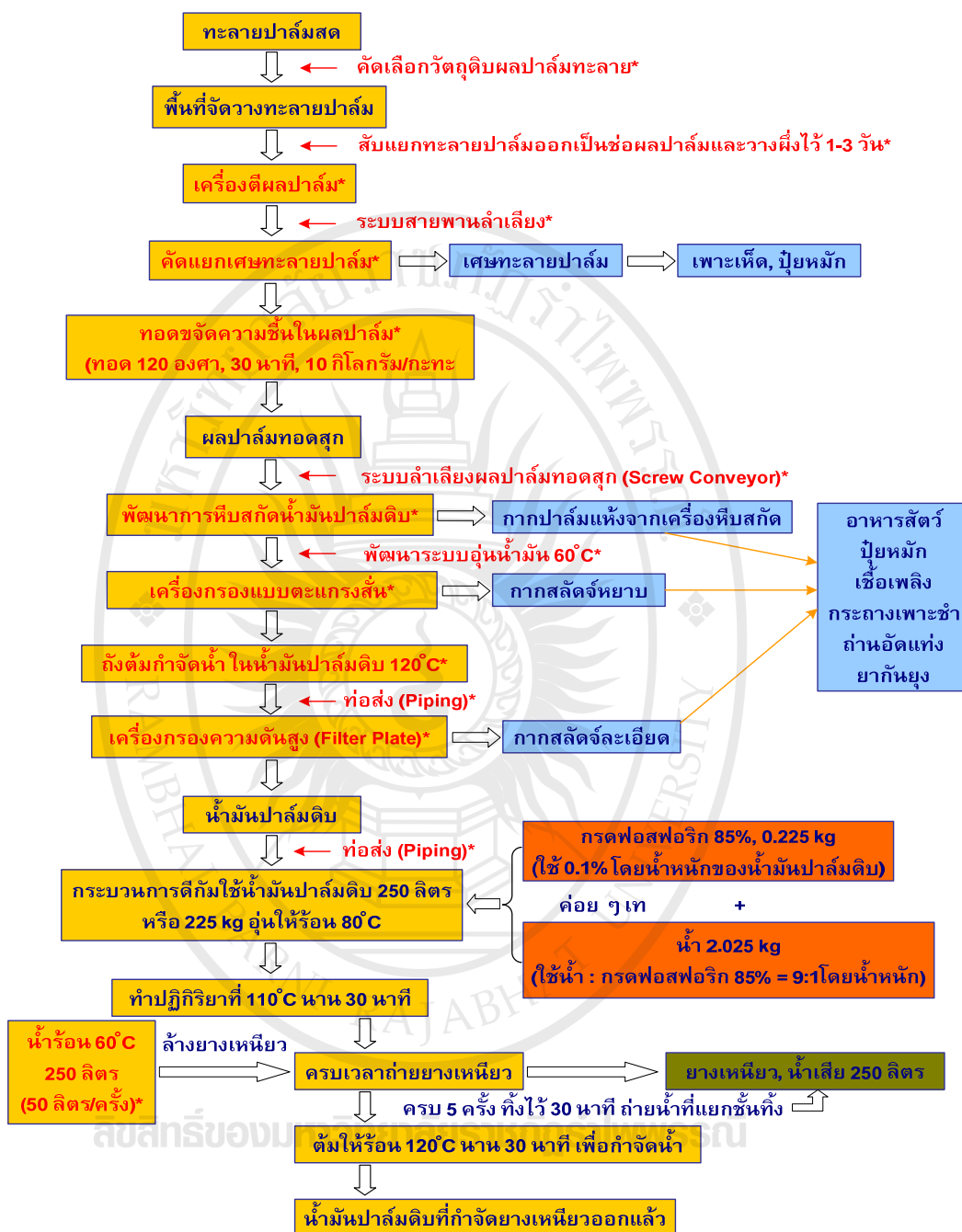
จากการศึกษาเทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซลจากผลปาล์มทะเลทราย พบว่าพื้นที่การหีบสกัดน้ำมันปาล์มดิบ จำเป็นต้องพัฒนาติดตั้งระบบกรองแยกกากสลัดจ์ปาล์มด้วยเครื่องจักรแทนแรงงานคน จึงดำเนินการพัฒนาเพิ่มพื้นที่ส่วนการหีบสกัดน้ำมันปาล์มดิบ โดยยกระดับพื้นที่วางเครื่องหีบปาล์ม จากความสูงเดิม 1.05 เมตร เพิ่มเป็นความสูง 2.10 เมตร ทำให้มีพื้นที่วางเพิ่มขึ้นได้เครื่องหีบปาล์ม ขนาดพื้นที่กว้าง 3.00 เมตร ยาว 4.00 เมตร สูง 2.10 เมตร เพื่อให้มีพื้นที่ติดตั้งระบบกรองแยกกากสลัดจ์ปาล์มด้วยตะแกรงสั่นแทนแรงงานคน ดังภาพประกอบ 8



ภาพประกอบ 8 พัฒนาระดับพื้นที่วางเครื่องหีบปาล์มเพื่อให้มีพื้นที่ติดตั้งระบบกรองแยกกากสลัดจ์ปาล์มด้วยตะแกรงสั่นแทนแรงงานคน

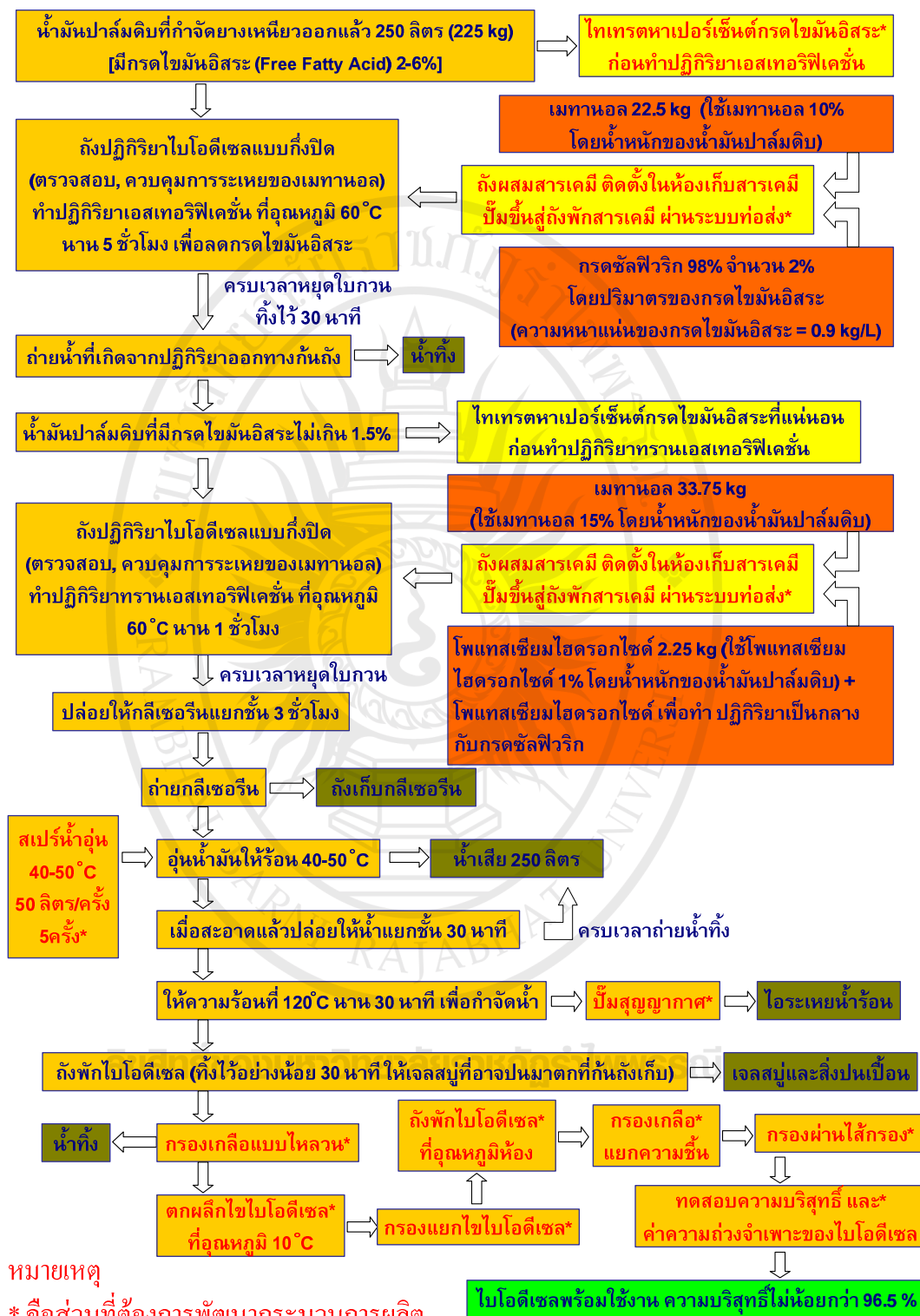
2. พัฒนาระบบผลิตน้ำมันปาล์มดิบ แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการพัฒนาการผลิตน้ำมันปาล์มดิบ ดังภาพประกอบ 9 และขั้นตอนการพัฒนาการผลิตไบโอดีเซล ดังภาพประกอบ 10

## ขั้นตอนการพัฒนาการผลิตน้ำมันปาล์มดิบ (Crude Palm Oil : CPO)



ภาพประกอบ 9 ขั้นตอนการพัฒนาการผลิตน้ำมันปาล์มดิบ

### ขั้นตอนการพัฒนาการผลิตไบโอดีเซล



ภาพประกอบ 10 ขั้นตอนการพัฒนาการผลิตไบโอดีเซล

## 2.1 ขั้นตอนการพัฒนาการผลิตน้ำมันปาล์มดิบ

### 2.1.1 พัฒนาระบบตีแยกผลปาล์มออกจากทะลายปาล์ม

วัตถุประสงค์ใช้ผลปาล์มทะลายในการทดลอง จำนวน 1,000 กิโลกรัม โดยควบคุมคัดเลือกวัตถุดิบตามลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของปาล์มน้ำมัน และวิธีการเก็บเกี่ยวปาล์ม น้ำมันและคุณภาพทะลายปาล์ม

#### วัสดุอุปกรณ์

(1) โต้ะสับปาล์ม ขนาดความสูง 50 เซนติเมตร ปรับสูงต่ำได้ ทำจากโลหะ จำนวน 2 ชุด ดังภาพประกอบ 11



ภาพประกอบ 11 โต้ะสับปาล์มทำจากโลหะ ปรับสูงต่ำได้

(2) มีดสับปาล์มทำจากโลหะเหล็ก จำนวน 4 เล่ม ดังภาพประกอบ 12



ภาพประกอบ 12 มีดสับปาล์มทำจากโลหะ

(3) เครื่องตีแยกผลปาล์ม ตัวถังภายนอกทำจากโลหะแผ่นเหล็กหนา 2 มิลลิเมตร ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 60 เซนติเมตร สูง 60 เซนติเมตร ภายในตัวถังทำจากเหล็กหนา 3.1 มิลลิเมตร มีวนเป็นทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 45 เซนติเมตร รongรับด้วยเบร็ง มีท่อนเหล็กตันยาว 5 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 1/2 นิ้ว วางเป็นแนวตามทรงกระบอก จำนวน 4 แถว ๆ ละ 16 ท่อน เป็นชุดเคลื่อนที่ และมีท่อนเหล็กตันยาว 10 เซนติเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 1/2 นิ้ว ยึดติดกับโครงตัวถัง จำนวน 4 แถว รวม 53 ท่อน เป็นชุดอยู่กับที่ ทำงานสัมพันธ์กันคอยเกี่ยวลูกปาล์มออกจากช่อดผลปาล์ม ต้นกำลังจากมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 3 แรงม้า ระบบไฟฟ้า 1 เฟส ทดสอบความเร็วด้วยเกียร์ทด อัตราทด 60 ต่อ 1 คงเหลือความเร็วรอบ 25 รอบต่อนาที

(4) สายพานลำเลียง ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ 2 แรงม้า 3 เฟส ทดสอบความเร็วด้วยเกียร์ทด อัตราทด 60 ต่อ 1 จำนวน 1 ชุด ดังภาพประกอบ 13



ภาพประกอบ 13 เครื่องตีแยกผลปาล์ม และสายพานลำเลียงคัดแยกผลปาล์ม

#### วิธีดำเนินการ

(1) เพื่อให้กระบวนการตีแยกผลปาล์มน้ำมันออกจากช่อดผลปาล์มด้วยเครื่องตีแยกผลปาล์มสามารถทำงานได้ต่อเนื่องไม่หยุดชะงักเนื่องจากการชำรุดของเครื่องตีผลปาล์ม วัตถุประสงค์ผลปาล์มน้ำมันไม่ชำรุดเสียหาย ลดการเกิดกรดไขมันอิสระในผลปาล์มน้ำมัน จึงต้องลดขนาดผลปาล์มช่อดผล โดยการใช้การทดลองสับแยกเป็นช่อดผลปาล์ม ด้วยมีดและโต้ะสำหรับสับช่อดผลปาล์มน้ำมัน ทำการบันทึกผลการทดลอง

(2) นำช่อดผลปาล์มที่ผ่านการสับแยกเป็นช่อดผลปาล์ม ไปสิ่งทิ้งไว้บนลานตากในร่ม ประมาณ 3 วัน ดังภาพประกอบ 14 และภาพประกอบ 15



ภาพประกอบ 14 คัดแยกวัตถุดิบ สับแยกทะลายปาล์มออกเป็นช่อผลปาล์ม และฝังบนลานตาก



ภาพประกอบ 15 ลักษณะช่อผลปาล์มและการฝังบนลานที่ลานในร่ม

(3) ทดลองตีแยกผลปาล์มด้วยเครื่องตีแยกผลปาล์ม และคัดแยกกากทะลายปาล์มออกจากผลปาล์มน้ำมันที่ถูกตีหลุดร่วงด้วยระบบสายพานลำเลียง ดังภาพประกอบ 16



ภาพประกอบ 16 ทดลองตีแยกผลปาล์มและคัดกากช่อปาล์มขนาดใหญ่บนสายพานลำเลียง

(4) ทำการบันทึกผลการทดลอง เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะการผลิตก่อนการพัฒนาและหลังการพัฒนา

### 2.1.2 พัฒนาระบบเตาทอดผลปาล์มน้ำมัน

#### วัสดุอุปกรณ์

(1) เตาทอดผลปาล์มน้ำมันโดยใช้การก่ออิฐอมุญและฉาบด้วยปูน ขนาดกว้าง 1.5 เมตร ยาว 4 เมตร สูง 0.8 เมตร สำหรับวางกระทะทอดผลปาล์มน้ำมันเส้นผ่านศูนย์กลาง 80 เซนติเมตร จำนวน 3 ใบ และก่อบล็อกคว้นสูง 3 เมตร

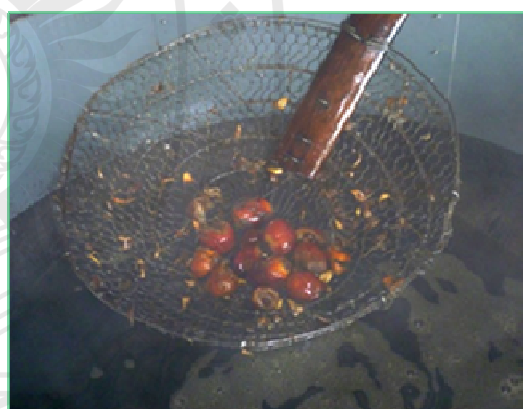
(2) เศษไม้ฟืน 150 กิโลกรัม

(3) ผลปาล์มน้ำมันที่ได้จากกระบวนการตีคัดแยกออกจากทะเลาะปาล์ม

(4) น้ำมันพืชใช้แล้วจากผลปาล์มน้ำมัน จำนวน 5 ปี๊บ

#### วิธีดำเนินการ

ทดลองทอดผลปาล์มน้ำมันที่ได้จากกระบวนการตีคัดแยกออกจากทะเลาะปาล์มเพื่อขจัดความชื้นในผลปาล์ม ดังภาพประกอบ 17 บันทึกผลการทดลองเพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะการผลิตก่อนการพัฒนาและหลังการพัฒนา



ภาพประกอบ 17 ลักษณะเตาทอดผลปาล์มภายหลังจากการพัฒนาและผลปาล์มทอดสุก

### 2.1.3 พัฒนาการหีบสกัดน้ำมันปาล์มดิบ

#### วัสดุอุปกรณ์

(1) เครื่องหีบสกัด ขนาดโครงเครื่อง 0.75 x 3.00 x 1.08 เมตร ทำจากเหล็กเหนียวน้ำหนัก 1,500 กิโลกรัม กำลังการผลิต 2 ตันต่อวัน ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ขนาด 30 แรงม้า ระบบไฟฟ้า 3 เฟส ชุดเกียร์ ชุดเกลียวบีบสกัดน้ำมัน และชุดแหวนสกัดน้ำมันทำจากเหล็กชุบแข็ง ทำการบีบสกัดน้ำมันปาล์มดิบแบบหีบรวม โดยใส่ผลปาล์มทอดสุกซึ่งไม่แยกเมล็ดทางช่องใส่ด้านบนของเครื่อง เครื่องหีบสกัดจะบีบอัดผลปาล์มทอดสุก ได้เป็นน้ำมันปาล์มดิบที่อุณหภูมิประมาณ 40 องศาเซลเซียส และกากปาล์มแห้งจากการหีบ ดังภาพประกอบ 18



ภาพประกอบ 18 เครื่องหีบสกัดน้ำมันปาล์มดิบ

(2) ท่อส่งลำเลียง (Screw Conveyor) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 นิ้ว ยาว 4 เมตร ทำด้วยเหล็กหนา 3 มิลลิเมตร มีชุดกรวยรับด้านล่างขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ชนิดเกียร์มอเตอร์ ขนาด 3 แรงม้า ระบบไฟฟ้า 3 เฟส จำนวน 1 ชุด ดังภาพประกอบ 19



ภาพประกอบ 19 ท่อส่งลำเลียงผลปาล์มทอดสุกขึ้นสู่เครื่องหีบสกัดน้ำมันปาล์มดิบ

(3) ระบบอุ่นน้ำมันปาล์มดิบทำด้วยท่อเหล็ก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว ยาว 80 เซนติเมตร ให้ความร้อนด้วย Heater (Immersion Heater With Thermostat 8x300 mm., 220 V, 3000 W, Tube SUS 304) ต่อท่อแยกขึ้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว ด้วยระบบน้ำล้นเพื่ออุ่นน้ำมันปาล์มดิบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส จำนวน 1 ชุด ดังภาพประกอบ 20



ภาพประกอบ 20 ระบบอุ่นน้ำมันปาล์มดิบทำด้วยท่อเหล็กให้ความร้อนด้วย Heater ขนาด 3,000 วัตต์

(4) เครื่องกรองแบบตะแกรงสั้น ความละเอียดตะแกรงกรอง 0.5 x 0.5 มิลลิเมตร ทำงานระบบต้น โดยถ่วงแกนเพลาด้วยชุดตุ้มเหวี่ยง ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 1/2 แรงม้า ระบบไฟฟ้า 220 โวลต์ จำนวน 1 ชุด ดังภาพประกอบ 21



ภาพประกอบ 21 เครื่องกรองแบบตะแกรงสั้น ความละเอียดตะแกรงกรอง 0.5 x 0.5 มิลลิเมตร  
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

(5) ถังเหล็กสี่เหลี่ยม ขนาดความจุ 450 ลิตร พร้อมติดตั้งระบบให้ความร้อนด้วย Heater (Immersion Heater With Thermostat 8x300 mm., 220 V, 3000 W, Tube SUS 304) จำนวน 1 ชุด

(6) ไบควนน้ำมันพร้อมติดตั้งมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1/3 แรงม้า 220 โวลต์ ลดความเร็วไบควนน้ำมันเหลือ 50 รอบต่อนาที ด้วยระบบสายพานทกรอบ จำนวน 2 ชุด ดังภาพประกอบ 22



ภาพประกอบ 22 ถังเหล็กสี่เหลี่ยม ขนาดความจุ 450 ลิตร พร้อมติดตั้งระบบให้ความร้อนด้วย Heater ขนาด 3,000 วัตต์ และใบกวนน้ำมัน 50 รอบต่อนาที ด้วยระบบสายพานตรอบ

(7) เครื่องกรองความดันสูง (Filter Press) กรองแยกด้วยผ้ากรองความละเอียด 1 ไมครอน จำนวน 28 ชั้น พร้อมวาล์วเปิดน้ำมัน จำนวน 14 ตัว จำนวน 1 ชุด (Model : YBLL 1.6, Shaoxing Food Machinery Work, Made in China) ดังภาพประกอบ 23



ภาพประกอบ 23 เครื่องกรองความดันสูง กรองแยกด้วยผ้ากรองความละเอียด 1 ไมครอน

- (8) ปั๊มมอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 1 แรงม้า ระบบไฟฟ้า 3 เฟส จำนวน 1 ชุด
- (9) ปั๊มลม จำนวน 1 ชุด
- (10) ถังพักน้ำมันปาล์มดิบ ขนาด 250 ลิตร จำนวน 1 ใบ
- (11) ผลปาล์มน้ำมันทอดสุก ที่ได้จากกระบวนการทอดผลปาล์ม
- (12) ตู้คอนโทรลแรงควบคุมระบบไฟฟ้า 3 เฟส

### วิธีดำเนินการ

(1) พัฒนาคิดตั้งระบบลำเลียงผลปาล์มน้ำมันทอดสุกขึ้นสู่เครื่องหีบสกัด ด้านบนโรงงานแทนแรงงานคนด้วยท่อส่งลำเลียงผลปาล์ม (Screw Conveyor)

(2) พัฒนาคิดตั้งระบบอุ่นน้ำมันปาล์มดิบที่ไหลออกจากเครื่องหีบสกัด ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เพื่อลดความหนืดและไม่ให้น้ำมันปาล์มดิบแปรสภาพเกิดเป็นไข ก่อนไหลลงสู่เครื่องกรองแยกกากสลัดจ์หยาบด้วยตะแกรงสั่น

(3) พัฒนาระบบกรองแยกกากสลัดจ์ปาล์มหยาบออกจากน้ำมันปาล์มดิบ แทนแรงงานคนในการตักแยกกากสลัดจ์ปาล์มออกจากตะแกรงกรอง โดยติดตั้งเครื่องกรองแบบ ตะแกรงสั่น

(4) พัฒนาคิดตั้งถังเหล็กสี่เหลี่ยม ขนาดความจุ 450 ลิตร เพื่อรองรับ น้ำมันปาล์มดิบจากเครื่องกรองแบบตะแกรงสั่น พร้อมระบบให้ความร้อนเพื่อระเหยน้ำปนเปื้อนใน น้ำมันปาล์มดิบ ที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส ใช้ใบกวนน้ำมันช่วยกระจายความร้อนด้วยมอเตอร์ ไฟฟ้าความเร็วรอบใบกวน 50 รอบต่อนาที ก่อนปั๊มส่งน้ำมันปาล์มดิบเข้าสู่เครื่องกรองความดันสูง (Filter Plate) ในขั้นตอนต่อไป

(5) พัฒนาคิดตั้งเครื่องกรองความดันสูง กรองแยกกากสลัดจ์ปาล์มละเอียด ออกจากน้ำมันปาล์มดิบด้วยผ้ากรองความละเอียด 1 ไมครอน จำนวน 1 ชุด ทำงานสูบน้ำมันด้วย มอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 1 แรงม้า ระบบไฟฟ้า 3 เฟส และติดตั้งระบบปั๊มลมช่วยไล่น้ำมันในผ้ากรอง 1 ระบบพร้อมติดตั้งถังพักน้ำมันปาล์มดิบ ขนาด 250 ลิตร เพื่อรองรับน้ำมันปาล์มดิบก่อนปั๊มส่งขึ้น สู่ถังปฏิกริยาดีกัม

(6) ทดลองระบบการหีบสกัดน้ำมันปาล์มดิบ โดยใช้ผลปาล์มทอดสุก ที่ได้จากกระบวนการทอดขจัดความชื้น

(7) บันทึกผลการทดลองเพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะการผลิตก่อนการ พัฒนาและหลังการพัฒนา

#### 2.1.4 พัฒนาระบบดีกัม

##### วัสดุอุปกรณ์

(1) ระบบท่อ (Piping) ทำด้วยเหล็ก ขนาด 1 นิ้ว สูบน้ำมันปาล์มดิบสู่ถัง ดีกัม ด้วยเกียร์ปั๊มมอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 1 แรงม้า ระบบไฟฟ้า 3 เฟส 380 โวลต์ จำนวน 1 ชุด

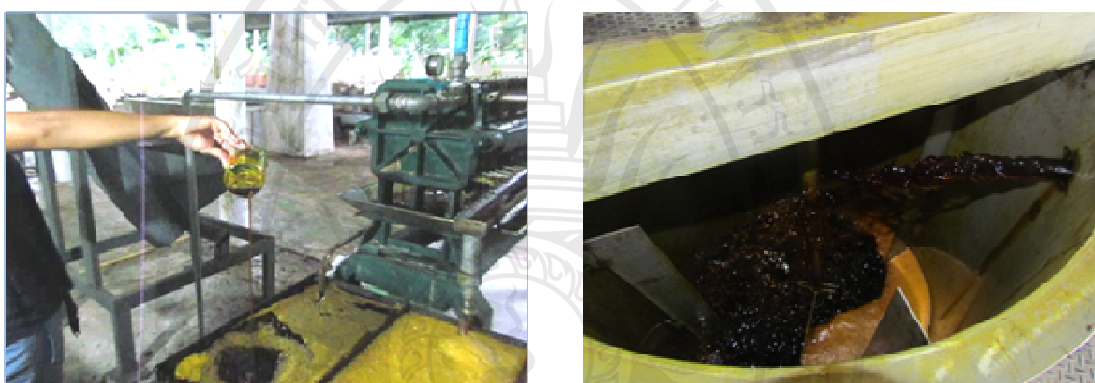
(2) น้ำมันปาล์มดิบ ที่ได้จากกระบวนการหีบสกัด กรองแยกกากสลัดจ์ หยาบ และกากสลัดจ์ละเอียด

### วิธีดำเนินการ

(1) พัฒนาติดตั้งระบบท่อ (Piping) ป้อนส่งน้ำมันปาล์มดิบที่ได้จากกระบวนการหีบสกัด กรองแยกกากสลัดจ์หยาบ และกากสลัดจ์ละเอียด สู่อังคิทม์แทนแรงงานคน

(2) ทดลองระบบป้อนส่งน้ำมันปาล์มดิบสู่กระบวนการคิกัม ดังภาพประกอบ 24

(3) บันทึกผลการทดลองเพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะการผลิตก่อนการพัฒนาและหลังการพัฒนา



ภาพประกอบ 24 น้ำมันปาล์มดิบภายหลังการกรองแยกกากสลัดจ์ ถูกสูบขึ้นสู่อังคิทม์

## 2.2 ขั้นตอนการพัฒนาการผลิตไบโอดีเซล

2.2.1 พัฒนาการไทเทรตวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มดิบก่อนและหลังการทำปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน

### วัสดุอุปกรณ์

(1) เครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกส์ (ยี่ห้อ OHAUS ความละเอียด 0.01 กรัม) จำนวน 1 เครื่อง

(2) Hot Plate With Magnetic Stirrer (ยี่ห้อ LMS รุ่น HTP-1003)

(3) บิวเรตขนาด 25 มิลลิลิตรพร้อมขาตั้ง จำนวน 1 ชุด

(4) ขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร จำนวน 3 ใบ

(5) กระจกตวงขนาด 5 มิลลิลิตร จำนวน 1 อัน

(6) กระจกตวงขนาด 50 มิลลิลิตร จำนวน 1 อัน

(7) กรวยแยกขนาด 250 มิลลิลิตร พร้อมขาตั้ง จำนวน 1 ชุด

(8) บีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร จำนวน 1 ใบ

- (9) บีกเกอร์ขนาด 250 มิลลิลิตร จำนวน 1 ใบ
- (10) ขวดวัดปริมาตร ขนาด 1,000 มิลลิลิตร จำนวน 1 ใบ
- (11) หลอดหยด จำนวน 1 อัน
- (12) แท่งแก้วคนสารเคมี จำนวน 1 อัน
- (13) ซ้อนตักสารเคมี เบอร์ 1 จำนวน 1 อัน
- (14) น้ำมันปาล์มดิบ จำนวน 10 กรัม
- (15) โปแทสเซียมไฮดรอกไซด์ จำนวน 5.61 กรัม
- (16) น้ำกลั่น จำนวน 1,000 มิลลิลิตร
- (17) สารละลายฟีนอล์ฟทาลีน อินดิเคเตอร์เข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 6 มิลลิลิตร

(18) เอทานอล ร้อยละ 95 จำนวน 200 มิลลิลิตร

วิธีดำเนินการ

- (1) จัดหาอุปกรณ์การไทเทรตวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มดิบ ด้วยการสั่งซื้อจากบริษัทจำหน่ายเครื่องมือและอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ดังภาพประกอบ 25
- (2) ทดลองวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มดิบก่อนและหลังการทำปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชัน ดังภาพประกอบ 26
- (3) บันทึกผลการทดลองเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพไบโอดีเซล ก่อนการพัฒนาและหลังการพัฒนา



ภาพประกอบ 25 อุปกรณ์เครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกส์ และ Hot Plate With Magnetic Stirrer



ภาพประกอบ 26 การไทเทรตเพื่อหาค่าร้อยละของกรดไขมันอิสระในน้ำมันปาล์มดิบ

2.2.2 พัฒนาการตรวจสอบคุณภาพของไบโอดีเซล โดยวิธีการทดสอบด้วยเตาไมโครเวฟ เรียกว่า “กระบวนการทดสอบแบบประมาณการปริมาณกลีเซอริน โดยกระบวนการทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชันด้วยเตาไมโครเวฟ”

#### วัสดุอุปกรณ์

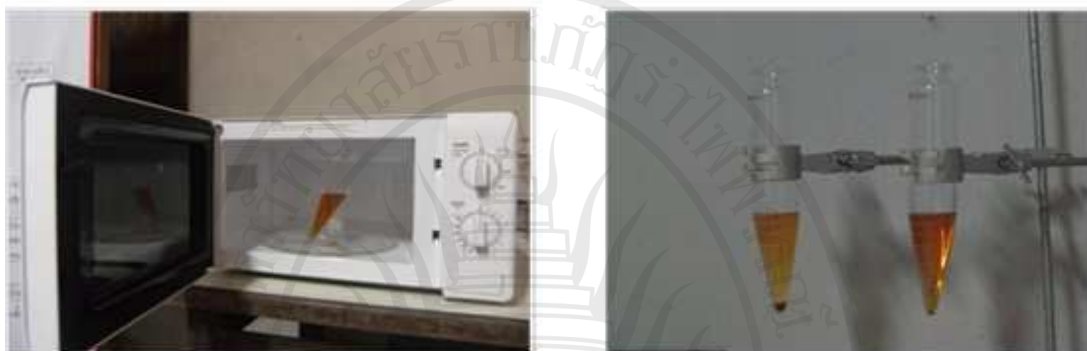
- 1) เครื่องอบไมโครเวฟ (ยี่ห้อ LG รุ่น MS2029GW) จำนวน 1 เครื่อง
- 2) หลอด Centrifuge ขนาด 100 มิลลิลิตร สเตลละเอียด 0.05 มิลลิลิตร (Brand : Koehler, USA.) จำนวน 3 หลอด
- 3) ที่จับหลอด Centrifuge จำนวน 3 ชุด
- 4) เครื่องชั่งอิเล็กทรอนิกส์ (ยี่ห้อ OHAUS ความละเอียด 0.01 กรัม) จำนวน 1 เครื่อง
- 5) บีกเกอร์ ขนาด 250 มิลลิลิตร จำนวน 3 ใบ
- 6) หลอดหยด จำนวน 1 อัน
- 7) น้ำมันไบโอดีเซล จำนวน 60 กรัม
- 8) โปแทสเซียมไฮดรอกไซด์ จำนวน 3 กรัม
- 9) เมทานอล จำนวน 100 กรัม

#### วิธีดำเนินการ

- (1) จัดหาอุปกรณ์การตรวจสอบคุณภาพของไบโอดีเซล โดยวิธีการทดสอบด้วยเตาไมโครเวฟ เรียกว่า “กระบวนการทดสอบแบบประมาณการปริมาณกลีเซอริน โดยกระบวนการทรานส์เอสเทอร์ริฟิเคชันด้วยเตาไมโครเวฟ” ด้วยการชั่งเตาไมโครเวฟ และหลอด Centrifuge ขนาด 100 มิลลิลิตร

(2) ทดลองตรวจสอบคุณภาพของไบโอดีเซล โดยวิธีการทดสอบด้วยเตาไมโครเวฟ เรียกว่า “กระบวนการทดสอบแบบประมาณการปริมาณกลีเซอริน โดยกระบวนการทรานส์เอสเทอริฟิเคชันด้วยเตาไมโครเวฟ” ดังภาพประกอบ 27

(3) บันทึกผลการทดลองเพื่อเปรียบเทียบคุณภาพไบโอดีเซล ก่อนการพัฒนาและหลังการพัฒนา



ภาพประกอบ 27 อุปกรณ์เครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์คุณภาพความบริสุทธิ์ของไบโอดีเซล โดยวิธีการทดสอบด้วยเตาไมโครเวฟ

2.2.3 ตรวจสอบและควบคุมถึงปฏิกิริยาไบโอดีเซลระบบกึ่งปิด เพื่อควบคุมปริมาณเมทานอล

วัสดุอุปกรณ์

(1) บั้มสุญญากาศ จำนวน 1 ระบบ (Single Stage Rotary Vacuum Pumps, Model : SV-020, Motor 0.9 W, 220 VAC, 50 Hz)

วิธีดำเนินการ

(1) ตรวจสอบและควบคุมการระเหยของเมทานอล ซึ่งเป็นตัวทำปฏิกิริยาในระหว่างการทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอริฟิเคชัน จากถึงปฏิกิริยาไบโอดีเซลแบบกึ่งปิด มีผลให้ไม่เกิดการรั่วซึมของเมทานอลระเหยเป็นไอ และเป็นการป้องกันอันตรายจากการสูดดมไอระเหยเมทานอลในระหว่างการทำปฏิกิริยาไบโอดีเซล

(2) พัฒนาคิดตั้งบั้มสุญญากาศขนาด 1 แรงม้า ระบบไฟฟ้า 1 เฟส เพื่อใช้ดูดไอระเหยน้ำร้อนจากถึงปฏิกิริยาไบโอดีเซลแบบกึ่งปิด เพื่อแก้ปัญหาคความแน่นของไอน้ำ กลายเป็นหยดน้ำปนเปื้อนในไบโอดีเซล ในขั้นตอนการระเหยน้ำปนเปื้อนในไบโอดีเซลที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส จำนวน 1 ระบบ และทดลองดูดไอระเหยน้ำร้อนจากถึงปฏิกิริยาไบโอดีเซลแบบกึ่งปิด

## 2.2.4 พัฒนาระบบล้างน้ำ

### วัสดุอุปกรณ์

(1) Heater (Immersion Heater With Thermostat 8x300 mm., 220 V, 3000 W, Tube SUS 304) จำนวน 1 ชุด

(2) ภาชนะอลูมิเนียมขนาดความจุ 60 ลิตรพร้อมขาตั้ง จำนวน 1 ชุด

(3) ระบบปั้มน้ำด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 1/2 แรงม้า ระบบไฟฟ้า 1 เฟส 220 โวลต์ จำนวน 1 ชุด

### วิธีดำเนินการ

(1) พัฒนาติดตั้งระบบทำความร้อนของน้ำประปาด้วย Heater ขนาด 3,000 วัตต์ 220 โวลต์ ทำอุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ลงในภาชนะอลูมิเนียมขนาดความจุ 60 ลิตร

(2) พัฒนาติดตั้งระบบปั้มน้ำด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 1/2 แรงม้า ระบบไฟฟ้า 1 เฟส 220 V ปั้มน้ำประปาที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ขึ้นสู่กระบวนการล้างในถังดักกัม และถังปฏิกริยาไบโอดีเซล ดังภาพประกอบ 28

(3) ทดลองระบบล้างน้ำที่ดำเนินการพัฒนาแล้ว



ภาพประกอบ 28 ระบบทำความร้อนและปั้มน้ำในกระบวนการล้างยางเหนียว และล้างไบโอดีเซล

## 2.2.5 พัฒนาระบบความปลอดภัยของกระบวนการผลิตไบโอดีเซล

### วัสดุอุปกรณ์

(1) ถังพลาสติก ขนาด 200 ลิตร จำนวน 1 ใบ

(2) ใบกวนสารเคมีทำงานด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 1/4 แรงม้า ระบบไฟฟ้า 1 เฟส 220 โวลต์ ลดความเร็วรอบด้วยระบบสายพานทดรอบ จำนวน 1 ชุด

(3) ปั๊มเคมีขนาด 90 วัตต์ ระบบไฟฟ้า 1 เฟส จำนวน 1 ชุด (“Senso” Magnet Drive Sealless Pump, Model : PMD 1531, 1”)

- (4) ระบบท่อ (Piping) ปั๊มส่งสารเคมี จำนวน 1 ชุด
- (5) หน้ากากป้องกันไอระเหยของสารเคมี จำนวน 3 อัน
- (6) แวนตากันสารเคมี จำนวน 3 อัน
- (7) ถังมือยาง จำนวน 20 คู่
- (8) รองเท้าบูท จำนวน 20 คู่
- (9) เสื้อคลุมขณะปฏิบัติงาน จำนวน 20 ตัว

#### วิธีดำเนินการ

(1) พัฒนาสร้างถังผสมสารเคมี โดยใช้ถังพลาสติก 200 ลิตร ติดตั้งในห้องควบคุมและจัดเก็บสารเคมี ทำการผสมสารเคมีโดยใช้ใบกวนช่วยในการผสม ทำงานด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 1/4 แรงม้า ระบบไฟฟ้า 1 เฟส 220 โวลต์ ลดความเร็วรอบด้วยระบบสายพานทดรอบ เพื่อป้องกันอันตรายจากสารละลายกรดเข้มข้นและสารละลายด่างเข้มข้นกระเด็นใส่ผู้ปฏิบัติงานขณะผสมสารเคมี ดังภาพประกอบ 29

(2) ติดตั้งปั๊มเคมี เพื่อปั๊มส่งสารเคมีขึ้นสู่ถังพักสารเคมีด้านบนโรงงาน ก่อนค่อย ๆ เติมสารเคมีลงสู่ถังปฏิกริยาไบโอดีเซล โดยใช้ปั๊มเคมี ขนาด 90 วัตต์ ระบบไฟฟ้า 1 เฟส พร้อมระบบท่อ (Piping) ปั๊มส่งสารเคมีแทนการขนย้ายสารเคมีขึ้นบันไดสู่ถังปฏิกริยาด้านบนด้วยแรงงานคน ดังภาพประกอบ 30

(3) ทดสอบระบบปั๊มสารเคมี

(4) จัดหาอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล สำหรับส่วนเกี่ยวข้องที่ปฏิบัติงานกับสารเคมี และผู้เข้าศึกษาดูงานประกอบด้วย หน้ากากป้องกันไอระเหยเข้าทางลมหายใจ แวนตากันสารเคมี ถังมือยาง รองเท้าบูท เสื้อคลุมขณะปฏิบัติงาน เพื่อควบคุมและป้องกันอันตรายจากสารเคมี



ภาพประกอบ 29 พื้นที่จัดเก็บและถังผสมสารเคมี ป้องกันอันตรายต่อนักปฏิบัติการเคมี



ภาพประกอบ 30 ระบบปั๊มเคมีขึ้นสู่ถังพักก่อนทำปฏิกิริยาไฮโอดีเซล

### 2.2.6 พัฒนาระบบกรองเกลือ วัสดุอุปกรณ์

- (1) ถังสแตนเลส ขนาดความจุ 400 ลิตร จำนวน 1 ใบ (ตราเรือใบ)
- (2) ท่อ PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว ภายในบรรจุตะแกรงกรอง

สแตนเลส ความละเอียด 0.2 x 0.2 มิลลิเมตร จำนวน 3 ชุด

- (3) เกลือแกง จำนวน 9 กิโลกรัม

#### วิธีดำเนินการ

(1) ติดตั้งถังสแตนเลส ขนาดความจุ 400 ลิตร เพื่อรองรับการไหลเวียนระบบกรองเกลือ ดังภาพประกอบ 31

(2) พัฒนาระบบกรองเกลือใหม่ ทำด้วยท่อ PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว ภายในบรรจุตะแกรงกรองสแตนเลส ความละเอียด 0.2 x 0.2 มิลลิเมตร ไหลเวียนน้ำมันไฮโอดีเซล

ผ่านการกรองเกลือแยกชั้นด้วยแรงโน้มถ่วง จำนวน 3 ชุด ใช้การกรองเกลือ 5 รอบ ๆ ละ 60 นาที เป็นการปล่อยให้ไขมันไบโอดีเซลไหลเวียนช้า ๆ เพื่อให้สามารถกรองแยกชั้นของน้ำและสิ่งปนเปื้อนในไบโอดีเซลสมบูรณ์ ดังภาพประกอบ 32

### (3) ทดลองการทำงานของระบบกรองเกลือ



ภาพประกอบ 31 ถังสแตนเลสไหลเวียนระบบกรองเกลือ



ภาพประกอบ 32 ระบบกรองเกลือตกแยกน้ำและสิ่งปนเปื้อน ภายในบรรจุตะแกรงกรองละเอียด

#### 2.2.7 พัฒนาระบบกรองแยกไขไบโอดีเซลและตะกอนปนเปื้อน วัสดุอุปกรณ์

(1) เครื่องทำความเย็น ขนาด 375 ลิตร (ยี่ห้อ Haier รุ่น HCF368H-2)

จำนวน 1 เครื่อง

(2) ถังฟุ้งกรองความละเอียด 1 ไมครอน จำนวน 1 ถัง

- (3) มอเตอร์เกียร์บี้ม 2 แรงม้า 3 เฟส จำนวน 1 ชุด
- (4) ถังพลาสติก ขนาด 200 ลิตร จำนวน 1 ใบ
- (5) ท่อ PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว ภายในบรรจุตะแกรงกรอง

สแตนเลส ความละเอียด 0.2 x 0.2 มิลลิเมตร จำนวน 3 ชุด

- (6) เกลือแกง จำนวน 9 กิโลกรัม
- (7) ไม้กรองน้ำมันเชื้อเพลิงความละเอียด 1 ไมครอน จำนวน 10 ชุด

วิธีดำเนินการ

(1) พัฒนาระบบตกผลึกไบโอดีเซลที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ด้วยเครื่องทำความเย็น ขนาด 375 ลิตร เพื่อลดอุณหภูมิไบโอดีเซลเป็น 10 องศาเซลเซียส จะมีผลึกไบโอดีเซลเกิดขึ้นจำนวนมากที่อุณหภูมิดังกล่าว แล้วจึงบี้มส่งไบโอดีเซลซึ่งมีไบโอดีเซลปนอยู่เข้าสู่ระบบกรองดักแยกไบโอดีเซล ดังภาพประกอบ 33

(2) พัฒนาระบบกรองดักแยกไบโอดีเซลความดันสูง ดักกรองไบโอดีเซลด้วยถุงผ้ากรอง ความละเอียด 1 ไมครอน ในกระบอกอัดความดันด้วยมอเตอร์เกียร์บี้ม 2 แรงม้า 3 เฟส เพื่อกรองดักไบโอดีเซลที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ก่อนส่งไปเก็บในถังพัก ขนาด 200 ลิตร เพื่อรอให้อุณหภูมิคงที่ที่อุณหภูมิห้อง แล้วจึงส่งไปแยกน้ำและความชื้นที่อาจเกิดขึ้นในไบโอดีเซลขณะอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงในระบบกรองเกล็ดชุดที่ 2 ดังภาพประกอบ 34 และภาพประกอบ 35

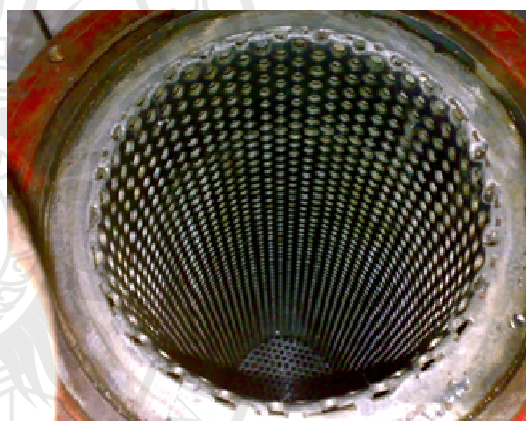
(3) พัฒนาระบบกรองเกล็ดชุดที่ 2 เพิ่มอีก 1 ระบบ ทำด้วยท่อ PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว ภายในบรรจุตะแกรงกรองสแตนเลส ความละเอียด 0.2 x 0.2 มิลลิเมตร ไหลเวียนกรองเกล็ดด้วยระบบน้ำล้น จำนวน 3 ชุด ใช้เวลากรองเกล็ด 1 รอบ ดังภาพ ประกอบ 36

(4) พัฒนาระบบกรองผ่านไม้กรองน้ำมันเชื้อเพลิงความละเอียด 1 ไมครอน ต่อแบบขนาน โดยติดตั้งไม้กรองพร้อมวาล์วเปิดปิด จำนวน 10 ชุด เพื่อใช้กรองไบโอดีเซลเป็นขั้นตอนสุดท้าย ดังภาพประกอบ 37

- (5) ทดลองระบบกรองแยกไบโอดีเซลและตะกอนปนเปื้อน



ภาพประกอบ 33 เครื่องทำความเย็น เพื่อลดอุณหภูมิไบโอดีเซลเป็น 10 องศาเซลเซียส



ภาพประกอบ 34 ผ้ากรองดักแยกไขไบโอดีเซลความละเอียด 1 ไมครอน และกระบอกอัดความดัน



ภาพประกอบ 35 ระบบปั๊มส่งน้ำมันสู่ระบบกรองดักแยกไขไบโอดีเซล และระบบกรองดักแยก ฯ



ภาพประกอบ 36 ระบบกรองเกลือแยกน้ำและความชื้นชุดที่ 2 หลังจากกรองแยกไขไบโอดีเซล



ภาพประกอบ 37 ระบบกรองผ่านไส้กรอง ก่อนนำไปใช้งาน

ตอนที่ 3 รวบรวมวัตถุดิบตั้งต้นผลปาล์มทะเลจากกลุ่มตัวอย่างและทดลองกระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ

#### วิธีดำเนินการ

1. รวบรวมวัตถุดิบผลปาล์มทะเลจากประชากรกลุ่มตัวอย่าง เพื่อทดลองและหาสมรรถนะการผลิตเปรียบเทียบก่อนการพัฒนาและหลังการพัฒนารวม 5 รอบการผลิต โดยมีรายชื่อดังนี้

- 1.1 โรงเรียนเนินทรายวิทยาคม ปริมาณปาล์มทะเล 1,500 กิโลกรัม
- 1.2 นายสายันต์ บินลอย ปริมาณปาล์มทะเล 840 กิโลกรัม
- 1.3 นายชาติ นัดดาหลง ปริมาณปาล์มทะเล 1,600 กิโลกรัม
- 1.4 นายวิทยา เจริญเศรษฐกุล ปริมาณปาล์มทะเล 1,200 กิโลกรัม

2. ดำเนินการผลิตไบโอดีเซลตามกระบวนการที่ได้พัฒนาขึ้นตอนการผลิตไบโอดีเซล และทดลองสมรรถนะของระบบการผลิตไบโอดีเซลที่ได้รับการพัฒนา จำนวน 5 รอบการผลิต
3. เปรียบเทียบสมรรถนะการผลิตไบโอดีเซลของโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมัน ปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด ก่อนและหลังการพัฒนา

#### ตอนที่ 4 การทดสอบความบริสุทธิ์ของไบโอดีเซลและการทดลองใช้งานไบโอดีเซล

##### 1. การทดสอบความบริสุทธิ์ของไบโอดีเซล

###### วิธีดำเนินการ

- 1.1 ส่งตัวอย่างไบโอดีเซล ทดสอบคุณภาพ B100 ก่อนการพัฒนา จำนวน 1 ตัวอย่าง และภายหลังการพัฒนา จำนวน 3 ตัวอย่าง เพื่อทดสอบปริมาณเมทิลเอสเทอร์ ณ โครงการโรงงาน สกัดน้ำมันพืชและผลิตไบโอดีเซลครบวงจร มูลนิธิชัยพัฒนา อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ทดสอบโดยใช้เตาไมโครเวฟ เรียกว่า “กระบวนการทดสอบแบบประมาณการปริมาณกลีเซอริน โดยกระบวนการทรานส์เอสเตอริฟิเคชันด้วยเตาไมโครเวฟ” วิธีการทดสอบความบริสุทธิ์ของไบโอดีเซล ดังรายละเอียดเอกสารประกอบภาคผนวก ค
- 1.2 ส่งตัวอย่างไบโอดีเซล ทดสอบคุณภาพ B100 หลังการพัฒนาจำนวน 1 ตัวอย่าง โดยบริษัท พีทีที โกลบอลเคมิคอล จำกัด (มหาชน) ซึ่งเป็นบริษัทในเครือสถาบันวิจัยและเทคโนโลยี ปตท. โดยกำหนดรายละเอียด การทดสอบตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน กำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) พ.ศ.2549 จำนวน 11 พารามิเตอร์ ดังรายละเอียดเอกสารประกอบภาคผนวก ง
- 1.3 ส่งตัวอย่างไบโอดีเซล ทดสอบคุณภาพ B100 หลังการพัฒนาจำนวน 1 ตัวอย่าง โดยบริษัท บี.ที. ไบโอบเทค (ไทยแลนด์) จำกัด โดยกำหนดรายละเอียด การทดสอบตามประกาศกรมธุรกิจพลังงาน กำหนดลักษณะและคุณภาพของไบโอดีเซลสำหรับเครื่องยนต์การเกษตร (ไบโอดีเซลชุมชน) พ.ศ.2549 จำนวน 1 พารามิเตอร์ดังรายละเอียดเอกสารประกอบภาคผนวก ง
- 1.4 เปรียบเทียบผลการทดสอบความบริสุทธิ์ของไบโอดีเซล (B100) ก่อนและหลัง การพัฒนาการผลิตไบโอดีเซลของโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่ จังหวัดตราด

## 2. นำผลิตภัณฑ์ไบโอดีเซลจากกระบวนการผลิตที่ได้ไปทดลองใช้งานกับเครื่องจักรกลการเกษตรของกลุ่มตัวอย่าง

### วิธีดำเนินการ

1.1 โรงเรียนเนินทรายวิทยาคม (สถานที่ดำเนินการวิจัย) โดยครูณที รัตนพิทักษ์ ทดลองใช้ไบโอดีเซลกับเครื่องยนต์รถไถเดินตามและรถแทรกเตอร์ ระยะเวลาทดลองใช้งาน 2 เดือน ติดตามผลการทดลองใช้งานโดยวิธีสัมภาษณ์

1.2 นายสายันต์ บินลอย เกษตรกรผู้ปลูกปาล์มทดลองใช้ไบโอดีเซลกับเครื่องสูบน้ำในสวนปาล์ม ระยะเวลาทดลองใช้งาน 2 เดือน ติดตามผลการทดลองใช้งานโดยวิธีสัมภาษณ์

1.3 นายชาติ นัตดาหลง เกษตรกรผู้ปลูกปาล์ม ทดลองใช้ไบโอดีเซลกับเครื่องยนต์ดีเซลสูบน้ำที่ใช้ตีน้ำในนาทุ่ง ซึ่งมีสภาพเก่าอายุการใช้งานประมาณ 20 ปี ระยะเวลาการทดลองใช้งาน 2 เดือน ติดตามผลการทดลองใช้งานโดยวิธีสัมภาษณ์

1.4 นายวิทยา เจริญเศรษฐกุล ทดลองใช้กับเครื่องยนต์ดีเซล 4 สูบ D4D ขนาด 2,500 ซีซี อายุการใช้งานประมาณ 10 ปี ซึ่งปกติใช้งานกับน้ำมันดีเซล ระยะเวลาการทดลองใช้งาน 3 เดือน บันทึกผลการทดลองใช้งาน

1.5 วิเคราะห์ผลการทดลองใช้งานไบโอดีเซลกับเครื่องจักรกลการเกษตรของกลุ่มตัวอย่าง

## ตอนที่ 5 จัดอบรมเชิงปฏิบัติการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซลของโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด

### วิธีดำเนินการ

1. ประชุมชี้แจงทำความเข้าใจการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซลของโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด แก่อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ตัวแทนบุคลากรของโรงเรียนเนินทรายวิทยาคม

2. เขียนโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง เทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซลจากผลปาล์ม น้ำมันและประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

3. จัดทำหนังสือเรียนเชิญวิทยากรบรรยายในโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง เทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซลจากผลปาล์ม น้ำมันและประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล โดยผู้วิจัยดำเนินการติดต่อวิทยากรด้วยตนเอง ซึ่งวิทยากรประกอบด้วย

3.1 นางสาวเบญจวรรณ อานเป็รื่อง ผู้ว่าราชการจังหวัดตราด

3.2 ว่าที่ร้อยตรี ดร.อานนท์ สุขภาคกิจ ผู้อำนวยการสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา  
มัธยมศึกษา เขต 17

3.3 คุณทรงวุฒิ โชติมา อุตสาหกรรมจังหวัดตราด

3.4 คุณมานะ บุญระมี เกษตรจังหวัดตราด

3.5 คุณโชตินันท์ เทียงสายสกุล ผู้อำนวยการสถานีพัฒนาที่ดินตราด

3.6 คุณจีระพงศ์ รักประสูตร ผู้จัดการโครงการโรงงานสกัดน้ำมันพืชและผลิต  
ไบโอดีเซลครบวงจร มูลนิธิชัยพัฒนา อำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์

3.7 คุณนิยม อภิบาลศรี ผู้เชี่ยวชาญปฏิกิริยาชีวภาพและปุ๋ยอินทรีย์น้ำ

3.8 นางสาวธารารัตน์ สร้อยเพชร นักเรียนทุนพระราชทาน ทุนการศึกษาสมเด็จพระ  
พระบรมโอรสาธิราชสยามมกุฎราชกุมาร จากโรงเรียนเนินทรายวิทยาคม

3.9 คุณสุเชษ สัมโย ผู้อำนวยการโรงเรียนเนินทรายวิทยาคม และประธานคณะกรรมการ  
บริหารโครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กเพื่อผลิตไบโอดีเซลในพื้นที่จังหวัดตราด

4. จัดทำหนังสือเรียนเชิญผู้เข้ารับการอบรมโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง เทคโนโลยี  
การผลิตไบโอดีเซลจากผลปาล์มน้ำมันและประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล  
ประกอบด้วย ผู้เข้าร่วมอบรม จำนวน 230 คน ดังนี้

4.1 กลุ่มวิสาหกิจชุมชนผู้ปลูกปาล์ม และกลุ่มสมาชิกเกษตรกรผู้ปลูกปาล์มน้ำมัน  
ในพื้นที่อำเภอเมืองตราด และอำเภอเขาสมิง จังหวัดตราด จำนวน 9 กลุ่ม ส่งตัวแทนเข้าร่วมอบรม  
เชิงปฏิบัติการ กลุ่มละ 10 คน รวม 90 คน

4.2 ครูในสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 17 จำนวน 38 โรงเรียน  
โรงเรียนละ 2 คน และคณะครู โรงเรียนเนินทรายวิทยาคม จำนวน 14 คน รวม 90 คน

4.3 ตัวแทนหน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้อง อาทิเช่น สนง.อุตสาหกรรมจังหวัดตราด  
สนง.เกษตรจังหวัดตราด สถานีพัฒนาที่ดินตราด องค์การบริหารส่วนจังหวัดตราด องค์การบริหาร  
ส่วนตำบลเนินทราย องค์การบริหารส่วนตำบลท่ากุ่ม องค์การบริหารส่วนตำบลวังตะเคียน  
องค์การบริหารส่วนตำบลสะตอ องค์การบริหารส่วนตำบลห้วยแร้ง เทศบาลตำบลท่าพริกเนินทราย  
เทศบาลตำบลซำราก เทศบาลตำบลตะกวาง มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี วิทยาลัยเทคนิคตราด  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก วิทยาเขตจันทบุรี วิทยาลัยสารพัดช่างตราด  
ศูนย์การศึกษานอกโรงเรียนจังหวัดตราด หอการค้าจังหวัดตราด สำนักงานขนส่งจังหวัดตราด  
วิทยาลัยชุมชนตราด สำนักงานพัฒนาชุมชนจังหวัดตราดรวม 40 คน

4.4 ตัวแทนสมาคมและกลุ่มอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง อาทิเช่น สมาคมประมงจังหวัดตราด กลุ่มเกษตรกรผู้เลี้ยงกุ้ง กลุ่มผู้ประกอบการรถแทรกเตอร์ รวม 10 คน

5. ดำเนินการจัดอบรมโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง เทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซล จากผลปาล์มน้ำมันและประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล ระหว่างวันที่ 15-16 มีนาคม พ.ศ. 2555 ณ โครงการส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กเพื่อผลิตไบโอดีเซล ในพื้นที่จังหวัดตราด โรงเรียนเนินทรายวิทยาคม

6. สรุปผลดำเนินการจัดอบรมโครงการอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง เทคโนโลยีการผลิตไบโอดีเซลจากผลปาล์มน้ำมันและประโยชน์จากวัสดุเหลือใช้จากกระบวนการผลิตไบโอดีเซล

#### ตอนที่ 6 การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์วิศวกรรม

1. ด้านค่าใช้จ่ายในการดำเนินการพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบ
2. ด้านจุดคุ้มทุนการพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบเพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด ณ โรงเรียนเนินทรายวิทยาคม
3. ด้านระยะเวลาในการคืนทุนการพัฒนากระบวนการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มดิบเพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมน้ำมันปาล์มขนาดเล็กในพื้นที่จังหวัดตราด