

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 แนวเหตุผล ทฤษฎีสำคัญ หรือสมมติฐาน

ปัจจุบันราคาน้ำมันปิโตรเลียมมีราคาสูงขึ้น ทำให้มีการแสวงหาพลังงานทดแทนเพื่อมาทดแทนการใช้น้ำมันปิโตรเลียม รูปแบบของพลังงานทดแทนที่มีการศึกษายกตัวอย่างเช่น ลม แสงอาทิตย์ คลื่น ชีวมวล แอลกอฮอล์และไบโอดีเซล เป็นต้น ไบโอดีเซลเป็นพลังงานทดแทนรูปแบบหนึ่งที่ทดแทนการใช้ น้ำมันดีเซล ไบโอดีเซลมีสมบัติที่ใกล้เคียงกับน้ำมันดีเซล ไม่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม ย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติ ไม่มีกำมะถันและสารแอมโมเนียเป็นส่วนประกอบ สิ่งสำคัญคือผลิตจากวัตถุดิบธรรมชาติเป็นพลังงานสะอาดและเป็นพลังงานหมุนเวียนที่สามารถผลิตโดยไม่มีวันหมด การนำน้ำมันจากพืชหรือสัตว์ไปใช้กับเครื่องยนต์ดีเซลโดยตรง ทำให้จุดระเบิดได้ช้าและมีภาวะคาร์บอนหลงเหลืออยู่สูงมากจึงทำให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับเครื่องยนต์เนื่องจากน้ำมันพืชมีความหนืดสูงจึงได้มีการปรับปรุงกระบวนการผลิตไบโอดีเซล โดยนำไตรกลีเซอไรด์ทำปฏิกิริยากับแอลกอฮอล์ได้ผลิตภัณฑ์เป็นมอนอแอลคิลเอสเทอร์ (ไบโอดีเซล) กับกลีเซอรอล ซึ่งเรียกว่า ปฏิกิริยาทรานส์เอสเตอร์ฟิเคชัน ไตรกลีเซอไรด์ได้จากไขมันสัตว์และน้ำมันพืช ได้แก่ น้ำมันปาล์ม น้ำมันถั่วเหลือง น้ำมันมะพร้าวและน้ำมันเมล็ดทานตะวัน เป็นต้น ส่วนใหญ่นิยมใช้น้ำมันพืชเป็นวัตถุดิบเนื่องจากน้ำมันพืชมีการผลิตในปริมาณที่สูงและนำมาผลิตไบโอดีเซลได้ง่าย เพราะเป็นของเหลือ แต่ในปัจจุบันน้ำมันพืชมีราคาสูงทำให้น้ำมันไบโอดีเซลที่ได้มีราคาสูงกว่าน้ำมันดีเซล นักวิจัยจึงหาวัตถุดิบที่มีราคาที่ถูกลง น้ำมันพืชใช้แล้วจึงเป็นวัตถุดิบที่ได้รับความสนใจเนื่องจากมีราคาถูกกว่าน้ำมันพืชทั่วไป จึงทำให้ไบโอดีเซลที่ผลิตได้ราคาถูกลง แอลกอฮอล์ที่ใช้ส่วนใหญ่จะเป็นเมทานอลเนื่องจากเกิดปฏิกิริยาได้เร็วและให้ร้อยละผลได้ของไบโอดีเซลที่สูง เมทานอลมีการนำมาเป็นวัตถุดิบในการผลิตไบโอดีเซลเช่นกันแต่พบ งานวิจัยเกี่ยวกับเมทานอลน้อยมาก

ทรานส์เอสเตอร์ฟิเคชันแบ่งได้สองรูปแบบ คือ ปฏิกิริยาทรานส์เอสเตอร์ฟิเคชันที่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาและไม่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา ทรานส์เอสเตอร์ฟิเคชันที่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยา ได้แก่ วิธีการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเอกพันธ์แบบเบส โซเดียมไฮดรอกไซด์หรือโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาเป็นวิธีการที่ง่ายที่สุดมีข้อดีคือร้อยละผลได้ของไบโอดีเซลสูงและใช้ปริมาณ

แอลกอฮอล์น้อย ข้อเสียคือเวลาที่ใช้นาน ตัวเร่งปฏิกิริยาไม่สามารถนำกลับมาใช้งานใหม่ได้และเหมาะสมกับน้ำมันพืชที่มีกรดไขมันอิสระน้อยกว่า 0.5 เปอร์เซ็นต์โดยมวล สำหรับน้ำมันพืชที่มีกรดไขมันอิสระมากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์โดยมวลและน้ำมากกว่า 10 เปอร์เซ็นต์โดยมวล กรดไขมันอิสระและน้ำทำให้เกิดสบู่ ทำให้ร้อยละผลได้ของไบโอดีเซลน้อยลงมีการพัฒนาเพื่อแก้ไขข้อเสียนี้โดยการนำน้ำมันไปผ่านกระบวนการเอสเทอร์ฟิเคชันด้วยกรดเพื่อกำจัดกรดไขมันอิสระ เช่น กรดซัลฟิวริกและเพอริกซัลเฟต แล้วนำน้ำมันที่ได้มาทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน ทำให้ร้อยละของไบโอดีเซลมากขึ้น แต่เวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาและเบสเพิ่มขึ้นตามไปด้วย วิธีการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาวิวพิคซ์แบบเบสเป็นวิธีการที่พัฒนาเพื่อแทนที่การใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาแบบเอกพันธ์เนื่องจากสามารถแยกออกได้ง่าย ทำให้ผลิตภัณฑ์มีความบริสุทธิ์มากขึ้นและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมแต่ไบโอดีเซลที่ได้มีคุณภาพต่ำ ถ้าหากวัตถุดิบที่ใช้มีกรดไขมันอิสระและน้ำปริมาณมาก ตัวเร่งปฏิกิริยาแบบวิวพิคซ์ชนิดเบส เช่น  $\text{CaZrO}_3$ ,  $\text{Li/MgO}$ ,  $\text{KOH/Al}_2\text{O}_3$  และ  $\text{KOH/NaY}$  เป็นต้น จึงได้พัฒนาการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาวิวพิคซ์แบบกรด กรดไขมันอิสระเกิดปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันกับแอลกอฮอล์ ไบโอดีเซลที่ได้มีความบริสุทธิ์สูงและไม่เกิดสบู่ ตัวเร่งปฏิกิริยาวิวพิคซ์ชนิดกรดเช่น Zeolites,  $\text{La/Zeolitebeta}$ , Amberlyst-15 และ Nafion อย่างไรก็ตามตัวเร่งปฏิกิริยาวิวพิคซ์ชนิดกรดจะมีความชอบน้ำ เนื่องจากน้ำมีผลต่อปฏิกิริยาเอสเทอร์ฟิเคชันของกรดไขมันอิสระทำให้ร้อยละผลได้ของไบโอดีเซลมีค่าลดลง ปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันที่ไม่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาได้แก่ ปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันในภาวะเหนือวิกฤต (Supercritical Condition) เป็นวิธีการผลิตไบโอดีเซลที่ไม่ใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาโดยการทำให้เกิดปฏิกิริยาที่ภาวะความดันและอุณหภูมิที่สูง เป็นผลให้แอลกอฮอล์อยู่ในภาวะเหนือวิกฤตทำให้สามารถเกิดปฏิกิริยาได้ง่ายและรวดเร็วเมทานอลมีอุณหภูมิวิกฤตเท่ากับ 243 องศาเซลเซียสและความดันวิกฤตเท่ากับ 6.4 เมกะพาสคัล เอทานอลมีอุณหภูมิวิกฤตเท่ากับ 238 องศาเซลเซียสและความดันวิกฤตเท่ากับ 8.4 เมกะพาสคัล [Balat, 2008] วิธีนี้มีข้อดีคือ สามารถแยกผลิตภัณฑ์ได้ง่ายมีความบริสุทธิ์และใช้เวลาในการทำปฏิกิริยาน้อย แต่มีข้อเสียคือใช้แอลกอฮอล์ปริมาณมาก อุปกรณ์มีราคาแพง ความดันและอุณหภูมิสูง

งานวิจัยเกี่ยวกับทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันในภาวะเหนือวิกฤตมีการศึกษากระบวนการแบบแบตช์ (Batch Process) ซึ่งเป็นรูปแบบที่ง่ายและได้ร้อยละผลได้ของไบโอดีเซลมีค่าสูง และกระบวนการแบบต่อเนื่องซึ่งเป็นรูปแบบที่ยากกว่าและได้ร้อยละผลได้ของไบโอดีเซลที่ต่ำกว่ากระบวนการแบบแบตช์ ตัวแปรที่มีผลต่อทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชัน คือ ปริมาณของแอลกอฮอล์ อุณหภูมิและเวลา งานวิจัยส่วนใหญ่เน้นที่อุณหภูมิที่สูงกว่า 300 องศาเซลเซียส ซึ่งจะได้

ร้อยละผลได้ของไบโอดีเซลสูงที่สุดโดยใช้เวลาในการทำปฏิกิริยาสั้น แต่ที่อุณหภูมิสูงกว่า 300 องศาเซลเซียส ไบโอดีเซลเกิดการสลายตัวด้วยความร้อนมีผลให้ร้อยละผลได้ของไบโอดีเซลลดลง เนื่องจากกรดไขมันที่มีพันธะคู่อยู่ในโครงสร้างจะเกิดการสลายตัวซึ่งสามารถลดการสลายตัวทางความร้อนของไบโอดีเซลด้วยการทำปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ิฟิเคชันที่อุณหภูมิต่ำกว่า 300 องศาเซลเซียสและใช้เวลาในการทำปฏิกิริยานานขึ้นเพื่อให้ปฏิกิริยาเกิดอย่างสมบูรณ์

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการผลิตไบโอดีเซลแบบต่อเนื่องในเอทานอลภาวะเหนือวิกฤตจากน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์และน้ำมันปาล์มใช้แล้วที่อุณหภูมิต่ำกว่า 350 องศาเซลเซียสและเวลาของการทำปฏิกิริยาที่นานขึ้น เพื่อไม่ให้ไบโอดีเซลที่มีพันธะคู่ในโมเลกุลเกิดการแตกตัวด้วยความร้อนและให้ปฏิกิริยาเกิดอย่างสมบูรณ์

## 1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 ศึกษาปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ิฟิเคชันแบบต่อเนื่องในเอทานอลภาวะเหนือวิกฤตจากน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์และน้ำมันปาล์มใช้แล้ว

1.2.2 ศึกษาภาวะที่เหมาะสมในการผลิตไบโอดีเซลจากน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์และน้ำมันปาล์มใช้แล้วในเอทานอลภาวะเหนือวิกฤตแบบต่อเนื่องโดยเน้นอุณหภูมิในการเกิดปฏิกิริยาดำกว่า 350 องศาเซลเซียส

1.2.3 เปรียบเทียบสมบัติและร้อยละผลได้ของไบโอดีเซลที่ได้จากน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์และน้ำมันปาล์มใช้แล้ว

## 1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ได้ภาวะที่เหมาะสมในการผลิตไบโอดีเซลแบบต่อเนื่องในเอทานอลภาวะเหนือวิกฤตโดยใช้น้ำมันปาล์มบริสุทธิ์และน้ำมันปาล์มใช้แล้วที่อุณหภูมิต่ำกว่า 350 องศาเซลเซียส

1.3.2 ได้ไบโอดีเซลที่มีสมบัติตรงตามมาตรฐานที่กำหนดซึ่งผลิตจากกระบวนการแบบต่อเนื่องโดยใช้เอทานอลภาวะเหนือวิกฤต

#### 1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

1.4.1 วิเคราะห์น้ำมันปาล์มบริสุทธิ์ที่ใช้เป็นวัตถุดิบและไบโอดีเซลที่ได้จากภาวะที่เหมาะสมจากเครื่องปฏิกรณ์แบบท่อไหล

1.4.2 วิเคราะห์น้ำมันปาล์มใช้แล้วที่ใช้เป็นวัตถุดิบและไบโอดีเซลที่ได้จากภาวะที่เหมาะสมจากเครื่องปฏิกรณ์แบบท่อไหล

1.4.3 ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อร้อยละผลได้ของไบโอดีเซลที่ได้จากเครื่องปฏิกรณ์แบบท่อไหลจากน้ำมันปาล์มใช้แล้ว และภาวะที่เหมาะสมในการผลิตไบโอดีเซลโดยเน้นที่อุณหภูมิในการเกิดปฏิกิริยาต่ำกว่า 350 องศาเซลเซียส

#### 1.5 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1.5.1 ค้นคว้าข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.5.2 ศึกษาวิธีการหาร้อยละโดยน้ำหนักของเอทิลเอสเทอร์ มอนอกลิเซอไรด์ ไดกลีเซอไรด์และไตรกลีเซอไรด์ด้วยเครื่องแก๊สโครมาโทกราฟี

1.5.3 ศึกษาผลของปัจจัยที่มีต่อร้อยละโดยน้ำหนักของเอสเทอร์ที่ได้จากปฏิกิริยาทรานส์เอสเทอร์ฟิเคชันของน้ำมันปาล์มบริสุทธิ์และน้ำมันปาล์มใช้แล้วกับเอทานอล ภาวะเหนือวิกฤต ประกอบด้วย

- ความดัน 15–30 เมกะพาสคัล
- อุณหภูมิ 250–330 องศาเซลเซียส
- อัตราส่วนโดยโมลของเอทานอลต่อน้ำมันปาล์ม 10:1-40:1
- เวลาของปฏิกิริยา 20–100 นาที

1.5.4 วิเคราะห์สมบัติทางเชื้อเพลิงของผลิตภัณฑ์ที่มีร้อยละโดยน้ำหนักของเอทิลเอสเทอร์ที่ได้จากภาวะที่เหมาะสม

1.5.5 วิเคราะห์ข้อมูล สรุปผล และเขียนวิทยานิพนธ์