# Abstract

**Project Code:** MRG5380143

**Project Title:** Second generation of biodiesel production from potential energy sources in Thailand

**Investigator:** 1) Asst.Prof.Dr.Worapon Kiatkittipong, Silpakorn University (PI)

2) Prof.Dr.Suttichai Assabumrungrat, Chulalongkorn University (Mentor)

**E-mail Address:** kworapon@su.ac.th

**Project Period:** 24 months

Hydroprocessing of crude palm oil (CPO) and its physical refining including degummed palm oil (DPO) and palm fatty acid distillate (PFAD) used to produce diesel with 5 wt.% Pd/C catalyst was studied in this work. The effect of operating parameters such as reaction time, operating temperature, and pressure, was examined in order to determine suitable operating condition for each feedstock. When using CPO as feedstock, the highest diesel yield of 51% was achieved at 400°C and 40 bar with reaction time of 3 h. When gum is removed from CPO, named DPO, the highest diesel yield of 70% was obtained in shorter reaction time of 1 h. In case of PFAD, which mainly contains free fatty acids, maximum diesel yield of 81% could be obtained with milder conditions of 375°C and reaction time of 0.5 h. The main liquid products are n-pentadecane and n-heptadecane, which contain one carbon atom shorter than the total length of corresponding fatty acid $C_{(n-1)}$ i.e. palmitic and oleic acid, respectively, which are obtained via decarboxylation/decarbonylation pathways.

In addition, according to our previous works the wide range of ethers production by FCC self-etherification with ethanol catalyzed by beta zeolite could effectively enhance the RON, sustain the demand of oxygenated ethers and the amount of remaining olefinic compounds in the products are in compliance with the limiting values regulated by Euro IV standard (Kiatkittipong et al., 2008; 2009); however, converting the rest olefinic compounds would be beneficial both in terms of olefins reduction and enhanced ethanol substitution in gasoline. In this study, the influences of Si/Al ratio and the addition of copper (Cu) or magnesium (Mg) in the beta zeolite on the reaction performance were investigated. It was found that the beta zeolite with Si/Al ratio of 27 (beta27) can enhance higher ethanol conversion than those of 42 and 77. In addition, the modification of $beta_{27}$ by Cu (Cu- $beta_{27}$) can further improve the ethanol conversion from 38.2% ($beta_{27}$) to 55.1%, and the olefin content reduction from 46.2% ($beta_{27}$) to 62.4%.

**Keywords:** Bio-hydrogenated diesel, Hydroprocessing, Deoxygenation, Diesel-like hydrocarbon, Relevant palm oil.

# บทคัดย่อ

**รหัสโครงการ:** MRG5380143

**ชื่อโครงการ:** การผลิตไบโอดีเซลในยุคที่ 2 จากแหล่งพลังงานที่มีศักยภาพในประเทศไทย

**นักวิจัย:** 1) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรพล เกียรติกิตติพงษ์ มหาวิทยาลัยศิลปากร (หัวหน้าโครงการ)

2) ศาสตราจารย์ ดร.สุทธิชัย อัสสะบำรุงรัตน์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย (นักวิจัยที่ปรึกษา)

**E-mail Address:** kworapon@su.ac.th

**ระยะเวลาโครงการ:** 24 เดือน

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาปฏิกิริยาไฮโดรโพรเซสซิ่งของน้ำมันปาล์มดิบ น้ำมันปาล์มที่ถูกเอายางออก และกรดไขมันที่ได้จากกระบวนการกลั่นน้ำมันปาล์ม เพื่อใช้ในกระบวนการผลิตน้ำมันดีเซล โดยใช้ 5% โดยน้ำหนักของแพลลาเดียมบนตัวรองรับถ่านกัมมันต์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา โดยในการทดลองนี้ได้ทำการหาสภาวะที่เหมาะสมในการทำปฏิกิริยาของสารตั้งต้นแต่ละชนิดได้แก่ ระยะเวลาในการทำปฏิกิริยา อุณหภูมิ และความดันของการเกิดปฏิกิริยา จากผลการทดลองพบว่าเมื่อใช้น้ำมันปาล์มดิบเป็นสารตั้งต้น ทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส และความดัน 40 บาร์ เป็นเวลา 3 ชั่วโมงจะให้ผลได้ของน้ำมันดีเซล 51% และเมื่อใช้น้ำมันปาล์มที่ถูกเอายางออกเป็นสารตั้งต้นพบว่าจะให้ผลิตภัณฑ์ของน้ำมันดีเซลที่สูงถึง 70% และใช้เวลาในการทำปฏิกิริยาเพียง 1 ชั่วโมง และเมื่อใช้กรดไขมันที่ได้จากกระบวนการกลั่นน้ำมันปาล์มเป็นสารตั้งต้นในการทำปฏิกิริยาพบว่าให้ผลิตภัณฑ์ของน้ำมันดีเซลสูงที่สุดคือ 81% โดยใช้สภาวะในการทำปฏิกิริยาต่ำกว่าคือใช้อุณหภูมิ 375 องศาเซลเซียส และใช้เวลาในการทำปฏิกิริยาเพียง 30 นาที เนื่องจากกรดไขมันที่ได้กระบวนการกลั่นน้ำมันปาล์มมีองค์ประกอบหลักเป็นกรดไขมันอิสระ นอกจากนี้ยังพบว่าองค์ประกอบหลักที่พบในผลิตภัณฑ์เฟสของเหลวคือนอร์มัลแอลเคนที่มีคาร์บอนอะตอม 15 และ 17 อะตอม ซึ่งมีคาร์บอนอะตอมน้อยกว่าคาร์บอนอะตอมในกรดไขมันของกรดปาล์มิติกและโอเลอิกอยู่ 1 อะตอม ตามลำดับ นั้นแสดงให้เห็นว่าปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเกิดผ่านปฏิกิริยาดีคาร์บ็อคซิลเลชั่นและดีคาร์บอนิลเลชั่นเป็นหลัก

นอกจากนี้จากงานวิจัยที่ผ่านมาของคณะผู้วิจัย (Kiatkittipong et al., 2008; 2009) ซึ่งได้ทำปฏิกิริยาอีเทอริฟิเคชันในตัวกับเอทานอลด้วยตัวเร่งปฏิกิริยาเบตาซีโอไลต์ สามารถเพิ่มค่าออกเทนด้วยสารประกอบออกซิจิเนตอีเทอร์ และปริมาณโอเลฟินส์ที่เหลืออยู่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ยูโร 4 งานวิจัยนี้มุ่งเน้นพัฒนาตัวเร่งปฏิกิริยาให้สามารถลดปริมาณโอเลฟินส์ลงอีกพร้อมกับทดแทนน้ำมันด้วยเอทานอลได้มากขึ้น โดยได้ศึกษาผลของอัตราส่วนซิลิกอนต่ออลูมิเนียมและการเติมโลหะ พบว่าตัวเร่งปฏิกิริยาเบตาซีโอไลต์ที่มีค่าอัตราส่วนซิลิกอนต่ออลูมิเนียมเท่ากับ 27 ($Beta_{27}$) ให้ค่าการเปลี่ยนของเอทานอลที่สูงกว่าเบตาซีโอไลต์ที่มีค่าอัตราส่วนซิลิกอนต่ออลูมิเนียมเท่ากับ 42 และ 77 อีกทั้งเมื่อทำการปรับปรุง