# บทที่ 1

# บทนำ

## แนวเหตุผล และสมมติฐานของการวิจัย

การบริโภคพลาสติกในประเทศไทยมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อยๆ และก่อให้เกิดปัญหาในการกำจัดเนื่องจากมีปริมาณมากและวิธีการปล่อยทิ้งที่ทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ในประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2546 ยอดการผลิตเม็ดพลาสติกในประเทศปีละประมาณ 2.4 ล้านตัน โดยมีแนวโน้มสูงขึ้นปีละประมาณ 0.2 ล้านตัน จึงได้มีการพัฒนาวิธีการนำกลับมาใช้ใหม่เพื่อลดปัญหาการทิ้งพลาสติก และหลีกเลี่ยงการปล่อยทิ้งซึ่งยากต่อการย่อยสลายตามธรรมชาติ การนำพลาสติกมาแปรรูปให้เป็นเชื้อเพลิงหรือสารเคมีอื่นเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง ในงานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาการแปรรูปพลาสติกให้เป็นเชื้อเพลิงเหลว โดยทำเป็นกระบวนการร่วมกับถ่านหิน (Co-liquefaction) โดยการแปรรูปถ่านหินเป็นของเหลวเป็นกระบวนการที่มีการเติมไฮโดรเจนเข้าไปในถ่านหิน เพื่อเพิ่มอัตราส่วนของไฮโดรเจนต่อคาร์บอนเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นของเหลว ถ่านหินบิทูมินัส ซับบิทูมินัส และลิกไนต์สามารถแปรรูปให้เป็นของเหลวได้ ในประเทศไทยมีทรัพยากรถ่านหินปริมาณมาก โดยในปีงบประมาณ 2546 กรมทรัพยากรธรณี แสดงปริมาณสำรองถ่านหินในประเทศเหลืออยู่ประมาณ 1335.7 ล้านตันใน 34 แหล่ง ซึ่งประมาณร้อยละ 82 ของปริมาณสำรองนี้หรือประมาณ 1184.30 ล้านตัน เป็นปริมาณสำรองของแหล่งถ่านหินลิกไนต์แม่เมาะ จังหวัดลำปางซึ่งเป็นแหล่งถ่านหินลิกไนต์ที่ใหญ่ที่สุดของประเทศ ลิกไนต์เป็นถ่านหินคุณภาพต่ำ การแปรรูปเป็นเชื้อเพลิงเหลวได้ปริมาณและคุณภาพค่อนข้างต่ำ การนำพลาสติกซึ่งมีปริมาณอัตราส่วนไฮโดรเจนต่อคาร์บอนสูงเมื่อเทียบกับถ่านหินมาใช้ เพื่อเป็นแหล่งให้ไฮโดรเจนในกระบวนการแปรรูปร่วมถ่านหินให้เป็นของเหลว จึงเป็นแนวทางที่ดีในการปรับปรุงคุณภาพเชื้อเพลิงเหลวที่ได้ และสามารถลดปริมาณวัสดุเหลือทิ้งประเภทพลาสติกได้อีกทางหนึ่ง

นอกจากนี้ยังศึกษาถึงการนำน้ำภาวะเหนือวิกฤตมาเป็นสารตัวกลางในการเกิดปฏิกิริยาเมื่อมีการให้ความร้อนหรือเพิ่มความดันแก่น้ำจนมีอุณหภูมิสูงเกินกว่า 374 องศาเซลเซียส และความดันมากกว่า 221 บาร์ น้ำจะอยู่ในภาวะเหนือวิกฤต ซึ่งมีสมบัติอยู่ระหว่างแก๊สและของเหลว ความหนาแน่นปานกลาง ความสามารถในการแพร่สูง มีสมบัติเป็นสารละลายไม่มีขั้วเนื่องจากค่าคงที่การนำไฟฟ้าต่ำและเกิดการสูญเสียพันธะไฮโดรเจน ทำให้สามารถละลายและผสมเป็นเนื้อเดียวกับสารประกอบอินทรีย์ได้เป็นอย่างดี เมื่ออุณหภูมิเกิน 400 องศาเซลเซียส ค่าคงที่การแตกตัวของน้ำ ($K_w$) มีค่าต่ำ จึงเหมาะกับปฏิกิริยาอนุมูลอิสระของทั้งถ่านหินและพลาสติกในการแปร

รูปให้เป็นของเหลว ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำมันสามารถละลายได้ดีในน้ำภาวะเหนือวิกฤตแต่แยกชั้นกันที่อุณหภูมิห้อง ทำให้สามารถแยกออกจากกันได้ง่าย ข้อได้เปรียบของการใช้น้ำภาวะเหนือวิกฤต คือ ได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นน้ำมันสูง เวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาสั้น และการบำบัดหลังผ่านกระบวนการทำได้ง่าย

ที่ผ่านมามีงานวิจัยหลายฉบับที่แสดงผลของการแปรรูปร่วมของถ่านหินและพลาสติกให้เป็นของเหลว แต่พลาสติกที่นำมาเป็นตัวอย่างในการศึกษาเป็นพลาสติกที่แยกเป็นแต่ละชนิด ซึ่งต่างจากลักษณะของขยะพลาสติกซึ่งอยู่ในรูปของพลาสติกผสม โดยพลาสติกที่ใช้ทั่วไปนั้นเกือบทุกประเภทอยู่ในลักษณะที่มีพลาสติกหลายชนิดเป็นส่วนประกอบ และเชื่อมกันอยู่ได้ด้วยสารเติมแต่งบางอย่าง เช่น ขวดพลาสติกบรรจุน้ำอัดลมจะระบุรหัสว่าเป็นพอลิเอทิลีนเทอเรพทาเลต (PET) แต่มีส่วนผสมของพอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง (HDPE) ที่ส่วนฐานของขวดพลาสติก นอกจากนี้ขวดพลาสติกยังมีส่วนประกอบอื่นอีก ได้แก่ ป้ายกระดาษ และกาว ซึ่งทำมาจากพอลิไวนิลแอซีเทตจำนวนเล็กน้อย รวมถึงฝาปิดขวดที่อาจเป็นอะลูมิเนียมหรือพลาสติกและมีพอลิพรอพิลีนเป็นชั้นใน ขยะพลาสติกจึงประกอบด้วยพลาสติกหลายชนิด การแยกขยะพลาสติกเป็นแต่ละชนิดโดยเฉพาะ จะต้องเสียค่าใช้จ่าย และมีความยุ่งยากพอสมควร ดังนั้นในงานวิจัยนี้นอกจากศึกษาการแปรรูปร่วมของถ่านหินและพลาสติกแต่ละชนิดแล้ว ยังได้ศึกษาการแปรรูปร่วมของถ่านหินและพลาสติกผสมในน้ำภาวะเหนือวิกฤตด้วย

## วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. ศึกษากระบวนการแปรรูปร่วมของถ่านหินและพลาสติกผสมให้เป็นของเหลวในน้ำภาวะเหนือวิกฤต
2. ศึกษาตัวแปรต่างๆ ที่มีผลต่อกระบวนการแปรรูปร่วมให้เป็นของเหลว รวมทั้งหาภาวะที่เหมาะสมในการแปรรูปถ่านหินและพลาสติกผสมให้เป็นของเหลวในน้ำภาวะเหนือวิกฤต

## ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัยนี้

1. ได้ภาวะที่เหมาะสมในกระบวนการแปรรูปร่วมของถ่านหินและพลาสติกผสมให้เป็นของเหลวในน้ำภาวะเหนือวิกฤต
2. เป็นการใช้ประโยชน์จากวัสดุเหลือทิ้งประเภทพลาสติก มาใช้ร่วมกับกระบวนการสังเคราะห์เชื้อเพลิงเหลวจากถ่านหินเพื่อเพิ่มมูลค่าและไม่ก่อให้เกิดปัญหามลภาวะต่อสิ่งแวดล้อม

## วิธีดำเนินงานวิจัย

1. เตรียมถ่านหินและสารเคมีที่ใช้ในการทดลองโดยบดถ่านหินให้มีขนาดเล็กลง และนำไปร่อนแยกขนาดในตะแกรงร่อน เพื่อแยกถ่านหินให้มีขนาด 250 ไมครอน
2. วิเคราะห์สมบัติของถ่านหินและพลาสติกก่อนทำการทดลอง
   - องค์ประกอบโดยประมาณ (Proximate Analysis): ความชื้น เถ้า สารระเหย คาร์บอนคงตัว ตาม ASTM 3172-3175
   - องค์ประกอบแบบแยกธาตุ (Ultimate Analysis)
   - ปริมาณค่าความร้อน (Gross Calorific Value) ของถ่านหิน ตาม ASTM 2015
3. ศึกษาผลของตัวแปรต่างๆ ต่อการแปรรูปร่วมของถ่านหินและพลาสติกผสมให้เป็นของเหลวในน้ำภาวะเหนือวิกฤต ใช้เครื่องปฏิกรณ์ (Parr reactor) ขนาด 250 มิลลิลิตร
   - อุณหภูมิ 450 – 480 $^{\circ}C$
   - ชนิดของพลาสติก (พอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง, พอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำ, พอลิพรอพิลีน, พอลิสไตรีน และพลาสติกผสมอัตราส่วน 27/25/35/13 โดยน้ำหนัก ตามลำดับ)
   - ร้อยละพลาสติกผสม ตั้งแต่ 40 – 70 โดยน้ำหนัก
   - อัตราส่วนปริมาณน้ำต่อถ่านหินและพลาสติก ตั้งแต่ 2 – 10 โดยน้ำหนัก
4. วิเคราะห์องค์ประกอบของผลิตภัณฑ์เหลวที่ได้
   - สัดส่วนน้ำมันตามการแจกแจงจุดเดือด โดยวิธีแก๊สโครมาโทกราฟีจำลองการกลั่นตาม ASTM D2887 และแก๊สโครมาโทกราฟีแบบ Mass Spectroscopy