บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในอดีตจนถึงปัจจุบันทรัพยากรน้ำถือได้ว่าเป็นสิ่งจำเป็นต่อสิ่งมีชีวิตที่จะขาดไม่ได้ นอกเหนือจากการอุปโภคบริโภคในชีวิตประจำวันแล้ว มนุษย์ชาติได้ประโยชน์มหาศาลจากทรัพยากรน้ำมาโดยตลอด แต่ในปัจจุบันปัญหาการเกิดมลพิษทางน้ำยิ่งทวีความรุนแรงขึ้นทุกขณะ เนื่องจากผู้ใช้น้ำส่วนใหญ่ขาดความรับผิดชอบต่อปัญหาที่เกิดขึ้น จากการขยายตัวของเมืองอย่างรวดเร็วไปพร้อมกับการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ทำให้ความต้องการในการผลิตนั้นสูงขึ้นตามไปด้วย จึงได้มีโรงงานอุตสาหกรรมเกิดขึ้นจำนวนมากอย่างรวดเร็วในการผลิตเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค จากการที่มีการจัดตั้งโรงงานอุตสาหกรรมจำนวนมากซึ่งส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในหลายๆ ด้าน เช่น มลพิษทางเสียง มลพิษทางอากาศ และส่งผลกระทบอย่างมากคือมลพิษทางน้ำ น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ได้แก่ น้ำทิ้งจากระบบการผลิต ระบบการหล่อเย็น อาคารที่อยู่อาศัยและที่ทำการ ร้านค้าและโรงอาหาร สารที่ปะปนมาอาจจะเป็นสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ กรดด่าง โลหะหนัก สารเคมีต่างๆ สารกัมมันตภาพรังสี สารพิษ ดินทรายและสิ่งปฏิกูลอื่นๆ อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าปัญหาน้ำเสียที่ร้ายแรงจะเกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมเป็นส่วนใหญ่ แต่ก็มีน้ำเสียจากแหล่งอื่นด้วย เช่น น้ำเสียจากชุมชน ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ของประชาชนที่อาศัยอยู่ในชุมชน ส่วนมากน้ำเสียนี้มีสิ่งสกปรกในรูปของสารอินทรีย์สูง น้ำเสียจากเกษตรกรรมได้แก่น้ำเสียที่เกิดจากกิจกรรมทางการเพาะปลูกและปศุสัตว์ มีการใช้สารเคมีในการเร่งผลผลิต น้ำเสียจากการเพาะปลูกจะมีไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โปแตสเซียม และสารพิษต่างๆ ในปริมาณสูง ส่วนน้ำเสียจากการเลี้ยงสัตว์ จะพบสิ่งสกปรกในรูปของสารอินทรีย์เป็นส่วนมาก จากปัญหาดังกล่าวเมื่อมีการปล่อยน้ำเสียลงสู่แม่น้ำลำคลอง จะทำให้เกิดการสะสมและเพิ่มปริมาณสารเหล่านั้น ซึ่งจะส่งผลกระทบคือ เกิดการเป็นพิษกับสิ่งมีชีวิตในน้ำ เกิดการเน่าเหม็น เกิดสีและกลิ่นที่น่ารังเกียจทำให้ไม่สามารถใช้อุปโภคบริโภคได้ เป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน เพราะเป็นแหล่งเพาะพันธุ์ของเชื้อโรค และเป็นพาหนะนำโรคต่าง ๆ และทำลายทัศนียภาพ โดยเฉพาะแหล่งน้ำที่ใช้ในการคมนาคมและแหล่งท่องเที่ยว เมื่อปัญหาน้ำเสียได้ส่งผลกระทบอย่างมากมาย ดังนั้นจึงต้องมีการแก้ไขปัญหาน้ำเสียซึ่งมีอยู่หลายวิธี เช่น ใช้ระบบบำบัดน้ำเสีย ระบบบำบัดน้ำเสียก็มีอยู่หลายระบบ เช่น การแยกสิ่งเจือปนออกจากน้ำเสียโดยการใช้ตะแกรงดักขยะ ถังดักกรวดทราย ถังดักไขมันและน้ำมัน และถังตกตะกอน เป็นต้น อีกวิธีหนึ่งที่

น่าสนใจและเป็นวิธีใหม่ซึ่งเป็นการบำบัดน้ำเสียโดยใช้กระบวนการทางเคมีคือ การใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาด้วยแสง (photocatalyst) ในการย่อยสลายสารประกอบอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำเสียให้ลดลงหรือหมดไป ตัวเร่งปฏิกิริยาจะช่วยเพิ่มอัตราเร็วของปฏิกิริยาทำให้เกิดปฏิกิริยาเข้าสู่สมดุลเร็วขึ้นโดยที่ตัวมันเองไม่ถูกใช้อย่างถาวรในปฏิกิริยา โดยจะเรียกกระบวนการเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงที่ตัวเร่งปฏิกิริยาไม่ถูกใช้ไปอย่างถาวรในปฏิกิริยาและสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ว่าปฏิกิริยาแบบวิวิธพันธ์ (heterogeneous photocatalysis) **[1]**

ไทเทเนียมไดออกไซด์ (TiO_2) หรือไทเทเนีย เป็นสารกึ่งตัวนำที่มีสมบัติเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาด้วยแสง การนำไทเทเนียมไดออกไซด์มาประยุกต์ใช้เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาด้วยแสง เนื่องจากมีความเสถียรต่อสารเคมี ไม่มีความเป็นพิษและราคาไม่แพง ไทเทเนียมไดออกไซด์จะเกิดปฏิกิริยาการเร่งด้วยแสงที่สามารถใช้กำจัดสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ที่ปนเปื้อนในน้ำหรืออากาศที่สัมผัสกับพื้นผิวของไทเทเนียมไดออกไซด์ที่เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงได้ โดยปกติแล้วไทเทเนียมไดออกไซด์มี 3 โครงสร้าง คือ อะนาเทส (anatase) รูไทล์ (rutile) และ บรุ๊คไคท์ แต่ไทเทเนียมไดออกไซด์ที่นำมาประยุกต์ใช้ทำเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงโดยส่วนใหญ่มีอยู่ 2 โครงสร้าง คือ อะนาเทสและรูไทล์ ซึ่งมีแถบช่องว่างพลังงาน 3.2 eV และ 3.0 eV **[2]** ตามลำดับ ดังนั้นไทเทเนียมไดออกไซด์โดยธรรมชาติแล้วจะตอบสนองการเกิดปฏิกิริยาภายใต้แสงยูวี ไทเทเนียมไดออกไซด์ที่มีขนาดอนุภาคอยู่ในระดับนาโนเมตรมีความสำคัญต่อประสิทธิภาพในการเร่งปฏิกิริยาเนื่องจากอนุภาคนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์จะเพิ่มประสิทธิภาพการเร่งปฏิกิริยาให้สูงขึ้น โดยมีปัจจัยต่างๆที่สำคัญคือ พื้นที่ผิวต่อปริมาตรสูง มีความหนาแน่นต่อหน่วยบรรจุสูง ว่องไวต่อปฏิกิริยาเคมี **[3]** นอกจากนั้นแล้วกระบวนการสังเคราะห์อนุภาคนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์เป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญ ซึ่งจะมีผลต่อความสามารถในการเร่งปฏิกิริยาด้วยแสง โดยที่วิธีการที่ใช้ในการสังเคราะห์อนุภาคนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์มีอยู่หลายวิธี ได้แก่ การสังเคราะห์ด้วยกระบวนการซอล-เจล กระบวนการตกตะกอนร่วม กระบวนการไฮโดรเทอร์มอล และกระบวนการเฟลมสเปรย์ไพโรลิซิส เป็นต้น เมื่อเปรียบเทียบวิธีต่างๆในการสังเคราะห์อนุภาคนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์แล้ว กระบวนการซอล-เจลนั้นมีข้อดีกว่า คือ มีความเป็นเอกพันธ์ทางเคมีสูง เป็นกระบวนการที่ใช้อุณหภูมิต่ำ สารผลิตภัณฑ์มีความบริสุทธิ์สูง และมีความเป็นไปได้ในการควบคุมขนาดและสัณฐานวิทยาของอนุภาคได้ อีกทั้งกระบวนการซอล-เจลยังเป็นกระบวนการสำคัญสำคัญสำหรับการเจือด้วยโลหะชนิดต่างๆ ในไทเทเนียมไดออกไซด์ คือ สามารถรักษาสมบัติทางเคมีและสมบัติทางกายภาพของโลหะเจือนั้นไว้ได้โดยสมบัติไม่เปลี่ยนแปลง **[4]** ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเลือกกระบวนการซอล-เจลในการสังเคราะห์อนุภาคนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์และอนุภาคนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ที่เจือด้วยกลุ่มโลหะแทรนซิชัน การพัฒนากระบวนการเตรียม

หรือสังเคราะห์ตัวเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญอีกประการหนึ่งที่ทำให้สามารถผลิตตัวเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงที่มีพื้นที่ผิวสูงเพื่อที่จะเพิ่มตำแหน่ง active site ของตัวเร่งปฏิกิริยา นอกจากนั้นกระบวนการสังเคราะห์ยังต้องคำนึงถึงการที่ไม่มีการปนเปื้อนหรือสิ่งเจือปนอื่นที่บริเวณพื้นผิวที่ทำให้กระบวนการเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงดีขึ้นและจำเป็นต้องผลิตตัวเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงให้มีความเป็นเนื้อเดียวกัน ซึ่งทำให้นำไปสู่การเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงได้ดี **[3]**

ปัจจุบันได้มีการปรับปรุงประสิทธิภาพของไทเทเนียมไดออกไซด์ให้สูงขึ้นในการเร่งปฏิกิริยาด้วยแสง โดยการปรับแต่งพื้นผิวด้วยกลุ่มโลหะแทรนซิชัน ได้แก่ เหล็ก (Fe), ทองแดง (Cu), วาเนเดียม (V) เป็นต้น ให้สามารถถูกกระตุ้นด้วยแสงในช่วงตาคนมองเห็นได้ (visible light) ที่มีความยาวคลื่นในช่วง 400–800 นาโนเมตร **[5]** ซึ่งไอออนของโลหะแทรนซิชันสามารถช่วยเพิ่มการถ่ายเทอิเล็กตรอนของไทเทเนียมไดออกไซด์ทำให้กระบวนการเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงมีประสิทธิภาพสูงขึ้นได้ **[6]** อีกทั้งยังสามารถเพิ่มพื้นที่ผิวให้กับตัวเร่งปฏิกิริยาทำให้เพิ่มความสามารถในการเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงสำหรับการย่อยสลายสารอินทรีย์ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้สนใจการนำโลหะแทรนซิชันเจือเข้าไปในไทเทเนียมไดออกไซด์ โดยโลหะแทรนซิชันที่ใช้คือ เหล็ก (Fe) และทองแดง (Cu) และสังเคราะห์โดยวิธีซอล-เจลแบบดัดแปร เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติของตัวเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงของไทเทเนียมไดออกไซด์ในการย่อยสลายสารประกอบอินทรีย์ในน้ำเสียภายใต้แสงวิสิเบิลให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 เพื่อสังเคราะห์อนุภาคนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์บริสุทธิ์และไทเทเนียมไดออกไซด์ที่เจือด้วยเหล็กและทองแดงโดยวิธีซอล-เจลแบบดัดแปร

1.2.2 เพื่อวิเคราะห์หาลักษณะเฉพาะทางกายภาพของอนุภาคนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์บริสุทธิ์และไทเทเนียมไดออกไซด์ที่เจือด้วยเหล็กและทองแดงโดยวิธีซอล-เจลแบบดัดแปร

1.2.3 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงของอนุภาคนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์บริสุทธิ์และอนุภาคนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ที่เจือด้วยเหล็กและทองแดงในการย่อยสลายสารประกอบอินทรีย์ชนิดต่างๆ ภายใต้แสงวิสิเบิล

1.2.4 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงของอนุภาคนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์บริสุทธิ์ อนุภาคนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ที่เจือด้วยเหล็กและทองแดง และไทเทเนียมไดออกไซด์ทางการค้า ในการย่อยสลายสารประกอบอินทรีย์ชนิดต่างๆ ภายใต้แสงวิสิเบิล

1.2.5 สามารถวิเคราะห์ถึงลักษณะทางกายภาพต่างๆ และปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อกระบวนการเร่งปฏิกิริยาด้วยแสงของอนุภาคนาโนไทเทเนียมไดออกไซด์ที่เจือด้วยเหล็กและทองแดง