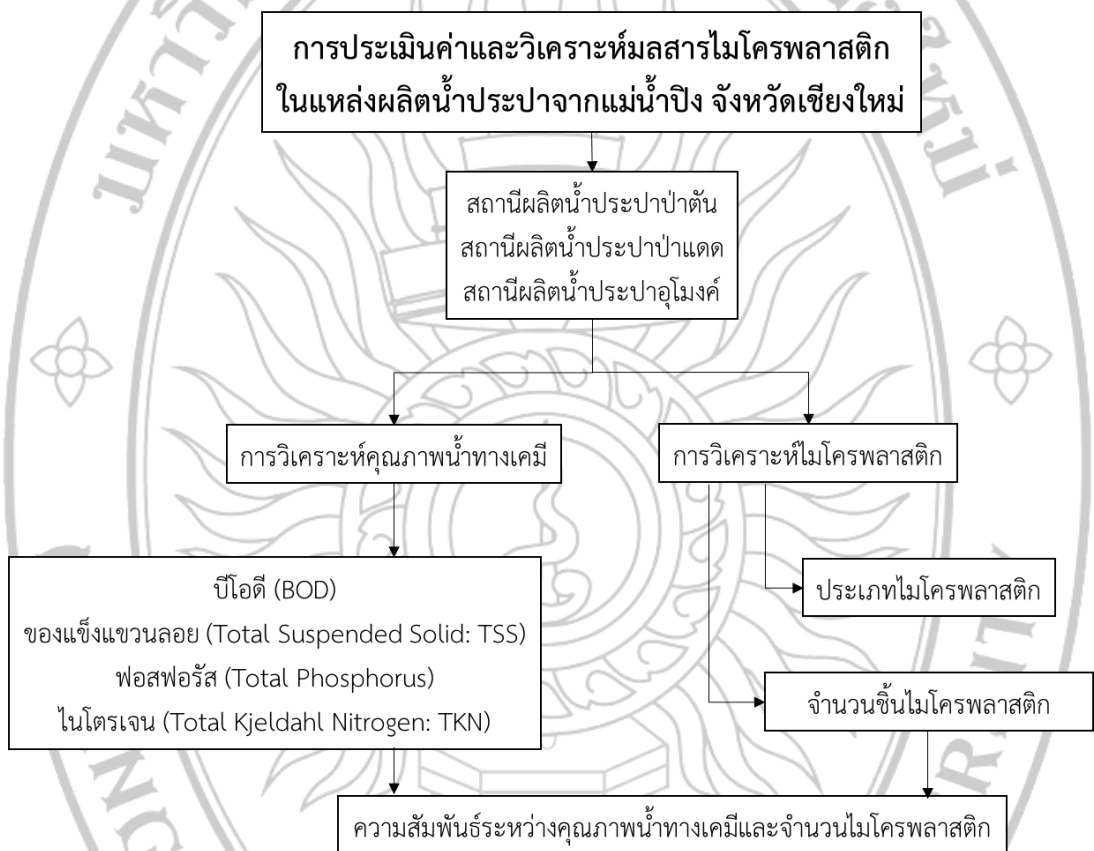


### บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัยในการศึกษาครั้งนี้ ประกอบด้วย การดำเนินการในห้องปฏิบัติการ 2 ส่วน ได้แก่ 1) การวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมีของน้ำตัวอย่างจากแหล่งผลิตน้ำประปา 2) การวิเคราะห์ปริมาณและประเภทไมโครพลาสติกในตัวอย่างน้ำจากแหล่งผลิตน้ำประปา และการวิเคราะห์ผลด้วยข้อมูลทางสถิติ 1 ส่วน โดยการดำเนินการวิจัยนี้สามารถแสดงขั้นตอนได้ดังภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3.1 กรอบขั้นตอนการดำเนินการวิเคราะห์ตัวอย่าง

การเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์น้ำแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมี และการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์ไมโครพลาสติก ดังรายละเอียดต่อไปนี้

### 3.1 การเก็บและการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมี

#### 3.1.1 การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพและเคมี

ในการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีใช้วิธีการเก็บตัวอย่างแบบจ้วง (Grab sampler) (Kianpoor Kalkhajeh et al., 2019) ณ บริเวณที่ใกล้ปลายท่อสำหรับสูบน้ำเพื่อผลิตน้ำประปาตามสถานีต่าง ๆ ทั้ง 3 สถานีโดยให้ปริมาณ 5 ลิตรต่อครั้ง ด้วยปั๊มสูบน้ำในขวดเก็บตัวอย่างน้ำพลาสติกแบบขนุน มีฝาปิดมิดชิด

#### 3.1.2 วัสดุอุปกรณ์

- 1) เครื่องชั่งละเอียด ทศนิยม 4 ตำแหน่ง ยี่ห้อ AND รุ่น GR-200
- 2) ตู้อบ (Hot Air Oven) ยี่ห้อ MEMMERT รุ่น UF110
- 3) ตู้ดูดความชื้น (Desiccator) ยี่ห้อ PATRON รุ่น GH-10
- 4) เครื่องดูดสุญญากาศ(Suction Pump ยี่ห้อMillipore รุ่น WP6122050
- 5) ตู้ควบคุมอุณหภูมิ ยี่ห้อ (SANYO)
- 6) เครื่องกลั่นตัวอย่างไนโตรเจน (Automatic steam distillation) ยี่ห้อ VELP รุ่น 149
- 7) เครื่องย่อยตัวอย่าง ขนาด 20 ตัวอย่างแบบอัตโนมัติ (Fully Automatic Digesters) ยี่ห้อ VELP รุ่น DKL20
- 8) เครื่องกำจัดกรด (Scrubber) ยี่ห้อ VELP รุ่น SMS
- 9) เครื่องวัด UV (UV-Visible spectrophotometer) รุ่น EVOLUTION 201
- 10) ปั๊มเป่าอากาศ
- 11) ปั๊มสุญญากาศ
- 12) บิวเรต (Burette)
- 13) ปิเปต (Pipette)
- 14) แท่งแก้วคนสาร (Stirring Rod)
- 15) ปีกเกอร์ (Beaker)
- 16) ขวดรูปชมพู่ (Erlenmeyer Flask)
- 17) กระบอกตวง (Cylinder)
- 18) ขวด BOD
- 19) ขวดปรับปริมาตร (Volumetric flask)
- 20) หลอดหยดสาร (Dropper)
- 21) ช้อนตักสาร
- 22) หลอดแก้วใส่สาร (Cuvette)
- 23) แหวนรอบกรวย
- 24) จับครุชีเบิล (Crucible Tong)
- 25) เสาตั้งพร้อมฐาน (Stand and Base)

- 26) ที่จับบิวเรตต์ (Burette Clamp)
- 27) คีมคีบ (Forceps)
- 28) หลอดเจลด่าง
- 29) กรวยกรอง (Funnel)
- 30) กรวยบุชเนอร์ (Buchner funnel)
- 31) กระดาษกรอง GF/C (Glass Fiber Filter)

### 3.1.2 สารเคมี

- 1) สารละลายโปแตสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ )
- 2) สารละลายแมกนีเซียมซัลเฟตเฮปตาไฮเดรต ( $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ )
- 3) สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ปราศจากน้ำ (anhydrous  $\text{CaCl}_2$ )
- 4) สารละลายเฟอริกคลอไรด์เฮกซะไฮเดรต ( $\text{FeCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ )
- 5) สารละลายแมงกานีสซัลเฟตเตตราไฮเดรต ( $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ )
- 6) สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)
- 7) กรดซัลฟิวริกเข้มข้น
- 8) น้ำแข็ง
- 9) กรดซาลิไซลิก (Salicylic Acid)
- 10) น้ำกลั่น
- 11) สารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตเพนตะไฮเดรต ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ )
- 12) สารละลายโปแตสเซียมไดโครเมต
- 13) สารละลายโซเดียมซัลไฟต์
- 14) สารละลายโปแตสเซียมไอโอไดด์ (KI)
- 15) สารละลายฟีนอล์ฟทาลีน
- 16) สารละลายซัลฟิวริก 5 N
- 17) สารละลายโปตัสเซียมแอนติโมนิวัลทาร์เตต  $\text{K}(\text{SbO})\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$
- 18) สารละลายแอมโมเนียมโมลิบเดต ( $\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$
- 19) สารละลายกรดแอสคอร์บิก
- 20) สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) ความเข้มข้น 6 N
- 21) สารละลายโซเดียมคาร์บอเนต ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) ความเข้มข้น 0.02 N
- 22) สารละลายโปแตสเซียมซัลเฟต ( $\text{K}_2\text{SO}_4$ )
- 23) สารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ )
- 24) เอทานอล ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ )
- 25) อินดิเคเตอร์ Methyl red indicator
- 26) เมทิลีน บลู
- 27) กรดบอริก

### 3.1.3 วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี (Baird, 2017)

#### การวิเคราะห์ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (TSS)

- 1) นำกระดาษกรอง GF/C ไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 103-105 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นในโถทำแห้ง
- 2) ชั่งน้ำหนักกระดาษกรอง GF/C สมมติน้ำหนัก A กรัม วางบนถ้วยอลูมิเนียมฟอยล์
- 3) ติดตั้งชุดเครื่องมือสำหรับกรอง ใช้ปากคีบหยิบกระดาษกรอง GF/C วางบนกรวยบुकเนอร์ เปิดเครื่องดูดสุญญากาศ ล้างกระดาษกรองด้วยน้ำกลั่น ครั้งติดต่อกันโดยใช้ครั้งละ 10 มล. เปิดเครื่องดูดสุญญากาศต่อให้ดูดนํ้าออกจนแห้ง ทิ้งนํ้าล้างไป
- 4) เลือกปริมาตรตัวอย่างน้ำที่จะใช้ โดยพิจารณาจากลักษณะน้ำ ถ้านํ้าขุ่นมีของแข็งแขวนลอยมาก ควรใช้ปริมาณน้อย ๆ แต่ถ้านํ้าใสควรใช้ปริมาณน้ำตัวอย่างให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ (ควรเลือกให้มีค่าของแข็งแขวนลอยที่ติดบนกระดาษกรองไม่เกิน 200 มิลลิกรัม และไม่ควรรต่ำกว่า 1 มิลลิกรัม เนื่องจากถ้ามีของแข็งปริมาณมากเกินไปอาจจะจับเอาน้ำไว้) เขย่าตัวอย่างให้เข้ากันอย่างดี
- 5) เทตัวอย่างที่ทราบปริมาตรลงกรองโดยค่อยๆ เททีละน้อยอย่างต่อเนื่องจนหมดใช้นํ้ากลั่น ฉีดล้างภาชนะที่ใช้ตวงตัวอย่าง เทลงกรอง และฉีดนํ้ากลั่นที่ด้านข้างของกรวยบुकเนอร์รวมทั้งบนกระดาษกรอง GF/C ปล่อยให้เครื่องดูดสุญญากาศดูดนํ้าออกจนแห้ง ปิดเครื่อง
- 6) ใช้ปากคีบหนีบกระดาษกรองขึ้นวางบนถ้วยอลูมิเนียม ฟอยล์ นำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 103-105 °C อย่างน้อยเป็นเวลา 1 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบปล่อยให้เย็นในโถทำแห้ง ซึ่งน้ำหนักกระดาษกรอง สมมติมีน้ำหนัก B กรัม
- 7) ควรทำข้อ 5 ซ้ำจนได้น้ำหนักคงที่หรือจนกระทั่งมีการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักน้อยกว่า 4% ของน้ำหนักครั้งก่อนหรือประมาณ 0.5 มก.

#### สูตรการคำนวณ

$$\text{ของแข็งแขวนลอยทั้งหมด (mg/L)} = \frac{(B - A)}{C} \times 10^6$$

A = น้ำหนักถ้วยระเหยอย่างเดียว, กรัม

B = น้ำหนักถ้วยระเหยและของแข็ง, กรัม

C = ปริมาตรตัวอย่างน้ำ (มิลลิลิตร)

#### การวิเคราะห์ปริมาณละลายออกซิเจน (DO - Dissolved Oxygen)

- 1) เติมตัวอย่างน้ำที่จะวิเคราะห์ลงในขวดบีโอดีให้เต็มโดยใช้วิธีการกักน้ำช้า ๆ และปล่อยน้ำให้ล้นพ้นคอขวดออกมาสักพัก ระวังอย่าให้มีฟองอากาศ สำหรับตัวอย่างน้ำซึ่งเก็บจากแหล่งน้ำธรรมชาติเช่น แม่น้ำ ทะเลสาบ เป็นต้น
- 2) เติมสารแมงกานีสซัลเฟต 1 มล. และสารละลายอัลคาไล-ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ 1 มล. โดยใช้ปลายปิเปตอยู่ที่ผิวของตัวอย่างน้ำในขวดบีโอดี

- 3) ปิดจุกขวด ระวังอย่าให้มีฟองอากาศ เขย่าอย่างแรงโดยการกลับขวดไปมาประมาณ 15 ครั้ง จะเกิดตะกอนสีน้ำตาลปล่อยให้ตะกอน (ถ้าเกิดตะกอนสีขาวแสดงว่าตัวอย่างน้ำไม่มีออกซิเจนละลาย)
- 4) เปิดจุกออกมาแล้วเติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 2 มล. โดยปล่อยให้กรดค่อยๆ ไหลลงไปตามข้างๆ คอขวดโดยให้ปลายปิเปตอยู่เหนือผิวน้ำปิดจุก เขย่าให้เข้ากันโดยการกลับขวดไปมา จนกระทั่งตะกอนละลายหมด ตั้งทิ้งไว้ 5 นาที ก่อนนำไปไตเตรต สารละลายนี้จะเก็บไว้ได้ 2 ชั่วโมง
- 5) คำนวณปริมาตรของตัวอย่างน้ำที่จะใช้ในการไตเตรตโดยยึดถือปริมาตรเริ่มต้นของตัวอย่าง 200 ml เป็นหลัก ถ้าขวดปิเปตมีขนาด 300 ml และแมงกานีสซัลเฟตและอัลคาลิ-ไอโอไดด์-เอไซด์ อย่างละ 1 มล. รวมเป็น 2 มล. ปริมาตรที่จะต้องนำมาไตเตรตจะเป็น  $(200 \times 300) / (300 - 2) = 201$  ml ดังนั้นจึงต้องตวงสารละลายตัวอย่าง 201 มิลลิลิตร ใส่ขวดรูปชมพู่ เพื่อนำไปไตเตรต
- 6) ไตเตรตสารละลายตัวอย่าง สารละลายโซเดียมไฮโอซัลเฟต 0.025 N ต่อไปจนกระทั่งสีน้ำเงินหายไป

#### สูตรการคำนวณ

$$\text{DO (mg/l)} = \frac{(8000 \times M \times A)}{(\text{ปริมาตรน้ำตัวอย่างที่ใช้ในการไตเตรต (mL)})}$$

เมื่อ M = ความเข้มข้นของ  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  ที่ใช้ไตเตรต  
(ความเข้มข้นที่คำนวณได้)

A = ปริมาตร  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  ที่ใช้ไตเตรต (ml)

#### การวิเคราะห์หา บีโอดี ( BOD -Biological Oxygen Demand )

- 1) นำตัวอย่างน้ำมาปรับอุณหภูมิให้ได้ประมาณ 20 °C
- 2) เติมออกซิเจนโดยการเติมอากาศผ่านหัวลูกฟูก (หัวจ่ายลม) จนออกซิเจนละลายอิ่มตัว
- 3) เติมตัวอย่างน้ำใส่ลงในขวดบีโอดีจนเต็ม 2 ขวด ปิดจุกให้สนิทและมีน้ำหล่อที่ปากขวด
- 4) นำขวดหนึ่งมาหาค่าออกซิเจนละลาย ถือว่าค่าออกซิเจนละลายที่มีเริ่มต้น สมมติเป็น  $\text{DO}_0$
- 5) นำอีกขวดหนึ่งใส่ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 20°C เป็นเวลา 5 วัน เมื่อครบ 5 วันแล้ว นำตัวอย่างนั้นมาหาค่าออกซิเจนละลายที่เหลืออยู่ สมมติเป็น  $\text{DO}_5$

#### สูตรการคำนวณ

$$\text{ค่าบีโอดี (mg/L)} = (\text{DO}_0 - \text{DO}_5) \times \text{อัตราส่วนเจือจาง}$$

เมื่อ  $\text{DO}_0$  = ค่าออกซิเจนละลายที่ไตเตรตได้ในวันแรก

$\text{DO}_5$  = ค่าออกซิเจนละลายที่ไตเตรตได้ในวันที่ 5

$$\text{อัตราเจือจาง} = \frac{\text{ปริมาตรน้ำเต็มขวด บีโอดี (300 มล.)}}{\text{ปริมาตรน้ำตัวอย่างที่ใช้ (มล.)}}$$

### วิเคราะห์ไนโตรเจนทั้งหมด

- 1) ตวงตัวอย่างน้ำปริมาตร 50 มล. ใส่ลงในหลอดเจลาตาขนาด 400 มล.
- 2) เติม Digestion solution ปริมาตร 50 มล.
- 3) ใส่หินป้องกันการเดือด (Pumic stone) ประมาณ 5 ชิ้น เพื่อป้องกันการเดือดรุนแรง
- 4) นำเข้าเครื่องย่อย ตั้งอุณหภูมิที่ 250 °C นาน 30 นาที แล้วเพิ่มอุณหภูมิเป็น 380 °C เป็นระยะเวลา 1 - 2 ชั่วโมง รอจนควันขาวจางลง ทิ้งให้เย็น
- 5) เติมน้ำกลั่น DI ปริมาตร 50 มล.
- 6) หยด Phenolphthaleine indicator จำนวน 3 - 5 หยด (ไม่ต้องเขย่า)
- 7) นำเข้าเครื่องกลั่นแอมโมเนีย
- 8) เติม 6N NaOH ประมาณ 30 มล. จะสังเกตเห็นสารละลายมีสีชมพู
- 9) ทำการกลั่น แล้วเก็บส่วนที่กลั่นออกมาให้ได้ปริมาตร 200 มล. ในขวดรูปชมพู่ ขนาด 500 มล. ซึ่งใส่สารละลาย Indicating boric acid ปริมาตร 50 มล. เป็นตัวจับแอมโมเนีย
- 10) นำส่วนที่กลั่นได้มาไตเตรตกับ 0.02 N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> เมื่อถึงจุดยุติสารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีม่วงอ่อน
- 11) ทำ blank ทุกครั้ง โดยใช้ น้ำกลั่น DI ที่ปราศจากแอมโมเนียแทนตัวอย่างน้ำและทำการวิเคราะห์เหมือนตัวอย่าง

#### สูตรการคำนวณ

$$\text{แอมโมเนียไนโตรเจน (mg/L)} = \frac{(A-B) \times 1000 \times N \times 14}{\text{ปริมาตรของตัวอย่างที่ใช้ (มล.)}}$$

A = ปริมาตรของกรดซัลฟิวริกมาตรฐานที่ใช้ในการไตเตรตตัวอย่าง (มล.)

B = ปริมาตรของกรดซัลฟิวริกมาตรฐานที่ใช้ในการไตเตรต blank (มล.)

N = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานกรดซัลฟิวริกที่ใช้

### การวิเคราะห์ฟอสฟอรัสทั้งหมด

- 1) ปิเปิดน้ำตัวอย่าง 50 มล. หรือน้อยกว่า แล้วเจือจางให้มีปริมาตร 50 มล. ด้วยน้ำกลั่น ใส่ในขวดรูปชมพู่
- 2) หยดสารละลายฟีนอลฟทาไลน์ลงไป 1 หยด ถ้ามีสีชมพูเกิดขึ้นให้เติมสารละลายกรดซัลฟิวริก 5 N ลงไปที่ละหยดจนกระทั่งสีชมพูหายไป
- 3) เติมสารละลายผสมลงไป 8.0 มิลลิลิตรแล้วแกว่งขวดให้สารละลายผสมกัน
- 4) ทำการวัด Absorbance หรือ % Transmission หลังจากตั้งทิ้งไว้ 10 นาที แต่ไม่เกิน 30 นาที ที่ 880 นาโนเมตร โดยใช้ น้ำกลั่นที่เติมสารละลายผสมเป็นระดับอ้างอิง
- 5) อ่านปริมาณของออร์โธฟอสเฟตในน้ำตัวอย่างจาก Calibration curve ที่เตรียม

### สูตรการคำนวณ

$$\text{ฟอสฟอรัส (mg/L)} = \frac{\text{ปริมาณฟอสฟอรัส (มก.)} \times 100}{\text{ปริมาตรของน้ำตัวอย่าง (มล.)}}$$

### 3.2 การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์ไมโครพลาสติก และวิเคราะห์ไมโครพลาสติก

การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์ไมโครพลาสติกได้ดัดแปลงมาจาก วิธีการตรวจสอบไมโครพลาสติกในสิ่งแวดล้อม โดย National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) (Masura, Baker, Foster, Arthur, & Herring, 2015)

#### 3.2.1 วิธีการเก็บตัวอย่าง

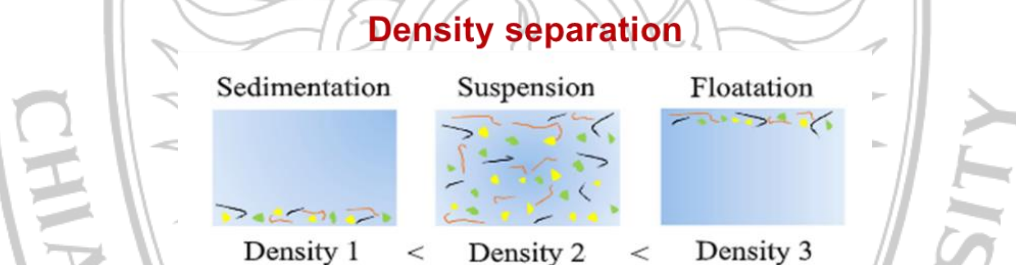
- 1) เตรียมถุงเก็บแพลงตอน (Plankton net) ที่มีความยาว 10 เมตร รูช่องเปิดขนาด 100 ไมครอน โดยล้างด้วยน้ำสะอาดเพื่อกำจัดสิ่งสกปรกตกค้างและทำให้แห้งก่อนการใช้งาน
- 2) สูบน้ำจากแหล่งผลิตน้ำประปาผิวดินด้วยอัตราการสูบ 10 ลิตรต่อนาทีผ่านถุงเก็บแพลงตอนที่เตรียมไว้
- 3) ตรวจสอบการอุดตันของถุงเก็บแพลงตอน และบันทึกระยะเวลาการสูบน้ำเพื่อนำมาคำนวณปริมาณน้ำที่สูบน้ำผ่านถุงเก็บแพลงตอนในขั้นตอนต่อไป
- 4) นำถุงเก็บแพลงตอนกลับมาวิเคราะห์ปริมาณไมโครพลาสติกที่ห้องปฏิบัติการ

#### 3.2.2 วัสดุอุปกรณ์ และสารเคมี

- 1) ถุงเก็บแพลงตอน (Plankton net) ขนาดช่องเปิด 100 ไมครอน
- 2) บั๊มสูบน้ำชนิด direct current oil pump ที่มีอัตราการสูบ 10 ลิตรต่อนาที
- 3) ขวดแก้วสีชา
- 4) บีกเกอร์ขนาด 500 มล.
- 5) เตาให้ความร้อน (Hot plate)
- 6) แท่งแม่เหล็กกวนสาร
- 7) กระจกนาฬิกา
- 8) คีมคีบสแตนเลส
- 9) กรวยแยกสาร (Density Separators)
- 10) อลูมิเนียมฟอยด์
- 11) กล้องจุลทรรศน์ชนิดส่องกราดและสเตอริโอ (กำลังขยาย 40X)
- 12) สารละลาย H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30% โดยน้ำหนัก
- 13) สารละลาย Fe(II) 0.05 M (เตรียมจาก 7.5 กรัม FeSO<sub>4</sub> 7H<sub>2</sub>O ใน น้ำกลั่น 500 มล. และกรดซัลฟิวริกเข้มข้น 3 มล.)

### 3.2.3 วิธีการวิเคราะห์ตัวอย่างไมโครพลาสติก

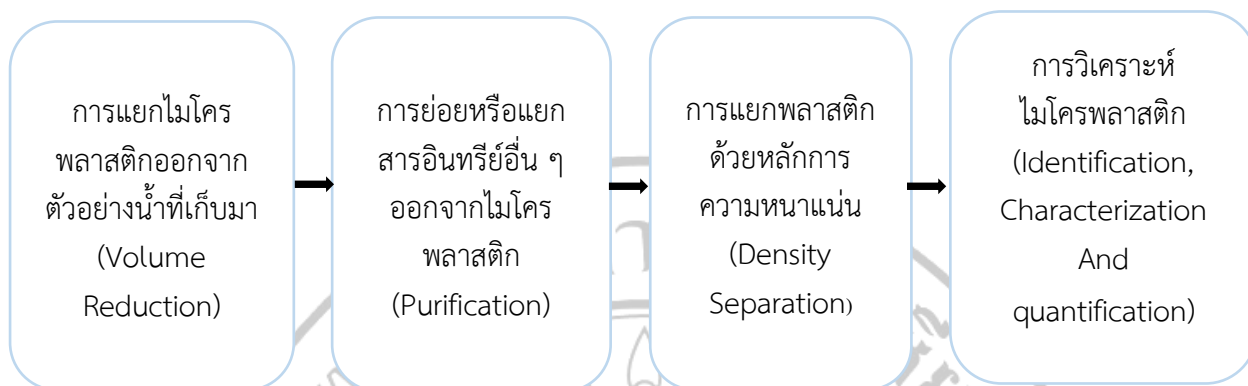
- 1) ล้างถุงเก็บแพลงตอนที่นำกลับมาด้วยน้ำสะอาดจนกระทั่งถุงเก็บแพลงตอนสะอาด ไม่เหลือสิ่งตกค้าง รมั้ดระวังไม่ให้ตะกอนหรือวัตถุที่อยู่ในถุงเก็บแพลงตอนหลุดลอดออกไป
- 2) นำน้ำสะอาดที่มีตะกอนหรือวัตถุเจือปนไปลดปริมาณน้ำด้วยการให้ความร้อนผ่านเตาให้ความร้อนช้า ๆ จนน้ำระเหย ได้ปริมาตรประมาณ 100 มล.
- 3) ตัวอย่างน้ำที่ได้นี้ ถูกตั้งสมมติฐานว่ามีการปนเปื้อนสารอินทรีย์ธรรมชาติอื่น ๆ จึงต้องมีการขจัดสารอินทรีย์เหล่านั้นออกก่อนที่จะนำมาคัดแยกไมโครพลาสติก ซึ่งมีความสัมพันธ์และสำคัญกับขั้นตอนการวิเคราะห์ด้วย Fourier-transform infrared spectroscopy (FT-IR) ซึ่งเป็นเครื่องมือวิทยาศาสตร์ขั้นสูง ขั้นตอนนี้จะพิจารณาเลือกใช้สารละลายชนิดที่เป็นกรดหรือด่าง ซึ่งไม่ทำลายตัวอย่างไมโครพลาสติก ได้แก่ การใช้สารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ( $H_2O_2$ ) 20 มล. ร่วมกับสารเฟอร์รัสซัลเฟต ( $FeSO_4$ ) 20 มล. ในปฏิกิริยาเพนตัน
- 4) ให้ความร้อนด้วยตู้อบอุณหภูมิไม่น้อยกว่า  $70^{\circ}C$  เป็นเวลา 24 ชั่วโมง
- 5) ทำการแยกตัวอย่างที่เป็นไมโครพลาสติกออกจากวัตถุที่เหลืออื่น ๆ ด้วยวิธี Density separation โดยการเพิ่มความหนาแน่นให้น้ำตัวอย่างด้วย  $NaI$  ซึ่งจะทำให้ไมโครพลาสติกที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าสารละลาย  $NaI$  ลอยขึ้นมา ใน Density Separators ทำให้แยกไมโครพลาสติกออกจากวัตถุอื่น ๆ ได้



ภาพที่ 3.2 ไมโครพลาสติกถูกแยกออกมาจากตัวอย่างน้ำด้วยการเติมสารเคมีที่ทำให้มีความหนาแน่นต่างกัน (Li et al., 2018)

- 6) นำเอาวัตถุที่ลอยด้านบนสารละลายออกมารองผ่านกระดาษกรองใยแก้ว GF/C ที่มีขนาดรูพรุน 1.2 ไมครอน
- 7) อบกระดาษกรองที่อุณหภูมิ  $70^{\circ}C$  จนแห้งสนิท
- 8) นำตัวอย่างที่ติดบนกระดาษกรองไปส่องผ่านกล้องจุลทรรศน์เพื่อบันทึกจำนวนชิ้นไมโครพลาสติก และสุ่มเก็บชิ้นตัวอย่างที่พบไปวิเคราะห์ด้วย FT-IR เพื่อจำแนกชนิดของไมโครพลาสติก





ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการดำเนินการวิเคราะห์ตัวอย่างไมโครพลาสติก

