

# Loại bỏ vi nhựa trong nước thải công nghiệp thông qua quá trình keo tụ bằng phèn sắt

Hồ Trương Nam Hải<sup>1,2,\*</sup>, Nguyễn Tuyết Vy<sup>1,2</sup>, Nguyễn Thảo Nguyên<sup>1,2</sup>, Tô Thị Hiền<sup>1,2,\*</sup>



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

<sup>1</sup>Bộ môn Công nghệ Môi Trường, Khoa Môi Trường, Trường Đại Học Khoa Học Tự Nhiên

<sup>2</sup>Đại Học Quốc Gia Thành Phố Hồ Chí Minh

## Liên hệ

**Hồ Trương Nam Hải**, Bộ môn Công nghệ Môi Trường, Khoa Môi Trường, Trường Đại Học Khoa Học Tự Nhiên  
Đại Học Quốc Gia Thành Phố Hồ Chí Minh  
Email: htnhai@hcmus.edu.vn

## Liên hệ

**Tô Thị Hiền**, Bộ môn Công nghệ Môi Trường, Khoa Môi Trường, Trường Đại Học Khoa Học Tự Nhiên  
Đại Học Quốc Gia Thành Phố Hồ Chí Minh  
Email: tohien@hcmus.edu.vn

## Lịch sử

- Ngày nhận: 31/7/2020
- Ngày chấp nhận: 23/10/2020
- Ngày đăng: 19/12/2020

DOI: 10.32508/stdjns.v4i1.988



## Bản quyền

© ĐHQG Tp.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



## TÓM TẮT

Hiện nay vi nhựa trong môi trường đang là một vấn đề đáng quan tâm ở cả trong và ngoài nước. Vi nhựa đi vào môi trường tự nhiên thông qua nhiều nguồn khác nhau như nước thải sinh hoạt, nước thải công nghiệp... Phương pháp keo tụ tạo bông, một trong các phương pháp đơn giản và hiệu quả, được áp dụng phổ biến tại các nhà máy xử lý nước thải - sử dụng trong nghiên cứu này nhằm xác định hiệu quả loại bỏ vi nhựa trong nước thải công nghiệp. Các thí nghiệm keo tụ tạo bông bằng phèn sắt được thực hiện trên mô hình Jarrest ở các điều kiện khác nhau sử dụng nguồn nước thải tại khu công nghiệp Sóng Thần 1, thể tích nước thải ở mỗi thí nghiệm là 500 mL với nồng độ vi nhựa trong nước thải đầu vào là 78,4 mg/L, vi nhựa gồm 3 dạng chính là dạng hạt (332 hạt/0,5 L), dạng mảnh (131 mảnh/0,5 L) và dạng sợi (125 sợi/0,5 L). Kết quả cho thấy tại điều kiện tối ưu nồng độ chất keo tụ phèn sắt 600 mg/L, pH khoảng 8,6 – 8,8, thời gian lắng tính 60 phút, tốc độ khuấy nhanh 300 vòng/phút, tốc độ khuấy chậm 25 vòng/phút, chất trợ lắng cationic polyacrylamide (CPAM) nồng độ 50 mg/L, hiệu quả loại bỏ vi nhựa lên đến 93,11%, nồng độ vi nhựa trong nước thải đầu ra là 7,33 mg/L. Nghiên cứu cũng phân tích vi nhựa sau xử lý theo hình dạng và kích thước. Với điều kiện tối ưu của mô hình, vi nhựa trong nước sau xử lý chủ yếu là dạng mảnh (19 mảnh), sợi (17 sợi), kích thước vi nhựa phần lớn khoảng 0,5 tới 1 mm. Kết quả cho thấy phương pháp keo tụ - tạo bông có hiệu quả cao để loại bỏ vi nhựa trong nước thải công nghiệp.

**Từ khóa:** vi nhựa, keo tụ - tạo bông, nước thải công nghiệp, hiệu suất loại bỏ

## GIỚI THIỆU

Hiện nay có hàng tỷ hạt vi nhựa tồn tại trong đại dương. Các nước ở khu vực Biển Đông như Trung Quốc, Việt Nam, Indonesia và Philippines chiếm tới trên 50% tổng lượng rác thải nhựa ra đại dương. Một trong những con đường mà vi nhựa xâm nhập là từ dòng thải sau xử lý của các nhà máy xử lý nước thải đưa ra môi trường. Phần lớn các vi nhựa (> 85%) được loại bỏ ở giai đoạn sơ cấp trong các hệ thống xử lý nước thải<sup>1</sup>, qua quá trình thứ cấp hiệu quả xử lý lên đến 99%<sup>2</sup>. Ngày càng có nhiều lo ngại rằng sự tích tụ của vi nhựa có thể gây nguy hại đến chức năng của hệ sinh thái biển cũng như đe dọa sự đa dạng sinh học của môi trường biển. Tuy nhiên, nhận thức về mức độ nguy hiểm mà hạt vi nhựa mang lại đối với những loài sinh vật biển và cả con người vẫn còn rất hạn chế. Trong nghiên cứu tại vùng Biển Bắc, tỷ lệ cá ăn phải vi nhựa là 5,5% nếu chỉ tính các hạt có chiều dài trên 500 mm. Nếu tính các hạt có chiều dài trên 100 mm, tỷ lệ này là 23%, giảm xuống 2,6% nếu loại bỏ các dạng sợi khi đếm<sup>3</sup>. Vào cuối 2018 các nhà khoa học Áo đã tìm ra vi nhựa trong phân người. Quá trình nghiên cứu bao gồm lấy mẫu và khảo sát trong thời gian dài từ dữ liệu nhật ký sinh hoạt, ăn uống và chất thải của

hàng trăm người, kết quả cho thấy cứ 8 người lại có 1 người tìm thấy vi nhựa trong chất thải. Điều này cho thấy qua chuỗi thức ăn, con người cũng bị ảnh hưởng đáng kể bởi vi nhựa. Các hạt nhựa nhỏ nhất có thể đi vào máu, hệ bạch huyết và thậm chí cả gan. Vi nhựa cũng có thể ảnh hưởng đến đường tiêu hóa, khiến cho hệ miễn dịch của con người bị ảnh hưởng<sup>4</sup>.

Bên cạnh sự ô nhiễm đó, các hệ thống xử lý nước thải hiện hữu có chức năng như một lưới chắn ngăn vi nhựa trước khi xả vào nguồn nước ao hồ, sông, suối... Một số công trình đơn vị được chứng minh có hiệu quả cao trong loại bỏ vi nhựa như màng lọc sinh học MBR (99,9%), lọc cát nhanh (97%), đĩa lọc (40 – 98,5%), tuyển nổi (95%)<sup>2</sup>. Trong đó, phương pháp keo tụ là quá trình hóa lý tạo ra sự mất ổn định của các hạt mịn (chất keo) bằng cách làm giảm điện tích bề mặt của chúng bởi các chất đông tụ như muối Al và Fe. Các muối này ban đầu sẽ thủy phân và thông qua cơ chế hấp phụ được tạo ra bởi trao đổi phối tử, các hạt nhỏ cùng với nhau hình thành nên một khối có liên kết mạnh và dễ dàng lắng xuống<sup>5-8</sup>. Do đặc tính dễ sử dụng và giá thành rẻ của chất keo tụ, hiệu quả đem lại cao, quá trình keo tụ được sử dụng rộng rãi cho nhiều nhà máy xử lý nước thải<sup>7,9</sup>. Keo tụ được đánh giá là có tiềm năng trong loại bỏ vi nhựa

**Trích dẫn bài báo này:** Hải H T N, Vy N T, Nguyễn N T, Hiền T T. Loại bỏ vi nhựa trong nước thải công nghiệp thông qua quá trình keo tụ bằng phèn sắt. *Sci. Tech. Dev. J. - Nat. Sci.*; 4(SI):SI22-SI31.

khỏi nguồn nước.

Nghiên cứu này được thực hiện nhằm xác định hiệu quả loại bỏ vi nhựa của phương pháp keo tụ - tạo bông thông qua việc khảo sát các yếu tố ảnh hưởng như liều lượng chất keo tụ, pH, tốc độ khuấy, thời gian lắng và chất trợ keo tụ nhằm tối ưu hóa quy trình xử lý vi nhựa. Bên cạnh đó cũng xác định vi nhựa theo hình dạng và kích thước được loại bỏ và còn lại từ dòng thải sau quá trình xử lý.

## VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP

### Lấy mẫu

Nước thải được lấy từ hệ thống xử lý tại nhà máy xử lý nước thải tập trung, khu công nghiệp Sóng Thần 1, tỉnh Bình Dương. Vị trí lấy mẫu tại bể thu gom, sau khi nước thải đã đi qua song chắn rác kích thước 5 mm.

### Thiết lập mô hình

Sử dụng máy khuấy Jartest (Hình 1) có thiết lập để điều chỉnh tốc độ khuấy, thời gian khuấy cho các thí nghiệm khảo sát.

Mỗi thí nghiệm với 500 mL nước thải được khuấy trộn đều để cân bằng nồng độ và cho vào cốc 1000 mL, sau đó điều chỉnh pH bằng NaOH 1N, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1N, 10 mL dung dịch đệm NaHCO<sub>3</sub> 3N dùng để ổn định pH. Sử dụng phèn sắt FeCl<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O là chất keo tụ, các chất trợ keo tụ gồm anionic polyacrylamide (APAM) và cationic polyacrylamide (CPAM). Thiết lập tốc độ khuấy nhanh trong thời gian 1 phút, đưa cốc vào tiến hành khuấy. Khi đã đủ 1 phút khuấy nhanh, đưa về tốc độ khuấy chậm và khuấy trong vòng 15 phút. Lấy cốc ra và để lắng tĩnh theo đúng thời gian khảo sát. Dùng ống tiêm thể tích 50 mL, kích thước đầu ống 5 mm hút lấy 400 mL mẫu nước trong cốc và 100 mL mẫu bùn lắng đem đi phân tích vi nhựa.

### Phương pháp phân tích

Vi nhựa trong nước thải được phân tích bằng phương pháp khối lượng dựa trên nghiên cứu của Lares và cộng sự<sup>10</sup>. Mẫu được lấy sau thí nghiệm được cô cạn ở nhiệt độ 75°C cho đến khoảng 20 mL, sau đó đặt cốc chứa mẫu trong tủ sấy 90°C trong 24 giờ để đảm bảo mẫu khô. Mẫu sau khi làm khô được thực hiện quá trình oxy hóa ướt (WPO) bằng cách thêm 30 mL dung dịch Fe(II) 0,05 M, thêm tiếp 30 mL dung dịch H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30% và giữ hỗn hợp trong 5 phút. Sau đó cho cốc lên máy khuấy từ ở 75°C trong khoảng 30 phút nếu là mẫu nước, 60 phút nếu là mẫu bùn. Nếu chất hữu cơ chưa được loại bỏ hết, thêm tiếp 20 mL dung dịch H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30% và tiếp tục khuấy trên máy khuấy từ. Lặp lại quá trình cho tới khi chất hữu cơ đã bị oxy

hóa hết. Tiếp đó, mẫu được thêm dung dịch ZnCl<sub>2</sub> để tăng tỷ trọng dung dịch lên khoảng 1.8 g/cm<sup>3</sup> nhằm thu được vi nhựa. Cân khối lượng giấy lọc trước khi hút chân không và qua quá trình lọc mẫu tuyển nổi, sấy 24 giờ, cân lại để tính toán xác định khối lượng vi nhựa. Các mảnh vi nhựa được phân loại theo kích thước và hình dạng dưới kính hiển vi quang học.

### Xử lý số liệu

Hiệu quả loại bỏ vi nhựa

$$H\% = \frac{m_{MPs}(B)}{m_{MPs}(B) + m_{MPs}(N)} \times 100$$

Trong đó: H: Hiệu suất loại bỏ (%).

m<sub>MPs</sub>(B): Khối lượng vi nhựa trong mẫu bùn (mg).

m<sub>MPs</sub>(N): Khối lượng vi nhựa trong mẫu nước (mg).

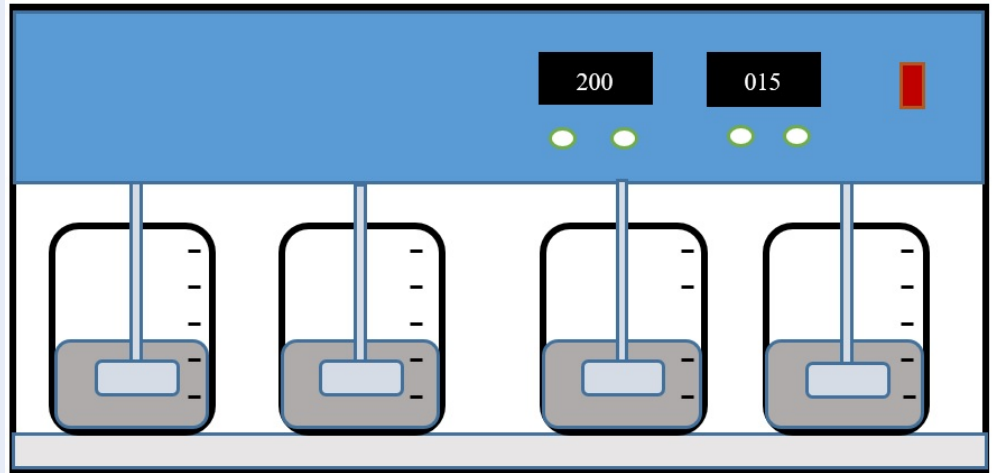
## KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

### Đặc điểm, tính chất vi nhựa trong nước thải

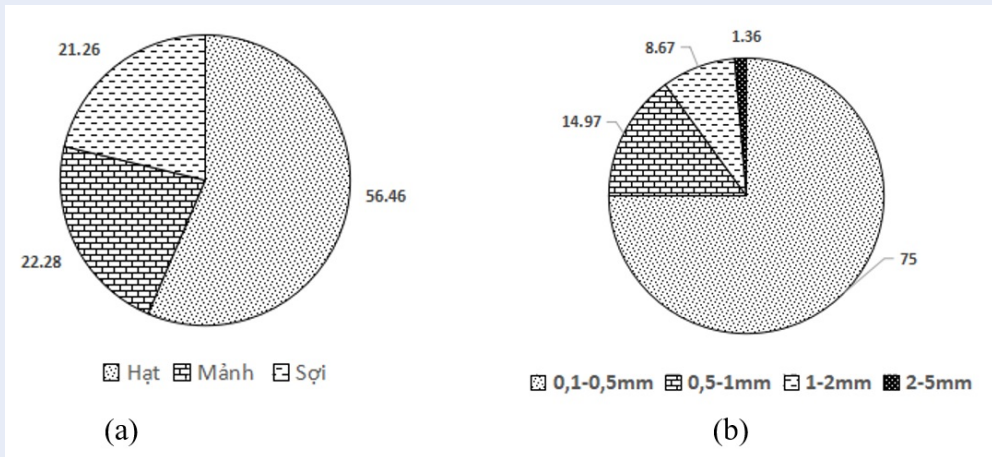
Dựa vào kết quả phân tích cho thấy nồng độ vi nhựa có trong nước thải đầu vào của nhà máy xử lý nước thải khu công nghiệp Sóng Thần 1 là 78,4 mg/L, so sánh với dòng vào của một số nhà máy xử lý nước thải hiện hữu trên thế giới như tại Danish nồng độ vi nhựa là 5,9 mg/L<sup>11</sup> thì nồng độ vi nhựa trong khu công nghiệp Sóng Thần 1 lớn hơn gấp 13 lần. Điều này cho thấy sự ô nhiễm vi nhựa ở các khu công nghiệp đang ở mức báo động. Tuy nhiên trong quy chuẩn Việt Nam hiện tại chưa có quy định giới hạn nên chưa có cơ sở để có thể quản lý phù hợp.

Quan sát và phân loại theo hình dạng vi nhựa dưới kính hiển vi (Hình 3) có thể thấy dạng hạt chiếm ưu thế 56,46% (332/588), dạng mảnh và dạng sợi chiếm tỉ lệ gần bằng nhau, khoảng hơn 20% (131/588; 125/588) (Hình 2a). Tại khu công nghiệp Sóng Thần 1 với 51 nhà máy sản xuất, trong đó hiện có 6 nhà máy sản xuất nhựa, 4 nhà máy sản xuất bao bì đóng gói, 9 nhà máy dệt nhuộm và các ngành nghề khác, do đó có thể dự đoán nguồn gốc vi nhựa trong nước thải là từ các hạt nhựa nguyên liệu được phát thải ra trong quá trình sản xuất. Dạng hạt, dạng mảnh có thể có nguồn gốc từ các lốp xe bị mài mòn trong khi vận chuyển, thải ra và nước mưa chảy tràn cuốn vào hệ thống xử lý nước thải. Dạng sợi được dự đoán có nguồn gốc từ quá trình sản xuất, làm sạch các loại vải len, vải tổng hợp.

Đối với phân loại theo kích thước (Hình 2b), vi nhựa được chia thành 4 khoảng 0.1 – 0.5 mm; 0.5 – 1 mm; 1 – 2 mm; 2 – 5 mm). Vi nhựa có kích thước từ 0.1 – 0.5 mm chiếm tỉ lệ lớn nhất 75% (441/588) do dạng hạt chiếm đa số trong mẫu, vi nhựa kích thước 2 – 5 mm chiếm phần rất nhỏ, chỉ hơn 1% tổng số vi nhựa của mẫu.



Hình 1: Mô hình thí nghiệm Jarrest



Hình 2: Số lượng vi nhựa theo (a) hình dạng (b) kích thước

### Ảnh hưởng của nồng độ chất keo tụ phèn sắt đến quá trình keo tụ - tạo bông

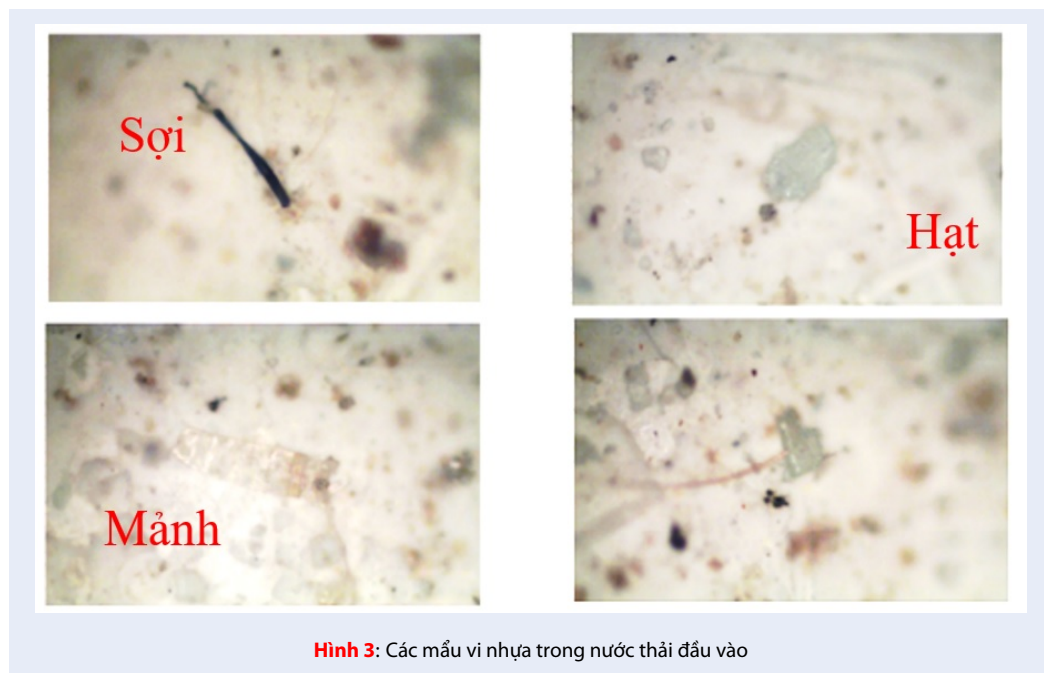
Hình 4 cho thấy hiệu quả loại bỏ vi nhựa tăng theo nồng độ chất keo tụ. Hiệu suất loại bỏ tăng nhanh khi tăng nồng độ phèn sắt từ 100 mg/L lên 500 mg/L (tăng từ 36,1% lên 59,17%). Từ nồng độ 600 mg/L trở lên, hiệu suất loại bỏ vi nhựa tăng chậm (trung bình tăng 1,2% cho mỗi 100 mg/L phèn sắt thêm vào). Việc tăng quá nhiều chất keo tụ gây giảm hiệu quả quá trình do làm tái ổn định của các hạt keo<sup>12</sup>. Do đó, chọn lượng phèn tối ưu là 600 mg/L (hiệu quả loại bỏ 61,92%).

Bảng 1 cho thấy tại nồng độ phèn sắt tối ưu, hiệu quả loại bỏ vi nhựa dựa vào số lượng mẫu quan sát được lên tới 92,35% (45/588). Xét về hình dạng, hiệu quả loại bỏ vi nhựa cao nhất với dạng hạt (98%), dạng

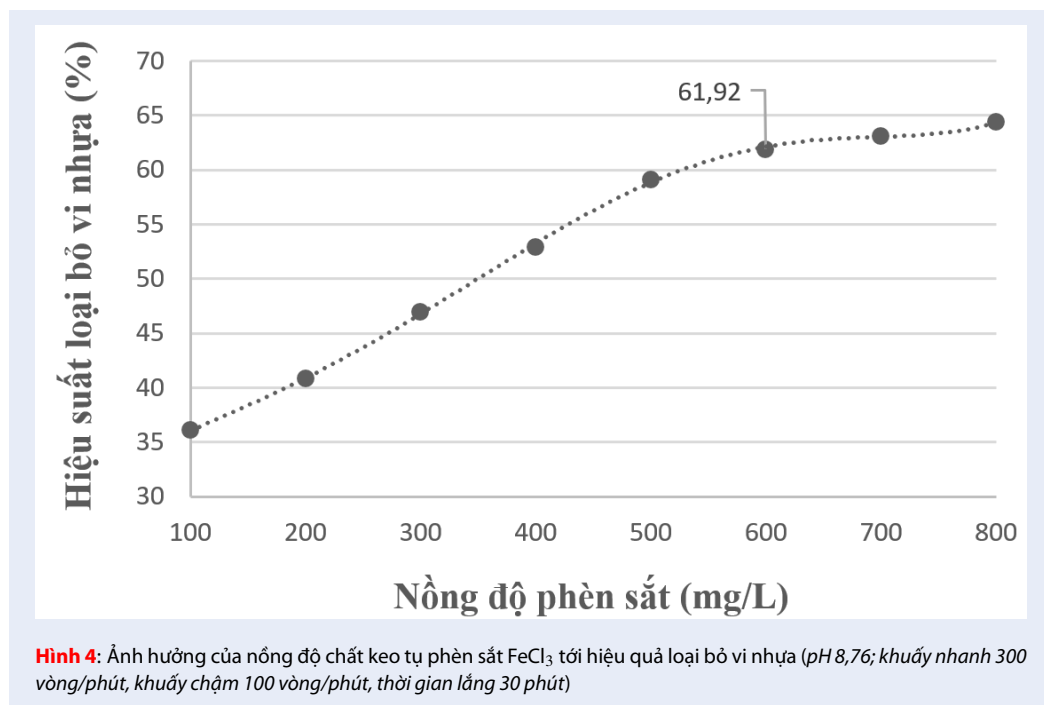
Bảng 1: Số lượng vi nhựa theo hình dạng, kích thước của mẫu tối ưu phèn sắt 600 mg/L

Kích thước (mm)	Số lượng (mẫu/L)		
	Hạt	Sợi	Mảnh
0,1 – 0,5	8	9	13
0,5 – 1	0	4	2
1 – 2	0	6	1
2 – 5	0	2	0

mảnh và dạng sợi xấp xỉ nhau (dạng mảnh 87%, dạng sợi 83%). Xét về kích thước, hiệu quả loại bỏ đối với vi nhựa kích thước nhỏ (0,1 – 1 mm) đạt 93% hiệu quả



Hình 3: Các mẫu vi nhựa trong nước thải đầu vào



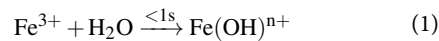
Hình 4: Ảnh hưởng của nồng độ chất keo tụ phèn sắt  $FeCl_3$  tới hiệu quả loại bỏ vi nhựa (pH 8,76; khuấy nhanh 300 vòng/phút, khuấy chậm 100 vòng/phút, thời gian lắng 30 phút)

hơn so với loại bỏ vi nhựa kích thước lớn: vi nhựa 1 – 2 mm (86%), vi nhựa 2 – 5 mm (75%).

Hiệu suất loại bỏ chênh lệch giữa các loại vi nhựa có thể được giải thích do các vi nhựa dạng hạt và mảnh với kích thước nhỏ, có sự tương đồng về hình dạng và kích thước với các hạt keo, nên dễ dàng được hấp phụ vào các bông cặn. Còn đối với các mảnh lớn hơn hoặc sợi dài sẽ khó hấp phụ vào các bông cặn do chênh lệch kích thước với các hạt keo, từ đó dẫn tới hiệu quả loại bỏ giảm.

### Ảnh hưởng của pH đến quá trình keo tụ - tạo bông

pH là một trong những yếu tố làm hạn chế tới quá trình keo tụ - tạo bông thông qua ảnh hưởng đến sự thủy phân phen sắt tạo ra các hạt keo dương có trong nước thải (1) (2) <sup>13</sup>.



Hình 5 cho thấy hiệu suất loại bỏ vi nhựa tăng dần khi tăng pH của dung dịch từ 3 lên 11. Ở pH < 5, hiệu suất loại bỏ vi nhựa dưới 50%. Hiệu suất tăng mạnh khi tăng pH lên 7, và tăng không đáng kể từ pH 8,76 tới pH 11. Do đó, chọn giá trị pH tối ưu tại 8,76 (hiệu quả loại bỏ 62,20%).

Ảnh hưởng của pH phụ thuộc vào loại chất keo tụ được sử dụng, thành phần hóa học của nước và nồng độ của chất keo tụ. Theo nghiên cứu của Aziz và cộng sự được thực hiện vào 2007 <sup>14</sup>, nghiên cứu sử dụng phen nhôm, phen sắt (FeCl<sub>3</sub> và FeSO<sub>4</sub>) để loại bỏ chất rắn lơ lửng, độ màu và COD từ nước rỉ rác. Kết quả cho thấy khi ở pH thấp, FeCl<sub>3</sub> phản ứng với nước hình thành các ion tích điện dương, trong khi ở pH trung tính và kiềm, chủ yếu là dạng hydroxide sắt Fe(OH)<sub>3</sub> được hình thành <sup>13</sup>. Do đó có thể dự đoán ở pH kiềm, vi nhựa có khả năng hấp phụ vào kết tủa của hydroxide sắt hình thành, dẫn đến hiệu quả loại bỏ vi nhựa cao hơn khi tăng pH.

Bảng 2 cho thấy hiệu suất loại bỏ vi nhựa tăng lên đối với dạng mảnh là 89,31%, dạng sợi 92%. Xét về kích thước, hiệu quả loại bỏ vi nhựa gia tăng đáng kể đối với khoảng kích thước từ 1 – 2 mm. Trong khi đối với các khoảng kích thước khác, hiệu quả thay đổi không đáng kể.

**Bảng 2: Số lượng vi nhựa theo hình dạng, kích thước của mẫu tối ưu tại pH 8,76**

Kích thước (mm)	Số lượng (mẫu/L)		
	Hạt	Sợi	Mảnh
0,1 – 0,5	15	5	12
0,5 – 1	3	1	1
1 – 2	0	2	1
2 – 5	0	2	0

### Ảnh hưởng của thời gian lắng đến quá trình keo tụ - tạo bông

Hiệu suất loại bỏ vi nhựa dựa theo thời gian lắng và số lượng vi nhựa theo hình dạng, kích thước còn lại của mẫu tối ưu được thể hiện tại Hình 6 và Bảng 3. Kết quả cho thấy hiệu suất tăng khi thời gian lắng tăng. Nhựa thường nhẹ, khó lắng nên khi tăng thời gian các hạt lơ lửng và các bông bùn được va chạm nhiều hơn, kéo theo vi nhựa lắng cùng <sup>12</sup>.

Khi tăng thời gian lắng từ 15 phút lên 120 phút, hiệu suất loại bỏ tăng từ 59,73% lên 72,76%. Lựa chọn thời gian lắng tối ưu là 60 phút (hiệu quả loại bỏ 68,91%) do khi tiếp tục tăng thêm thời gian lắng, hiệu suất quá trình tăng thêm không đáng kể (30 phút tăng khoảng 1%).

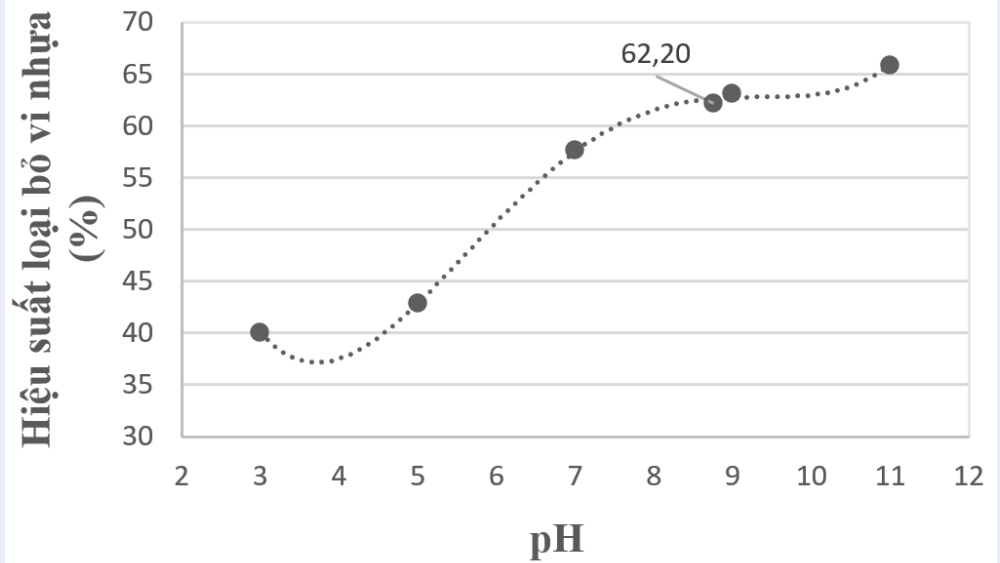
**Bảng 3: Số lượng vi nhựa theo hình dạng, kích thước mẫu tối ưu tại thời gian lắng 60 phút**

Kích thước (mm)	Số lượng (mẫu/L)		
	Hạt	Sợi	Mảnh
0,1 – 0,5	9	8	20
0,5 – 1	2	2	1
1 – 2	0	1	0
2 – 5	0	1	0

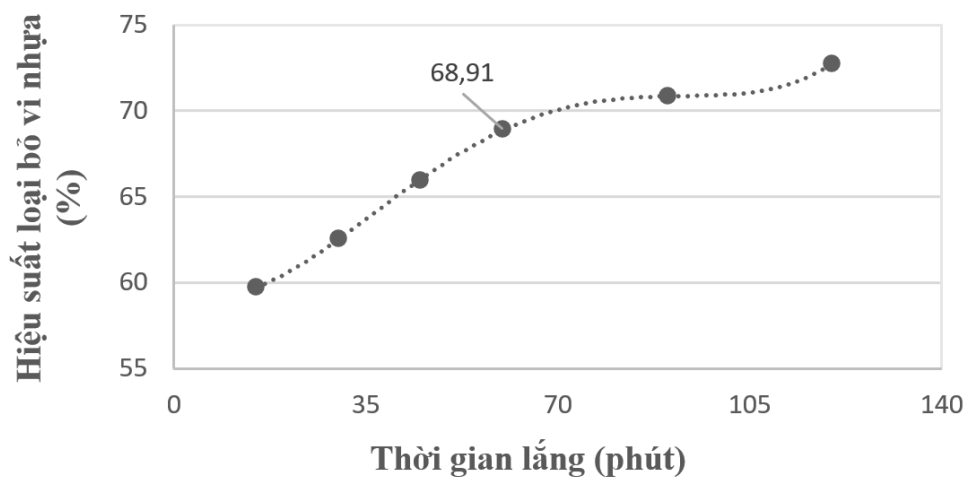
Ở thời gian lắng tối ưu, vi nhựa có kích thước lớn hơn (1 – 5 mm) bị loại bỏ gần như hoàn toàn trong nước thải sau xử lý.

### Ảnh hưởng của tốc độ khuấy đến quá trình keo tụ - tạo bông

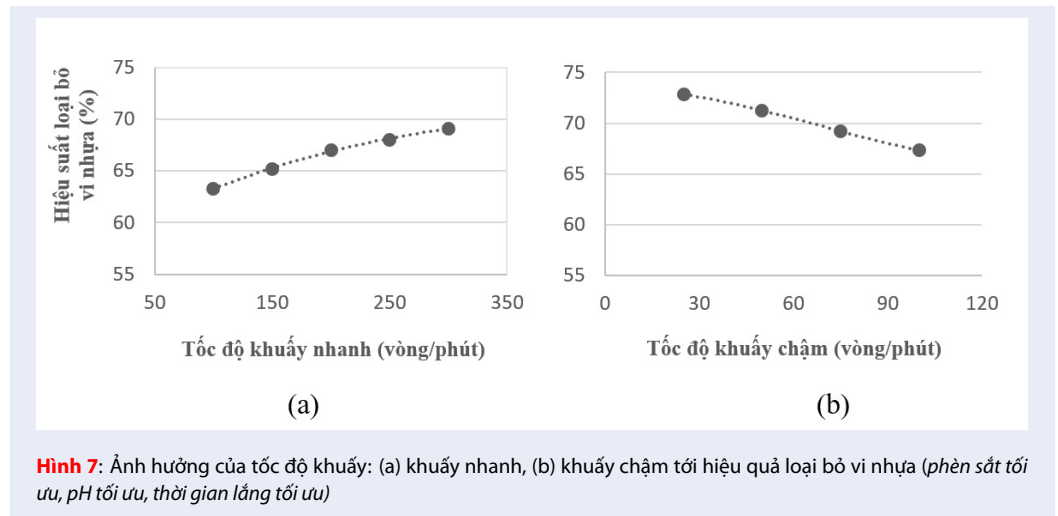
Đồ thị Hình 7 cho thấy tốc độ khuấy nhanh 300 vòng/phút và tốc độ khuấy chậm 25 vòng/phút cho hiệu quả loại bỏ vi nhựa cao nhất, hiệu quả loại bỏ lần lượt là 69,09% và 72,84%. Khuấy nhanh là giai đoạn quyết định hiệu quả phản ứng của phen với nước thải. Tốc độ khuấy nhanh ảnh hưởng đáng kể đến sự mất ổn định của chất keo và sự kết tụ của các hạt <sup>13</sup>. Trong khi đó, khuấy chậm là giai đoạn giúp các hạt keo va



**Hình 5:** Ảnh hưởng của pH tới hiệu quả loại bỏ vi nhựa (phèn sắt tối ưu, khuấy nhanh 300 vòng/phút, khuấy chậm 100 vòng/phút, thời gian lắng 30 phút)



**Hình 6:** Ảnh hưởng của thời gian lắng tới hiệu quả loại bỏ vi nhựa (phèn sắt tối ưu, pH tối ưu, khuấy nhanh 300 vòng/phút, khuấy chậm 100 vòng/phút)



chạm nhẹ nhàng để liên kết hình thành các bông cặn do lực hút phân tử.

### Ảnh hưởng của chất trợ lắng đến quá trình keo tụ - tạo bông

Polyacrylamide (PAM) là một loại polymer được sử dụng rộng rãi làm chất trợ lắng trong xử lý nước và bùn. Công dụng chủ yếu của polymer này là làm đặc bùn, tạo ra lớp màng trên bề mặt dung dịch, khi lắng xuống kéo theo các cặn bẩn lơ lửng xuống. Thí nghiệm khảo sát hai loại chất trợ lắng là anionic polyacrylamide (APAM) và cationic polyacrylamide (CPAM) với các nồng độ khác nhau. Kết quả cho thấy CPAM cho hiệu quả loại bỏ vi nhựa cao hơn APAM ở cùng nồng độ tương ứng. Ở nồng độ 50 mg/L CPAM hiệu quả loại bỏ cao nhất đạt 93,11% (Hình 8).

Ở các điều kiện tối ưu, vi nhựa dạng hạt và có kích thước từ 0,5 – 1 mm gần như bị loại bỏ hoàn toàn. Dạng mảnh và dạng sợi với kích thước nhỏ hơn 0,5 mm chưa được loại bỏ triệt để do chúng khó có khả năng kết bông và lắng xuống (Bảng 4).

**Bảng 4:** Số lượng vi nhựa theo hình dạng, kích thước mẫu ở các điều kiện tối ưu

Kích thước (mm)	Số lượng (mẫu/L)		
	Hạt	Sợi	Mảnh
0,1 – 0,5	8	16	18
0,5 – 1	1	1	0
1 – 2	0	0	1
2 – 5	0	0	0

### KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

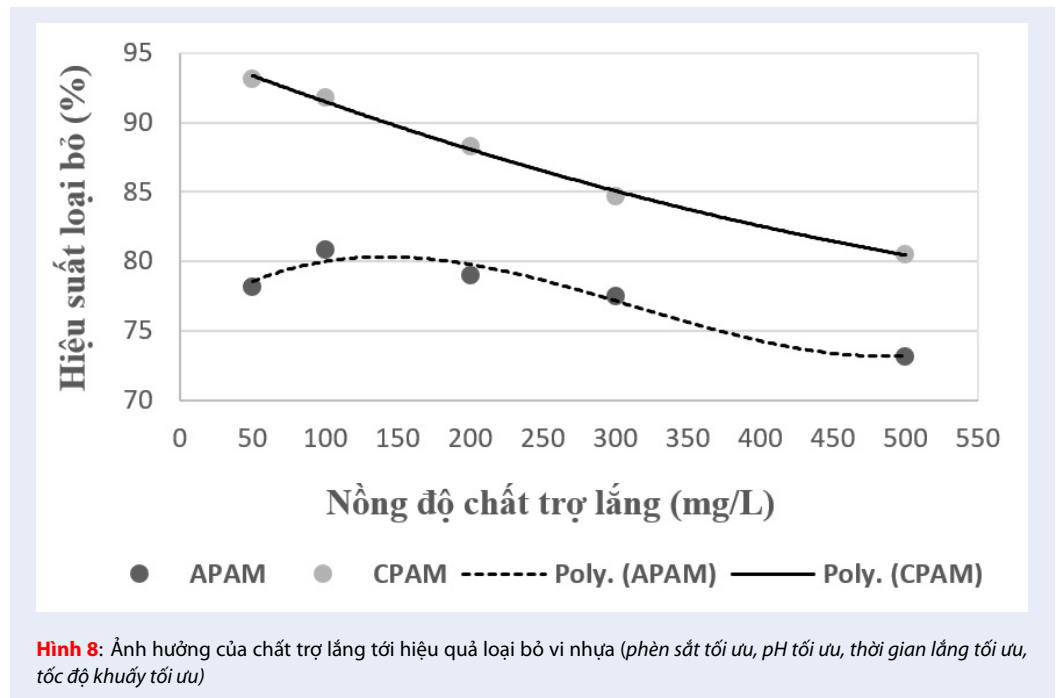
Phương pháp keo tụ - tạo bông cho khả năng loại bỏ vi nhựa cao (trên 93%) ở điều kiện tối ưu: liều lượng phèn 600 mg/L, pH 8,76, thời gian lắng 60 phút, tốc độ khuấy nhanh 300 vòng/phút, khuấy chậm 25 vòng/phút, chất trợ lắng CPAM. Vi nhựa dạng hạt có khả năng được loại bỏ cao hơn so với dạng sợi và dạng mảnh. Xét theo kích thước, hiệu suất loại bỏ đối với vi nhựa kích thước nhỏ cao hơn rất nhiều so với các vi nhựa kích thước lớn. Phương pháp keo tụ - tạo bông cho hiệu quả xử lý ổn định, ít bị ảnh hưởng khi tải trọng ô nhiễm nước thay đổi. So sánh với hiệu suất của các phương pháp khác: phương pháp MBR (99,9%), lọc cát nhanh (97%), đĩa lọc (40 – 98,5%), tuyển nổi (95%) [2] cho thấy keo tụ - tạo bông là một phương pháp đơn giản, chi phí thấp và đem lại hiệu quả cao cho xử lý vi nhựa. Kết quả của nghiên cứu này là cơ sở dữ liệu để đánh giá hiệu quả loại bỏ vi nhựa trong từng giai đoạn của hệ thống xử lý nước thải trước khi được thải ra môi trường.

### LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu được tài trợ bởi Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh (ĐHQG-HCM) trong khuôn khổ Đề tài mã số B2020-18-04. Nhóm tác giả chân thành cảm ơn thầy Nguyễn Hương Việt (Quý hỗ trợ cộng đồng Lawrence S.Ting – Nguyên giảng viên Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQG HCM) đã giới thiệu thiết bị NHV-CAM hỗ trợ nghiên cứu.

### DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

MBR: Membrane Bio Reactor  
 WPO: Wet Peroxide Oxidation  
 APAM: Anionic Polyacrylamide  
 CPAM: Cationic Polyacrylamide



**Hình 8:** Ảnh hưởng của chất trợ lắng tới hiệu quả loại bỏ vi nhựa (phèn sắt tối ưu, pH tối ưu, thời gian lắng tối ưu, tốc độ khuấy tối ưu)

### XUNG ĐỘT LỢI ÍCH TÁC GIẢ

Các tác giả cam kết không có sự cạnh tranh, xung đột trong nghiên cứu.

### ĐÓNG GÓP CỦA CÁC TÁC GIẢ

Tác giả Nguyễn Tuyết Vy thực hiện thí nghiệm, thu thập số liệu, xử lý kết quả. Tác giả Hồ Trương Nam Hải đã viết bản thảo sơ bộ. Tác giả Nguyễn Thảo Nguyên góp ý thảo luận về các kết quả thu được. Tác giả Tô Thị Hiến góp ý và hoàn thiện nội dung cho bản thảo cuối cùng. Tất cả các tác giả đã đồng thuận bản thảo cuối cùng.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Lares M, Ncibi MC, Sillanpaa M, Sillanpaa M. Occurrence, identification and removal of microplastic particles and fibers in conventional activated sludge process and advanced MBR technology. *Water Research*. 2018; 133: 236-246; PMID: 29407704. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2018.01.049>.
- Talvitie J, Mikola A, Koistinen A, Setälä O. Solutions to microplastic pollution - Removal of microplastics from wastewater effluent with advanced wastewater treatment technologies. *Water Research*. 2018; 123: 401-407. ; PMID: 28686942. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2017.07.005>.
- Jovanovic B. Ingestion of microplastic by fish and its potential consequences from a physical perspective. *Integrated Env Assessment and Management*. 2017; 13(3): 510-515. ; PMID: 28440941. Available from: <https://doi.org/10.1002/ieam.1913>.
- Schwabl P, Koppel S, Königshofer P, Bucsecs T, Trauner M, Reiberger T, Liebmann B. Detection of various microplastics in human stool: a prospective case series. *Ann Intern Med*. 2019; 171(7): 453-457.; PMID: 31476765. Available from: <https://doi.org/10.7326/M19-0618>.
- Chorghhe D, Sari MA, Chellam S. Boron removal from hydraulic fracturing wastewater by aluminum and iron coagulation: Mechanisms and limitations. *Water Res*. 2017; 126: 481-487. ; PMID: 29028491. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2017.09.057>.
- Achak M, Elayadi F, Boumya W. Chemical coagulation/flocculation processes for removal of phenolic compounds from olive mill wastewater: A comprehensive review. *Amer Jour of Appli Sci*. 2019; 16(3): 59-91. ; Available from: <https://doi.org/10.3844/ajassp.2019.59.91>.
- Padervand M, Lichtfouse E, Robert D, Wang C. Removal of microplastics from the environment. A review. *Envi Che Letters*. 2020; 18: 807-828. ; Available from: <https://doi.org/10.1007/s10311-020-00983-1>.
- Wei H, Gao B, Ren J, Li A, Yang H. Coagulation/flocculation in dewatering of sludge: A review. *Water Res*. 2018; 143: 608-631. ; PMID: 30031298. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2018.07.029>.
- Lee CS, Robinson J, Chong MF. A review on application of flocculants in wastewater treatment. *Process Safety and Env Protection*. 2014; 92(6): 489-508.; Available from: <https://doi.org/10.1016/j.psep.2014.04.010>.
- Lares M, Ncibi MC, Sillanpaa M, Sillanpaa M. Occurrence, identification and removal of microplastic particles and fibers in conventional activated sludge process and advanced MBR technology. *Water Research*. 2018; 133: 236-246. ; PMID: 29407704. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2018.01.049>.
- Vollertsen J, Hansen AA. Microplastic in Danish wastewater sources, occurrences and fate. *The Danish Environmental Protection Agency*. 2017; p. 55.
- Mohammed TJ, Shakir E. Effect of settling time, velocity gradient, and camp number on turbidity removal for oilfield produced water. *Egyptian Journal of Petroleum*. 2018; 27(1): 31-36. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ejpe.2016.12.006>.
- Rietveld L. CTB 3365 x - Introduction to Water Treatment D 5 b - Coagulation and flocculation. 2013;.
- Aziz HA, Alias S, Assari F, Adlan MN. The use of alum, ferric chloride and ferrous sulphate as coagulants in removing suspended solids, colour and COD from semi-aerobic land-



fill leachate at controlled pH. Waste management & Research.  
2007; 25: 556-565. ;PMID: 18229750. Available from: <https://doi.org/10.1177/0734242X07079876>.

[//doi.org/10.1177/0734242X07079876](https://doi.org/10.1177/0734242X07079876).

# Removal Of Microplastics In The Industrial Wastewater Via The Fe-Based Coagulation Process

Ho Truong Nam Hai<sup>1,2,\*</sup>, Nguyen Tuyet Vy<sup>1,2</sup>, Nguyen Thao Nguyen<sup>1,2</sup>, To Thi Hien<sup>1,2,\*</sup>



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

## ABSTRACT

Currently, microplastics (MP) in the water environment is a global issue. Microplastics enter the natural environment through various sources such as domestic wastewater and industrial wastewater. The flocculation method - one of the simple and effective methods commonly used in wastewater treatment plants was used in this study to determine the removal efficiency of MPs in the industrial wastewater. The coagulation/flocculation experiments were carried on the Jartest model with the iron coagulant under different conditions. The wastewater was taken from the industrial park Song Than 1. The volume of the wastewater in each experiment was 500 mL with the MPs concentration of 78.4 mg/L which included 3 main forms with MP bead (322 different types / 0.5 L), MP fragment (131 different types / 0.5 L) and MP fiber (125 different types / 0.5 L). The optimal condition of microplastic removal (iron coagulant ( $\text{FeCl}_3$ ) = 600 mg/L, pH 8.6 – 8.8, settling time = 60 minutes, fast stirring of 300 rpm, slow stirring of 25 rpm, supporting-coagulant (CPAM) = 50 mg/L) was determined, corresponding with the MPs removal efficiency of 93.11% (MPs in effluent was 7.33 mg/L). The most common MPs categories collected after treatment were MP fragments (19 different types) and MP fibers (17 different types). MPs dimensions were mostly about 0.5 to 1 mm. Our result showed that the coagulation/flocculation process was an efficient method for the removal MPs in the industrial wastewater.

**Key words:** microplastics, coagulation/flocculation, industrial wastewater, removal efficiency

<sup>1</sup>Faculty of Environment, University of Science

<sup>2</sup>Vietnam National University, Ho Chi Minh City

## Correspondence

**Ho Truong Nam Hai**, Faculty of Environment, University of Science

Vietnam National University, Ho Chi Minh City

Email: htnhai@hcmus.edu.vn

## Correspondence

**To Thi Hien**, Faculty of Environment, University of Science

Vietnam National University, Ho Chi Minh City

Email: tohien@hcmus.edu.vn

## History

- Received: 31/7/2020
- Accepted: 23/10/2020
- Published: 19/12/2020

DOI :10.32508/stdjns.v4i1.988



## Copyright

© VNU-HCM Press. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



**Cite this article :** Hai H T N, Vy N T, Nguyen N T, Hien T T. **Removal Of Microplastics In The Industrial Wastewater Via The Fe-Based Coagulation Process.** *Sci. Tech. Dev. J. - Nat. Sci.*; 4(SI):SI22-SI31.