

METODE AGGREGATION HYDROPHOBIC DAN APLIKASINYA DALAM KIMIA ANALIT.

Oleh
Drs. Suharta M.Si

I. PENDAHULUAN

Partikel koloid di dalam air sukar dipisahkan dari fase airnya, karena dengan ukuran partikel yang sangat halus, partikel-partikel tersebut sukar diendapkan dan dengan sendirinya sukar dipisahkan secara konvensional. Untuk itu pemisahan partikel koloid dilakukan dengan memanfaatkan sifat permukaan partikel yang dapat dimodifikasi.

Dalam media air, partikel mempunyai muatan listrik permukaan yang dapat dihasilkan dari proses ionisasi gugusan aktif di permukaan partikel. Dengan demikian partikel tersebut akan bersifat *hydrophobic* (sifat takut dengan air) atau *hydrophilic* (sifat suka dengan air). Hal ini tergantung pada muatan yang ada di permukaan partikel. Akibatnya, muatan permukaan ini memberikan sifat tolak menolak atau tarik menarik antar partikel, yang dapat juga menyebabkan interaksi secara fisik atau kimia antar partikel dengan senyawa bermuatan lainnya, misalnya : larutan elektrolit, polielektrolit, dan surfaktan.

Mekanisme proses pengumpulan (*aggregation*) dapat digolongkan menjadi dua, yaitu proses perikinetik dan proses orthokinetik. Pengumpulan perikinetik disebabkan oleh gerak Brown dan gaya ini dominan menggerakkan partikel yang mempunyai ukuran $< 1 \text{ nm}$, sedangkan pengumpulan orthokinetik terjadi karena sistem dikenai gaya dari luar sehingga menyebabkan tumbukan antar partikel. Metode *aggregation hydrophobic* dikembangkan atas dasar pengumpulan orthokinetik.

II. METODE 'AGGREGATION HYDROPHOBIC'

Aggregation hydrophobic adalah suatu metode pemisahan dengan cara menambahkan surfaktan pada partikel koloid sehingga bermuatan listrik dan dilanjutkan pengadukan dengan kecepatan yang sangat tinggi sehingga akhirnya terbentuk gumpalan (Sitomurni, 1994). Metode ini dapat dimanfaatkan untuk memisahkan suatu mineral dari mineral yang lain, dan dapat juga dimanfaatkan untuk *recovery* (peningkatan konsentrasi) suatu mineral. Dalam bidang kimia analit, *aggregation hydrophobic* merupakan metode pemisahan yang relatif baru, sehingga belum banyak dikenal orang.

Pertama kali metode ini diperkenalkan oleh Warren (1975), dan sejak saat itu banyak dilakukan penelitian-penelitian yang membahas masalah tersebut. Warren (1975) melakukan pengumpulan partikel scheelit (CaW_4) dalam larutan sodium oleat. Apabila dalam larutan tersebut dilakukan pengadukan dengan kecepatan yang sangat tinggi (~ 1500 rpm), maka akan terjadi pengumpulan partikel. Hal ini berbeda dengan proses koagulasi dan proses flokulasi. Pada proses koagulasi dan proses flokulasi, agregat yang terbentuk akan pecah bila dikenai pengadukan dengan kecepatan yang sangat tinggi. Pada proses *aggregation hydrophobic*, makin cepat pengadukan dilakukan, makin besar ukuran agregat dihasilkan.

Pashley dan Isralachvili (1980) menemukan bahwa dua permukaan akan saling tarik menarik bila surfaktan CTAB (*Cetyl Trimethyl Ammonium Bromide*) melapisi permukaannya. Proses ini terjadi pada konsentrasi penambahan CTAB cukup untuk membentuk *monolayer* di permukaan mika.

Li dan Fuerstenau (1987), menggumpalkan partikel hematit dengan penambahan sodium dodecyl sulfat. Pada pH 3, partikel hematit mempunyai muatan positif dan bersifat stabil, walaupun sudah dilakukan pengadukan yang sangat tinggi (~ 1600 rpm) selama 1 jam, tanpa penambahan surfaktan. Sifat ini akan berubah ketika dalam sistem tersebut ditambahkan surfaktan sodium dodecyl sulfat. Dengan penambahan surfaktan sodium dodecyl sulfat, membuat hematit bersifat *hydrophobic* karena adanya gugus oleat yang diserap dan partikel hematit membentuk gumpalan yang stabil setelah dilakukan pengadukan dengan kecepatan 1600 rpm.

Penambahan surfaktan kation (*cationic surfactant*) ternyata akan menghasilkan muatan yang berlawanan dari penambahan surfaktan anion (*anionic surfactant*). Raju (1991), dalam penelitiannya tentang penggumpalan partikel quartz, mendapatkan bahwa nilai zeta potensial (potensial permukaan partikel) quartz turun menjadi bersifat lebih positif dengan penambahan dodecyl amin klorida. Hal ini disebabkan oleh adsorpsi gugus positif surfaktan pada gugus negatif di permukaan partikel, dan meninggalkan muatan positif (*netpositiv charge*) pada permukaan partikel.

Penutupan permukaan (*surface coverage*) partikel yang diakibatkan oleh jumlah molekul (konsentrasi surfaktan) yang ditambahkan dan diserap juga dapat mempengaruhi proses penggumpalan. Sivamohan dan Cases (1990) dalam artikelnya menyampaikan bahwa untuk sistem scheelite dan oleat pada pengadukan dengan kecepatan yang tinggi (~ 1500 rpm), bertambahnya penutupan permukaan dan berkurangnya zeta potensial menyebabkan meningkatnya jumlah penggumpalan. Tetapi pada kecepatan pengadukan rendah, bertambahnya penutupan permukaan dan berkurangnya zeta potensial akan menurunkan jumlah penggumpalan. Hal ini disebabkan karena bertambahnya resistansi dan tidak adanya energi kinetik yang cukup untuk mengatasi energi barier.

Lu dan Li (1984) berpendapat bahwa ada dua mekanisme proses dalam *aggregation hydrophobic*. Pertama, gaya tolakan molekul air yang berada diantara dua partikel tersebut yang akan menghasilkan perubahan energi bebas yang bersifat entropi. Mekanisme kedua adalah asosiasi *hydrophobic*, yaitu asosiasi dua rantai hidrokarbon yang masing-masing diserap oleh partikel yang berlainan. Mekanisme ini juga menyebabkan perubahan energi bebas.

Sitomurni (1994) dalam artikelnya berpendapat bahwa ada dua tahap rekasi yang terjadi pada *aggregation hydrophobic*. Pertama, adsorpsi surfaktan ke permukaan partikel dan kedua adalah terbentuknya agregat akibat tumbukan antar partikel *hydrophobic* yang disebabkan pengadukan sistem dengan kecepatan yang sangat tinggi. Adsorpsi surfaktan diantara permukaan partikel dan fasa cair dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu : a). Ukuran dan konsentrasi serta sifat permukaan partikel, b). Jenis dan sifat-sifat kimia serta konsentrasi surfaktan yang digunakan, c). Sifat-sifat media cair.

III. FAKTOR LUAR YANG MEMPENGARUHI INTERAKSI 'HYDROPHOBIC DAN ENERGI INTERAKSI.

Setelah partikel dibuat *hydrophobic*, gaya mekanik dikenakan pada sistem dan menyebabkan partikel menggumpal. Menurut Sitomurni (1994), ada 3 faktor dari luar yang mempengaruhi interaksi *hydrophobic*, yaitu :

1. Geometri dari tangki yang digunakan sebagai reaktor.
2. Kecepatan pengadukan akan menentukan terbentuk atau tidaknya agregat. Pada pengadukan dengan kecepatan rendah tidak memberikan energi kinetik yang cukup untuk interaksi partikel, sehingga pengadukan harus dilakukan sangat cepat (~ 1500 rpm).

3. Lama pengadukan sangat menentukan terbentuknya agregat.

Hal ini disebabkan karena dalam proses *aggregation hydrophobic* merupakan proses yang lambat.

Tiga faktor di atas berkaitan satu dengan lainnya untuk mendapatkan hasil pemisahan yang optimal. Menurut Koh (1984) ada tiga bagian di dalam reaktor yang mempengaruhi terjadinya pengumpulan yang baik. Pertama, bagian impeller yang menghasilkan pengadukan dengan kecepatan yang tinggi sehingga aktif menyebabkan terjadinya flokulasi. Kedua, bagian yang berada di bawah impeller yang menghasilkan pengadukan dengan kecepatan yang sedang. Ketiga, bagian dasar reaktor yang menghasilkan pengadukan dengan kecepatan di bawah nilai kritis untuk terbentuknya agregat.

Penjumlahan gaya-gaya antar partikel koloid yaitu gaya elektrostatik dan gaya van der Waals akan menentukan besar atau kecilnya energi barrier. Agar terbentuk agregat yang stabil, diperlukan energi yang cukup bagi sistem untuk melampui energi barrier ini.

Pada proses flokulasi spontan, energi barrier kecil sehingga tidak diperlukan energi tambahan untuk menggumpalkan partikel. Tetapi untuk sistem dengan energi barrier tinggi, agregat yang stabil dapat dihasilkan apabila ditambah energi dari luar kepada sistem untuk melampui energi barrier.

Menurut teori yang dikembangkan oleh Verwey dan Overbeek (1948), apabila dua partikel yang sama (diasumsikan berbentuk bola ideal) berintegrasi satu dengan yang lainnya didalam larutan berair (*aqueous solution*), maka terjadilah interaksi tolak menolak karena adanya *electrical double layer* dan interaksi tarik menarik van der Waals. Energi tolak menolak diberikan dengan persamaan dibawah ini.

$$V_r = \frac{E_a \zeta^2}{2} \ln (1 + \exp. (-\kappa h)) \quad (2)$$

Energi tarik menarik dinyatakan dengan persamaan :

$$V_a = - \frac{A_1 A_2}{6 (a_1 + a_2) h} \quad (2)$$

Total energi adalah jumlah aljabar dari energi tolak menolak dan energi tarik menarik, yang dinyatakan dengan persamaan berikut :

$$V_T = V_r + V_a \quad (3)$$

Keterangan:

E = permeabilitas dari media

a = jari-jari partikel

ζ = zeta potensial (potensial permukaan partikel)

h = jarak antar partikel

$1/Kh$ = tebal *electrical double layer*

A = konstanta Hamaker.

III. KESIMPULAN

Dari uraian yang telah dibahas di atas dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut :

1. Metode *aggregation hydrophobic* merupakan salah satu metode baru dalam bidang kimia yang dapat dimanfaatkan untuk memisahkan suatu mineral dari campuran mineral yang lain. Di samping itu, metode ini juga dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan konsentrasi suatu mineral.

2. Dalam proses *aggregation hydrophobic* terjadi dua tahap reaksi. Pertama, adsorpsi surfaktan permukaan partikel dan kedua terbentuknya agregat dari tumbukan antar partikel *hydrophobic* karena pengadukan sistem dengan kecepatan yang sangat tinggi (~ 1500 rpm).

3. Adsorpsi surfaktan dipengaruhi oleh : a). Ukuran dan konsentrasi serta sifat permukaan partikel b). Jenis dan sifat-sifat kimia konsentrasi surfaktan c). Sifat-sifat media cair.

4. Faktor luar yang mempengaruhi interaksi *hydrophobic* yaitu:

a). Geometri dari tangki (reaktor) b). Kecepatan pengadukan dan c). Lamanya pengadukan yang dilakukan.

ooo000ooo

DAFTAR PUSTAKA

- Koh, P.T.L., 1984, *Chemistry engineering Science*, 39 - 41.
- Li, C. dan Fuerstenau, D.W., 1987, *Flocculation in Biotechnology and Separation System*, Elsevier, Amsterdam.
- Lu, S. Li, G.J., 1984, *Chemistry Engineering Science*, 47 - 51.
- Pashley, R.M. dan Israelachvili, J.N., 1981, *Colloids and Surfaces*, 2-6.
- Raju, G.B., 1991, *International Journal of Mineral Processing*, 28-32.
- Sitomurni, A.I., 1994, *Journal Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi*, 22 - 34.
- Sivanohan, R. dan Cases, J.M., 1990 *International Journal of Mineral Processing*, 30 - 36.
- Verwey, E.J. dan Overbeek, J.T.G., 1948, *The Theory of Stability of Lyophobic Colloids*, Elseviere Publishing. Amsterdam.
- Warren, L.J., 1975, *Colloid Interface Science*, 50 - 56.

ooo000ooo