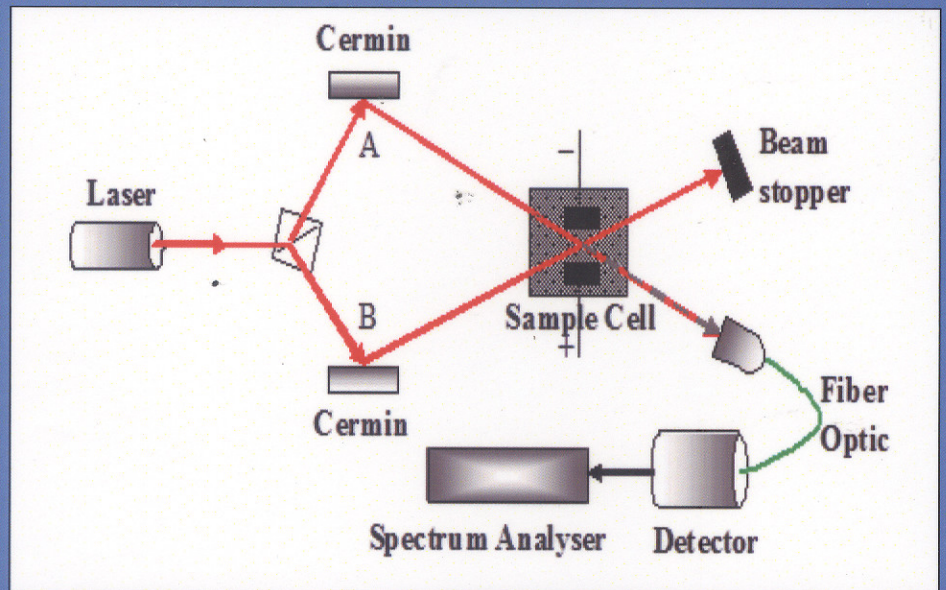


HAMBURAN CAHAYA DALAM SISTEM KOLOID Teori dan Instrumentasi



Suparno, MAppSC., PhD

HAMBURAN CAHAYA DALAM SISTEM KOLOID

Teori dan Instrumentasi

Oleh: **Suparno, M.AppSc., PhD**

Editor: **Prof. Dr. Mundilarto, M.Pd**

Pusat Pengembangan Instruksional Sains (P2IS)
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Yogyakarta
Karangmalang, Depok, Sleman, Yogyakarta. 55281

©Hak Cipta 2012 pada penulis,
Hak Cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak sebagian
atau seluruh buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronik maupun
mekanik termasuk memfoto copy, merekam atau dengan system
penyimpanan lainnya tanpa izin tertulis dari penerbit.

Edisi Pertama
Cetakan pertama, 2012

ISBN: 978-602-99834-3-2

Kata Pengantar

Perkembangan industri makanan, minuman, farmasi, pewarnaan, painting, coating, dan printing dalam dua dasa warsa terakhir menunjukkan peningkatan yang sangat cepat. Semua industri itu melibatkan system koloid baik ditinjau dari bahan dasar dalam bentuk partikel koloid maupun prosesnya dalam bentuk larutan koloid. Dalam proses produksi sejak persiapan bahan sampai pengendalian kualitas produk memerlukan proses karakterisasi. Dalam proses karakterisasi system koloid secara riil dalam bentuk larutan inilah teknik hamburan cahaya memegang peran yang sangat vital.

Mikroskop optis dan mikroskop electron hanya mampu dipergunakan untuk melakukan karakterisasi partikel koloid dalam bentuk serbuk di udara. Keduanya tidak mampu dipergunakan untuk melakukan proses karakterisasi partikel koloid dalam bentuk larutan. Mikroskop Gaya Atom (*Atomic Force Microscope*) memang dapat dipergunakan untuk melakukan karakterisasi partikel di dalam cairan, namun sifatnya masih sangat terbatas hanya pada partikel yang bersifat statis, belum mampu menjangkau partikel yang bergerak di dalam larutan. Bahkan sampai saat ini belum ditemukan teknik lain yang mampu melakukan karakterisasi partikel koloid secara riil dalam bentuk larutan dengan bahan pelarut berbentuk cair. Untuk itu kajian tentang Teknik Hamburan Cahaya dalam proses karakterisasi partikel koloid menjadi sangat penting untuk mendukung perkembangan industri terkait.

Teknik hamburan cahaya memiliki banyak manfaat dalam proses karakterisasi partikel. Teknik Hamburan Cahaya Statis (*Static Light Scattering*) dan Hamburan Cahaya Dinamis (*Dynamic Light Scattering*) dapat dipergunakan untuk menentukan ukuran partikel koloid. Sehingga untuk bentuk partikel tertentu sekaligus dapat dipergunakan untuk menentukan volumenya. Bahkan dengan tambahan informasi tentang masa partikel dapat dipergunakan untuk masa jenis dan luas permukaan jenis partikel. Di sisi lain *Laser Doppler Electrophoresis* dan *Phase Analysis Light Scattering* dapat dipergunakan untuk menentukan muatan partikel yang bergerak karena proses elektroforsis. Kedua teknik tersebut sekaligus dapat dipergunakan untuk menentukan kecepatan partikel, mobilitas elektroforsis, dan potensial zeta. Karena dapat dipergunakan untuk menentukan potensial zeta, maka teknik tersebut juga dapat dipergunakan untuk menentukan *isoelectric point*, yakni pada pH berapa sebuah partikel memiliki muatan permukaan total nol.

AYA
OLOID

PhD

to, M.Pd

Sains (P2IS)
getahuan Alam
ta
ogyakarta. 55281

ndang. Dilarang memperbanyak sebagian
uk apapun, baik secara elektronik maupun
copy, merekam atau dengan system
rtulis dari penerbit.



Ukuran partikel memegang peran yang sangat penting dalam menjaga homogenitas larutan. Homogenitas ukuran partikel mempengaruhi sensasi rasa dalam industri makanan dan minuman. Homogenitas partikel dalam industri obat (farmasi) terkait erat dengan khasiat. Homogenitas partikel dalam industri painting, coating dan printing menentukan kualitas produk. Di sisi lain muatan partikel menentukan stabilitas larutan. Partikel di dalam larutan akan cepat mengalami agregasi dan sedimentasi bila tidak bermuatan. Adanya muatan dipermukaan partikel akan menimbulkan gaya tolak coulomb sehingga mencegah partikel untuk saling mendekat. Bahkan gaya tolak coulomb bersama-sama dengan gaya tolak lapisan ganda listrik akan sangat berpengaruh untuk mencegah partikel mengalami proses sedimentasi.

Buku ini ditulis untuk memberikan pemahaman terhadap masyarakat akan pentingnya ilmu dan teknologi hamburan cahaya untuk karakterisasi partikel koloid karena peran partikel koloid yang luas dalam berbagai industri. Kefahaman akan ilmu dan teknologi hamburan cahaya di satu sisi akan meningkatkan apresiasi masyarakat terhadap ilmu dan teknologi tersebut. Di sisi lain ilmu dan teknologi hamburan cahaya akan bermanfaat bagi mereka yang terjun dalam dunia industri terkait. Bahkan penulis berharap buku ini juga bermanfaat bagi para dosen, guru fisika, dan mahasiswa yang menggeluti bidang-bidang ilmu terkait. Semoga Allah memberikan barakah kepada para pembaca. Dari lubuk hati yang paling dalam Penulis berharap masukan yang konstruktif dari para pembaca untuk perbaikan dan pengembangan buku ini ke depan. Selama tmenikmati.

Yogyakarta, 3 Juli 2012

Suparno, M AppSc., PhD

Penulis

n yang sangat penting dalam menjaga
s ukuran partikel mempengaruhi sensasi
n minuman. Homogenitas partikel dalam
at dengan khasiat. Homogenitas partikel
n printing menentukan kualitas produk. Di
ukan stabilitas larutan. Partikel di dalam
agregasi dan sedimentasi bila tidak
mukaan partikel akan menimbulkan gaya
h partikel untuk saling mendekat. Bahkan
na dengan gaya tolak lapisan ganda listrik
mencegah partikel mengalami proses

an pemahaman terhadap masyarakat akan
mburan cahaya untuk karakterisasi partikel
loid yang luas dalam berbagai industri.
logi hamburan cahaya di satu sisi akan
at terhadap ilmu dan teknologi tersebut. Di
uran cahaya akan bermanfaat bagi mereka
terkait. Bahkan penulis berharap buku ini
sen, guru fisika, dan mahasiswa yang
erkait. Semoga Allah memberikan barakah
k hati yang paling dalam Penulis berharap
i para pembaca untuk perbaikan dan
Selama tmenikmati.

Yogyakarta, 3 Juli 2012

Suparno, M AppSc., PhD
Penulis

Daftar Isi

Halaman Judul	i
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vii

Bab I

Hamburan Cahaya dalam Koloid

1.1.	Industri Berbasis Koloid	1
1.2.	Peran Hamburan Cahaya dalam koloid	2
1.3.	Aplikasi Bidang Lain	5

Bab II

Teori Hamburan Cahaya

2.1.	Mekanisme Hamburan Cahaya	9
2.2.	Hamburan Cahaya untuk Penentuan Ukuran Partikel	11
2.2.1.	Static Light Scattering	11
2.2.1.1.	Hamburan Rayleigh	12
2.2.1.2.	Hamburan Rayleigh-Gans-Debye	14
2.2.1.3.	Hamburan Mie	16
2.2.2.	Dynamic Light Scattering	18
2.3.	Hamburan Cahaya untuk Penentuan Muatan Partikel	21
2.3.1.	Elektrophoresis	21
2.3.2.	Laser Doppler Electrophoresis	23
2.3.3.	Phase Analysis Light Scattering	27

Bab III

Instrumentasi Hamburan Cahaya

3.1.	Instrumentasi Hamburan Cahaya dalam Penentuan Ukuran Partikel	31
3.1.1.	Sumber Cahaya	32
3.1.2.	Spektrometer	34

3.1.3.	Sistem Deteksi	36
3.1.4.	Sistem Analisis Data	38
3.1.5.	Sistem Hamburan Cahaya Fiber Optik	39
3.1.6.	Sistem Hamburan Cahaya dengan Banyak Probe	41
3.2.	Sistem Hamburan Cahaya untuk Penentuan Muatan Partikel	42
3.2.1.	Instrumentasi Electrophoresis	43
3.2.2.	Instrumentasi Laser Doppler Electrophoresis	44
3.2.3.	Instrumentasi Laser Doppler Electrophoresis dengan Fiber Optik	46
3.2.4.	Instrumentasi Phase Analysis Light Scattering	49

Bab IV

Probe Fiber Optik untuk Hamburan Cahaya

4.1.	Transmisi Cahaya dalam Fiber Optik	51
4.2.	Ragam Fiber Optik	56
4.3.	Lensa GRIND	57
4.4.	Singlemode Fiber Optic Probe	59
4.5.	Pembuatan Fiber Optic Probe	61
4.5.1.	Merangkai Fiber Optic dengan Konektor	61
4.5.2.	Koplingantara Fiber OptikdenganLensa GRIND	63

DAFTAR PUSTAKA	65
----------------	----

GLOSARIUM	68
-----------	----

INDEKS	69
--------	----

	36
	38
aya Fiber Optik	39
aya dengan Banyak Probe	41
ahaya untuk Penentuan Muatan	42
phoresis	43
oppler Electrophoresis	44
Doppler Electrophoresis dengan	46
Analysis Light Scattering	49
Hamburan Cahaya	
lam Fiber Optik	51
	56
	57
ric Probe	59
ic Probe	61
ic dengan Konektor	61
OptikdenganLensa GRIND	63
	65
	68
	69

BAB I Hamburan Cahaya dalam Larutan Koloid

1.1. Industri Berbasis Koloid

Memasuki awal abad ke 21 berbagai macam industri di Indonesia mengalami perkembangan yang sangat signifikan. Produk-produk baru berupa makanan dan minuman menyebar di pasaran sejalan dengan tumbuhnya bisnis waralaba (*franchise*). Industri kosmetik dan obat-obatan mengalami perkembangan yang pesat dengan tumbuhnya apotik-apotik yang melayani klien 24 jam sehari. Industri percetakan (*printing*) yang membutuhkan tinta baik *indoor* maupun *outdoor* pendukung dunia advertizing dan percetakan koran dan majalah juga mengalami perkembangan yang dahsyat. Begitu pula industri pengecatan (*painting*) yang membutuhkan bahan pewarna dan pelapisan (*coating*) yang membutuhkan bahan pelapis, keduanya tumbuh pesat sejalan dengan pertumbuhan ekonomi masyarakat.

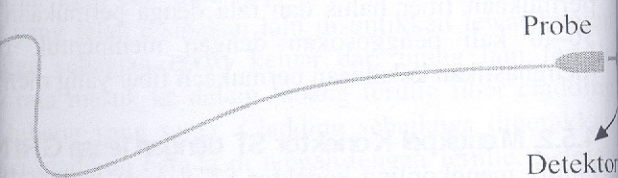
Industri makanan dan minuman dalam kemasan hampir semuanya tersaji dalam bentuk koloid. Yakni terdiri dari bahan pelarut (*solvent*) dan bahan yang dilarutkan (*solute*). Makanan dan minuman siap saji seperti agar-agar, yogurt, bubur, susu, soft drink, air mineral, dan minuman berenergi merupakan sebagian kecil dari produk yang tersaji dalam bentuk koloid. Makanan dan minuman tersebut terbuat dari bahan yang memiliki ukuran yang tepat, tidak terlalu besar, sehingga terkesan kasar. Juga tidak terlalu kecil ukurannya sehingga mengurangi sensasi rasa. Ukuran partikel yang dilarutkan di dalam makanan dan minuman tersebut harus bisa dikontrol dalam arti ukurannya harus bisa ditentukan. Sampai saat ini belum ada teknik yang lebih handal untuk menentukan ukuran partikel secara riil dalam bentuk larutan koloid selain teknik hamburan cahaya. Dalam hal ini ada dua macam teknik yang bisa dimanfaatkan yakni teknik hamburan cahaya statis (*static light scattering*) dan teknik hamburan cahaya dinamis (*dynamic light scattering*). Bagi para pembaca yang ingin memperkaya khasanah keilmuan dalam bidang hamburan cahaya disarankan untuk membaca buku-buku rujukan terkait.¹⁻⁵

Dengan teknik ini ukuran partikel terlarut bisa ditentukan sehingga homogenitas larutan dari segi ukuran partikel yang terlarut bisa lebih terjaga. Homogenitas ukuran partikel terlarut sangat penting bagi industri obat-obatan dan farmasi karena berpengaruh langsung terhadap khasiatnya. Dalam bidang *painting* dan *coating* homogenitas berpengaruh terhadap kehalusan permukaan. Dalam bidang pewarnaan homogenitas bahan



sangat kecil itu. Tekanan udara dari dalam silinder masuk. Bila dipaksakan maka lensa yang berbentuk 2mm dan panjang 6mm itu akan pecah.

pekerjaan pembuatan probe selesai, maka diperlukan (*optical test*). Untuk itu probe perlu diuji dengan mentransmisikan cahaya dari satu ujung ke ujung probe diposisikan berhadapan dengan laser untuk secara maksimal dengan meletakkan probe pada *five* sisi ujung yang lain probe diposisikan di depan untuk transmisi cahaya. Bila probe tersebut mampu menyerap 15-40% dari intensitas cahaya laser yang tersebut sudah layak dipergunakan dalam berbagai aplikasi.



uji transmisi probe fiber optik

kan pengecekan terhadap transmisi cahaya dari fiber selama pemakaian boleh jadi fiber mengalami ini boleh jadi karena tertekuk atau teregang. Sebagai cahaya berkurang, turun drastis atau hilang sama sekali. r optic probe ini untuk transmisi cahaya dalam sistem ini terbukti secara eksperimen.³¹

DAFTAR PUSTAKA

1. Kerker, M, *Scattering of light and other electromagnetic radiation*, Academic Press, San Diego (1969)
2. Schmitz, K.S., *Dynamic Light Scattering by Macromolecules*, Academic Press, San Diego (1990)
3. Chue, B., *Laser Light scattering Basic Principles and Practice*, Academic Press, New York (1991)
4. Shen, J., Thomas, J.C., Zhu, X., & Wang, Y. "Wavelet Denoising Experiments in Dynamic Light Scattering", *Optics Express*, 19(13), 12284-12290 (2011).
5. Liu, X., Shen, J., Thomas, J.C., Clementi, L.A., & Sun, X. "Multiangle dynamic light scattering analysis using a modified Chahine method", *Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer*, 113(6), 489-487 (2012).
6. Everett, DH, *Basic Principles of Colloid Science*, Royal Society of Chemistry, Cambridge (1994)
7. Heimens, PC dan Rajagopalan, R, *Principles of Colloid and Surface Chemistry*, 3rd ed., Marcel Dekker, New York (1997)
8. Evans, DF dan Wennerstrom, H, *The Colloidal Domain where Physics, Chemistry, Biology and Technology Meet*, 2nd ed., Wiley-VCH, New York (1999)
9. Suparno, *Charging Behaviour in a Nonpolar Colloidal System*, PhD Thesis, University of South Australia, Adelaide (2000)
10. Thomas, J.C., Hanton, K.L., & Crosby, B.J., "Measurement of the Field Dependent Electrophoretic Mobility of Surface Modified Silica/AOT Suspensions", *Langmuir*, 24(19)10698-10701 (2008).
11. Losoi, T., Surface Treatment of TiO₂ Pigments and Aqueous Slurry Stability. In *Surface Phenomena and Additives in Water-based Coating and Printing Technology*, Sharma, K.M., Plenum Press, New York (1991)