

TESIS
KARAKTERISASI DISPERSI IKAN GABUS (*Channa striata*)
DENGAN METODE ULTRASONIKASI

RAHMANIAR

G032172002



PROGRAM STUDI ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2020



Optimized using
trial version
www.balesio.com

**KARAKTERISASI DISPERSI IKAN GABUS (*Channa striata*)
DENGAN METODE ULTRASONIKASI**

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Magister

Program Studi

Ilmu dan Teknologi Pangan

Disusun dan Diajukan Oleh

RAHMANIAR

Kepada

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2020**



LEMBAR PENGESAHAN TESIS

**KARAKTERISASI DISPERSI IKAN GABUS (*Channa striata*)
DENGAN METODE ULTRASONIKASI**

Disusun dan diajukan oleh

RAHMANIAR

G032172002

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Magister Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan

Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin

Pada tanggal 18 Desember 2020

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

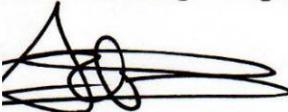
Pembimbing Pendamping,


Prof. Dr. Ir. Abu Bakar Tawali
Nip. 19630702 198811 1 001

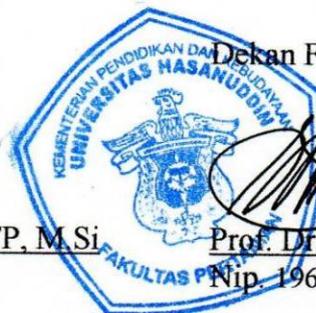

Andi Dirpan, S.TP, M.Si., PhD
Nip. 19820208 200604 1 003

Ketua Program Studi,
Ilmu dan Teknologi Pangan

Dekan Fakultas Pertanian,


Adiansyah Syarifuddin, STP, M.Si
19770527 200312 1 001


Prof. Dr. Sc. Agr. Ir. Baharuddin
Nip. 19601224 198601 1001



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini ;

Nama : Rahmaniar
NIM : G032172002
Program Studi : Ilmu dan Teknologi Pangan
Jenjang : S2

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

Karakterisasi Dispersi Ikan Gabus (*Channa Striata*)
dengan Metode Ultrasonikasi

adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa tesis yang saya tulis ini benar benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 05 Januari 2021

Yang menyatakan

The image shows a 6000 Rupiah revenue stamp (METERAI TEMPEL) with a signature over it. The stamp includes the text 'METERAI TEMPEL', 'TGL. 20', 'D9700AHF783002483', '6000', and 'ENAM RIBURUPIAH'. The signature is written in black ink over the stamp.

Rahmaniar



PRAKATA

Segala puji hanya bagi Allah SWT, yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tesis ini sesuai dengan waktu yang telah direncanakan. Shawat dan salam senantiasa tercurahkan kepada Rasulullah Shallallahu 'Alaihi Wasallam beserta keluarga dan sahabat dan orang-orang yang tetap istiqomah dalam mengikuti dan memperjuangkan sunnahnya sampai akhir zaman.

Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di pascasarjana pada program studi S2 Ilmu dan Teknologi Pangan Universitas Hasanuddin. Dalam penyusunan tesis ini tentunya telah banyak pihak yang telah memberikan bantuan baik moril maupun material. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang tulus dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada mereka semua.

Kepada kedua orang tuaku tercinta Suhud Rosadi dan Muliati Umar terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala doa, kasih sayang, dukungan moral maupun material yang kesemuanya tidak akan mampu penulis balas dengan apapun. Kepada Kakak ku Muh Fawaid Afif dan Ipar ku Andi Fitrayani juga kepada kedua keponakan ku yang pintar dan soleh solelah Alena Khailya Fath dan Euko Tjaga Purmana serta kepada kedua sahabatku Eliya Amilati Hanafi dan Afriza Firlana Ghani, penulis ucapkan banyak terima kasih atas segala doa, pengertian dan dukungan sehingga penulis bisa menyelesaikan penulisan tesis ini.

Penyusunan tesis ini tidak dapat diselesaikan dengan baik tanpa arahan dan bimbingan dari dosen pembimbing dan penguji. Oleh karena itu, pada kesempatan ini izinkanlah penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada Prof. Dr. Ir. Abu Bakar Tawali selaku pembimbing I, Andi Dirpan, STP, MSi, PhD yang telah banyak memberikan bimbingan, nasehat dan bimbingan kepada penulis. Serta tak lupa penulis

terima kasih kepada Prof Dr Shoichi Gohtani selaku pembimbing n selama di Universitas Kagawa Jepang. Terima kasih juga penulis an kepada Prof. Dr. Ir. Amran Laga, Dr. Adiansyah Syarifuddin,



STP, M.Si dan Dr. Andi Nurfaidah, STP, M.Si selaku penguji yang telah meluangkan waktunya guna memberikan saran terkait penelitian dan tesis ini.

Penelitian ini merupakan salah satu dari program Hibah Tesis Magister. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan banyak terima kasih kepada Kementrian Riset dan Teknologi atas fasilitas yang diberikan sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan lancar. Selain itu, penelitian ini juga diikuti dalam kegiatan Join Research di Univeristas Kagawa. Olehnya itu, penulis juga menyampaikan banyak terima kasih kepada program SUIJI Ms dan kepada Prof.Dr.Ir.Dorothea Agnes Rampisela, M.Sc selaku penanggung jawa SUIJI Unhas yang telah memberikan kesempatan berkali-kali untuk dapat mengikuti program ini. Tak lupa pula kepada Jasso Scholarship yang telah memberikan beasiswa selama melakukan penelitian di Jepang.

Pada kesempatan ini juga penulis menyampaikan terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. Rektor Universitas Hasanuddin, Direktur Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin, Dekan dan Staf Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin.
 2. Ketua Program Studi dan Staf Program Magister Ilmu dan Teknologi Pangan yang telah banyak membantu dalam pengurusan berkas.
 3. Dekan Fakultas Pertanian Universitas Kagawa yang telah memberikan kesempatan bagi penulis untuk belajar dan melakukan penelitian di Univeristas Kagawa.
 4. Dosen Universitas Kagawa Prof Masahiro Ogawa dan Ass Prof Sugiayama Yasunori yang telah memberikan pelajaran dan bimbingan selama perkuliahan dan penelitian di Universitas Kagawa serta staff akademik di Universitas Kagawa yang banyak membantu selama studi di Univeristas Kagawa
- epala Sekolah SMK SMTI dan staff pengajar Laboratorium mikrobiologi (Ibu Dara, Ibu Hj Hatija, Kak Widi, Kak Nisa dan Dewi) an rekan sesame pengajar lainnya, yang tidak bisa saya sebutkan



satu per satu, yang telah memberikan keleluasaan untuk melanjutkan studi, mengerjakan penelitian dan penulisan tesis di sela-sela kesibukan mengerjakan tanggung jawab sebagai pengajar.

6. Laboran SMK SMTI, Laboran Politeknik Negeri Ujung Pandang, Laboran Fisika LIPI, Labor Pengembangan Produk Unhas dan Laboran Departemen Teknologi Pertanian yang telah banyak membantu dalam menganalisis sampel.
7. Teman-teman angkatan dan lintas angkatan Yati, Nunu, Ara, Ilmi, Mba Erin, Mas Kresno, Ardi, Lia, Gabriel, Leli, Irwan, Fitri dan Fatanah yang telah memberikan semangat dan saran.
8. Teman-teman Laboratorium Pengembangan Produk yang telah memberikan semangat dan dorongan untuk melakukan penelitian dan menulis tesis
9. Teman-teman Wahda, Yuyun, Runi, Vika, Imma, drg.las, dr.Inna, Ima, Danty, Shara, Dian dan Ilmi yang juga memberikan cinta dan motivasinya untuk menyelesaikan tesis ini
10. Teman-teman Kagawa dan Suiji (Hikmah, Sonia dan Ivan) yang telah banyak membantu dan menjadi tempat diskusi selama melakukan penelitian di Jepang
11. Teman-teman dan pendamping di tempat Isolasi Rekreasi Covid yang telah membantu pengurusan berkas dan memberikan semangat dalam menyelesaikan tesis ini.

Penulis telah berupaya semaksimal mungkin dalam penyusunan tesis ini, namun sebagai manusia tidak luput dari kesalahan dan kehilafan. Olehnya itu dengan penuh rasa rendah hati penulis menerima kritikan dan saran yang sifatnya membangun. Semoga tesis ini dapat memberikan manfaat kepada pembacanya.

Makassar, November 2020

Penulis



ABSTRAK

Rahmaniar. Karakterisasi Dispersi Ikan Gabus (*Channa Striata*) dengan Metode Ultrasonikasi (dibimbing oleh Abu Bakar Tawali, Andi Dirpan, dan Shoichi Gohtani)

Dispersi ikan gabus (*Channa striara*) adalah satu suplemen ikan Gabus yang dibuat untuk masyarakat yang tidak dapat mengkonsumsi suplemen dalam bentuk pil. Dispersi ikan Gabus telah dikembangkan pada penelitian sebelumnya namun memiliki ukuran partikel yang besar sehingga membuat dispersi tidak stabil. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui ukuran partikel yang pada dispersi ikan Gabus yang diproses dengan menggunakan ultrasonik bath dan ultrasonik probe, untuk menentukan perlakuan terbaik berdasarkan ukuran partikel terkecil dan terakhir adalah mengkarakterisasi dispersi ikan Gabus terbaik yang dihasilkan dengan metode ultrasonikasi. Hasil yang diperoleh adalah ultrasonik bath menghasilkan ukuran partikel 2474,37 nm dan ultrasonik probe menghasilkan ukuran partikel 482,06 nm, perlakuan terbaik adalah dengan menggunakan ultrasonik probe dengan amplitudo 20%, dispersi ikan Gabus memiliki ukuran partikel $482,06 \pm 25,50$ nm, indeks polidispersitas $0,34 \pm 0,02$, total padatan terlarut $25,50 \pm 0,62$ %brix, rasio pemisahan fase $0,16 \pm 0,01$ cm, sifat fluida adalah *pseudoplastic*, *apparent* viskositas $60,52 \pm 10,90$ mPas, ukuran partikel setelah penyimpanan 7 hari adalah $980,9 \pm 21,6$ nm, indeks polidispersitas setelah penyimpanan 7 hari adalah $0,65 \pm 0,03$ dan total peptida $8,33 \pm 0,08$ mg/L.

Kata kunci: Ikan Gabus, dispersi, ultrasonikasi,



ABSTRACT

Rahmaniar. *Characteristics of Snakehead fish (Channa striata) Dispersion Produced from Ultrasonication Method* (Supervised Abu Bakar Tawali, Andi Dirpan, and Shoichi Gohtani).

Snakehead fish (*Channa striata*) dispersion is a supplement product produced from snakehead fish. This product was developed for people who cannot consume the supplements in pill form. Dispersion of snakehead fish has been made in previous studies but the product was unstable due to the large particle size. This research aimed to examine the particle size of snakehead fish dispersion processed by an ultrasonic bath and ultrasonic probe, to obtain the best treatment for production of snakehead fish dispersion, and to determine the characteristics of the best snakehead fish dispersion found in this study. The results showed that the particle size of snakehead fish dispersion obtained from experiments using ultrasonic bath was 2474.37 nm and that obtained from experiment using ultrasonic probe was 482.06 nm. The results of this experiment also showed that the smallest particle size of snakehead fish dispersion was obtained from experiment using ultrasonic probe with an amplitude of 20%. At this condition, snakehead fish dispersion had particle size of 482.06 ± 25.50 nm, polydispersity index of 0.34 ± 0.02 , total soluble solids of 25.50 ± 0.62 %brix, phase separation ratio of 0.16 ± 0.01 cm, *pseudoplastic* flow behavior, *apparent* viscosity of 60.52 ± 10.90 mPas, particle size and polydispersity index after storage by 7 days of 980.9 ± 21.6 nm and 0.65 ± 0.03 respectively, and total peptide of 8.33 ± 0.08 mg/l.

Keywords: Snakehead fish, dispersion, ultrasonication.



DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS.....	Error! Bookmark not defined.
PRAKATA.....	v
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Kegunaan Penelitian	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Ikan Gabus (<i>Channa striata</i>)	5
B. Dispersi.....	9
C. Nanoteknologi	10
D. Nanopartikel.....	12
E. Ultrasonikasi.....	15
F. Ukuran Partikel	19
G. Polidispersitas Indeks	22
H. Total Padatan Terlarut	23
I. Rasio Pemisahan Fase	23
J. Sifat Laju alir dan Viskositas	24
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN.....	26
A. Waktu dan Tempat	26
B. Alat dan Bahan.....	26
C. Prosedur Penelitian.....	27
D. Rancangan Penelitian dan Pengolahan Data	29
E. Parameter Pengamatan	29
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	34



A. Tahap 1	34
A.1 Ukuran Partikel	34
B. Tahap 2	40
B.1 Ukuran Partikel	41
B.2 Indeks Polidispersitas	42
B.3 Total Padatan Terlarut	43
B.4 Rasio Pemisahan Fase.....	44
B.5 Laju Alir Fluida.....	46
B.6 Viskositas	46
B.7 Stabilitas Ukuran Partikel Selama Penyimpanan	48
B.8 Stabilitas Indeks Polidispersitas Selama Penyimpanan	50
B.9 Morfologi.....	51
B.10 Total Peptida	53
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	55
A. Kesimpulan	55
B. Saran	56
DAFTAR PUSTAKA.....	57
LAMPIRAN	64



DAFTAR TABEL

No		Halaman
1.	Perbandingan Kandungan Gizi Daging Ikan Gabus Kering dan Segar	7
2.	Kandungan Asam Amino pada Ikan Gabus	8
3.	Kandungan Asam Lemak pada Ikan Gabus	8
4.	Kandungan Mineral pada Ikan Gabus	9
5.	Penggolongan Dispersi berdasarkan Ukuran Partikel	9
6.	Acuan Polidispersitas Dispersi	20
7.	Ukuran Partikel Dispersi Ikan Gabus dengan Menggunakan Dua Jenis Ultrasonik	36
8.	Nilai Indeks Sifat Aliran Dispersi ikan Gabus Sebelum dan Setelah Ultrasonikasi	42



DAFTAR GAMBAR

No	Halaman
1. Ikan Gabus (<i>Channa Sriata</i>)	6
2. Ilustrasi Skematik Induksi Kavitas Gelombang Ultrasonik dan Patahan Agglomerat.	17
3. Jenis Sonikasi	17
4. Tahapan penelitian	24
5. Hubungan Suhu Ultrasonikasi Bath dan Ukuran Partikel	31
6. Hubungan Perlakuan Ultrasonikasi Probe(Amplitudo dan Lama Ultrasonikasi) dan Ukuran Partikel	33
7. Hubungan Amplitudo dan Ukuran Partikel	34
8. Ukuran Partikel Dispersi Ikan Gabus Sebelum dan Setelah Ultrasonikasi	38
9. Indeks Polidispersitas Dispersi Ikan Gabus Sebelum dan Setelah Ultrasonikasi	39
10. Total Padatan Terlarut Dispersi Ikan Gabus Sebelum dan Setelah Ultrasonikasi	40
11. Rasio Pemisahan Fase Dispersi Ikan Gabus Sebelum dan Setelah Ultrasonikasi setelah Penyimpanan 1 hari	41
12. <i>Apparent</i> Viskositas Dispersi Ikan Gabus Sebelum dan Setelah Ultrasonikasi	44
13. Stabilitas Ukuran Partikel Dispersi Ikan Gabus Sebelum dan Setelah Ultrasonikasi Selama Penyimpanan	45
14. Stabilitas Polidispersitas Dispersi Ikan Gabus Sebelum dan Setelah Ultrasonikasi Selama Penyimpanan	47
15. Morfologi Dispersi Ikan Gabus sebelum Ultrasonikasi dalam bentuk padatan, a. Perbesaran 45x, b.Perbesaran 100x, c.Perbesaran 1000x	49
16. Morfologi Dispersi Ikan Gabus setelah Ultrasonikasi dalam Bentuk Padatan, a. Perbesaran 45x, b.Perbesaran 100x, c.Perbesaran 1000x	49
17. Kelarutan Peptida Dispersi Ikan Gabus sebelum dan setelah ultrasonikasi	50



BAB I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Ikan Gabus merupakan ikan air tawar yang telah dikenal oleh masyarakat memiliki khasiat obat dan bermanfaat untuk kesehatan. Ikan Gabus memiliki kandungan protein yang tinggi terutama albumin 15-20%, asam amino esensial, asam lemak esensial, beberapa mineral dan vitamin (Sediaoetama, 2004; Marimuthu *et al.*, 2012; Mustafa, Widodo dan Kristianto, 2012; Paul, Islam dan Sattar, 2013). Jika dibandingkan dengan telur, maka kandungan asam amino esensial protein ikan Gabus lebih lengkap dan kadarnya lebih tinggi (Mustafa, Widodo dan Kristianto, 2012). Manfaat ikan Gabus yang begitu besar ini membuat banyaknya penelitian terkait produk turunan ikan Gabus.

Salah satu produk dari ikan Gabus yang telah diteliti adalah suplemen ikan Gabus. Pengolahan ikan Gabus menjadi suplemen dilakukan agar ikan Gabus menjadi lebih praktis, efisien dan efektif dalam pemanfaatannya (Tawali, Roreng dan Mahendradatta, 2012). Sebagai suplemen makanan, ikan Gabus diolah menjadi konsentrat protein ikan Gabus (KPIG) (Asfar *et al.*, 2014). KPIG selanjutnya dikembangkan dengan pengecilan ukuran partikel KPIG dengan menggunakan metode homogenisasi dan ultrasonik (Asfar, 2018). Selain itu, KPIG juga dikembangkan dalam ukuran nano menggunakan homogenisasi dan emulsifikasi dengan penambahan tween 80 (Imran, 2019).



Produk suplemen ikan Gabus, selain suplemen pangan berbentuk konsentrat protein ikan Gabus (KPIG), adalah dispersi protein ikan Gabus

(Lawang, 2013). Suplemen ikan Gabus dalam bentuk dispersi diperuntukkan bagi kalangan masyarakat yang tidak dapat dan tidak suka mengonsumsi suplemen dalam bentuk pil.

Dispersi ikan Gabus pernah diteliti dengan metode homogenisasi dan penstabil berupa karagenan (Arifin, 2014). Selanjutnya penelitian dispersi ikan Gabus dikembangkan dengan penambahan rempah untuk memperbaiki cita rasa dispersi ikan Gabus dan diberikan perlakuan pengecilan partikel untuk menjaga kestabilan dispersi. Pengecilan partikel dilakukan pada bahan baku konsentrat protein ikan Gabus dengan metode homogenisasi. Akan tetapi ukuran partikel yang diperoleh masih cukup besar (rata-rata 869,2-2014 nm). Hal ini membuat dispersi ikan Gabus juga tidak cukup stabil (Anisa, 2017). Tahun 2018, pembuatan dispersi ikan Gabus juga dikembangkan dengan penambahan madu dan perisa. Produk dispersi ini juga kurang stabil dan sedimen yang tertinggal cukup banyak. Bahan baku dispersi tersebut berupa konsentrat protein ikan Gabus dengan ukuran cukup besar yakni 60-80 mesh (sekitar 177-250 mikrometer) (Rahmayanti R, Mahendradatta dan Rahmaniari, 2018).

Pengecilan ukuran partikel dapat dilakukan menggunakan nanoteknologi. Salah satu metode nanoteknologi adalah dengan menggunakan gelombang ultrasonik. Terdapat dua jenis ultrasonik yang biasa digunakan dalam penelitian pengecilan ukuran partikel yakni ultrasonik bath dan ultrasonik probe. Hingga saat ini belum terdapat

n yang secara langsung mengaplikasikan metode ultrasonikasi pada suplemen dispersi ikan Gabus. Oleh karena itu pada



penelitian ini akan dilakukan pembuatan dan karakterisasi dispersi ikan Gabus yang diproses dengan menggunakan nano teknologi metode ultrasonikasi.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka diperoleh rumusan masalah pada penelitian ini yakni;

1. Bagaimana ukuran partikel dispersi ikan Gabus yang dihasilkan dengan menggunakan ultrasonik bath dan ultrasonik probe?
2. Perlakuan manakah yang terbaik dalam menghasilkan ukuran partikel terkecil dalam pembuatan dispersi ikan Gabus dengan menggunakan metode ultrasonikasi?
3. Bagaimana karakteristik dispersi ikan Gabus yang dihasilkan dengan menggunakan metode ultrasonikasi?

C. Tujuan Penelitian

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk memperoleh informasi proses produksi dan karakteristik dispersi protein ikan Gabus yang diolah dengan menggunakan metode ultrasonikasi.

Tujuan khusus penelitian ini adalah

1. Untuk mengetahui ukuran partikel dispersi ikan Gabus yang dihasilkan dengan menggunakan ultrasonik bath dan ultrasonik probe
2. Untuk menentukan perlakuan terbaik dalam menghasilkan ukuran partikel terkecil dalam pembuatan dispersi ikan Gabus dengan menggunakan metode ultrasonikasi.



3. Untuk mengkarakterisasi sifat fisiko-kimia dispersi ikan Gabus yang dihasilkan.

D. Kegunaan Penelitian

Kegunaan dari penelitian ini adalah:

1. Sebagai sumber informasi mengenai metode pembuatan dispersi ikan Gabus dengan menggunakan metode ultrasonikasi.
2. Penggunaan nanoteknologi metode ultrasonikasi diharapkan dapat memperkecil ukuran partikel dispersi ikan Gabus sehingga mampu meningkatkan kualitas fisiko-kimia dispersi ikan Gabus dan daya serap dari dispersi ikan Gabus di dalam tubuh.



BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Ikan Gabus (*Channa striata*)

Ikan Gabus tergolong ikan air tawar yang bersifat karnivora dengan ciri-ciri fisik memiliki bentuk tubuh hampir bulat, panjang dan semakin kebelakang berbentuk *compressed*. Bagian punggung cembung, perut rata dan kepala pipih seperti ular (*head snake*). Warna tubuh pada bagian punggung hijau kehitaman dan bagian perut berwarna krem atau putih. Sirip ikan Gabus tidak memiliki jari-jari yang keras, mempunyai sirip punggung dan sirip anal yang panjang dan lebar, sirip ekor berbentuk setengah lingkaran, sirip dada lebar dengan ujung membulat (*rounded*). Ikan Gabus dapat mencapai panjang 90-110 cm (Mulyadi, Mas ud dan Jaya, 2011). Kenampakan morfologi dari ikan Gabus (*Channa Striata*) dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Ikan Gabus (*Channa striata*)



Klasifikasi ikan Gabus menurut Weibert dan Beufort (1922) dan direvisi oleh Ng dan Lim dalam (Kottelat *et al.*, 1993) adalah sebagai berikut:

Kerajaan : Animalia
Filum : Chordata
Subfilum : Vertebrata
Kelas : Pisces
Subkelas : Teleostei
Order : Labyrinthichthyes
Family : Channidae
Genus : *Channa*
Species : *Channa striata* (Kottelat *et al.*, 1993)

Ikan Gabus sejak dahulu kala dikenal masyarakat sebagai obat yang digunakan untuk mempercepat penyembuhan luka. Pemberian ekstrak ikan Gabus terhadap pasien luka sayat dengan dosis 14,75 g/kg BB memberikan efek penyembuhan terbaik sebesar 99,21% pada hari ke-10 jika dibandingkan dengan dosis 3,68 g/kg BB (83,55%) dan dosis 7,37 g/kg BB (93,07%) (Alauddin, 2016). Penelitian lainnya menunjukkan bahwa pemberian suplemen ekstrak ikan Gabus selama 4 minggu pada pasien HIV/ AIDS dapat meningkatkan kadar albumin pada pasien HIV AIDS (Pettalolo, 2015).

Ikan Gabus sebagai bahan pangan kurang diminati bagi sebagian kalangan masyarakat, hal ini disebabkan oleh aroma dari ikan Gabus yang cenderung lebih amis dibandingkan dengan jenis ikan lainnya. Aroma yang amis ini disebabkan oleh kandungan protein yang cukup tinggi pada ikan



Mustar (2013) menyatakan bahwa umumnya ikan memiliki bau amis ikan berasal dari hasil penguraian terutama amonia,

berbagai senyawa belerang dan amina yang berasal dari penguraian asam-asam amino. Pada ikan juga terkandung senyawa-senyawa yang mengandung sulfur, aldehid, keton dan alkohol yang tergolong komponen yang bersifat volatil sebagai komponen pembentuk cita rasa.

Ikan Gabus memiliki kandungan gizi yang cukup lengkap. Ikan Gabus memiliki kandungan gizi berupa protein, lemak, besi, kalsium, fosfor, vitamin A, vitamin B1, dan air. Kandungan gizi dari ikan Gabus segar dan ikan Gabus kering dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Perbandingan Kandungan Gizi Daging Ikan Gabus Kering dan Segar

Komponen Kimia	Kategori	
	Ikan Gabus Segar	Ikan Gabus Kering
Protein (g)	25,2	58,0
Lemak (g)	1,7	4,0
Besi (mg)	0,9	0,7
Kalsium (mg)	62	15
Fosfor (mg)	176	100
Vitamin A (SI)	150	100
Vitamin B1 (mg)	0,04	0,10
Air	69	24

(Sediaoetama, 2004)

Salah satu zat gizi terpenting dalam ikan Gabus adalah protein. Menurut Mustar (2013) protein ikan Gabus segar mencapai 25,1% dan 6,224% dari protein tersebut adalah albumin. Albumin dibentuk dari kumpulan-kumpulan asam amino yang disatukan dalam ikatan peptida. Menurut Asfar (2018) asam amino penyusun protein ikan Gabus adalah histidin, isoleusin, leusin, lisin, metionin, valin, phenilalanin, treonin, serin, arginin, glisin, asam aspartat, asam glutamat, alanin, prolin, sistein, tirosin.

isi asam amino pada ikan Gabus secara lengkap dapat dilihat pada



Tabel 2. Kandungan Asam Amino pada Ikan Gabus

Asam Amino	Ukuran		
	Kecil (%)	Sedang (%)	Besar (%)
Histidin	2,30±0,06	2,20±0,12	1,93±0,26
Isoleusin	4,17±0,08	4,26±0,03	4,11±0,20
Leusin	7,38±0,15	7,62±0,06	7,46±0,36
Lisin	9,74±0,45	10,71±0,32	10,84±0,45
Metionin	3,05±0,06	3,05±0,09	2,78±0,25
Valin	4,22±0,09	4,31±0,07	4,21±0,14
Phenilalanin	4,57±0,11	4,27±0,35	4,05±0,65
Teronin	4,32±0,09	4,41±0,01	4,17±0,18
Serin	3,84±0,08	3,82±0,08	3,77±0,21
Arginin	5,74±0,11	5,99±0,17	5,44±0,50
Glisin	6,02±0,38	5,94±0,21	5,56±0,38
Asam Aspartat	8,62±0,43	8,66±0,63	9,30±0,10
Asam Glutamat	14,11±0,55	13,84±0,27	15,16±0,17
Alanin	5,59±0,13	5,66±0,14	5,75±0,06
Prolin	3,97±0,10	4,08±0,05	3,88±0,08
Sistein	0,16±0,01	0,14±0,01	0,12±0,02
Tirosin	3,54±0,07	3,48±0,28	3,05±0,55

Asfar (2018)

Selain asam amino, ikan Gabus juga mengandung beberapa asam lemak. Asam lemak ikan Gabus terdiri dari asam lemak jenuh (asam lemak laurat, palmitat dan stearat) dan asam lemak tidak jenuh (asam lemak oleat dan linoleat). Komposisi asam lemak pada ikan Gabus secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kandungan Asam Lemak pada Ikan Gabus

Nama Asam Lemak	Kandungan (%)
Asam Laurat	2,73
Asam Palmitat	17,79
Asam Stearat	25,79
Asam Oleat	36,81
Asam Linoleic	3,45

Paul, Islam dan Sattar (2013)



ikan Gabus juga mengandung mineral yakni natrium, kalium, um, zat besi, zink, tembaga, mangan dan posfor. Kandungan yang terdapat pada ikan Gabus dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kandungan Mineral pada Ikan Gabus

Mineral	Kandungan (mg/kg) ikan Gabus
Natrium (Na)	346± 47,10
Kalium (K)	2195±214,1
Calcium (Ca)	290±25,37
Magnesium (Mg)	215±20,10
Zat besi (Fe)	6,4±3,7
Zink/Seng (Zn)	5,1±1,4
Mangan (Mn)	0,88 ±0,31
Tembaga (Cu)	1,3±0,603
Fosfor (P)	1240±144,56

Marimuthu *et al.*, (2012).

B. Dispersi

Istilah dispersi digunakan untuk menunjukkan proses pembuatan cairan. Sistem dispersi merupakan gabungan antara fase terdispersi dan fase pendispersi yang terdistribusi secara merata (Taurozzi, Hackley dan Wiesner, 2011). Menurut Anief (2007) sistem dispersi dapat digolongkan berdasarkan ukuran partikel. Penggolongan dispersi tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Penggolongan Dispersi berdasarkan Ukuran Partikel

Sistem	Partikel Terdispersi	Ukuran Partikel	Catatan
1. Larutan	Molekul kecil atau ion	Biasanya kurang dari 1×10^{-6} mm	
2. Dispersi koloid	Molekul (ion) tunggal, besar atau agregat moleku kecil (ion)	Lebih besar dari larutan, paling besar berukuran 1×10^{-3} mm	
3. Dispersi kasar	Agregat molekul	Lebih besar dari dispersi koloid	Ukuran partikel lebih dari 1×10^{-6} mm sampai batas tertentu tergantung pada sistem

Anief (2007)



Pembuatan dispersi banyak dimanfaatkan untuk produk pangan, terutama pada produk turunan ikan Gabus. Penelitian tentang dispersi

dari produk ikan Gabus adalah dispersi ikan Gabus telah dilakukan di tahun 2013 dan 2014 (Lawang, 2013; Arifin, 2014). Pada penelitian Arifin (2014) dispersi ikan Gabus dibuat dengan menggunakan metode homogenisasi. Bahan baku yang digunakan adalah 10% konsentrat protein ikan Gabus karagenan dan air.

Penelitian dispersi ikan Gabus, kemudian dikembangkan dengan penambahan rempah. Pada pembuatan dispersi ini, dilakukan pula pengecilan partikel terhadap bahan baku konsentrat protein ikan Gabus. Akan tetapi ukuran partikel yang diperoleh masih cukup besar (rata-rata 869,2 nm-2014 nm). Hal ini membuat dispersi ikan Gabus tidak cukup stabil (Anisa, 2017). Dispersi protein ikan Gabus juga dikembangkan dalam bentuk koloid. Produk yang dibuat menggunakan bubuk konsentrat protein ikan Gabus sebesar 2,5 % dengan berbagai bahan tambahan lainnya berupa air, madu, Na CMC, gliserin dan perisa. Hasil dari penelitian dan pengembangan produk tersebut juga memiliki masalah yakni terdapat sedimen yang cukup banyak dikarenakan material bahan baku yang digunakan yakni konsentrat protein ikan Gabus memiliki ukuran yang cukup besar yakni 60-80 mesh (sekitar 177-250 mikrometer) (Rahmayanti R, Mahendradatta dan Rahmaniari, 2018).

C. Nanoteknologi

Ide dan konsep ilmu dan teknologi nano pertama kali diperkenalkan oleh Dr. Richard Feynman pada sebuah pertemuan ilmiah yang garakan oleh American Physical Society di California Institute of Technology (Caltech) pada 29 Desember 1959, dengan judul "*There's*



plenty of room at the bottom”, jauh sebelum istilah teknologi nano digunakan. Oleh karenanya, Dr. Richard Feynman dijuluki sebagai “*the father of nanotechnology*”. Istilah teknologi nano pertama kali diresmikan oleh Prof. Norio Taniguchi, seorang ahli fisika dari Tokyo Science University, tahun 1974 dalam makalahnya yang berjudul “*On the basic concept of ‘nano-technology’*” (Taniguchi, 1974). Pada tahun 1980-an istilah teknologi nano dikembangkan lebih jauh lagi oleh Dr. K. Eric Drexler, seorang ahli di bidang teknologi nano molekuler, melalui bukunya yang berjudul “*Engines of creation: the coming era of nanotechnology*” (Drexler, 1986). Dalam buku tersebut disebutkan bahwa istilah “teknologi nano” dan “teknologi molekuler” dapat digunakan secara bergantian untuk menggambarkan teknologi baru yang menangani atom dan molekul individu dengan kontrol dan ketepatan.

Nano teknologi erat kaitannya dengan produksi nano partikel dengan berbagai variasi ukuran, bentuk, komposisi kimia (Andeani *et al.*, 2011). Produksi nanopartikel dengan menggunakan nano teknologi dapat dilakukan dengan dua pendekatan yakni pendekatan *top down* dan pendekatan *bottom up*. Pendekatan *bottom up* adalah penyusunan material mulai dari atom menjadi nano partikel atau nano struktur lainnya, sedangkan pendekatan *top down* adalah memecahkan partikel yang berukuran besar menjadi partikel berukuran nanometer (Joye dan McClements, 2014).



Aplikasi nanoteknologi dapat memberikan nilai tambah yang signifikan pada berbagai bidang yakni industri pertanian atau agroindustri

seperti pada nanoporous, nanonutrisi, slow-released, nanoenkapsulasi, nanokomposit, nanoemulsi untuk *packaging* antibakteri, makanan dan suplemen (Handford *et.al.*, 2014). Pada bidang pangan, pemanfaatan nanoteknologi mampu menghasilkan produk-produk pangan dengan zat gizi tambahan tanpa mengganggu rasa, bermanfaat untuk pangan fungsional dan zat gizi yang terkandung dalam pangan akan lebih efektif dan efisien diserap sesuai kebutuhan tubuh (Wang *et al.*, 2013; Joye dan McClements, 2014; Kwak, 2014).

Contoh pengaplikasian nanoteknologi dalam bidang pangan terdapat pada produk turunan ikan Gabus dengan berbagai macam perlakuan. Perlakuan kombinasi ultrasonikasi 20% dan homogenisasi 6500 rpm diaplikasikan pada pembuatan nano konsentrat ikan Gabus. Hasil yang diperoleh yakni partikel yang tidak seragam dengan ukuran partikel terkecil adalah 636,8 nm (Asfar, 2018). Pengaplikasian nanoteknologi juga diaplikasikan dalam pembuatan nano konsentrat protein ikan Gabus dengan menggunakan teknik sonikasi (panjang gelombang 50Hz) dan penambahan tween 80 untuk mencegah agregasi. Perlakuan terbaik pada penelitian tersebut adalah dengan penambahan tween 80 dengan konsentrasi 2% dengan hasil rata-rata ukuran partikel 223,6-363,2 nm (Imran, 2019).

D. Nanopartikel

Partikel merupakan unit penyusun dari sebuah materi. Partikel terdiri dari partikel primer dan partikel yang lebih besar. Partikel primer adalah partikel yang terkecil yang dapat diidentifikasi entitasnya terkait



dengan sistem partikel, sedangkan struktur partikel yang lebih besar misalnya, agregat dan aglomerat. Agregat maupun aglomerat sama-sama dapat terdiri dari partikel primer. Agregat adalah kumpulan partikel primer yang berikatan kuat satu sama lain (terikat secara logam), menyatu dan tidak mudah pecah. Sementara aglomerat merupakan kumpulan partikel (termasuk partikel primer dan/ atau agregat yang lebih kecil) yang disatukan oleh kekuatan yang relatif lemah (misalnya, Van der Waals, kapiler, atau elektrostatik). Aglomerat dapat pecah menjadi partikel yang lebih kecil setelah diproses dengan menggunakan sonikasi atau pencampuran intensitas tinggi (Taurozzi, Hackley dan Wiesner, 2011; Oberdorster, Stone dan Donaldson, 2014).

Nanopartikel didefinisikan sebagai sub-klasifikasi partikel yang dicirikan oleh dimensinya dalam skala nano. Internasional sistem of units (SI) menyebutkan bahwa nano merupakan ukuran partikel 10^{-9} dari satuan meter. Hal ini menggambarkan bahwa 1 nm diartikan dengan 10^{-9} m (Pal *et al.*, 2011; Ezhilarasi *et al.*, 2013). Akan tetapi, terdapat perbedaan pendapat antara kalangan peneliti terkait defenisi dari nanopartikel. Menurut Abdassah (2009) nanopartikel adalah partikel berukuran 1-100 nanometer. Menurut Mohanraj dan Chen (2006) nano partikel adalah partikel yang berukuran di bawah 500 nm, sedangkan menurut Taurozzi, Hackley dan Wiesner (2011) partikel dapat digolongkan ke dalam nanopartikel jika terdapat sifat baru pada partikel yang dihasilkan.



Nanopartikel diaplikasikan pada berbagai bidang seperti pertanian, lingkungan, eletronik, optis, biomedis, dan industri (Andeani *et al.*,

2011). Nanopartikel dapat meningkatkan nilai tambah material dasarnya menjadi berpuluh bahkan beratus kali lipat akibat perubahan sifat pada nanopartikel. Perubahan sifat nanopartikel biasanya berkaitan dengan fenomena fisika dan kimia. Fenomena tersebut terbentuk akibat keterbatasan ruang gerak elektron dan akibat perubahan rasio jumlah atom yang menempati permukaan terhadap jumlah total atom. (Abdullah dan Khairurrijal, 2009; Ezhilarasi *et al.*, 2013; Wang *et al.*, 2013; Aleyas *et al.*, 2014; Anandharamakrishnan, 2014; Cerqueira *et al.*, 2014; Joye dan McClements, 2014; Peters *et al.*, 2014).

Beberapa tahun terakhir, seiring dengan perkembangan teknologi nano, muncul pula istilah baru dalam dispersi yakni nano dispersi. Nano dispersi adalah dispersi yang mengandung partikel nano. Nano dispersi merupakan sistem yang terdiri dari partikel nano yang dikelilingi dengan pengemulsi yang tersebar dalam fase air. Elemen khusus nano dispersi adalah diameter partikel yang sangat kecil sehingga dapat meningkatkan luas permukaan dan meningkatkan kemampuan penyerapannya dalam saluran pencernaan. Teknologi nano telah diaplikasikan pada beberapa produk dispersi seperti sari kacang hijau (Triani, 2011), nano emulsi ekstrak buah Kawista (*Feronialimonia*) (Suyanto *et al.*, 2018), likopen nano dispersi (Shariffa *et al.*, 2017), nano dispersi Kurkumin (Tan *et al.*, 2016), jus buah dan sayur (Khandpur dan Gogate, 2015; Pittaya, Pattaneeya dan Phisit, 2016; Cao *et al.*, 2019), dan sirkencubin sirup (Yikmiş, 2020).



E. Ultrasonikasi

Ultrasonikasi adalah salah satu metode nano teknologi dengan memanfaatkan gelombang ultrasonik. Gelombang ultrasonik adalah gelombang mekanik longitudinal dengan frekuensi 20 kHz-40Hz. (Cravotto dan Cintas, 2006; Taurozzi, Hackley dan Wiesner, 2011). Gelombang ultrasonik merupakan rambatan energi dan momentum mekanik. Rambatan energi ini saling berinteraksi berdasarkan molekul dan sifat inersia medium yang dilaluinya. Gelombang ultrasonik dapat merambat dalam medium padat, cair dan gas. Dalam medium cair, gelombang ultrasonik menyebar dalam siklus yang bergantian yakni siklus tekanan tinggi dan rendah (Taurozzi, Hackley dan Wiesner, 2011).

Ultrasonik merupakan metode yang sangat efektif dalam pembuatan dan penerapan bahan berukuran nano. Ultrasonik digunakan dalam berbagai proses fisik, kimia maupun biologis. Metode ini digunakan untuk homogenisasi, pengemulsi, dan pendispersian (Kuldiloke, 2002; Hielscher, 2005).

Terdapat dua macam ultrasonik berdasarkan intensitas ultrasoniknya yakni ultrasonik yang berintensitas rendah dan ultrasonik berintensitas tinggi. Ultrasonik intensitas rendah terutama digunakan untuk analisis, pengujian dan pencitraan non-destruktif sedangkan ultrasonik intensitas tinggi digunakan untuk pemrosesan cairan seperti pencampuran, pengemulsi, pendispersi dan deaglomerasi, atau penggilingan (Suslick,



Pemanfaatan gelombang ultrasonik pada pembuatan nano dapat diaplikasikan dengan metode *top-down* maupun *bottom-up* (Joye dan McClements, 2014). Pada pembentukan nano partikel dengan metode *top-down* sebagian besar memanfaatkan ultrasonik dengan intensitas tinggi sedangkan pada pembuatan partikel nano dengan metode *bottom-up* ultrasonik berperan dalam inisiasi penyemaian dan pembentukan dan pertumbuhan kristal partikel (Hielscher, 2005). Dari kedua metode pembuatan nano, metode *top-down* adalah metode yang paling sering digunakan karena lebih mudah dan efisien dibandingkan dengan metode *bottom-up*.

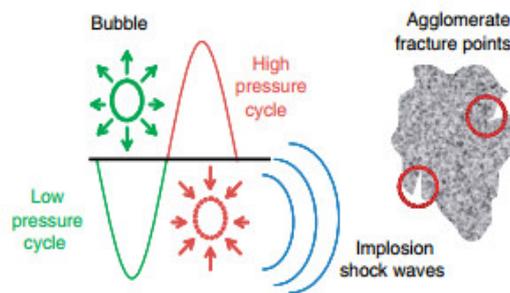
Proses pembuatan partikel nano dengan metode *top-down* menggunakan efek ultrasonik yang dihasilkan dalam cairan yang berasal dari beberapa fenomena akustik yakni kavitasi. Kavitasi akustik adalah pembentukan, pertumbuhan dan pemecahan gelembung dalam cairan yang disinari gelombang suara atau ultrasonik (Cravotto dan Cintas, 2006) Pembentukan gelembung kavitasi disebabkan karena perbedaan tekanan selama perambatan gelombang akustik (Servant *et al.*, 2003) Selain adanya perbedaan tekanan, kavitasi juga disebabkan karena suhu, dimana selama pengeluaran energi gelombang ultrasonik, jaringan melepaskan energi panas sehingga terjadi peningkatan suhu jaringan (Bendicho dan Lavilla, 2000).

Saat proses ultrasonikasi, gelombang suara menghasilkan siklus tinggi dan tekanan rendah, dimana laju rambatan tersebut tinggi pada frekuensi ultrasonikasi (Suslick, 1998). Selama siklus



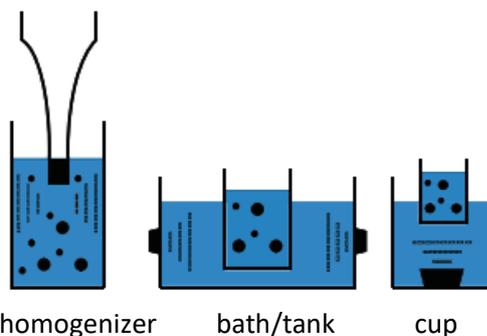
tekanan rendah, terbentuk gelembung uap. Gelembung tersebut kemudian pecah selama siklus tekanan tinggi menghasilkan gelombang kejut lokal yang melepaskan energi mekanik dan termal yang luar biasa. Efek kavitasi ini digunakan dalam proses pemecahan aglomerat dan agregat (Hielscher, 2005; Taurozzi, Hackley dan Wiesner, 2011).

Ilustrasi skematis dari kavitasi yang diinduksi oleh gelombang ultrasonik dan patahan fraktur aglomerat dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Ilustrasi Skematik Induksi Kavitas Gelombang Ultrasonik dan Patahan Agglomerat (Taurozzi, Hackley dan Wiesner, 2011).

Gelombang ultrasonik dapat diberikan pada sampel dengan metode ultrasonikasi langsung dan ultrasonikasi tidak langsung. Metode ultrasonikasi bergantung pada jenis ultrasonik yang digunakan. Jenis ultrasonik dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Jenis ultrasonikasi (Taurozzi, Hackley dan Wiesner, 2011).



Ultrasonikasi secara langsung dapat dilakukan dengan menggunakan probe ultrasonik (*transduser horn*)/ultrasonic homogenizer, dimana *probe* tersebut langsung mengenai sampel, sedangkan ultrasonikasi tidak langsung dilakukan dengan memasukkan wadah yang berisi sampel ke dalam cairan penghantar gelombang ultrasonik. Ultrasonikasi secara tidak langsung dapat menggunakan *bath/tank* ataupun *cup* (Taurozzi, Hackley dan Wiesner, 2011).

Terdapat 2 jenis ultrasonik yang banyak digunakan dalam pengecilan partikel khususnya dalam pembuatan nano partikel yakni ultrasonik bath/tank dan ultrasonik probe/homogenizer. Ultrasonik bath/tank merupakan ultrasonik tidak langsung yang menggunakan penghantar berupa air. Ultrasonik bath memiliki kelebihan yakni mudah diperoleh dan tidak mahal, daerah akustik terdistribusi secara merata, dapat menggunakan gelas reaksi biasa. Kekurangannya adalah frekuensi yang tidak sama secara universal, energi yang masuk harus dikaji setiap sistem karena tenaga yang diperlukan tergantung pada ukuran bath, jenis wadah, dan posisi wadah dalam bath (Wardiyati, 2004). Ultrasonik bath digunakan dalam penelitian nano partikel berbasis tembaga (Adeleye *et al.*, 2014), titanium dioksida (Suttiponparnit *et al.*, 2011), nano zink (Asfari, 2015), nano partikel magnetik (Delmifiana and Astuti, 2013), nano konsentrat ikan Gabus (Imran, 2019).

Ultrasonik probe atau yang juga dikenal dengan ultrasonik nizer merupakan jenis ultrasonik dimana sampel dapat rhan lansung dengan horn tempat keluarnya gelombang ultrasonik.



Ultrasonik probe daya dapat dikontrol, sampel bersentuhan langsung dengan sumber ultrasonik, sedangkan kekurangannya adalah wadah yang digunakan terbatas (Wardiyati, 2004)(Taurozzi, Hackley dan Wiesner, 2011). Jenis ultrasonik probe/homogenizer digunakan dalam pembuatan nano partikel pada TiO_2 , CeO_2 , SiO_2 (Ghomrasni *et al.*, 2020), madu bunga loran (Chaikham and Prangthip, 2015), amorphous silica (SAS) nanomaterials(Retamal Marín *et al.*, 2018), nanocellulose-calcium carbonate(Szymańska-Chargot *et al.*, 2018), sari kacang hijau (Triani, 2011)

F. Ukuran Partikel

Ukuran partikel menunjukkan besaran diameter pada partikel. Pada penelitian nano teknologi besaran partikel dinyatakan dalam satuan nano. Besaran ukuran partikel dapat berubah akibat dari perlakuan yang diberikan pada partikel tersebut.

Salah satu perubahan partikel adalah terjadinya pengecilan ukuran. Pengecilan partikel dapat terjadi karena adanya efek kavitasi yang disebabkan oleh gelombang amplitudo ultrasonik. Gelombang amplitudo yang merenggang dan merapat menyebabkan terjadinya pembentukan, pertumbuhan dan pemecahan gelembung yang disebut dengan efek kavitasi. Efek kavitasi selama proses ultrasonikasi memberikan tekanan pada partikel sehingga terjadi patahan pada partikel yang kemudian pecah dan mengecil (Servant *et al.*, 2003; Cravotto dan Cintas, 2006).



Faktor-faktor ultrasonikasi yang dapat memengaruhi pengecilan ukuran partikel adalah waktu, suhu dan amplitudo.

1. Waktu

Semakin lama waktu ultrasonikasi maka ukuran partikel akan semakin kecil (Triani, 2011; Nuraeni, 2017; Afzal *et al.*, 2019). Penelitian Nuraeni (2017) menyebutkan bahwa penggunaan ultrasonic selama 180 menit menghasilkan ukuran partikel pada MnO₂ terkecil dengan ukuran yakni 11,84 nm. Penelitian Afzal *et al.*, (2019) memaparkan bahwa ukuran partikel koloid TiO₂-W menurun dengan bertambahnya waktu ultrasonikasi. Waktu ultrasonikasi terbaik adalah 40 menit. Penelitian yang dilakukan oleh Triani (2011) menunjukkan bahwa adanya pengaruh nyata terhadap ukuran partikel sari kacang hijau. Perlakuan terbaik yang digunakan pada pembuatan sari kacang hijau adalah 60 menit.

2. Suhu

Penelitian Nuraeni (2017) menyebutkan bahwa penggunaan suhu ultrasonik 65°C menghasilkan ukuran partikel pada MnO₂ terkecil dengan ukuran yakni 11,84 nm.

3. Amplitudo

Penggunaan amplitudo memberikan pengaruh nyata terhadap ukuran partikel. Pada penelitian Triani (2011), semakin besar penggunaan amplitudo maka ukuran partikel semakin kecil. Perlakuan amplitudo 40% pada sari kacang hijau menghasilkan ukuran partikel terkecil. Penelitian

dilakukan oleh Tang, Huang dan Lim, (2003) menyebutkan bahwa amplitudo berpengaruh nyata terhadap ukuran partikel chitosan.



Semakin tinggi amplitudo maka ukuran partikel semakin kecil. Ukuran partikel terkecil diperoleh dengan penggunaan amplitudo sebesar 80% dengan hasil ukuran partikel adalah 302 ± 2 nm hingga 283 ± 3 nm

Partikel juga memiliki sifat yang dapat bergabung antara satu sama lain dan membentuk partikel yang lebih besar. Hal ini dapat terjadi pada partikel protein. Partikel protein yang telah mengecil dapat dengan mudah menyatu kembali bergabung. Peristiwa penggabungan kembali partikel disebut dengan agregasi. Proses agregasi terjadi karena adanya proses termal selama ultrasonikasi. Proses termal menyebabkan terbukanya ikatan rantai pada protein sehingga sisi hidrofobik pada protein berada pada sisi luar ikatan. Sisi hidrofobik kemudian saling berkumpul dan menyebabkan terbentuknya ikatan yang baru sehingga partikel menyatu kembali (Chandrapala *et al.*, 2011; Zhao *et al.*, 2017). Agregasi dapat dicegah/dikurangi dengan penambahan tween. Menurut Imran (2019) penambahan 2% tween 80 pada dispersi ikan Gabus dapat mencegah terjadinya agregasi pada penyiapan nano konsentrat ikan Gabus .

Ukuran partikel dapat dianalisa dengan menggunakan beberapa metode salah satunya adalah dengan *Dynamic light scattering (DLS)* atau *Photon Correlation Spectroscopy (PCS)* (Pal *et al.*, 2011). DLS merupakan metode yang paling cepat dan paling populer yang digunakan untuk mengetahui ukuran nanopartikel. Metode ini banyak digunakan untuk menentukan ukuran nanopartikel dalam koloid maupun suspensi yang

andung material nano dan mikro. Penyinaran sinar monokromatik pada partikel yang berbentuk bulat dalam pergerakan Brownian



menyebabkan droplet pada disperse bergeser dan mengubah panjang gelombang dari sinar yang dipancarkan. Hal ini yang menjadi dasar adanya ukuran partikel yang berbeda saat pengujian (de Assis *et al.*, 2008; Pal *et al.*, 2011).

G. Polidispersitas Indeks

Polidispersitas indeks (PI) atau polidispersitas merupakan distribusi ukuran partikel. Nilai PI yang baik menunjukkan stabilitas jangka panjang yang baik. Nilai polidispersitas memiliki hubungan terbalik dengan homogenitas ukuran partikel suatu dispersi. Semakin tinggi nilai polidispersitas maka ukuran partikel dispersi semakin tidak homogen (heterogen). Nilai indeks polidispersitas yang mendekati 0 menunjukkan dispersi memiliki distribusi ukuran partikel yang homogen sedangkan indeks polidispersitas lebih dari 0,5 menunjukkan heterogenitas yang tinggi (Gao, Zhang dan Chen, 2008; Avadi *et al.*, 2010; Handayani *et al.*, 2013). Acuan lain terkait polidispersitas dispersi berdasarkan Mardiyanto (2015) dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Acuan Polidispersitas Dispersi

Nilai Polidispersitas Indeks	Keterangan
<0,05	Monodispersi
<0,08	Hampir monodispersi
0,08-0,7	Nilai tengah pada PDI ini adalah kisaran atas yang mana algoritma distribusi beroperasi dengan sangat baik
>0,7	Sangat polydispersitas dan menunjukkan distribusi yang sangat luas dari ukuran partikel. Kemungkinan terjadi sedimentasi

Mardiyanto (2015)



H. Total Padatan Terlarut

Total padatan terlarut (TPT) merupakan suatu ukuran kandungan kombinasi dari semua zat-zat anorganik dan organik yang terdapat di dalam suatu bahan makanan yang terlarut dalam larutan (Fahrizal dan Fadhil, 2014). Kandungan total padatan terlarut suatu bahan meliputi gula reduksi, gula non reduksi, asam organik, pektin dan protein (Winarno, Fardiaz dan Fardiaz, 1980; Desrosier, 1988; Farikha, Anam dan Widowati, 2013). Padatan terlarut pada dispersi dapat ditingkatkan dengan menambah besaran amplitudo pada ultrasonikasi (Margean *et al.*, 2020).

Total padatan terlarut diukur dengan menggunakan refraktometer. Prinsip kerja refraktometer adalah dengan memanfaatkan refraksi cahaya. Pada dasarnya cahaya yang masuk pada prisma hanya bisa melewati bidang batas antara cairan dan prisma. Konsentrasi bahan yang tinggi akan menyebabkan indeks bias yang besar pada biasan cahaya di prisma refractometer. Dalam proses analisa, sumber cahaya dan suhu merupakan hal yang penting dalam pengujian karena dapat mempengaruhi indeks bias (Sembiring, Dayana dan Rianna, 2019).

I. Rasio Pemisahan Fase

Rasio pemisahan fase merupakan metode yang digunakan untuk mengukur stabilitas dari dispersi. Rasio pemisahan fase membandingkan antara tinggi endapan dan tinggi keseluruhan dispersi (Arifin, 2014).

Semakin rendah rasio pemisahan fase, maka dispersi semakin baik karena dapat terdispersi merata dalam medium pendispersinya (Iradatta *et al.*, 2014; Hidayati, 2015)



Rasio pemisahan fase didasarkan pada seberapa banyak partikel/bahan yang mengendap pada wadah penyimpanan. Pengendapan terjadi akibat besarnya ukuran partikel. Proses pengendapan dimulai dengan terjadi suatu sedimentasi partikel-partikel besar, kemudian yang lebih halus, dan akhirnya partikel yang paling halus. (Voight, 1994; Arifin, 2014). Faktor-faktor lain yang memengaruhi pengendapan partikel adalah interaksi partikel, berat jenis partikel dan medium, serta kekentalan pada produk (Pillai dan Ph, 1997; Ratnasari, 2019).

J. Sifat Laju alir dan Viskositas

Secara garis besar fluida dibagi atas 2 jenis yakni fluida newtonian dan fluida non-newtonian. Perbedaan fluida ini didasarkan pada hubungan antara *shear rate* dan *shear stress* (Mezger, 2014). Pada fluida Newtonian hubungan antara *share rate* dan *shear stress* sangat proporsional sehingga dapat menghasilkan grafik yang linear, sedangkan pada fluida Non-Newtonian hubungan antara shear stress dan shear rate tidak linear. Hal ini menggambarkan bahwa nilai viskositas fluida non-newtonian tidak termasuk dalam viskositas *newton's law* (Mezger, 2014; Hidayati, 2015; Gohtani, 2020).

Fluida newtonian memiliki sifat laju alir *ideally viscous* sedangkan fluida non newtonian memiliki dua macam sifat laju alir yakni *shear thinning (pseudoplastic)* dan *shear thickening (dilatant)*. Sifat laju alir dapat ditentukan dengan mengetahui indeks laju alir (n). Jika nilai $n=1$ maka fluida

ideally viscous (Newtonian), jika $0 < n < 1$ maka fluida bersifat *shear*



thinning, sedangkan jika $n > 1$ maka fluida berfiat *shear thickening* (Mezger, 2014; Hidayati, 2015; Gohtani, 2020).

Fluida memiliki sifat kekentalan yang berbeda-beda berdasarkan jenis fluida tersebut. Kekentalan dan ketahanan pada fluida yang menunjukkan besar kecilnya gesekan pada internal fluida disebut dengan viskositas (Hidayati, 2015). Pada fluida non Newtonian, viskositas fluida disebut dengan *apparent viscosity* (Mezger, 2014; Hidayati, 2015; Gohtani, 2020). Ada beberapa faktor yang memengaruhi viskositas pada sebuah dispersi diantaranya adalah bahan hidrokoloid yang digunakan (Arifin, 2014; Hidayati, 2015), suhu (Yang dan Zhu, 2007), dan proses ultrasonikasi (Iida *et al.*, 2008).

