

# Karakterisasi Alat *Spray Drying* Menggunakan Empat Tahap Pemanasan Yang Diimplementasikan Pada Larutan Pvp

1<sup>st</sup> M. Yusuf Darmawan  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia

Wawanysf@student.telkomuniversity.a  
c.id

2<sup>nd</sup> Asep Suhendi  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia

suhendi@telkomuniversity.ac.id

3<sup>rd</sup> M. Ramdian Kirom  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia

mramdiankirom@telkomuniversity.ac.i  
d

**Abstrak** — *Spray drying* merupakan alat yang dapat mengurangi kadar air pada suatu bahan serta dapat mengubah cairan menjadi bubuk dengan menggunakan media pengering yang panas sehingga membuat kandungan air yang dipanaskan menguap. Parameter yang mempengaruhi proses pada *spray drying* adalah suhu, laju alir udara, dan kadar air bahan. Dalam Tugas Akhir ini dilakukan proses karakterisasi untuk mengetahui karakter dari *spray drying* yang menggunakan empat tahap pemanasan. Proses perancangan *spray drying* yang paling penting adalah penempatan *heater* dan juga antisipasi agar *heater* tidak terpengaruh oleh suhu luar dengan cara melapisi *heater* menggunakan *glasswool* yang tahan terhadap suhu tinggi. Larutan yang digunakan pada pengujian ini yaitu PVP (*Polivinil Pirolidon*) yang memiliki konsentrasi 4%. Pada penelitian ini didapatkan bahwa jarak antara pemanas mempengaruhi besarnya perpindahan kalor yang terjadi antara pemanas. Kemudian, suhu yang digunakan mempengaruhi ukuran dari partikel yang dihasilkan. Suhu yang lebih tinggi menghasilkan partikel yang memiliki ukuran diameter lebih kecil.

**Kata kunci**— *spray drying*, PVP, atomizer, heater, droplet

## I. PENDAHULUAN

*Spray drying* merupakan alat yang dapat mengurangi kadar air pada suatu bahan serta dapat mengubah cairan menjadi bubuk dengan menggunakan media pengering yang panas sehingga membuat kandungan air yang dipanaskan menguap. Pada industri makanan, pengering dibutuhkan karena bahan makanan segar relatif lebih cepat membusuk dikarenakan kadar air yang terkandung didalam makanan terbilang cukup besar terutama pada sayur-sayuran. Penggunaan *Spray Drying* biasanya digunakan untuk mengubah material menjadi serbuk untuk tujuan pengawetan, memudahkan penyimpanan, transportasi, penanganan, dan pertimbangan ekonomi lainnya [1].

Pengeringan dilakukan melalui perpindahan massa dari suatu bahan yang dikeringkan ke media pengering. Pengeringan dipengaruhi oleh tiga faktor, yaitu temperatur, laju alir udara, *transfer panas* dan *transfer momentum* [2].

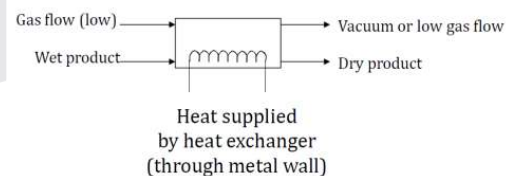
Penelitian ini akan berfokus pada pemanasan empat tahap yang divariasikan suhunya sehingga menghasilkan partikel yang bermacam ukuran. Adapun alat *spray drying* yang digunakan memiliki beberapa komponen utama yang tersusun dari *atomizer* sebagai penghasil *droplet* kemudian

*flow nitrogen* yang berfungsi membawa *droplet* ke ruang pemanas, lalu pada *heater* dilakukan pemanasan empat tahap, kemudian partikel dikumpulkan melalui *filter holder* yang berperan sebagai kolektor partikel.

## II. KAJIAN TEORI

### A. Pengeringan

Pengeringan adalah proses berkurangnya kadar air pada suatu bahan dengan memanfaatkan energi panas. Energi panas akan mempengaruhi kadar air pada bahan melalui proses penguapan. Variasi suhu sangat mempengaruhi dalam proses pengeringan, semakin tinggi suhu yang digunakan maka proses pengeringan yang terjadi akan semakin cepat, begitupun sebaliknya. Perpindahan panas terjadi karena adanya perbedaan temperatur antara satu permukaan dengan permukaan lainnya. Perbedaan temperatur ditimbulkan karena adanya aliran udara panas di atas permukaan benda yang akan dikeringkan yang mempunyai temperatur lebih dingin [3]. Metode yang digunakan pada pengeringan yang terjadi pada alat *spray drying* adalah metode konduksi. Pada pengeringan konduksi diperlukan konduktor sebagai sumber panas dan berfungsi untuk membantu proses penguapan senyawa cair dari campuran. Perpindahan panas konduksi terjadi melalui kontak langsung antara permukaan [4].



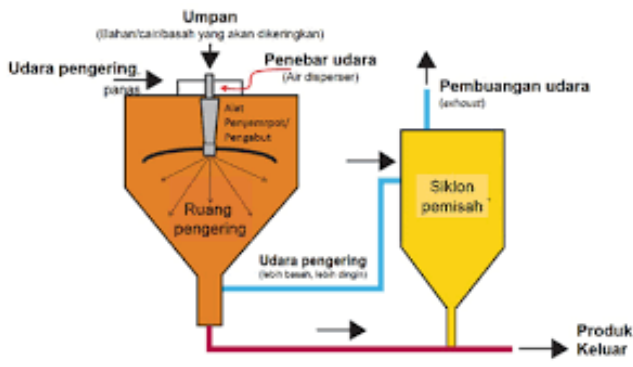
GAMBAR 2.1 Metode Pengeringan Konveksi [5]

### B. Spray Drying

Metode pengeringan menggunakan *spray drying* digunakan untuk menghasilkan serbuk kristal atau bubuk dengan cara mendispersikan larutan ke dalam sistem yang memiliki temperatur tinggi dalam bentuk *droplet* [6]. *Spray drying* digunakan pada saat proses akhir karena *Spray drying* merupakan pengontrol kualitas akhir produk [1].

Pada *spray drying*, Proses pengeringan cairan dilakukan dengan cara memisahkan butiran cairan ke arah berlawanan atau searah dengan udara panas. Karena tiap bahan mempunyai kapasitas suhu, kecepatan udara, dan kecepatan umpan yang berbeda-beda, maka *spray drying* diatur sedemikian rupa untuk mencapai kapasitas pada tiap bahan.

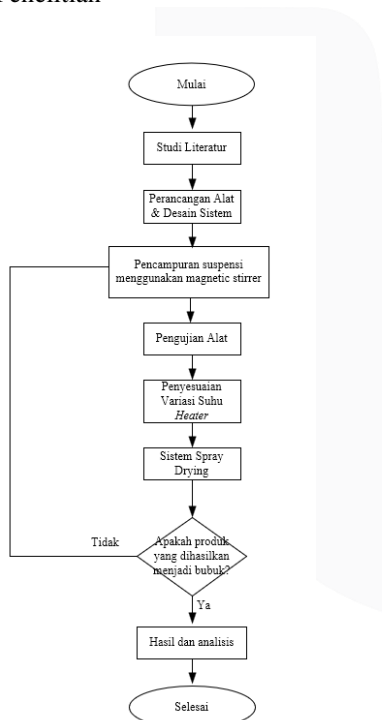
*Spray drying* memiliki ciri khas yaitu siklus pengeringan yang cepat, penyimpanan produk dalam ruang pengering singkat dan hasil akhir produk siap dikemas ketika proses pengeringan selesai.



GAMBAR 2.2 Proses Spray Drying

### III. METODE

#### A. Rancangan Penelitian

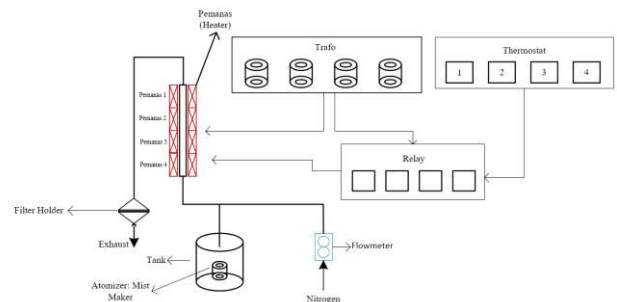


GAMBAR 3.1 Diagram Alir Penelitian

Gambar 3.1 merupakan tahapan penelitian yang akan dilakukan pada tugas akhir ini. Penelitian diawali dengan studi literatur mengenai sistem *spray drying*, PVP, dan morfologi hasil produk dari penelitian sebelumnya. Kemudian membuat rancangan alat dan desain sistem yang akan digunakan pada penelitian ini. Setelah itu dilakukan

pembuatan larutan dengan mencampurkan etanol + PVP. Larutan yang telah dibuat diproses dengan sistem *spray drying* lalu produk yang dihasilkan diamati bentuk dan ukuran nya menggunakan mikroskop. Pada tahap akhir hasil dari penelitian dijadikan bahan penulisan laporan tugas akhir.

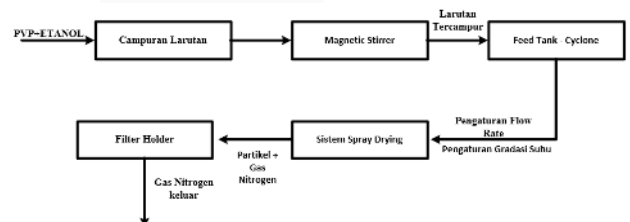
#### B. Desain Sistem



GAMBAR 3.2 Desain Sistem Spray Dryer

Pada gambar 3.2 menunjukkan rancangan sederhana sistem *spray drying* yang akan digunakan sebagai alat penelitian. Prinsip kerja dari alat *spray drying* ini yaitu membentuk *droplet* yang dihasilkan oleh *atomizer (mist maker)* kemudian *droplet* yang dihasilkan dialirkan menuju *heater* dengan bantuan nitrogen. Ketika terjadi kontak antara *droplet* dan udara panas pada *heater* maka akan terbentuk partikel halus berupa serbuk. Partikel tersebut terbentuk karena adanya pendispersian *droplet* kedalam udara panas.

#### C. Diagram Blok



GAMBAR 3.3 Diagram Blok Penelitian

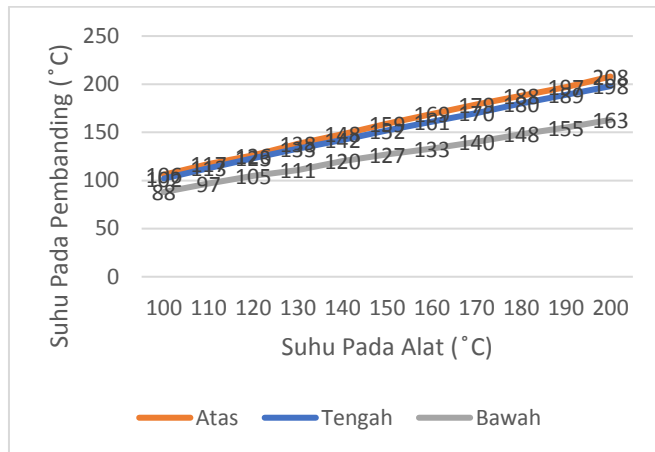
Proses penelitian ini dimulai dengan studi literatur, Bahan yang akan diuji yaitu PVP (*Polivinil Porilidon*). Hal pertama yang dilakukan yaitu mencampur Etanol + PVP kemudian dilakukan pengadukan menggunakan *magnetic stirrer*, larutan kemudian ditempatkan kedalam feed tank. Sebelum masuk ke sistem *spray drying*, flow pada nitrogen dan gradasi suhu pada heater harus diatur terlebih dahulu. Kemudian setelah diproses melalui sistem *spray drying* maka akan terbentuk partikel polimer yang berbentuk serbuk.

### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

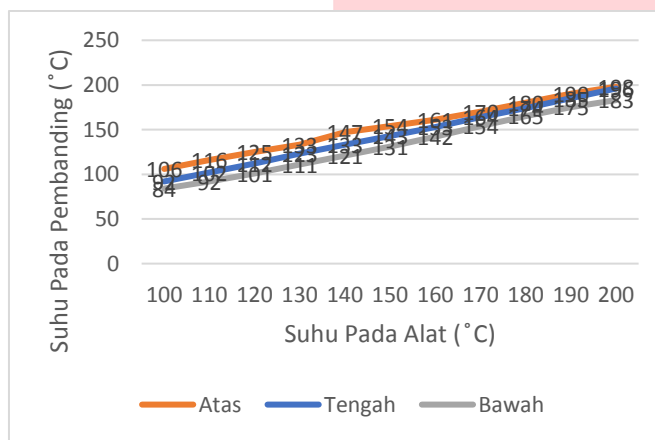
#### A. Penyesuaian Suhu

##### 1. Pengukuran Suhu Tiga Titik Satu Pemanas

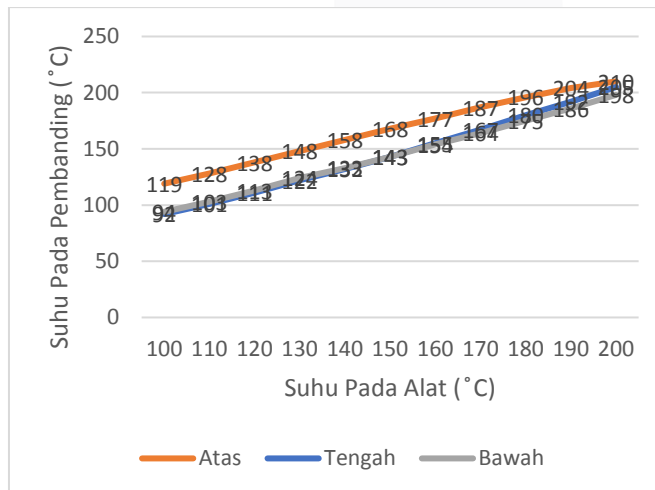
Pengukuran ini dilakukan pada tiga titik, yaitu bagian atas, tengah, dan bawah pemanas. Pengukuran dilakukan dengan cara memasukkan termokopel pengkalibrasi ke dalam quartz tube dan menempatkan sensor termokopel pengkalibrasi ke tiap titik yang diukur. Berikut adalah grafik yang diperoleh dari pengukuran *heater 1*, *heater 2*, *heater 3*, dan *heater 4*.



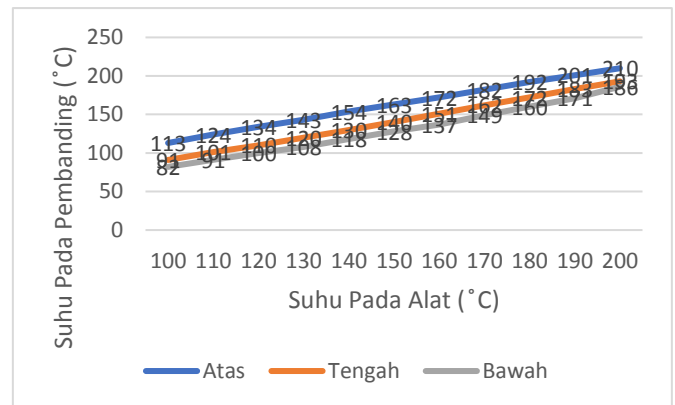
GAMBAR 4.1 Perbandingan Pengukuran Tiga Titik Pada Pemanas Satu



GAMBAR 4.2 Perbandingan Pengukuran Tiga Titik Pada Pemanas Dua



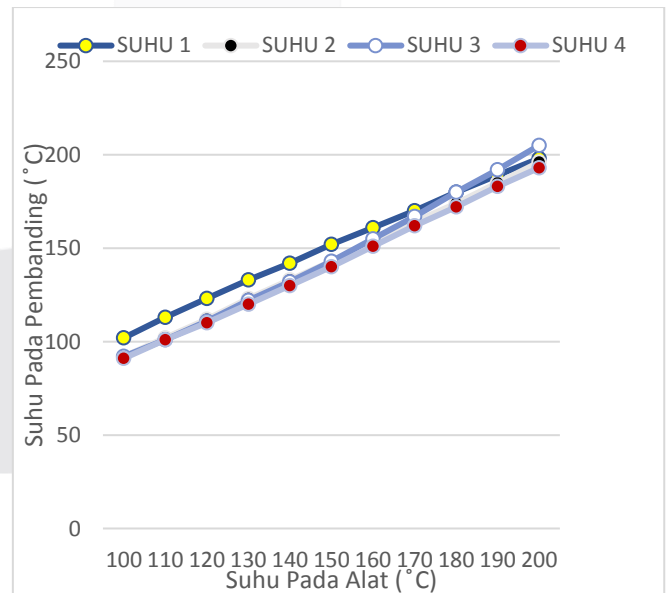
GAMBAR 4.3 Perbandingan Pengukuran Tiga Titik Pada Pemanas Tiga



GAMBAR 4.4 Perbandingan Pengukuran Tiga Titik Pada Pemanas Empat

Pada Gambar 4.1, Gambar 4.2, Gambar 4.3, dan Gambar 4.4 dapat dilihat bahwa pengukuran suhu tiga titik pada tiap pemanas yaitu titik atas, tengah dan bawah menunjukkan tiap bagian pada pemanas memiliki suhu yang berbeda. Pada bagian atas pemanas, pembanding mendeteksi nilai suhu yang lebih tinggi daripada nilai suhu pada alat. Pada bagian tengah pemanas, pembanding mendeteksi nilai suhu yang hampir sama dengan nilai suhu pada alat. Pada bagian bawah, pengkalibrasi mendeteksi nilai suhu yang lebih rendah daripada nilai suhu pada alat. Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa tiap bagian pada pemanas memiliki nilai suhu yang berbeda. Nilai suhu yang hampir mendekati sama adalah pada bagian tengah pemanas, karena sensor suhu pada alat diletakkan pada bagian tengah pemanas..

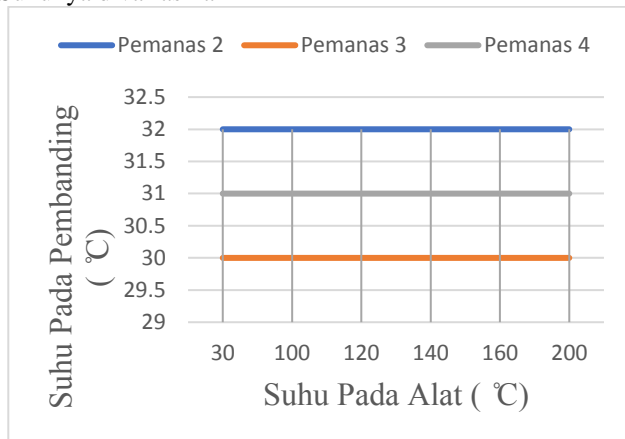
## 2. Pengukuran Suhu Pada Bagian Tengah Pemanas



GAMBAR 4.5 Data pengukuran suhu bagian tengah pada tiap pemanas

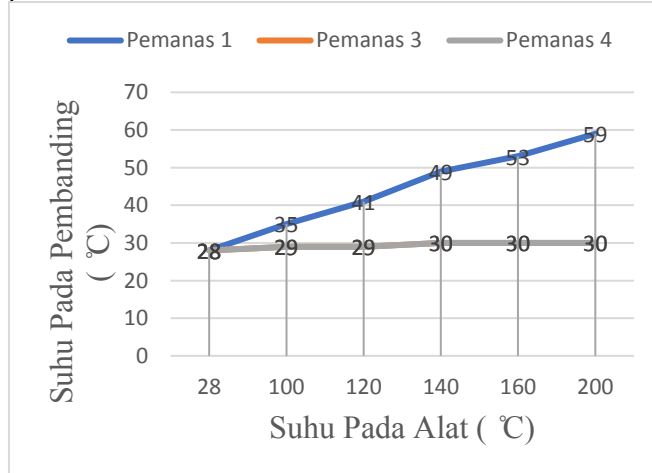
Dari Gambar 4.5 dapat dilihat bahwa data yang dihasilkan dari pengukuran suhu yang dideteksi tidak 100% sama dengan suhu yang ditampilkan pada alat. Hal itu disebabkan karena pada pemanas kawat, tiap bagian nya memiliki suhu yang berbeda tergantung pada bagian yang dideteksi oleh pemanas.

c. Pengaruh Pada Pemanas Lain Jika Salah Satu Pemanas Suhunya divariasikan



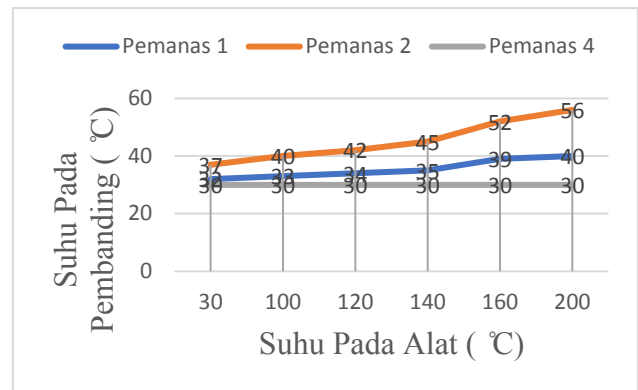
GAMBAR 4.6 Grafik pengaruh variasi suhu pada pemanas 1 ke pemanas lain

Pada Gambar 4.6 diketahui bahwa ketika suhu pada pemanas 1 divariasikan, tidak terjadi perubahan atau pengaruh pada pemanas lain



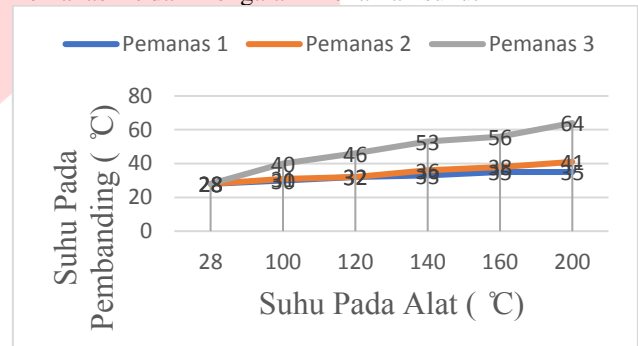
GAMBAR 4.7 Grafik pengaruh variasi suhu pada pemanas 2 ke pemanas lain

Pada Gambar 4.7 diketahui bahwa ketika suhu pemanas 2 divariasikan. Suhu pada pemanas 1 mengalami rata-rata kenaikan pada keseluruhan variasinya adalah 6,2°C. Sedangkan pada pemanas 3 dan 4, keseluruhan variasi suhu naik dari 28°C ke 30°C.



GAMBAR 4.8 grafik pengaruh variasi suhu pada pemanas 3 ke pemanas lain

Pada Gambar 4.8 diketahui bahwa jika suhu pemanas 3 divariasikan, suhu pada pemanas 1 mengalami rata-rata kenaikan 1,6°C. Pada pemanas 2 rata-rata kenaikan suhu yang terjadi dari keseluruhan variasinya yaitu sebesar 3,8°C. Pemanas 4 tidak mengalami kenaikan suhu.

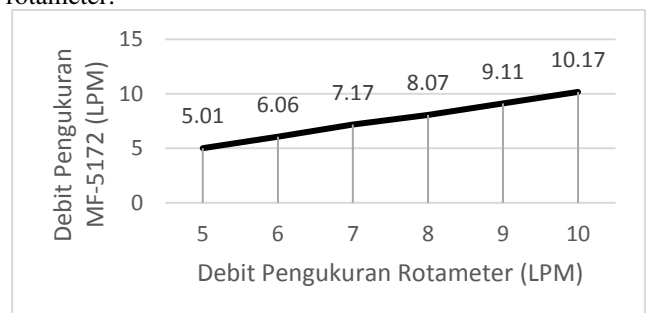


GAMBAR 4.9 grafik pengaruh variasi suhu pada pemanas 4 ke pemanas lain

Pada gambar 4.9 dapat dilihat bahwa seluruh pemanas terpengaruh jika pemanas 4 suhunya divariasikan. Rata-rata kenaikan suhu pada pemanas 1, 2, dan 3 adalah sebesar 1,4°C, 2,6°C, dan 7,2°C dari keseluruhan variasinya.

## B. Penyesuaian Flow

Penyesuaian *Flow* dilakukan untuk memastikan keluaran debit aliran nitrogen yang diukur menggunakan rotameter merupakan nilai debit aliran nitrogen yang sebenarnya. Penyesuaian ini dilakukan dengan membandingkan antara flowmeter digital MF-5721 dengan rotameter yang digunakan pada alat *spray drying*. Dari hasil perbandingan terbentuk suatu grafik yang menyatakan besarnya nilai ukur yang terdeteksi pada flowmeter digital MF-5721 dan rotameter.



GAMBAR 4.10 Penyesuaian Flow



Dari Gambar 4.10 diketahui bahwa perbandingan antara debit pengukuran yang dilakukan menggunakan Rotameter dan MF-5172 masih memiliki perbedaan yang kecil. Hal ini terjadi karena kesalahan pengamat ketika mengamati nilai keluaran debit pada rotameter yang harus ditinjau secara manual.

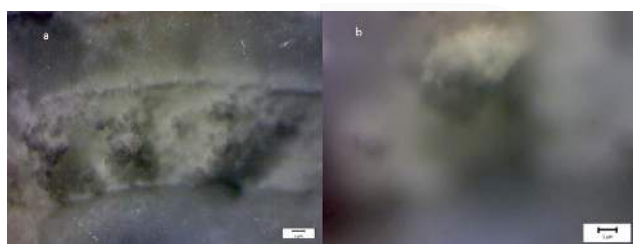
### C. Pengaruh Flow dan Empat Tahap Pemanasan Terhadap Bentuk dan Ukuran Partikel

Untuk melihat pengaruh flow dan empat tahap pemanasan terhadap bentuk dan ukuran partikel, flow dan pemanas divariasikan nilainya. Besar flow yang digunakan yaitu 5l/min dan 7,5 l/min. Untuk pemanas, variasi yang digunakan yaitu rendah semua, tinggi-rendah, rendah-tinggi, tinggi semua.

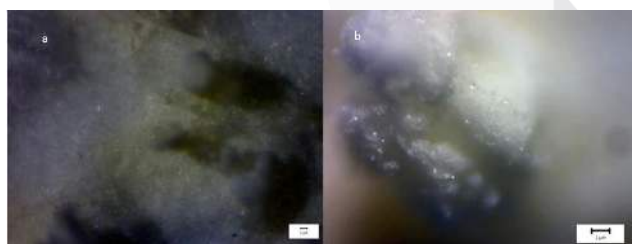
#### 1. Flow Nitrogen 5l/min



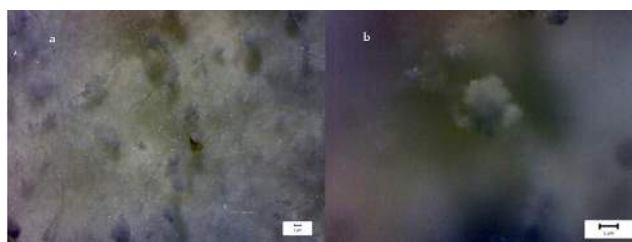
GAMBAR 4.11 Hasil Partikel yang diproses dengan suhu rendah semua



GAMBAR 4.12 Hasil Partikel yang diproses dengan suhu tinggi rendah



GAMBAR 4. 13 Hasil partikel yang diproses dengan suhu rendah-tinggi



GAMBAR 4. 14 Hasil partikel yang diproses dengan suhu tinggi semua

TABEL 4.1 Ukuran Partikel dengan flow 5l/min

Rendah Semua	Tinggi – Rendah	Rendah-Tinggi	Tinggi semua
2,96 $\mu\text{m}$	1,1 $\mu\text{m}$	2,3 $\mu\text{m}$	1,38 $\mu\text{m}$

Ket:

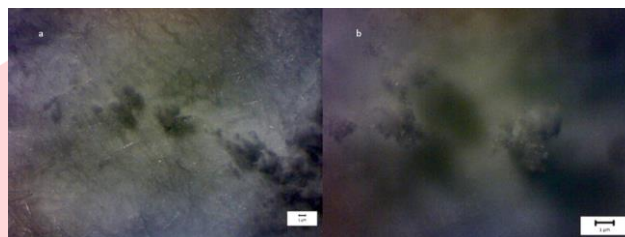
Rendah semua: Pemanas 1 – Pemanas 4 = 150° C

Tinggi-Rendah: Pemanas 1-2 = 150° C. Pemanas 3-4 = 350° C

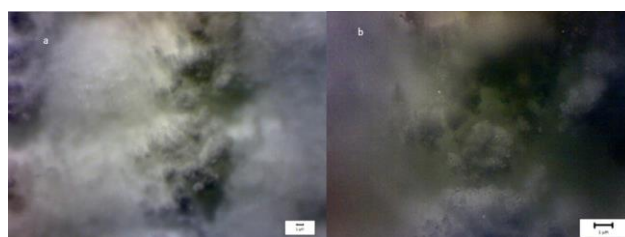
Rendah-Tinggi: Pemanas 1-2 = 350° C. Pemanas 3-4 = 150° C

Tinggi Semua: Pemanas 1 – Pemanas 4 = 350°

#### 2. Flow Nitrogen 7,5 l/min



GAMBAR 4.15 Hasil partikel yang diproses dengan suhu tinggi-rendah



GAMBAR 4. 16 Hasil Partikel yang diproses dengan suhu rendah-tinggi

TABEL 4.2 Ukuran Partikel dengan Flow 7,5 l/min

Tinggi – Rendah	Rendah-Tinggi
1,04 $\mu\text{m}$	0,9 $\mu\text{m}$

Perbedaan dari kedua flow tersebut yaitu pada flow yang lebih kecil, hasil produksi spray dryer yang terlihat pada partikel kolektor lebih banyak daripada flow yang lebih besar. Hal ini disebabkan karena flow yang lebih besar mampu mendorong partikel sehingga melewati rongga yang ada pada partikel kolektor.

Karakteristik dari proses spray drying selain waktu pengeringan singkat, Proses spray drying juga dapat menghasilkan produk yang berbentuk bulat [7]. Partikel bulat bisa berbentuk pejal maupun berongga tergantung pada material, kondisi umpan dan kondisi pengeringan [8]. Hal tersebut sesuai dengan hasil yang diperoleh. Dimana partikel yang dihasilkan beragam bentuknya, mulai dari pejal, berongga, dan kasar.

## V. KESIMPULAN

- A. Variasi suhu dan flow yang dilakukan pada pengujian berpengaruh terhadap ukuran dan bentuk dari partikel. Ketika larutan diproses dengan suhu 150 °C yang terkategori rendah, partikel yang dihasilkan memiliki bentuk bulat kasar tidak beraturan dan ukuran partikel yang dihasilkan yaitu 2,96 µm. Ukuran partikel mengecil menjadi 1,38 µm ketika diproses dengan suhu tinggi yaitu 350 °C.
- B. Berdasarkan hasil penyesuaian suhu, jarak antar pemanas mempengaruhi besarnya kalor yang dapat dipengaruhi terhadap pemanas lain.

## REFERENSI

- [1] J. R.T., "Menentukan Waktu dan Laju Pengeringan pada Alat Spray Dryer Hasil Pembuatan Susu Bubuk Berbasis Jagung," p. 46, 2020.
- [2] D. R.T., T. C. and S. S. , "Pengaruh Suhu dan Laju Alir Udara Pengering pada Pengeringan Karaginan Menggunakan Teknologi Spray Dryer," pp. 298-304, 2012.
- [3] A. R. M. "Pengaruh Temperatur Inlet Udara dan Tekanan Udara Nozzle Terhadap Distribusi Temperatur dan Efisiensi Termal Spray Dryer," pp. 16-22, 2020.
- [4] S. N. L. H. and T. A. Apriyani, "Pengeringan dengan Metode Transfer Panas Sangat Penting dalam Industri Farmasi," 14 June 2012. [Online]. Available: <https://tsffaunsoed2009.wordpress.com/2012/06/14/pengeringan-dengan-metode-transfer-panas-sangat-penting-dalam-industri-farmasi/>. [Accessed 29 October 2021].
- [5] W. H. Z. Alghifari, "Desain Spray Dryer Sebagai Perencanaan Sistem Destilasi Air Laut Pada Kapal Perikanan 100 GT," p. 95, 2017.
- [6] W. S. McCabe, Unit Operation of Chemical Engineering, 3rd Edition, Tokyo: Mc Graw-Hill Book Company, Kogusha, Ltd., 1976.
- [7] H. D. R. and R. P. Singh, Food Process Engineering Second Edition, New York: Van Nostrand Reinhold, 1981.
- [8] R. Revari, I. M. Ariana and A. Z. M.F, "Rancang Bangun Alat Pereduksi Particulate Matter (PM) Gas Buang Mesin Diesel dengan Metode Cyclone," vol. I, p. 2, 2012.