

OPTIMASI PROSES PENGERINGAN SEMPROT UNTUK MEMPERKECIL UKURAN PARTIKEL AP HINGGA $\leq 38 \mu\text{M}$

Anita Pinalia, Bayu Prianto, Ratna Rizki Puspitasari
Pusat Teknologi Roket, LAPAN
anita.pinalia@lapan.go.id

Abstrak

Pengecilan partikel amonium perklorat (AP) perlu dilakukan guna memenuhi kebutuhan proses pembuatan propelan komposit di LAPAN yang menggunakan tri moda (tiga ukuran partikel AP). Proses pengecilan ukuran partikel AP dilakukan dengan metode pengeringan semprot. Ada beberapa variabel yang dapat mempengaruhi ukuran yang dihasilkan dalam proses pengeringan semprot, diantaranya konsentrasi larutan, laju alir umpan, laju *spray* gas, dan temperatur *inlet*. Dari penelitian ini diperoleh beberapa kondisi optimum untuk menghasilkan AP dengan ukuran $\leq 38 \mu\text{m}$, antara lain konsentrasi larutan 7,5% berat, laju alir umpan 5 ml/menit, laju *spray* gas 505 l/j dan temperatur *inlet* 180oC.

Kata Kunci: Ammonium Perklorat, Pengering Semprot, Propelan

Abstract

Reduction particles of ammonium perchlorate (AP) needs to be done for manufacturing process of composite propellant in LAPAN that uses tri mode (three AP particle size). AP particle size reduction process is carried out by spray drying method. There are several variables that can affect the resulting size in the spray drying process, such as solution concentration, feed flow rate, flow rate of spray gas, and the inlet temperature. From this research obtained some optimum conditions to produce the AP with the size of $\leq 38 \mu\text{m}$, including a concentration of 7,5% by weight, the feed flow rate of 5 ml / min, the flow rate of spray gas 505 l / h and the inlet temperature of 180oC.

Keywords: Ammonium Perchlorate, Spray Dryer, Propellant

1. PENDAHULUAN

Propelan padat biasanya digunakan sebagai bahan bakar padat untuk roket dan rudal. Propelan komposit merupakan propelan padat yang terdiri dari kristal oksidator, pengikat, *curing agent*, bahan bakar logam, katalis pembakaran, dan komponen lainnya[1]. AP yang berperan sebagai oksidator telah banyak digunakan dalam propelan komposit sejak tahun 1960-an, juga telah banyak digunakan dalam balistik taktis dan propulsi [2][3]. Dalam jenis propelan komposit, AP banyak digunakan sebagai oksidator karena karakteristiknya yang unik yaitu memiliki kemampuan pemanasan zat sampai membakar habis dengan cepat atau dikenal dengan istilah *self-supporting deflagration*[3].

AP merupakan senyawa anorganik dengan rumus kimia NH_4ClO_4 . Dikenal sebagai garam dari asam perklorat dan amonia. AP merupakan oksidator kuat, karena itu menjadi oksidator utama dalam propelan padat. AP dihasilkan oleh reaksi antara amonia dan asam perklorat. Mayoritas AP digunakan untuk membuat propelan padat. Ketika AP dicampur dengan bahan bakar, seperti bubuk aluminium dan/atau pengikat elastomer, dapat menghasilkan pembakaran diri berkelanjutan di bawah tekanan atmosfer. Ini adalah oksidator penting dengan sejarah dekade-panjang digunakan dalam peluncuran roket propelan padat ke angkasa (termasuk roket pendorong pesawat ruang angkasa), militer, amatir, roket bertenaga tinggi, serta di beberapa kembang api[4].

Tingginya laju pembakaran propelan yang menghasilkan sejumlah besar gas pembakaran dalam waktu singkat dibutuhkan agar memungkinkan roket untuk bisa terbang dengan kecepatan yang lebih cepat. Salah satu teknik yang biasa digunakan untuk mengubah laju pembakaran propelan roket padat adalah dengan mengubah ukuran partikel amonium perklorat. Secara umum penurunan ukuran partikel atau

peningkatan luas permukaan spesifik amonium perklorat menghasilkan peningkatan laju pembakaran dari AP propelan padat[5].

Proses pengecilan partikel AP dilakukan dengan metode pengering semprot. Proses pengeringan semprot banyak digunakan dalam industri makanan maupun farmasi sebagai proses untuk pembuatan powder[6][7]. Beberapa penelitian tentang aplikasi proses pengeringan semprot untuk memperkecil ukuran partikel AP telah dilakukan[5][8][9]. Dalam proses pengeringan semprot, cairan disemprotkan dan dikontakkan dengan udara panas untuk menguapkan pelarut yang berada dalam suatu larutan. Produk yang dihasilkan berbentuk partikel. Kontak antara udara panas dan cairan dapat terjadi melalui *co-current* maupun *counter-current*[7].

Pada penelitian-penelitian sebelumnya[8] telah diperoleh partikel AP berukuran 38 μm dengan metode *spray drying* menggunakan alat Mini *spray dryer* Buchi B-290 (Gambar 1-1). Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh kondisi optimum dalam proses pengeringan semprot untuk menghasilkan partikel AP berukuran < 38 μm .



Mini Spray Dryer B-290	
Power Rating	2900 W
Voltage	200/230 V, 50–60 Hz
Evaporative Capacity	1.0 l/hr H ₂ O, higher for organic solvents
Air Flow	Max. of 35 cu. m./hr
Motor Control	Frequency Converter
Max. Temperature Input	220 °C
Heating Capacity	2300 W
Heating Control	PT-100, Fuzzy Logic, Control Accuracy ± 3 °C
Interface	Serial port RS-232 for all parameters
Spray Gas	Compressed air or nitrogen, 200–1000 l/hr, 5–8 bar
Nozzle Diameter	0.7 mm Standard, 1.4 and 2.0 mm as accessories
Nozzle Cap	1.4 mm and 1.5 mm diameter
Mean Dwell Time	1.0–1.5 seconds
Possible particle diameter range	1–25 μm
Materials in contact with product	Acid-resistant stainless steel, 3.3 Borosilicate glass, FPM, Silicone
Dimensions LxWxH	60 x 50 x 110 cm
Weight	48 kg
Inert Loop B-295	
Power Rating	1 kW
Connection Voltage	200/230 V, 50–60 Hz
min. Outlet Temperature	down to -20 °C
Rate of Cooling	800 W at -10 °C
Dimensions LxWxH	60 x 70 x 77 cm
Weight	95 kg

Gambar 1-1 Mini *Spray Dryer* B-290 [www.buchi.com]

2. METODOLOGI

2.1. Bahan dan Alat

Penelitian ini dilakukan di Lab Amonium Perklorat. Bahan yang digunakan yaitu AP berukuran 177–250 μm dan Aquadest sebagai pelarut. Sedangkan alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pengering semprot Merk Buchi dengan tipe Mini *Spray Dryer* B-290 sebagai alat utama untuk memperkecil ukuran partikel AP. Sedangkan alat pendukung yang digunakan yaitu *Stirer Hot Plate* untuk pelarutan AP 177–250 μm ; *Moisture analyzer*; *Screen Mesh*, dan *Analytical Ballance*.

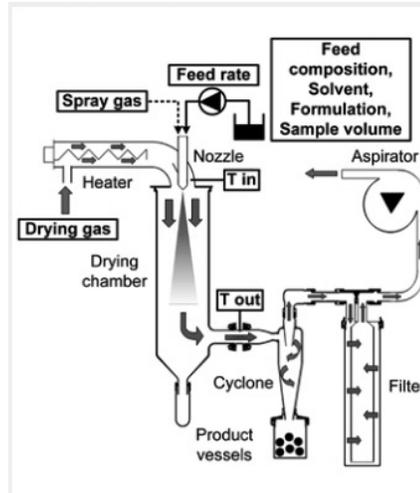
2.2. Langkah Kerja

Preparasi Bahan

Proses preparasi bahan dilakukan dengan melarutkan kristal amonium perklorat hasil produksi LAPAN tahun 2010–2012 yang berukuran ± 177 –250 μm dengan varian konsentrasi; 7.5%, 10% dan 12.5% dalam pelarut aquadest.

Pengeringan Semprot

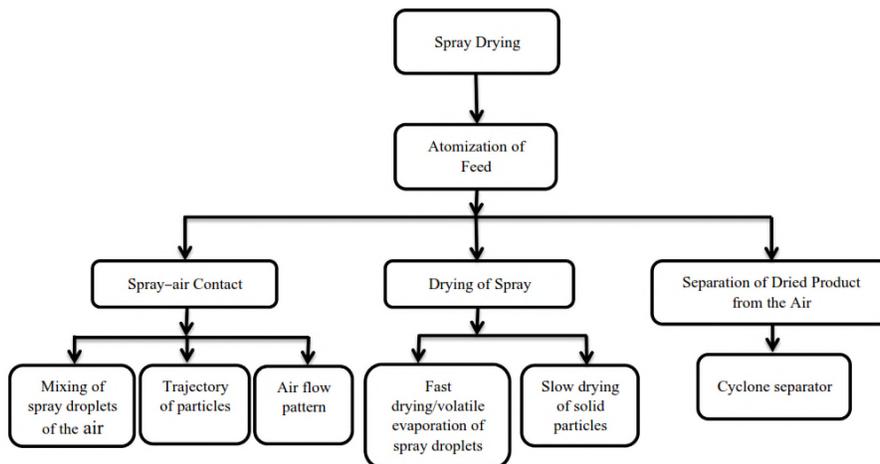
Tahap yang kedua yaitu proses pengering semprot. Larutan AP yang sudah disaring, kemudian diumpukan ke dalam alat pengering semprot (Gambar 2-1). Proses yang terjadi dalam alat pengering semprot dapat dilihat pada Gambar 2-2.



Gambar 2-1. Proses pengering semprot AP (www.buchi.com)

Variabel proses:

- a. Variabel Tetap
 - Aspirator : 100%
 - Laju *Spray Gas* : 505l/j
- b. Variabel berubah
 - Konsentrasi AP : 7,5 %, 10% berat, 12,5% berat
 - Temperatur *inlet* : 170°C, 180°C, 200°C
 - Laju Alir Umpan : 3 ml/menit 5 ml/menit, 10 ml/menit, 15 ml/menit



Gambar 2-2. Skema proses pengeringan semprot (10)

Tahap terakhir dari rangkaian proses ini yaitu *finishing*. Kristal yang terkumpul pada tangki Produk dipanen, ditimbang, dan diayak untuk mengetahui distribusi ukuran kristal yang dihasilkan. Selain itu juga dilakukan sampling untuk mengukur kandungan air kristal.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh konsentrasi larutan AP, laju alir umpan, dan laju *spray* gas dalam proses *spray drying* telah dilaporkan sebelumnya[5][11][12]. Bahwa dalam proses *spray drying* AP, semakin tinggi konsentrasi solid dalam larutan, akan semakin banyak ukuran partikel kecil ($< 38 \mu\text{m}$) yang dihasilkan dan semakin tidak berpori juga partikel produk yang dihasilkan terutama jika temperatur *inlet* yang digunakan terlalu tinggi[5]. Sementara itu laju alir *spray* gas mempengaruhi proses penguapan, serta pada laju *spray* gas 505 l/j pada setiap konsentrasi larutan AP diperoleh kondisi optimal untuk menghasilkan kristal yang berukuran $< 38 \mu\text{m}$ [12].

Berdasarkan data-data penelitian yang telah dilaporkan sebelumnya[5][11][12], maka dilakukan penelitian optimasi kondisi proses pengeringan semprot. Kondisi optimum yang telah dicapai yaitu laju *spray* gas 505 l/j. Oleh karena itu dilakukan optimasi pada variabel-variabel yang lain diantaranya temperatur *inlet*, konsentrasi larutan, dan laju alir umpan dengan variabel tetap laju *spray* gas 505 l/j. Data laju *spray* gas 505 l/j pada temperatur *inlet* 200°C dapat dilihat pada Tabel 3-1, dan 3-2.

Tabel 3-1. Data Proses Pengeringan Semprot *Spray* Gas 505 l/j; Temperatur *Inlet* 200 °C; Laju Alir Umpan 5ml/menit

<i>Spray</i> Gas Flow Rate (l/h)	Concentration (% w/w)	Filter P _{in} (mbar)	Filter P _o (mbar)	T _o (°C)
505	12,5	-63	-70	114
	10	-64	-77	112
	7,5	-62	-72	109

Sumber: [12]

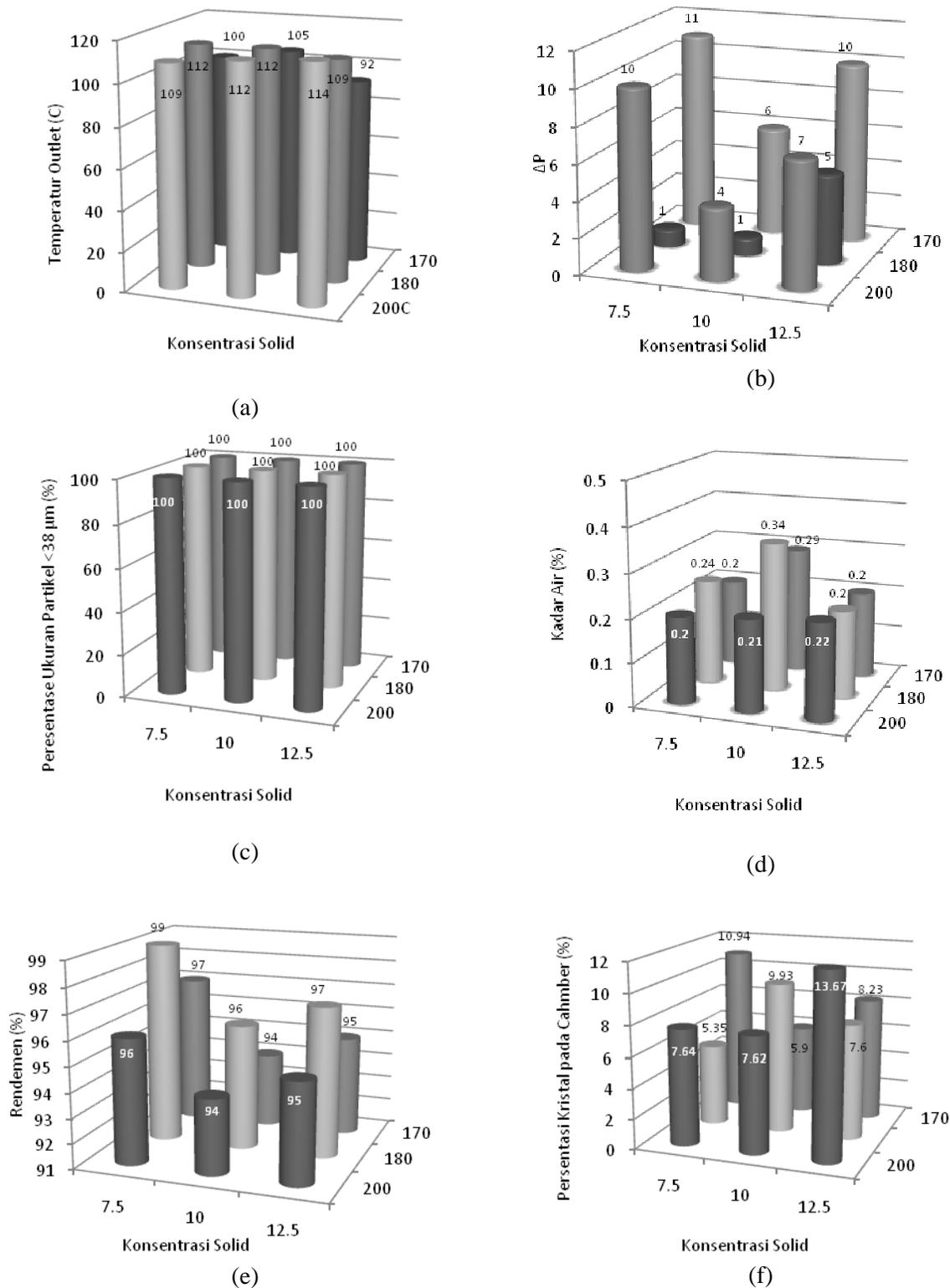
Tabel 3-2. Data Proses Pengeringan Semprot *Spray* Gas 505 l/j; Temperatur *Inlet* 200 °C; Laju Alir Umpan 5ml/menit

<i>Spray</i> Gas Flow Rate (l/h)	Concentration (% w/w)	Sticky Particle on chamber (% w/w)	Water Content (% w/w)	Y (% w/w)	Particle Size (% w/w)	
					$< 38 \mu\text{m}$	$> 38 \mu\text{m}$
505	12,5	13,69	0,20	95	100	0
	10	7,62	0,19	94	100	0
	7,5	7,64	0,11	96	100	0

Sumber: [12]

3.1. Optimasi Parameter Proses Temperatur *Inlet*

Optimasi parameter proses temperatur *inlet* dilakukan dengan varian temperatur 200°C, 180°C, dan 170°C. Data temperatur *inlet* 200°C yang digunakan yaitu data yang diperoleh pada penelitian sebelumnya (Tabel 3-1 dan 3-2). Sedangkan data proses dengan varian temperatur *inlet* 180°C, dan 170°C diperoleh pada penelitian ini[13]. Kondisi proses dengan tiga varian temperatur *inlet* tersebut disajikan pada Gambar 3-1.



Gambar 3-1. Data proses pengeringan semprot dengan tiga varian temperaturinlet (a) Temperatur inlet terhadap temperatur outlet (b) Temperatur inlet terhadap ΔP (c) Temperatur inlet terhadap ukuran partikel (d) Temperatur inlet terhadap kadar air (e) Temperatur inlet terhadap rendemen (f) Temperatur Inlet terhadap penempelan kristal pada chamber

Pada Gambar 3-1 (a) dapat dilihat bahwa temperatur *inlet* berbanding lurus dengan temperatur *inlet*. Semakin kecil temperatur *inlet*, maka temperatur *outlet* akan semakin kecil. Hal ini dikarenakan pada alat *spray dryer*, temperatur *outlet* tidak dapat diatur, berbeda dengan temperatur *inlet*. Hasil temperatur *outlet* didapatkan dari kombinasi temperatur *inlet* (udara pengeringan), debit bahan, dan konsentrasi bahan (Adamopoulos dan Goula). Pernyataan tersebut sesuai dengan hasil penelitian ini yang menghasilkan temperatur *outlet* yang berbeda-beda baik pada setiap varian temperatur *inlet* maupun konsentrasi larutan [13]. Gambar 3-1(a) juga menjelaskan bahwa antara temperatur *inlet* 200°C dengan temperatur *inlet* 180°C dan temperatur *inlet* 170°C tidak berbeda secara signifikan. Dengan demikian dilihat dari sisi pencapaian temperatur *outlet*, temperatur *inlet* 180°C dan 170°C dapat menjadi alternatif pilihan sebagai temperatur proses yang optimum. Karena jika menggunakan temperatur *inlet* 200°C energi yang dibutuhkan untuk mencapai temperatur tersebut lebih besar, sehingga menjadi tidak efisien.

Pada proses pengeringan semprot, temperatur *inlet* juga berpengaruh terhadap kondisi proses lainnya. Pada Gambar 3-1 (b) ΔP terkecil diperoleh pada kondisi temperatur *inlet* 180°C. Jika dirata-ratakan ΔP pada setiap varian konsentrasi solid, ΔP yang dicapai pada temperatur *inlet* 180°C yaitu sebesar 2,3. Sementara pada temperatur *inlet* 200°C ΔP yang dicapai yaitu 7 dan pada temperatur *inlet* 170°C ΔP yang dicapai yaitu 9. ΔP merupakan selisih antara tekanan awal dan tekanan akhir pada *outlet filter*. Nilai tekanan minus pada *outlet filter* mengindikasikan kondisi vakum di dalam *outlet filter* (Tabel 3-1). Semakin tinggi ΔP yang dicapai menunjukkan bahwa kondisi di dalam *outlet filter* semakin vakum. Kondisi semakin vakum dalam *outlet filter* disebabkan adanya sumbatan pada membran *filter*. Sumbatan dapat terjadi karena partikel-partikel halus terbawa oleh udara panas yang mengalir ke luar sistem melalui *cyclone* dan *outlet filter* (Gambar 2-1). Partikel yang terbawa oleh udara panas seharusnya terpisah di dalam *cyclone*; partikel menuju tangki produk, sementara udara panas mengalir ke arah luar sistem melalui *outlet filter*. Pada kondisi partikel dengan ukuran sangat halus dan terlalu ringan, pemisahan mungkin saja tidak terjadi. Sehingga partikel ikut terbawa oleh udara panas. Sebelum ke luar sistem, udara panas akan disaring pada *filter*. *Outlet Filter* memiliki membran yang dapat menyaring partikel berukuran sangat halus. Inilah yang mengakibatkan sumbatan pada membran *filter* sehingga kondisi *outlet filter* menjadi sangat vakum. Dilihat dari sisi ini, temperatur *inlet* 180°C merupakan temperatur *inlet* yang ideal.

Partikel AP yang dihasilkan pada penelitian ini 100% berukuran <38 μm , baik pada temperatur *inlet* 200°C, 180°C, maupun 170°C (Gambar 3-1 (c)). Kadar air yang diperoleh pada produk pun tidak berbeda signifikan pada ketiga varian konsentrasi tersebut (Gambar 3-1 (d)). Akan tetapi dilihat dari sisi penempelan kristal pada *chamber*. Pada temperatur *inlet* 180°C, persentase kristal yang menempel pada *chamber* paling kecil jika dibandingkan temperatur *inlet* 200°C dan 170°C (Gambar 3-1 (f)).

Selain itu temperatur *inlet* 180°C juga memiliki kelebihan yang lain dengan menghasilkan rendemen terbanyak dibandingkan dua varian temperatur *inlet* lainnya (Gambar 3-1 (e)). Hal ini disebabkan pada kondisi temperatur *inlet* 180°C partikel halus yang dihasilkan tidak terlalu banyak sehingga tidak banyak juga partikel yang ikut terbawa oleh udara panas menuju *outlet filter* yang ditunjukkan dengan rendahnya nilai ΔP (Gambar 3-1 (b)). Selain itu, jumlah kristal yang menempel pada *chamber* juga sedikit jika dibandingkan dengan temperatur *inlet* lainnya. Penempelan kristal pada *chamber* disebabkan terjadinya kontak antara droplet dengan dinding *chamber*. Hal ini mengakibatkan mengakibatkan terbentuknya lapisan pada dinding *chamber*.

Banyaknya kristal yang tertahan/menempel pada ruang *chamber* tidak direkomendasikan, terutama dalam proses pengeringan semprot skala pilot atau dengan skala yang lebih besar. Karena dalam proses pengeringan semprot skala besar, partikel/lapisan yang terbentuk pada dinding *chamber* akan sulit untuk dipanen, dan sangat besar kemungkinan terbuang. Dengan demikian rendemen yang dihasilkan akan semakin kecil, dan mengakibatkan proses menjadi tidak efisien. Kecilnya rendemen dan proses yang tidak efisien tentunya akan berdampak pada *production cost* yang lebih besar.

Berdasarkan paparan di atas maka dapat disimpulkan bahwa temperatur *inlet* yang paling ideal untuk proses pengeringan semprot pada laju *spray* gas 505 l/j dan laju alir umpan 5 ml/menit adalah temperatur *inlet* 180°C. Dengan demikian pada proses selanjutnya dapat digunakan temperatur *inlet* 180°C sebagai variabel tetap. Selain dapat mengurangi konsumsi energi dalam proses pengeringan, penggunaan temperatur *inlet* yang lebih rendah juga diduga dapat menjaga kualitas produk. Sesuai dengan hasil

penelitian yang dilakukan oleh Fernández-Pereza dkk, 2004, bahwa semakin tinggi suhu udara masuk, semakin cepat penguapan bahan. Namun, produk dikenakan suhu yang lebih tinggi dapat merusak sifat kimia atau sifat fisiknya[13].

3.2. Optimasi Parameter Proses Konsentrasi Solid

Pengaruh konsentrasi solid dalam proses pengeringan semprot telah dilaporkan sebelumnya bahwa secara teoritis semakin tinggi konsentrasi larutan, maka ukuran kristal produk yang dihasilkan juga semakin besar. Hal ini dikarenakan adanya tegangan permukaan dalam larutan. Tegangan permukaan terjadi karena permukaan zat cair cenderung untuk menegang, sehingga permukaannya tampak seperti selaput tipis. Hal ini dipengaruhi oleh adanya gaya kohesi antar molekul air. Pada dasarnya tegangan permukaan suatu zat cair dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya suhu dan zat terlarut. Dimana keberadaan zat terlarut dalam suatu cairan akan mempengaruhi besarnya tegangan permukaan[6][5][12].

Berdasarkan Gambar 3-1 (a-f), dapat dilihat perbedaan antara konsentrasi solid 7,5%, 10%, dan 12,5%. Konsentrasi dari larutan yang dipergunakan mempengaruhi juga proses penguapan yang terjadi, semakin rendah konsentrasi berat larutan AP semakin mudah proses penguapan terjadi. Antara zat terlarut yang merupakan molekul ionik dengan pelarutnya yang merupakan air terjadi ikatan polar antar keduanya. Kekuatan ikatan antara zat terlarut AP dengan air mempengaruhi proses penguapan, semakin banyak jumlah zat terlarut maka semakin kuat ikatan polar antar keduanya sehingga proses penguapan menjadi lebih sulit terjadi karena molekul air lebih cenderung terikat dengan zat terlarut. Hal ini didukung dengan data yang diperoleh dari penelitian, baik pada parameter temperatur *inlet* 200°C, 180°C dan 170°C, semakin rendah konsentrasi larutan AP yang dipergunakan semakin rendah kandungan air dalam produk yang dihasilkan[13] hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang disajikan dalam Gambar 3-1 (d).

Pada Gambar 3-1 (f), semakin kecil konsentrasi larutan semakin kecil juga persentase penempelan kristal pada *chamber*. Hal ini disebabkan proses penguapan dan berat kristal yang terbentuk di dalam *chamber* mempengaruhi jumlah kristal yang tertahan / menempel dalam ruang *chamber* tersebut. Semakin berat kristal AP yang terbentuk dalam *chamber* semakin sulit kristal AP tersebut untuk terbawa oleh udara panas dari sistem *spray drying* tersebut untuk menuju *cyclone* maupun wadah penampungan kristal. Berat dari kristal yang terbentuk bergantung dari konsentrasi zat terlarut dan kandungan air yang masih tersisa dalam produk kristal yang dihasilkan. Semakin rendah zat terlarut maka berat kristal yang dihasilkan akan semakin rendah juga, hal ini didukung dengan data penelitian baik pada parameter temperatur *inlet* 200°C, dan 180°C semakin rendah konsentrasi larutan AP yang digunakan, semakin rendah jumlah kristal AP yang tertahan / menempel pada ruang *chamber*. Namun, tidak terjadi pada temperatur *inlet* 170°C, pada konsentrasi larutan 7,5% berat diperoleh persentase kristal yang menempel pada *chamber* jauh lebih besar daripada konsentrasi larutan 10% maupun 12,5% berat. Belum diketahui penyebab terjadinya hal tersebut, tapi hipotesis sementara adalah jika diasumsikan bahwa probabilitas untuk terjadinya tumbukan baik pada konsentrasi rendah maupun tinggi adalah sama, laju proses aglomerasi dari tumbukan partikel tersebut lebih besar daripada laju penguapan partikel yang bertumbukan tersebut[13].

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa kecilnya persentase kristal yang menempel pada *chamber* mengakibatkan rendemen yang dihasilkan semakin besar. Hal ini juga terlihat pada konsentrasi solid 7,5 % khususnya pada temperatur *inlet* 180°C (Gambar 3-1 e dan f). Konsentrasi solid 7,5 % memiliki rendemen paling tinggi. Dengan demikian konsentrasi solid 7,5 % merupakan konsentrasi paling ideal untuk proses pengeringan semprot dengan laju *spray* gas 505 l/j, laju alir umpan 5ml/menit dan temperatur *inlet* 180°C.

3.3. Optimasi Parameter Proses Laju Alir Umpan

Telah diketahui bahwa laju *spray* gas optimum yaitu pada 505 l/j[12], dan pada penelitian ini diperoleh temperatur *inlet* optimum 180°C, oleh karena itu perlu dilakukan penelitian laju alir umpan pada kondisi laju *spray* gas 505 l/j, dengan temperatur *inlet* 180°C pada variasi konsentrasi 7,5 % dan 10 %. Varian laju alir umpan yang digunakan yaitu 3ml/menit, 5 ml/menit, 10 ml/menit, dan 15 ml/menit. Data penelitian disajikan dalam Tabel 3-3.

Tabel 3-3. Data Proses Pengeringan Semprot Spray Gas 505 l/j; Temperatur Inlet 180 °C

Konsentrasi AP (%)	Spray Gas (l/j)	Laju Alir Umpan (ml/mnt)	T _{in} (°C)	T _{out} (°C)	Tekanan Filter			Ukuran Partikel (%)		Kadar Air (%)	Rendemen (%)	Kristal pada chamber (%)
					P1	P2	ΔP	< 38 μm	> 38 μm			
7,5	505	3	180	120	-68	-68	0	100		0,39	97	3,19
10				115	-68	-69	1	100	-	0,45	93	3,88
7,5	505	5	180	112	-68	-69	1	100	-	0,24	99	5,35
10				112	-68	-69	1	100	-	0,34	96	9,93
7,5	505	10	180	88	-66	-71	5	100		0,2	96	11,4
10				99	-69	-69	0	100		0,18	96	12
7,5	505	15	180	81	-67	-67	0	89	11	0,23	93	20
10				77	-68	-68	0	88	12	0,23	95	20

Penelitian tentang laju alir umpan telah dilakukan sebelumnya[11] dan diketahui bahwa laju alir umpan yang semakin kecil menghasilkan jumlah kristal yang terkumpul di tangki produk semakin besar, ukuran kristal yang semakin kecil, dan kandungan air yang semakin kecil. Sedangkan rendemen yang dihasilkan tidak terpengaruh secara signifikan pada setiap variasi laju alir umpan. Penelitian tersebut dilakukan dengan variabel laju alir umpan 5 ml/menit, 10 ml/menit, dan 15 ml/menit pada lajuspray gas 473 l/j dengan temperatur inlet 200°C, dan diperoleh laju alir umpan yang optimum yaitu 5 ml/menit[11]. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang disajikan pada Tabel 3-3. Walaupun pada kondisispray gas 505 l/j, dan temperatur inlet 180°C, hasil yang paling baik dicapai pada laju alir umpan yang paling kecil yaitu 3ml/menit dilihat dari rendemen yang dihasilkan serta persentase kristal yang menempel pada chamber. Meskipun demikian nilainya tidak berbeda secara signifikan dengan variabel laju alir umpan 5 ml/menit. Jika hasilnya tidak berbeda secara signifikan, maka diperlukan pertimbangan lain untuk memilih parameter laju alir umpan yang optimum. Di antaranya yaitu waktu yang diperlukan untuk keseluruhan proses pengeringan semprot. Laju alir umpan yang semakin tinggi, membutuhkan waktu yang lebih sedikit dalam proses pengeringan semprot hingga larutan umpan habis dibandingkan laju alir umpan yang lebih kecil. Oleh karena itu, laju alir umpan 5 ml/menit dapat digunakan sebagai variabel proses yang optimum.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini diperoleh kesimpulan bahwa partikel AP berukuran < 38μm dapat diperoleh dengan metode pengering semprot. Proses pengering semprot memiliki beberapa variabel yang dapat mempengaruhi kondisi proses dan juga produk yang dihasilkan. Oleh karena itu dilakukan penelitian untuk memperoleh kondisi optimum parameter proses pengering semprot guna mendapat kristal berukuran < 38μm. Kondisi optimum yang dihasilkan dalam penelitian ini yaitu pada lajuspray gas 505l/j, laju alir umpan 5 ml/menit, temperatur inlet yang optimum yaitu 180°C dengan konsentrasi solid sebesar 7,5 % berat per larutan AP.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ditujukan kepada Bapak Drs. Sutrisno, M.Si. Selaku Kepala Pusat Teknologi Roket dan Bapak Dr. Heru Supriatno selaku Kepala Bidang Teknologi Propelan atas fasilitas dan dukungan dalam melakukan kegiatan penelitian ini.

PERNYATAAN PENULIS

Penulis dengan ini menyatakan bahwa seluruh isi menjadi tanggungjawab penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- 1) Shioya, Shingo, Kohga, Makoto dan Naya, Tomoki, 2014, *Burning characteristics of ammonium perchlorate-based composite propellant supplemented with diatomaceous earth*, Combustion and Flame, hal. 620–630.
- 2) Hedman, T.D., et al., 2013, *The diffusion flame structure of an ammonium perchlorate based composite propellant at elevated pressures*, Combustion Institute, Vol. 34, Issue 1, Pages 649–656.
- 3) Zhao, Wen-yuan, et al., 2016, *Large-scale production of (2,4-DHB) nM micro-nano spheres by spray drying and their application as catalysts for ammonium perchlorate*, Journal of Industrial and Engineering Chemistry.
- 4) Kakavas, P.A., 2014, *Mechanical properties of propellant composite materials reinforced with ammonium perchlorate particles*. 15 May 2014, International Journal of Solids and Structures, hal. 2019–2026.
- 5) Pinalia, Anita dan Prianto, Bayu, 2015, *Pengaruh Konsentrasi Perklorat Terhadap Ukuran Kristal pada Proses Spray Drying*, Teknologi Roket Sonda Indonesia 2015, Indonesia Book Project, Jakarta.
- 6) Maulina, Cynthia Anggi, Rosarrah, Ahdayani dan Djaeni, Mohammad, 2013, *Aplikasi Spray Dryer Untuk Pengerinan Larutan Garam Amonium Perklorat Sebagai Bahan Propelan*, Jurnal Teknologi Kimia Vol.2, No.4, hal. 84-92, Universitas Diponegoro.
- 7) Anandharamkrishnan, C., 2013, *Computational Fluid Dynamics Applications in Food Processing*, Springer Briefs in Food, Health, and Nutrition, hal. 11-25.
- 8) Pinalia, Anita, 2014, *Reduksi Ukuran Partikel Amonium Perklorat Dengan Metode Spray Drying* Majalah Sains dan Teknologi Dirgantara. Desember, 2014, Vol. 9 No. 2, hal. 75-80.
- 9) Kohga, M. dan Hagihara, Y., 1996, *The Preparation of Fine Porous Ammonium Perchlorate by the Spray-Drying Method*, Journal of the Society of Powder Technology, Vol. 33 (4), hal. 273-278.
- 10) Keshani, Samaneh, et al., 2015, *Spray Drying: An Overview On Wall Deposition, Process and Modeling*. s.l. : Elsevier, Vol. Journal of Food Engineering 146, hal. 152-162.
- 11) Pinalia, Anita dan Prianto, Bayu, 2015, *Pengaruh Laju Alir Umpan Terhadap Quantitas Ukuran, Kandungan Air Kristal Ammonium Perklorat (AP) Hasil Spray drying* Indonesia Book Project, Jakarta.
- 12) Prianto, Bayu dan Pinalia, Anita, 2015, *SPRAY DRYING PROCESS : THE EFFECT OF SPRAY GAS FLOW RATE ON AND CONCENTRATION OF AMMONIUM PERCHLORATE SOLUTION*, Indonesia Book Project, Jakarta
- 13) Pinalia, Anita, 2016, *Pengaruh Temperatur Inlet Terhadap Kristal AP Hasil Spray Drying*, LAPAN, Laporan Teknis Intern, April 2016.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS**DATA UMUM**

Nama Lengkap : Anita Pinalia
 Tempat &Tgl. Lahir : Bogor, 23 Februari 1985
 Jenis Kelamin : Perempuan
 Instansi Pekerjaan : LAPAN
 NIP. / NIM. : 19850223 200912 2 001
 Pangkat / Gol.Ruang : Penata Muda Tk.1 / III.b
 Jabatan Dalam Pekerjaan : Peneliti Pertama
 Agama : Islam
 Status Perkawinan : Menikah

DATA PENDIDIKAN

SLTA	: SMUN 1 Rumpin	Tahun: 1999-2002
STRATA 1 (S.1)	: Univ. Jayabaya Jakarta	Tahun: 2002-2006
STRATA 2 (S.2)	: -	Tahun: -
STRATA 3 (S.3)	: -	Tahun: -

ALAMAT

Alamat Rumah : Griya Serpong Asri Blok O No. 54 RT 07/05 Suradita, Cisauk, Tangerang
 Alamat Kantor / Instansi : Jl. Raya Mekarsari LAPAN No. 2, Rumpin Bogor
 HP. : 085710039004
 Telp. : -
 Email : anita.pinalia@lapan.go.id

RIWAYAT SINGKAT PENULIS

ANITA PINALIA ST, Ibu dari satu orang putri ini lahir di Bogor pada tanggal 23 Februari 1985. Merupakan lulusan S1 Jurusan Teknik Kimia di Universitas Jayabaya Jakarta. Sejak akhir tahun 2009 hingga saat ini bekerja di Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) sebagai peneliti di Pusat Teknologi Roket. Beberapa penelitian yang telah dilakukan berfokus pada sintesis oksidator propelan komposit yaitu Amonium Perklorat dan Potasium Perklorat. Hasil penelitiannya telah di publikasikan di berbagai media seperti Jurnal Teknologi Dirgantara, Majalah Sains dan Teknologi Dirgantara, Prosiding Seminar Nasional IPTEK Dirgantara, serta beberapa Buku Bunga Rampai. Sejak bekerja di LAPAN hingga saat ini turut berperan aktif dalam mengikuti kegiatan pertemuan ilmiah tentang perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dirgantara, di antaranya dengan menjadi panitia dalam Seminar Nasional IPTEK Dirgantara (SIPTTEKGAN) sejak tahun 2010 hingga tahun 2014, dan menjadi panitia dalam International Seminar on Aerospace Science and Technology (ISAST) sejak tahun 2013 hingga tahun 2016. anita.pinalia@lapan.go.id.