

## BAB II. DESKRIPSI PROSES

Proses pembuatan *Dicalcium Phosphate Dihydrate* (DCPD) dipilih berdasarkan bahan baku yang akan digunakan karena proses yang akan berlangsung dan produk yang akan dihasilkan akan bergantung pada bahan baku yang akan digunakan.

### A. Jenis-Jenis Proses

*Dicalcium Phosphate* dikenal juga sebagai kalsium fosfat monohydrogen yaitu dibasa calcium pospat. Zat ini berwujud bubuk putih yang tidak berbau. Zat ini biasanya ditemukan dalam bentuk dihidrat dengan rumus kimia  $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . Proses pembuatan *Dicalcium Phosphate Dihydrate* (DCPD) dapat dilakukan dengan bahan baku yang berbeda-beda.

#### 1. Pembuatan *dicalcium phosphate dihydrate* dari asam fosfat ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) dan kalsium hidroksida ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) (*Jurnal Research and Design Trans IChemE Part A, 2007*)

Proses pembuatan DCPD dengan bahan dasar  $\text{H}_3\text{PO}_4$  dan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  dilakukan pada temperatur 35 °C.  $\text{H}_3\text{PO}_4$  yang digunakan memiliki kemurnian 85 % dan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  memiliki kemurnian 96 %. Larutan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  yang sudah terbentuk disaring terlebih dahulu untuk menghilangkan impurities yang tidak terlarut. Konsentrasi larutan  $\text{H}_3\text{PO}_4$  dan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  yang digunakan adalah 2 M. Proses

pembuatan DCPD dilakukan dengan cara mereaksikan larutan  $\text{H}_3\text{PO}_4$  dan larutan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  untuk membentuk endapan DCPD ( $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). Setelah terbentuk endapan, maka endapan dipisahkan dari larutan induknya. Karena ukuran partikel belum sesuai dengan ukuran standar untuk *feed additive* pada pakan ternak maka dilakukan proses agglomerator di Granulator dengan penambahan *corn starch* sebagai *binder* (perekat). Setelah itu padatan dipisahkan dari larutan induknya kemudian dikeringkan.

**2. Pembuatan *dicalcium phosphate dihydrate* dari diammonium hidrogen fosfat ( $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ ) dan kalsium klorida dihidrat ( $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) (*United States Patent No. 3,095,269*)**

Proses pembuatan DCPD dengan bahan dasar  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  dan  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  dilakukan pada temperatur 20-65 °C. Konsentrasi larutan  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  dan  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  yang digunakan antara 0,1 sampai 3 M. Proses pembuatan DCPD dilakukan dengan cara menambahkan larutan  $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$  ke dalam larutan  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  untuk membentuk endapan DCPD ( $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). Setelah terbentuk endapan, maka endapan dipisahkan dari larutan induknya kemudian dicuci dan dikeringkan di bawah temperatur 65 °C. Apabila proses dilakukan pada temperatur rendah maka akan dihasilkan kristal bentuk diamond dengan ukuran besar tetapi *yield*-nya rendah. Namun apabila dilakukan pada temperatur tinggi maka akan dihasilkan kristal bentuk kubik dengan ukuran lebih kecil dan *yield* akan meningkat.

**3. Pembuatan *dicalcium phosphate dihydrate* dari potassium dihidrogen fosfat ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) dan kalsium klorida dihidrat ( $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) (*Jurnal Philosophical Transactions of The Royal Society A, 2010*)**

Proses pembuatan DCPD dengan bahan dasar  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  dan  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  dilakukan pada temperature  $37^\circ\text{C}$ .  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  yang digunakan memiliki kemurnian 99,5 % dan  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  memiliki kemurnian 99,9 %. Larutan yang sudah terbentuk disaring terlebih dahulu untuk menghilangkan impurities yang tidak terlarut. Filter yang digunakan adalah Polytetrafluoroethylene (PTFE) dengan ukuran  $0,2\ \mu\text{m}$ . Konsentrasi larutan  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  dan  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  yang digunakan antara 0,1 M. Proses pembuatan DCPD dilakukan dengan cara menambahkan larutan  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  ke dalam larutan  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  untuk membentuk endapan DCPD ( $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). Setelah terbentuk endapan, maka endapan dipisahkan dari larutan induknya kemudian dicuci dan dikeringkan.

## **B. Pemilihan Proses**

Proses pembuatan *Dicalcium Phosphate Dihydrate* (DCPD) dipilih berdasarkan pertimbangan aspek termodinamika dan aspek ekonomi:

### **1. Aspek Termodinamika**

Pemilihan proses secara termodinamika bertujuan untuk mengetahui kelayakan proses secara komersial berdasarkan pada unjuk kerja reaksi. Hal ini dilakukan berdasarkan pada perhitungan nilai  $G^\circ$  reaksi. Perhitungan  $G^\circ$  reaksi dilakukan dengan menggunakan data pada Tabel 2.1.

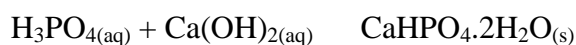
Tabel 2.1 Nilai  $G^\circ$  bahan baku dan produk

Senyawa	$G^\circ$ (kJ/mol)
CaHPO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	-2.154,75
Ca(OH) <sub>2</sub>	-897,50
CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	-748,80
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	-1.123,60
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	-1.602,94
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	-1.415,90
HCl	-95,30
KCl	-408,50
NH <sub>4</sub> Cl	-202,90

Sumber: Standart Thermodynamic Properties of Chemical Substances

- a. Pembuatan *dicalcium phosphate dihydrate* dari asam fosfat (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) dan kalsium hidroksida (Ca(OH)<sub>2</sub>)

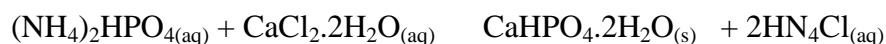
Reaksi:



$$\begin{aligned} G^\circ_{\text{reaksi}} &= G^\circ_{\text{produk}} - G^\circ_{\text{reaktan}} \\ &= [-2.154,75 \text{ kJ/mol}] - [-1.123,6 \text{ kJ/mol} + (-897,5 \text{ kJ/mol})] \\ &= [-2.154,75 \text{ kJ/mol}] - [-1.123,6 \text{ kJ/mol} - 897,5 \text{ kJ/mol}] \\ &= [-2.154,75 \text{ kJ/mol}] - [-2.021,1 \text{ kJ/mol}] \\ &= -2.154,75 \text{ kJ/mol} + 2.021,1 \text{ kJ/mol} \\ &= -133,65 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

- b. Pembuatan *dicalcium phosphate dihydrate* dari diammonium hidrogen fosfat ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>) dan kalsium klorida dihidrat (CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O)

Reaksi:



$$G^\circ_{\text{reaksi}} = G^\circ_{\text{produk}} - G^\circ_{\text{reaktan}}$$

$$\begin{aligned}
&= [-2.154,75 \text{ kJ/mol} + (2 \times (-202,9 \text{ kJ/mol}))] - [-1.602,94 \text{ kJ/mol} + \\
&\quad (-748,8 \text{ kJ/mol})] \\
&= [-2.154,75 \text{ kJ/mol} + (-405,8 \text{ kJ/mol})] - [-1.602,94 \text{ kJ/mol} - \\
&\quad 748,8 \text{ kJ/mol}] \\
&= [-2.560,55 \text{ kJ/mol}] - [-2.351,74 \text{ kJ/mol}] \\
&= -2.560,55 \text{ kJ/mol} + 2.351,74 \text{ kJ/mol} \\
&= -208,81 \text{ kJ/mol}
\end{aligned}$$

- c. Pembuatan *dicalcium phosphate dihydrate* dari potassium dihidrogen fosfat ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) dan kalsium klorida dihidrat ( $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )

Reaksi:



$$\begin{aligned}
G^\circ_{\text{reaksi}} &= G^\circ_{\text{produk}} - G^\circ_{\text{reaktan}} \\
&= [-2.154,75 \text{ kJ/mol} + (-408,5 \text{ kJ/mol}) + (-95,3 \text{ kJ/mol})] - \\
&\quad [-1.415,9 \text{ kJ/mol} + (-748,8 \text{ kJ/mol})] \\
&= [-2.154,75 \text{ kJ/mol} - 408,5 \text{ kJ/mol} - 95,3 \text{ kJ/mol}] - [-1.415,9 \\
&\quad \text{kJ/mol} - 748,8 \text{ kJ/mol}] \\
&= [-2.658,55 \text{ kJ/mol}] - [-2.164,7 \text{ kJ/mol}] \\
&= -2.658,55 \text{ kJ/mol} + 2.164,7 \text{ kJ/mol} \\
&= -493,85 \text{ kJ/mol}
\end{aligned}$$

## 2. Aspek Ekonomi

Pemilihan bahan baku secara ekonomi berdasarkan pada biaya bahan baku yang dibutuhkan untuk menghasilkan 1 kg DCPD. Perhitungan biaya bahan baku dilakukan berdasarkan pada data Tabel 2.2.

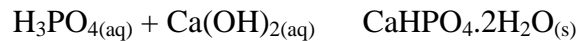
Tabel 2.2 Harga Bahan Baku yang Dapat Digunakan dan Produk

Bahan	Harga (\$/Ton)
CaHPO <sub>4</sub> .2H <sub>2</sub> O	850
Ca(OH) <sub>2</sub>	120
CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	350
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	500
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	1.030
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1.300

Sumber: [www.alibaba.com](http://www.alibaba.com). Tanggal 19 Oktober 2011.

- a. Pembuatan *dicalcium phosphate dihydrate* dari asam fosfat (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) dan kalsium hidroksida (Ca(OH)<sub>2</sub>)

Reaksi:



Asumsi: Basis: 1 kg CaHPO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O = 0,00581 kmol (BM= 172,09)

- H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> yang dibutuhkan untuk menghasilkan 1 kg CaHPO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O
  - = kmol CaHPO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O x BM H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>
  - = 0,00581 kmol x 98 kg/kmol
  - = 0,569 kg
- Ca(OH)<sub>2</sub> yang dibutuhkan untuk menghasilkan 1 kg CaHPO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O
  - = kmol CaHPO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O x BM Ca(OH)<sub>2</sub>
  - = 0,00581 kmol x 74,093 kg/kmol
  - = 0,431 kg

Diketahui kapasitas produksi DCPD: 50.000.000 kg/tahun

Maka :

- H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> yang dibutuhkan per tahun

$$= \frac{0,569 \text{ kg H}_3\text{PO}_4}{1 \text{ kg CaHPO}_{4.2\text{H}_2\text{O}}} \times 50.000.000 \text{ kg CaHPO}_{4.2\text{H}_2\text{O}}$$

$$= 28.473.473 \text{ kg}$$

$$= 28.473,473 \text{ ton}$$

- $\text{Ca(OH)}_2$  yang dibutuhkan per tahun

$$= \frac{0,43 \text{ kg } \text{Ca(OH)}_2}{1 \text{ kg } \text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}} \times 50.000.000 \text{ kg } \text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$$

$$= 21.527.398 \text{ kg}$$

$$= 21.527,398 \text{ ton}$$

Biaya bahan baku per tahun sebesar:

$$= (28.473,473 \times \$ 500) + (21.527,398 \times \$ 120)$$

$$= \$ 14.236.736,59 + \$ 2.583.287,82$$

$$= \$ 16.820.024,41$$

Biaya produksi per kg *Dicalcium Phosphate Dihydrate* (DCPD):

$$= \text{biaya bahan baku per tahun} : \text{kapasitas produksi per tahun}$$

$$= \$ 16.820.024,41 : 50.000.000$$

$$= \$ 0,336 \text{ (asumsi } \$1 = \text{Rp } 9.617,00 \text{ )}$$

$$= \text{Rp. } 3.235,16$$

Keuntungan yang diperoleh setiap 1 kg (DCPD):

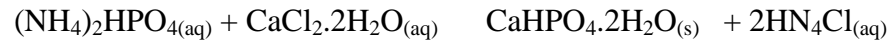
$$= \text{harga jual produk} - \text{biaya bahan baku per kg produk}$$

$$= \$ 0,850 - \$ 0,336$$

$$= \$ 0,513$$

- b. Pembuatan *dicalcium phosphate dihydrate* dari diammonium hidrogen fosfat ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>) dan kalsium klorida dihidrat (CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O)

Reaksi:



Asumsi: Basis: 1 kg CaHPO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O = 0,00581 kmol (BM= 172,09)

- (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> yang dibutuhkan untuk menghasilkan 1 kg CaHPO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O

$$= \text{kmol CaHPO}_{4 \cdot 2H_2O} \times \text{BM (NH}_4)_2\text{HPO}_4$$

$$= 0,00581 \text{ kmol} \times 132,07 \text{ kg/kmol}$$

$$= 0,767 \text{ kg}$$

- CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O yang dibutuhkan untuk menghasilkan 1 kg CaHPO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O

$$= \text{kmol CaHPO}_{4 \cdot 2H_2O} \times \text{BM CaCl}_{2 \cdot 2H_2O}$$

$$= 0,00581 \text{ kmol} \times 147,01 \text{ kg/kmol}$$

$$= 0,749 \text{ kg}$$

Diketahui kapasitas produksi DCPD: 50.000.000 kg/tahun

Maka :

- (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> yang dibutuhkan per tahun

$$= \frac{0,767 \text{ kg (NH}_4)_2\text{HPO}_4}{1 \text{ kg CaHPO}_{4 \cdot 2H_2O}} \times 50.000.000 \text{ kg CaHPO}_{4 \cdot 2H_2O}$$

$$= 38.372.363 \text{ kg}$$

$$= 38.372,363 \text{ ton}$$

- CaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O yang dibutuhkan per tahun

$$= \frac{0,749 \text{ kg CaCl}_{2 \cdot 2H_2O}}{1 \text{ kg CaHPO}_{4 \cdot 2H_2O}} \times 50.000.000 \text{ kg CaHPO}_{4 \cdot 2H_2O}$$



$$= 37.479.225 \text{ kg}$$

$$= 37.479,225 \text{ ton}$$

Biaya bahan baku per tahun sebesar:

$$= (38.372,363 \times \$ 1.030) + (37.479,225 \times \$ 350)$$

$$= \$ 39.523.534,200 + \$ 13.117.729,100$$

$$= \$ 52.641.263,300$$

Biaya produksi per kg *Dicalcium Phosphate Dihydrate* (DCPD):

$$= \text{biaya bahan baku per tahun} : \text{kapasitas produksi per tahun}$$

$$= \$ 52.641.263,300 : 50.000.000$$

$$= \$ 1,053 \text{ (asumsi } \$1 = \text{Rp } 9.617,00 \text{ )}$$

$$= \text{Rp. } 10.125,02$$

Keuntungan yang diperoleh setiap 1 kg (DCPD):

$$= \text{harga jual produk} - \text{biaya bahan baku per kg produk}$$

$$= \$ 0,850 - \$ 1,053$$

$$= - \$ 0,203$$

- c. Pembuatan *dicalcium phosphate dihydrate* dari potassium dihidrogen fosfat ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) dan kalsium klorida dihidrat ( $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )

Reaksi:



Asumsi: Basis: 1 kg  $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  = 0,00581 kmol (BM= 172,09)

- $\text{KH}_2\text{PO}_4$  yang dibutuhkan untuk menghasilkan 1 kg  $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 

$$= \text{kmol } \text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \times \text{BM } \text{KH}_2\text{PO}_4$$

$$= 0,00581 \text{ kmol} \times 136,09 \text{ kg/kmol}$$

$$= 0,791 \text{ kg}$$
- $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  yang dibutuhkan untuk menghasilkan 1 kg  $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 

$$= \text{kmol } \text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} \times \text{BM } \text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$$

$$= 0,00581 \text{ kmol} \times 147,01 \text{ kg/kmol}$$

$$= 0,749 \text{ kg}$$

Diketahui kapasitas produksi DCPD: 50.000.000 kg/tahun

Maka :

- $\text{KH}_2\text{PO}_4$  yang dibutuhkan per tahun
 
$$= \frac{0,791 \text{ kg } \text{KH}_2\text{PO}_4}{1 \text{ kg } \text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}} \times 50.000.000 \text{ kg } \text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$$

$$= 39.539.194 \text{ kg}$$

$$= 39.539,194 \text{ ton}$$
- $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  yang dibutuhkan per tahun
 
$$= \frac{0,749 \text{ kg } \text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}}{1 \text{ kg } \text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}} \times 50.000.000 \text{ kg } \text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$$

$$= 37.479.225 \text{ kg}$$

$$= 37.479,225 \text{ ton}$$

Biaya bahan baku per tahun sebesar:

$$= (39.539,194 \times \$ 1.300) + (37.479,225 \times \$ 350)$$

$$= \$ 51.400.952,990 + \$ 13.117.729,100$$

$$= \$ 64.518.683,090$$

Biaya produksi per kg *Dicalcium Phosphate Dihydrate* (DCPD):

= biaya bahan baku per tahun : kapasitas produksi per tahun

$$= \$ 64.518.683,090 : 50.000.000$$

$$= \$ 1,290 \text{ (asumsi } \$1 = \text{Rp } 9.617,00 \text{ )}$$

$$= \text{Rp. } 12.409,52$$

Keuntungan yang diperoleh setiap 1 kg dicalcium pospat dihidrat (DCPD):

= harga jual produk – biaya bahan baku per kg produk

$$= \$ 0,850 - \$ 1,290$$

$$= - \$ 0,440$$

Tabel 2.3 Hasil perhitungan aspek termodinamika dan aspek ekonomi

Bahan Baku		$G^{\circ}_{\text{Reaksi}}$ (kJ/mol)	Harga Bahan Baku (\$/kg produk)	Keuntungan (\$/kg produk)
Sumber Kalsium	Sumber Fosfat			
Ca(OH) <sub>2</sub>	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	-133,65	0,336	0,514
CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> HPO <sub>4</sub>	-208,81	1,053	-0,203
CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	-493,85	1,290	-0,440

Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan dari Tabel 2.3 maka dipilih proses pembuatan *Dicalcium Phosphate Dihydrate* (DCPD) dari asam fosfat ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) dan kalsium hidroksida ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ).

### C. Uraian Proses

Proses pembuatan *Dicalcium Phosphate Dihydrate* (DCPD) dibagi menjadi 4 tahap yaitu sebagai berikut:

#### 1. Tahap penyiapan bahan baku

Tahap penyiapan bahan baku ini bertujuan untuk membuat  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  *solution* dan mengencerkan  $\text{H}_3\text{PO}_4$  *solution*. Pembuatan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  *solution* dan  $\text{H}_3\text{PO}_4$  *solution* dilakukan pada *Mixing Tank* yang berbeda. Partikel  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  yang akan dibuat menjadi *solution* memiliki ukuran sebesar 5  $\mu\text{m}$  dengan kemurnian 96 %.  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  *solution* sedangkan  $\text{H}_3\text{PO}_4$  yang digunakan adalah  $\text{H}_3\text{PO}_4$  85 %.  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  *solution* dari *Mixing Tank* dialirkan ke *DSM Screen* untuk dihilangkan impuritasnya sebelum direaksikan di Reaktor. Kedua *solution* ini akan dibuat dengan konsentrasi yang sama yaitu 2 M. Pelarut yang digunakan adalah air.

#### 2. Tahap reaksi di dalam Reaktor

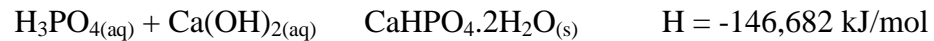
Tujuan dari tahap reaksi di dalam reaktor adalah sebagai berikut:

- a. Mereaksikan  $\text{H}_3\text{PO}_4$  *solution* dan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  *solution* sehingga akan terbentuk endapan *Dicalcium Phosphate Dihydrate* ( $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  atau DCPD). Reaksi dilakukan di reaktor CSTR yang beroperasi pada

temperatur 35 °C dan tekanan 1 atm dengan konversi Ca(OH)<sub>2</sub> sebesar 95 %.

b. Mempertahankan kondisi operasi reaktor.

Reaksi yang berlangsung di dalam *Reactor* adalah sebagai berikut:



H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> *solution* dan Ca(OH)<sub>2</sub> *solution* dialirkan menuju Reaktor. Mol H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> dan Ca(OH)<sub>2</sub> yang akan direaksikan sama. Di dalam Reaktor akan terbentuk endapan CaHPO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O. Reaksi pembentukan CaHPO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O merupakan reaksi yang berlangsung secara eksotermis sehingga reaksi akan menghasilkan panas dan meningkatkan temperatur Reaktor. Untuk mempertahankan kondisi operasi maka ditambahkan pendingin berupa *coil* dengan ammonia sebagai media pendinginnya. Hasil dari Reaktor adalah endapan *Dicalcium Phosphate Dihydrate* (CaHPO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O) dari campuran H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, Ca(OH)<sub>2</sub> dan air. Produk dari Reaktor kemudian dialirkan menuju *Centrifuge* untuk dikurangi kandungan airnya. Filtrat yang dihasilkan dari *Centrifuge* akan dipekatkan terlebih dahulu menggunakan Evaporator sebelum di-*recycle* ke Reaktor karena masih mengandung air yang cukup banyak. Sedangkan padatannya akan ditransportasikan menuju Granulator untuk proses pembesaran ukuran partikel.

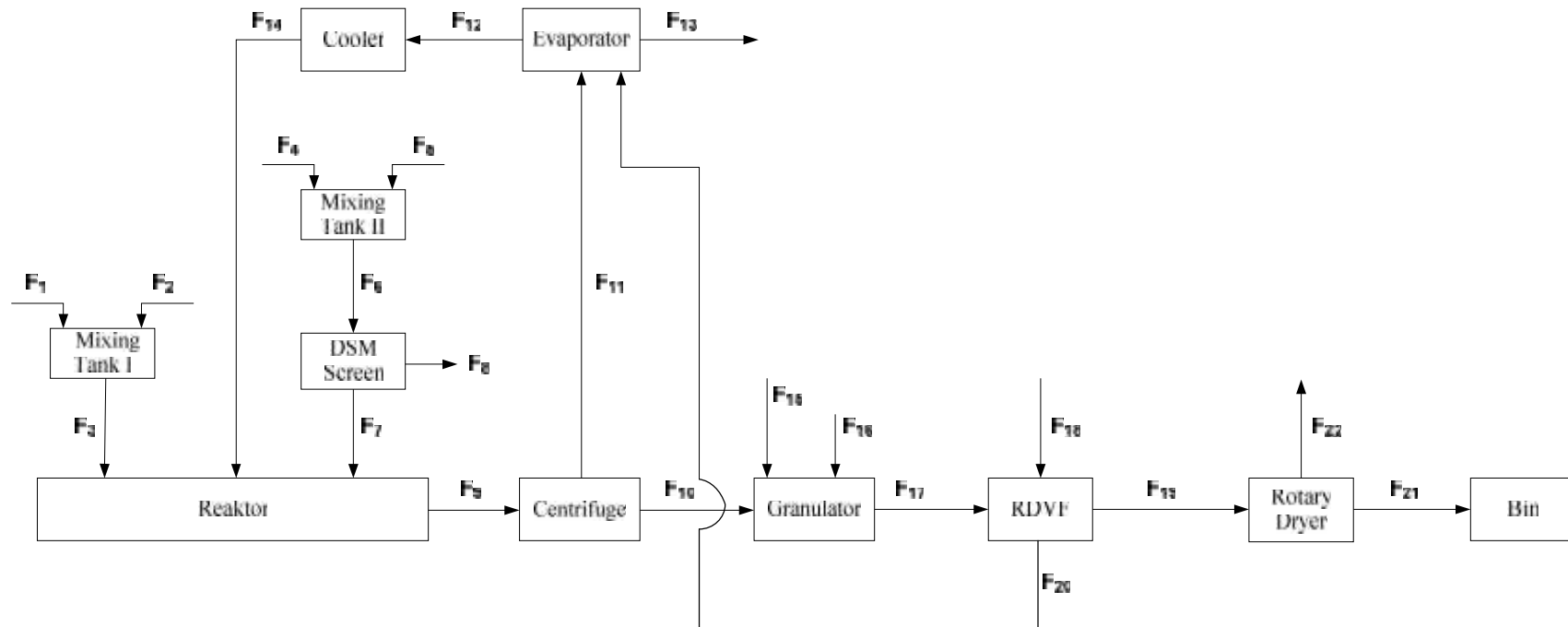
### 3. Tahap *agglomeration* di dalam Granulator (pembesaran ukuran partikel)

Tujuan dari tahap ini adalah untuk membesarkan ukuran partikel  $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (DCPD) sampai mencapai ukuran yang diinginkan karena partikel yang terbentuk di Reaktor masih memiliki ukuran yang halus (rata-rata 35  $\mu\text{m}$ ). Ukuran DCPD yang digunakan oleh pabrik pakan ternak memiliki ukuran 425  $\mu\text{m}$  (U.S. Patent No. 4,265,867). Proses pembesaran ukuran ini dilakukan di granulator tipe *High Shear Mixer*. Pada proses pembesaran ini digunakan *binder* atau perekat berupa *corn starch*. Perbandingan antara DCPD dengan *corn starch* yang digunakan adalah 85/15 wt/wt % (Perry's 7<sup>th</sup> Ed, 1999, Hal: 20-74).

### 4. Tahap pemurnian

Tujuan dari tahap pemurnian ini adalah untuk memisahkan endapan  $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  dari campuran  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  dan air. Endapan  $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  dari campuran  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  dan air yang dihasilkan dari Reaktor akan dipisahkan menggunakan *Rotary Drum Vacuum Filter* (RDVF). Filtrat yang dihasilkan dari RDVF akan di-*recycle* ke Reaktor. Sebelum di-*recycle*, filtrat dipekatkan terlebih dahulu di Evaporator bersama dengan filtrat dari *Centrifuge*. Sedangkan padatan  $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  yang dihasilkan akan ditransportasikan menuju *Rotary Dryer* untuk dikurangi kandungan airnya pada bahan sampai 2 %. DCPD selanjutnya ditampung di *Bin* sebelum di-*packing*.

**BLOK DIAGRAM PROSES PEMBUATAN *DICALCIUM PHOSPHATE DIHYDRATE*  
DARI  $H_3PO_4$  DAN  $Ca(OH)_2$**



Gambar 2.1 Blog diagram proses produksi