



## BAB II

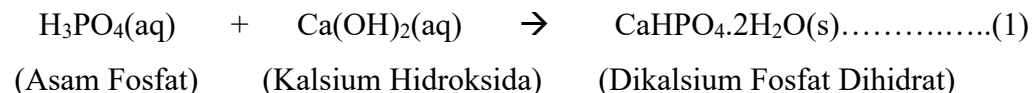
### URAIAN DAN PEMILIHAN PROSES

#### II.1 Macam-Macam Proses

*Dicalcium Phosphate Dihydrate* (DCPD) 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. Proses yang digunakan dalam pembuatan produk utama yaitu DCPD ini 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. Berbagai proses pembuatan DCPD adalah sebagai berikut :

##### II.1.1 Pembuatan *Dicalcium Phosphate Dihydrate* dari Asam Fosfat ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) dan Kalsium Hidroksida ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ )

Proses pembuatan DCPD dengan bahan baku  $\text{H}_3\text{PO}_4$  dan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  dilakukan pada kondisi operasi 35 °C.  $\text{H}_3\text{PO}_4$  yang digunakan dengan kemurnian 85 % dan  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  memiliki kemurnian 96 %. Kalsium hidroksida 96% dilarutkan dengan air di dalam mixer lalu disaring untuk menghilangkan impurities yang tidak terlarut. Sebelum masuk ke reaktor, asam fosfat 85% diencerkan menggunakan air hingga konsentrasi 40%. Sedangkan pada kalsium hidroksida 96% diencerkan menggunakan air hingga konsentrasi 20% (US Patent : 5,108,728). 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 ( $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) seperti yang dapat dilihat pada persamaan reaksi berikut :



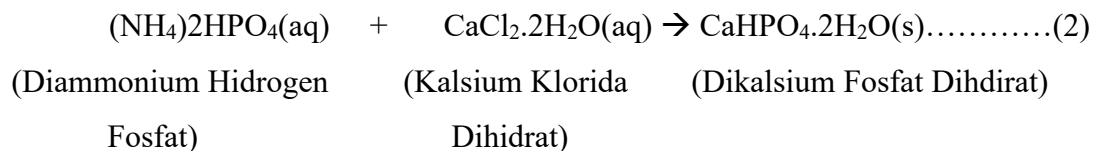
Setelah terbentuk endapan, maka endapan dipisahkan dari larutan induknya. Karena ukuran partikel belum sesuai dengan ukuran standar untuk *feed additive* pada



pakan ternak maka dilakukan proses kristalizer. Setelah itu padatan dipisahkan dari larutan induknya kemudian dikeringkan (Oliveira, 2007).

### II.1.2 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)

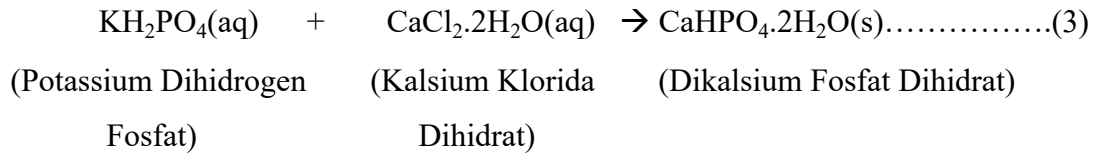
Proses pembuatan DCPD dengan bahan dasar (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> dan CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O dilakukan pada temperatur 20-65 °C. Konsentrasi larutan (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> dan CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O yang digunakan antara 0,1 sampai 3 M. Persamaan proses reaksinya dapat dituliskan seperti berikut :



Proses pembuatan DCPD dilakukan dengan cara menambahkan larutan (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> ke dalam larutan CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O untuk membentuk endapan DCPD (CaHPO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>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 (US Patent : 3,095,269).

### II.1.3 Pembuatan *Dicalcium Phosphate Dihydrate* dari Potassium Dihidrogen Fosfat (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>) dan Kalsium Klorida Dihidrat (CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O)

Proses pembuatan DCPD dengan bahan dasar KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> dan CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O dilakukan pada temperature 37 °C. KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> yang digunakan memiliki kemurnian 99,5% dan CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O memiliki kemurnian 99,9%. Larutan yang sudah terbentuk disaring terlebih dahulu untuk menghilangkan impurities yang tidak terlarut. Persamaan reaksinya dapat dituliskan sebagai berikut :



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 (Glocondi, 2010).

## II.2 Seleksi Proses

Berdasarkan uraian ketiga proses diatas, maka dipilih proses pembuatan *dicalcium phosphate dihydrate* dari asam fosfat ( $\text{H}_3\text{PO}_4$ ) dan kalsium hidroksida ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) sebagai proses terbaik untuk diaplikasikan. Pemilihan ketiga proses tersebut dilakukan berdasarkan perbandingan berbagai parameter. Adapun perbandingannya dapat dilihat pada Tabel II.1

Tabel II.1 Perbandingan Proses Pembuatan *Dicalcium Phosphate Dihydrate*  
 Berdasarkan Bahan Baku

Parameter Proses	Proses ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dan $\text{H}_3\text{PO}_4$ )	Proses ( $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ dan $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )	Proses $\text{KH}_2\text{PO}_4$ dan $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Bahan Baku	Semua bahan baku mudah didapat didalam negeri	Semua bahan baku masih mengimpor dari negara lain.	Semua bahan baku masih mengimpor dari luar negeri
Suhu (T)	Menggunakan suhu rendah ( $35^\circ\text{C}$ )	Menggunakan suhu tinggi ( $> 60^\circ\text{C}$ )	Menggunakan suhu rendah ( $37^\circ\text{C}$ )
Tekanan (atm)	1 atm	1 atm	1 atm



Konversi (x)	96%	50% - 90%	60%
-----------------	-----	-----------	-----

Dari tabel tersebut, maka dipilih proses pembuatan *dicalcium phosphate dihydrate* dari asam fosfat ( $H_3PO_4$ ) dan kalsium hidroksida ( $Ca(OH)_2$ ) dengan pertimbangan :

1. Bahan baku, dimana bahan baku yang digunakan yaitu asam fosfat dan kalsium hidroksida mudah didapatkan didalam negeri.
2. Kondisi operasi, dimana suhu yang digunakan menggunakan suhu rendah yaitu  $35^{\circ}C$  dengan tekanan 1 atm sehingga lebih mudah dalam pengontrolan dan bahan untuk mendesain peralatan menjadi lebih murah serta kemurnian yang dihasilkan lebih tinggi sehingga dapat meningkatkan harga jual produk.
3. Konversi yang dihasilkan cukup besar yaitu 96% dibandingkan dengan proses lainnya.

### II.3 Uraian Proses

Proses pembuatan Dikalsium Fosfat Dihidrat (DCPD) dengan cara mereaksikan asam fosfat dan kalsium hidroksida pada prinsipnya meliputi beberapa tahapan, yaitu:

1. Tahap persiapan bahan baku
2. Tahap reaksi di dalam reaktor
3. Tahap pembentukan produk
4. Tahap pemisahan dan pemurnian produk

#### II.3.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

Dalam tahap ini, tujuan yang diinginkan adalah menyiapkan Asam Fosfat dan Kalsium Hidroksida sebagai bahan baku utama sebelum nantinya akan direaksikan ke dalam reaktor. Asam Fosfat sendiri memiliki kemurnian sebesar 85% dan Kalsium Hidroksida memiliki kemurnian sebesar 96%. Dalam pengaplikasiannya, tahap



persiapan bahan baku dibagi menjadi dua unit sesuai dengan perbedaan fase bahan baku sebelum direaksikan, yaitu:

1. Unit Persiapan Asam Fosfat ( $H_3PO_4$ )

Asam Fosfat sebagai bahan baku utama dalam kondisi cair dialirkan dari tangki penyimpanan (F-120) yang memiliki suhu  $30^\circ C$  dan tekanan 1 atm. Selanjutnya dialirkan menuju Mixer (M-140) dengan media alir berupa pompa (L-121) untuk diencerkan dengan air ( $H_2O$ ) hingga mencapai konsentrasi 40%. Kemudian, arus keluaran mixer diumpankan melalui pompa (L-141) menuju ke Reaktor (R-210).

2. Unit Persiapan Kalsium Hidroksida ( $Ca(OH)_2$ )

Kalsium hidroksida yang disimpan di dalam alat penyimpanan bahan padat (F-110) dialirkan menuju Mixer (M-130) untuk dilarutkan dengan air hingga memiliki konsentrasi 20%. Kemudian, diumpankan melalui pompa (L-131) menuju ke Reaktor (R-210).

### II.3.2 Tahap Reaksi di Dalam Reaktor

Ada beberapa tujuan di dalam tahap ini, yaitu sebagai berikut :

1. Mereaksikan  $H_3PO_4$  dan  $Ca(OH)_2$  dari unit persiapan bahan baku, sehingga nantinya akan terbentuk padatan DCPD ( $CaHPO_4 \cdot 2H_2O$ ) yang terlarut. Reaksi tersebut dilakukan di dalam reaktor *Continuous Stirred Tank Reactor* (CSTR) / Reaktor Alir Tangki Berpengaduk. (RATB) yang beroperasi pada temperatur  $35^\circ C$  dan tekanan 1 atm serta konversi sebesar 96%.
2. Mempertahankan kondisi operasi di dalam reaktor, dimana reaksi yang terjadi di dalam reaktor adalah :



### II.3.3 Tahap Pembentukan Produk

Setelah masuk ke dalam RATB (R-210), maka bahan baku dianggap telah tercampur secara sempurna. Reaksi pembentukan DCPD merupakan reaksi yang



berlangsung secara eksotermis dan tidak dapat balik (*irreversible*). Reaksi akan menghasilkan panas dan meningkatkan temperatur reaktor sehingga suhu di dalam reaksi harus dipertahankan untuk menghindari terbentuknya reaksi samping. Untuk mempertahankan kondisi operasi, maka ditambahkan pendingin berupa jaket pendingin. Hasil keluaran reaktor berupa padatan DCPD yang terlarut bersama  $H_3PO_4$ ,  $Ca(OH)_2$  dan air. Kemudian dialirkan menggunakan pompa (L-211) menuju Evaporator (V-310) untuk dipekatkan terlebih dahulu. Kemudian hasil dari Evaporator (V-310) berupa larutan jenuh kemudian dipompa (L-311) dan diumpankan menuju Kristallizer (S-320) untuk proses pembentukan kristal DCPD dengan suhu rendah yaitu sebesar  $37^\circ C$ . Selanjutnya, hasil keluaran Kristallizer (S-320) dialirkan dengan pompa (L-321) menuju Centrifuge (H-330) untuk dilakukan proses pemisahan antara padatan dengan filtrat.

### II.3.4 Tahap Pemisahan dan Pemurnian Produk

Tahap ini bertujuan untuk memisahkan hasil keluaran Centrifuge (H-330) yang berupa padatan dan mother liquor. Mother liquor di recycle kembali ke Kristallizer (S-330) untuk dilakukan kristalisasi kembali. Padatan dari Centrifuge kemudian dibawa menuju ke Rotary Dryer (B-340) menggunakan screw conveyor (J-332) yang beroperasi pada suhu  $30^\circ C$  dan tekanan 1 atm untuk dikeringkan, sehingga dihasilkan 95% DCPD. Pada rotary dryer (B-340), kristal dikeringkan dengan bantuan udara panas secara counter current. Udara bebas dari blower (G-341) dan kemudian dipanaskan pada heater (E-342). Udara panas dan padatan terikut sebagai produk atas dryer, kemudian dipisahkan pada cyclone (H-343), dimana udara panas di buang ke udara, sedangkan padatan terikut diumpankan secara bersamaan dengan produk bawah dryer menuju ke cooling conveyor (E-324) untuk didinginkan sampai dengan suhu  $35^\circ C$ . Setelah dikeringkan, selanjutnya hasil keluaran berupa produk dibawa diangkut menggunakan bucket elevator (J-345) menuju ball mill (C-350) untuk dihaluskan hingga 100 mesh. Setelah itu diumpankan menuju silo penampung (F-360) untuk



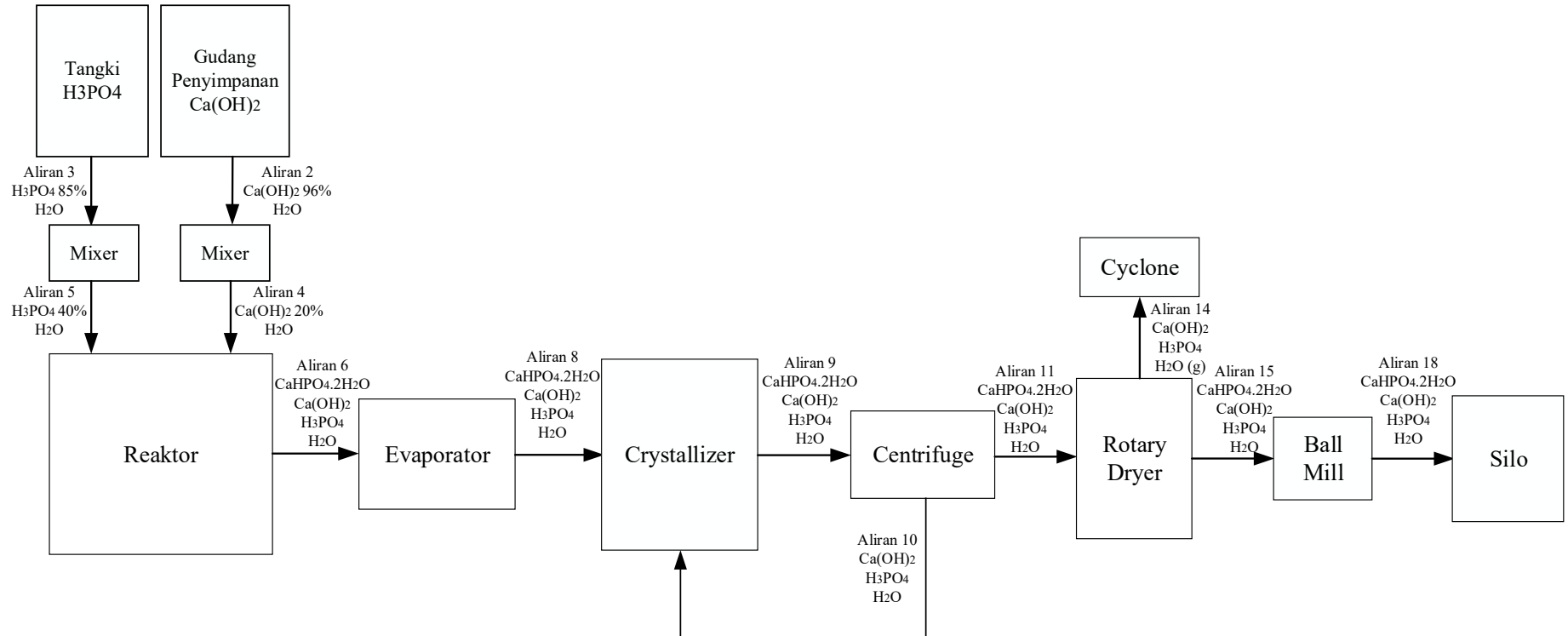
Pra Rancangan Pabrik  
“Pabrik *Dicalcium Phosphate Dihydrate* Dari *Calcium Hydroxide* dan  
*Phosphoric Acid* dengan Proses Presipitasi”

---

ditampung sementara sebagai produk utama sebelum menuju ke unit packaging untuk dikemas.



## II.4 Blok Diagram







## II.5 Flowsheet Pengembangan Pabrik

