



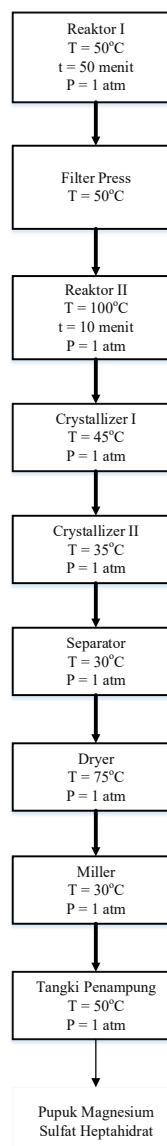
# Pra Rencana Pabrik “Pabrik Pupuk Magnesium Sulfat Heptahidrat ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ) dari Bittern dan Asam Sulfat dengan Proses Kristalisasi”

## BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES

### II.1 Macam-Macam Proses

Pembuatan pupuk magnesium sulfat heptahidrat dalam skala industri dapat dilakukan melalui tiga proses, berikut merupakan penjelasannya:

1. Pembuatan Pupuk Magnesium Sulfat Heptahidrat ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ) dari Bittern dan Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ ) dengan Proses Kristalisasi



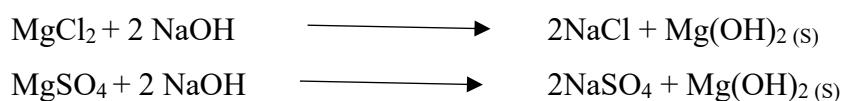
(Demosthenous, 2013)



## Pra Rencana Pabrik “Pabrik Pupuk Magnesium Sulfat Heptahidrat ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ) dari Bittern dan Asam Sulfat dengan Proses Kristalisasi”

---

Pembuatan Pupuk Magnesium Sulfat Heptahidrat dapat dilakukan menggunakan bahan baku berupa bittern yang direaksikan dengan Natrium Hidroksida ( $NaOH$ ) yang kemudian akan membentuk Magnesium Hidroksida ( $Mg(OH)_2$ ) yang akan direaksikan dengan Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ ) sehingga mampu membentuk Magnesium Sulfat Heptahidrat ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ). Bittern akan direaksikan dengan Natrium Hidroksida ( $NaOH$ ) pada reaktor batch selama 50 menit pada tekanan 1 atmosfer dan temperatur  $50^{\circ}C$ , berikut reaksi yang terjadi :



Magneisum Hidroksida  $Mg(OH)_2$  yang terbentuk akan dimurnikan pada sebelum dimasukkan ke Reaktor II yang beroperasi pada tekanan 1 atmosfer dan suhu  $100^{\circ}C$  untuk direaksikan dengan Asam Sulfat  $H_2SO_4$  secara kontinyu, berikut reaksi yang terjadi:

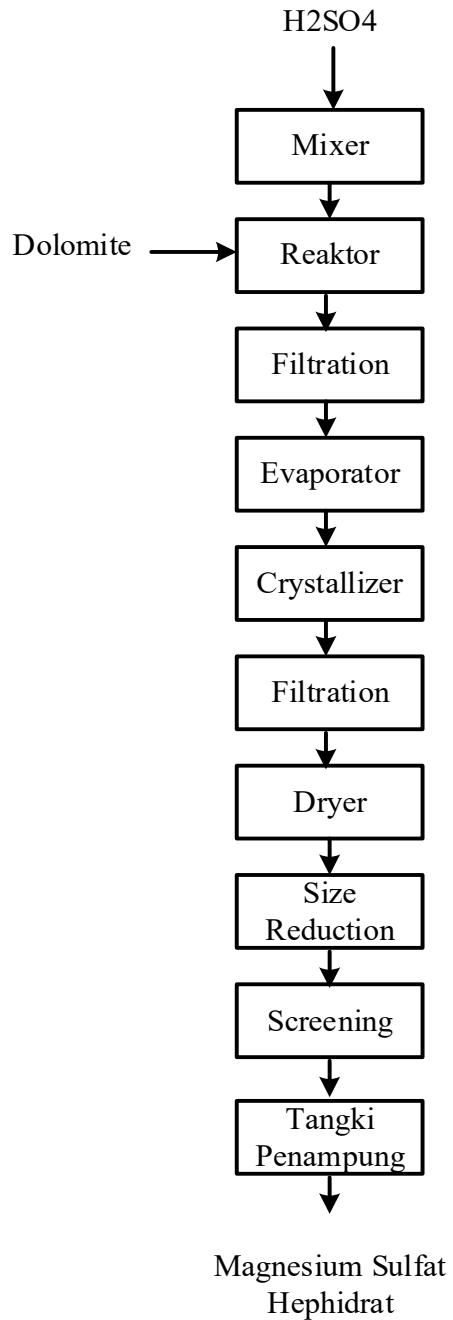


Magnesium Sulfat Heptahidrat yang terbentuk akan di kristalisasi dan dikeringkan setelah itu disesuaikan ukurannya berdasarkan grade pertanian agar dapat digunakan sebagai Pupuk Magnesium Sulfat Heptahidrat ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ).



## Pra Rencana Pabrik “Pabrik Pupuk Magnesium Sulfat Heptahidrat ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ) dari Bittern dan Asam Sulfat dengan Proses Kristalisasi”

2. Pembuatan Pupuk Magnesium Sulfat Heptahidrat ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ) dari Dolomite dan Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ ) melalui Proses Netralisasi



(Sokolov, 1981)

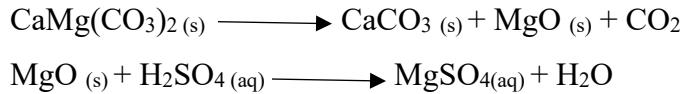
Pembuatan Pupuk Magnesium Sulfat Heptahidrat melalui proses kalsinasi pada suhu  $700^{\circ}C$  dilakukan dengan mereaksikan antara Dolomite



## Pra Rencana Pabrik “Pabrik Pupuk Magnesium Sulfat Heptahidrat ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ) dari Bittern dan Asam Sulfat dengan Proses Kristalisasi”

---

dan Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ ) sehingga dapat membentuk Magnesium Sulfat Heptahidrat, berikut reaksinya:

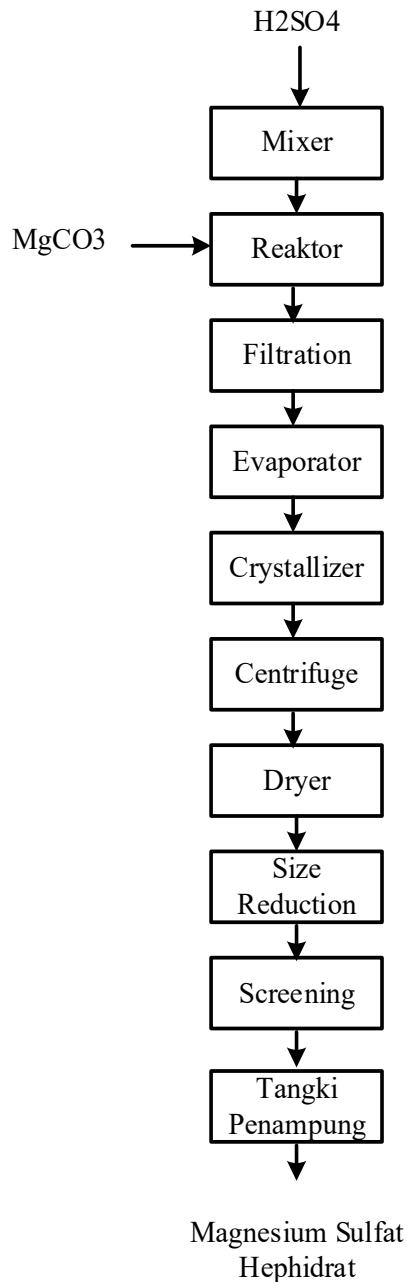


Larutan Magnesium Sulfat yang terbentuk dipekatkan pada evaporator yang beroperasi pada suhu 100-110°C, kemudian dimasukkan ke dalam crystallizer dan dikeringkan pada dryer sehingga dapat menghasilkan Magnesium Sulfat Heptahidrat dengan konversi 98-99% yang selanjutnya dapat disesuaikan ukuran dan konsentrasi sesuai dengan grade pertanian.



## Pra Rencana Pabrik “Pabrik Pupuk Magnesium Sulfat Heptahidrat ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ) dari Bittern dan Asam Sulfat dengan Proses Kristalisasi”

3. Pembuatan Pupuk Magnesium Sulfat Heptahidrat ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ) dari Magnesium Karbonat ( $MgCO_3$ ) dan Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ ) melalui proses netralisasi



(Yulianingtias, 2022)

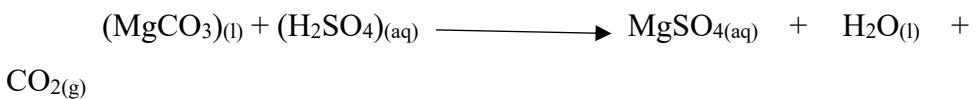
Pembuatan Magnesium Sulfat Heptahidrat ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ) dari Magnesium Karbonat ( $MgCO_3$ ) dan Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ ) yang dilakukan melalui



## Pra Rencana Pabrik “Pabrik Pupuk Magnesium Sulfat Heptahidrat ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ) dari Bittern dan Asam Sulfat dengan Proses Kristalisasi”

---

proses netralisasi. Magnesium Karbonat ( $MgCO_3$ ) direaksikan dengan Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ ) pada reaktor yang beroperasi pada suhu  $65^\circ C$  dan tekanan 1 atmosfer selama 1 jam, berikut reaksinya:



Magnesium Sulfat yang terbentuk akan dipekatkan menggunakan evaporator lalu dikristalisasi yang kemudian akan terbentuk Magnesium Sulfat Heptahidrat ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ) dan dimasukkan ke dalam centrifuge agar dapat dipisahkan antara kristal  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  dengan mother liquor. Kristal  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  dikeringkan lalu disesuaikan ukuran dan konsentrasi sesuai dengan grade pertanian.



## Pra Rencana Pabrik “Pabrik Pupuk Magnesium Sulfat Heptahidrat ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ) dari Bittern dan Asam Sulfat dengan Proses Kristalisasi”

### II.2 Seleksi Proses

Berdasarkan berbagai proses yang telah dijelaskan sebelumnya, perbandingan dilakukan untuk menentukan proses yang paling efektif dan efisien. Perbandingan tersebut disajikan pada **Tabel 2.1** berikut.

**Tabel 2.1** Perbandingan Proses Pembuatan Pupuk Epsomite

Parameter	Jenis Proses		
	Dari Bittern dan Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ ) dengan Proses Kristalisasi	Dari Dolomite dan Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ ) melalui Proses Netralisasi	Dari Magnesium Karbonat ( $MgCO_3$ ) dan Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ ) dengan Proses Netralisasi
Bahan Baku	Bittern	Dolomite	Magnesium Karbonat
Temperatur	70°C	700°C	110°C
Tekanan	1 atm	1 atm	1 atm
Konversi Reaksi	95-99 %	98-99%	83%
Aspek Lingkungan	Sedikit polutan karena tidak mengandung logam berat dan tidak mengandung gas	Menghasilkan gas buang yang memiliki temperatur tinggi dari proses kalsinasi	Banyak polutan karena mengandung logam berat dan mengandung gas
Aspek Ekonomi	Menggunakan limbah dengan harga sangat terjangkau	Membutuhkan energi yang besar pada proses kalsinasi	Bahan baku utama memiliki nilai harga yang tinggi dibanding bitttern dan dolomite.



## Pra Rencana Pabrik “Pabrik Pupuk Magnesium Sulfat Heptahidrat ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ) dari Bittern dan Asam Sulfat dengan Proses Kristalisasi”

---

Dengan berbagai pertimbangan dan melihat berbagai aspek yang telah diuraikan pada **Tabel 2.1**, maka proses yang dipilih untuk pembuatan pupuk epsomite adalah dengan menggunakan bittern yang direaksikan dengan NaOH dan  $H_2SO_4$ , dengan pertimbangan sebagai berikut :

1. Bahan baku utama berupa Bittern memiliki jumlah melimpah dan murah dengan harga Rp 100,00/liter
2. Konversi reaksi sebesar 95-99% sehingga hasilnya lebih baik
3. Limbah yang dihasilkan tidak membahayakan lingkungan sekitar
4. Temperatur proses paling rendah, sehingga energi panas yang digunakan juga rendah.

### II.3 Uraian Proses

Proses pembuatan Pupuk Magnesium Sulfat Heptahidrat atau bisa disebut dengan epsomite yang dilakukan menggunakan proses Kristalisasi dapat dibagi menjadi tiga tahap yaitu tahap persiapan bahan baku, tahap pembentukan produk, dan tahap pemurnian produk.

#### II.3.1 Tahap Persiapan Bahan Baku

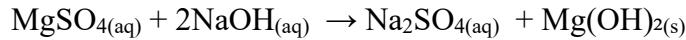
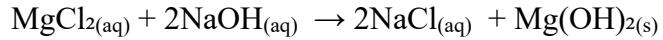
Pada tahap ini, Bittern yang merupakan produk samping dari proses pembuatan garam, digunakan sebagai bahan baku utama. Bittern mengandung senyawa magnesium seperti  $MgCl_2$  dan  $MgSO_4$ . Selain itu terdapat bahan baku lain yang digunakan dalam proses pembubatan pupuk magnesium sulfat heptahidrat, yaitu Natrium Hidroksida (NaOH) dan Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ ). NaOH yang akan direaksikan dengan Bittern diencerkan terlebih dahulu hingga mencapai konsentrasi 7%. Sedangkan untuk asam sulfat dengan konsentrasi 98% diencerkan menggunakan Tangki Pengenceran untuk menghasilkan larutan  $H_2SO_4$  dengan konsentrasi 40%, yang akan digunakan dalam tahap berikutnya.

#### II.3.2 Tahap Reaksi

Tahap reaksi melibatkan dua reaktor utama. Di Reaktor I, Bittern direaksikan dengan NaOH 7% pada suhu 50°C dan tekanan 1 atm selama 50 menit untuk menghasilkan endapan  $Mg(OH)_2$  dan hasil baru berupa NaCl. Reaksi yang terjadi meliputi:

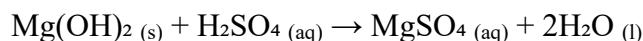


# Pra Rencana Pabrik “Pabrik Pupuk Magnesium Sulfat Heptahidrat ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ) dari Bittern dan Asam Sulfat dengan Proses Kristalisasi”

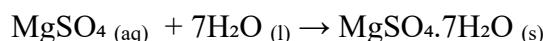


Endapan  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  yang dihasilkan akan dipisahkan menggunakan Thickener. Setelah dipisahkan, Endapan  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  kemudian dimasukkan ke Reaktor II untuk direaksikan dengan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  40% pada suhu 75°C dan tekanan 1 atm selama 10 menit untuk menghasilkan larutan  $\text{MgSO}_4$  dan air.

Reaksi yang terjadi adalah:

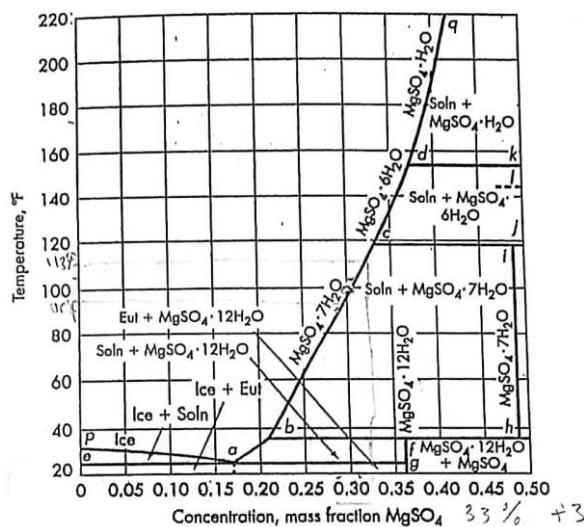


Setelah terbentuk senyawa  $\text{MgSO}_4$ , selanjutnya akan dilakukan proses kristalisasi pada suhu  $45^\circ\text{C}$  untuk membentuk kristal  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , dimana pada proses tersebut akan terjadi reaksi pengikatan  $\text{H}_2\text{O}$  seperti berikut:



### **II.3.3 Tahap Pemurnian**

Setelah tahap reaksi, larutan  $MgSO_4$  dialirkan ke Evaporator untuk yang beroperasi pada suhu  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  untuk ditingkatkan konsentrasiannya, kemudian dialirkan ke Crystallizer yang beroperasi pada suhu  $45\text{ }^{\circ}\text{C}$  agar terbentuk kristal  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ . Pemilihan suhu operasi Crystallizer didasarkan pada grafik pembentukan  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  dari buku Mc. Cabe.





## **Pra Rencana Pabrik “Pabrik Pupuk Magnesium Sulfat Heptahidrat ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ) dari Bittern dan Asam Sulfat dengan Proses Kristalisasi”**

---

Kristal  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  yang terbentuk dipisahkan dari mother liquor menggunakan Centrifuge. Mother liquor yang tidak mengkristal dikembalikan ke Crystallizer untuk proses pemekatan ulang. Kristal  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  selanjutnya dikeringkan menggunakan Rotary Dryer pada suhu 70°C. Setelah pengeringan, kristal digiling dengan Ball Mill dan disaring menggunakan Vibrating Screen untuk memperoleh ukuran seragam sebesar 150 mesh. Kristal yang tidak memenuhi ukuran standar dikembalikan ke Ball Mill untuk penggilingan ulang.