

BAB I

PENDAHULUAN

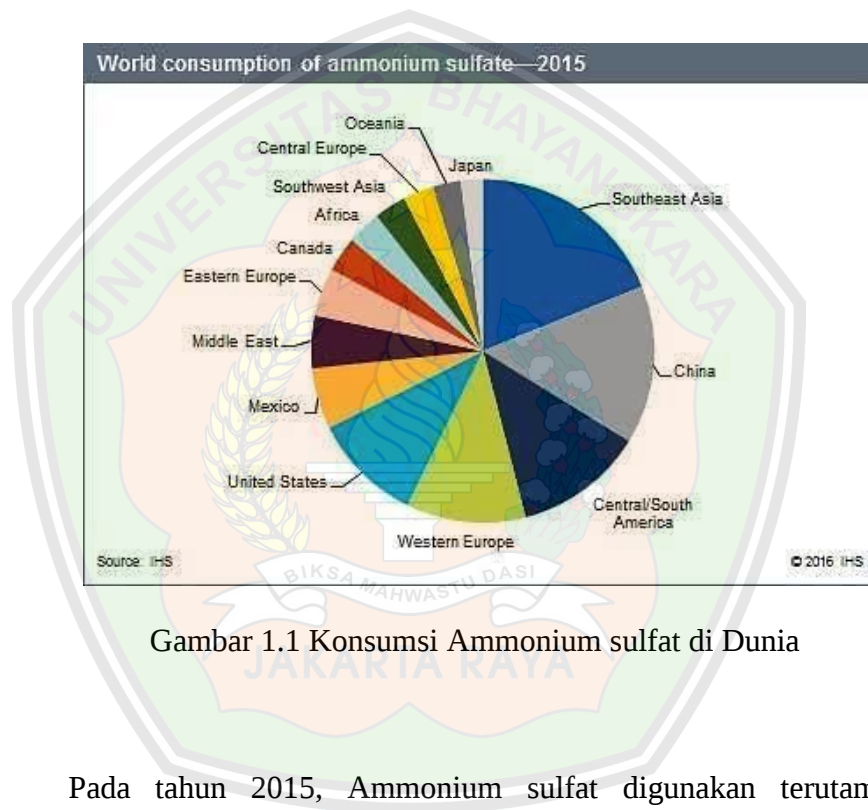
1.1 Latar Belakang Pendirian Pabrik

Indonesia merupakan salah satu negara yang dikaruniai sumber daya alam yang melimpah. Sebagian besar penduduk yang hidupnya di pedesaan, bermata pencaharian sebagai petani. Dengan meningkatnya hasil pertanian yang berguna untuk memenuhi kebutuhan hidup masyarakat, maka semakin besar pula kebutuhan pupuk dengan harga yang terjangkau untuk mengelola pertanian mereka.

Pupuk ZA merupakan pupuk kimia buatan yang mengandung Ammonium sulfat yang dirancang untuk memberi tambahan unsur hara Nitrogen dan Belerang bagi tanaman. Pupuk Ammonium sulfat ini mengandung 21% unsur Nitrogen dan 24% unsur Sulfur. Pemberian nama pupuk ZA adalah singkatan dari *Zwavelzure Ammoniak* yang berasal dari bahasa Belanda. Pupuk ZA merupakan pupuk yang sangat dibutuhkan oleh para petani selain pupuk urea, karena digunakan untuk memenuhi kebutuhan unsur hara untuk tanaman pertanian mereka. (Wikipedia, 2016)

Pupuk ZA atau pupuk Ammonium sulfat ini berwujud mirip pupuk urea, yaitu berbentuk kristal putih. Pupuk Ammonium sulfat adalah pilihan terbaik untuk lahan atau tanah yang bersifat basa. Pupuk ini dimanfaatkan terutama pada tanaman industri dan perkebunan seperti tembakau, cengkeh, kopi, lada, kelapa sawit, tebu dan teh. Akan tetapi, pupuk ini lebih banyak

dimanfaatkan untuk tanaman tebu, karena jika menggunakan pupuk urea tanaman tebu akan mengalami keracunan. Ammonium sulfat dalam jumlah kecil digunakan dalam aplikasi nonfertilizer, diantaranya sebagai suplemen pakan ternak, aplikasi farmasi, penyamakkan, flameproofing, pemurnian protein, digunakan dalam komposisi zat pemadam api, sebagai aditif makanan dan sebagai insektisida, herbisida, dan fungisida. (Perwita dan Jyotir, 2013)



Gambar 1.1 Konsumsi Ammonium sulfat di Dunia

Pada tahun 2015, Ammonium sulfat digunakan terutama 95% konsumsi dunia sebagai bahan pupuk nitrogen dan menyumbang sekitar 4,7% dari pasar pupuk nitrogen dunia. Konsumsi Ammonium sulfat dunia terkonsentrasi di Asia Tenggara, China, Amerika Tengah dan Selatan, Eropa Barat dan Amerika Serikat. Konsumsi Ammonium sulfat yang nyata menurun sebesar 0,3% per tahun selama tahun 1987-1999, tumbuh pada tingkat 2,8% per tahun selama tahun 2000-2015, dan diperkirakan akan tumbuh sebesar

2,4% per tahun selama tahun 2015-2020. Selama tahun 2000-2015, daerah dengan pertumbuhan terpesat adalah China, Asia Tenggara, serta Amerika Tengah dan Selatan. Pada tahun 2013, tiga wilayah tersebut menyumbang 46% dari total konsumsi dunia. Oleh karena itu, Indonesia sebagai salah satu negara di kawasan Asia Tenggara berperan penting dalam mengurangi konsumsi Ammonium sulfat dunia sehingga pendirian pabrik baru diperlukan untuk mengatasi masalah tersebut dan juga diperlukan untuk memenuhi kebutuhan pupuk Ammonium sulfat di dalam negeri sehingga mengurangi ketergantungan terhadap negara lain.

(IHS Markit, 2016)

1.2 Penentuan Kapasitas Pabrik

Berikut ini merupakan tabel dari produsen Ammonium sulfat yang beroperasi di beberapa negara beserta kapasitas produksinya.

Tabel 1.1 Produsen Ammonium sulfat di Beberapa Negara

NO	NAMA PRODUSEN	KAPASITAS PRODUKSI
1.	United Fertilizer Chemical Trading Company (United States)	60.000 Ton/Tahun
2.	MUZ Trading Company (Angeles, Philippines)	4.000 Ton/Tahun
3.	Farmtech Agriland Corp. (Davao City, Philippines)	6.000 Ton/Tahun
4.	Centuria International Trading Company (Singapore)	600.000 Ton/Tahun
5.	Henan GO Biotech Co., Ltd. (Zhengzhou City, China)	60.000 Ton/Tahun

6.	Zouping Runzi Chemical Industry Co., Ltd. (Shandong, China)	18.000 Ton/Tahun
7.	Lianyungang Keyun Imp&Exp Co., Ltd. (Jiangsu, China)	60.000 Ton/Tahun
8.	Hebei Monband Water Soluble Fertilizer Co., Ltd. (Hebei, China)	60.000 Ton/Tahun
9.	Wuhan Rui Sunny Chemical Co., Ltd. (Hubei, China)	100.000 Ton/Tahun
10.	Gervais Henri Florent Trading Company (France)	120.000 Ton/Tahun
11.	PT. Petrokimia Gresik	750.000 Ton/Tahun

Sumber : Alibaba.com (2017)

Salah satu faktor yang perlu diperhatikan dalam pendirian suatu pabrik adalah penentuan kapasitas produksi pabrik. Jumlah produksi pupuk Ammonium sulfat (ZA) di Indonesia setiap tahun sebesar 750.000 ton/tahun dan hanya dipasok dari PT. Petrokimia Gresik. Pupuk tersebut berupa pupuk subsidi dari pemerintah yang berdasarkan pada Keputusan MENPERINDAG RI (2003). Dari data impor nasional yang diperoleh BPS, diketahui bahwa Indonesia masih mengimpor Ammonium sulfat non-subsidi. Berikut ini merupakan data ekspor-impor Ammonium sulfat dari tahun 2007 sampai 2016.

Tabel 1.2 Data Produksi dan Data Ekspor-Impor Pupuk Ammonium sulfat**Tahun 2007 - 2016**

TAHUN	IMPOR		KEBUTUHAN	
	Jumlah (Ton)	Pertumbuhan (%)	Jumlah (Ton)	Pertumbuhan (%)
2007	242.223	-	1.676.789	-
2008	438.633	81,086	1.807.601	7,23
2009	338.395	-22,852	1.949.781	7,292
2010	268.451	-20,669	2.103.383	7,303
2011	503.392	87,517	2.272.563	7,444
2012	820.346	62,964	2.455.590	7,453
2013	728.487	-11,198	2.654.853	7,506
2014	864.452	18,664	2.871.874	7,557
2015	1.170.194	35,368	3.108.327	7,607

Sumber : BPS (2017)

Berdasarkan Tabel 1.2 diatas, didapat kesimpulan bahwa kebutuhan impor Ammonium sulfat mengalami pertumbuhan setiap tahunnya sebesar 21,04% dan kebutuhan nasional didapatkan rata-rata kenaikan sebesar 7,425% per tahun. Oleh dikarenakan masih adanya impor Ammonium sulfat non-subsidi, maka perlu dilakukan pendirian pabrik baru Ammonium sulfat di Indonesia untuk menutupi kebutuhan impor pupuk nasional.

Dalam penentuan kapasitas pabrik Ammonium sulfat ini digunakan metode Trend Linear. Pada metode Trend Linear didapat persamaan sebagai berikut :

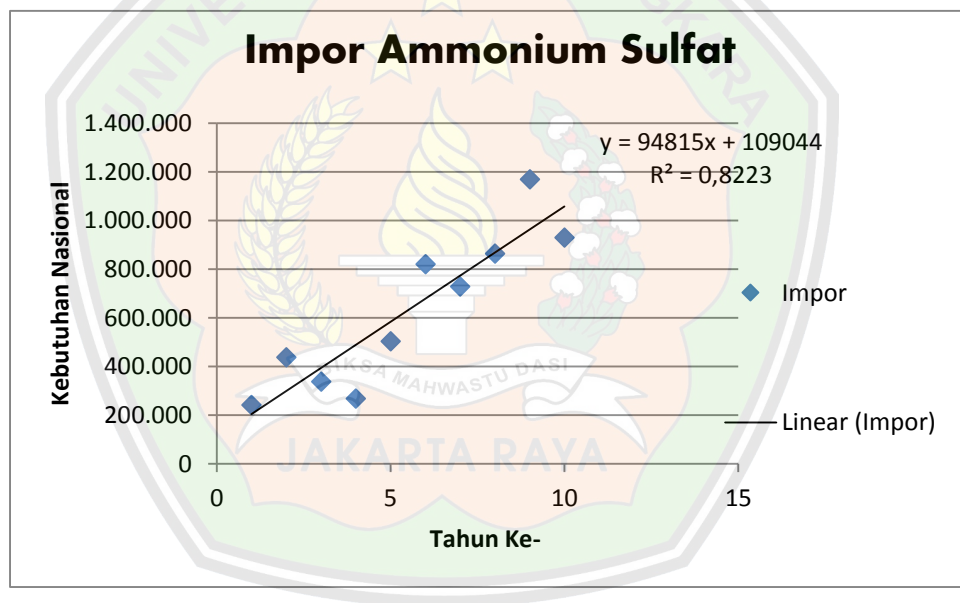
$$Y = a + bX \dots \dots \dots (1.1)$$

dimana : Y = peramalan kebutuhan

a = slope

b = intercept

X = periode waktu



Grafik 1.1 Trend Linear Kebutuhan Ammonium sulfate

Berdasarkan pada perhitungan (1.1), didapatkan persamaan laju kenaikan kebutuhan pupuk Ammonium sulfat di Indonesia yaitu $y = 94815x + 109044$. Pabrik Ammonium sulfat ini direncanakan akan berdiri pada tahun 2022. Berdasarkan prediksi dengan metode regresi Trend Linear tersebut,

didapat kebutuhan Ammonium sulfat pada tahun 2022 di Indonesia adalah 1.644.819 ton/tahun. Perkiraan kapasitas pabrik yang akan berdiri dapat dibuat persamaan sebagai berikut :

$$\text{Kapasitas} = \text{Kebutuhan pada tahun } X - \text{Jumlah Produksi} \dots \dots \dots (1.2)$$

Sehingga, kapasitas pabrik yang akan berdiri adalah :

$$\text{Kapasitas} = \text{Kebutuhan pada tahun } X - \text{Jumlah Produksi}$$

$$= 1.644.819 \text{ ton} - 750.000 \text{ ton}$$

$$= 894.819 \text{ ton/tahun}$$

$$= \pm 900.000 \text{ ton/tahun}$$

1.3 Pemilihan Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik merupakan salah satu langkah penting dalam pembuatan suatu pabrik. Pemilihan lokasi pabrik yang tepat, ekonomis dan menguntungkan dipengaruhi oleh faktor-faktor, antara lain penyediaan bahan baku, pemasaran produk, transportasi dan distribusi, penyediaan bahan bakar dan energi, penyediaan air dan penyediaan tenaga kerja.

Lokasi pendirian Pabrik Ammonium sulfat ini direncanakan berdiri di daerah Cikampek, Jawa Barat dengan pertimbangan sebagai berikut:

a. Penyediaan Bahan Baku

Bahan baku yaitu Ammonia disuplai oleh PT. Pupuk Kujang yang berasal dari Cikampek, Jawa Barat, dimana kapasitas produksi Ammonia sebesar 660.000 ton/tahun. Sedangkan bahan baku Asam sulfat disuplai dari PT.

Indonesian Acids Industry dimana kapasitas produksi Asam sulfat sebesar 82.500 ton/tahun. (*Pupuk Indonesia, 2016*)

b. Pemasaran Produk

Ammonium sulfat merupakan pupuk anorganik yang banyak digunakan dalam sektor pertanian dan perkebunan. Dengan didirikannya pabrik Ammonium sulfat di daerah Cikampek, diharapkan dapat memenuhi kebutuhan pupuk di daerah sekitar Jawa Barat yang pada umumnya masih banyak terdapat daerah perkebunan dan pertanian.

c. Transportasi dan Distribusi

Daerah Cikampek yang terletak sangat dekat dengan Jalan Tol Jakarta-Cikampek dan Jalan Tol Cikampek-Palimanan diharapkan pemasokan bahan baku maupun pendistribusian hasil produksi tidak akan mengalami kesulitan.

d. Penyediaan Bahan Bakar dan Energi

Penyediaan bahan bakar dan energi listrik di daerah Cikampek yang merupakan kawasan industri dapat dengan mudah disediakan oleh PLN maupun oleh PT. PERTAMINA.

e. Penyediaan Air

Kebutuhan air merupakan salah satu kebutuhan yang penting dalam suatu industri. Air digunakan dalam proses untuk pendingin, pembangkit steam, sanitasi, dan lain-lain. Penyediaan air dapat dipenuhi dengan pendirian unit Pengolah Air dimana airnya mengambil dari Sungai Citarum atau Waduk Jatiluhur.

f. Penyediaan Tenaga Kerja

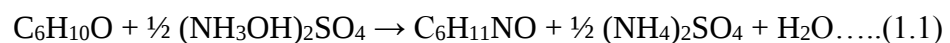
Tenaga kerja yang akan digunakan dalam industri mengambil sumber daya manusia (SDM) dari daerah sekitar (Karawang, Subang dan Purwakarta) yang meliputi tenaga kerja tingkat bawah, menengah dan tingkat atas. Dengan didirikannya pabrik ini maka akan mengurangi tingkat pengangguran, baik dari penduduk sekitar maupun penduduk pendatang.

1.4 Tinjauan Pustaka

Pembuatan pupuk ZA atau pupuk Ammonium sulfat $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$ dapat diproduksi dengan beberapa metode, antara lain :

a. *Proses Sintesis Caprolactam*

Caprolactam banyak digunakan dalam industri pembuatan nilon. Pada proses pembuatan *Caprolactam* akan menghasilkan produk samping berupa Ammonium sulfat. Proses sintesis ini melewati dua tahap proses yang melibatkan zat-zat kimia yang sangat agresif seperti Hidroksilamin sulfat, Oleum, dan Asam sulfat. Reaksi yang terjadi dalam pembuatan Ammonium sulfat melalui sintesis *Caprolactam* adalah sebagai berikut :

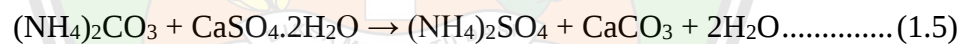


Reaksi ini berjalan secara kontinu dengan kandungan Ammonium sulfat sebesar 35-40% dalam larutan induk. Melalui urutan reaksi dengan

dua tahapan proses tersebut, Ammonium sulfat yang dihasilkan sebagai produk samping buangan menimbulkan konsekuensi biaya yang tinggi dalam pengolahannya karena membutuhkan bahan baku yang diimpor dari Amerika.

b. Proses Merseburg

Proses *Merseburg* ini pertama kali dilakukan di Inggris pada tahun 1951 dan di India pada tahun 1967. Proses ini merupakan reaksi antara *Ammonium carbonate* dengan Gypsum dan menghasilkan Ammonium sulfat. *Ammonium carbonate* yang digunakan berasal dari Ammonia (NH₃) dan Karbondioksida (CO₂) yang direaksikan dengan Air (H₂O). Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Proses ini masih diterapkan oleh beberapa negara yang memiliki cadangan Gypsum cukup besar. Konversi reaksi yang dihasilkan sekitar 95% setelah 6-9 jam waktu operasi. Hal tersebut dicapai jika Gypsum bereaksi sempurna dengan temperatur reaksi dijaga pada 60°C. Proses *Merseburg* umumnya merupakan proses *batch*. Keluaran dari reaktor kemudian difilter untuk memisahkan Kalsium karbonat dan Kalsium sulfat yang tidak bereaksi dari larutan Ammonium sulfate.

c. *Proses Karbonasi Batubara*

Ammonium sulfat dapat diproduksi dari batubara dengan 3 cara yaitu *direct*, *indirect* dan *semi-direct method*.

- *Direct Method*

Semua gas yang terbentuk pertama kali didinginkan untuk menghilangkan sejumlah tar sebelum melewati *saturator bubble* atau *type spray*, dimana reaksi dengan asam sulfat terjadi. Kristal Ammonium sulfat yang terbentuk turun kemudian dipisahkan dan dicuci dalam *centrifuge* lalu dikeringkan. Kristal kering dikirim lewat conveyor untuk disimpan.

- *Indirect Method*

Pada proses ini, gas panas didinginkan dengan resirkulasi cairan pencuci dan *air scrubbing*, campuran cairan kemudian dipanaskan dengan *steam* dalam kolom *stripper* tipe *bubble* untuk melepaskan Ammonia bebas dalam senyawa garam seperti Ammonium karbonat dan Ammonium sulfit. Sebagian cairan dalam kolom *stripper* kemudian ditambahkan dengan larutan kapur untuk menguraikan komponen garam seperti Ammonium klorida. Gas keluar yang masih banyak mengandung Ammonia dimasukkan ke dalam saturator yang sudah mengandung Asam sulfat sehingga terbentuk Ammonium sulfat.

- *Semi Direct Method*

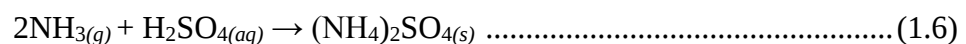
Dalam proses ini gas mula-mula didinginkan dan dicuci untuk menghilangkan sejumlah tar dan untuk memproduksi larutan Ammonia.

Kemudian Ammonia cair dipanaskan sampai suhu 70°C dan diabsorpsi dengan Asam sulfat encer (5-6%), menghasilkan larutan Ammonium sulfat jenuh dengan suhu 60-70°C.

Spray absorber atau *saturator* yang digunakan dalam operasi ini bervariasi dan modifikasi dari sistem ini telah dirancang oleh para insinyur seperti Koopers, Otto, Wilpitte, Simon Carves Woodal-Duckham dan lainnya. *Spray* tipe *scrubber-saturator* yang dikembangkan oleh perusahaan Otto telah dipakai secara luas sebagai unit pemisah kristaliser untuk memberikan kontrol yang lebih baik dalam pembentukan kristal.

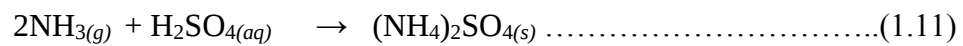
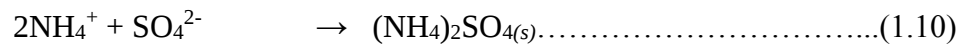
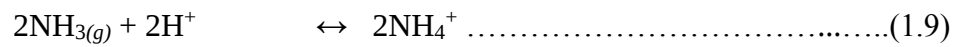
d. Proses Netralisasi

Pembuatan Ammonium sulfat pada proses netralisasi ini dihasilkan dengan mereaksikan Ammonia dan Asam sulfat. Reaksi ini berlangsung dalam sebuah reaktor yang disebut *saturator*. Ammonia yang berfase gas dan Asam sulfat berfase cair akan bereaksi di dalam *saturator*. Produk yang dihasilkan berupa kristal Ammonium sulfat $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$ yang tercampur dalam larutan *mother liquor*. Reaksi ini bersifat *irreversible* dan eksotermis dengan persamaan reaksi sebagai berikut ini :



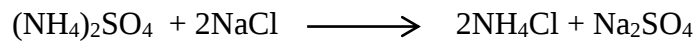
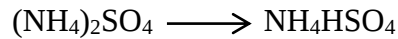
Menurut teori Bronsted-Lowry yang diungkapkan oleh Vogel (1979), mekanisme reaksi pembentukan Ammonium sulfat adalah :





Menurut Vogel (1979), mekanisme reaksi berdasarkan teori Brosted-Lowry didasarkan pada reaksi asam-basa, dimana asam sebagai pendonor proton dan basa sebagai penerima proton (akseptor). Asam sulfat (H_2SO_4) akan terurai menjadi sebuah proton (H^+) dan sebuah basa konjugat (HSO_4^-). Kemudian basa konjugat akan terurai menjadi sebuah proton (H^+) dan sebuah basa konjugat (SO_4^{2-}). Dua buah proton yang terbentuk akan bereaksi dengan basa (NH_3) membentuk asam konjugat (2NH_4^+). Selanjutnya, asam konjugat (2NH_4^+) yang terbentuk ini kemudian bereaksi dengan basa konjugat, yang sebelumnya terbentuk yaitu (SO_4^{2-}) membentuk Ammonium sulfat atau $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

Reaksi netralisasi ini berlangsung pada kondisi suhu $105^\circ\text{--}110^\circ\text{C}$, tekanan 1 atm dan waktu reaksi sekitar 4 jam secara kontinyu. Kandungan Ammonium sulfat yang terdapat pada larutan induk sekitar 50% dengan konversi reaksi sebesar 99%. Berdasarkan stoikiometri, gas Ammonia dan Asam sulfat cair masuk ke dalam reaktor dengan perbandingan mol 2:1. Pemilihan kondisi operasi pada suhu $105\text{--}110^\circ\text{C}$ dan tekanan 1 atm berdasarkan pertimbangan bahwa pada suhu yang terlalu tinggi Ammonium sulfat akan terdekomposisi menjadi Ammonium bisulfat atau $(\text{NH}_4)\text{HSO}_4$ dengan reaksi sebagai berikut :



Hal ini karena, pada suhu yang terlalu tinggi Asam sulfat yang merupakan asam kuat akan membentuk aerosol sehingga apabila bereaksi dengan gas Ammonia akan membentuk Ammonium bisulfat. Senyawa ini berupa kristal putih yang bersifat korosif dan berbahaya, seperti menyebabkan iritasi pada kulit. Apabila temperatur reaksi jauh dari 100°C melebihi temperatur leleh dari Ammonium sulfat yaitu 235°-280°C maka akan membentuk Ammonium bisulfat. Namun, apabila temperatur reaksi terlalu rendah dari 100°C dapat menyebabkan konversi reaksi menjadi kecil atau kurang maksimal.

Dari ketiga proses di atas, pada prarancangan pabrik Ammonium sulfat ini akan dipilih Proses Netralisasi. Proses ini dipilih karena konversi dan kandungan Ammonium sulfat yang dihasilkan lebih besar dari proses lainnya, bahan baku yang mudah didapat di dalam negeri dan tahapan prosesnya yang lebih mudah daripada proses lainnya.

1.5 Sifat-Sifat Produk

Ammonium sulfat sebagai produk utama merupakan bahan kimia yang memiliki komponen utama $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, berbentuk kristal padatan yang digunakan sebagai pupuk di dalam perkebunan dan pertanian. Adapun standar mutu pupuk Ammonium sulfat dapat dilihat pada Tabel 1.3 di bawah ini.

Tabel 1.3 Standar Mutu Pupuk Ammonium Sulfat

No	Standar Mutu	Nilai
1.	Kadar Nitrogen	Minimal 20,8%
2.	Kadar Belerang	Minimal 23,8%
3.	Kadar Air	Maksimal 1%
4.	Kadar Asam Bebas sebagai H ₂ SO ₄	Maksimal 0,1%

Sumber : (BSN, 2005)

1.6 Kegunaan Produk

Ammonium sulfat umumnya digunakan sebagai pupuk untuk memberi tambahan unsur hara tanah pada tanaman pertanian dan perkebunan, diantaranya tebu, tembakau, cengkeh, kopi, lada, kelapa sawit dan teh. Selain sebagai pupuk, Ammonium sulfat juga digunakan dalam bidang industri seperti untuk pengolahan air, bahan tambahan makanan, bahan tahan api, dan penyamakan.

Negara Indonesia merupakan salah satu negara yang selalu membutuhkan pupuk Ammonium sulfat sebagai pupuk nitrogen. Keunggulan pupuk Ammonium sulfat antara lain yaitu :

- a. Tidak higroskopis
- b. Mudah larut dalam air
- c. Dapat digunakan sebagai pupuk dasar dan pupuk susulan
- d. Dapat dicampur dengan pupuk lain
- e. Senyawa kimianya stabil sehingga tahan disimpan dalam waktu lama

- f. Aman digunakan untuk semua jenis tanaman
- g. Meningkatkan produksi dan kualitas panen
- h. Menambah daya tahan tanaman terhadap gangguan hama, penyakit dan kekeringan
- i. Memperbaiki rasa dan warna hasil panen

Unsur-unsur utama yang terkandung dalam pupuk Ammonium sulfat, yaitu unsur Nitrogen dan unsur Belerang. Fungsi utama dari unsur Nitrogen, dalam bentuk ion NH_4^+ , yaitu antara lain sebagai penyusun asam amino, asam nukleat, hormon, enzim, sintesa protein, klorofil dan merangsang pertumbuhan vegetatif tanaman. Fungsi utama dari unsur Belerang, dalam bentuk ion SO_4^{2-} , yaitu antara lain sebagai penyusun asam amino sistein dan metionin, koenzim-A dan beberapa vitamin (tiamin dan biotin) dan membantu sintesis klorofil. Kekurangan unsur hara Nitrogen dan Belerang dapat menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat, tanaman menjadi kerdil, dan terjadinya klorosis, yaitu daun menjadi kuning atau pucat.

(Purves et al., 1995)