

## PROSES PRODUKSI AMONIUM NITRAT DAN KEGUNAANNYA : REVIEW

**Yuniar Dwi Lestari\*, Erwan Adi Saputro**

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, UPN “Veteran” Jawa Timur

Jl. Rungkut Madya No.1, Gn. Anyar, Kec. Gn. Anyar, Kota SBY, Jawa Timur 60294

\*Email: erwanadi.tk@upnjatim.ac.id

### Abstrak

Amonium nitrat dengan rumus kimia  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  merupakan senyawa kimia berupa padatan berwarna putih yang larut dalam air. Amonium nitrat memiliki peranan penting di dunia, amonium nitrat dikenal sebagai penyusun bahan peledak yang digunakan sebagai pertahanan atau konstruksi sipil, penggalian dan industri pertambangan. Selain itu sebagian besar pengaplikasiannya adalah sebagai fertilizer dalam pertanian atau sebagai pupuk. Indonesia merupakan negara agraris yang terdapat banyak pertanian dan perkebunan, selain itu pertambangan di Indonesia juga sedang meningkat. Ada beberapa macam proses yang digunakan untuk memproduksi amonium nitrat. Studi literatur ini bertujuan untuk dapat memilih proses produksi yang dinilai paling efektif dan efisien dengan kekurangan yang sangat minim. Hasil dari studi literatur, proses stengel merupakan proses yang paling sederhana yang bisa menghasilkan amonium nitrat dengan kemurnian produk yang cukup tinggi.

**Kata kunci:** amonium nitrat, peranan, produksi, stengel

### 1. PENDAHULUAN

Studi mengenai proses produksi amonium nitrat dan kegunaan amonium nitrat ini menggunakan metode literatur *review*. Kajian pustaka berguna untuk menambah wawasan dalam prancangan pabrik. Informasi atau pengetahuan yang ada dari berbagai literatur akan saling melengkapi sehingga dapat digunakan sebagai acuan. Kajian pustaka ini meliputi macam – macam proses untuk memproduksi amonium nitrat dan kegunaan dari amonium nitrat baik dalam industri maupun kehidupan sehari – hari.

Amonium nitrat dihasilkan dari reaksi antara amonia dengan asam nitrat. Ada banyak macam proses yang digunakan untuk memproduksi amonium nitrat. Produk amonium nitrat dapat berupa *liquid* ataupun padat sesuai kebutuhan. Supaya proses produksi efektif dan efisien, maka perlu untuk mengkaji beberapa literatur terkait macam – macam proses yang ada. Oleh karena itu, literatur review ini bertujuan untuk dapat memilih proses yang paling efektif dan efisien.

### 2. METODE PENELITIAN

Kajian pustaka atau studi literatur ini dilakukan dengan menelusuri dan menganalisa berbagai macam sumber literatur seperti jurnal, paten, buku, *report*, *proceeding*, dan informasi dari *website* resmi.

### 3. HASIL

Amonium nitrat yaitu suatu senyawa kimia berupa garam nitrat dari kation amonium dengan rumus  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ . Amonium nitrat dapat dihasilkan dari reaksi eksotermis antara amonia dengan asam nitrat. Proses produksi amonium nitrat yang paling populer antara lain yaitu proses prilling, proses kritalisasi vakum dan proses stengel. Selain proses – proses tersebut masih ada beberapa proses lainnya yang merupakan hasil modifikasi dari proses lama atau bahkan proses baru untuk memproduksi amonium nitrat. Masing – masing proses memiliki kelebihan dan kekurangan. Berikut adalah hasil studi literatur terkait proses produksi amonium nitrat.

**Tabel 1. Proses Produksi Amonium Nitrat**

| Area Penelitian  | Hasil Penelitian   | Literatur                                    |
|--|--|--|
| Proses komersial amonium nitrat padat dengan metode sederhana untuk menghasilkan produk kering tanpa menara prilling, crystallizer, atau pengering dan pendingin, sehingga memberikan proses yang pada dasarnya tidak tergantung pada cuaca. | Proses produksi amonium nitrat dari amonia dan asam nitrat menggunakan packed reactor. Campuran uap dan amonium nitrat dari reaktor dipisahkan menggunakan separator tipe siklon. Uap menuju kondensor, sedangkan amonium nitrat cair dipadatkan menjadi lembaran menggunakan cooled belt conveyor. Penggilingan lembaran menjadi 5-20 mesh dapat menggunakan Hammer Mill atau Granulator. Pelapisan produk menggunakan Diatomaceus Earth.   | (J. J. Dorsey, 1955)                         |
| Peningkatan dalam proses untuk memproduksi amonium nitrat  | Produk amonium nitrat dengan kadar air yang rendah bisa diperoleh dari proses pemisahan uap dan amonium nitrat cair dari reactor menggunakan pemisah uap dengan kondisi dibawah vakum dan suhu tinggi, serta dengan waktu tinggal dibawah 5 detik dapat mengurangi kadar air Amonium Nitrat.   | (Stengel, et al., 1956)                      |
| Proses pembuatan amonium nitrat dari amonia dan asam nitrat dengan cara lebih efisien dimana keasaman dan kondisi operasi yang dipertahankan dalam kisaran relatif sempit.   | Amonia dan asam nitrat direaksikan dalam neutralizer dengan pH 8-9. Larutan amonium nitrat dari reaktor dialirkan ke evaporator bertingkat untuk dipekatkan konsentrasi. Evaporator yang digunakan berupa 2 buah falling film evaporator yang disusun secara seri. pH amonium nitrat pada evapoator tahap kedua adalah pH sekitar 7,0 selanjutnya larutan amonium nitrat anhidrat dialirkan menuju prilling tower untuk membentuk butiran.   | (Ruth, 1964)                                 |
| Proses produksi ammonium nitrat dengan mereaksikan asam nitrat dan amonia dengan produksi uap proses secara bersamaan  | Asam nitrat dan amonia direaksikan saat dalam pertukaran panas, menghasilkan aliran campuran uap dan ammonium nitrat. Uap tersebut dikondensasi untuk mencegah panas yang hilang sehingga bisa diperoleh kembali sebagai uap proses serta menngurangi kehilangan amonia secara substansial.  | (Cook, et al., 1966)                         |
| Menganalisis tingkat emisi, teknik pengendalian dan biaya pengendalian sumber dan emisi partikulat pada proses produksi amonium nitrat   | Amonium nitrat dapat diproduksi dengan proses prilling atau granulasi. Laju emisi tak terkontrol dari proses granulasi berkisar 0,03 – 0,06 g/kg dari 147,2 g/kg ammonium nitrat yang diproduksi. Sedangkan dari proses prilling (prilling tower) berkisar 0,21 – 2,74 g/kg.   | (U.S.Environmental Protection Agency , 1981) |
| Proses baru untuk produksi amonium nitrat melalui reaksi antara asam nitrat dan amonia tanpa memerlukan kontribusi panas eksternal dan akan memungkinkan efisiensi nitrogen yang sangat tinggi (lebih dari 99,8%)                            | Asam nitrat dan amonia direaksikan dalam reaktor bertekanan 3 Kg/cm <sup>2</sup> . Uap yang dihasilkan dalam reaktor diolah dalam kolom pencuci aliran berlawanan. Uap yang telah dimurnikan dapat digunakan untuk memanaskan asam nitrat, air boiler dan evaporator vakum. Larutan ammonium nitrat dikondensasikan dengan penguapan vakum hingga konsentrasi 95%. Jenis produksi ini tidak akan ada limbah gas, dan sebagian besar dari cairan tersebut diperoleh kembali dengan cukup murni untuk dapat digunakan sebagai air proses di unit produksi lainnya. | (Union Chimique Belge SA, 1999)              |

|   |   |  |
|---|---|--|
| Menganalisis dan membandingkan desain dasar ammonium nitrat untuk menemukan peluang pemanfaatan panas reaksi yang lebih baik dan pengurangan konsumsi uap import. | Sintesis ammonium nitrat dengan proses eksotermis. Produski ammonium nitrat menggunakan 2 tahap netralisasi atmosferic dan atmosferic falling film evaporator dengan hot air stripping. Kehilangan eksergi eksternal dapat dikurangi dengan sekitar 20% jika kondensat uap akan dimurnikan (kandungan amonia dan AN hingga di bawah 10 ppm b/b), didaur ulang ke instalasi pengolahan air dan kemudian (setelah dipoles) digunakan sebagai air umpan boiler. Pemurnian dari semua proses steam dan kondensat sudah hampir sepenuhnya mendaur ulang amonia dan AN kembali ke proses sehingga mengurangi konsumsi bahan baku. | (Kirova & Yordanova, 2014)                     |
| Suatu proses yang mengintegrasikan produksi asam nitrat dengan produksi ammonium nitrat.  | Produksi ammonium nitrat dari asam nitrat dan amonia. Amonia dioksidasi untuk menghasilkan campuran reaksi termasuk nitrogen monoksida dan uap air. uap air dikondensasikan, nitrogen monoksida dioksidasi dan produknya bereaksi dengan dan diserap oleh air kental untuk membentuk aliran asam nitrat. Aliran asam nitrat direaksikan dengan aliran amonia untuk membentuk ammonium nitrat.   | (Johnston, et al., 2015)                       |
| Produksi ammonium nitrat dengan menetralkan amonia dan asam nitrat  | Proses meliputi pembentukan dan konsentrasi larutan, pembentukan padatan, penyelesaian akhir, penyaringan dan pelapisan, dan pengemasan. Proses produksi ammonium nitrat dari amonia dan asam nitrat dengan reaksi penetralan untuk menghasilkan ammonium nitrat.   | (Speight, 2017)                                |
| Strategi skala industri baru untuk mencegah degradasi dan caking ammonium nitrat  | Metode produksi ammonium nitrat yang diterapkan adalah proses produksi ammonium nitrat dua tahap. Terdapat penambahan asam sulfat untuk meminimalkan produksi karbon dioksida dalam ammonium nitrat. Namun, ion sulfat bereaksi dengan ion nitrat dalam asam nitrat, yang mengarah ke pembentukan garam ganda. Asam silikat ditambahkan pada tahap pengenceran ammonium nitrat menghilangkan ion sulfat dan mencegah pembentukan garam ganda, memantau laju pendinginan ammonium nitrat yang membeku selama pendinginan, dan untuk mengurangi ukuran porinya. Produk ammonium nitrat dilapisi dengan kalsium lignosulfat.   | (Gezerman, 2020)                               |
| Produksi ammonium nitrat dengan proses <i>Vacuum Neutralization and Evaporation</i>   | Reaksi asam nitrat dan amonia berlangsung dalam netralizer yang sedikit bertekanan. Peningkatan konsentrasi dilakukan dengan memanaskan larutan dengan uap di bawah tekanan vakum.  | (A Company of ThyssenKrupp Technologies, 2020) |
| Proses produksi ammonium nitrat granul menggunakan proses netralisasi vakum   | Produski ammonium nitrat dengan cara asam nitrat dinetralkan dengan amonia dibawah vakum, yang kemudian menghasilkan larutan pekat lalu diupkan. Larutan pekat diumpulkan ke granulator dan menghasilkan produk akhir granul ammonium nitrat.   | (Intratec, 2021)                               |

|   |  |                  |
|---|--|------------------|
| Proses produksi amonium nitrat prill dengan proses neutralisasi vakum                   | Amonia dan asam nitrat bereaksi menghasilkan amonium nitrat selanjutnya dialirkan ke bejana flash vakum untuk menguapkan sebagian air. Amonium pekat dipceah sebagian menuju ke penetal, sisanya ke penetal kedua dengan tambahan amonia. Dari penetal kedua menuju evaporasi termosifon. Lelehan amonium nitrat dicampur dengan larutan magnesium oksida kering , lalu dicampur dengan aditif prilling dan disemprotkan dibagian atas prilling tower. Butiran dikeringkan dalam rotary drum dan dilapisi dengan zat anticaking. | (Intratec, 2021) |
| Menciptakan prill yang seragam dan mencegah adanya recycle pada produksi amonium nitrat | Asam nitrat dan amonia direaksikan lalu menghasilkan larutan dengan konsentrasi 97,5- 98%. Larutan pekat diumpulkan ke Prilling Tower dan sebagian ke Slurry Tank. Dalam slurry tank pengisi di dispersikan, butiran kecil dan besar dicairkan, larutan amonium nitrat 97,5% dari konsentrator dibuang dan kadar air campuran disesuaikan dengan penambahan cairan pembersih. Refraktometer dipasang pada konsentrator dan aliran keluar slurry tank untuk menciptakan prill yang seragam dan mencegah adanya recycle.           | (Vaisala, 2021)  |

Berbagai macam proses yang ada untuk memproduksi amonium nitrat menunjukkan bahwa amonium nitrat memiliki kegunaan yang luas dan peranan penting dalam industri maupun kehidupan sehari – hari. Berikut adalah berbagai kegunaan dari amonium nitrat yang diperoleh berdasarkan hasil kajian dari beberapa literatur

**Tabel 2. Kegunaan Amonium Nitrat**

| Kegunaan   | Literatur   | Kegunaan   | Literatur   |
|--|---|--|---|
| Amonium nitrat digunakan sebagai pupuk   | (Rao, 2014)<br>(Speight, 2017)<br>(Aulia, 2018)<br>(Helmenstine, 2018)<br>(IHS Markit, 2019)<br>(International Plant Nutrition Institute, 2019)<br>(Grant, 2021)<br>(PubChem, 2022) | dan konstruksi sipil                                   | (IHS Markit, 2019)<br>(International Plant Nutrition Institute, 2019)<br>(Grant, 2021)<br>(PubChem, 2022) |
| Amonium nitrat sebagai penyerap untuk nitrogen oksida, bahan campuran pembekuan              | (Rao, 2014)   | Amonium nitrat juga digunakan dalam pengawetan makanan | (Grant, 2021)   |
| Amonium nitrat digunakan dalam pembuatan cold packs  | (Helmenstine, 2018)<br>(International Plant Nutrition Institute, 2019)<br>(Grant, 2021)   | Amonium nitrat digunakan sebagai bahan pengoksidasi    | (Suratman, 2010)<br>(Jaafar, 2013)<br>(Rao, 2014)<br>(PubChem, 2022)                                      |
| Amonium nitrat sebagai bahan peledak / campuran bahan peledak pada pertambangan, penggalian, | (Rao, 2014),<br>(Speight, 2017)<br>(Helmenstine, 2018)  | Amonium nitrat digunakan dalam pembuatan kembang api   | (Rao, 2014),<br>(Helmenstine, 2018)   |

| Kegunaan  | Literatur                     |
|---|-------------------------------|
| Amonium nitrat digunakan untuk berbagai aplikasi perawatan permukaan yang mana pasar utamanya industri otomotif, propelan dan blowing agent, plasticizers | (PubChem, 2022)               |
| Amonium nitrat digunakan untuk pembentukan dan regenerasi kalus   | (Winarto, 2013)               |
| Amonium nitrat digunakan untuk mengaktifasi zeolit alam yang dapat menurunkan sanitasi air  | (Azizah, 2015)                |
| Amonium nitrat sebagai bahan tambahan dalam pembuatan baterai untuk konduktivitas ion   | (Riyanto, 2011)               |
| Amonium nitrat sebagai nutrisi bagi antibiotik dan khamir   | (Madona, 2009)<br>(Rao, 2014) |

### Kesimpulan

Amonium nitrat merupakan bahan kimia yang dihasilkan dari reaksi antara amonia dengan asam nitrat. Amonium nitrat memiliki kegunaan yang penting di beberapa bidang industri serta bermanfaat dalam kehidupan sehari – hari. Kegunaan ammonium nitrat yang utama yaitu sebagai pupuk dan bahan peledak. Terdapat beberapa proses yang digunakan untuk memproduksi ammonium nitrat, yaitu proses prilling, neutralisasi vakum, dan stengel. Proses produksi ammonium nitrat dengan proses prilling dan neutralisasi vakum cenderung membutuhkan peralatan yang lebih banyak seperti penggunaan beberapa buah evaporator bertingkat, sehingga membutuhkan biaya operasional yang lebih banyak. Berdasarkan kajian pustaka hasil dari review literatur, didapatkan proses yang baik untuk memproduksi ammonium nitrat adalah dengan proses stengel . Hal tersebut terdapat pada literatur Pilot Plants Ammonium Nitrate by Stengel Process oleh J.J. Dorsey (2015), US Patent Process for Production of Ammonium Nitrate oleh L.A. Stengel (1956). Dalam literatur tersebut dijelaskan proses produksi yang cukup sederhana tanpa peralatan yang begitu banyak seperti beberapa evaporator untuk menghasilkan produk langsung. Hal tersebut juga dijelaskan dalam literatur Granulated Ammonium Nitrate Production oleh Inratec (2021), yang mana hasil dari proses

stengel umumnya berbentuk granul. Menurut report dari U.S. Environmental Agency (1981) laju emisis proses granulasi lebih kecil dari proses prilling.

### DAFTAR PUSTAKA

- A Company of ThyssenKrupp Technologies, 2020. Nitrate Fertilisers, Dortmund: A Company of ThyssenKrupp Technologies.
- Aulia, R., 2018. Pengaruh Pemberian Senyawa HN4NO3 (Amonium Nitrat) Terhadap Pertumbuhan Kecambah Sorgum. Jurnal Biologi Eksperimen dan Keanekaragaman Hayati, 5(1), pp. 43-48.
- Azizah, 2015. Pemanfaatan Zeolit Alam Teraktivasi Ammonium Nitrat (NH4NO3) untuk Desalinasi Air Sumur Paya. Jurnal Sainteknol, 13(2), pp. 119-126.
- Cook, L. H., Washington, P. & Mavrovic, I., 1966. Production of Ammonium Nitrate. United States, Paten No. 3,285,695.
- Gezerman, A. O., 2020. A Novel Industrial-Scale Strategy to Prevent Degradation and Caking of Ammonium Nitrate. Heliyon, Volume 6, pp. 1-9.
- Grant, B. L., 2021. Gardening Know How. [Online]
- Available at: <https://www.gardeningknowhow.com/garden-how-to/soil-fertilizers/ammonium-nitrate-fertilizer.htm> [Diakses 17 04 2022].
- Helmenstine, A. M., 2018. Ammonium Nitrate Facts and Uses. [Online]
- Available at: <https://www.thoughtco.com/how-to-make-ammonium-nitrate-608267#:~:text=Ammonium%20Nitrate%20Uses%20and%20Sources,explosions%20in%20mining%20and%20quarrying> [Diakses 17 04 2022].
- IHS Markit, 2019. Ammonium Nitrate Chemical Economics Handbook. [Online]
- Available at: <https://ihsmarkit.com/products/ammonium-nitrate-chemical-economics-handbook.html> [Diakses 16 April 2022].
- International Plant Nutrition Institute, 2019. Nutrient Source Specifics Ammonium Nitrate. [Online]
- Available at: <http://www.ipni.net/publication/nss.nsf/0/>

- 67265A0AC9302CC5852579AF0076927  
A/\$FILE/NSS-22%20Amm%20Nit.pdf  
[Diakses 12 April 2022].
- Intratec, 2021. Ammonium Nitrate Porous Prills Production, United States: Intratec.
- Intratec, 2021. Granulated Ammonium Nitrate Production, United States: Intratec.
- J. J. Dorsey, J., 1955. Ammonium Nitrate by the Stengel Process. Pilot Plants, 47(1), pp. 11-17.
- Jaafar, M. N., 2013. Pembangunan Bahan Dorong Ammonium Nitrat untuk Roket Pepejal. Perintis E-Journal, 3(1), pp. 31-41.
- Johnston, A. M., Hayness, B. S. & Conroy, G. L., 2015. Process for Producing Ammonium Nitrat. United States, Paten No. 8,945,499 B2.
- Kirova, Z. & Yordanova, 2014. Exergy Analysis of Ammonium Nitrate. Turku, Proceedings of ECOS .
- Madona, 2009. Fermentasi Ampas Ubi Jalar menjadi Asam Sitrat Menggunakan Metode "Surface Culture". Jurnal Teknik Kimia.
- Maharani, N., 2020. Prarancangan Pabrik Amonium Nitrat dari Amonia dan Asam Nitrat dengan Proses Prilling Kapasitas 100.000 Ton/Tahun. Jurnal Tugas Akhir Teknik Kimia, 4(1), pp. 1-5.
- PubChem, 2022. Compound Summary Ammonium Nitrate. [Online]
- Available at:  
<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Ammonium-nitrate>
- [Diakses 17 04 2022].
- Rao, P., 2014. Ammonium Nitrat. Dalam: Encyclopedia of Toxicology (Third Edition). New Jersey: Science Direct, pp. 209-211.
- Riyanto, 2011. Baterai Cerdas Dari Elektrolit Polimer Kitosan-Pva dengan Penambahan Amonium Nitrat. Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia, 14(2), pp. 70-77.
- Ruth, J. A., 1964. Process for Producing Ammonium Nitrate. United States, Paten No. 3,157,466.
- Speight, D. J. G., 2017. Chapter Three - Industrial Inorganic Chemistry. Dalam: Environmental Inorganic Chemistry for Engineers. s.l.:Butterworth Heinemann, pp. 11-16.
- Speight, D. J. G., 2017. Industrial Inorganic Chemistry. Dalam: Environmental Inorganic Chemistry for Engineers. United States: Butterworth Heinemann, pp. 111-169.
- Stengel, L. A., Haute, T. & J. J., 1956. Process for Producing of Ammonium Nitrate. United States of America, Paten No. 2,739,037.
- Suratman, 2010. Kelarutan Nikel Pada Proses Pelindian Nickel Matte (Ni<sub>3</sub>S<sub>2</sub>) dalam Media Amonia – Amonium Nitrat. Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara, 6(1), pp. 27-36.
- U.S. Environmental Protection Agency , 1981. Ammonium Nitrate Manufacturing Industry, North California: U.S. Environmental Protection Agency .
- Union Chimique Belge SA, 1999. Production of Ammonium Nitrate Without External Heat Contribution and With Generation of Pure Steam, Belgique: European Union.
- Vaisala, 2021. Ammonium Nitrate Production Process. [Online]
- Available at:  
<https://www.vaisala.com/en/industries-applications/chemicals-allied-products/ammonium-nitrate-production-process#:~:text=Ammonium%20nitrate%20is%20produced%20by,fed%20to%20a%20slurry%20tank>
- [Diakses 16 03 2022].
- Winarto, 2013. Pengaruh Medium Dasar dan Amonium Nitrat terhadap Pembentukan, Regenerasi Kalus, dan Penggandaan Tunas Hasil Kultur Anther Anthurium (Effect of Basic Medium and Ammonium Nitrate on Formation and Regeneration of Calli and Shoot Multiplication Derived Form. J Hort, 23(1), pp. 9-20.