



BAB II

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

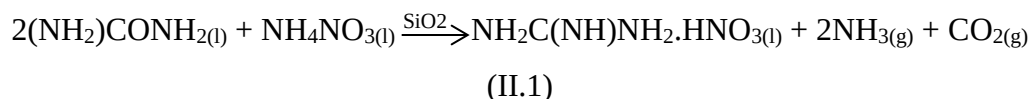
II.1 Tinjauan Proses

Guanidin nitrat adalah senyawa dengan rumus kimia $\text{NH}_2\text{C}(\text{NH})\text{NH}_2.\text{HNO}_3$, juga dikenal sebagai guanidin mononitrat. Senyawa ini berbentuk kristal dan larut dalam air. Guanidin nitrat terbentuk dari kombinasi guanidin ($\text{NH}_2\text{-C}(\text{NH})\text{-NH}_2$) dengan asam nitrat (HNO_3). Setiap molekul guanidin nitrate terdiri dari dua molekul guanidin yang bergabung dengan satu molekul asam nitrat (Kumar, 2021). Macam-macam proses pembuatan guanidin nitrat adalah :

- a. Pembuatan Guanidin Nitrat dari Urea dan Amonium Nitrat
- b. Pembuatan Guanidin Nitrat dari Kalsium Sianamida dan Amonium Nitrat
- c. Pembuatan Guanidin Nitrat dari Guanidin Sulfamat dan Asam Nitrat

II.1.1 Pembuatan Guanidin Nitrat dari Urea dan Amonium Nitrat

Proses produksi guanidin nitrat dapat dibuat dengan mencampurkan urea dan amonium nitrat dengan bantuan katalis silikon dioksida. Proses ini berlangsung pada tekanan 1 atm. Suhu reaksi berkisar antara 190°C hingga 200°C . Jika suhu reaksi melebihi 200°C , urea cenderung mengalami oksidasi menjadi nitrogen dan karbon dioksida, yang menyebabkan hilangnya sebagian urea yang seharusnya diubah menjadi guanidin. Sebaliknya, jika suhu reaksi berada di bawah 190°C , akan menyebabkan penurunan jumlah urea akan diubah menjadi guanidin. Suhu di dalam reaktor adalah 195°C . Pada suhu 190°C - 200°C diperoleh hasil optimum dengan rasio urea:amonium nitrat sekitar 2:1. Setelah waktu reaksi selama 15-30 menit, diperoleh konversi sebesar 90%. Pembentukan guanidin nitrat dalam reaktor dapat dituliskan dalam persamaan reaksi II.1 (Mackay, 1960) :



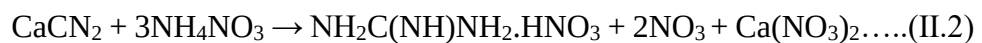
Reaksi ini memiliki keuntungan dibandingkan proses lain yang telah digunakan karena guanidin nitrat diproduksi dari senyawa yang mudah diperoleh. Selain itu reaksi ini tidak memerlukan suhu tinggi karena dilakukan pada suhu tidak



lebih dari 200°C (Roberts, 1962). Keuntungan lainnya adalah waktu reaksi yang 15-20% lebih pendek. Selain itu lebih sedikit produk samping yang terbentuk selama periode reaksi, sehingga hasil guanidin nitrat yang diperoleh lebih tinggi yaitu dengan kemurnian sebesar 97-98% (Mackay, 1960).

II.1.2 Pembuatan Guanidin Nitrat dari Kalsium Sianamida dan Amonium Nitrat

Guanidin nitrat dapat dibuat dari kalsium sianamida melalui proses yang melibatkan kalsium sianamida dengan amonium nitrat cair. Metode mencampurkan kalsium sianamida dengan amonium nitrat cair dilakukan dengan memanaskannya pada suhu 200-220°C selama 2 jam (Burns dan Frederick, 1941). Guanidin nitrat dapat diproduksi dengan menggabungkan garam amonium dan sianamida. Proses pembuatan guanidin nitrat dari kalsium sianamida dan amonium nitrat ditunjukkan menurut persamaan II.2 (Wright, 1947) :



Metode ini menghasilkan produk sampingan berupa disiandiamida. Produk sampingan seperti disiandiamida dapat diubah menjadi guanidin nitrat dengan perlakuan lebih lanjut menggunakan amonium nitrat pada tekanan 200-225 psi. Proses pembuatan guanidin nitrat dari kalsium sianamida dan amonium nitrat memiliki konversi sebesar 87%. Produk yang dihasilkan dari proses ini menunjukkan kemurnian sebesar 90%.

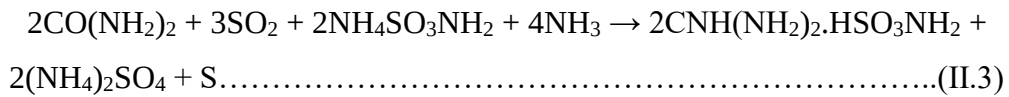
Proses ini memungkinkan produksi guanidin nitrat yang tidak korosif terhadap peralatan baja tahan karat (Wright, 1947). Namun, metode ini melibatkan penggunaan kalsium sianamida murni yang relatif mahal. Metode ini juga bergantung pada kadar alkali dalam sianamida. Jika kadar alkali kurang, maka reaksi tidak optimal (Burns dan Frederick, 1941).

II.1.3 Pembuatan Guanidin Nitrat dari Guanidin Sulfamat dan Asam Nitrat

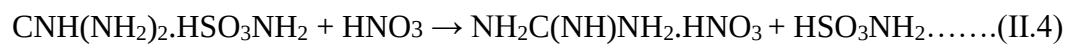
Metode ini merupakan reaksi antara guanidin sulfamat dengan asam nitrat, yang menghasilkan guanidin nitrat dan asam sulfamat sebagai produk sampingan. Guanidin sulfamat sendiri dapat dibuat dengan mereaksikan urea, sulfur dioksida,



amonias, dan amonium sulfamat. Reaksi pembentukan guanidin sulfamat direpresentasikan mengikuti persamaan II.3



Konversi guanidin sulfamat menjadi guanidin nitrat dilakukan dengan penambahan asam nitrat. Reaksi tersebut dapat dituliskan melalui persamaan II.4 (Robinson dan Miller, 1959).



Dalam mengoperasikan metode ini, suhu dalam bejana reaksi dipertahankan pada sekitar 280°C hingga 330°C dengan suhu ideal umumnya 315°C selama 40-60 menit, dan tekanan operasi dipertahankan antara sekitar 400-1000psi. Pembuatan guanidin nitrat dengan mereaksikan guanidin sulfamat dan asam nitrat memiliki konversi sekitar 77,5% dengan kemurnian yang dihasilkan sebesar 85%. Metode ini memiliki keuntungan yaitu cocok untuk produksi skala besar secara kontinyu. Selain itu, metode ini menggunakan bahan kimia yang murah dan mudah didapat (Robinson dan Miller, 1959).

II.2 Seleksi Proses

Secara singkat perbandingan proses pembuatan guanidin nitrat dapat dilihat pada tabel II.1

Tabel II. 1 Perbandingan Proses Pembuatan Guanidin Nitrat

Parameter	Proses 1 (Mackay, 1960)	Proses 2 (Burns dan Frederick, 1941)	Proses 3 (Robinson dan Miller, 1959)
Bahan Baku	Urea dan Amonium Nitrat	Kalsium Sianamida dan Amonium Nitrat	Guanidin Sulfamat dan Asam Nitrat



Parameter	Proses 1 (Mackay, 1960)	Proses 2 (Burns dan Frederick, 1941)	Proses 3 (Robinson dan Miller, 1959)
Suhu Operasi	195°C	200-220°C	315°C
Tekanan Operasi	1 atm	200-225psi	400-1000psi
Waktu Reaksi	15-30 menit	2 jam	40-60 menit
Katalis	Silikon Dioksida	-	-
Konversi	90%	85%	77,5%
Kemurnian	97-98%	90%	85%

Berdasarkan uraian di atas, maka dipilih pembuatan guanidin nitrat dari urea dan amonium nitrat dengan beberapa pertimbangan :

- Proses produksi dan peralatan yang digunakan lebih mudah karena tidak beroperasi pada suhu dan tekanan tinggi.
- Waktu reaksi yang lebih singkat.
- Produk guanidin nitrat yang dihasilkan memiliki kemurnian yang lebih tinggi.
- Konversi produk guanidin nitrat yang dihasilkan lebih tinggi.

II.3 Uraian Proses

Pada pra rancangan pabrik guanidin nitrat ini menggunakan bahan baku urea dan amonium nitrat. Proses ini dibagi menjadi 3 tahap, yaitu :

1. Tahap persiapan bahan baku
2. Tahap reaksi
3. Tahap pemurnian produk

Berikut penjelasan singkat terkait tahapan uraian proses dari masing-masing tahapan:



1. Tahap Persiapan Bahan Baku

Bahan baku urea dan amonium nitrat disimpan pada gudang penyimpanan. Selanjutnya masing-masing bahan baku yaitu urea dan amonium nitrat dilelehkan terlebih dahulu di dalam *melter*. Suhu *melter* urea dan ammonium nitrat beroperasi pada suhu 190°C. Kemudian lelehan urea dan ammonium nitrat tersebut diumpankan ke dalam *mixer* yang dilengkapi pengaduk dan suhunya dijaga pada 195°C. Campuran urea dan amonium nitrat kemudian diumpankan ke dalam reaktor yang sudah berisi katalis SiO_2 dan suhunya dijaga pada 195°C.

2. Tahap Reaksi

Di dalam reaktor terjadi reaksi antara urea dan amonium nitrat menjadi guanidin nitrat serta menghasilkan gas NH_3 dan CO_2 . Reaktor berlangsung pada fase cair serta bersifat endotermis, sehingga diperlukan media pemanas agar suhu operasi di dalam reaktor tidak terlampaui rendah. Pada bagian atas reaktor berupa gas ammonia dan karbon dioksida yang akan diserap dalam absorber menggunakan air. Sedangkan produk yang keluar dari bawah reaktor berupa campuran lelehan produk guanidin nitrat, urea, dan amonium nitrat.

3. Tahap Pemurnian Produk

Campuran lelehan terlebih dahulu diumpankan ke *cooler* untuk menurunkan suhu hingga 90°C. Setelah itu, campuran dialirkan ke tangki pelarut yang dilengkapi dengan pengaduk dan jaket pemanas untuk menjaga suhu tetap stabil pada 90°C. Ke dalam tangki tersebut kemudian ditambahkan air dengan tujuan melarutkan produk. Larutan hasil pelarutan selanjutnya dialirkan ke *crystallizer* yang dilengkapi dengan pendingin, sehingga suhu larutan turun hingga mencapai suhu ruang dan terbentuk kristal guanidin nitrat. Campuran kristal dan mother liquor dari *crystallizer* kemudian dialirkan menuju *centrifuge* untuk memisahkan kristal dari *mother liquor*. Kristal guanidin nitrat yang telah terpisah selanjutnya diumpankan ke *rotary*



dryer untuk dikeringkan menggunakan udara kering panas. Sementara itu, *mother liquor* hasil keluaran *centrifuge* dialirkan ke *rotary drum vacuum filter* (RDVF) untuk dipisahkan antara *cake* dan filtratnya. *Cake* yang diperoleh dikembalikan ke *crystallizer* untuk dilakukan proses pengkristalan ulang. Selanjutnya produk yang sudah dikeringkan akan diumpankan menuju *ball mill* untuk dilakukan proses penyeragaman ukuran kristal. Produk akhir berupa kristal guanidin nitrat dengan kemurnian 97-98% akan dilakukan proses pengemasan kemudian disimpan di gudang penyimpanan.



The flowchart illustrates the chemical process for producing urea from ammonium nitrate and carbon dioxide. The process involves several unit operations: Melter, Mixer, Reaktor (SiO₂), Absorber, Tangki Pelarutan, Kristalizer, Centrifuge, RDVF, Rotary Dryer, and Cyclone. The main process flow is as follows:

- Inputs:** $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}(\text{s})$ and $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})$ are fed into separate Melter units.
- Melter Output:** The first Melter produces $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}(\text{l})$. The second Melter produces $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{l})$.
- Mixer:** $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}(\text{l})$ and $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{l})$ are mixed to form a solution containing $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{l})$, $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}(\text{l})$, and $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$.
- Reaktor (SiO₂):** The mixture from the Mixer is processed in the Reaktor, which also receives $\text{NH}_3(\text{g})$ and $\text{CO}_2(\text{g})$ from the Absorber. The output is a solution containing $\text{NH}_2\text{C}(\text{NH})\text{NH}_2.\text{HNO}_3(\text{l})$, $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{l})$, $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}(\text{l})$, and $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$.
- Absorber:** $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ is added to the Absorber, which also receives $\text{NH}_3(\text{g})$ and $\text{CO}_2(\text{g})$. The output is a solution containing $\text{NH}_3(\text{aq})$, $\text{CO}_2(\text{aq})$, and $\text{H}_2\text{O}(\text{aq})$.
- Tangki Pelarutan:** The solution from the Reaktor is fed into the Tangki Pelarutan, which also receives $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$. The output is a solution containing $\text{H}_2\text{O}(\text{aq})$, $\text{NH}_2\text{C}(\text{NH})\text{NH}_2.\text{HNO}_3(\text{aq})$, $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{aq})$, and $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}(\text{aq})$.
- Kristalizer:** The solution from the Tangki Pelarutan is fed into the Kristalizer, which also receives $\text{H}_2\text{O}(\text{aq})$. The output is a solution containing $\text{NH}_2\text{C}(\text{NH})\text{NH}_2.\text{HNO}_3(\text{s})$, $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})$, $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}(\text{s})$, and $\text{H}_2\text{O}(\text{aq})$.
- Centrifuge:** The solution from the Kristalizer is fed into the Centrifuge, which also receives $\text{H}_2\text{O}(\text{aq})$. The output is a solution containing $\text{NH}_2\text{C}(\text{NH})\text{NH}_2.\text{HNO}_3(\text{s})$, $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{l})$, $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}(\text{l})$, and $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$.
- RDVF:** The solution from the Centrifuge is fed into the RDVF, which also receives $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$. The output is a solution containing $\text{H}_2\text{O}(\text{aq})$, $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{aq})$, $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}(\text{aq})$, and $\text{NH}_2\text{C}(\text{NH})\text{NH}_2.\text{HNO}_3(\text{aq})$.
- Rotary Dryer:** The solution from the Centrifuge is fed into the Rotary Dryer, which also receives $\text{H}_2\text{O}(\text{aq})$. The output is a solution containing $\text{NH}_2\text{C}(\text{NH})\text{NH}_2.\text{HNO}_3(\text{s})$, $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{l})$, $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}(\text{l})$, and $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$.
- Cyclone:** The solution from the Rotary Dryer is fed into the Cyclone, which also receives $\text{H}_2\text{O}(\text{g})$. The output is a solution containing $\text{NH}_2\text{C}(\text{NH})\text{NH}_2.\text{HNO}_3(\text{s})$, $\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{l})$, $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}(\text{l})$, and $\text{H}_2\text{O}(\text{l})$.

Gambar II. 1 Flowsheet Dasar Pabrik Guanidin Nitrat