

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagai negara agraris dengan banyak penduduknya yang berprofesi sebagai petani, Indonesia membutuhkan banyak pupuk agar kualitas dan kuantitas hasil pertanian dapat ditingkatkan, sehingga dapat mengurangi kebutuhan impor pangan.

Pupuk adalah zat yang ditambahkan agar kesuburan tanah meningkat, sehingga tanaman dapat menjadi tumbuh lebih produktif. Sebagian besar pupuk yang digunakan di dunia untuk pertanian adalah pupuk nitrogen. Pupuk urea disebut sebagai pupuk nitrogen karena memiliki kandungan nitrogen yang tinggi. Urea juga dapat digunakan sebagai bahan industri kimia, seperti industri kosmetik, obat-obatan, dan lain-lain (Krik & Othmer, 1987).

Urea dihasilkan dari reaksi antara amonia dan karbondioksida. Urea juga mempunyai nilai jual yang tidak sedikit jika diekspor ke luar negeri. Bahan baku urea merupakan hasil dari pengolahan gas alam yang ketersediannya melimpah di Indonesia. Pendirian pabrik urea di Indonesia akan menguntungkan karena bahan baku akan lebih murah.

1.2 Tinjauan Pustaka

1.2.1 Amonia

Amonia adalah bahan kimia dengan formula kimia NH_3 . Molekul amonia mempunyai bentuk segi tiga. Amonia biasa dijumpai di dalam tanah, dan di tempat berdekatan dengan gunung berapi. Pada suhu dan tekanan normal, amonia adalah gas yang tidak mempunyai warna dan lebih ringan daripada udara. Titik leburnya ialah $-75\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan titik didih $-33.7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Larutan amonia 10% dalam air mempunyai pH 12. Amonia cair terkenal dengan sifat kelarutannya dan mampu melarutkan logam alkali dengan mudah untuk membentuk larutan yang berwarna dan bisa mengalirkan listrik dengan baik. Selain itu, amonia dapat larut dalam air dan membentuk sedikit amonium hidroksida (NH_4OH) (Cotton dan Wilkinson, 1989).

1.2.2 Karbon Dioksida

Senyawa ini ada secara alami di lingkungan bumi dan diproduksi dalam berbagai cara, sedangkan CO_2 komersial biasanya berasal dari produk samping industri. Senyawa ini terdiri dari dua molekul oksigen yang terikat secara kovalen dengan sebuah molekul karbon. Gas ini dihasilkan melalui dekomposisi bahan organik serta melalui respirasi dan pembakaran. Pada suhu kamar, karbon dioksida tidak berbau, tidak berwarna dan tidak dapat terbakar. Gas ini juga bisa direkayasa menjadi padat, dan dalam hal ini dikenal sebagai es kering. Pada konsentrasi tinggi, karbon dioksida bersifat racun pada hewan dan manusia. (Efendi, 2003).

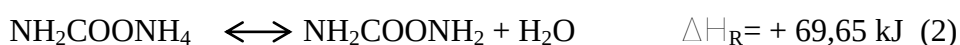
1.2.3 Urea

Urea adalah senyawa organik yang tersusun dari unsur karbon, hidrogen, oksigen dan nitrogen dengan rumus CON_2H_2 atau $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$. Urea juga dikenal dengan nama *carbamide* yang terutama digunakan di kawasan Eropa. Nama lain yang juga sering dipakai adalah *carbamide resin*, *isourena*, *carbonyl diamide* dan *carbonyl diamine*. Senyawa ini adalah senyawa organik sintesis pertama yang berhasil dibuat dari senyawa anorganik, yang akhirnya meruntuhkan konsep vitalisme.

Urea memiliki rumus $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$, berbentuk serbuk putih, dan bersifat higroskopis. Pupuk urea adalah pupuk yang mengandung nitrogen paling tinggi (46%) diantara semua pupuk padat. Urea dapat larut dalam air dan tidak mempunyai residu garam setelah dipakai untuk tanaman. Jika urea dipanaskan maka dapat terurai menjadi biuret, amonia, dan asam sianitrat (Austin, 1997).

1.2.4 Proses Pembuatan Urea

Urea dibuat dari reaksi antara amonia cair dengan gas CO_2 . Reaksi pembentukan urea berlangsung dua tahap. Reaksi pertama adalah reaksi pembentukan amonium karbamat, kemudian dilanjutkan dengan dehidrasi karbamat pada reaksi kedua. Reaksinya :



Reaksi tersebut berlangsung pada suhu sekitar 190 °C dan tekanan tinggi sekitar 175 bar ke atas dengan reaktan NH_3 dalam bentuk cair dan CO_2 dalam bentuk gas. Jika suhu turun maka dapat menyebabkan konversi amonium karbamat menjadi urea menurun. Tekanan juga dijaga tinggi karena konversi amonium karbamat hanya berlangsung pada fase cair. NH_3 dipilih dalam fase cair karena NH_3 yang dibutuhkan besar agar CO_2 banyak yang terkonversi, sehingga jika NH_3 dirubah menjadi fase gas maka ukuran tangki penyimpanan dan reaktor yang dibutuhkan akan sangat besar. Pada reaksi (1) bersifat sangat eksotermis. Sedangkan pada reaksi (2) bersifat endotermik. Panas dari reaksi (1) bisa digunakan untuk menaikkan suhu pada reaksi (2).

Agar produksi urea dapat maksimal, maka biaya untuk *recycle* CO_2 dan NH_3 yang tidak terkonversi perlu dipertimbangkan. Proses pembuatan urea dikelompokkan menjadi tiga, yaitu proses sekali lewat (*once through process*), *conventional recycle processes*, dan *stripping processes*.

Pada proses *Once-through process*. Bahan baku yang tidak terkonversi, CO_2 dan NH_3 dikeluarkan ke plant lain seperti plant amonium sulfat atau plant amonium nitrat untuk mendapatkan kembali NH_3 . *Conventional recycle process* memiliki ciri-ciri yaitu semua amonia dan CO_2 yang tidak terkonversi diumpankan kembali ke dalam reaktor. Pada generasi pertama metode *conventional recycle process*, pengumpanan amonia dan CO_2 yang tidak terkonversi ke dalam reaktor dilakukan dalam dua tahap yaitu pengumpanan pertama dilakukan pada tekanan 18 – 25 bar dan yang kedua dilakukan pada tekanan rendah (2-5 bar). Kedua proses ini sudah lama ditinggalkan karena pada

proses sekali lewat banyak bahan yang terbuang, sedangkan pada proses konvensional membutuhkan energi besar dan rasio perbandingan NH_3CO_2 yang tinggi yaitu 5:1.

Pada *Stripping process* CO_2 ataupun NH_3 digunakan sebagai *stripping agent* zat yang tidak terkonversi di dalam larutan urea yang keluar dari reaktor. *Stripping process* merupakan proses yang saat ini paling banyak digunakan karena memiliki keunggulan antara lain energi yang dibutuhkan lebih kecil dan perbandingan reaktan yang lebih rendah. Pada *Stripping process*, pengolahan urea dibedakan menjadi tiga proses dasar, yaitu meliputi proses *stamicarbon*, *snamprogetti*, dan teknologi ACES. (Ullmann's, 2002).

1.2.5 *Stamicarbon CO₂ Stripping proses*

Menggunakan kolom stripping untuk memisahkan urea hasil sintesis dengan memanfaatkan CO_2 sebagai media *stripping*, karena kelarutan CO_2 yang relatif kecil dalam aliran, sehingga cocok digunakan untuk media *stripper*. Reaktan yang tidak bereaksi dan hasil samping berupa karbamat di umpankan kembali pada reaktor. Kondisi operasi reaktor pada tekanan 140 bar, suhu 180 °C dengan perbandingan molar $\text{NH}_3 : \text{CO}_2$ 3:1 dan menghasilkan konversi sebesar 60% (Baboo, dkk., 2016)

1.2.6 *Snamprogetti NH₃ and self Stripping process*

Pada generasi awal ammonia digunakan sebagai media *stripping*. karena kelarutan amonia yang besar pada aliran, mengakibatkan efluen yang dihasilkan *stripper* mengandung amonia dalam jumlah besar, yang memengaruhi

kelebihan amonia pada aliran selanjutnya. Generasi selanjutnya digunakan panas untuk media *stripping*, yang menyebabkan suhu yang relatif tinggi untuk mencapai hasil yang optimum. Karena suhu tinggi ini, bahan *stainless steel* tidak cocok digunakan sebagai bahan konstruksi.

Kondisi operasi reaktor pada tekanan 150 bar dan suhu 185 °C, dengan rasio perbandingan umpan molar $\text{NH}_3 : \text{CO}_2$ 3,5 dan menghasilkan konversi 64% (Ullmann, 2002).

1.2.7 *Advanced Process for Cost and Energy Saving (ACES)*

Kondisi operasi reaktor yaitu pada tekanan 175 bar, suhu 190 °C dengan perbandingan molar umpan $\text{NH}_3 : \text{CO}_2$ 4:1 dan menghasilkan konversi 68% (Ullmann, 2002).

1.2.8 Pemilihan Proses

Berdasarkan tinjauan pustaka di atas terdapat tiga proses yang dapat digunakan sebagai pilihan untuk kemudian di aplikasikan ke dalam proses produksi. Perbandingan masing-masing proses dipaparkan pada tabel berikut.

Tabel 1. 1 Perbandingan masing-masing proses

Parameter	Proses		
	<i>Stamicarbon</i>	<i>Snamprogetti</i>	ACES
P reaktor, bar	140	150	175
T reaktor, °C	180	185	190
Konversi CO_2 , %	60	64	68

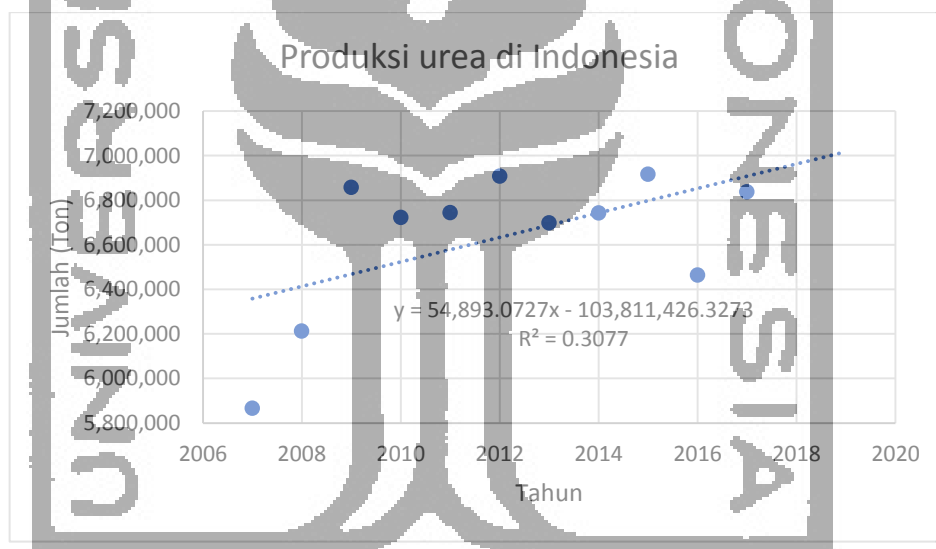
Berdasarkan Tabel 1.1 di atas dipilih metode ACES dengan dasar pemilihan sebagai berikut :

1. Optimasi pada kondisi operasi reaktor menghasilkan konversi yang tinggi.
2. Merupakan proses terbaru jika dibandingkan dengan dua metode lainnya.
3. Suhu yang digunakan tidak terlalu tinggi jika dibandingkan dengan dua metode lainnya dengan pertimbangan menghasilkan kenaikan konversi yang cukup signifikan.
4. Karena bahan baku yang digunakan pada setiap proses sama, yaitu ammonia dan CO_2 , sehingga menghasilkan keuntungan setiap kg urea yang dihasilkan sama. Namun dalam hal ini konversi yang dihasilkan lebih tinggi sehingga produk yang dihasilkan setiap waktu lebih banyak, hal ini dapat meningkatkan optimasi terhadap waktu proses atau menghasilkan laju alir produk yang lebih tinggi.

Kekurangan proses ini yaitu menggunakan tekanan yang cukup tinggi jika dibandingkan dengan metode lainnya, sehingga diperlukan spesifikasi bahan konstruksi yang sesuai dan juga ketebalan bahan yang mumpuni terhadap keadaan tersebut sehingga membutuhkan biaya yang lebih besar.

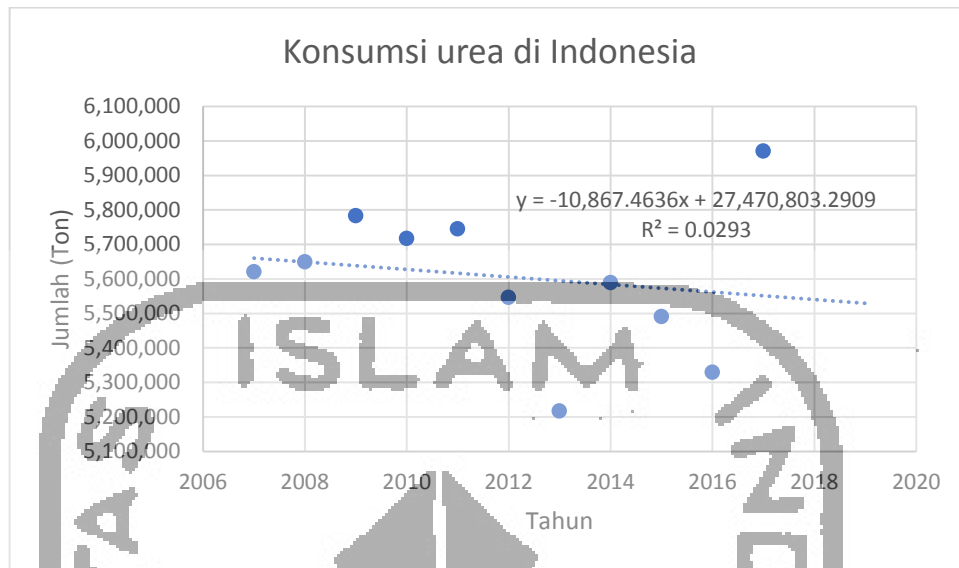
1.3 Kapasitas produksi

Metode yang digunakan dalam penentuan kapasitas produksi, didasarkan atas peluang pemasaran produk. Peluang pemasaran dapat ditentukan dengan mengetahui data impor, ekspor, produksi dalam negeri dan konsumsi dalam negeri. Kapasitas produksi dipilih dengan memperhatikan peluang pemasaran dan kemudian akan di estimasi kemampuan pemenuhan permintaan terhadap produk. Selain peluang pemasaran, hal yang juga harus diperhatikan yaitu kapasitas produksi pabrik urea yang telah berdiri (kapasitas terpasang).



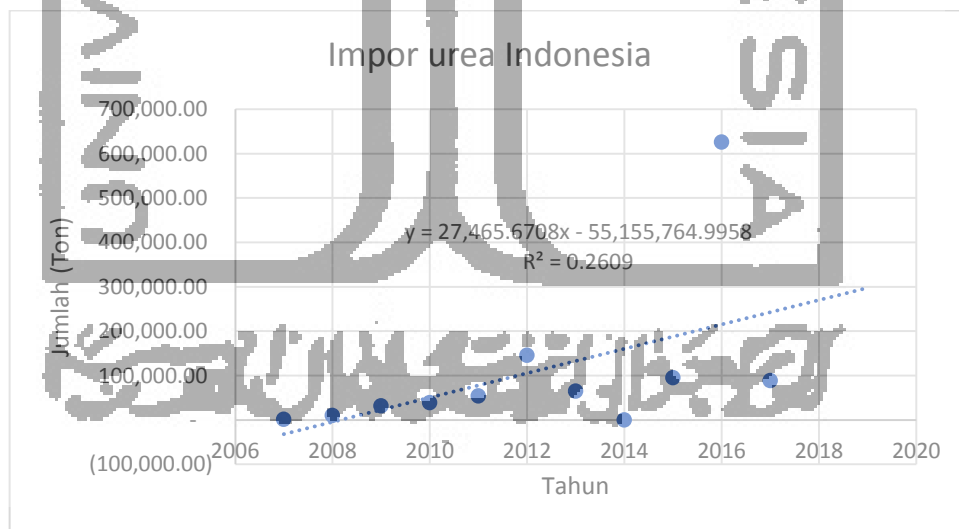
Gambar 1. 1 Produksi urea Indonesia

Data produksi urea di atas berdasarkan publikasi Asosiasi Produsen Pupuk Indonesia 2019. Dari data tersebut digunakan untuk memproyeksikan atau meramalkan produksi urea pada tahun 2024. Proyeksi data dilakukan dengan metode *Forcecast Linear* pada aplikasi *Microsoft Excel*. Setelah dilakukan proyeksi, jumlah estimasi produksi urea pada tahun 2024 dapat diketahui, yaitu sebesar 6,937,909.78 ton.



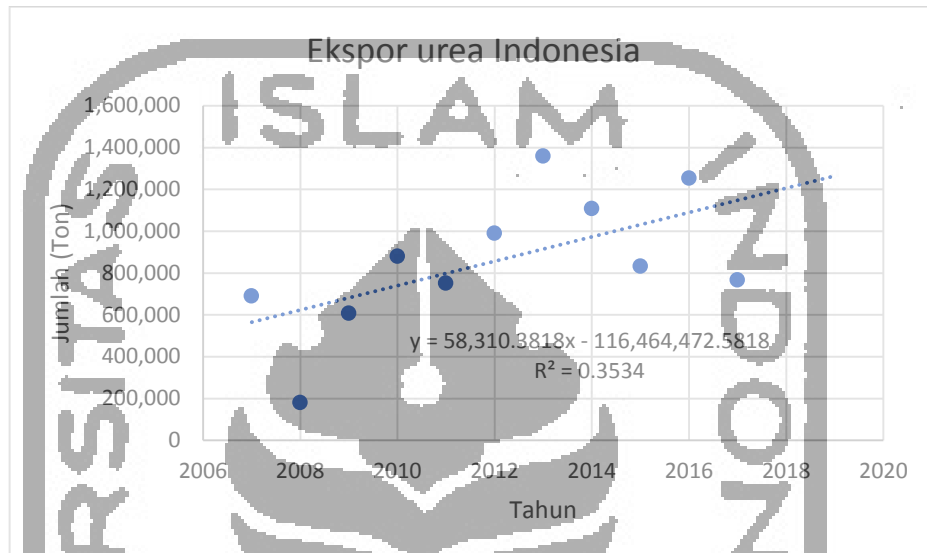
Gambar 1. 2 Konsumsi urea di Indonesia

Data konsumsi urea di atas berdasarkan publikasi Asosiasi Produsen Pupuk Indonesia 2019. Setelah dilakukan proyeksi, jumlah estimasi konsumsi urea pada tahun 2024 dapat diketahui, yaitu sebesar 6,088,476.26 ton.



Gambar 1. 3 Impor urea Indonesia

Data konsumsi urea di atas berdasarkan publikasi Asosiasi Produsen Pupuk Indonesia 2019. Setelah dilakukan proyeksi dapat diketahui estimasi jumlah impor urea Indonesia pada tahun 2024 yaitu sebesar 356,029.12 ton.



Gambar 1. 4 Ekspor urea Indonesia

Data konsumsi urea di atas berdasarkan publikasi Asosiasi Produsen Pupuk Indonesia 2019. Setelah dilakukan proyeksi dapat diketahui estimasi jumlah ekspor urea Indonesia pada tahun 2024 yaitu sebesar 1,331,324.41 ton.

Perhitungan kapasitas produksi pada tahun 2024 :

Ketersediaan produk (*supply*) = Produksi dalam negeri + Impor

$$= 6,937,909.78 \text{ ton} + 356,029.12 \text{ ton}$$

$$= 7,293,938.90 \text{ ton}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Permintaan produk (demand)} &= \text{Konsumsi dalam negeri} + \text{Ekspor} \\
 &= 6,088,476.26 \text{ ton} + 1,331,324.41 \text{ ton} \\
 &= 7,419,800.67 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Peluang pemasaran} &= \text{Permintaan (demand)} - \text{Ketersediaan (supply)} \\
 &= 7,419,800.67 \text{ ton} - 7,293,938.90 \text{ ton} \\
 &= 125,861.77 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$\text{Kapasitas produksi} = 125,000 \text{ ton/tahun}$$

Tabel 1. 2 Data produksi urea Indonesia berdasarkan produsen (ton)

Tahun	PUSRI	KUJANG	KALTIM	PIM	PETRO
2007	2,020,760.00	874,104.00	2,344,719.00	244,428.00	381,845.00
2008	1,950,310.00	1,045,228.00	2,552,012.00	251,892.00	413,850.00
2009	2,026,710.00	990,092.00	2,949,750.00	447,182.00	443,107.00
2010	2,031,700.00	998,988.00	2,887,285.00	398,835.00	405,140.00
2011	1,968,410.00	1,051,156.00	2,793,766.00	478,701.00	451,390.00
2012	1,960,060.00	994,665.00	3,008,266.00	532,069.00	412,176.00
2013	1,980,020.00	888,253.00	2,955,025.00	392,903.00	482,148.00
2014	2,010,050.00	910,560.00	3,019,346.00	385,775.00	416,635.00
2015	1,900,060.00	950,272.00	3,212,957.00	419,054.00	434,220.00
2016	1,671,160.00	954,233.00	3,107,138.00	307,323.00	424,004.00
2017	2,215,150.00	1,004,139.00	2,919,137.00	239,624.00	460,015.00

(Sumber : APPI)

Jika dibandingkan dengan kapasitas terpasang maka, kapasitas produksi yang dipilih masih relevan apabila dibandingkan dengan kapasitas terpasang pada PT. Petrokimia Gresik dan PT. Pupuk Iskandar Muda Aceh Utara.