



## BAB II

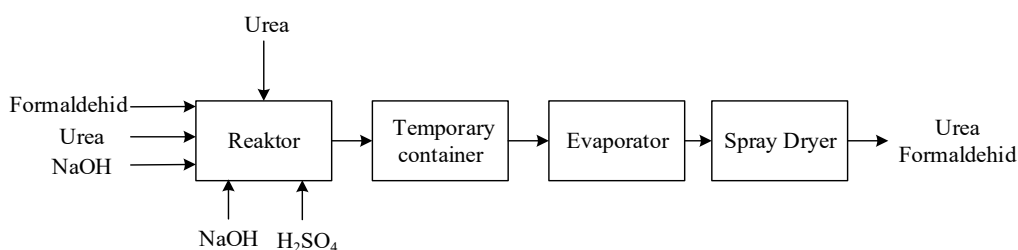
### SELEKSI DAN URAIAN PROSES

#### II.1 Jenis-jenis proses

Macam proses pembuatan *Urea Formaldehid* dibagi menjadi 2 macam, yaitu:

1. Proses Produksi Batchwise/ Bertahap
2. Proses Produksi Continuous/ Kontinyu

##### II.1.1 Proses Produksi Batchwise/ Bertahap



Gambar II. 1 Proses Produksi Batchwise/ Bertahap

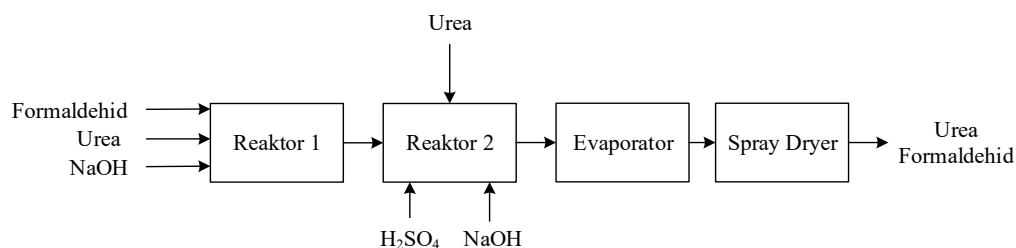
Industri resin urea formaldehid paling sering menggunakan metode batchwise untuk produksi. Namun, metode ini memiliki kelemahan dari kapasitas produksi yang sedikit, tetapi memungkinkan berbagai macam produk dan perubahan produk yang sering. Larutan formaldehida 37-55% dan serbuk urea dengan rasio 2-3:1 dicampur serta direaksikan dalam reaktor berpengaduk dengan penambahan asam dan basa. Jenis Basa yang digunakan natrium hidroksida atau kalium hidroksida. Pada proses batch bahan baku dan pendukung dimasukkan sekaligus dalam jumlah tertentu ke dalam reaktor, reaktor ini terhubung dengan kondensor untuk mengendalikan uap yang terbentuk selama proses reaksi. Reaksi berlangsung dalam waktu tertentu dan setelah selesai, produk dikeluarkan sebelum memulai proses kembali. Pada proses batch tahap reaksi seluruh reaksi adisi formaldehid dan kondensasi terjadi dalam satu reaktor, dengan sintesis oligomer metilolasi pada pH 8-8.5, kondensasi asam pada pH 4-5 dan penambahan urea untuk menurunkan rasio stoikiometri akhir menjadi 1-1,3. Reaksi dimulai dalam lingkungan basa untuk membentuk methylol urea, Basa yang ditambahkan berupa natrium hidroksida atau kalium hidroksida. Kemudian adanya penambahan asam organik untuk



## PRA RENCANA PABRIK PABRIK UREA FORMALDEHID DARI UREA DAN FORMALDEHID DENGAN PROSES KONTINYU

mengkatalisis pembentukan rantai polimer. Jenis asam yang digunakan biasanya not critical, anorganik dan organik seperti trikloroasetat, toluena-p-sulfonat, hidroklorida, sulfat, sulfamat, dan asam fosfat. Hasil dari reaktor kemudian dievaporasi dalam evaporator yang menghasilkan uap destilat dan larutan pekat yang kemudian didinginkan sampai suhu 30°C. Setelah itu dimasukkan dalam suatu filter untuk memisahkan komponen-komponen yang bereaksi selanjutnya ditambahkan zat aditif agar diperoleh produk urea yang berkualitas tinggi. (Ullman, 2016).

### II.1.2 Proses Produksi Continuous/ Kontinyu



Gambar II. 2 Proses Produksi Continous/Kontinyu

Larutan formaldehida 30-50% dan serbuk urea dicampur dengan rasio 2-3:1, terjadi reaksi adisi formaldehid dengan penambahan basa hingga pH 6-11 sehingga hasilnya membentuk produk intermediat yaitu methylol urea yang disebut dimetil urea (DMU). Campuran tersebut terjadi pada reaktor 1 dan dipanaskan hingga setidaknya 50°C namun lebih disarankan hingga suhu 80°C. Basa yang ditambahkan berupa natrium hidroksida atau kalium hidroksida. Produk intermediat dialirkan menuju reaktor 2 dengan adanya penambahan asam organik sehingga pH campuran menjadi 1-2,5. Jenis asam yang digunakan yaitu asam sulfat. Campuran dipanaskan pada suhu antara 80°C atau lebih dan biasanya dilakukan untuk jangka waktu 2 jam, terutama dari 15 menit hingga 1 jam. Urea ditambahkan sampai rasio molar formaldehid : urea berada dalam kisaran 0.8-8:1 dan diaduk selama 15 hingga 60 menit setelah penambahan urea. Penambahan urea memberikan rasio molar F:U yang diinginkan bisa 1,0-1,7:1, terutama 1,2-1,5:1 kemudian juga ditambahkan lagi basa untuk membawa campuran ke pH 6,5-9. Kemudian larutan UF masuk ke evaporator untuk menguapkan air dan meringankan kerja spray dryer. Suhu evaporator biasanya dilakukan pada suhu 50°C. Kandungan padatan produk dari



## PRA RENCANA PABRIK PABRIK UREA FORMALDEHID DARI UREA DAN FORMALDEHID DENGAN PROSES KONTINYU

penguapan ini dapat bervariasi, tergantung pada penggunaan akhir resin, tetapi biasanya dalam kisaran 50-65% berat jika penguapan mendahului penambahan urea, dan 40-75% berat jika mengikuti penambahan urea. Ketika kandungan padatan yang diinginkan telah tercapai, campuran biasanya didinginkan hingga suhu  $<50^{\circ}\text{C}$ , lebih disarankan dalam kisaran  $25-45^{\circ}\text{C}$ . Produk resin urea-formaldehid harus memiliki konsentrasi padatan 40 - 75% (Patent, 1990).

### II.2 Seleksi proses

Berdasarkan macam-macam proses yang telah diuraikan diatas, maka dapat diperoleh perbandingan dari proses-proses tersebut untuk mendapatkan proses yang paling efektif dan efisien. Perbandingan macam-macam proses tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.1 dibawah ini :

Tabel II. 1 Seleksi Proses Produksi Urea Formaldehid

| Parameter         | Batch                                                                       | Kontinyu                                                          |
|-------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Reaktor           | Menggunakan satu reaktor alir tangki berpengaduk (RATB)                     | Dibutuhkan lebih dari satu reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) |
| Kapasitas         | Kapasitas produksi kecil                                                    | Kapasitas produksi besar                                          |
| Kondisi operasi   | $70-100^{\circ}\text{C}$                                                    | $80-100^{\circ}\text{C}$                                          |
| Efisiensi Energi  | Menggunakan energi lebih banyak saat transisi antar batch                   | Lebih efisien karena proses tidak berhenti                        |
| Biaya Operasional | Biaya operasional lebih tinggi per batch, terutama pada set up dan transisi | Lebih rendah dalam jangka panjang (setelah investasi awal)        |

Berdasarkan tabel diatas, dapat disimpulkan bahwa produksi formaldehid dengan proses kontinyu menguntungkan. Hal ini disebabkan:

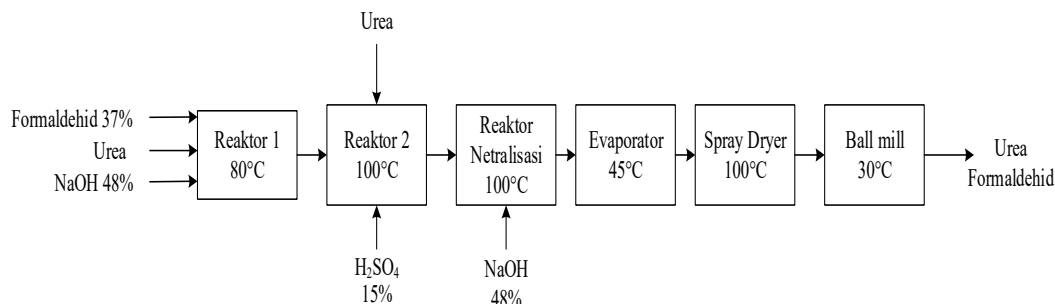
1. Efisiensi produksi (kapasitas produksi lebih tinggi)
2. Kualitas produk lebih konsisten
3. Lebih ekonomis dalam skala besar



## PRA RENCANA PABRIK PABRIK UREA FORMALDEHID DARI UREA DAN FORMALDEHID DENGAN PROSES KONTINYU

### II.3 Uraian proses

#### II.3.1 Tahap Persiapan Bahan Baku



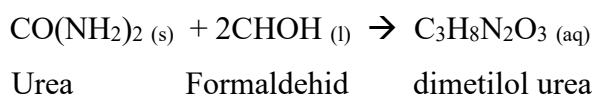
Gambar II. 3 Tahap Persiapan Bahan Baku

Pada pembuatan urea formaldehid resin, bahan baku yang digunakan yaitu urea, formaldehid, natrium hidroksida, dan asam sulfat. Bahan baku utama pembuatan urea formaldehid adalah urea dan formaldehid. Urea berupa padatan disimpan dalam Gudang penyimpanan bahan baku (F-110) dengan suhu ruang dan tekanan 1 atm. Urea yang disimpan pada Gudang (F-110) diumpankan dengan menggunakan Screw Conveyor (J-111) menuju ke Hopper Urea (F-113) untuk dimasukkan ke dalam reaktor (R-210). Larutan formaldehid dengan kemurnian 37% disimpan pada tangki penyimpanan bahan baku (F-120) dengan suhu ruang dan tekanan 1 atm untuk menjaga kondisi tetap cair. Larutan formaldehid dari tangki penyimpanan dilewatkan heater (E-122) dengan tujuan untuk memanaskan larutan formaldehid sampai 80°C sesuai dengan kondisi operasi reaktor (R-210). Bahan penunjang pembuatan urea formaldehid yaitu asam sulfat dan natrium hidroksida. Natrium hidroksida 48% disimpan pada tangki penyimpanan bahan baku (F-130) dengan suhu ruang dan tekanan 1 atm untuk menjaga kondisi tetap cair. Natrium Hidroksida dari tangki penyimpanan dilewatkan heater (E-132) dengan tujuan untuk memanaskan Natrium Hidroksida 48% sampai 80°C sesuai dengan kondisi operasi reaktor (R-210). Asam sulfat dengan kemurnian 98% disimpan pada tangki penyimpanan bahan baku (F-140) dengan suhu ruang dan tekanan 1 atm. Asam sulfat dari tangki penyimpanan dipompa menuju tangki pengencer (M-150) untuk diperoleh larutan asam sulfat 15% kemudian hasil dari tangki pengencer dilewatkan heater (E-152) dengan tujuan untuk memanaskan asam sulfat sampai 90°C sesuai dengan kondisi operasi yang terjadi pada reaktor (R-220).

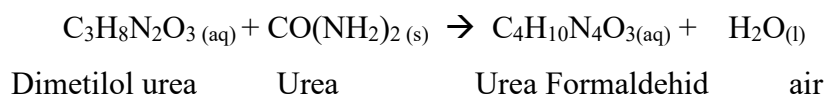


### II.3.2 Tahap Reaksi

Pada tahap pertama reaksi, reaktor (R-210) menggunakan perbandingan mol 1:2 antara urea dan formaldehid. Dalam proses ini, larutan natrium hidroksida 48% ditambahkan. Hal tersebut digunakan untuk menciptakan keadaan basa pada saat reaksi di reaktor (R-210) dengan kisaran pH 9 yang menghasilkan produk intermediet atau metilol urea yang disebut dimetil urea (DMU). Proses reaksi dimulai dengan pengadukan secara terus menerus dalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) pada suhu campuran 80°C, tekanan 1 atm selama 1 jam. Reaksi pada reaktor 1 merupakan reaksi endotermis, sehingga reaksi ini menyerap sejumlah panas selama reaksi berlangsung. Pada reaktor 1 menghasilkan reaksi :



Pada tahap kedua, reaktor (R-220) melakukan reaksi, dimana produk intermediet atau dimetilol urea dari reaktor (R-210) dilewatkan ke heater (E-212) pada tahap pertama untuk dipanaskan sampai 90°C pada tekanan 1 atm, yang dimaksudkan untuk menyesuaikan kondisi operasi pada tahap berikutnya. Dalam proses ini, reaksi kondensasi terjadi dengan menambah asam sulfat dengan kemurnian sebesar 15%. Ini menyebabkan keadaan asam dengan pH 3. Untuk menaikkan viskositasnya, urea ditambahkan sampai rasio molar formaldehid : urea berada dalam kisaran 1:1 dan diaduk selama 40 menit setelah penambahan urea. Kemudian reaksi kondensasi dilanjutkan pada kondisi asam dengan suhu yang sama. Reaksi:



Setelah itu pH campuran reaksi disesuaikan hingga 9 dengan penambahan larutan natrium hidroksida 48% di Reaktor Netralisasi. Hasil dari reaktor (R-220) ini adalah produk urea formaldehida (UF).

### II.3.3 Tahap Pemisahan dan Pengeringan

Hasil dari reaktor (R-220) yaitu campuran cairan urea formaldehid resin, hasil tersebut dimasukkan ke evaporator (V-310) agar menjadi lebih pekat dan



## PRA RENCANA PABRIK PABRIK UREA FORMALDEHID DARI UREA DAN FORMALDEHID DENGAN PROSES KONTINYU

---

beban pemanas spray dryer (B-320) dikurangi saat air menguap. Proses evaporasi dilakukan pada suhu 45°C dengan tekanan vakum 0,2 atm. Setelah proses pemekatan di evaporator (V-310), hasilnya dimasukkan ke dalam spray dryer (B-320) diubah menjadi serbuk, hasil keluaran spray dryer memiliki hasil  $\pm 180$  mikron ( $\pm 80$  mesh). Pada spray dryer (B-320), laju udara pemanas berkontak langsung dengan umpan. Umpan udara telah dipanaskan sebelumnya pada Heater (E-322). Udara panas dan padatan terikut kemudian dipisahkan pada cyclone (H-323), dimana udara panas dibuang ke udara bebas, sedangkan padatan yang tertangkap secara bersamaan diumpankan menuju cooling conveyor (J-324) untuk mendinginkan produk. Kemudian Hasil dari spray dryer (B-320) dilewatkan ke cooling conveyor (J-324) hingga suhu urea formaldehid resin turun menjadi 30°C. Setelah itu, urea formaldehid resin dipindahkan menggunakan Bucket Elevator (J-35) menuju Ball Mill (C-330) untuk memperkecil ukuran bubuk urea formaldehid 100 mesh. Selanjutnya urea formaldehid resin diangkut menggunakan Screw Conveyor (J-331) dan Bucket Elevator (J-332) menuju ke Silo Produk (F-340) untuk dikemas dan dilakukan penyimpanan produk (Patent, 1990)