



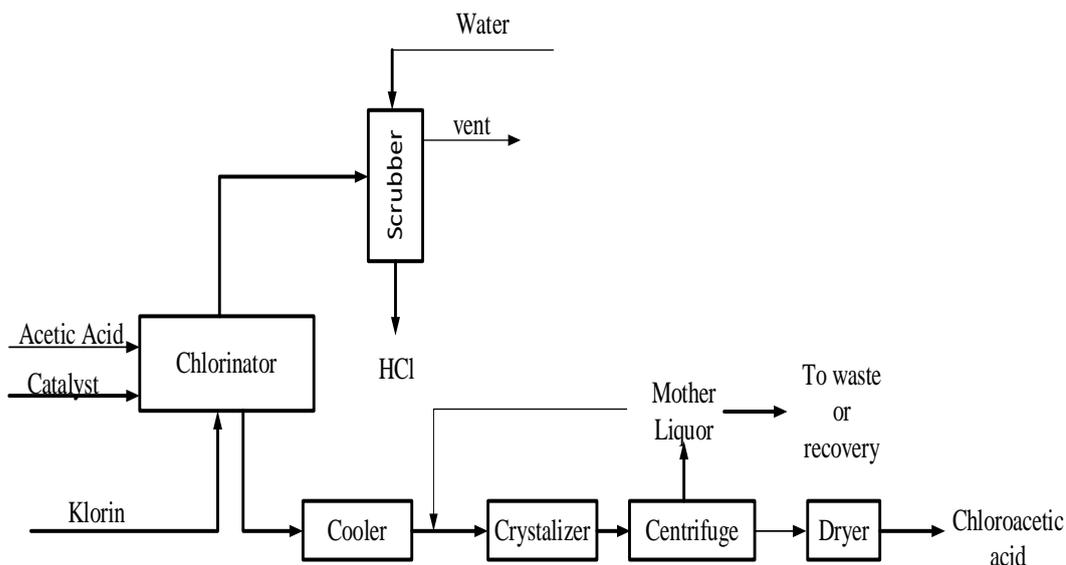
BAB II

SELEKSI DAN URAIAN PROSES

II.2 Macam-Macam Proses

Pembuatan asam monokloroasetat dapat dilakukan dengan 2 proses berdasarkan bahan baku yang digunakan. Proses pertama ialah proses klorinasi dengan menggunakan bahan baku asam asetat glasial dan gas klorin. Proses kedua ialah proses hidrolisis yang memerlukan trikloroetilen dan air.

II.1.1 Asam Monokloroasetat dari Asam Asetat dan Gas Klorin dengan Proses Klorinasi



Gambar II. 1 Blok Diagram Pembuatan Asam Monokloroasetat dengan Proses Klorinasi

Bahan yang digunakan dalam produksi asam monokloroasetat adalah asam asetat glasial dan gas klorin dengan bantuan katalis. Katalis yang dapat digunakan dalam proses produksi asam monokloroasetat antara lain fosfor merah, sulfur dan asetat anhidrida. Penjabaran mengenai katalis yang dapat digunakan dalam proses pembuatan asam monokloroasetat dengan proses klorinasi dapat dilihat pada Tabel II.1.



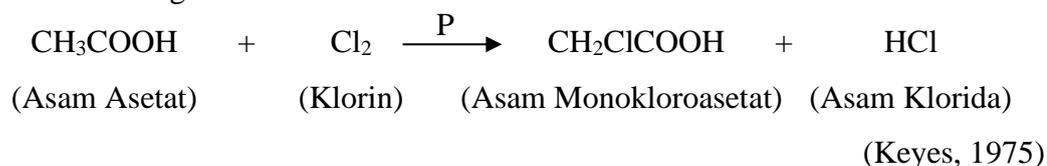
Pra Rencana Pabrik
Pabrik Asam Monokloroasetat dari Asam Asetat dan Klorin dengan
Proses Klorinasi

Tabel II. 1 Perbandingan Katalis pada Reaksi Klorinasi

Perbandingan	Fosfor Merah	Sulfur	Asetat Anhidrida
Waktu yang dibutuhkan untuk proses klorinasi	8 jam [a]	20 jam [b]	12 jam [b]
Pemisahan	Termasuk katalis heterogen sehingga lebih mudah dalam pemisahan katalis	Termasuk katalis heterogen sehingga lebih mudah dalam pemisahan katalis	Termasuk katalis homogen sehingga lebih sulit dalam pemisahan katalis
Yield	90% (yield) [a]	80% (yield) [c]	70% [d] (yield)
Kemurnian	96-98% [a]	97% [c]	-

(Sumber : [a] : Keyes, 1975; [b] : Liu, 2000; [c] : Chao, 1991; [d] Eaker, 1949)

Proses pembuatan asam monokloroasetat dapat dilakukan dengan proses *batch* maupun *continue*. Proses pembuatan asam monokloroasetat dilakukan dengan mengumpulkan asam asetat glasial dan fosfor merah ke klorinator yang dilengkapi jaket. Sementara gas klorin diumpankan ke klorinator secara bertahap sehingga terjadi kontak antara gas klorin dengan asam asetat glasial. Reaksi tersebut berlangsung pada suhu 95-110°C sebelum dialirkan ke kristalizer. Selama proses klorinasi, terjadi pembentukan asam klorida yang dialirkan ke *scrubber* untuk proses *recovery*. Hasil dari reaktor di umpankan ke *crystallizer* untuk mengubah produk dari fase cair menjadi kristal kemudian di pisahkan *mother liquor*nya dari produk kristal menggunakan *centrifuge*. *Mother liquor* bisa *direcycle* kembali ke *crystallizer* atau dapat langsung di buang. Asam kloroasetat keluaran dari *centrifuge* dikeringkan terlebih dahulu menggunakan *dryer* sebelum dikemas. Reaksi dalam proses ini sebagai berikut.



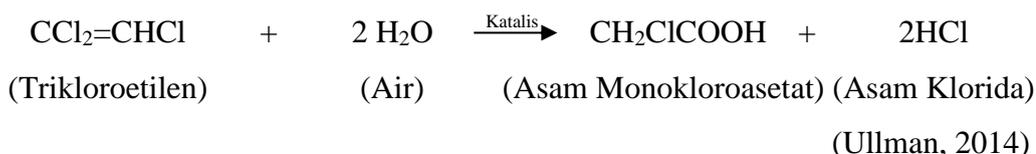


II.1.2 Asam Monokloroasetat dari Trikloroetilen dan Air dengan Proses Hidrolisis

Produksi asam monokloroasetat dari trikloroetilen dan air melalui proses hidrolisis dengan katalis asam sulfat yaitu mula-mula melarutkan trikloroetilen ke dalam asam sulfat 95% kemudian ditambahkan air dan dipanaskan campuran tersebut pada suhu antara 150°C - 200°C. Proses ini menghasilkan asam monokloroasetat yang masih mengandung asam sulfat sehingga diperlukan proses pemisahan melalui distilasi (Simon, 1996). Uap yang dihasilkan selama proses distilasi vakum kemudian ditambahkan air untuk merecovery asam sulfat. Hasil samping reaksi yaitu berupa gas asam klorida ditambahkan dengan trikloroetilen segar dan kemudian dimurnikan dalam proses pembekuan dan proses absorpsi dalam air (Ullman, 2014).

Asam monokloroasetat juga dapat diproduksi melalui proses hidrolisis dengan katalis besi triklorida. Mula-mula trikloroetilen dan larutan FeCl₃ yang mengandung air dimasukkan ke dalam reaktor. Rasio molar antara trikloroetilen dengan air yaitu sebesar 1,4. Campuran dari hasil reaksi hidrolisis kemudian dilakukan distilasi fraksionasi dan ditambahkan air serta dioksidasi kembali menggunakan klorin dengan tujuan untuk meregenerasi katalis (Correia, 1979).

Reaksi yang terjadi pada proses hidrolisis adalah sebagai berikut :





II.2 Pemilihan Proses

Tabel II. 2 Perbandingan Proses Pembuatan Asam Monokloroasetat

Parameter	Macam Proses	
	Klorinasi	Hidrolisis
Bahan Baku Utama	Asam Asetat dan Klorin	Trikloroetilen dan Air
Katalis	Sulfur/Fosfor merah [a]	Besi Triklorida [d]
		Asam Sulfat [b]
Suhu Operasi	95 – 105°C [a]	140-170°C [d]
		150-200°C [b]
Tekanan Operasi	1 atm [a]	30 bar atau 29,6 atm [d]
Yield	90 % [a]	57 % [b]
Hasil Samping	Jumlah produk samping yaitu HCl yang dihasilkan lebih sedikit [c]	Jumlah produk samping yaitu HCl yang dihasilkan lebih banyak [c]

(Sumber : [a] Keyes, 1975; [b] Simon, 1996 [c] Ullman, 2014 [d] Correia, 1979)

Dari uraian proses pembuatan asam monokloroasetat yang telah dijelaskan di atas, proses yang paling efisien dan efektif adalah pembuatan asam monokloroasetat dari asam asetat dan klorin dengan proses klorinasi. Keuntungan dari proses ini yaitu :

1. Bahan baku dari proses klorinasi lebih mudah didapatkan dan lebih ekonomis dibandingkan dengan proses hidrolisis .
2. Suhu operasi yang digunakan pada proses klorinasi lebih kecil dibandingkan dengan proses hidrolisis.
3. Tekanan operasi yang digunakan dalam proses klorinasi lebih kecil dibandingkan dengan proses hidrolisis
4. Proses hidrolisis menghasilkan lebih banyak hasil samping berupa HCl dibandingkan dengan proses klorinasi.



II.3 Uraian Proses

Pada pra rancangan pabrik asam monokloroasetat ini menggunakan bahan baku asam asetat dan klorin dengan katalis fosfor merah. Proses pra rancangan ini dibagi menjadi 4 tahap, yaitu :

1. Tahap persiapan bahan baku
2. Tahap reaksi
3. Tahap pemurnian dan pemisahan
4. Tahap *finishing*

Berikut adalah uraian prosesnya :

1. Tahap persiapan bahan baku

Bahan yang diperlukan pada proses produksi asam monokloroasetat adalah asam asetat glasial, klorin dan fosfor merah sebagai katalis. Bahan baku larutan asam asetat glasial berupa *liquid* memiliki spesifikasi 99,2% asam asetat dan 0,8% air disimpan dalam tangki penyimpanan (F-110) dengan temperatur 30°C pada tekanan 1 atm. Asam asetat tersebut dialirkan menuju *Heater* (E-112) untuk dinaikkan temperaturnya hingga mencapai suhu operasi *Reaktor* yaitu 100°C. Kemudian asam asetat dialirkan menuju *Reaktor* (R-210) dengan menggunakan *centrifugal pump* (L-112). Bahan utama lainnya adalah klorin dengan spesifikasi 99,7% klorin dan 0,3% oksigen yang disimpan dalam bentuk *liquid* pada tangki penyimpanan (F-120) dengan tekanan 7 atm dan temperature 27°C Pada reaksi klorinasi dibutuhkan klorin berfase gas sehingga klorin cair tersebut dialirkan menggunakan *expansion valve* (K-121) untuk menurunkan tekanan klorin serta mengubah fase klorin dari cair menjadi gas. Gas klorin tersebut dialirkan menuju *Heater* (E-122) untuk dinaikkan temperaturnya hingga mencapai suhu operasi *Reaktor* yaitu 100°C. Kemudian gas klorin tersebut dialirkan menuju *Reaktor* untuk direaksikan dengan asam asetat. Reaksi klorinasi asam asetat tersebut memerlukan katalis heterogen berupa fosfor merah yang diumpankan dari Silo Katalis.

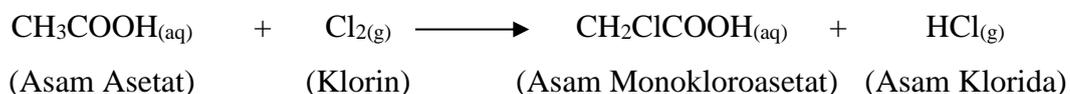
2. Tahap reaksi

Larutan asam asetat dan gas klorin direaksikan ke dalam reaktor (R-210) dengan perbandingan mol yaitu 1 : 1. Reaksi tersebut berlangsung di dalam reaktor yang telah diisi oleh katalis fosfor merah dengan konversi reaksi 90%. Kondisi



Pra Rencana Pabrik Pabrik Asam Monokloroasetat dari Asam Asetat dan Klorin dengan Proses Klorinasi

operasi di dalam Reaktor adalah pada temperatur 100°C dan tekanan 1 atm. Berikut reaksi yang terjadi di dalam reaktor.



Reaksi klorinasi yang terjadi bersifat eksotermis sehingga diberikan jaket pada reaktor sebagai media pendingin. Reaksi yang terjadi di dalam reaktor menghasilkan produk berfase *liquid* dan gas. Produk gas terdiri atas gas sisa reaksi yaitu HCl, Cl₂ sisa reaksi dan O₂ yang dialirkan menuju *absorber* (D-220) sedangkan produk fase *liquid* yaitu CH₂ClCOOH, CH₃COOH sisa reaksi dan H₂O dialirkan menggunakan pompa (L-112) menuju Rotary Drum Filter (H-220).

3. Tahap pemurnian dan pemisahan

a. Produk utama

Produk bawah reaktor berupa asam monokloroasetat dialirkan menuju *cooler-1* (E-211) untuk menurunkan suhu produk sebelum melalui proses kristalisasi kemudian dialirkan menuju Rotary Drum Filter (H-220) untuk memisahkan katalis fosfor merah dari produk. Proses filtrasi tersebut menghasilkan *cake* dan filtrat. Filtrat tersebut dialirkan menuju *Crystallizer* (S-310) untuk membentuk kristal asam monokloroasetat pada suhu 40°C sementara *cake* yang mengandung fosfor merah dialirkan menuju pengolahan limbah. Produk yang keluar dari *Crystallizer* masuk ke *centrifuge* (H-320) untuk memisahkan kristal asam monokloroasetat dengan *mother liquor*nya. *Mother liquor* akan dialirkan menggunakan pompa (L-322) untuk *direct cycle* ke dalam *Crystallizer* karena masih mengandung asam monokloroasetat sehingga dapat mengoptimalkan hasil dari kristal asam monokloroasetat yang terbentuk nantinya.

b. Produk samping

Produk atas reaktor berupa HCl, Cl₂ sisa reaksi dan O₂ didinginkan dengan *cooler-2* (E-221) pada suhu 40°C dan dialirkan menuju absorber untuk menyerap gas asam klorida dengan menggunakan pelarut air. Proses tersebut menghasilkan larutan asam klorida 32% yang dialirkan menggunakan pompa (L-231) menuju ke tangki penyimpanan HCl (F-240).



Pra Rencana Pabrik
Pabrik Asam Monokloroasetat dari Asam Asetat dan Klorin dengan
Proses Klorinasi

Gas yang tidak terserap di absorber akan dinaikkan tekanannya hingga 9 atm menggunakan *Compressor* dan disimpan di tangki penampung gas.

4. Tahap *finishing*

Produk kristal asam monokloroasetat dibawa oleh *screw conveyer* (J-321) menuju *rotary dryer* (B-330) untuk dikeringkan. Tahap pengeringan dilakukan dalam *rotary dryer* (B-330) dengan menggunakan udara yang dialirkan *blower* (G-332) dan dipanaskan oleh *heater* (E-334). Setelah proses pengeringan, udara panas dan padatan produk yang terikut udara akan menuju *cyclone* (H-331). Pada *cyclone* (H-331), udara dibersihkan dari padatan tersebut, sehingga udara yang keluar adalah udara bersih sedangkan padatan akan langsung menuju *cooling conveyer* (J-335) bersama dengan produk yang keluar dari *rotary dryer* (B-330) dengan tujuan untuk menurunkan temperatur kristal menjadi 30°C. Setelah itu, produk diangkut menuju *ball mill* (C-340) oleh *bucket elevator* (J-336) untuk dilakukan proses *size reduction* sehingga diperoleh ukuran kristal sebesar 200 mesh. Produk *undersize* yang keluar dari *ball mill* (C-340) disimpan dalam silo asam monokloroasetat (F-350).