



BAB II

URAIAN DAN PEMILIHAN PROSES

II.1 Jenis-Jenis Proses

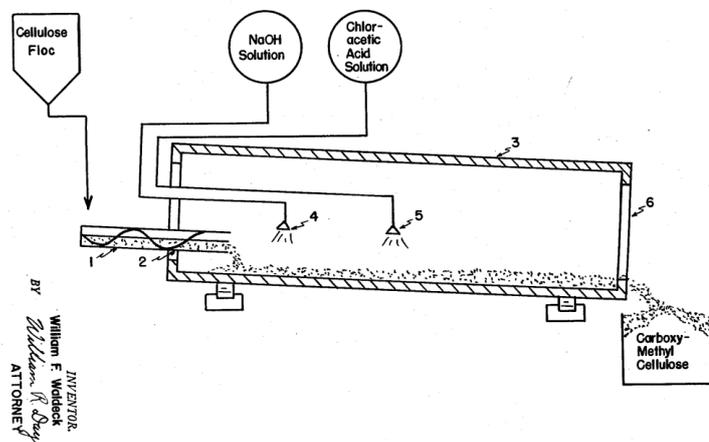
Macam proses pembuatan Carboxymethyl Cellulose (CMC) dibagi menjadi 3 macam, yaitu:

III.1.1 Proses Waldeck

III.1.2 Proses Russel Nelson

III.1.3 Proses Eugene

II.1.1 Proses Waldeck

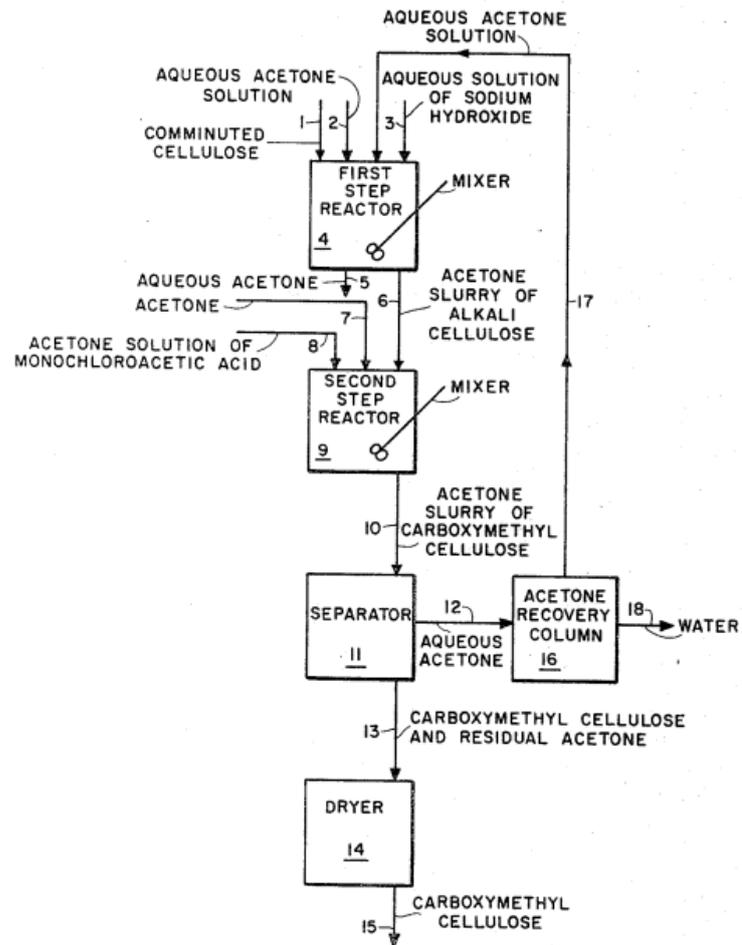


Gambar II. 1 Proses Waldeck

Bahan baku yang digunakan dalam proses ini adalah cellulose floc yang memiliki ukuran lebih halus dari saringan 40 mesh. Selulosa diumpungkan ke rotary reaktor kemudian disemprotkan dengan larutan NaOH dengan konsentrasi 50% pada bagian depan reaktor yang mana pada proses ini terjadi reaksi alkalisasi. Pada bagian tengah reaktor disemprot larutan asam monokloroasetat dengan konsentrasi 80% yang mana pada proses ini terjadi reaksi etherifikasi. Reaksi terjadi pada temperatur yang dijaga 35-40°C dengan menghembuskan udara melewati reaktor. Pada bagian akhir reaktor reaksi akan tetap berlanjut. Kecepatan putaran, sudut kemiringan, dan panjang drum diatur sedemikian rupa sehingga memungkinkan perjalanan material selulosa (baik dalam bentuk yang belum bereaksi maupun yang telah bereaksi, sesuai dengan jumlah tertentu) dari satu ujung drum ke ujung lainnya memakan waktu sekitar 3-5 jam. Produk karboksimetil selulosa kemudian secara

terus menerus dikeluarkan dari ujung pembuangan ke peralatan pengering terpisah seperti oven pengering atau pengering flash. (Waldeck, 1950).

II.1.2 Proses Russel Nelson



Gambar II. 2 Proses Russel Nelson

Pada prinsipnya sama dengan Waldeck dimana reaksi terjadi dalam dua tahap, yaitu alkalisasi dan eterifikasi. Pada proses ini berlangsung dalam dua tempat yaitu continuous reactor. Bahan baku selulosa yang digunakan berbentuk bubuk dengan ukuran partikel berkisar 20 hingga 60 mesh. Soda kaustik yang digunakan untuk proses alkalisasi adalah NaOH sedangkan pada proses eterifikasi digunakan natrium monokloroasetat (Na-MCA). Pada tahap pertama bubuk selulosa masuk ke dalam reaktor I untuk kemudian ditambahkan larutan NaOH 50% sebagai proses alkalisasi. Selama penambahan NaOH temperatur reaktor



dijaga 30°C. Pada tahap kedua setelah proses alkalisasi selesai kemudian dilanjutkan dengan proses esterifikasi dengan tahap awal menambahkan aseton dan dilanjutkan dengan menambahkan Na-MCA yang telah dilarutkan didalam aseton pada reaktor II.. Esterifikasi berlangsung pada kondisi temperatur 70°C. Sebelum produk CMC keluar dari reaktor terlebih dahulu didinginkan hingga mencapai suhu 45°C kemudian memasuki separator untuk memisahkan produk dengan produk liquid yang terbentuk serta pelarutnya. Aseton yang telah digunakan dimurnikan kembali dengan cara didistilasi di unit kolom distilasi yang selanjutnya akan direcycle menuju proses awal. CMC yang keluar dari separator dimasukkan ke dalam dryer untuk dikeringkan kemudian disimpan di dalam silo CMC (Russel, 1967).

III.1.3 Proses Eugene

Lembaran lintars kapas (Selulosa lembaran) diparut dan kemudian disuspensikan dalam Isopropil alkohol atau tertbutil alkohol. Slurry yang dihasilkan kemudian diaduk kuat dan kemudian ditambahkan NaOH 30% dalam kurun waktu 1,5 jam dengan suhu rata-rata pada saat penambahan 28-32 °C. Pengadukan kemudian dilanjutkan selama kurun waktu 1,5 jam dengan suhu reaksi diturunkan hingga mencapai 17°C. Kemudian dilakukan proses penambahan natrium monokloroasetat selama kurun waktu 1,5 jam dengan suhu yang meningkat menjadi 21°C. Campuran reaksi tersebut kemudian dipanaskan menjadi 55°C selama kurun waktu 1,5 jam. Kemudian dilakukan pengadukan lebih lanjut selama 4 jam dengan suhu dijaga tetap pada 55°C. Kemudian dilakukan proses pemisahan dengan menggunakan centrifuge untuk memisahkan media liquid dengan produk serat karboksimetil selulosa dan kemudian dilakukan proses pengeringan. (Eugene, 1950).

II.2 Seleksi Proses

Berdasarkan uraian dari ketiga proses diatas, dapat dilakukan pertimbangan proses mana yang akan dipilih dengan mempertimbangkan bahan baku, slurry agent yang digunakan, jenis reaktor, konversi reaktor, serta kondisi operasi dari masing-masing proses.



Tugas Akhir Pra Rencana Pabrik

“Pra Rancangan Pabrik *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) dengan Metode Russel Nelson”

Tabel II. 1 Seleksi Proses Pembentukan *Carboxymethyl Cellulose*

Parameter	Proses Russel Nelson	Proses Eugene	Proses Waldeck
Bahan baku	Bubuk Selulosa, Natrium hidroksida, Natrium monokloroasetat	Lembaran lintars kapas (Selulosa lembaran), Natrium Hidroksida, Natrium monokloroasetat	Selulosa, Natrium Hidroksida, dan Chloracetic acid
Slurry Agent	Aseton	Isopropil Alkohol atau terbutil alcohol	-
Jenis Reaktor	RATB	RATB	Reaktor putar
Konversi reaktor	Lebih terkontrol dan stabil	Lebih terkontrol dan stabil	Profil konsentrasi tidak seragam sehingga konversinya lebih rendah pada kondisi tertentu
Suhu Operasi	Reaksi I : 30°C Reaksi II : 70°C	Reaksi I : 17°C Reaksi II : 55°C	Suhu = 25-70°C
Tekanan Operasi	1 atm	1 atm	1 atm

Berdasarkan tabel diatas, maka proses yang dipilih adalah proses Russel Nelson. Alasan dipilihnya proses ini adalah dibutuhkannya kondisi operasi yang tidak ekstrim serta memiliki kelebihan efisiensi waktu. Penggunaan bahan baku berbentuk bubuk akan meningkatkan luas area partikel selulosa sehingga akan meningkatkan kontak dengan reagen. Kemudian penggunaan pelarut yang dapat



2. Persiapan NaOH

NaOH 99,12% disimpan dalam bentuk padatan pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm. Sebelum memasukin reaktor alkalisasi dengan menggunakan pompa, NaOH akan diencerkan terlebih dahulu pada tangki pengenceran hingga konsentrasinya 50%, NaOH akan diumpankan menggunakan screw coveyor dan akan memasuki tangki pengenceran bersamaan dengan penambahan air proses.

3. Persiapan Aseton

Aseton dengan komposisi 98% aseton dan 2% air disimpan dalam bentuk liquid pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm. Aseton dan recycle aseton dari kolom distilasi akan memasuki tangki pelarutan I bersamaan dengan penambahan air proses. Aseton sebagai slurry agent akan dialirkan menggunakan pompa untuk masuk kedalam reaktor alkalisasi.

4. Persiapan Natrium monokloroasetat

Na-MCA 98% disimpan dalam bentuk padatan pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm. Sebelum memasukin reaktor eterifikasi, Na-CMA akan dilarutkan terlebih dahulu pada tangki pelarutan II, Na-CMA akan diumpankan menggunakan screw coveyor dan akan memasuki tangki pelarutan II bersamaan dengan penambahan aseton. Larutan aseton natrium monokloroasetat dengan menggunakan pompa akan memasuki reaktor eterifikasi.

5. Reaksi alkalisasi

Selulosa, larutan aseton, dan larutan NaOH 50% masuk kedalam reaktor disertai dengan pengadukan. Reaksi ini dilakukan dengan suhu yang dijaga pada 25°C dan membentuk slurry alkil selulosa.

6. Reaksi eterifikasi

Slurry alkil selulosa masuk kedalam reaktor bersamaan dengan masuknya larutan aseton monokloroasetat dari tangki pelarutan. Campuran masuk pada suhu 70°C dan kemudian suhu dijaga konstan. Sebelum produk CMC keluar dari reaktor, campuran didinginkan terlebih dahulu hingga mencapai suhu 45°C.

7. Tahap Pemisahan

Produk karboksimetil selulosa (CMC) yang terbentuk akan dipisahkan dari pelarutnya dengan menggunakan rotary vakum filter. Cake yang terbentuk yang



merupakan padatan CMC akan dibawa menuju tahap pengeringan sedangkan filtrat akan dibawa menuju kolom distilasi untuk memisahkan aseton agar dapat digunakan kembali

8. Tahap Pengeringan

Produk karboksimetil selulosa (CMC) yang terbentuk belum 100% kering sehingga perlu dilakukan proses pengeringan.

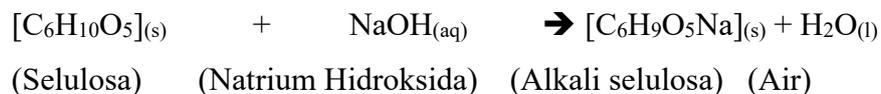
9. Tahap penyeragaman ukuran

Produk karboksimetil selulosa (CMC) yang telah kering diumpankan menuju vertical mill agar ukuran dari CMC yang akan dipasarkan memiliki ukuran yang seragam.

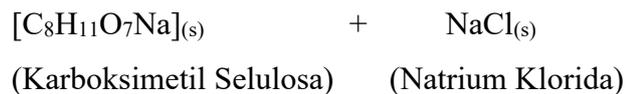
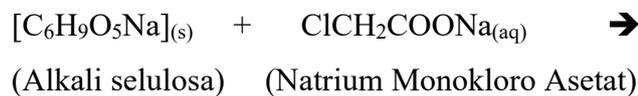
II.3.2 Reaksi

Reaksi pembentukan carboxymethyl cellulose terjadi dalam dua reaksi utama, dan menghasilkan satu reaksi samping, sebagai berikut :

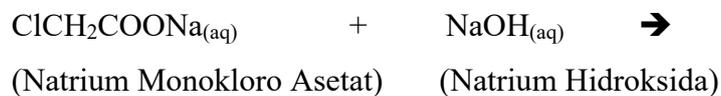
1. Reaksi Alkalisasi



2. Reaksi Eterifikasi



3. Reaksi samping





Reaksi pertama pada proses pembentukan Carboxymethyl Cellulose adalah reaksi alkalisasi yang dilakukan didalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB). Reaksi ini dilakukan dengan penambahan alkali yakni NaOH untuk memutus ikatan hidrogen pada selulosa sehingga terbentuk selulosa-O⁻ yang sifatnya lebih reaktif sehingga meningkatkan efisiensi reaksi. Gugus -O⁻ akan berikatan dengan Na⁺ dari NaOH yang akan membentuk Selulosa-O-Na atau alkali selulosa dan akan menghasilkan produk samping H₂O. Konsentrasi alkali, rasio antara alkali dan selulosa, dan suhu reaksi harus dipertahankan dengan sangat hati-hati. Sedikit perubahan dalam parameter ini dapat secara signifikan mengubah nilai DS produk akhir dan sifat fisikokimia lainnya (Rahman et al, 2021).

Reaksi kedua yakni reaksi eterifikasi yang dilakukan pada temperatur 70°C dan tekanan 1 atm yang dilakukan didalam reaktor alir tangki berpengaduk (RATB). Reaksi ini dilakukan dengan penambahan agen karboksimetilasi yakni natrium monokloroasetat. Pada reaksi ini akan terjadi pembentukan Carboxymethyl Cellulose yakni berikatannya gugus karboksilat pada struktur selulosa. Gugus karboksimetil (-CH₂COONa) pada natrium monokloroasetat akan berikatan dengan gugus alkoksida selulosa (Selulosa-O⁻) sehingga terbentuk ikatan eter (-O-CH₂COONa), sedangkan ion Na⁺ nantinya akan berikatan dengan ion Cl⁻ dan membentuk produk samping yakni padatan Natrium Klorida.

II.3.3 Slurry Agent

Pada proses pembentukan Carboxymethyl Cellulose diperlukan penambahan pelarut organik sebagai medium dispersif sehingga proses alkalisasi dan karboksimetilasi bisa bereaksi secara serentak dan juga dapat meningkatkan derajat substitusi. Penambahan pelarut organik dengan sifat nonpolar akan menyebabkan menurunnya kelarutan selulosa sehingga penambahan NaOH dan monokloroasetat akan lebih mudah untuk berikatan dengan gugus hidroksil selulosa karena sistem yang bersifat nonpolar (Pitaloka et al, 2014). Selain itu penambahan pelarut inert mengakibatkan terjadinya pembengkakan yang akan mempermudah penetrasi reagen kedalam struktur selulosa (Rahman et al, 2021). Berdasarkan US Patent 3,347,855 penambahan aseton dalam rasio yang tepat dapat meningkatkan nilai derajat substitusi (DS) yang dapat meningkatkan konversi reaksi.