

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Poliester

2.1.1 Struktur poliester

Poliester merupakan polimer ester dari asam tereftalat dan etilen glikol, keduanya masing-masing mempunyai dua gugus fungsi karboksil (-COOH) dan gugus fungsi hidroksil (-OH).⁽¹⁾



Gambar 2.1 Struktur poli hidroksietil tereftalat

Gugus utama dari polimer poliester ini adalah hidroksi etil ester (COOCH₂CH₂OH).

2.1.2 Sifat-sifat poliester

Poliester adalah salah satu contoh polimer sintetik mempunyai sifat-sifat antara lain :

1. Mudah terhidrolisis dan kurang stabil secara kimia dibanding nilon.
2. Densitas lebih besar dibanding nilon.
3. Kuat, resisten terhadap bakteri.
4. Tidak mudah terdegradasi oleh cahaya.
5. Daya serap terhadap air kecil (hidrofob) dan kekuatan saat basah sama tingginya dengan pada saat kering.

6. Memiliki struktur rapat (closed packed). Rantai molekul panjang dan berbentuk zig zag dan tidak ada ikatan yang dapat mengakomodasikan molekul zat warna, akibatnya rantai molekul sulit untuk mengubah posisi dan partikel zat warna tidak dapat menembus serat dengan mudah. Dengan demikian proses adsorpsi berjalan lambat.

2.1.3 Pencelupan poliester

Kesulitan yang timbul pada pencelupan serat poliester adalah karena sifatnya yang kurang hidrofil dan kurang mengandung gugus reaktif, sehingga pencelupan serat poliester digunakan zat warna dispersi, yang merupakan bentuk dispers (aqueous) bukan merupakan larutan.

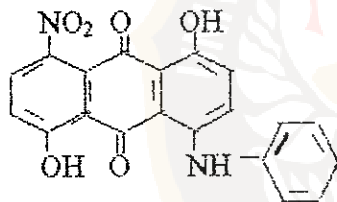
Terdapat dua fase dalam pencelupan serat poliester dengan zat warna dispersi, yaitu fase serat dan fase larutan zat warna. Pada proses pencelupan berlangsung terjadi perpindahan partikel-partikel monomer zat warna dari fase larutan ke fase serat melalui tiga tahap, yaitu :

- Migrasi : melarutkan zat warna dan mengusahakan agar larutan zat warna bergerak menempel pada bahan.
- Adsorpsi : proses mendorong zat warna agar dapat terserap menempel pada bahan.
- Difusi : proses penyerapan zat warna dari permukaan serat ke dalam serat kemudian akan terjadi fiksasi (proses pemasakan agar zat warna terikat pada serat).

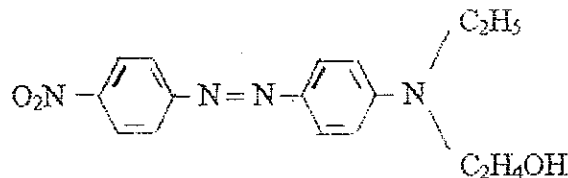
Proses pencelupan poliester memerlukan suhu yang cukup tinggi, karena energi panas menyebabkan terjadinya gerakan-gerakan makro molekuler yang cepat sehingga terbentuk ruang antara molekul serat yang memungkinkan zat warna terdifusi ke dalamnya. Setelah proses pencelupan terjadi dan berakhir, serat kembali ke bentuk semula dengan zat warna terlarut di dalam serat. Ikatan yang terjadi antara zat warna dan serat dapat berupa ikatan hidrogen maupun ikatan dwi kutub. ²

2.2 Zat Warna Dispersi

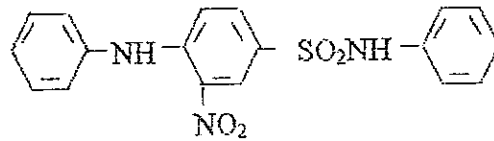
Zat warna dispersi adalah zat warna non ionik yang terdiri dari inti kromofor azo dan antrakuinon, sedangkan untuk beberapa zat warna kuning mengandung gugus difenilamin. Contoh zat warna dispersi adalah :



Gambar 2.2 Struktur zat warna Biru antrakuinon



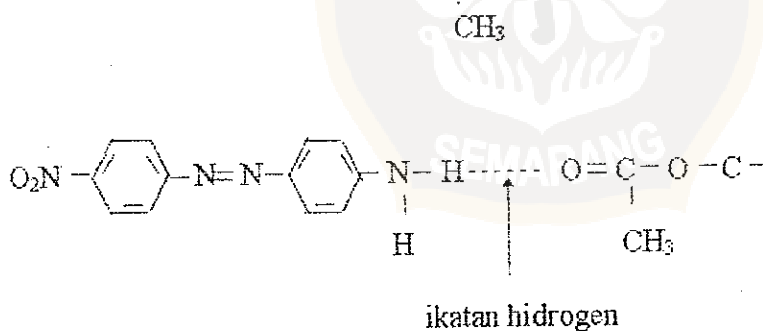
Gambar 2.3 Struktur zat warna Merah azo



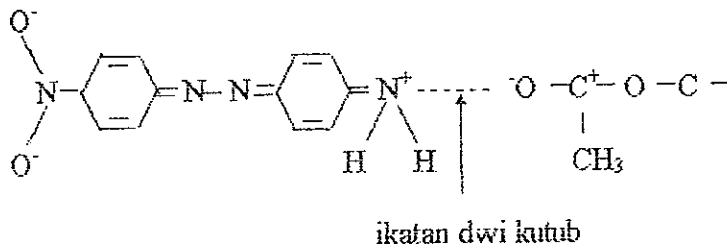
Gambar 2.4 Struktur zat warna Kuning difenilamin

Zat warna dispersi digunakan untuk mencelup serat-serat sintetik, seperti poli-amida, selulosa asetat, poliakrilat dan poliester. Khususnya poliester hanya dapat dicelup memakai zat warna dispersi

Azobenzena, antrakuinon, dan difenilamin dalam bentuk dispers dapat terserap ke dalam serat hidrofob, namun dalam perdagangan kebanyakan zat warna dispersi mengandung gugus aromatik dan alifatik yang mengikat gugus fungsional $-OH$, NH_2 , $-NHR$ dan lain sebagainya yang bertindak sebagai donor proton. Gugus fungsional tersebut merupakan pengikat dipol dan juga membentuk ikatan hidrogen dengan gugus karbonil ($C=O$) atau gugus asetil ($-C-O-C=O$) dari serat yang dicelup.



Gambar 2.5 Ikatan hidrogen antara serat dengan zat warna



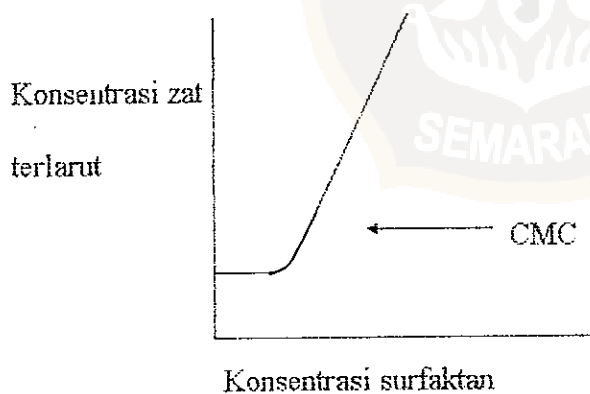
Gambar 2.6 Ikatan dwi kutub antara serat dengan zat warna

Gugus $-OH$ yang terikat pada cincin aromatik dan gugus $-NH_2$ yang terikat pada rantai alifatik serta gugus fungsional lain yang sejenis dapat menyebabkan zat warna dispersi larut dalam air. Disamping itu dalam pencelupan sebaiknya dipilih zat warna dispersi yang molekulnya kecil supaya mudah terdispersi. ³

2.3 Proses Pencelupan dengan Bantuan Surfaktan

2.3.1 Pelarutan dan gejala permukaan

Salah satu sifat surfaktan yang berhubungan langsung dengan pembentukan misel adalah kelarutan. Kelarutan tidak tampak jelas pada konsentrasi di bawah CMC, namun meningkat drastis setelah CMC dilalui.



Grafik 2.1. Hubungan konsentrasi zat terlarut dengan konsentrasi surfaktan

Sifat khas dari proses pelarutan dengan menggunakan surfaktan adalah pada temperatur konstan kelarutan bertambah dengan naiknya konsentrasi surfaktan. Makin besar ukuran gugus polar suatu surfaktan, maka makin besar pula kemampuannya dalam membantu pelarutan, disamping itu berhubungan pula dengan tegangan permukaan. Tegangan permukaan surfaktan yang dibubuhi zat warna mula-mula menurun, namun pada kenaikan konsentrasi surfaktan lebih lanjut tegangan permukaan mulai konstan dan turun kembali pada konsentrasi surfaktan yang lebih tinggi. Gejala ini diperkirakan sebagai akibat dari terbentuknya kompleks surfaktan-zat warna.

Pembentukan kompleks surfaktan-zat warna menyebabkan laju penyerapan zat warna oleh serat minimum dan zat warna yang terserap pada kesetimbangan maksimum. Turunnya laju penyerapan membantu pemerataan distribusi zat warna di permukaan serat.

2.3.2 Lokasi proses pelarutan

Lokus pelarutan tergantung pada :

1. Sifat zat terlarut
2. Tipe interaksi yang terjadi antara surfaktan dengan zat terlarut

Proses pelarutan terjadi pada sisi yang berbeda dari misel, yaitu :

1. Permukaan misel (antar muka misel-pelarut)
2. Antara kepala hidrofilik
3. Lapisan palisade misel, yakni antara gugus hidrofil dan atom karbon pertama dari gugus hidrofob
4. Lebih dalam dari lapisan palisade

5. Pusat misel

Molekul polar yang besar, seperti alkohol rantai panjang atau zat warna polar dalam medium berair akan mengalami proses pelarutan antara molekul surfaktan dalam lapisan palisade dengan gugus polar dari zat terlarut (zat warna) mengarah ke bagian non polar menuju ke arah dalam misel. Interaksi di sini terjadi oleh adanya ikatan hidrogen atau dipol-dipol antara gugus polar zat terlarut dan surfaktan.

Kedalaman penetrasi dalam lapisan palisade tergantung pada perbandingan kepolaran molekul zat terlarut. Rantai yang lebih panjang dan senyawa yang kurang polar menembus ke bagian yang lebih pendek dalam misel dibanding rantai yang lebih pendek dan lebih polar.

Molekul kecil dan polar dalam medium berair biasanya dilarutkan dekat dengan permukaan lapisan palisade atau oleh adsorpsi pada antar muka misel-air.

Hidrokarbon alifatik dan alilik dalam medium berair dilarutkan pada bagian dalam misel, yakni antara ekor gugus hidrofob molekul surfaktan.⁽⁴⁾

2.3.3 Faktor-faktor yang mempengaruhi proses pelarutan

1. Struktur surfaktan

Senyawa hidrokarbon dan senyawa polar rantai panjang yang terlarut pada sebelah dalam misel atau bagian dalam lapisan palisade dan jumlah zat yang terlarut biasanya meningkat dengan naiknya ukuran misel.

Surfaktan yang terdiri dari gugus sulfonat dengan rantai alkil $C_{12} - C_{20}$ menurun kelarutannya dalam medium non polar dan meningkat kelarutannya dalam medium polar. Gugus sulfonat dalam surfaktan meningkatkan karakter hidrofilik molekul surfaktan, akibatnya menurunkan bilangan agregasi misel, disamping itu juga

meningkatkan tolakan antar kepala gugus dalam misel, sehingga peluang untuk terjadinya pelarutan antara molekul surfaktan dalam lapisan palisade meningkat. Penurunan bilangan agregasi dalam misel menyebabkan berkurangnya kelarutan molekul non polar, sedangkan meningkatnya tolakan antara kepala gugus menghasilkan naiknya kelarutan molekul polar.

2. Struktur pelarut

Pada pelarut polar, kondisi pelarutan berhubungan dengan kedalaman penetrasi ke dalam lapisan palisade misel akibat perubahan struktur pelarut. Jika misel hampir sferik/ bulat maka peluang untuk terjadinya pelarutan kurang memungkinkan karena misel terpenetrasi lebih dalam.

3. Temperatur

Untuk surfaktan ionik, naiknya temperatur umumnya meningkatkan kelarutan baik untuk pelarut polar ataupun non polar. Sedangkan untuk surfaktan non ionik, efek temperatur berhubungan dengan sifat pelarut. Senyawa non polar seperti hidro-karbon alifatik atau alkil halida, kelarutannya meningkat dengan naiknya temperatur

4. Penambahan senyawa organik monomer

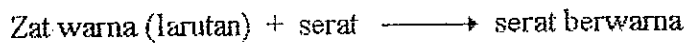
Hidrokarbon terlarut dalam misel surfaktan umumnya meningkatkan kelarutan senyawa polar. Hidrokarbon menyebabkan misel mengembang dan memungkinkan misel bergabung dengan zat warna yang lebih polar dalam lapisan palisade.⁽⁹⁾

2.3.4 Zat Perata Warna (leveling agent)

Tahap penting dalam proses pencelupan adalah adsorpsi zat terlarut dalam air oleh serat tekstil. Adsorbat yang larut dalam air dapat berupa zat warna direk untuk katun, zat warna asam untuk wol dan lain sebagainya. Adsorpsi oleh serat melalui

pembentukan jembatan garam antara gugus-gugus terion dalam molekul zat warna dan dalam serat, ikatan hidrogen antara gugus-gugus tertentu dalam zat warna atau interaksi dipol dari molekul zat warna atau ion-ion.

Proses :



diharapkan berjalan secepat mungkin, namun hal ini seringkali justru menyebabkan hasil pencelupan kurang baik. Berdasarkan kenyataan bahwa konsentrasi zat warna yang sangat besar akan cepat teradsorpsi pada bagian serat yang lebih mudah dimasuki oleh zat warna. Pada saat kesetimbangan tercapai kondisi ini tidak mantap, molekul-molekul zat warna akan mudah terlepas kembali. Zat warna yang mula-mula teradsorpsi akan menutupi saluran pori dalam serat sehingga molekul zat warna yang lain terhalang untuk mencapai sisi kosong dari bagian dalam serat. Dampak yang lebih jauh lagi yang dapat menyebabkan hasil pencelupan kurang baik adalah daya penerimaan zat warna oleh serat pada berbagai sisi berbeda-beda. Kedua kesulitan ini dapat diatasi dengan menambahkan zat aktif permukaan yang sesuai yang bertindak sebagai perata warna (leveling agent). Zat perata warna dapat memperbaiki distribusi zat warna pada serat.

Jika adsorpsi zat warna berlangsung sangat cepat, zat perata warna dapat menurunkan laju adsorpsi melalui kompetisi dengan zat warna pada sisi yang ada pada serat atau mengaktifkan konsentrasi zat warna yang terlarut dengan cara membentuk misel kompleks dalam larutan berair. Karena misel merupakan efek dari suatu ion multivalen yang besar, diharapkan memiliki afinitas yang sangat besar bagi gugus kation pada serat. Disamping itu pembentukan misel juga diperlukan pada penahanan dengan mempercepat perpindahan anion pengaktif permukaan pada antar muka larutan-serat.

Prinsip perataan dalam proses pencelupan adalah menambahkan zat yang membentuk misel kompleks dengan molekul / ion zat warna. Misel kompleks yang terbentuk antara zat warna dengan surfaktan bertindak sebagai penyedia zat warna bagi serat. ⑨

