

PENGARUH pH DAN SUHU PADA ADSORPSI KARBON AKTIF TERHADAP ZAT WARNA METILENA BIRU DALAM LARUTAN SUKROSA

Parsaoran Siahaan

Staf Pengajar Kimia Fisik Jurusan Kimia FMIPA UNDIP Semarang

ABSTRAK

Telah diteliti pengaruh pH dan suhu pada kemampuan adsorpsi karbon aktif terhadap zat warna metilen biru dalam larutan sukrosa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan adsorpsi karbon aktif, kestabilan zat warna dapat dipengaruhi oleh pH dan suhu adsorpsi.

PENDAHULUAN

Gula yang digunakan dalam industri maupun sebagai bahan makanan sebagian besar berasal dari tanaman tebu. Gula tebu dikenal dengan nama sakarosa atau sukrosa, yang berasal dari nama latin tanaman tebu, yaitu *Saccharum officinarum*.¹⁾

Selain sebagai faktor yang ikut menentukan mutu bahan makanan, warna juga dapat digunakan sebagai indikator baik tidaknya cara pengolahan bahan makanan tersebut. Dalam proses pengolahan tebu menjadi gula (sukrosa), terdapat zat-zat warna yang dapat mempengaruhi kualitas gula yang dihasilkan, sehingga perlu dimurnikan

dan dapat menggunakan metode adsorpsi karbon aktif.²⁾

Karbon aktif merupakan adsorben yang baik, karena mempunyai daya serap yang tinggi terhadap zat warna, zat berbau, dan zat beracun.

Zat warna alami yang berasal dari tanaman tebu sulit diketahui, sehingga untuk keperluan penelitian ini digunakan zat warna sintetik untuk mengetahui pengaruh pH dan suhu terhadap kemampuan adsorpsi karbon aktif terhadap zat warna. Maka dalam penelitian ini digunakan zat warna metilena biru.

Dalam penelitian ini dipelajari kemampuan adsorpsi karbon aktif terhadap zat warna metilena biru dalam larutan sukrosa dengan variasi pH dan suhu. Kemampuan adsorpsi karbon aktif ditentukan melalui pengukuran konsentrasi adsorbat (metilena biru) sebelum dan sesudah adsorpsi.

Proses adsorpsi merupakan fenomena permukaan yang melibatkan akumulasi adsorbat pada permukaan adsorben. Adsorpsi dapat terjadi pada antarmuka antara dua fasa, misalnya cair dengan cair, gas dengan cair, gas dengan padat, atau cair dengan padat.³⁾

Proses adsorpsi dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu sifat fisika dan kimia adsorben antara lain luas permukaan, ukuran pori, komposisi kimia; sifat fisika dan kimia adsorbat antara lain ukuran molekul, polaritas molekul, komposisi kimia; konsentrasi adsorbat dalam larutan; sifat larutan antara lain pH dan suhu; dan lamanya waktu adsorpsi.⁴⁾

Proses adsorpsi pada umumnya dilakukan pada suhu konstan. Persamaan yang sering digunakan dalam proses adsorpsi isoterm untuk larutan adalah persamaan isoterm adsorpsi Freundlich³⁾

Karbon aktif adalah karbon yang telah diaktifkan, sehingga mempunyai daya serap yang tinggi terhadap zat warna, zat berbau, dan zat-zat beracun. Daya serap yang tinggi dari karbon aktif, dikarenakan karbon aktif mempunyai permukaan yang luas, yaitu 300-2500 m²/g. Luas permukaan yang besar disebabkan karena karbon aktif mempunyai permukaan dalam yang berongga, sehingga mempunyai kemampuan menyerap yang tinggi terhadap gas atau uap atau zat yang berada dalam suatu larutan.

Sifat-sifat umum karbon aktif adalah berbentuk amorf hitam, tidak larut dalam air, suasana asam maupun basa, dan pelarut organik. Menurut bentuknya, karbon aktif dibagi dua, yaitu bentuk bubuk dan bentuk butiran. Karbon aktif bentuk bubuk biasanya digunakan untuk larutan, sedang karbon aktif butiran digunakan untuk adsorpsi terhadap uap atau gas.⁴⁾

Faktor-faktor yang mempengaruhi proses penghilangan warna, yaitu jenis karbon aktif, suhu, pH, konsentrasi dan waktu.²⁾

Tidak ada satu jenis karbon yang paling baik untuk semua aplikasi. Kemampuan karbon aktif dalam

menghilangkan warna tergantung pada sampel yang diteliti.

Pengaruh suhu pada adsorpsi zat warna tidak besar, tergantung pada karakteristik sistem yang dimiliki. Penghilangan warna mungkin meningkat, menurun atau tidak mengalami perubahan dengan naiknya suhu, tergantung dari jenis karbon aktif.

Adsorpsi terhadap zat warna dapat dipengaruhi oleh perubahan pH. pH optimum tergantung dari masing-masing sistem yang dipelajari dan mungkin tidak dapat diterima dalam proses produksi suatu zat, karena penambahan reagen untuk mengatur pH dapat mempengaruhi atau merusak produk.

Efisiensi penghilangan warna berbeda untuk konsentrasi larutan yang berbeda. Lamanya proses penghilangan warna ditentukan juga oleh bentuk dan ukuran karbon aktif dan molekul adsorbat.

Sukrosa merupakan disakarida yang tersusun atas molekul glukosa dan molekul fruktosa, yang dihubungkan oleh ikatan hasil dari eliminasi satu molekul air. Sukrosa mempunyai rumus kimia $C_{12}H_{22}O_{11}$ dengan berat molekul 342, larut dalam air, sedikit larut dalam alkohol, tetapi tidak larut dalam eter dan kloroform, relatif stabil terhadap

pengaruh hidrolisa alkali. Hidrolisa sukrosa dapat terjadi dengan bantuan enzim sakarase (invertase) atau oleh pengaruh asam mineral encer seperti HCl dan H_2SO_4 . Hidrolisa sukrosa menghasilkan glukosa dan fruktosa. Sukrosa bersifat non pereduksi, dapat berbentuk kristal halus atau kasar dengan titik lebur sebesar $166^\circ C$. Larutan sukrosa memiliki rotasi spesifik sebesar $66,5^\circ$ dan memutar bidang polarisasi cahaya ke kanan.^{1,5)}

EKSPERIMEN

Tahap pertama adalah menentukan panjang gelombang maksimum zat warna metilena biru dengan spektrofotometer UV/VIS.

Tahap kedua adalah penentuan waktu adsorpsi optimum karbon aktif terhadap zat warna metilena biru dalam larutan sukrosa tanpa perlakuan pH dan suhu.

Tahap ketiga penentuan konsentrasi optimum metilena biru (adsorbat) yang teradsorpsi selama waktu adsorpsi optimum yang sudah ditentukan dalam penelitian tahap kedua. Konsentrasi adsorbat sebelum dan sesudah adsorpsi diukur dengan spektrofotometer.

Tahap keempat penentuan pengaruh pH pada adsorpsi karbon aktif terhadap metilena biru dalam larutan sukrosa. Digunakan konsentrasi adsorbat optimum dan waktu adsorpsi optimum yang telah ditentukan sebelumnya.

Tahap kelima adalah penentuan pengaruh suhu pada adsorpsi karbon aktif terhadap metilena biru dalam larutan sukrosa.

Alat. Alat-alat yang digunakan adalah oven untuk memanasi karbon aktif, flocculator untuk pengadukan, waterbath untuk pekerjaan suhu konstan, spektrofotometer UV/VIS Secomam S1000PC untuk menentukan konsentrasi metilena biru, ketas saring untuk menyaring, dan alat gelas yang umum digunakan.

Bahan. Bahan-bahan yang digunakan selain akuades, adalah bahan kimia buatan Merck, yaitu karbon aktif serbuk, sukrosa, metilena biru DAB 7, kertas indikator universal pH 1-10, HCl 32% dan NaOH.

Cara Kerja. Penentuan panjang gelombang maksimum metilena biru : dimasukkan larutan metilena biru 2 ppm ke dalam kuvet, kemudian ditentukan panjang gelombang

maksimumnya dengan spektrofotometri UV/VIS.

Penentuan kondisi optimum adsorpsi tanpa perlakuan pH dan suhu. (a) Pada penentuan waktu adsorpsi optimum, konsentrasi adsorbat dalam larutan sukrosa sebelumnya diukur terlebih dahulu dengan spektrofotometer. 10 mL larutan metilena biru 10 ppm dimasukkan ke dalam 50 mL larutan sukrosa 20%, dikocok, ditambahkan 0,2 g karbon aktif, diaduk dengan flocculator selama 10 menit, kemudian ditutup dengan aluminium foil, dibiarkan selama waktu adsorpsi tertentu, disaring. Filtrat diukur dengan spektrofotometer. Banyaknya metilena biru (C_{MB}) yang terserap dihitung dengan cara : C_{MB} terserap = C_{MB} mula-mula - C_{MB} filtrat. (b) Pada penentuan konsentrasi adsorbat (metilena biru) optimum, diukur terlebih dahulu konsentrasi metilena biru dalam campuran 10 mL larutan metilena biru dengan konsentrasi masing-masing 2; 4; 6; 8; 10; 12; 14 ppm dengan tiap-tiap 50 mL larutan sukrosa 20% menggunakan spektrofotometer UV/VIS. Kemudian 10 mL larutan metilena biru dengan konsentrasi tertentu dimasukkan ke dalam 50 mL larutan sukrosa 20%, dikocok, ditambahkan 0,2 g karbon aktif, diaduk dengan flocculator selama 10 menit, ditutup dengan aluminium foil,

didiamkan selama waktu adsorpsi optimum (hasil-a), kemudian disaring, dan filtrat dianalisa dengan spektrofotometer UV/VIS. (c) Pada penentuan pengaruh pH pada adsorpsi, 10 mL larutan metilena biru dengan konsentrasi tertentu (hasil- b) dimasukkan ke dalam 50 mL larutan sukrosa 20%, dikocok, kemudian pH-nya diatur dengan menambahkan HCl (0,1 N atau 1 N) atau NaOH (0,1 N atau 1 N), ditambahkan 0,2 g karbon aktif kemudian diaduk dengan flokulator selama 10 menit, ditutup dengan alumunium foil, didiamkan selama waktu adsorpsi optimum (hasil-a), kemudian disaring. Konsentrasi metilena biru dalam filtrat dianalisa dengan spektrofotometer UV/VIS. (d) Pada penentuan pengaruh suhu pada adsorpsi, 10 mL larutan metilena biru dengan konsentrasi tertentu (hasil-b) dimasukkan ke dalam 50 mL larutan sukrosa 20%, dikocok, ditambahkan 0,2 g karbon aktif kemudian diaduk dengan flokulator selama 10 menit, ditutup dengan alumunium foil, dimasukkan ke dalam waterbath yang telah diatur suhunya dan didiamkan selama waktu adsorpsi optimum (hasil-a) kemudian disaring. Filtrat dianalisa dengan spektrofotometer UV/VIS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Spektra UV/VIS metilena biru menunjukkan bahwa panjang gelombang maksimum adalah 664,0 nm. Waktu dan konsentrasi adsorpsi optimum masing-masing adalah 60 menit dan 1,472 ppm pada konsentrasi metilena biru mula-mula 1,5 ppm.

Pengaruh pH terhadap kemampuan adsorpsi tidak menunjukkan suatu kecenderungan naik atau turun. Hal ini dapat dilihat pada tabel-1.

Tabel-1 : Pengaruh pH pada adsorpsi karbon aktif terhadap metilena biru

pH larutan	C_{MB} filtrat (ppm)	C_{MB} terserap (ppm)
1	0,121	1,379
3	0,070	1,430
7	0,158	1,342
8	0,103	1,397
9	0,098	1,402
10	0,037	1,463

Konsentrasi metilena biru terserap cenderung meningkat pada pH basa 8-10. Pada pH 10, terjadi perubahan warna larutan sebelum adsorpsi dari biru menjadi kuning, pengaturan pH larutan dilakukan dengan penambahan NaOH 1 N (basa kuat dan pekat), walaupun

sukrosa relatif stabil terhadap pengaruh hidrolisa alkali, tetapi dengan basa kuat dan pekat sukrosa dapat terdekomposisi,

Pada PH 1 terjadi perubahan warna larutan sebelum adsorpsi dari biru menjadi jernih. Hal ini disebabkan karena metilena biru mengalami reaksi reduksi setimbang dengan HCl 1N yang ditambahkan pada waktu pengaturan pH, dan berubah menjadi metilena tak berwarna. Adsorbat yang terserap oleh karbon aktif pada pH 1 hanya sebesar 1,379 ppm. Pada pH larutan 3,7,8 dan 9 tidak terjadi perubahan warna larutan sebelum proses adsorpsi berlangsung dimana larutan tetap berwarna biru. Pada pH larutan 3 konsentrasi metilena biru terserap 1,430 ppm. Tetapi menurut Hassler, pH larutan yang optimum tidak dapat digunakan untuk proses adsorpsi atau pemurnian produk, karena dapat mempengaruhi atau merusak produk tersebut, dalam penelitian ini larutan sukrosa terinversi dengan adanya HCl encer.

Pada pH larutan 7, pengaturan pH larutan dilakukan dengan penambahan HCl 0,1 N dan NaOH 0,1 N dan metilena biru yang teradsorpsi hanya sebesar 1,342 ppm (paling sedikit dibandingkan proses adsorpsi pada kondisi pH larutan yang lain). Hal ini disebabkan karena HCl dan NaOH saling menetralkan dan bereaksi

membentuk garam NaCl. Penambahan NaOH dan HCl secara bersama-sama ke dalam larutan dapat mengganggu atau mempengaruhi proses adsorpsi. Dari penelitian ini diperoleh pH yang menguntungkan digunakan dalam proses adsorpsi adalah pH 8-9, dengan konsentrasi metilena biru terserap 1,397 - 1,402 ppm. Jadi pH larutan dapat mempengaruhi kemampuan adsorpsi karbon aktif, kestabilan zat warna dan produk.

Semakin tinggi suhu semakin banyak metilena biru yang terserap. Suhu adsorpsi yang efektif untuk menghilangkan zat warna metilena biru dalam larutan sukrosa adalah 60-80 °C, dengan konsentrasi terserap 1,491 - 1,495 ppm. Hal ini dapat dilihat pada tabel-2.

Tabel-2 : Pengaruh pH pada adsorpsi karbon aktif terhadap metilena biru.

Suhu larutan (°C)	C _{MB} filtrat (ppm)	C _{MB} terserap (ppm)
20	0,037	1,463
40	0,019	1,481
60	0,00932	1,491
80	0,00466	1,495

KESIMPULAN

Kondisi optimum proses adsorpsi adalah pada konsentrasi metilena biru mula-mula 1,5 ppm dengan konsentrasi terserap 1,472 ppm, pada waktu adsorpsi optimum 60 menit. pH larutan 8-9 lebih menguntungkan bagi proses adsorpsi, dengan konsentrasi metilena biru terserap 1,397-1,402 ppm. Suhu adsorpsi yang efektif adalah 60-80 °C dengan konsentrasi terserap 1,491-1,495 ppm.

Ucapan terimakasih : —disampaikan kepada Sdr. Ardini Astuti, Mahasiswa Jurusan Kimia MIPA UNDIP

REFERENSI

1. Mathur, R.B.L., (1975), Handbook of Cane Sugar Technology, Oxford and IBH Publishing Co., New Delhi; 17.22-27.31-35.
2. Hassler, J.W., (1963), Activated Carbon, Chemical Publishing Co., Inc., New York; 5-7.16-39.
3. Gucker, F.T., Seifert, R.L., (1966), Physical Chemistry, 1st edition, W.W. Norton and Co, Inc, New York; 646,653,660-661.
4. Cheremisinoff, P.N., Ellerbusch, f., (1978), Carbon Adsorption Handbook, An Arbor Science, New York; 245-250.
5. Winarno, F.G., (1984), Kimia Pangan dan Gizi, Gramedia, Jakarta;23-26.