

# PENGARUH PENGGUNAAN GARAM NATRIUM DAN KALIUM METABISULFIT PADA MUTU SALE PISANG AMBON

ANNY SULASWATY<sup>1)</sup> dan ROESTAMSJAH<sup>2)</sup>

1) Puslitbang Kimia Terapan-LIPI, Puspiptek Serpong

2) Puslitbang Kimia Terapan-LIPI, Bandung

## INTISARI

Usaha perbaikan warna, aroma dan tekstur buah serta daya simpan sale pisang ambon putih (*Musa paradisiaca*) telah dilakukan dengan perlakuan sulfit dan pengeringan.

Dalam penelitian ini, perlakuan sulfit terhadap buah pisang ambon dilakukan dengan cara pencelupan buah pisang dalam larutan 0,5% natrium metabisulfit ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ) atau larutan 0,5% kalium metabisulfit ( $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ) selama 5 menit. Pengeringan pisang dilakukan dalam pengering buatan tipe kabinet (tray dryer) pada temperatur  $60^\circ\text{C}$  selama 44 jam. Produk sale pisang dikemas dalam kantong plastik jenis polipropilen dengan ketebalan 0,5 mm, sebelum disimpan dalam rak bertutup plastik transparan, pada temperatur ruang ( $25^\circ\pm 2^\circ\text{C}$ ) dan kelembaban nisbi  $\pm 70\%$ . Percobaan dilakukan dengan rancangan acak kelompok.

Analisis terhadap produk pisang sale dilakukan secara kimia, mikrobiologi serta uji organoleptik (cita rasa), untuk waktu penyimpanan tertentu (1 hari, 3 minggu, 6 minggu dan 12 minggu).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengeringan buatan serta pembelerangan dengan larutan metabisulfit dapat memperbaiki mutu serta daya simpan sale pisang yang dihasilkan. Karakteristik mutu produk meliputi kadar air (23-27%), gula pereduksi total (41-49%), kadar  $\text{SO}_2$  (3-5 ppm), warna/optical density (0,3-0,7) dan jumlah koloni jasad renik ( $7-75 \times 10^3$ ) per gram contoh sale pisang untuk ketahanan simpan sampai dengan 12 minggu.

## ABSTRACT

Techniques of improving the colour, aroma, texture and storage life of pisang sale or dried banana (*Musa paradisiaca*) was conducted through sulphiting and drying.

In this study, the sulphiting of banana fruit was done by soaking the fruit in 0.5% sodium metabisulfite solution ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ) or 0.5% potassium metabisulfite solution ( $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ) for five minutes. Dehydration was conducted at  $60^\circ\text{C}$  for 44 hours in a tray dryer. The dried banana was put in plastic bag of 0.5 mm film thickness and stored in a rack covered with transparent plastic film at ambient temperature ( $25^\circ\pm 2^\circ\text{C}$ ) and relative humidity of  $\pm 70\%$ . The experiment was done using random block design.

Analysis of the dried banana products included chemical, microbiological and organoleptic methods after storage for one day, three weeks, six weeks and 12 weeks.

The results indicated that the artificial drying coupled with the metabisulphite treatment could improve the quality and shelf life of the dried banana produced. The product quality characteristics include: water content (23-27%), total reducing sugar (41-49%),  $\text{SO}_2$  (3-5 ppm), color/optical density (0,3-0,7); and total colony count ( $7-7.5 \times 10^3$ ) per gram sample for the products stored up to 12 weeks.

## PENDAHULUAN

Pisang merupakan salah satu hasil buah-buahan yang penting di Indonesia. Tanaman ini mempunyai daerah penyebaran yang sangat luas. Untuk daerah produsen pisang dengan prasarana pengangkutan yang kurang memadai, sering produksi pisang setempat belum dapat dimanfaatkan seluruhnya sehingga memerlukan pengembangan proses pengolahannya. Hasil penelitian tentang pembuatan tape pisang secara fermentasi padat dan penerapan hasilnya untuk pembuatan makanan selingan telah dilaporkan<sup>(1)</sup>.

Salah satu usaha lain untuk menanggulangi kelebihan produksi dan pemasaran pisang segar adalah melakukan pengawetan pisang menjadi produk yang dikenal dengan nama sale pisang, yaitu buah pisang yang telah mengalami proses dehidrasi sampai kadar air tertentu. Kandungan air yang rendah dalam sale pisang dapat mencegah perkembangan jamur, ragi dan bakteri sehingga kerusakan dalam sale pisang dapat diperlambat, dengan demikian daya tahan simpannya lebih lama. Sebagian pendapat menyatakan bahwa sale pisang dengan kadar air lebih besar dari 30%, mudah diserang jasad renik dan serangga<sup>(2)</sup>.

Sifat-sifat yang menentukan mutu sale pisang terutama adalah warna, rasa, bau, serta ketahanan simpannya. Sifat-sifat tersebut sangat dipengaruhi oleh jenis dan keadaan buah yang dipakai, cara pengolahan, cara kemasan serta berbagai faktor fisika dan kimia lainnya<sup>(2)</sup>. Pengawetan sale pisang pada umumnya dilakukan dengan cara pemberian sulfur dioksida, yang dapat diterapkan melalui proses pengasapan belerang (sulfuring), atau dengan perlakuan sulfit dalam larutan kalium metabisulfit ( $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ) atau natrium metabisulfit ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ). Dengan cara-cara perlakuan demikian sulfur dioksida ( $\text{SO}_2$ ) baik yang berasal dari pengasapan belerang maupun dari garam-garam sulfit tersebut akan diserap oleh jaringan buah. Sulfur dioksida dapat pula diberikan dalam bentuk ion asam  $\text{HSO}_3$  yang akan diserap oleh jaringan buah lebih efektif. Akan tetapi cara yang terakhir ini cenderung melunakkan buah<sup>(4)</sup>. Pemberian sulfur dioksida pada buah pisang selain bertujuan untuk mencegah kerusakan yang disebabkan oleh mikroorganisme, juga memperlambat timbulnya warna coklat (browning) pada buah-buahan. Terhambatnya reaksi browning oleh asam sulfat dan bisulfit mungkin bukan hanya akibat reaksi

gugus amina dengan gugus karbonil dalam gula, tetapi juga karena sifatnya sebagai antioksidan. Sulfur dioksida juga berfungsi memperbaiki retensi asam askorbat dalam buah yang dikeringkan<sup>(5)</sup>.

Sulfur dioksida banyak dipakai sebagai bahan pengawet di dalam industri pengeringan buah-buahan dan sayur-sayuran, karena harganya relatif murah serta mudah diperoleh di pasaran.

Mekanisme pengawetan bahan makanan oleh sulfur dioksida belum diketahui dengan pasti, tetapi diduga bahwa sulfur dioksida mempunyai kemampuan untuk mengurangi tegangan oksigen dalam jaringan buah<sup>(6)</sup>.

Di dalam pencegahan terjadinya proses oksidasi buah-buahan dengan menggunakan sulfur dioksida, SO<sub>2</sub> perlu diberi kesempatan untuk masuk ke dalam jaringan buah. Semakin tinggi kadar sulfur dioksida di dalam jaringan, semakin efektif daya kerjanya untuk mencegah browning dan mampu mematikan jasad-jasad renik. Akan tetapi rasa bahan makanan yang bersangkutan menjadi pahit. Oleh karena itu SO<sub>2</sub> tidak digunakan secara berlebihan, karena SO<sub>2</sub> dapat menimbulkan bau dan rasa karakteristik yang tidak enak<sup>(7)</sup>.

Di beberapa negara, sale pisang dibuat secara hati-hati untuk dapat mempertahankan bentuk buah. Kadang-kadang buah dibagi dua atau dibuat menjadi keratan kecil-kecil untuk mempermudah pengeringannya. Semakin kuning warna sale pisang, akan semakin tinggi mutunya dalam perdagangan internasional<sup>(8)</sup>. Salah satu keuntungan dalam pembuatan sale pisang adalah bahwa biaya transpor produk tersebut menjadi lebih murah dibandingkan dengan pisang segar.

Penelitian ini bertujuan mempelajari cara pembuatan sale pisang yang bermutu baik dengan daya simpan yang lama. Ruang lingkup penelitian mencakup studi pengaruh penggunaan garam metabisulfit pada mutu sale pisang ambon.

## BAHAN DAN METODA

### 1. Bahan

Dalam penelitian ini digunakan pisang jenis ambon putih (*Musa paradisiaca*) dengan kadar air rata-rata 73% dan kadar gula rata-rata 15%. Garam metabisulfit yang dipakai adalah natrium metabisulfit (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) dan kalium metabisulfit (K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) dengan mutu pro-analisis.

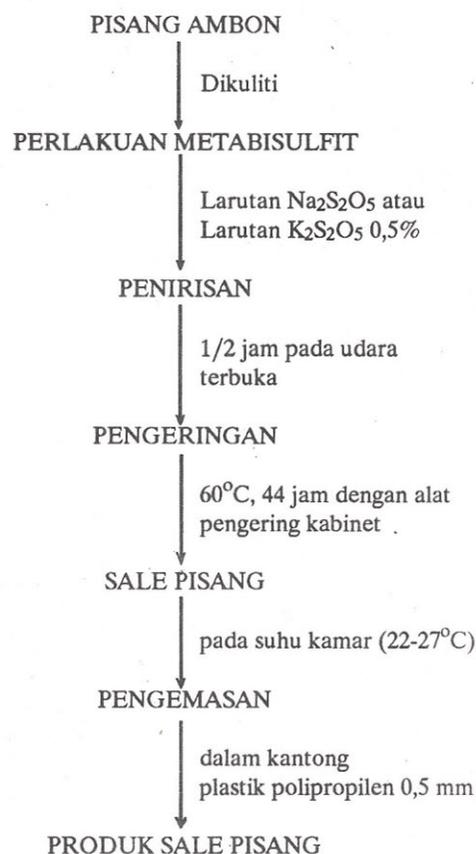
### 2. Metoda pembuatan sale pisang.

Mula-mula buah pisang matang dikuliti, kemudian dikerok permukaan dagingnya ( $\pm 1$  mm) dengan menggunakan pisau tahan karat (stainless steel). Pisang kemudian ditimbang dan dibagi dalam tiga kelompok menurut kode perlakuannya, sebagai berikut:

- Kelompok P1 : buah pisang tanpa perlakuan awal (blanko)
- Kelompok P2 : buah pisang direndam dalam larutan Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0,5% selama 5 menit.
- Kelompok P3 : buah pisang direndam dalam larutan K<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0,5% selama 5 menit.

Buah pisang yang sudah mendapat perlakuan, dikeringkan selama 44 jam pada temperatur 60 °C dalam alat pengering buatan tipe kabinet. Setelah pengeringan selesai, sale didinginkan sekitar setengah jam dalam udara terbuka agar terjadi kesetimbangan dengan udara luar, sebelum sale tersebut dimasukkan ke dalam kemasan plastik (jenis polipropilen) setebal 0,5 mm. Sale yang telah dikemas dalam plastik, disim-

pan dalam rak-rak besi bertutup plastik transparan pada kondisi ruang (25° ± 2°C) dengan kelembaban nisbi ± 70 %. Bagan cara pembuatan sale pisang diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan cara pembuatan sale pisang ambon

### 3. Analisis.

Analisis yang meliputi penentuan kadar air, kadar gula pereduksi total, kadar SO<sub>2</sub>, warna, analisis mikrobiologi dan organoleptik, dilakukan terhadap produk sale pisang yang telah mengalami masa penyimpanan satu hari, tiga minggu, enam minggu atau 12 minggu.

Penentuan kadar air dilakukan dengan metoda pengeringan pada 105 °C sampai berat konstan; kadar gula secara Luff-schoorl; warna dengan metoda kerapatan optik (optical density) pada 440 nm<sup>14</sup>; kadar SO<sub>2</sub> dengan titrasi iod<sup>(4)</sup> sedangkan analisis mikrobiologi dilakukan secara total plate count per gram contoh (TPC) baik untuk jamur maupun untuk total jasad renik<sup>(15)</sup>. Uji organoleptik dilakukan secara uji panel<sup>(15)</sup>.

Pengambilan contoh-contoh sale pisang yang akan dianalisis dilakukan secara acak. Uji statistik sidik-ragam terhadap data analisis dilakukan menurut Rancangan Acak Lengkap (RAK) dimana uji jarak berganda dilakukan menurut Duncan<sup>(9)</sup>, pada taraf pengujian 5%.

## HASIL DAN DISKUSI

Hasil percobaan menunjukkan bahwa dari 50 kg pisang segar berkulit dihasilkan sale pisang sebanyak 10 kg (rendemen 20%). Tabel 1 menunjukkan pengaruh perlakuan metabisulfit dan lama penyimpanan pada kadar air, kadar gula pereduksi, kadar SO<sub>2</sub>, warna dan jumlah koloni jasad renik dari sale

Tabel 1. Pengaruh perlakuan metabisulfit dan lama penyimpanan pada kadar air, kadar gula pereduksi, kadar SO<sub>2</sub>, warna, dan jumlah jasad renik (TPC) dari sale pisang.

No	Jenis analisa/ perlakuan	Lama penyimpanan			
		1 hari	21 hari	42 hari	84 hari
<b>A. Kadar air (%)</b>					
1	P1 (Blanko)	22,93 <sup>a</sup>	24,38 <sup>a</sup>	25,73 <sup>a</sup>	25,86 <sup>a</sup>
2	P2 (Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	22,98 <sup>a</sup>	24,00 <sup>a</sup>	25,25 <sup>a</sup>	25,53 <sup>a</sup>
3	P3 (K <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	24,83 <sup>a</sup>	26,08 <sup>a</sup>	26,28 <sup>a</sup>	26,64 <sup>a</sup>
<b>B. Gula pereduksi total (%)</b>					
1	P1 (Blanko)	35,94 <sup>b</sup>	38,21 <sup>b</sup>	42,41 <sup>a</sup>	42,96 <sup>a</sup>
2	P2 (Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	43,06 <sup>a</sup>	47,68 <sup>a</sup>	48,79 <sup>a</sup>	48,97 <sup>a</sup>
3	P3 (K <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	40,99 <sup>a</sup>	44,51 <sup>a</sup>	46,72 <sup>a</sup>	47,02 <sup>a</sup>
<b>C. Kadar SO<sub>2</sub>(ppm)</b>					
1	P1 (Blanko)	1,84 <sup>a</sup>	2,28 <sup>a</sup>	3,38 <sup>a</sup>	3,48 <sup>a</sup>
2	P2 (Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	3,85 <sup>a</sup>	3,14 <sup>a</sup>	4,48 <sup>a</sup>	4,02 <sup>a</sup>
3	P3 (K <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	4,10 <sup>a</sup>	3,20 <sup>a</sup>	4,95 <sup>a</sup>	4,00 <sup>a</sup>
<b>D. Warna/optical density</b>					
1	P1 (Blanko)	0,60 <sup>a</sup>	0,64 <sup>a</sup>	0,90 <sup>b</sup>	0,98 <sup>b</sup>
2	P2 (Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0,30 <sup>a</sup>	0,32 <sup>a</sup>	0,68 <sup>a</sup>	0,72 <sup>a</sup>
3	P3 (K <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0,49 <sup>a</sup>	0,50 <sup>a</sup>	0,68 <sup>a</sup>	0,72 <sup>a</sup>
<b>E. TPC (jumlah koloni dalam 10<sup>3</sup>)</b>					
1	P1 (Blanko)	36,5 <sup>a</sup>	50,00 <sup>a</sup>	82,25 <sup>b</sup>	100 <sup>b</sup>
2	P2 (Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	7,0 <sup>a</sup>	12,54 <sup>a</sup>	21,00 <sup>a</sup>	40 <sup>a</sup>
3	P3 (K <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	30,0 <sup>a</sup>	17,50 <sup>a</sup>	52,25 <sup>a</sup>	75 <sup>b</sup>
4	Produk pasar	42,5 <sup>a</sup>	60,00 <sup>b</sup>	Berjamur	Berjamur

Keterangan: Pada taraf uji 5%, yang dinyatakan dengan huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata atau tidak ada interaksi antara perlakuan dengan parameter yang diperiksa.

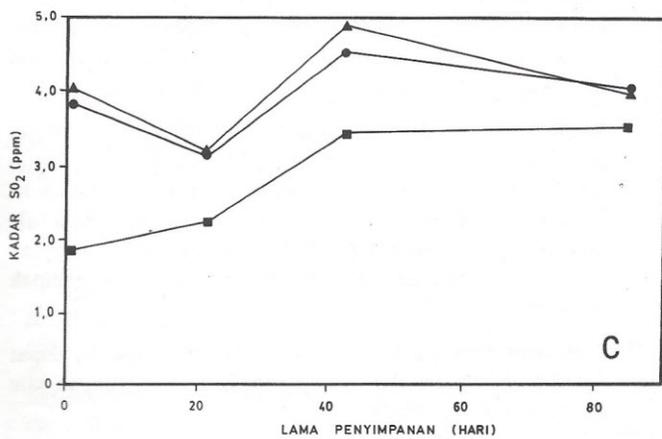
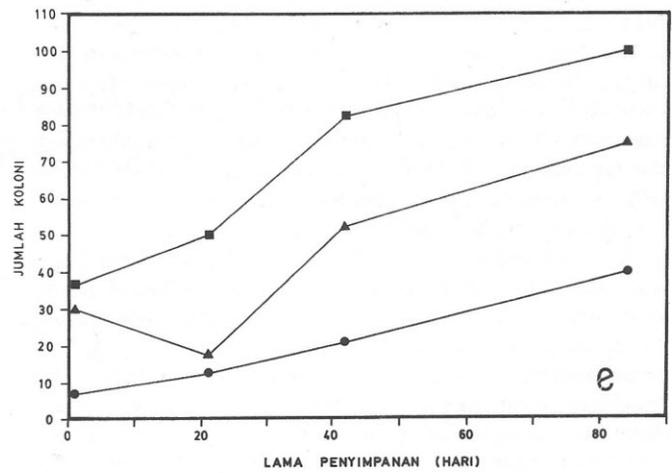
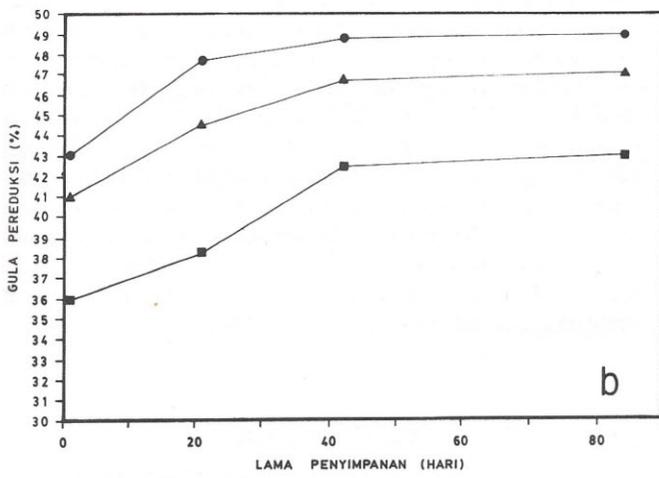
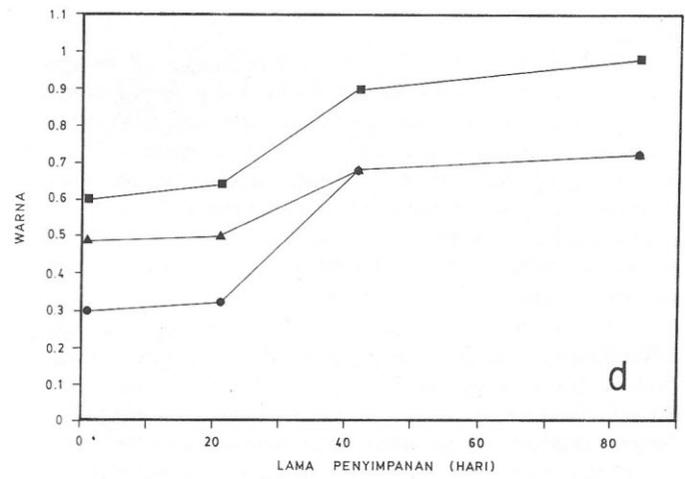
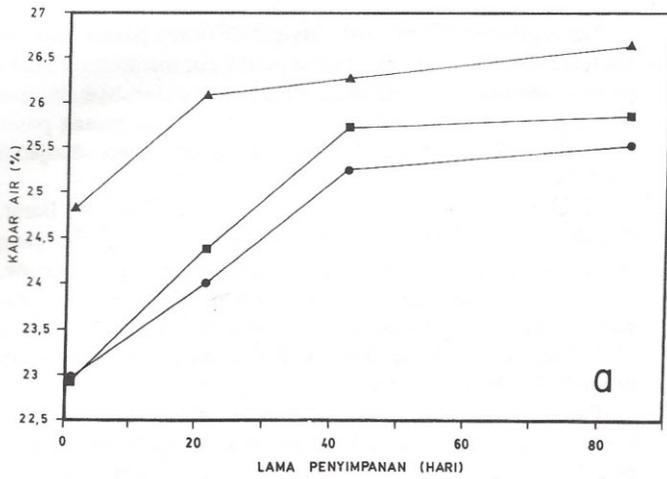
Tabel 2. Hasil uji cita rasa sale pisang selama waktu penyimpanan.

No Perlakuan	Nilai cita rasa			
	Rasa	Aroma	Kenampakan	Kesukaan
1 P1 (Blanko)	7,38 <sup>a</sup>	7,05 <sup>a</sup>	6,18 <sup>a</sup>	7,06 <sup>a</sup>
2 P2 (Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	6,81 <sup>a</sup>	6,66 <sup>a</sup>	6,35 <sup>a</sup>	6,65 <sup>a</sup>
3 P3 (K <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	6,98 <sup>a</sup>	6,91 <sup>a</sup>	6,50 <sup>a</sup>	6,76 <sup>a</sup>
4 P0 (Pasar)	6,62 <sup>a</sup>	6,31 <sup>a</sup>	6,85 <sup>a</sup>	6,65 <sup>a</sup>

Keterangan : 9 : Langsung disukai  
8 : Sangat disukai  
7 : Cukup disukai  
6 : Sedikit disukai  
5 : Antara disukai dan tidak suka  
4 : Sedikit tak disukai  
3 : Tidak disukai  
2 : Sangat tidak disukai  
1 : Langsung tidak disukai

Tabel 3. Komposisi contoh sale pisang yang dipasarkan di daerah Jawa Barat.

No	Jenis analisis	Contoh sale pisang					
		1	2	3	4	5	rata2
1	Jenis pisang	Kepok	Ambon	Kepok	Siam	Mas	-
2	Asal daerah	Bandung	Garut	Cianjur	Cianjur	Sukabumi	
3	Kadar air (%)	28,0	25,0	34,0	34,0	30,0	30,2
4	Kadar Abu (%)	2,5	3,2	3,1	3,2	3,4	3,1
5	Kadar gula (%)	36,5	40,0	39,0	36,0	36,0	37,5
6	Kadar serat kasar (%)	0,6	0,9	1,6	0,6	0,6	0,8
7	Kadar lemak (%)	1,0	0,3	1,2	1,7	1,7	1,2
8	Absorbansi (440 nm)	0,45	0,40	0,44	0,30	0,41	0,40
9	Mikrobiologi (IPC)x10 <sup>4</sup>	65,0	40,0	36,0	40,0	45,0	45,0
10	Organoleptik						
	- Bau	Harum	Harum	Harum	Harum	Kurang harum	Harum
	- Rasa	Manis	Manis sekali	Manis	Manis	Manis	Manis
	- Warna	Coklat tua	Coklat	Coklat tua	Coklat	Coklat tua	Coklat



Gambar 2. Perubahan yang terjadi pada sale pisang blanko ( ▲ ) dan yang mengalami perlakuan natrium ( ■ ) dan kalium metabisulfit ( ● ) yang meliputi (a) kadar air, (b) gula pereduksi, (c) kadar SO<sub>2</sub>, (d) warna dan (e) jumlah koloni jasad renik.

pisang.

Sale pisang selama penyimpanannya hingga 12 minggu memperlihatkan sedikit kenaikan dalam kadar airnya dibandingkan dengan blanko maupun dengan sale yang telah diberi perlakuan dengan garam metabisulfit. Seperti ditunjukkan pada Tabel 1, perlakuan dengan natrium metabisulfit menghasilkan sale pisang yang berkadar air lebih rendah daripada dengan kalium metabisulfit, akan tetapi hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa ternyata tidak terdapat interaksi antara perlakuan dan waktu simpan dengan kadar air.

Kadar gula pereduksi sale pisang sedikit meningkat dengan meningkatnya waktu penyimpanan dan mencapai harga konstan mulai minggu ke-3. Tabel 1 memperlihatkan bahwa perlakuan dengan natrium metabisulfit memberikan sale pisang dengan kadar gula yang lebih tinggi dibandingkan hasil perlakuan dengan kalium metabisulfit pada kondisi pengeringan yang sama. Meskipun demikian hasil analisis sidik ragam tidak menunjukkan adanya interaksi antara perlakuan dan waktu simpan dengan kadar gula pereduksi.

Hasil analisis pada Tabel 1 memperlihatkan adanya pengaruh perlakuan metabisulfit terhadap kadar  $SO_2$  sale pisang selama waktu penyimpanannya. Didapatkan bahwa semakin lama disimpan, kadar  $SO_2$  menjadi sedikit meningkat. Perlakuan dengan natrium metabisulfit ternyata memberikan hasil yang lebih baik daripada dengan kalium metabisulfit. Meskipun kadar  $SO_2$  di dalam sale pisang lebih tinggi daripada blanko, namun masih dibawah batas ambang yang diperbolehkan oleh standar makanan (2000 ppm) di Indonesia<sup>(10)</sup>. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan tidak terdapat interaksi antara waktu simpan dan perlakuan metabisulfit dengan kadar  $SO_2$ .

Perlu dikemukakan disini bahwa selain dalam bentuk gas atau cairan, sulfur dioksida dapat pula digunakan dalam bentuk asam atau garam-garamnya yang netral seperti sulfit, bisulfit dan metabisulfit. Zat-zat ini merupakan inhibitor yang baik untuk mencegah pertumbuhan mikroorganisme yang tidak diinginkan pada makanan yang diawetkan<sup>(11)</sup>.  $SO_2$  sering juga digunakan sebagai zat pemutih, karena dapat mereduksi beberapa komponen warna menjadi derivat-derivat yang tidak berwarna. Sulfur dioksida mempunyai sifat memutihkan pada pigmen-pigmen anthocyanin. Buah-buahan yang berwarna biru dan merah secara cepat akan diputihkan dalam larutan yang mengandung sulfit. Akan tetapi kerja memutihkan ini hanya sedikit sekali pengaruhnya pada buah-buahan yang berwarna kuning<sup>(12)</sup>.

Analisis warna yang dilakukan dengan spektrofotometri pada panjang gelombang 440 nm memberikan hasil sebagaimana tertera pada Tabel 1. Perlakuan dengan metabisulfit dapat memperbaiki warna sale pisang hingga 30-50%. Didapatkan pula bahwa warna sale pisang dipengaruhi oleh lama waktu penyimpanannya.

Uji penyimpanan menunjukkan bahwa sale pisang tanpa perlakuan metabisulfit telah berjamur pada minggu ke 12, demikian pula sale pisang pasar telah berjamur pada minggu ke 6. Hasil analisis mikrobiologi dengan uji TPC menunjukkan bahwa pada minggu ke 6, baik sale pisang tanpa perlakuan bisulfit maupun sale pisang pasar sudah mengandung jasad renik total lebih dari  $75 \times 10^3$ . Perlakuan sale pisang dengan metabisulfit ternyata dapat memperbaiki waktu simpannya hingga minggu ke 12, sebagaimana terlihat pada Tabel 1. Persyaratan mikrobiologis untuk sale pisang agar layak dimakan kandungan jasad reniknya harus kurang dari 500 koloni/gram dan nilai TPC nya kurang dari  $100 \times 10^4$ <sup>(13)</sup>.

Uji organoleptik (cita rasa) dengan 20 orang panelis menunjukkan bahwa, sale pisang dengan perlakuan metabisulfit mempunyai nilai cita rasa yang sama dengan sale pasar, baik ditinjau dari rasa, aroma maupun kenampakannya. Sale pisang pasar yang digunakan sebagai kontrol, karakteristiknya disajikan pada Tabel 2.

Hasil analisis sale pasar yang beredar di daerah Jawa Barat, disajikan pada Tabel 3. Contoh-contoh sale pisang yang dianalisis dibuat dari berbagai jenis pisang seperti kepok, ambon, siam, mas. Pada umumnya produk sale tersebut rata-rata mempunyai kadar air 30,2%, kadar abu 3,1%, kadar gula 37,5%, kadar serat kasar 0,8%, kadar lemak 1,2% serta jumlah jasad renik :  $45 \times 10^4$  koloni/g.

Pada Gambar 2a, 2b, 2c, 2d dan 2e ditunjukkan kecenderungan yang ada dari kenaikan jumlah koloni jasad renik, gula pereduksi, kadar air dan warna selama penyimpanan sale pisang ambon. Tampak bahwa untuk blanko pada akhir penyimpanan minggu ke-6 telah mencapai jumlah koloni jasad renik mencapai  $82,25 \times 10^3$  dan naik menjadi  $100 \times 10^3$  pada minggu ke-12. Harga-harga tersebut berbeda nyata dengan harga-harga untuk sale pisang dengan perlakuan natrium metabisulfit (sampai dengan penyimpanan 12 minggu) dan dengan kalium metabisulfit (sampai dengan penyimpanan 6 minggu). Sedangkan untuk kadar gula pereduksi, terjadi kenaikan dari keadaan berbeda nyata (sampai dengan minggu ke-3) menjadi tidak berbeda pada minggu ke-6. Demikian pula warna, untuk blanko minggu ke-6 dan ke-8 mencapai harga cukup tinggi yang berbeda nyata dengan harga sale pisang dengan perlakuan bisulfit. Hal ini tentunya menjelaskan secara lebih jelas terjadinya proses fermentasi padat selama penyimpanan pada blanko, sedangkan yang dengan perlakuan metabisulfit umumnya tidak mengalami perubahan sifat yang berbeda nyata pada tingkat kesalahan 5%.

## KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menyimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Dari pisang segar berkulit, dapat dihasilkan sale pisang sebanyak 20% berat.
2. Kadar air dan kadar  $SO_2$ , untuk waktu penyimpanan (satu hari, tiga minggu, enam minggu) tidak menunjukkan perbedaan nyata, untuk kesalahan pada tingkat 5%. Sedangkan untuk kadar gula pereduksi total ternyata terdapat perbedaan yang nyata antara pisang sale blanko dengan hasil perlakuan metabisulfit pada masa penyimpanan 3 minggu.
3. Pengamatan visual menunjukkan bahwa sale pisang dengan perlakuan metabisulfit sampai masa simpan 12 minggu masih nampak baik, tanpa adanya pertumbuhan jamur. Sedangkan sale pisang tanpa perlakuan, demikian pula sale pasar yang digunakan sebagai kontrol, pada masa penyimpanan enam minggu sudah ditumbuhi jamur dan nampak sudah rusak.
4. Perlakuan perendaman dalam larutan metabisulfit, dapat memperbaiki mutu dan memperpanjang masa simpan sale pisang sampai 12 minggu.
5. Perlakuan dengan natrium metabisulfit memperlihatkan mutu sale pisang yang sedikit lebih baik daripada perlakuan dengan kalium metabisulfit.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Anny S., Lindajati T., Milono P. dan Roestamsjah. Fermentasi substrat padat buah pisang dan aplikasinya. *Jurnal Kimia Terapan Indonesia* 1 (1) : 25-30 (1991).
2. Munadjin, *Teknologi pengolahan pisang*, Gramedia, Jakarta, 46-62 (1983).
3. Zachrawan, Junizar, O.Sumarto, Percobaan pengeringan buah pisang dalam bentuk sale, *Buletin penelitian hortikultura*, Departemen pertanian, (1973).
4. Ponting, Waters, Determination of sulfur dioxide in fruits, *Industrial and engineering chemistry*, 17:682 (1945).
5. Ingles, D.L., Morgan, Prevention of non-enzymatic browning, *CSIRO Food pres., Quarterly*, 26 : 2-4 (1966).
6. D.McG. Mc Bean, Drying and Processing Tree fruits, *Division of Food Research Circular*, 10, CSIRO, (1982).
7. Gunnison A.F., Potter, Sulphite toxicity: a critical review, *Toxicol.*, 19 : 675 (1981).
8. Darsosentono.S., *Pisang salah satu benda perdagangan dunia*, Majalah berkala pertanian, Tahun ke II, No.4, (1951).
9. Sudjana.M.A., *Disain dan Analisis Eksperimen*, Penerbit Tarsito, Bandung, 1985, pp. 18-51.
10. Kristiyono, *Rahasia salai pisang bermutu*, Trubus, No.122, 1980, pp. 33-34.
11. Kirk Othmer, *Encyclopedia of Chemical Technology*, Interscience Publisher Advision of John Willey and Sons, Inc., New York. 7, 1966, pp.391-392.
12. *Home scale Processing and Preservation of Fruits and Vegetables*, Central Food Technological Research Institute, Mysore 570013, India, 27, 1983.
13. Direktorat Gizi, *Daftar Komposisi Bahan Makanan*, Departemen Kesehatan RI., Penerbit Bharata, Jakarta, 13-15, 1967.
14. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*, AOAC, Inc, USA, 14 ed, 1984.
15. Dwidjoseputro. *Dasar-dasar Mikrobiologi*, Penerbit Djambatan, 1984.

# ADSORPSI ZAT WARNA TEKSTIL PADA ZEOLIT ALAM DARI BAYAH

HILYATI dan BAMBANG WIDIHASTONO

Puslitbang Kimia Terapan-LIPI, Puspitpek Serpong

## INTISARI

Adsorpsi zat warna tekstil (Bascaryl Red X GRL 300% buatan BASF) oleh zeolit alam dari Bayah telah dipelajari dengan melihat pengaruh konsentrasi zat warna, ukuran partikel adsorben, laju pengadukan dan suhu adsorpsi. Hasil percobaan memenuhi persamaan Langmuir dan Freundlich. Penyerapan zat warna bertambah dengan makin kecilnya ukuran partikel, makin besarnya laju pengadukan dan naiknya suhu adsorpsi.

Kemampuan daya serap zeolit alam dapat ditingkatkan sampai 5-7% lebih tinggi melalui pengaktifan dengan  $H_2SO_4$ , HCl,  $HNO_3$ , NaOH dan cara pemanasan. Pengaktifan maksimum terjadi pada penambahan asam atau basa pada konsentrasi 0,05 N, ataupun pada pemanasan  $100^\circ C$ .

## ABSTRACT

Adsorption equilibrium of a dye stuff (Basacryl Red X. GRL 300% of BASF) on a natural zeolite from Bayah was investigated by studying the effects of dye concentrations, particle sizes of adsorbent, agitation rates and adsorption temperatures. The experimental results indicated that adsorption follows the Langmuir and Freundlich equations. Adsorption of dye stuff into the zeolite increased by decreasing the adsorbent particle size and by increasing both temperature and agitation rate.

The adsorption ability of the natural zeolite could be increased up to 5-7% higher than inactivated zeolite via an activation process by treating it with  $H_2SO_4$ , HCL,  $HNO_3$ , NaOH or heating seperately. It is found that

the maximum adsorption by zeolite occurred at the base or acid concentration of 0,05 N, or at temperature of  $100^\circ C$ .

## PENDAHULUAN

Air buangan industri tekstil merupakan masalah pencemaran lingkungan yang harus ditangani secara serius dan biasanya penanganan biologis dilakukan terutama untuk penurunan BOD dan zat padat tak larut. Masalah lain dari air buangan industri tekstil ialah warna, yang dapat mengganggu segi estetika dari lingkungan akuatik maupun menghalangi masuknya sinar matahari kedalam lingkungan akuatik, sehingga mengganggu proses-proses biologi yang terjadi didalamnya. Demikian pula beberapa zat warna tekstil merupakan racun untuk beberapa jenis organisme, sehingga penanganan zat warna pada air buangan industri tekstil sangatlah penting<sup>1)</sup>.

Salah satu alternatif kemungkinan penanganan zat warna dari pabrik tekstil ialah cara adsorpsi zat warna oleh zeolit, yang merupakan mineral alam senyawa alumina silikat yang banyak terdapat di beberapa daerah di Indonesia, misalnya zeolit Bayah yang ditemukan di daerah Bayah (Banten). Dilaporkan bahwa zeolit Bayah<sup>2)</sup> yang terdapat dalam tufa (tempat zeolit diambil) merupakan hasil ubahan bentuk kristal halus yang bergabung dengan gelas dan mika (serisit), sedangkan analisa kuantitatif difraksi sinar X (XRD),

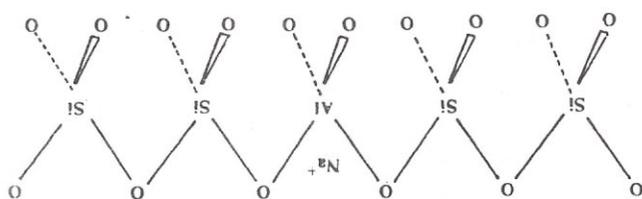
menyatakan bahwa zeolit Bayah antara lain mengandung mordenit 17,18 %, klinoptilonit 25,26 % dan komponen-komponen lain seperti heulandit, plagioklas, kwarsa dan lain-lain. Hasil analisa kimia dari zeolit Bayah adalah sebagai berikut: SiO<sub>2</sub> (64,50%), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (11,33%), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (1,18%), Na<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (0,27%), K<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (3,31%), CaO (1,79%), MgO (0,88%), TiO<sub>3</sub> (0,19%) dan bahan-bahan yang hilang selama pemijaran (15,92%). Zeolit Bayah telah digunakan untuk berbagai keperluan antara lain dalam pemurnian minyak goreng, adsorpsi radionuklida Sr<sup>85</sup>, ransom unggas dan sebagai penukar ion untuk air laut. Secara umum zeolit dapat digunakan dalam bidang pertanian, bidang industri, dan bidang lingkungan hidup.

Zeolit dapat dibagi menjadi 2 golongan yaitu zeolit alam dan zeolit sintetis. Unit dasar pembentuk zeolit adalah SiO<sub>4</sub> dan AlO<sub>4</sub> yang mempunyai bentuk tetrahedral. Unit-unit saling berikatan membentuk jaringan anionik dalam tiga dimensi. Masing-masing atom oksigen terbagi di antara atom Si dan Al, menurut perbandingan (Al+Si) : O = 1 : 2<sup>3,4</sup>.

Hubungan antara komposisi kimia dan struktur zeolit, dapat dinyatakan dalam bentuk umum yang ideal yaitu:

M<sub>p</sub>D<sub>q</sub>(Al<sub>p</sub> + 2qSi<sub>r</sub>O<sub>2p+4q+2r</sub>).sH<sub>2</sub>O dimana : M = Logam alkali; D = Logam alkali tanah; p,q,r,s = bilangan tertentu.

Struktur rangka zeolit dapat digambarkan sebagai berikut<sup>4)</sup>:



Struktur rangka Zeolit

Komposisi kimia dari tiap zeolit, akan mempengaruhi bentuk struktur zeolit, dengan demikian untuk tipe zeolit yang berbeda akan memiliki struktur yang berbeda<sup>3)</sup>.

Zeolit secara umum mempunyai sifat: kristal yang mempunyai warna kebiru-biruan, mudah melakukan pertukaran ion yaitu ion alkalinya dengan ion-ion lain, bersifat sebagai adsorben ataupun penyaring molekul, merupakan kristal yang lunak, variasi berat jenis rata-rata adalah 2 - 2,4, dan molekul air yang terkandung mudah dilepaskan dengan pemanasan<sup>4)</sup>.

Zeolit dikenal sebagai adsorben yang selektif dan mempunyai efektifitas adsorpsi yang tinggi, yaitu dapat memisahkan molekul-molekul berdasarkan ukuran dan konfigurasi molekul, dan merupakan adsorben yang selektif terhadap molekul yang polar. Misalnya digunakan untuk pemisahan hidrokarbon, pemurnian oksigen, pemurnian minyak goreng dan pemurnian air.

Dua persamaan terkenal dalam peristiwa adsorpsi ialah persamaan Langmuir dan persamaan Freundlich<sup>1,5,6)</sup> yang menyatakan hubungan antara zat yang teradsorpsi dalam tiap gram adsorben dengan konsentrasi zat dalam kesetimbangan.

Persamaan Langmuir :

$$X/M = \frac{abC_e}{1 + aC_e} \quad (1)$$

dimana: X/M = berat zat teradsorpsi oleh tiap gram adsorben; C<sub>e</sub> = konsentrasi dalam kesetimbangan; a = tetapan yang ter-

gantung pada panas adsorpsi; b = jumlah zat yang teradsorpsi bila lapisan monolayer.

Langmuir juga menyatakan persamaan pada kesetimbangan :

$$n = \frac{KC_e}{1 + aC_e} \quad (2)$$

$$RL = n/C_e = \frac{1}{1 + aC_e} \quad (3)$$

RL = jumlah zat yang teradsorpsi pada waktu kesetimbangan.

Persamaan Freundlich :

$$X/M = K_f C_e^{1/n} \quad (4)$$

dimana: X/M = berat zat teradsorpsi oleh tiap gram adsorben; C<sub>e</sub> = konsentrasi dalam kesetimbangan; K<sub>f</sub> = kapasitas adsorpsi; n = konstanta.

Beberapa faktor yang mempengaruhi adsorpsi antara lain: jenis adsorben dan jenis zat yang teradsorpsi atau adsorbat, luas permukaan, temperatur, tekanan, kemurnian adsorben dan kecepatan pengadukan<sup>2)</sup>.

Zeolit Bayah diharapkan dapat digunakan sebagai adsorben zat warna yang terdapat dalam limbah industri tekstil<sup>2,7)</sup>, dimana zeolit Bayah mengandung kandungan SiO<sub>2</sub> dan Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang cukup tinggi dan zat warna tekstil pada umumnya merupakan senyawa polar yang lebih mudah diserap oleh zeolit. Seperti diketahui untuk penanganan limbah zat warna pada umumnya digunakan karbon aktif sebagai adsorben, yang cukup mahal.

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan zeolit alam sebagai adsorben dalam penanganan air limbah industri tekstil yang mengandung zat warna. Untuk maksud tersebut terlebih dahulu dipelajari isoterm adsorpsi, pengaruh ukuran partikel, pengadukan, suhu dan konsentrasi zat warna dan pengaruh aktifitas zeolit alam terhadap adsorpsi zat warna tekstil.

Pada percobaan ini digunakan zat warna tekstil (sintetis) yaitu Basacryl Red X GRL 300%, yaitu zat warna dasar untuk benang akrilik, nilon dan poliester. Zat warna ini termasuk zat warna basa, tergolong pada senyawa akrilik yang mempunyai ikatan elektrovalen dan mudah larut dalam air<sup>8)</sup>.

## BAHAN DAN PERCOBAAN

### Bahan-bahan

Zat warna yang digunakan dalam percobaan ini adalah Basacryl Red X GRL 300 % buatan BASF dan zeolit alam (dari daerah Bayah, Jawa Barat) yang diperoleh dari Pusat Pengembangan Teknologi Mineral (PPTM), Bandung. Bahan-bahan kimia NaOH, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HCl dan HNO<sub>3</sub> adalah p.a. dari Merck.

### Alat-alat

Spektrofotometer (Beckman DU - 50); Pengayak (Kotterman); Neraca (Mettler H 31 AR); Alat-alat gelas

### Percobaan adsorpsi

#### (i) Waktu kesetimbangan.

Ditimbang 1 g zeolit 50/80 mesh ke dalam labu erlemeyer (disiapkan 15 pengerjaan), kemudian ditambahkan larutan zat warna 30, 60 dan 90 ppm masing-masing sebanyak 50

ml, dan dibiarkan selama selang waktu yang berbeda-beda yaitu 40, 80, 120, 160 dan 200 menit. Kemudian ditentukan jumlah zat warna yang teradsorpsi tiap selang waktu. Konsentrasi zat warna dalam masing-masing larutan ditentukan secara spektrofotometri pada panjang gelombang 529 nm. Waktu kesetimbangan ialah waktu pada saat jumlah zat warna yang teradsorpsi mencapai harga konstan.

(ii) **Isoterm adsorpsi.**

Ditimbang 1 g zeolit 20/50 mesh dalam labu erlemeyer (di siapkan 5 pengerjaan), dan kepada masing-masing ditambahkan 50 ml larutan zat warna dengan konsentrasi 30, 60, 90, 120 dan 150 ppm dan di diamkan selama 2 jam. Kemudian ditentukan jumlah zat warna yang teradsorpsi seperti pada penentuan waktu kesetimbangan (spektrofotometri). Percobaan ini diulang untuk ukuran partikel 50/80 dan 80/115 mesh, pada temperatur kamar (27,5°C), tanpa pengadukan.

(iii) **Pengaruh pengadukan dan suhu** pada proses adsorpsi dilakukan seperti pada penentuan waktu kesetimbangan dan hanya menggunakan konsentrasi zat warna 60 ppm sebanyak 50 ml. Perlakuan pengadukan dicoba dengan alat Kotterman pada skala 0 (tanpa pengadukan), 2 (frekwensi kiri/kanan 80/menit), 4 (frekwensi kiri/kanan 148/menit) dan 6 (frekwensi kiri/kanan 188/menit) pada pengocok (Kotterman) pada suhu kamar. Untuk perlakuan pengaruh suhu dicoba temperatur 27, 50 dan 70°C.

(iv) **Pengaruh aktifasi zeolit.**

Zeolit dengan fraksi ukuran 50/80 mesh dicuci dengan aquades, kemudian dikeringkan dan ditimbang 5 contoh sebanyak masing-masing 6 g. Selanjutnya ditambahkan 300 ml NaOH dengan variasi konsentrasi : 0,05 N, 0,10 N, 0,15 N, 0,20 N dan 0,25 N. Dikocok selama 3 jam dan dibiarkan, didekantasi dan dicuci dengan aquades sampai pH 7, lalu dikeringkan. Dengan cara yang sama dilakukan pengaktifan dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HCl, dan HNO<sub>3</sub>. Selanjutnya analisa zat warna pada waktu kesetimbangan dilakukan dengan cara menambahkan 350 ppm larutan zat warna pada sejumlah 1 g zeolit yang telah mengalami perlakuan diatas, dibiarkan selama 2 jam, dan dilanjutkan dengan analisa spektrofotometer.

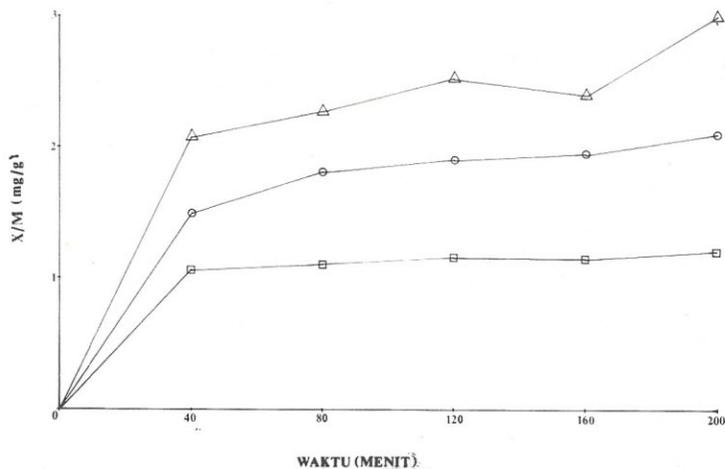
## HASIL DAN DISKUSI

### Waktu kesetimbangan

Waktu kesetimbangan dilakukan dengan cara penambahan larutan zat warna kedalam labu erlenmeyer yang berisi zeolit, dan sesudah selang waktu tertentu, ditetapkan banyaknya zat warna yang terserap. Gambar 1 menunjukkan bahwa kenaikan adsorpsi terjadi sampai waktu 80 menit dan setelah menit ke 120, adsorpsi terlihat konstan, yang berarti kesetimbangan adsorpsi telah tercapai.

### Pengaruh ukuran partikel

Pengaruh ukuran partikel terhadap adsorpsi dapat dilihat pada Gambar 2. Hasil percobaan yang dilakukan pada waktu kesetimbangan terjadi, dianalisa isoterm adsorpsinya dengan menggunakan persamaan Langmuir dan Freundlich. Dari hasil percobaan (Tabel 1), terlihat bahwa makin kecil ukuran partikel, jumlah zat warna yang teradsorpsi makin besar,

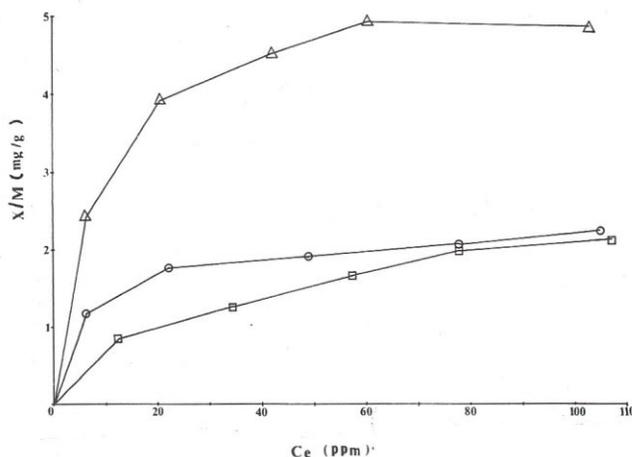


Gambar 1. Pengaruh konsentrasi Basacryl Red pada daya adsorpsi. Kondisi: ukuran partikel 50/80 mesh, temperatur 27,5° C, tanpa pengadukan.

□ 30 ppm  
○ 60 ppm  
△ 90 ppm

karena luas permukaan bertambah besar. Grafik M/X terhadap 1/C<sub>e</sub> untuk beberapa ukuran partikel memberikan garis-garis lurus (Gambar 3), yang menunjukkan bahwa isoterm adsorpsinya mengikuti isoterm adsorpsi Langmuir<sup>1)</sup>. Nilai kemiringan kurva, 1/ab, dan intersep, 1/b, pada grafik M/X dan 1/C<sub>e</sub> dihitung melalui metode kwadrat terkecil. Parameter Langmuir (a dan b) untuk ketiga isoterm adsorpsi disajikan pada Tabel 2.

Nilai b yang diperoleh menunjukkan bahwa penyerapannya adalah monolayer, karena nilai b bertambah besar dengan makin kecilnya ukuran partikel. Hal ini menggambarkan kemungkinan terjadinya penyumbatan pori-pori partikel oleh molekul zat warna yang besar, sehingga daerah penyerapan efektif hanya pada permukaan luar<sup>5)</sup>. Nilai RL yang diperoleh semakin kecil dengan makin kecilnya ukuran partikel. Ini menunjukkan bahwa proses adsorpsi yang terjadi cukup baik dengan bertambah kecilnya ukuran partikel<sup>9)</sup>.



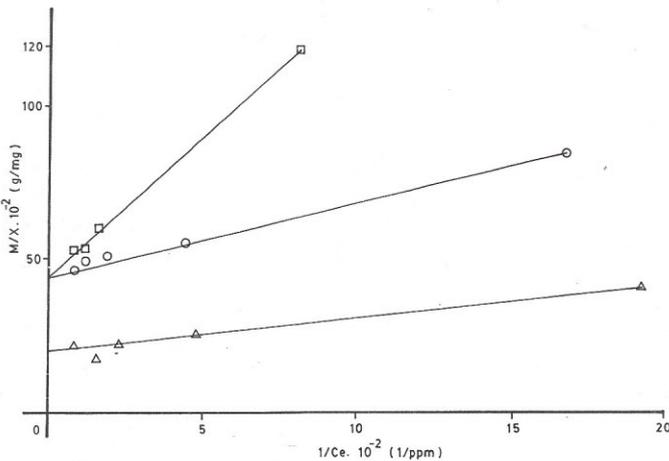
Gambar 2. Pengaruh ukuran partikel pada kesetimbangan isoterm adsorpsi Basacryl Red oleh zeolit. Kondisi: konsentrasi 30, 60, 120 ppm, temperatur 27,5° C, tanpa pengadukan.

□ 20/50 Mesh  
○ 50/80 Mesh  
△ 80/115 Mesh

Tabel 1. Pengaruh ukuran partikel pada kesetimbangan isoterm adsorpsi Basacryl Red oleh Zeolit, pada temperatur 27,5° C, tanpa pengadukan.

Ukuran partikel (mesh)	C awal (ppm)	Ce (ppm)	X/M (mg/g)
20/50	30	12,4	0,85
	60	34,5	1,23
	90	57,4	1,65
	120	77,7	1,96
	150	107,3	2,11
50/80	30	6,1	1,18
	60	22,4	1,81
	90	49,6	1,96
	120	78,0	2,04
	150	105,2	2,22
80/115	30	5,2	2,42
	60	20,5	3,92
	90	42,7	4,57
	120	60,3	5,98
	150	102,9	4,73

Untuk melihat apakah isoterm adsorpsi zat warna pada zeolit mengikuti isoterm adsorpsi Freundlich<sup>1,6)</sup>, dibuat grafik log X/M terhadap log Ce (Gambar 4), yang hasilnya memberikan garis-garis lurus untuk beberapa ukuran partikel (20/50, 50/80, 80/115 mesh). Kemiringan kurva 1/n, dan log K<sub>f</sub> dihitung melalui metode kwadrat terkecil yang disajikan pada Tabel 2



Gambar 3. Pengaruh ukuran partikel pada isoterm Langmuir untuk penyerapan Basacryl Red oleh zeolit  
Kondisi: temperatur 27,5° C, tanpa pengadukan.

- 20/50 Mesh
- 50/80 Mesh
- △ 80/115 Mesh

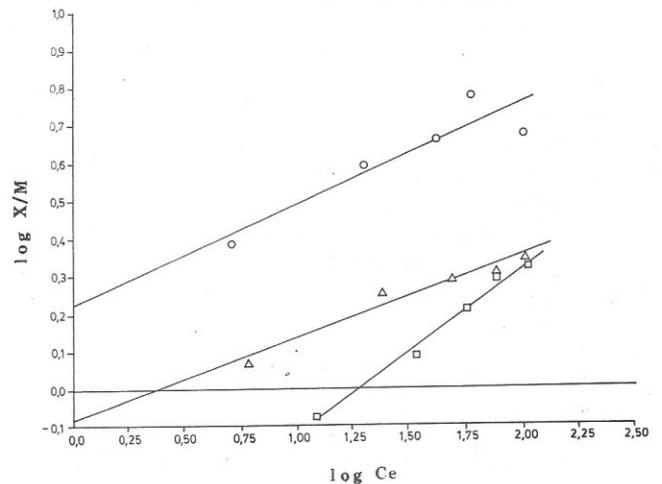
Tabel 2. Analisis isoterm adsorpsi menurut Langmuir dan Freundlich untuk beberapa ukuran partikel.

Ukuran partikel (mesh)	parameter Langmuir		parameter Freundlich		
	RL	b (mg/g)	a (dm <sup>3</sup> /mg)	n (g/dm)	K <sub>f</sub> (mg/g)
20/50	0,83	2,13	0,05	2,27	0,27
50/80	0,42	2,20	0,19	4,66	0,83
80/115	0,11	5,47	0,15	3,77	1,67

Dari Tabel 2, terlihat bahwa nilai K<sub>f</sub> (kapasitas adsorpsi) bertambah besar dengan makin kecilnya ukuran partikel zeolit. Perilaku seperti ini menunjukkan bahwa luas permukaan spesifik adsorpsi bertambah besar dengan makin kecil ukuran partikel. Kemudian, parameter n untuk sistim adsorben/adsorbat pada percobaan seperti ditunjukkan pada Tabel 1 mempunyai nilai 2 < n < 10 yang berarti adsorpsinya cukup baik<sup>1)</sup>.

#### Pengaruh pengadukan

Pengaruh waktu kontak pada adsorpsi zat warna oleh zeolit dengan laju pengadukan yang berlainan diperlihatkan pada Gambar 5. Hasil percobaan menunjukkan bahwa penyerapan zat warna makin besar dengan naiknya laju pengadukan<sup>5,10)</sup>, dan ini terjadi karena adanya pengurangan tebal lapisan difusi di sekeliling partikel adsorben.



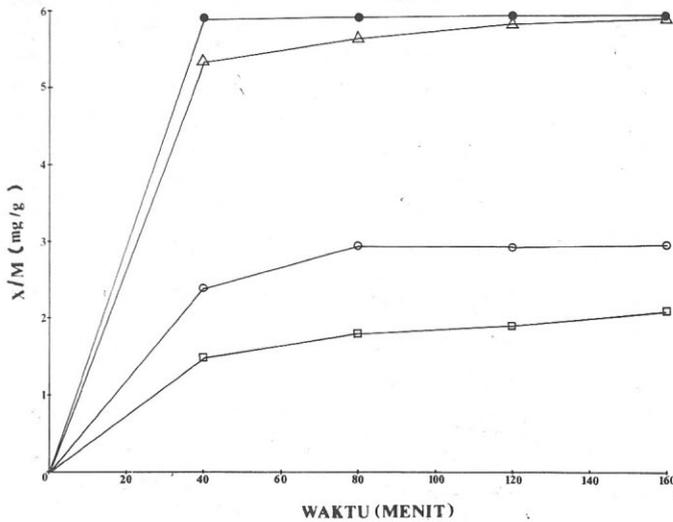
Gambar 4. Pengaruh ukuran partikel pada isoterm Freundlich untuk penyerapan Basacryl Red oleh zeolit  
Kondisi: temperatur 27,5° C, tanpa pengadukan.

- 20/50 Mesh
- 50/80 Mesh
- △ 80/115 Mesh

#### Pengaruh suhu

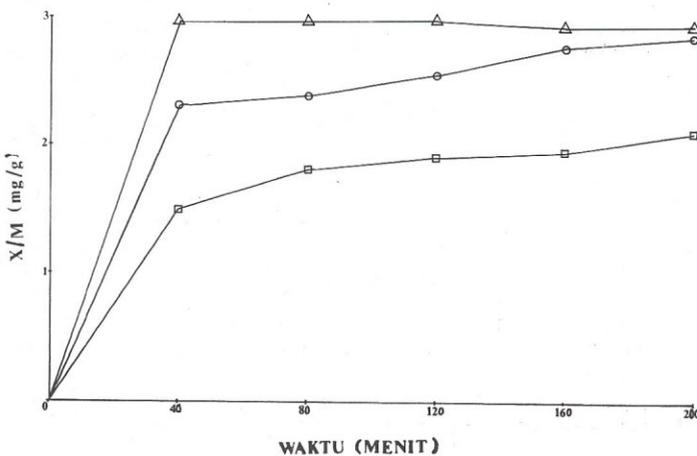
Pengaruh suhu pada proses adsorpsi zat warna oleh zeolit diperlihatkan pada Gambar 6. Hasil percobaan menunjukkan bahwa kapasitas zeolit untuk penyerapan Basacryl Red bertambah besar dengan naiknya suhu<sup>1,10)</sup>. Penjelasan mengenai hal ini ialah bahwa dengan adanya kenaikan suhu akan meningkatkan mobilitas molekul-molekul zat warna yang relatif

berukuran besar sehingga penyumbatan pori-pori partikel adsorben oleh molekul zat warna tersebut dapat dihindari.



Gambar 5. Pengaruh pengadukan pada laju adsorpsi Basacryl Red oleh zeolit. Kondisi: ukuran partikel 50/80 mesh, temperatur 27,5° C.

- Skala 0 (tanpa pengadukan)
- Skala 2
- △ Skala 4
- Skala 6



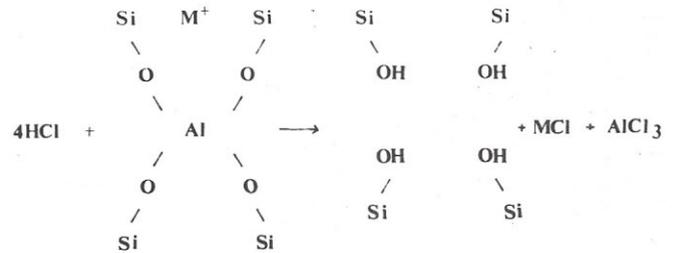
Gambar 6. Pengaruh suhu pada laju adsorpsi Basacryl Red oleh zeolit. Kondisi: konsentrasi 30, 60, 90 ppm, ukuran partikel 20/50 mesh, tanpa pengadukan.

- 27°C
- 50°C
- △ 70°C

#### Pengaruh aktifasi zeolit dengan asam dan basa

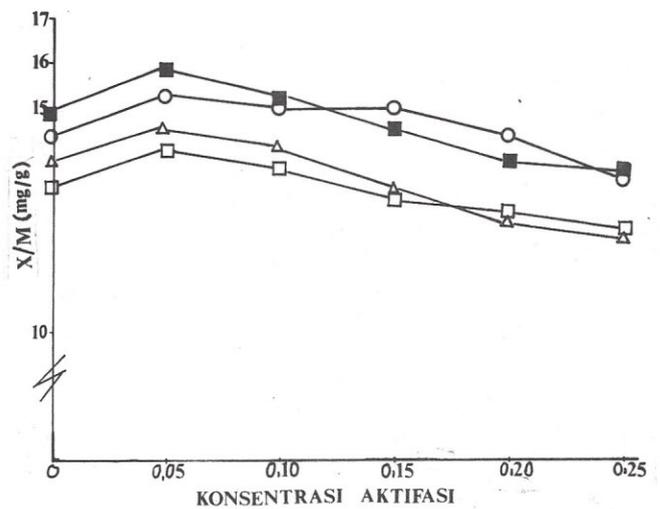
Pada proses aktifasi zeolit dengan asam, digunakan asam mineral (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HCl dan HNO<sub>3</sub>), sedangkan untuk basa digunakan NaOH. Proses pengaktifan ini akan melarutkan beberapa logam alkali seperti Ca<sup>+2</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup> dan Mg<sup>+2</sup> yang menutupi sebahagian rongga pori dan pengaktifan dengan H<sup>+</sup> atau OH<sup>-</sup> dalam ruang interlamelar sehingga zeolit lebih porus

dan permukaan lebih aktif<sup>4)</sup>. Tetapi pada kondisi-kondisi tertentu pengaktifan asam atau basa ini justru akan menghilangkan daya adsorpsinya. Hal ini mungkin terjadi karena aktifasi asam atau basa tersebut telah menyebabkan perubahan struktur dasar zeolit, yaitu kemungkinan terjadinya proses pelarutan sebagian atau seluruh logam Al yang disebut dealuminasi seperti reaksi dengan HCl dibawah ini:



Reaksi Zeolit dengan HCl

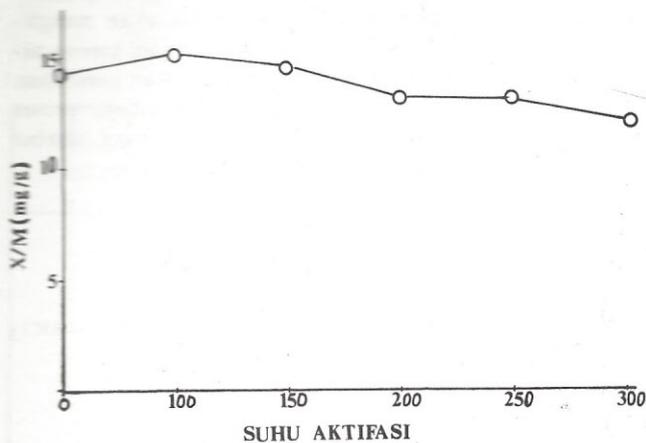
Dari percobaan yang dilakukan terlihat penyerapan maksimum terjadi pada kondisi asam dan basa pada 0,05 N, yang memberikan kenaikan adsorpsi sekitar 5-7 %. Sedangkan konsentrasi yang lebih tinggi daya serapnya turun, hal ini mungkin disebabkan karena terjadinya pelarutan logam Al (dealuminasi). Semakin tinggi konsentrasi asam atau basa semakin berkurang daya serapnya, seperti terlihat pada Gambar 7 dan Tabel 3.



Gambar 7. Pengaruh aktifasi dengan asam dan basa terhadap daya serap zat warna.

Kondisi: konsentrasi 350 ppm, ukuran partikel 50/80 mesh, temperatur 27,5° C.

- NaOH
- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- △ HCl
- HNO<sub>3</sub>



Gambar 8. Pengaruh aktifasi dengan pemanasan terhadap daya serap zat warna.  
Kondisi: konsentrasi 350 ppm, ukuran partikel 20/50 mesh, temperatur 27,5° C.

Tabel 3. Pengaruh aktifasi zeolit dengan asam, basa dan pemanasan.

Aktifasi dengan	Zeolit	Yang terserap X/M (mg/g)	Daya serap-relatif (%)
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	TA*	14,36 ± 0,19	100
	SO <sub>4</sub> 0,05 N	15,28 ± 0,40	106
	SO <sub>4</sub> 0,10 N	15,04 ± 0,43	102
	SO <sub>4</sub> 0,15 N	15,02 ± 0,43	102
	SO <sub>4</sub> 0,20 N	14,48 ± 0,15	101
	SO <sub>5</sub> 0,25 N	13,53 ± 0,12	94
HCl	TA*	13,76 ± 0,37	100
	Cl <sup>-</sup> 0,05 N	14,54 ± 0,31	106
	Cl <sup>-</sup> 0,10 N	14,16 ± 0,15	103
	Cl <sup>-</sup> 0,15 N	13,24 ± 0,38	96
	Cl <sup>-</sup> 0,20 N	12,45 ± 0,40	91
	Cl <sup>-</sup> 0,25 N	12,14 ± 0,36	88
HNO <sub>3</sub>	TA*	13,16 ± 0,16	100
	NO <sub>3</sub> 0,05 N	14,07 ± 0,29	107
	NO <sub>3</sub> 0,10 N	13,67 ± 0,30	104
	NO <sub>3</sub> 0,15 N	13,65 ± 0,30	104
	NO <sub>3</sub> 0,20 N	12,68 ± 0,09	96
	NO <sub>3</sub> 0,25 N	12,31 ± 0,31	94
NaOH	TA*	14,82 ± 0,24	100
	OH <sup>-</sup> 0,05 N	15,86 ± 0,09	107
	OH <sup>-</sup> 0,10 N	15,25 ± 0,06	103
	OH <sup>-</sup> 0,15 N	14,56 ± 0,11	98
	OH <sup>-</sup> 0,20 N	13,86 ± 0,34	94
	OH <sup>-</sup> 0,25 N	13,62 ± 0,08	92
Pemanasan	TA*	14,20 ± 0,21	100
	100°C	15,04 ± 0,21	106
	150°C	14,55 ± 0,30	103
	200°C	13,16 ± 0,29	93
	250°C	13,14 ± 0,17	93
	300°C	12,07 ± 0,09	85

\*TA = Tanpa Aktifasi  
Masing-masing 5x perlakuan, ± adalah standar deviasi

Selain aktifasi zeolit dengan asam atau basa, zeolit juga dapat diaktifkan dengan pemanasan. Pada percobaan pemanasan 100°C, dihasilkan zeolit dengan adsorpsi maksimum, yaitu kenaikan adsorpsi sebesar 6 %. Hal ini disebabkan terjadinya dehidrasi yang mengakibatkan kation-kation pada permukaan zeolit tak terlindung, sehingga medan listrik diperluas sampai ke dalam rongga utama dan berinteraksi dengan spesies yang diadsorpsi<sup>(2,7)</sup>. Pada pemanasan lebih tinggi dari 100°C, adsorpsinya berkurang (lihat Gambar 8 dan Tabel 3), karena pada temperatur tinggi tersebut Al pada kisi terlepas<sup>(1)</sup> dan bila suhu pemanasan terlalu tinggi struktur zeolit akan rusak sehingga daya serapnya akan sangat berkurang.

## KESIMPULAN

- Dari hasil percobaan dapat disimpulkan bahwa :
- (i) Zeolit alam dari Bayah dapat digunakan sebagai adsorben untuk zat warna tekstil khususnya Basacryl Red
  - (ii) Adsorpsi Basacryl Red pada zeolit alam mengikuti isoterme adsorpsi Langmuir dan Freundlich.
  - (iii) Kapasitas zeolit alam sebagai adsorben bertambah besar dengan naiknya suhu dan pengadukan, dan dengan makin kecilnya ukuran partikel.
  - (iv) Aktivasi zeolit dengan asam/basa atau dengan pemanasan dapat meningkatkan adsorpsi zat warna. Peningkatan adsorpsi dicapai pada aktivasi dengan asam (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HCl, HNO<sub>3</sub>) dan basa (NaOH) dengan konsentrasi tak lebih dari 0,05 N atau pemanasan sampai tak lebih dari 100° C. Selebihnya maka adsorpsi akan menurun lagi.

## DAFTAR PUSTAKA

1. H.M. Asfour, O.A. Fadali, M.M. Nassar, M.S.EL. Geundi, Equilibrium studies on adsorption of basic dye on hardwood. *J. Chem. Tech. Biotechnol.* 35 A: 21-27 (1985).
2. Komar, Adsorpsi Radionuklida Sr<sup>85</sup> oleh zeolit, Pusat Pengembangan Teknologi Mineral (PPTM) Bandung, 1985, hal 4-28,
3. D.W. Breck, *Zeolite Molekular Sieve, Structure, Chemistry and Use.* John Wiley, New York, 1974.
4. A.Iwan Hastiawan, Zeolit Sebagai Penyaring Molekul, FMIPA Pasca Sarjana, Jurusan Kimia, Institut Teknologi Bandung, 1985, hal 1- 15.
5. H.M. Asfour, O.A. Fadali, M.M. Nassar, M.S.EL. Geundi, Colour Removal from Textile Effluents Using Hardwood Sawdust as an Adsorbent, *J. Chem. Tech. Biotechnol.*, 35 A: 28-35 (1985).
6. G.McKay, H.S. Blair, J.R. Gardner, Adsorption of dyes on Chitin, I. Equilibrium Studies. *J. of Appl. Polym. Sci.* 27: 3043 - 3057 (1982).
7. Komar, Zeolit, Berita Pusat Pengembangan Teknologi Mineral (PPTM), Bandung, Februari 1984.
8. S.V. Kulkarni, C.D. Blackwell, *Textile Dyeing Operations, Nuyes Publications*, Park Ridge, New Jersey USA, 1986, hal 106-109.
9. G. McKay, I. F. McConvey, The external transfer of basic and acidic dyes on wood, *J. Chem. Tech. Biotechnol.* 31: 401-408 (1981).
10. G. McKay and Victor J.P. Poots. Kinetic and Diffusion Process Axndolour Removal from Effluent Using Wood as an Adsorbent, *J. Chem. Tech. Biotechnol.* 30: 279 - 292 (1980).
11. G. McKay and Ian F.McConvey, The external transfer of basic and acidic dyes on wood. *J. Chem. Tech. Biotechnol.* 31:401-408, (1981).