

A 27

A 27

NO: 36 / 1 / BALAI RISET
DAN STANDARISASI INDUSTRI

KUNYIT
TITRASI ASAM BASA

DISPERPUSIP JATIM

KOMUNIKASI BPK. / SBY No. 70

**BALAI PENELITIAN KIMIA
SURABAYA**

PERPUSTAKAAN DOKUMENTASI DAN INFORMASI
BALAI INDUSTRI SURABAYA

**KEMUNGKINAN PENGGUNAAN KURKUMIN DARI KUNYIT
SEBAGAI INDIKATOR DALAM PEKERJAAN
TITRASI ASAM BASA**

OLEH:

Munadjim B. Sc.

DEPARTEMEN PERINDUSTRIAN
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI

1979

R I N G K A S A N.

Kurkumin hasil isolasi dari kunyit (*Curcuma domestica*) dapat dipergunakan sebagai bahan penunjuk dalam pekerjaan titrasi asam kuat - basa kuat dan asam lemah - basa kuat.

Perubahan warna terjadi pada pH 7,3 - 8,7, dengan warna dari kuning menjadi merah kecoklatan.

Perubahan warna yang terjadi tidak setajam indikator penolphtalein.

DAFTAR ISI.

B A B :

Halaman:

- R I N G K A S A N	
- D A F T A R I S I	
I : P E N D A H U L U A N	1
II : T I N J A U A N K E P U S T A K A A N	3
1. K u r k u m i n	3
2. M a c a m - m a c a m i n d i k a t o r a s a m - b a s a ...	4
III : P E R C O B A A N	7
A. B a h a n - b a h a n	7
B. A l a t - a l a t	7
C. C a r a k e r j a	7
IV : H A S I L D A N P E M B A H A S A N	10
V. : K E S I M P U L A N D A N S A R A N ...	18
VI. : D A F T A R K E P U S T A K A A N	19

LAMPIRAN: I.

Tabel :9. P e r u b a h a n n i l a i t e n g a h p H r a t a 2 d a r i b e b e r a p a m a c a m k e p e k a t a n i n d i k a t o r k u r k u m i n .	20
10: J u m l a h m l . N a O H 0 , 1 N y a n g d i p e r g u n a k a n u n t u k m e n e t r a l k a n 1 0 m l . H C l . 0 , 1 N .	20
11: J u m l a h m l . N a O H 0 , 1 N y a n g d i p e r g u n a k a n u n t u k m e n e t r a l k a n 1 0 m l . a s a m a s e t a t 0 , 1 N .	20

B A B. I
P E N D A H U I. U A N.

Dalam pekerjaan analisis kimia dengan volumetri (titrasi), sebagian besar akan mempergunakan zat penunjuk (indikator). Penunjuk ini dipergunakan untuk menentukan titik akhir dimana pekerjaan titrasi harus dihentikan.

Pada umumnya zat kimia yang dipergunakan untuk indikator ini merupakan hasil sintesis dari pada zat-zat organik. Sintesa zat-zat organik ini umumnya hanya dapat dilakukan/dikerjakan di-negara-negara yang telah maju, baik perekonomiannya maupun teknologi kimianya. Untuk negara-negara yang sedang berkembang akan banyak mengalami kesulitan untuk mensintesa zat-zat organik tersebut. Hal ini disebabkan antara lain disamping tenaga yang belum memadai, juga biaya dan penggunaannya yang belum meluas. Oleh sebab itu Balai Penelitian Kimia Surabaya merintis menggunakan bahan-bahan alam yang telah dipisahkan dan dimurnikan, sehingga nantinya akan dapat dipergunakan sebagai pengganti bahan-bahan sintesa yang selama ini masih sangat tergantung dari pada hasil-hasil industri negara maju.

Dalam penelitian ini dimaksudkan untuk menggunakan bahan kimia kurkumin alam sebagai pengganti phenolphthalein dalam pekerjaan titrasi asam - basa. Kurkumin alam ini banyak terdapat dalam kunyit "*Curcuma domestica Rhizoma*" yang banyak tumbuh di Asia Selatan dan daerah-daerah tropis termasuk Indonesia.

Kurkumin yang telah dimurnikan dimungkinkan akan dapat dipergunakan untuk bahan penunjuk dalam pekerjaan analisis kimia asidi-alkalimetri. Hal ini disebabkan karena kurkumin dalam larutan akan berubah warna bila pH larutan tersebut berubah.

Dalam penelitian ini mula-mula kurkumin yang diperoleh dari hasil isolasi diteliti mengenai kestabilannya dalam larutan, sehingga nanti dapat diketahui sampai batas kapan larutan kurkumin mulai rusak. Jarak perubahan pH untuk perubahan warna juga diteliti. Dengan mengetahui jarak perubahan pH, maka dapat dipergunakan sebagai indikator dalam pekerjaan titrasi asam basa.

Disamping itu juga diteliti tentang kelarutan kurkumin dalam beberapa macam pelarut, jumlah penggunaan indikator untuk setiap 100 ml. larutan media. Jumlah pereaksi NaOH yang dipergunakan untuk perubahan warna.

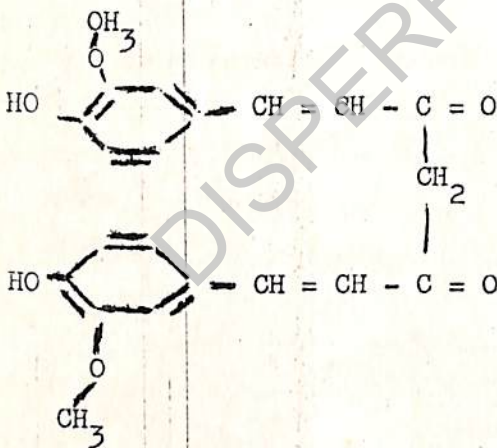
Untuk mengetahui ketelitian indikator kurkumin, maka penggunaannya dibandingkan dengan indikator phenolphthalein. Hal ini dilakukan karena tujuan utama dalam penelitian ini adalah menggunakan indikator kurkumin sebagai pengganti phenolphthalein. Phenolphthalein merupakan indikator asam - basa yang mempunyai ketelitian yang cukup tinggi.

B A B. II

. T I N J A U A N K E P U S T A K A A N .1. K u r k u m i n :

Kurkumin adalah merupakan zat warna alam yang banyak terdapat dalam akar tinggal (Rhizoma) kunyit. Disamping untuk bahan campuran obat tradisional juga dipergunakan sebagai pewarna makanan. Ada juga beberapa tanaman yang mengandung kurkumin misalnya temu hitam dan temu lawak. Tanaman tersebutpun juga merupakan bahan obat-obatan tradisional.

Kurkumin disebut juga "kuning turmerat " karena berwarna kuning Adapun rumus molekulnya adalah : $C_{21}H_{20}O_6$ dengan rumus bangun :



1,7 bis (4 - hidroksi metoksi penil)

1,6 hepta ditno 3,5 dion.

Dalam keadaan padat, kurkumin merupakan serbuk halus berwarna kuning kemerahan, mempunyai titik lebur $177 - 183^{\circ}C$. Tidak larut dalam air dan eter, tetapi mudah larut dalam alkohol dan asam asetat. Dalam suasana asam kurkumin berwarna kuning, sedangkan dalam suasana basa berwarna merah kecoklatan.

2. Macam-macam Indikator asam - basa.

Yang dimaksud dengan indikator (penunjuk) asam - basa adalah suatu indikator yang dipergunakan dalam pekerjaan titrasi asam - basa. Indikator ini akan mengalami perubahan warna dalam suasana - basa atau asam. Karena adanya perbedaan warna pada pH tertentu, maka zat ini dapat dipergunakan untuk menentukan titik akhir suatu titrasi.

Ada beberapa macam indikator asam - basa yang umum dipergunakan, diantaranya adalah :

a. Methyl orange. (M.O.) atau Hylanthin.

Indikator ini merupakan senyawaan garam natrium dari asam dimetil amino azobenzena sulfonat. Umumnya dipergunakan untuk penunjukan titrasi asam kuat - basa lemah. Perubahan-Perubahan yang terjadi antara warna merah muda dalam asam menjadi warna kuning dalam basa dengan jarak pH antara : 3,1 - 4,4. Indikator ini biasa dipergunakan untuk menebarkan garam Na. karbonat dengan HCl. Kepekatan indikator kira-kira 0,1 % dalam air.

b. Merah metil :

Merupakan senyawaan asam dimetil amino azobenzena - O - karbabilat. Perubahan warna terjadi dari merah dalam suasana asam menjadi kuning dalam suasana basa, dengan jarak pH antara 4,2 - 6,3. Pembuatan larutan indikator dalam alkohol-air (3 : 2) dengan kepekatan kira-kira 0,1 %.

c. Hijau brom kresol :

Merupakan senyawaan tetra bromo - m - kresol sulfonaphthalin. Perubahan warna dari biru dalam suasana basa menjadi kuning dalam suasana asam, dengan jarak pH 3,0 - 4,6. Perubahan warna terjadi dalam larutan lebih asam dari pada indikator merah metil.

Biasanya indikator ini dipergunakan untuk menentukan nitrogen dengan cara Kjeldhal. Pembuatan larutan dengan kepekatan 0,1 % dalam alkohol 95 %.

- d. Phenolphthalein. (merupakan senyawaan 3,3 (di-p.hidraksi phenil) phtalida. Perubahan warna terjadi dari tak berwarna dalam suasana asam menjadi warna merah jambu dalam suasana basa dengan jarak pH 8,2 - 10,0. Biasanya dipergunakan untuk titrasi asam kuat dengan basa kuat. Pembuatan larutan dengan kepekatan 0,2 % dalam alkohol 95%. Indikator-indikator tersebut merupakan indikator yang sangat umum dipergunakan dalam indi-alkalimetri. Sedangkan indikator lain yang dapat dipergunakan dalam asidi - alkali - metri terlihat seperti pada tabel : 1.

TABEL : L. INDIKATOR DALAM ANALISIS ASAM - BASA.

No.	N a m a Indikator.	Jumlah pH	W a r n a		Kepe- katan (%)	Jumlah peng- gunaan / 100 ml. media (tetes)	Pereaksi yang dipergunakan untuk perubahan warna (ml.)		
			Asam	Basa			1 N	0,1 N	0,01 N
1.	Kuning metil	2,9 - 4,0	merah	kuning	0,1	1 - 2	0,01	0,1	1,0
2.	Biru bromofenol	3,0 - 4,6	kuning	biru	0,04	3 - 5	0,01	0,1	1,0
3.	Orange metil	3,1 - 4,4	merah	kuning merah	0,02	3 - 5	0,008	0,08	0,8
4.	Merah metil	4,2 - 6,3	"	kuning	0,02	3 - 5	0,001	0,01	0,1
5.	Bromo kresol purple	5,2 - 6,8	kuning	purple	0,04	3 - 5	0,001	0,01	0,1
6.	Merah netral	6,8 - 8,0	merah	kuning	0,1	1 - 2	0,000	0,00	0,0
7.	" penol	6,8 - 7,4	kuning	merah	0,02	3 - 5	0,000	0,00	0,0
8.	Phenolphthalein	8,2 - 10,0	tak berwarna	merah	0,2	1 - 3	0,002	0,02	0,2
9.	Biru timol	8,0 - 9,6	kuning	biru	0,4	3 - 5	0,002	0,02	0,2
10.	Thymolphthalein	8,3 - 10,5	tak berwarna	biru	0,04	3 - 5	0,01	0,1	1,0

(Hille Brand, W.F dan G.E.F. Lundell,)

" Applied Inorganic Analysis" (1963).

B A B. III

P E R C O B A A N .

7

A. Bahan-bahan :

1. Kurkumin
2. Alkohol 96 %
3. NaOH 0,1 N
4. HCl 0,1 N
5. Asam asetat 96 %

B. Alat-alat :

1. Spektrofotometer.
2. pH meter
3. Alat-alat gelas.

C. CARA KERJA :

1. Penentuan kelarutan kurkumin:

Ditimbang dengan tepat berturut-turut 0,01 gram, 0,05 gram, 0,1 gram dan 0,5 gram kurkumin, kemudian dilarutkan kedalam 100 ml. pelarut yaitu pelarut alkohol 96 %, asam asetat 60 %, alkohol asetat (1 : 1) dan air suling. Diamati daya larut kurkumin dalam beberapa macam pelarut tersebut.

2. Menentukan kestabilan warna :

Dibuatkan larutan kurkumin 0,1 % dalam alkohol 96 %, kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang 430 m μ dalam waktu-waktu tertentu, yaitu pada hari ke-1, 5, 10, 20 dan seterusnya sampai pada hari ke-150.

3. Penentuan jarak perubahan warna - pH.

Dibuatkan bermacam-macam kepekatan larutan kurkumin dalam alkohol yaitu 0,01 % , 0,05 % , 0,1 % dan 0,5 %. Dari setiap macam kepekatan larutan, dipipetkan 5 - 10 tetes kedalam Erlenmeyer,

kemudian diencerkan dengan 100 ml. air suling.

Dari masing-masing Erlenmeyer diteteskan larutan NaOH 0,01 N sampai terjadi perubahan warna. Perubahan pH diukur selama terjadi perubahan warna.

4. Penentuan jumlah penggunaan indikator kurkumin.

Dibuatkan larutan indikator dalam alkohol 96 % dengan beberapa macam kepekatan yaitu 0,01 %, 0,03 %, 0,05 % dan 0,1 %. Disediakan 4 buah Erlenmeyer yang telah berisi sedikit asam dalam 100 ml. air suling. Dari setiap Erlenmeyer ditambahkan indikator sebanyak 1 tetes kemudian dititjar dengan larutan basa 0,1 N NaOH. Penambahan warna diamati dari awal sampai akhir perubahan. Apa bila perubahan warna tidak jelas, pekerjaan ini diulangi dengan penambahan indikator lebih banyak yaitu : 5 tetes, 10 tetes, 15 tetes, 20 tetes dan selanjutnya, sampai diperoleh perubahan warna yang jelas.

5. Penentuan jumlah pereaksi NaOH yang dipergunakan untuk perubahan warna.

Disediakan 3 Erlenmeyer 250 ml. yang telah berisi 100 ml. air suling, kemudian ditambahkan masing-masing 10 tetes indikator kurkumin 0,1 %. Dari masing-masing Erlenmeyer ditambahkan larutan standar 0,01 N, 0,1 N dan 1 N NaOH dengan menggunakan mikro buret. Diamati tetes demi tetes penambahan larutan NaOH satandar sampai terjadi perubahan warna yang jelas.

6. Penggunaan indikator kurkumin untuk titrasi asam-basa :

- a. Asam kuat - basa kuat : Dipipetkan 10 ml. larutan NaOH 0,1 N dua kali, masing-masing dimasukkan kedalam Erlenmeyer pertama dan kedua; kemudian diencerkan dengan 100 ml. air suling.

Erlenmeyer pertama ditambahkan 5 tetes indikator kurkumin 0,1 % dan Erlenmeyer yang lain ditambahkan 2 tetes indikator penolphtalein.

Masing-masing Erlenmeyer dititar dengan larutan HCl 0,1 N sampai titik akhir.

b. Asam lemah - basa kuat:

Dipipetkan 10 ml. asam cuka 0,1 N dua kali masing-masing dimasukkan kedalam Erlenmeyer pertama dan kedua, kemudian diencerkan dengan 100 ml. air suling.

Erlenmeyer pertama ditambahkan 5 tetes indikator kurkumin 0,1 % dan Erlenmeyer lain ditambahkan 2 tetes indikator penolphtalein. Masing-masing Erlenmeyer dititar dengan larutan NaOH 0,1 N sampai titik akhir tercapai.

HASIL DAN PEMBAHASAN,

Hasil penelitian kemungkinan penggunaan indikator dalam kurkumin seperti tercantum dalam tabel-tabel sebagai berikut :

TABEL : 2. KELARUTAN KURKUMIN DALAM BEBERAPA MACAM PELARUT.

Kepekatan % Pelarut	0,00	0,05	0,1	0,3	0,5
alkohol 96 %	larut	larut	larut	larut	larut
as.asetat 60%	larut	larut	larut se- bagian	larut se- bagian	larut sebagian
aseton	larut	larut	"	"	"
air	larut se- bagian	larut se- sebagian	larut se- bagian	larut sebagian	larut sebagian

TABEL: 3. STABILITAS WARNA KURKUMIN. (Kepekatan 0,1 % dalam alkohol pada λ 430 m μ).

H a r i ke-	A b s o r b a n s i.
1	0,235
5	0,236
10	0,238
20	0,240
30	0,250
40	0,256
50	0,261
60	0,253
70	0,250
90	0,224
100	0,220
150	0,205
200	0,150

TABEL : 4. PENGARUH KEPEKATAN INDIKATOR TERHADAP PERUBAHAN WARNA/pH

Kepekatan % Ulangan	0,01	0,05	0,1	0,5
1	7,3 - 8,5	7,4 - 8,6	7,4 - 8,6	7,4 - 8,7
2	7,3 - 8,5	7,4 - 8,5	7,3 - 8,6	7,3 - 8,7
3	7,4 - 8,6	7,3 - 8,6	7,3 - 8,7	7,4 - 8,6
4	7,3 - 8,5	7,4 - 8,7	7,4 - 8,6	7,3 - 8,7
5	7,3 - 8,5	7,4 - 8,7	7,4 - 8,6	7,3 - 8,7
6	7,4 - 8,6	7,3 - 8,6	7,3 - 8,7	7,5 - 8,6

TABEL:5. JUMLAH PENGGUNAAN INDIKATOR KURKUMIN DALAM SETIAP 100 ml.
LARUTAN MEDIA.

Kepekatan indi Jumlah peng: gunaan, tetes	0,01	0,05	0,05	0,1
1	-	-	-	-
2	-	-	-	+
3	-	-	+	+
4	-	-	+	+
5	-	-	+	+
6	-	-	+	+
7	-	-	+	+
8	-	-	+	+
9	-	+	+	+
10	-	+	+	+
15	-	+	+	+
20	-	+	+	+
25	+	+	+	+
30	+	+	+	+
40	+	+	+	+
50	+	+	+	+

- perubahan warna tak jelas, + perubahan warna kurang jelas.
+ " " warna jelas.

TABEL: 6. JUMLAH ml. PEREAKSI NaOH YANG DIPERGUNAKAN UNTUK
PERUBAHAN WARNA.

5 tetes indikator 0,1 %
media 100 ml. air.

Kepekatan N	1	0,1	0,01
Ulangan			
1	0,01	0,12	1,10
2	0,01	0,11	1,13
3	0,01	0,10	1,21
4	0,01	0,14	1,14
5	0,01	0,12	1,15
6	0,01	0,12	1,17
7	0,01	0,13	1,14
8	0,01	0,10	1,12
9	0,01	0,12	1,12
10	0,01	0,11	1,20
Rata-rata	0,01	0,12	1,1

TABEL: 7. JUMLAH ml. LARUTAN NaOH 0,1 N YANG DIPERGUNAKAN UNTUK MENETRAIKAN 15 ml. HCl 0,1 N.

Ulangan	Indikator 0,1 %	
	Indikator kurkumin 5 tetes	Phenolphtalein 2 tetes
1	13,40	13,30
2	13,35	13,35
3	13,41	13,38
4	13,38	13,36
5	13,42	13,39
6	13,36	13,37
7	13,43	13,35
8	13,44	13,40
9	13,32	13,38
10	13,30	13,32
Rata-rata	13,38	13,36

TABEL: 8. JUMLAH ml. LARUTAN NaOH 0,1 N YANG DIPERLUKAN UNTUK MENETRAIKAN 10 ml. ASAM CUKA 0,1 N

Ulangan	Indikator 0,1 %	
	Kurkumin, 5 tetes	Phenolphthalein, 2 tetes
1	11,57	11,60
2	11,60	11,65
3	11,63	11,64
4	11,51	11,58
5	11,55	11,57
6	11,65	11,64
7	11,66	11,66
8	11,60	11,68
9	11,55	11,61
10	11,54	11,55
Rata-rata	11,59	11,62

Bila diperhatikan kelarutan kurkumin dalam beberapa pelarut (tabel 2), maka kelarutan kurkumin sangat terbatas. Larutan kurkumin 0,5 % dalam pelarut-pelarut alkohol 96 %, aseton dan asam asetat 60 % sudah merupakan larutan jenuh.

Sedangkan dalam air maksimal larut 0,01 % saja.

Hal ini disebabkan bahwa kurkumin merupakan zat organik kompleks yang mempunyai rumus melekul : $C_{21}H_{20}O_6$.

Biasanya suatu bahan kimia akan rusak karena disimpan terlalu lama. Begitu pula pada kurkumin dalam larutan alkohol 96 % setelah melewati batas hari ke 150 telah menunjukkan perubahan intensitas warna yang cukup nyata (tabel 3 dan gambar : 1).

Hal ini menunjukkan bahwa larutan kurkumin dalam alkohol 96 % setelah hari ke 150, telah menunjukkan tanda kerusakan (sebagian telah rusak/terurai).

Bila hal ini dipergunakan untuk indikator maka kemungkinan dapat mengganggu perubahan warna.

Tabel 4 menunjukkan hasil lengkap pengamatan pengaruh kepekatan indikator terhadap perubahan warna pH. Berdasarkan hasil analisis keragaman tabel 9, menunjukkan bahwa perubahan pH dari larutan kurkumin 0,01 %, 0,05 %, 0,1 % dan 0,5 % dalam alkohol 96 % tidak menunjukkan perbedaan yang nyata.

ABSORBANSI

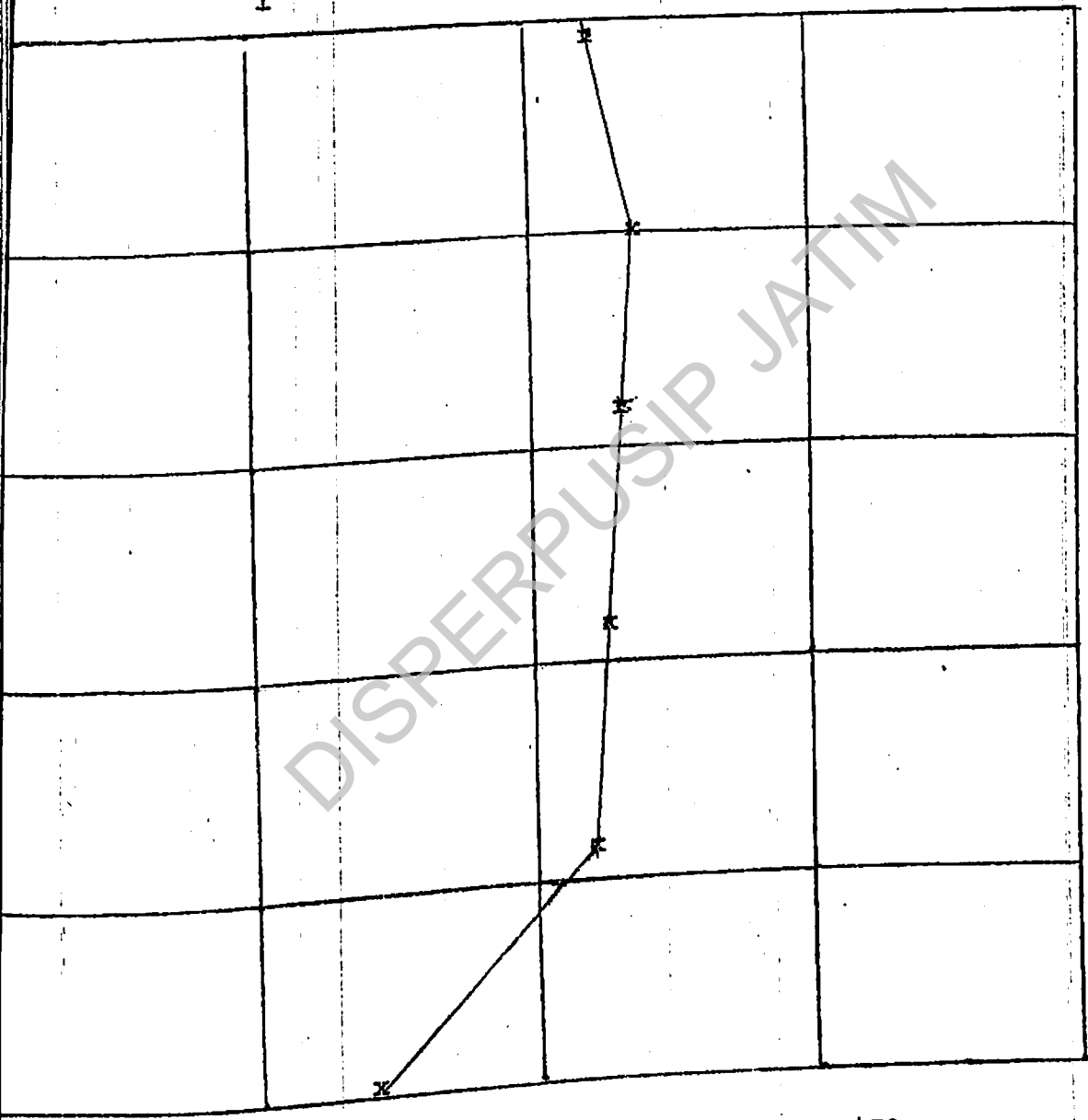
$\times 10^{-1}$

15

1

2

3



GRAFIK KESTABILAN LARUTAN KURKUMIN 1 % λ 430 m μ
dalam alkohol 96 %

Hal ini menunjukkan bahwa kepekatan larutan indikator kurkumin tidak mempengaruhi pH perubahan warna. Ternyata rata-rata perubahan pH : 7,9 - 8,0 - 8,0 dan 8,05 untuk kepekatan 0,01 %, 0,05 % , 0,1% dan 0,5 %

Pada tabel 5 menunjukkan jumlah penggunaan indikator kurkumin dalam setiap 100 ml. larutan media. Untuk kepekatan 0,01 % dengan jumlah penggunaan sampai 20 tetes (1 ml.) belum menunjukkan perubahan warna yang jelas.

Baru mulai jelas perubahan warna setelah menggunakan indikator sebanyak 40 tetes (2 ml.). Untuk kepekatan 0,03 % dengan jumlah penggunaan sampai 10 tetes (0,5 ml.) bahan menunjukkan perubahan warna yang jelas, tetapi baru setelah 15 tetes akan menunjukkan perubahan warna yang jelas. Untuk kepekatan 0,05 % dengan menggunakan 5 tetes belum menunjukkan perubahan warna yang jelas.

Setelah menggunakan 10 tetes terjadi perubahan warna yang jelas. Sedangkan untuk kepekatan 0,1 % terjadi perubahan warna yang jelas setelah menggunakan larutan indikator 5 tetes. Hal ini menunjukkan bahwa makin encer larutan indikator, makin besar volume penggunaannya.

Tabel 6 menunjukkan jumlah pereaksi NaOH yang dipergunakan untuk perubahan warna indikator kurkumin. Untuk perubahan warna dipergunakan rata-rata 0,01 ml. NaOH 1,0 N, 0,12 ml. NaOH 0,1 N dan 1,2 ml. NaOH 0,01 N. Bila hal ini dibandingkan dengan indikator phenolphthalein (tabel 1.) yaitu dipergunakan 0,002 ml. NaOH 1,0 N, 0,02 ml. NaOH 0,1 N dan 0,2 ml. NaOH 0,01 N. Hal ini menunjukkan bahwa indikator kurkumin kurang peka terhadap perubahan pH larutan, mungkin karena reaksinya berjalan lambat.

Tetapi dalam penggunaannya baik dalam titrasi asam kuat - basa kuat (tabel 7.) dan asam lemah - basa kuat (tabel 8.) menunjukkan kesamaan (tidak berbeda nyata), bila dibandingkan dengan penggunaan indikator phenolphthalein seperti terlihat pada analisa keragaman tabel 10 dan 11.

Hal ini menunjukkan bahwa kurkumin dapat dipergunakan untuk indikator asam - basa sebagai pengganti phenolphthalein. Penggunaan indikator kurkumin dalam titrasi asam - basa perubahan warna berjalan lebih lambat dalam mencapai titik akhir bila dibandingkan dengan indikator phenolphthalein.

B A B. V
K E S I M P U L A N D A N S A R A N.

Dari hasil-hasil penelitian dapat diambil beberapa kesimpulan dan saran antara lain :

1. Dalam analisis kimia secara asidi alkali metri, kurkumin hasil isolasi dari "curcuma domestica" dapat dipergunakan sebagai indikator untuk menggantikan phenolpthalein, dengan perubahan warna antara pH 7,5 - 8,7.
2. Untuk menggunakan kurkumin sebagai indikator, lebih baik dibuatkan larutan 0,1 % dalam alkohol 90 % dengan jumlah penggunaan 4 - 6 tetes.
3. Larutan kurkumin 0,1 % dalam alkohol 96 % akan stabil selama 150 hari, dalam penggunaannya sebagai indikator titrasi asam - basa.

DAFTAR KEPUSTAKAAN.

1. BLAUEDEL W.Y. dan V.W. MELOCHE,
Elementary Quantitative Analysis. 2nd.Ed.
Harper & Low.Publischer. New York. 1963.
2. D.Y, R.A. dan M.L. UNDERWOOD,
Quantitative Analysis.
Maruzen Company Ltd.
Tokyo. 1969.
3. DIEHL,
Quantitative Analysis.
John Wiley & Sons. Inc.
New York, 1962.
4. KOLTHOFF.I.M. dan E.M. SANDELL,
Textbook of Quantitative Inorganic Chemistry
3 rd. Ed.
The MacMillan Company,
New York, 1963.
5. TREADWELL F.P. dan W.T. HALL,
Quantitative analysis Vol. I.
John Wiley & Sons, Inc.
New York. 1962.

TABEL: 9. ANALISA KERAGAMAN.

Perubahan nilai tengah pH rata-2 dari beberapa macam kepekaan indikator kurkumin.

Sumber variasi	Derajat kebebasan (db)	Jumlah kuadrat (JK)	Mean kuadrat (mk)	t. 5 %	
				Hit	Tabel
Perlakuan (A)	3	0,08	0,03	* 1)	3,24
Dalam (B _d)	16	1,32	0,08	0,375	
Total (T)	19	1,40			

* 1) tidak berbeda.

TABEL: 10. ANALISA KERAGAMAN.

Jumlah ml. NaOH 0,1 N yang dipergunakan untuk menetralkan 10 ml. HCl. 0,1 N.

	Ulangan N	Rata-rata x	Standar def. s	t. 5 %	
				Hit.	Tabel
Kirkumin Phenolphthalein	10	13,38	0,047	* 2)	1,76
	10	13,36	0,031		

* 2). tidak berbeda.

TABEL: 11. ANALISA KERAGAMAN.

Jumlah ml. NaOH 0,1 N yang dipergunakan untuk menetralkan 10 ml. asam asetat 0,1 N.

	Ulangan N	Rata-rata x	Standar def. s	t. 5 %	
				Hit.	Tabel
Kirkumin Phenolphthalein	10	11,56	0,097	* 3)	1,80
	10	11,62	0,043		

* 3). tidak berbeda.