

## PENGGUNAAN BIOPOLIMER POLIKAPROLAKTON SEBAGAI MATRIK HERBISIDA LEPAS LAMBAT ASAM 2,4-DIKLOFENOKSI ASETAT

Akmal Djamaan<sup>1</sup>, Yutra Noka<sup>2</sup>, Netty Suharty<sup>2</sup>

1). Fakultas Farmasi universitas andalas (UNAND)

2). Sekolah Tinggi Ilmu Farmasi (STIFARM) Padang

### ABSTRACT

The study on 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) microencapsulation by solvent evaporation method using polycaprolactone (PCL) as a polimer has been done. The monitored of data how the effect release of substance active toward coated during 480 minutes. From the result of dissolution gave rapid dissolution of microcapsulation 2,4-D higher at formula 2 rather than formula 1 and 3. This show thickly upholstry of PCL have an effect on to release of substance active. Kinetics method release of substance active of microcapsule 2,4-D following order zero, first order and equation of Higuchi.

**Keywords** : 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid, polycaprolactone, microencapsulation

### ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang mikroenkapsulasi 2,4-Diklorofenoksi asetat (2,4-D) dengan metoda penguapan pelarut menggunakan polimer polikaprolakton (PCL). Data yang diamati bagaimana pengaruh pelepasan zat aktif terhadap penyalut yang digunakan dilakukan dengan Uji disolusi menggunakan metode dayung selama 480 menit. Dari hasil disolusi diperoleh laju disolusi mikroenkapsulasi 2,4-D lebih tinggi pada formula 2 dibanding dengan formula 1 dan 3. Ini menunjukkan ketebalan penyalut PCL berpengaruh terhadap pelepasan zat aktif. Model kinetika pelepasan bahan aktif dari mikro kapsul 2,4-D mengikuti orde nol, orde satu dan persamaan Higuchi.

**Kata Kunci** : Asam 2,4 Diklofenoksi Asetat, polikaprolakton, mikroenkapsulasi

---

### PENDAHULUAN

Herbisida adalah senyawa atau material yang disebarkan pada lahan pertanian untuk menekan atau memberantas tumbuhan yang menyebabkan penurunan hasil. Salah satu herbisida untuk mengendalikan hama gulma adalah asam 2,4-Diklorofenoksi asetat (2,4-D). Herbisida ini bersifat selektif yang aktif menghambat pertumbuhan gulma berdaun lebar. Herbisida ini biasanya diberikan melalui penyemprotan dan bekerja secara sistemik yaitu pada saat bahan kimia tersebut masuk dan ditranslokasikan keseluruh tubuh tumbuhan (Triharso, 2004).

Penggunaan herbisida melalui penyemprotan akan menimbulkan banyak kerugian, antara lain bila digunakan pada

musim hujan herbisida ini mudah larut dalam air sehingga berdampak negatif sehingga kurang efektif, tidak meratanya penyebaran herbisida, serta memiliki waktu paroh yang pendek. Jika penggunaan herbisida ini dalam bentuk penyemprotan terus dikembangkan maka akan memunculkan masalah besar, oleh karena itu maka dikembangkan suatu metode untuk memproduksi herbisida ini yakni yang pelepasan bahan aktifnya dapat dikontrol, maka dibuatlah dalam bentuk mikroenkapsulasi yang menggunakan biopolimer polikaprolakton sebagai penyalut. 2,4-Diklorofenoksi asetat dalam menciptakan matriks lepas lambat. Penambahan matrik hidrofilik dilakukan untuk memperlambat pelepasan zat

aktifnya karena matrik yang bersifat hidrofил akan mengembang diikuti oleh erosi dari bentuk gel sehingga dapat terdisolusi dalam media cair. Jika kontak dengan air maka akan terbentuk lapisan matriks terhidrasi, lapisan ini bagian luarnya akan mengalami erosi sehingga menjadi terlarut (Voight, 1994). Penelitian ini merupakan aplikasi teori dasar ilmu farmasi. Khusus teknologi farmasi dalam bidang pertanian yaitu penyediaan herbisida, pestisida dan pupuk. (Triharso, 2004). Mikroenkapsulasi merupakan suatu teknologi farmasi yang berkembang pesat dimana proses penggunaan penyalut yang relatif tipis pada partikel-partikel kecil zat padat atau tetesan dan dispersi zat cair (Benita, 2006).

**METODE PENELITIAN**

**Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan adalah Pengaduk homogenizer Heidolph RZR 2000, Spektrofotometer UV-Vis Shimadzu UV-1700 pharmaspec, Timbangan Analitik Adam 88, alat untuk disolusi Hanson Research SR8 plus, Spektrofotometer IR Jasco, Beaker Glass, Vial, Pipet Volume, Corong, Kertas saring,

Kertas Perkamen, Pipet Gondok, Balon Hisap, Labu Ukur, wadah untuk menyimpan mikrokapsul yang sudah jadi, alat untuk mengukur distribusi ukuran partikel mikroskop okuler, Mikroskop dengan optilab, Jeol (japan).

Bahan yang digunakan adalah Polikaprolakton (Aldrich Chem.co), Asam 2,4-diklorofenoksi asetat (2,4-D), Kloroform (Brataco), Span 80, Parafin Cair, N-Heksan.

**Prosedur Penelitian**

**1. Pemeriksaan Bahan Baku**

- a. Pemeriksaan bahan aktif asam 2,4-diklorofenoksi asetat, meliputi pemeriksaan bentuk, pemerian dan kelarutan.
- b. Pemeriksaan bahan baku biopolimer polikaprolakton dengan identifikasi, meliputi spektrofotometer pemeriksaan bentuk, pemerian dan kelarutan.
- c. Pemeriksaan bahan tambahan seperti parafin cair,span 80, n-heksan, dilakukan berdasarkan ketentuan dalam Farmakope indonesia edisi IV meliputi bentuk, pemerian dan kelarutan.

**2. Pembuatan Mikrokapsul Herbisida Asam 2,4-Diklorofenoksi Asetat (2,4-D)**

- a. Formula Mikrokapsul

**Tabel I.** Formulasi mikrokapsul

No	Bahan	f 0	F1	F2	F3
1.	2,4-D (mg)	-	500	500	500
2.	polikaprolakton (mg)	250	250	500	750
3	Kloroform (ml)	10	10	10	10
4	Span 80 (ml)	1	1	1	1
5.	Parafin cair (ml)	50	50	50	50

- b. Pembuatan mikrokapsul

Pilokaprolakton dilarutkan dengan kloroform didalam beaker glas (M1) dan kemudian masukkan 2,4-Diklorofenoksi Asetat aduk. Didalam

beaker glas lain buat larutan pendispersi Span 80 dalam parafin cair. Tambahkan (M1) kedalam (M2) secara perlahan dengan pipet tetes hingga habis, aduk menggunakan alat homogenizer dengan

kecepatan 700 rpm selama 5 jam atau sampai seluruh kloroform menguap. Mikro kapsul dikumpulkan dengan cara enap tuang kemudian dicuci dengan n-heksan hingga bersih, lalu dikeringkan dalam oven vakum pada suhu 40 °C selama 2 jam. Mikro kapsul 2,4-Diklorofenoksi Asetat dibuat dengan perbandingan pilokaprolakton formula1=1:0,5 formula2=1:1 formula3=1:1,5

### 3. Evaluasi Mikro kapsul

#### 1. Penentuan panjang gelombang.

Penentuan panjang gelombang maksimum herbisida 2,4-Diklorofenoksi Asetat, dilakukan dengan membuat larutan induk 10 mg 2,4-Diklorofenoksi Asetat dalam 100 mL aquades, sehingga diperoleh konsentrasinya 0,1 mg/mL kemudian buat larutan dengan konsentrasi 40 µg/mL dari larutan induk dengan cara pengenceran, dan ukur serapannya pada rentang 200-400 nm menggunakan *spektrofotometer UV*.

#### 2. Pembuatan kurva kalibrasi.

Dari larutan induk dibuat seri larutan dengan konsentrasi 40,50,60,70, dan 80 µg/ml kemudian ukur serapan pada panjang gelombang serapan maksimum dibuat kurvakalibrasinya.

#### 3. Penetapan kadar 2,4-D dalam mikro kapsul.

Mikro kapsul ditimbang sebanyak 10 mg, kemudiann digerus dalam lumpang dan dilarutkan dalam kloroform 10 ml lalu tambahkan akuadest sampai 10 ml. Pisahkan dengan corong pisah, pipet lapisan air. kadar ditentukan dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum.

#### 4. Uji pelepasan zat aktif

Uji pelepasan zat aktif ini dilakukan dalam medium disolusi. Wadah disolusi diisi dengan medium disolusi yaitu aquades sebanyak 500 ml, lalu atur temperatur 30 °C. Sejumlah mikro kapsul yang setara dengan 100 mg 2,4-Diklorofenoksi asetat dimasukkan kedalam keranjang disolusi yang dicelupkan kedalam labu disolusi, diaduk dengan kecepatan 100 rpm. Pemipetan dilakukan sebanyak 5 ml pada menit ke 60,120,180,240,300,360,420 dan 480. Setiap kali pemipetan medium disolusi diganti sebanyak cairan yang dipipet. Penetapan kadar dilakukan dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum. Kadar 2,4-D pada masing-masing waktu pemipetan dapat ditentukan dengan bantuan kurva kalibrasi. Masing-masing formula dilakukan pengulangan sebanyak 2 kali, sebagai pembanding digunakan larutan 2,4-Diklorofenoksi Asetat dengan medium yang sama

#### 4. Distribusi ukuran partikel.

Mikro kapsul yang dihasilkan ditentukan distribusi ukuran partikelnya menggunakan mikroskop yang dilengkapi dengan mikrometer yang telah dikalibrasi dengan menggunakan mikrometer pentas. Mikro kapsul disuspensikan dalam parafin cair, kemudian diteteskan pada kaca objek diamati dibawah mikroskop sebanyak 1000 partikel. Partikel ini dikelompokkan pada ukuran tertentu lalu ditentukan distribusi ukuran partikel.

#### 5. Penentuan daerah sidik jari zat aktif 2,4-Diklorofenoksi Asetat menggunakan spektrofotometer IR.

Zat aktif ambil 1-2 mg kemudian tambahkan bubuk KBr murni (200 mg) diaduk rata, campuran ditempatkan pada cetakan ditekan,

dengan menggunakan alat tekanan mekanik, tekanan dipertahankan beberapa menit, kemudian sampel (pellet KBr) yang terbentuk diambil dan diletakkan pada alat spektrofotometer IR kemudian analisa

6. Morfologi mikrokapsul.  
Bentuk fisik dari mikrokapsul tersebut dilihat dibawah fotomikroskop dengan cara pemotretan dengan pembesaran 40 kali.
7. Penentuan Loading zat, Efisiensi Enkapsulasi, dan Hasil mikrokapsul.

$$\% \text{ Loading} = \frac{\text{Berat zat aktif}}{\text{Berat mikrokapsul}} \times 100 \%$$

$$\text{Efisiensi Enkapsulasi} = \frac{\text{Jumlah zat sebenarnya}}{\text{Jumlah zat secara teoritis}} \times 100 \%$$

Hasil persentase mikrokapsul ditentukan untuk setiap kandidat obat dan dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\% \text{ Yield} = \frac{M}{M_o} \times 100 \%$$

Dimana :

M : berat dari molekul yang diperoleh

M<sub>o</sub> : total berat zat aktif – polimer diharapkan

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pemeriksaan Bahan Baku dan Bahan Tambahan

1. Pemeriksaan bahan aktif asam 2,4-diklorofenoksi asetat, meliputi pemeriksaan bentuk, pemerian dan kelarutan.
2. Pemeriksaan bahan baku biopolimer polikaprolakton dengan identifikasi, meliputi spektrofotometer IR pemeriksaan bentuk, pemerian dan kelarutan.
3. Pemeriksaan bahan tambahan seperti parafin cair, span 80, n-heksan, dilakukan berdasarkan ketentuan dalam Farmakope indonesia edisi IV meliputi bentuk, pemerian dan kelarutan.

**Tabel II.** Pemeriksaan Bahan Baku 2,4-D

Pemeriksaan	Persyaratan (Edwars, 2005)	Pengamatan
1. Pemeriksaan <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bentuk</li> <li>• Warna</li> <li>• Bau</li> </ul>	Serbuk Putih Bau tidak enak	Serbuk Putih kekuningan Bau tidak enak
2. Kelarutan <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dalam air</li> <li>• Dalam etanol</li> <li>• Dalam kloroform</li> </ul>	Sukar larut Sukar larut Larut	Sukar larut Sukar larut Larut

**Tabel III.** Pemeriksaan polikaprolakton

Pemeriksaan	Persyaratan (Elzubair, <i>Et al.</i> , 2006)	Pengamatan
1. Pemerian <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bentuk</li> <li>• Warna</li> <li>• Bau</li> </ul>	Pellet Putih Tidak berbau	Pellet Putih Tidak berbau
2. Kelarutan <ul style="list-style-type: none"> <li>• Air</li> <li>• Kloroform</li> </ul>	Tidak larut Mudah larut	Tidak larut Mudah larut

**Tabel IV.** Hasil Pemeriksaan Parafin Liquidum

Pemeriksaan	Persyaratan (Depkes, 1995)	Pengamatan
1. Pemerian <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bentuk</li> <li>• Warna</li> <li>• Bau</li> </ul>	Cairan seperti minyak Tidak berwarna Tidak berbau	Cairan seperti minyak Tidak berwarna Tidak berbau
2. Kelarutan <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dalam air</li> <li>• Dalam etanol</li> <li>• Dalam CHCL<sub>3</sub></li> </ul>	Praktis tidak larut Praktis tidak larut Mudah larut	Praktis tidak larut Praktis tidak larut Mudah larut

**Tabel V.** Hasil Pemeriksaan Span 80

Pemeriksaan	Persyaratan (Depkes, 1995)	Pengamatan
1. Pemerian <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bentuk</li> <li>• Warna</li> <li>• Bau</li> </ul>	Cairan seperti minyak Kuning Asam lemah	Cairan seperti minyak Kuning Asam lemah
2. kelarutan <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dalam air</li> <li>• Dalam etanol</li> <li>• Dalam parafin</li> </ul>	Mudah larut Mudah larut Sukar larut	Mudah larut Mudah larut Sukar larut

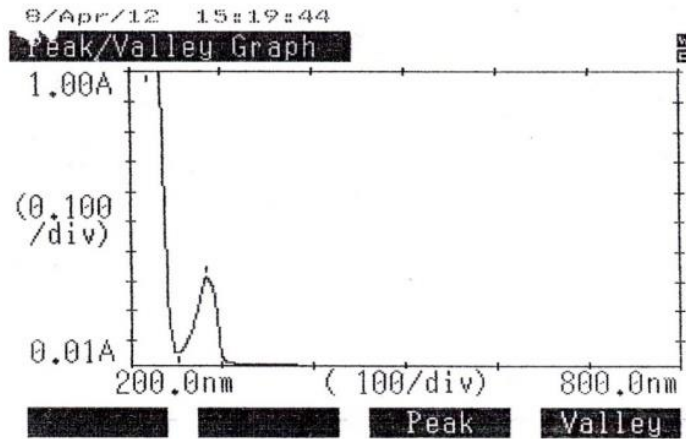
**Tabel VI.** Hasil Pemeriksaan N-Heksan

Pemeriksaan	Persyaratan (Depkes, 1995)	Pengamatan
1. Pemerian <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bentuk</li> <li>• Warna</li> <li>• Bau</li> </ul>	Cairan Tidak berwarna Khas	Cairan Tidak berwarna Khas
2. Kelarutan <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dalam Air</li> </ul>	Praktis tidak larut	Praktis tidak larut

**Evaluasi Mikrokapsul.**

1. Hasil penentuan panjang gelombang maksimum herbisida 2,4-Diklorofenoksi asetat dilihat pada lampiran 2 gambar 1 spektrum ultraviolet 2,4-Diklorofenoksi Asetat.
2. Hasil pembuatan kurva kalibrasi dapat dilihat pada tabel VI gambar 2.
3. Hasil penetapan kadar zat aktif dalam mikrokapsul dapat dilihat pada lanjutan tabel VII.
4. Hasil uji pelepasan zat aktif dalam medium disolusi (Aquades) dapat dilihat pada lampiran 2 lanjutan tabel VIII, model kinetika menurut persamaan orde nol pada lampiran 2 lanjutan tabel IX gambar 3 hasil persamaan garis pada tabel X, persamaan orde satu pada tabel XI gambar 4 hasil persamaan garis pada tabel XII, menurut persamaan kosemeyer pepas pada tabel XIII gambar 5 persamaan garis pada tabel XIV.
5. Hasil distribusi ukuran partikel mikrokapsul pada tiap formula dapat dilihat pada tabel XV gambar 6 paersamaan garis pada tabel XVI.
6. Hasil penentuan daerah sidik jari zat aktif dan polikaprolakton menggunakan FTIR dapat dilihat pada gambar 7,8. Hasil FTIR formula 2 dapat dilihat pada gambar 9.
7. Hasil dari bentuk fisisik mikrokapsul yang dilihat dibawah foto mikroskop dengan cara pemotretan dapat dilihat pada gambar 10 untuk F0, gambar 11 untuk F1, Gambar 12 untuk F2, gambar 13 untuk F3, mikrokapsul yang dihasilkan pada gambar 14, alat disolusi gambar 15.
8. Hasil penentuan loading zat aktif, hasil mikrokapsul dan persentase kadar 2,4-Diklorofenoksi asetat dalam mikrokapsul dapat dilihat

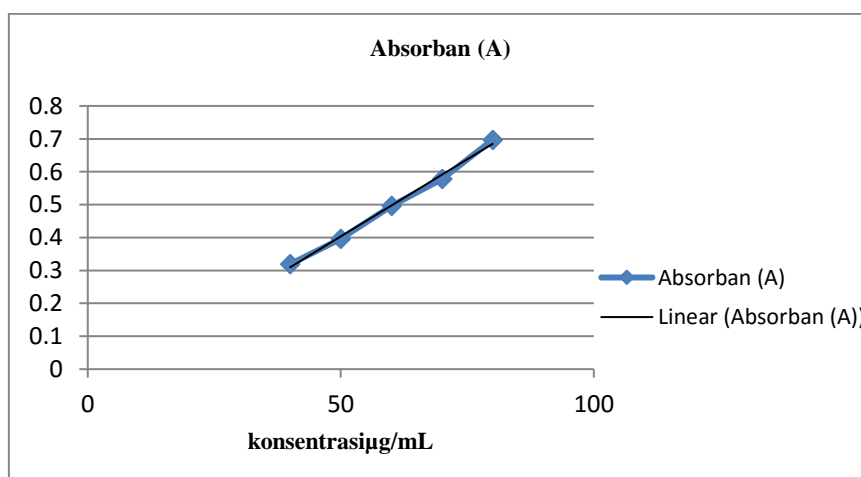
**Penentuan panjang gelombang 2,4 Diklorofenoksi Asetat**



**Gambar 1.** Spektrum Ultraviolet 2,4-Diklorofenoksi Asetat dalam Medium Aquades

**Tabel VII.** Data Serapan Larutan Standar 2,4- Diklorofenoksi Asetat dalam Aquades

Konsentrasi (µg/mL)	Absorban (A)
40	0,319
50	0,396
60	0,496
70	0,578
80	0,697



**Gambar 2.** Kurva Kalibrasi 2,4-D dalam aquades

Keterangan :

Persamaan Garis :  $y = 0,009x - 0,065$

Koefisien Korelasi :  $r = 0,994$

**Tabel VIII.** Hasil Penetapan Kadar Zat Aktif dalam Mikrokapsul dan % Kadar 2,4-D dalam Mikrokapsul

Mikrokapsul	Berat mikrokapsul yang dihasilkan (mg)	Perolehan kembali mikrokapsul (%)	Kadar zat aktif (%)
FO	210,4	84	
F1	726	98,1	57,7
F2	997,2	99,7	38,2
F3	1210	96,8	33,3

Keterangan :

F0 = polikaprolakton 250 mg

F1= Polikaprolakton 250 mg, 2,4-Diklorofenoksi Asetat 500 mg

F2= Polikaprolakton 500 mg, 2,4-Diklorofenoksi Asetat 500 mg

F3= Polikaprolakton 750 mg, 2,4-Diklorofenoksi Asetat 500 mg

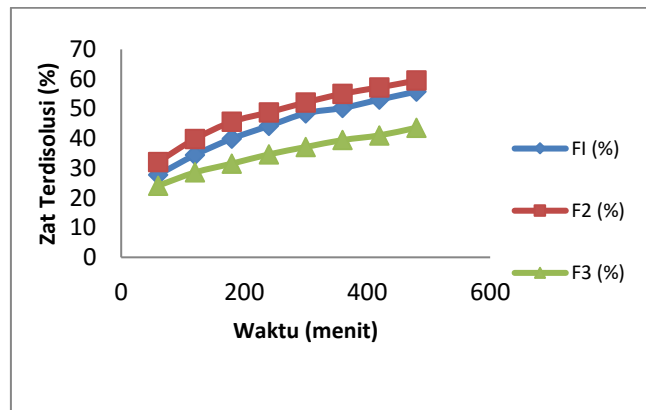
**Tabel IX.** Hasil Persen Terdisolusi Mikrokapsul 2,4-D dalam Aquades

Waktu (Menit)	F1 (%)	F2 (%)	F3 (%)
60	27,77778	32,11111	24,11111
120	34,45222	39,85111	31,35222
180	39,95167	45,61722	31,53333
240	44,21778	48,79556	34,64556
300	48,48222	52,15	37,12111
360	50,28661	55,07222	39,47889
420	53,08556	57,21222	41,05778
480	55,78	59,51111	43,62889

**Tabel X.** Model Kinetika Pelepasan 2,4-D Menurut Persamaan Orde Nol.

Waktu (Menit)	% Zat Terdisolusi		
	F1 (%)	F2 (%)	F3 (%)
60	27,77778	32,11111	24,11111
120	34,45222	39,85111	31,35222
180	39,95167	45,61722	31,53333
240	44,21778	48,79556	34,64556
300	48,48222	52,15	37,12111
360	50,28661	55,07222	39,47889
420	53,08556	57,21222	41,05778
480	55,78	59,51111	43,62889





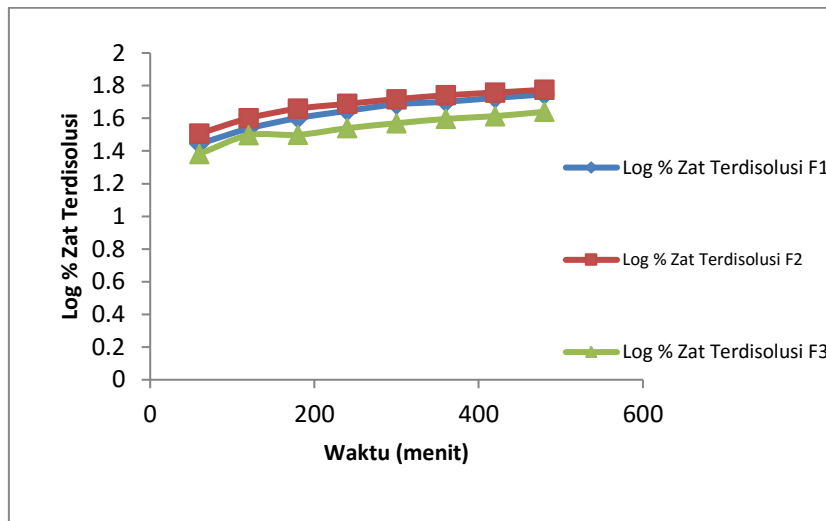
**Gambar 3.** Kurva Disolusi Mikro kapsul 2,4-D Menurut Persamaan Orde Nol dalam Medium Aquades.

**Tabel XI.** Hasil persamaan garis mikro kapsul 2,4-D Menurut Persamaan Orde Nol dalam Medium Aquades.

Formula	Persamaan Garis	Regresi
I	$Y = 0,064x + 26,87$	0,962
II	$Y = 0,061x + 32,16$	0,947
III	$Y = 0,042x + 24,03$	0,955

**Tabel XII.** Pelepasan 2,4-D Menurut Persamaan Orde Satu

Waktu (Menit)	Log % Zat Terdisolusi		
	F1	F2	F3
60	1,44369	1,50665	1,38221
120	1,53721	1,60044	1,49626
180	1,60153	1,65912	1,49876
240	1,64559	1,68838	1,53964
300	1,68558	1,71725	1,56962
360	1,70145	1,74093	1,59636
420	1,72497	1,75748	1,61339
480	1,74647	1,77459	1,63977



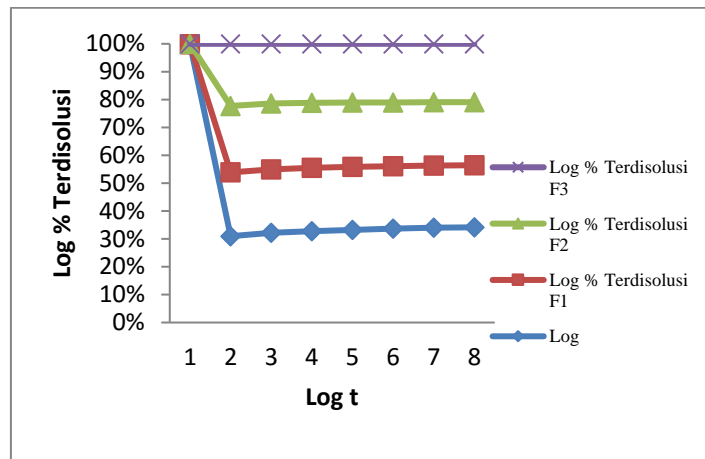
**Gambar 4.** Kurva 2,4-D dari masing-masing formula yang terdisolusi dari mikro kapsul antara persen zat tertinggal terhadap waktu.

**Tabel XIII .** Hasil Persamaan Garis Menurut Orde Satu.

Formula	Persamaan	Regresi
I	$Y = 0,001x + 1,453$	0,917
II	$Y = 0,005x + 1,532$	0,900
III	$Y = 0,002x + 1,396$	0,941

**Tabel XIV.** Kinetika Pelepasan 2,4-D Menurut Kosmeyer Peppas

Log	Log % Terdisolusi		
	F1	F2	F3
1,778	1,44369	1,50665	1,38221
2,079	1,53721	1,60044	1,49626
2,255	1,60153	1,65912	1,49876
2,38	1,64559	1,68838	1,53964
2,477	1,68558	1,71725	1,56962
2,556	1,70145	1,74093	1,59636
2,623	1,72497	1,75748	1,61339
2,681	1,74647	1,77459	1,63977



Gambar 5. Kurva Kinetika Pelepasan 2,4-D Menurut Kosmeyer Peppas.

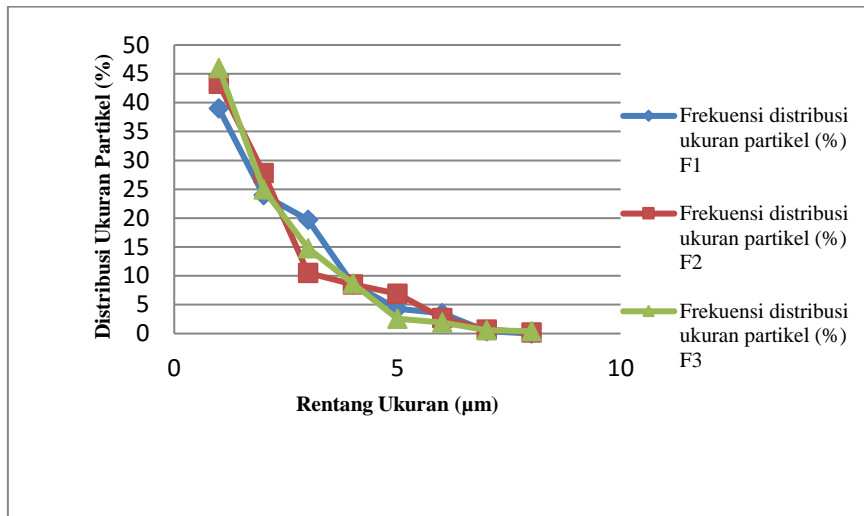
Tabel XV. Hasil Persamaan Garis Menurut Kosmeyer Peppas

Formula	Persamaan Garis	Regresi
I	$Y = 0,002x + 1663$	0,563
II	$Y = 0,0003x + 1,705$	0,607
III	$Y = 0,001x + 1,565$	0,609

]

Tabel XVI. Hasil Distribusi Ukuran Partikel

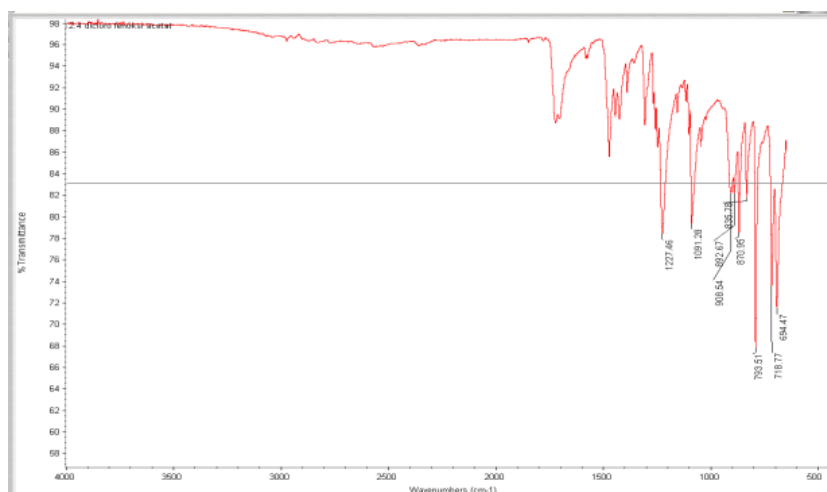
Rentang Ukuran (µm)	Diameter Rata-rata	Frekuensi distribusi ukuran partikel (%)		
		F1	F2	F3
0 - 66,65	33,33	39	43,3	46
79,998-133,33	106,66	24	27,8	25
213,328-266,66	173,33	19,7	10,5	14,8
279,993-333,325	293,99	8,5	8,5	8,7
346,658-399,99	306,66	4,3	6,9	2,6
413,23-466,55	373,32	3,5	2,7	1,9
479,88-599,85	506,54	0,4	0,7	0,6
546,53-599,85	573,19	0	0,2	0,4



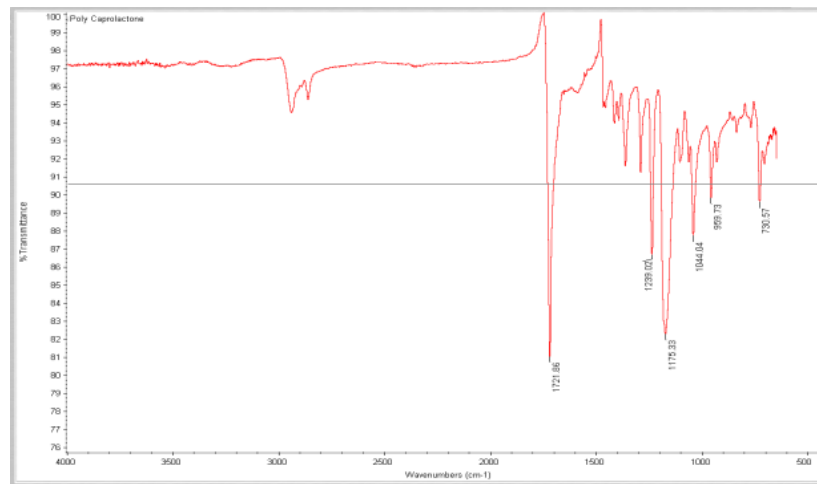
Gambar 6. Kurva Distribusi Ukuran Partikel

Tabel XVII. Hasil Persamaan Garis

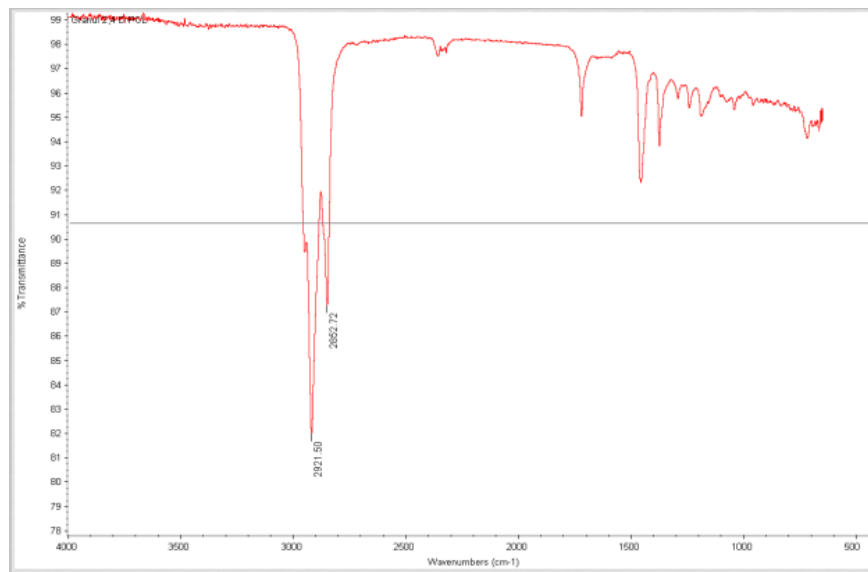
Formula	Persamaan Garis	Regresi
I	$Y = -5,283x + 36,2$	0,866
II	$Y = -5,502x + 37,33$	0,784
III	$Y = -5,5785 + 38,53$	0,782



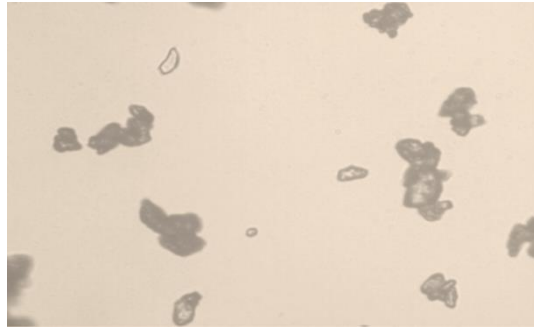
Gambar 7. FTIR 2,4-Diklorofenoksi asetat



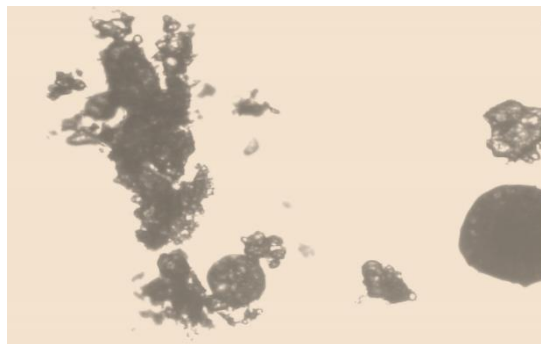
**Gambar 8.** FTIR Polikaprolakton



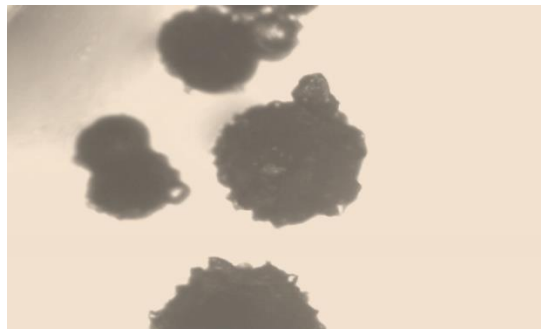
**Gambar 9.** FTIR Mikro kapsul 2,4-D F2



**Gambar 10.** Mikroskopis mikrokapsul F0 perbesaran 10x



**Gambar 11.** Mikroskopis Mikrokapsul F1 perbesaran 20x



**Gambar 12.** Mikroskopis Mikrokapsul F2 Perbesaran 20x



**Gambar 13.** Mikroskopis Mikrokapsul F3 Perbesaran 20x



**Gambar 14.** Mikro kapsul yang dihasilkan



**Gambar 15.** Alat disolusi yang digunakan

Dalam proses mikroenkapsulasi terjadi penyalutan secara tipis dari partikel zat padat dari bahan aktif, supaya terjadi pelepasan zat aktif maka penyalut harus mengalami desintegrasi terlebih dahulu dalam medium disolusi. Proses desintegrasi dari penyalut melibatkan beberapa sifat fisika yaitu difusi obat dari matrik dan erosi dari bahan matriks.

Pembuatan mikro kapsul dengan metoda penguapan pelarut, proses terbentuknya mikro kapsul dimulai dengan memisahkannya emulsi tetesan fase terdispersi dalam fase pembawa membentuk droplet kecil. Apabila pengadukan dihentikan maka akan terlihat mikro kapsul yang

terbentuk turun ke dasar wadah (Sutriyo, *et al.*, 2004). Dalam proses pembuatan sediaan lepas lambat diperlukan penambahan penyalut yang dapat memperlambat pelepasan zat aktif, penyalut disini yang digunakan adalah Polikaprolakton yang bersifat hidrofob tapi mudah larut dalam pelarut menguap seperti kloroform. kloroform digunakan sebagai media untuk melarutkan polikaprolakton sedangkan parafin cair dan span 80 digunakan sebagai emulgator yang digunakan untuk menstabilkan emulsi yang terbentuk sehingga berguna untuk membantu proses mikroenkapsulasi (Agoes, 2010). Keuntungan dari polimer hidrofilik ini

adalah sederhana, relatif murah dan aman, maupun memuat dosis dalam jumlah yang besar dan mudah diproduksi (Sutryo, *et al.*, 2004).

Pemeriksaan bahan baku dan bahan tambahan dilakukan menurut persyaratan yang tercantum dalam farmakope indonesia edisi IV, meliputi pemerian, kelarutan, susut pengeringan, dan penetapan kadar, setelah dilakukan pengamatan secara umum memenuhi persyaratan. Pemeriksaan zat aktif 2,4-D dilakukan berdasarkan RED serta pemeriksaan FTIR. Pemeriksaan polikaprolakton dilakukan meliputi pemerian dan kelarutan serta identifikasi FTIR (Elzubair, *et al.*, 2006). Penetapan kadar zat aktif dalam mikrokapsul 2,4-Diklorofenoksi Asetat menggunakan *spektrofotometer UV* dengan menggunakan medium aquades, sebelum dilakukan penetapan kadar dilakukan penentuan panjang gelombang serapan maksimum 2,4-Diklorofenoksi Asetat dalam aquades dengan cara melarutkan 10 mg dalam 100 mL aquades, sehingga diperoleh konsentrasinya 0,1 mg/L dan ditentukan panjang gelombang maksimum pada rentang 200-400 nm. Mikrokapsul dibuat dengan dengan konsentrasi 40,50,60,70 dan 80 µg/mL sehingga diperoleh absorbanya 0,319. 0,396. 0,496. 0,578. 0,697 ini berarti hasil absorban zat aktif dalam aquades masuk dalam rentang 0,2 - 0,8. Hasil dari penetapan kadar 2,4-D dalam mikrokapsul pada pengerjaannya didapatkan hasil untuk formula1=0,575 formula2=0,408 formula3=0,335 sehingga diperoleh persentase perolehan kembali zat aktif diperoleh untuk formula1=57,7 formula2=38,2 formula3=33,3 ini berarti jumlah penyalut sangat berpengaruh terhadap pelepasan zat aktif dan jumlah zat aktif yang terkandung dalam mikrokapsul, dapat disimpulkan semakin besar jumlah penyalut yang digunakan maka semakin kecil zat aktif yang terkandung dalam mikrokapsul.

Hasil uji disolusi mikrokapsul menggunakan aquades bahwa jumlah polimer yang digunakan sangat berpengaruh terhadap pelepasan zat aktif yang dikandungnya terlihat dari pelepasan masing-masing formula dengan jumlah polimer yang berbeda pada menit 60 formula satu yang terdisolusi 27,78 %. Formula dua 32,1 % .Formula tiga 24,1 %. Pada menit ke 120 formula satu yang terdisolusi 34,45 %, formula dua 39,85 %, formula tiga 31,35 %. Pada menit ke 180 formula satu yang terdisolusi 39,95 %. Formula dua 45,62 % .Formula tiga 31,53 %. Pada menit ke 240 formula satu yang terdisolusi 44,22 %, formula dua 48,79 %, formula tiga 34,64 %. Pada menit ke 300 formula satu yang terdisolusi 48,48 %. Formula dua 52,15 % .Formula tiga 37,12 %. Pada menit ke 360 formula satu yang terdisolusi 50,29 %, formula dua 55,07 %, formula tiga 39,48 %. Pada menit ke 420 formula satu yang terdisolusi 53,08 %. Formula dua 57,21 %, formula tiga 47,05 %. Pada menit ke 480 formula satu yang terdisolusi 55,78 %, formula dua 59,51 %, formula tiga 43,62 %. Pada persamaan orde nol terlihat bahwa formula satu memiliki regresi 0,962, formula dua regresi 0,974, formula tiga regresi 0,982. Terlihat bahwa tiap formula mengikuti kinetika orde nol karena mendekati nilai 1. Pada persamaan orde satu terlihat bahwa formula satu memiliki regresi 0,917 formula dua regresi 0,900, formula tiga regresi 0,941. Pada korsemeyer peppas terlihat terlihat regresi yang mendekati satu adalah formula tiga. Dari hasil disolusi persentase disolusi yang baik terlihat pada formula dua karena pada menit 480 terdisolusi 59,51 %, sedangkan formula satu 55,78 %, formula tiga 43,62 %.

Dalam pemeriksaan distribusi ukuran partikel terlihat mikrokapsul yang terbentuk memiliki berbagai ukuran partikel dari hasil pengamatan yang didapat formula yang memiliki keseragaman yang tertinggi adalah pada



formula 3. Karena perbandingan yang digunakan untuk formula satu 1:0,5 untuk formula dua 1:1 sedangkan untuk formula tiga 1:1,5. Perbedaan distribusi ukuran partikel ini dipengaruhi oleh jumlah penyalut yang digunakan sebagai pembentuk dinding mikrokapsul karena perbandingan penyalut yang digunakan (Sutriyo, 2004)

Uji analisa spektrofotometri terhadap zat aktif, dari hasil FTIR 2,4-D gugus O-H pada bilangan gelombang sama dengan literatur berkisar antara 3750-3000  $\text{cm}^{-1}$  sedangkan gugus C=C pada bilangan gelombang 1721.86  $\text{cm}^{-1}$  pada literatur gugus C=C antara 1675-1500  $\text{cm}^{-1}$  sedangkan pada gugus C-H pada bilangan gelombang 1239.02 pada literatur berkisar antara 1475-1300  $\text{cm}^{-1}$ . Uji analisa spektrofotometri terhadap polikaprolakton dari hasil FTIR 2,4-D gugus O-H pada bilangan gelombang sama dengan literatur berkisar antara 3750-3000  $\text{cm}^{-1}$  sedangkan gugus C=C pada bilangan gelombang 793.51  $\text{cm}^{-1}$  pada literatur gugus C=C antara 1000-650  $\text{cm}^{-1}$  sedangkan pada gugus C-H pada bilangan gelombang 1276.46 pada literatur berkisar antara 1475 - 1300  $\text{cm}^{-1}$ . Hasil FTIR dari formula 2 didapat gugus O-H pada bilangan gelombang 2921.50 pada formula 2 terdapat gabungan antara zat aktif dan polikaprolakton.

Hasil dari fotomikroskop dengan cara pemotretan dengan pembesaran 40 x terlihat bahwa pada formula 1 dengan perbandingan 1:0,5 terlihat mikrokapsul yang dihasilkan tidak beraturan pada formula 2 dengan perbandingan 1:1 sudah terlihat bentuk mikrokapsul terbentuk berbentuk agak speris pada formula 3 dengan perbandingan 1:1,5 juga sudah terbentuk mikrokapsul sudah baik hampir sama dengan formula 2. mikrokapsul yang dihasilkan pada formula 2,3 umumnya berbentuk speris dengan ukuran bervariasi sesuai pada perbandingan penyalut yang digunakan karna semakin banyak penyalut

yang digunakan maka semakin tebal mikrokapsul yang dihasilkan yang menyelubungi zat aktif.

Hasil penimbangan berat mikrokapsul didapat dari mikrokapsul kosong tanpa zat aktif dengan menggunakan polimer 250 mg, didapat mikrokapsul 210,4 mg. Untuk formula 1 dengan zat aktif 500 mg dan polikaprolakton 250 mg didapat mikrokapsul 726 mg sehingga persentase perolehan kembali 34,145 % ,sedangkan perolehan kembali zat aktif 51,19 %. Untuk formula kedua, mikrokapsul dengan zat aktif 500 mg dan polikaprolakton 500 mg mikrokapsul yang diperoleh 997,2 mg sehingga persentase perolehan kembali 25,245 %, sedangkan perolehan kembali zat aktif 50,4 %. Untuk formula ketiga dengan zat aktif 500 mg dan polikaprolakton 750 mg persentase perolehan kembali didapat 21,35 %, dan perolehan kembali zat aktif 53,3 %, dari hasil semua formula mikrokapsul yang didapat tidak mencapai 100 % hal ini terjadi pada proses pembuatan mikrokapsul terdapat bahan-bahan yang masih menempel pada alat. Sedangkan persentase perolehan kembali zat aktif terlihat formula satu yang lebih tinggi dengan perbandingan 1:0,5 ini berarti makin besar jumlah kadar penyalut yang digunakan semakin tebal pula zat yang disalut maka semakin lama zat aktif terurai.

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Polikaprolakton sebagai polimer sediaan lepas lambat berpengaruh terhadap mikrokapsul 2,4-Diklorofenoksi asetat dapat memperlambat pelepasan zat aktifnya, terlihat dari data disolusi.
2. Model kinetika pelepasan zat aktif dari mikrokapsul dengan koefisien korelasi mendekati orde satu, F1 mendekati

kinetika orde nol, F2 orde nol dan F3 orde satu.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Agoes, G. (2010). *Enkapsulasi Farmasetik*. Bandung. Penerbit ITB.
- Benita, S. (2006). *Microencapsulation, Methods and Industrial Applications*, Marcel Dekker Inc. New York.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. (1995). *Farmakope Indonesia* (Edisi IV). Jakarta.
- Edwards, D., 2005, Reregistration Eligibility Decision for 2,4-D list A Case 0073, United States Environmental Protection Agency. *Journal of EPA*.34; 784-789.
- Elzubair,A.,Elias,C.N.,Suarez,J.C.M.,Lopes,H.P.,Viera,M.V.B.,(2006).The Physical Characterization of a Thermoplastic Polymer for Endodontic Obturation, *Journal of Dentistry*, 34, 784-789.
- Sutriyo., Djajadisaatra, J. Novitasari, A. (2004). Mikroenkapsulasi Propanolol Hidroklorida Dengan Penyalut Eti Selulosa Menggunakan Metoda Penguapan Pelarut No. 2. Jakarta; Penerbit Universitas Indonesia.
- Triharso, (2004). *Dasar-dasar perlindungan tanaman*, Yogyakarta: Penerbit Universitas Gadjah Mada.
- Voight, R. (1994). *Buku Pelajaran Teknologi Farmasi* Edisi V. Diterjemahkan oleh, Soedani Noerono. Yogyakarta: Penerbit Universitas Gadjah Mada.