

PENGARUH CARBON BLACK PADA PEMBUATAN PLASTIK UNTUK IRIGASI SISTEM TETES

Arum Yuniari¹⁾, Dwi Wahini Nurhayati¹⁾, Niken Karsiati¹⁾

INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh carbon black pada pembuatan plastik untuk irigasi sistem tetes. Plastik tebal 2 mm dibuat dari low density polyethylene (LDPE), high density polyethylene (HDPE) dan carbon black menggunakan mesin blown film pada kondisi proses yang tetap. Carbon black yang digunakan adalah 0; 2,5; 5; 7,5; 10 phr dan ratio LDPE/HDPE adalah 0/100, 50/50, 100/0 phr. Sifat fisis menunjukkan bahwa kenaikan carbon black menurunkan kuat tarik, kemuluran, kuat sobek dan kerapuhan. Formulasi terbaik terdiri dari HDPE 100 phr dan carbon black 10 phr, dengan sifat fisis sebagai berikut : kuat tarik 158 kg/cm², kemuluran 140% dan kuat sobek 91,46 kg/cm².

ABSTRACT

The objective of this experiment was to know the influence carbon black was added to the plastics for drip irrigation systems. Plastics of 0,2 mm thickness for drip irrigation system was made from mixing of low density polyethylene (LDPE), high density polyethylene (HDPE) and carbon black by a blown film machine on the fixed processing condition. The investigated carbon black content were 0; 2,5; 5; 7,5 and 10 phr respectively and LDPE/HDPE ratio were 0/100, 50/50, 100/0 respectively. The physical properties test showed and increasing of carbon black decreasing tensile strength, elongation at break, tear strength and brittleness. The best formulation was consist of HDPE 100 phr and carbon black 10 phr, with the physical properties as follows : tensile strength 158 kg/cm², elongation at break 140%, and tear strength 91,46 kg/cm².

PENDAHULUAN

Di Daerah Istimewa Yogyakarta, khususnya di Kabupaten Gunung Kidul masih terdapat lahan kering yang dapat di manfaatkan untuk lahan pertanian. Ketersediaan air pada lahan kering sangat terbatas jumlahnya, maka penggunaan air harus dilakukan sehemat mungkin. Salah satu upaya yang bisa dipakai untuk menghemat air adalah dengan metode irigasi sistem tetes. Menurut Phene and Phene (1987) irigasi tetes adalah sistem pemberian air untuk tanaman dimana air diberikan secara langsung di daerah perakaran tanaman dengan perlahan-lahan. Keuntungan yang terpenting dari irigasi sistem tetes adalah kemampuannya untuk menyediakan kebutuhan air tanaman tanpa kehilangan air permukaan dan sub permukaan yang besar yang sering dihubungkan dengan irigasi permukaan yang konvensional. Di Indonesia metode ini belum banyak dipergunakan karena belum ada perusahaan pembuatannya. Pada penelitian ini direncanakan membuat plastik untuk irigasi sistem tetes menggunakan bahan baku polimer organik *high density polyethylene* (HDPE) dan *low density polyethylene* (LDPE), serta bahan pengisi *carbon black*. *Low density polyethylene* yang paling lunak dan kristalinitasnya paling kecil, serta struktur molekulnya bercabang. *Low density polyethylene* mempunyai kombinasi sifat yang unik yaitu liat, ketahanan pukul tinggi, mudah diproses serta mempunyai daya serap terhadap air rendah. Sedangkan *high density polyethylene* mempunyai sifat derajat kristalinitasnya tinggi, keras dan tahan terhadap bahan kimia (Brydson 1996). Pemakaian *carbon black* sebagai bahan pengisi organik dalam penelitian ini dimaksudkan untuk mencegah penurunan kualitas produk karena adanya perubahan cuaca atau pengaruh sinar ultra violet.

¹⁾ Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Barang Kulit, Karet dan Plastik, Yogyakarta.

Menurut Ka
terdispersi.
terhadap sifa
maka viskosi
Plastik untuk
film, menggu
irigasi sistem
Sedangkan ur
uji foto degr
penambahan
formulasi yan

Bahan Peneli

Bahan b
high density p
Kimia Nusant
merk Cosmoth
pelumas intern
Alat pen
unit mesin bla
dan lampu ultr

Cara Peneliti

1. Pembuatan p
Pada pe
penggunaan
perbandinga
diperoleh 15
ditambahkan

Tabel 1. Ra

Carbon Bla
0
2,5
5
7,5
10

Menurut Katz dan Milewski (1978) *carbon black* mempunyai keunggulan lebih mudah terdispersi. Struktur molekul dan ukuran partikel *carbon black* berpengaruh sangat nyata terhadap sifat *reologi polimer*, yaitu makin kecil ukuran partikel atau makin besar strukturnya maka viskositas akan naik, hal ini menyebabkan sifat kekerasan dan kuat tariknya bertambah. Plastik untuk irigasi sistem tetes dapat diproses dengan teknik *blown film* dan proses *cast film*, menggunakan mesin ekstrusi (Allan, 1968). Untuk mengetahui mutu dari plastik untuk irigasi sistem tetes perlu dilakukan uji fisis seperti kuat tarik, kuat sobek dan kemuluran. Sedangkan untuk mengetahui perubahan sifat fisis setelah penggunaan di lapangan dilakukan uji foto degradasi. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan *carbon black* pada plastik untuk irigasi sistem tetes serta untuk mendapatkan formulasi yang terbaik.

BAHAN DAN METODA PENELITIAN

Bahan Penelitian

Bahan baku dan bahan pembantu yang digunakan dalam penelitian ini meliputi : resin *high density polyethylene (HDPE) blow molding grade*; MERK Rigitex buatan PT Petro Kimia Nusantara Interindo (PENI) *low density polyethylene (LDPE) blow molding grade* merk Cosmothene buatan the Polyolefin Company (Singapore) Pte Ltd, *asam stearat* sebagai pelumas internal.

Alat penelitian terdiri atas Rheocord 90 merk Haake yang dilengkapi dengan *take up unit* mesin *blown film*, tensile strength tester merek Troning Albert type QC - II - M - 18 dan lampu ultra violet.

Cara Penelitian

1. Pembuatan plastik untuk irigasi sistem tetes

Pada pembuatan plastik untuk irigasi sistem tetes dilaksanakan dengan memvariasikan penggunaan *carbon black* berturut-turut 0; 2,5; 5; 7,5 dan 10 bagian dengan variasi perbandingan jumlah plastik HDPE dan LDPE dari 0 ; 50 dan 100 bagian, sehingga diperoleh 15 perlakuan seperti pada tabel 1. Pada masing-masing kompon plastik ditambahkan asam stearat 5 bagian sebagai pelumas internal.

Tabel 1 . Rancangan kompon plastik untuk irigasi sistem tetes dengan bahan pengisi *carbon black*

Carbon Black (bagian)	Perbandingan bahan baku (LDPE / HDPE) bagian / bagian		
	0 / 100	100 / 0	50 / 50
0	I	VI	XI
2,5	II	VII	XII
5,0	III	VIII	XIII
7,5	IV	IX	XIV
10	V	X	XV

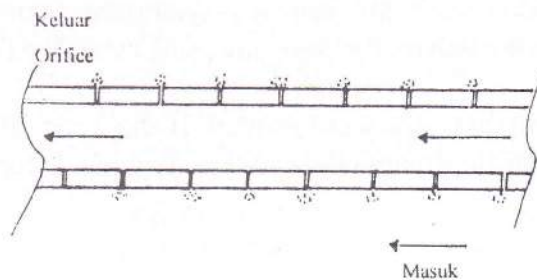
Bahan-bahan diatas dikomponding dengan mesin Rheocord 90, selanjutnya dibuat plastik untuk irigasi sistem tetes dengan menggunakan mesin *blown film* dengan lebar dan tebal tertentu. Pada kondisi operasi sebagai berikut, zone pemanasan : 100° C, 150° C, 170° C, 190°C dengan putaran 60 rpm, tebal *film* 0,2 mm dengan kecepatan plastik 2.5 m/menit.

2. Pengujian

Plastik yang diperoleh akan diuji terhadap parameter mutu yang meliputi kuat tarik, kemuluran, kuat sobek sesuai SNI 19 – 4377 – 1996, Plastik Polietilen untuk mengemas. Pengujian fotodegradasi dilakukan dengan penyinaran selama 5 hari dan 10 hari. Sesudah dilakukan uji foto degradasi dilakukan uji fisis meliputi kuat tarik, kemuluran dan kuat sobek.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Plastik untuk irigasi sistem tetes yang dibuat mempunyai bentuk seperti gambar 1 selanjutnya plastik diberi bentuk untuk mengatur lubang pengeluaran air dengan *heat sealing*.



Gambar 1. Plastik untuk irigasi sistem tetes

Uji Fisis

Plastik untuk irigasi sistem tetes sebanyak 15 formulasi diuji sifat fisisnya meliputi uji kuat tarik, kemuluran, kuat sobek dan uji foto degradasi.

Tabel 2. Hasil uji kuat tarik plastik untuk irigasi sistem tetes

Carbon black (bagian)	Kuat Tarik (kg/cm ²)								
	LDPE/HDPE = 0 / 100			LDPE/HDPE = 100 / 0			LDPE/HDPE = 50 / 50		
	Sebelum Penyinaran UV	Sesudah Penyinaran UV		Sebelum Penyinaran UV	Sesudah Penyinaran UV		Sebelum Penyinaran UV	Sesudah Penyinaran UV	
		5 hari	10 hari		5 hari	10 hari		5 hari	10 hari
0	265,12	0	0	145,78	16,81	6,28	178,24	8,35	0
2,5	239,39	0	0	138,74	33,60	9,68	176,43	28,12	0
5,0	221,68	46,11	15,29	119,00	43,90	42,39	160,97	32,73	0
7,5	216,33	64,97	54,08	107,93	47,97	34,54	157,12	45,52	0
10	158,02	100,40	56,58	95,84	51,06	30,67	132,05	41,37	0

Kuat tarik menurut SNI 19-4377-1996 "Plastik Polietilen untuk mengemas min 120 kg/cm².

Tabel. 3

Carbon black (bagian)
0
2,5
5,0
7,5
10,0

1. Tabel 1 m...
 HDPE ku...
 dari LDPE...
 dari berat...
 maka kua...
 hasil uji p...
 nilai kuat...
 let selama...
 dengan ba...
 masih bai...
 dengan b...
 tarik diat...
 diperbaik...
 Menurut k...
 sebagai b...
 cuaca. D...
 plastik un...
 HDPE da...
 dengan c...
 mempuny...
 dan sifat...
 Hal ini di...
 adherent...
 proses ori...
 terbentuk...
 Plastik di...
 setelah itu...
 yang ditar...
 dengan ba...
 tersebut ti...
 sebesar 5...
 untuk bal...
 pada lama...
 HDPE 10

Tabel. 3. Prosentase penurunan kuat tarik sesudah penyinaran dengan ultra violet

Carbon black (bagian)	Δ Kuat Tarik (%)					
	LDPE/HDPE = 0 / 100		LDPE/HDPE = 100 / 0		LDPE/HDPE = 50 / 50	
	5 hari	10 hari	5 hari	10 hari	5 hari	10 hari
0	100	100	88,47	95,69	95,31	100
2,5	100	100	75,78	93,02	84,06	100
5,0	79,20	93,10	63,11	64,37	79,67	100
7,5	69,97	75,0	55,55	68,0	71,10	100
10,0	36,46	64,20	46,72	68,0	68,67	100

1. Tabel 1 menunjukkan bahwa plastik tanpa bahan pengisi (filler) *carbon black* untuk bahan HDPE kuat tariknya lebih tinggi bila dibandingkan dengan bahan LDPE maupun campuran dari LDPE dan HDPE. Menurut Brydson (1979), sifat mekanis polimer sangat tergantung dari berat molekul dan densitas polimer tersebut. Berat molekul dan densitas makin tinggi maka kuat tarik akan makin tinggi dan polimer tersebut makin rapuh. Hal ini sesuai dengan hasil uji plastik untuk irigasi sistem tetes dengan bahan HDPE 100 bagian mempunyai nilai kuat tarik tertinggi. Tetapi setelah dilakukan uji foto degradasi dengan sinar ultraviolet selama 5 hari dan 10 hari maka plastik tersebut menjadi rapuh. Sedangkan plastik dengan bahan LDPE 100 bagian setelah dilakukan uji foto degradasi selama 5 dan 10 hari masih baik dan mempunyai nilai kuat tarik sebesar 16,81 kg/cm² dan 6,28 kg/cm². Plastik dengan bahan campuran LDPE 50 bagian dan HDPE 50 bagian mempunyai nilai kuat tarik diatas LDPE dan dibawah HDPE yaitu sebesar 178,235 kg/cm². Plastik dapat diperbaiki sifat fisisnya dengan menambahkan bahan pengisi, aditif dan bahan penguat. Menurut Katz dan Milewski (1978), penambahan *carbon black* pada plastik dapat berfungsi sebagai bahan pengisi selain itu dapat mencegah kerapuhan karena adanya perubahan cuaca. Dari hasil uji semakin banyak *carbon black* yang ditambahkan pada pembuatan plastik untuk irigasi sistem tetes dengan bahan baku HDPE, LDPE maupun campuran HDPE dan LDPE kuat tarik makin menurun, plastik dengan bahan HDPE 100 bagian dengan *carbon black* 2,5 bagian, 5 bagian, 7,5 bagian dan 10 bagian masing-masing mempunyai kuat tarik 239,39 kg/cm², 221,68 kg/cm², 216,33 kg/cm² dan 158,02 kg/cm², dan sifat fisis masih memenuhi SNI 19-4377-1996 yang ditetapkan sebesar 120 kg/cm². Hal ini disebabkan *carbon black* berfungsi sebagai *filler* (bahan pengisi) yang bersifat non adherent yaitu bila bahan pengisi tersebut ditambahkan ke bahan plastik maka selama proses orientasi polimernya akan memisah dari pengisi membentuk microvoid sehingga terbentuk struktur mikroporous yang mengakibatkan penurunan kuat tarik (Levy, 1977). Plastik dilakukan uji foto degradasi dengan melakukan penyinaran selama 5 dan 10 hari, setelah itu dilakukan pengujian kuat tarik. Hasil menunjukkan makin banyak *carbon black* yang ditambahkan makin tahan terhadap sinar ultraviolet. Hal ini ditunjukkan oleh plastik dengan bahan HDPE 100 bagian menggunakan *carbon black* 10 bagian, dimana plastik tersebut tidak rapuh hingga lama penyinaran 10 hari, ditunjukkan dengan nilai kuat tarik sebesar 56,58 kg/cm² dengan prosentase penurunan sebesar 64,20%. Sedangkan plastik untuk bahan LDPE 100 bagian dan campuran LDPE 50 bagian dan HDPE 50 bagian pada lama penyinaran 10 hari sudah rapuh. Dengan demikian plastik dengan bahan HDPE 100 bagian dan *carbon black* 10 bagian lebih tahan terhadap penyinaran.

Tabel 4. Hasil uji kemuluran plastik untuk irigasi sistem tetes

Carbon black (bagian)	Kemuluran (%)								
	LDPE/HDPE = 0 / 100			LDPE/HDPE = 100 / 0			LDPE/HDPE = 50 / 50		
	Sebelum Penyinaran UV	Sesudah Penyinaran UV		Sebelum Penyinaran UV	Sesudah Penyinaran UV		Sebelum Penyinaran UV	Sesudah Penyinaran UV	
		5 hari	10 hari		5 hari	10 hari		5 hari	10 hari
0	371,67	2,30	0	280,83	4,97	0	300,00	5,67	0
2,5	247,50	7,23	0	191,67	10,00	0	241,67	10,0	0
5,0	225,00	11,16	0	188,75	13,33	0	235,00	10,0	0
7,5	211,17	11,32	0	176,67	16,08	0	195,00	10,0	0
10	140,0	57,93	48,27	147,67	17,50	0	176,67	10,0	0

Kemuluran menurut SNI 19-4377-1996 "Plastik Polietilen untuk mengemas min 125 %

Tabel 5 prosentase penurunan kemuluran sesudah penyinaran

Carbon black (bagian)	Δ Kemuluran (%)					
	LDPE/HDPE = 0 / 100		LDPE/HDPE = 100 / 0		LDPE/HDPE = 50 / 50	
	5 hari	10 hari	5 hari	10 hari	5 hari	10 hari
0	99,38	100	98,33	100	98,11	100
2,5	97,08	100	94,78	100	95,86	100
5,0	95,04	100	92,94	100	95,75	100
7,5	94,64	100	90,09	100	94,70	100
10,0	58,62	65,62	88,15	80,41	94,34	100

2. Kemuluran

Dari hasil pengujian kemuluran yang terdapat pada tabel 4 dan 5 dapat dikemukakan semakin banyak penambahan *filler carbon black*, nilai kemuluran semakin menurun, hal ini disebabkan dengan bertambahnya *filler carbon black* maka akan terbentuk ikatan antar molekul antara plastik dan *carbon black* yang akan menyebabkan berkurangnya gerakan dari polimer sehingga elastisitasnya juga menurun. Besarnya angka kemuluran untuk plastik dengan bahan baku HDPE, LDPE serta campuran HDPE & LDPE penambahan *carbon black* sampai dengan 10 bagian masih memenuhi persyaratan SNI 19-4377-1996 yang ditetapkan sebesar 125 %. Tetapi setelah plastik tersebut dilakukan pengujian foto degradasi dengan sinar ultra violet nilai kemuluran mengalami penurunan, bahkan ada beberapa plastik rapuh setelah disinari selama 10 hari. Plastik dengan bahan HDPE 100 bagian, *carbon black* 10 bagian adalah yang terbaik sebab sebelum penyinaran mempunyai nilai kemuluran memenuhi persyaratan sedangkan sesudah penyinaran selama 10 hari mempunyai nilai penurunan prosentase kecil yaitu 48,27%. Plastik dengan bahan campuran LDPE 50 bagian dan HDPE 50 bagian untuk penambahan *carbon black* mulai dari 2,5 bagian sampai dengan 10 bagian hanya tahan disinari sampai 5 hari, apabila penyinaran diteruskan sampai 10 hari maka plastik menjadi rapuh.

Carbon black (bagian)	Kemuluran (%)	
	Sebelum Penyinaran UV	Sesudah Penyinaran UV
0	120,00	0
2,5	110,00	0
5,0	100,00	0
7,5	100,00	0
10	90,00	0

Kuat sob
min 70 kg

Tabel 7

Carbon black (bagian)	Δ Kemuluran (%)
0	100
2,5	100
5,0	100
7,5	100
10,0	100

3. Kuat Sob

Ha
plastik
bon bla
kompon
tersebu
(berger
polyhi
black
bagian
SNI 19
baku L
100 b
cm2.
sinar
prose
plastik
prose
yang

Tabel 6. Hasil uji kuat sobek plastik untuk irigasi sistem tetes

Carbon black (bagian)	Kuat Sobek (kg/cm ²)								
	LDPE/HDPE = 0 / 100			LDPE/HDPE = 100 / 0			LDPE/HDPE = 50 / 50		
	Sebelum Penyinaran UV	Sesudah Penyinaran UV		Sebelum Penyinaran UV	Sesudah Penyinaran UV		Sebelum Penyinaran UV	Sesudah Penyinaran UV	
		5 hari	10 hari		5 hari	10 hari		5 hari	10 hari
0	126,51	0	0	76,08	6,88	3,57	165,74	15,41	0
2,5	113,58	0	0	73,30	12,87	6,90	156,06	16,57	0
5,0	109,72	0	0	68,66	18,55	10,28	125,00	13,42	0
7,5	100,12	0	0	62,78	23,64	15,04	121,05	13,33	0
10	91,46	58,80	56,58	62,54	23,68	18,09	100,54	11,46	0

Kuat sobek menurut SNI 19-4377-1996 "Plastik Polietilen untuk mengemas" adalah min 70 kg/cm².

Tabel 7. Prosentase penurunan kuat sobek sesudah penyinaran dengan ultra violet

Carbon black (bagian)	Δ Kuat Sobek (%)					
	LDPE/HDPE = 0 / 100		LDPE/HDPE = 100 / 0		LDPE/HDPE = 50 / 50	
	5 hari	10 hari	5 hari	10 hari	5 hari	10 hari
0	86,06	100	90,96	95,31	90,70	100
2,5	83,07	100	82,44	90,39	89,38	100
5,0	80,10	100	72,99	85,03	89,36	100
7,5	78,07	100	62,34	76,04	89,00	100
10,0	35,70	38,13	62,13	71,08	88,60	100

3. Kuat Sobek

Hasil uji kuat sobek yang tertera di dalam tabel 6 dan 7 menunjukkan bahwa untuk plastik dengan bahan baku HDPE 100 bagian dan LDPE 100 bagian, penambahan *carbon black* cenderung menurunkan sifat kuat sobek. Hal ini disebabkan karakteristik suatu kompon tergantung dari interaksi antara *carbon black* dan polimer. Mudah tidaknya interaksi tersebut tergantung dari struktur molekul bahan pengisi. Untuk struktur molekul agregate (bergerombol) akan menghasilkan sifat berbeda dengan bahan pengisi yang berstruktur polyhidrol, hal ini menyebabkan kompon bersifat porous sehingga penambahan *carbon black* nilai kuat sobek turun. Nilai kuat sobek plastik dengan bahan baku HDPE 100 bagian, campuran HDPE 50 bagian dan LDPE 50 bagian semua memenuhi persyaratan SNI 19-4377-1996, yang dipersyaratkan sebesar 70 kg/cm². Untuk plastik dengan bahan baku LDPE 100 bagian hanya ada 1 formulasi yang memenuhi persyaratan yaitu LDPE 100 bagian, *carbon black* 2,5 bagian dimana nilai kuat sobeknya sebesar 73,30 kg/cm². Nilai kuat sobek mengalami penurunan setelah dilakukan uji foto degradasi dengan sinar ultraviolet. Makin besar *carbon black* yang ditambahkan ada kecenderungan prosentase penurunan semakin kecil. Prosentase penurunan yang terkecil terjadi pada plastik dengan bahan baku HDPE 100 bagian dan *carbon black* 10 bagian dimana prosentase penurunannya sesudah 5 hari dan 10 hari adalah sebesar 35,70% dan 38,13% yang merupakan plastik untuk irigasi sistem tetes yang terbaik.

KESIMPULAN

1. Makin banyak jumlah *carbon black* yang ditambahkan pada pembuatan plastik untuk irigasi sistem tetes akan menurunkan nilai kuat tarik, kemuluran, kuat sobek dan plastik untuk irigasi sistem tetes dengan bahan baku HDPE 100 bagian, LDPE 100 bagian dan campuran LDPE 50 bagian HDPE 50 bagian sampai dengan penambahan *carbon black* 10 bagian, ketiga sifat fisis yang diuji masih memenuhi SNI 19-4377-1996, Plastik polietilena untuk mengemas.
2. *Carbon black* berfungsi sebagai bahan pengisi pada pembuatan plastik untuk irigasi sistem tetes dan memberikan pengaruh pencegahan kerapuhan akibat sinar ultra violet dan penambahan *carbon black* 10 bagian pada bahan HDPE mampu mencegah kerapuhan plastik untuk irigasi sistem tetes setelah disinari dengan ultra violet selama 10 hari.
3. Formulasi plastik untuk irigasi tetes adalah HDPE 100 bagian, *carbon black* 10 bagian, asam stearat 5 bagian dan tin stabilizer 1 bagian.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1996, Dewan Standardisasi Nasional, SNI 19-4377-1996 "Plastik Polietilena untuk Mengemas".
- Brydson, J.A., 1970, *Plastics Materials*, Butter Worth and Co, Ltd, London.
- Davis and Davis Sims, 1983, *Wheatering of Polymers*, Applied Science Publishers, London and New York.
- Fisher, E.G., 1976, *Extrusion of Plastics*, Plastics Rubber Institute, London, pp 310 – 316.
- Howell, T. A., Stevenson, D.S., Aljibury, F.K., Grithin, P.A., Wu, I. P., Warrick, A.W. and Roats, P.A.C., 1983, Design and Operation of trickle (drip) System. In *Design and Operation of Form Irrigation System* (M.F. Jensen, ed), Manager 3, pp 663 – 717.
- Katz, H.S., Milewski, J.V., 1978, *Hand book of Fillers and Reinforcements for Plastics*, Van Nostrand Reinhold Company, London, pp 47 – 52..
- Levy, S., 1977, *Plastics Product Design Engineering Hand Book*, Van Nostrand Reinhold, New York, pp 43 – 58.
- Phene, C. J. and Phene , R.C., 1987, Drip Irrigation Systems and Managemen, *Extension Bulletin No. 244*, PVC 1 – 24, January.
- Samuel, S., Oloesky., 1964, *Hand Book of Reinforced Plastics*, Van Nostrand Reinhold Co., New York.