

STUDI PERANAN ANTI ULTRAVIOLET KOMPOSIT BERBASIS POLIMER LDPE DAN EVA SEBAGAI PLASTIK PERTANIAN

Sudirman^{*}, Aloma Karo Karo^{*}, Teguh Yulius S.P.P.^{*}, Anik S.^{**}, dan Isnii M.^{**}

^{*} Pusat Penelitian dan Pengembangan Ilmu Pengetahuan dan
Teknologi Bahan - BATAN

^{**} Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Isotop dan Radiasi - BATAN

ABSTRAK

STUDI PERANAN ANTI ULTRAVIOLET PADA KOMPOSIT BERBASIS POLIMER LDPE DAN EVA SEBAGAI PLASTIK PERTANIAN. Penambahan anti ultraviolet berupa *chimmassorb* dan *tinuvin* ke dalam pembuatan komposit berbasis polimer LDPE (*low density polyethylene*) atau EVA (*ethyl vinyl acetate*) sebagai plastik pertanian telah dilakukan. Dalam proses pembuatan dilakukan dengan metode blending dengan cara melakukan pencampuran polimer LDPE atau EVA pada suhu 180 °C selama 7 menit di dalam laboplastomil dengan penambahan *chimmassorb* atau *tinuvin* dengan komposisi 5%, 8%, 11% dan 14 % berat. Selanjutnya dilakukan penjemuran selama 60 hari dan karakterisasi meliputi sifat mekanik dan strukturmikro sebelum dan sesudah penjemuran. Matriks komposit berupa LDPE lebih tahan terhadap ultraviolet daripada EVA. Komposisi anti ultraviolet terbaik adalah yang mengandung 11 % berat *chimmassorb* lebih baik dari pada sampel dengan aditif *tinuvin*. Akibat penjemuran sampai 60 hari ternyata sifat mekanik komposit berbasis LDPE dan EVA mengalami penurunan. Kekuatan tarik menurun sebesar 0,07% dan 23,98%, kekuatan luluh menurun sebesar 3,08% dan 3,9% dan perpanjangan putus masing-masing sebesar 17,08% dan 13,95%.

Kata kunci : polimer LDPE, EVA, *chimmassorb*, *tinuvin*, plastik pertanian

ABSTRACT

STUDY ON THE ROLE OF ANTI-ULTRAVIOLET IN LDPE AND EVA POLYMER BASED COMPOSITE AS AGRICULTURAL PLASTIC. The addition of *chimmassorb* and *tinuvin* as anti-ultraviolet in the synthesise of LDPE (*low density polyethylene*) or EVA (*ethyl vinyl acetate*) polymer based composite as agricultural plastic had been done. The process was carried out by blending method. LDPE and EVA were mixed at 180°C for 7 minutes within laboplastomil, then *chimmassorb* or *tinuvin* was added and the concentration was varied as 5 wt%, 8 wt%, 11 wt% and 14 wt%. The materials resulted were then exposed to sun for 60 days and

were subjected to characterization of mechanical properties, thermal behavior and microstructure of each sample, before and after exposing. The optimum composition of anti-ultraviolet was that contains 11 wt% of chimmasorb better than that added with tinuvin. The effect of exposing for 60 days showed on the decreased mechanical properties of the LDPE and EVA based composite. The tensile strength was decreased by 0.07% and 23.98, the yield strength was decreased 3.08% and 3.9%, and elongation at break was decreased 17.08% and 13.95% respectively.

Key words : LDPE polymer, EVA, chimmasorb, tinuvin, agricultural plastic

PENDAHULUAN

Sekarang ini kemajuan suatu negara dapat diukur dengan parameter jumlah konsumsi plastik per kapita. Negara-negara maju seperti Amerika Utara dan Eropa, konsumsi plastiknya mencapai 80 kg/kapita. Malaysia telah mengkonsumsi 45 kg/kapita, sementara konsumsi plastik Indonesia baru mencapai 7 kg/kapita. [1]

Di negara-negara maju seperti Amerika Utara dan Eropa, plastik telah digunakan sebagai rumah kaca (*greenhouse*). Rumah kaca dipakai untuk bercocok tanam guna melindungi tanaman. Tanaman yang biasa di tanam di dalam rumah kaca berupa tanaman palawija seperti tomat, cabe dan bawang. Kaca digunakan untuk melindungi barisan tanaman dan memperpanjang musim panen. Sifat kelenturan kaca kurang baik dibandingkan dengan plastik tetapi kaca cukup kuat untuk melindungi dari panas. [2].

Polimer polivinil klorida (PVC) dan polietilen mulai dipakai sebagai pengganti kaca. Walaupun PVC mampu menahan sinar infra merah dan lebih baik dari polietilen, tetapi polietilen lebih sering dipakai karena PVC tidak ramah lingkungan. Selain itu polietilen lebih tahan terhadap sinar matahari karena adanya ikatan rangkap. Dari kelenturan dan asal produksinya (petrokimia), maka *ethyl vinyl acetate* (EVA) menjadi polimer alternatif sebagai pengganti plastik pertanian. [3,4,5,6]

Dalam pembuatan plastik untuk pertanian, plastik dibuat dari bahan plastik *low density polyethylene* (LDPE) atau EVA dengan aditif anti ultraviolet (*chimmasorb*

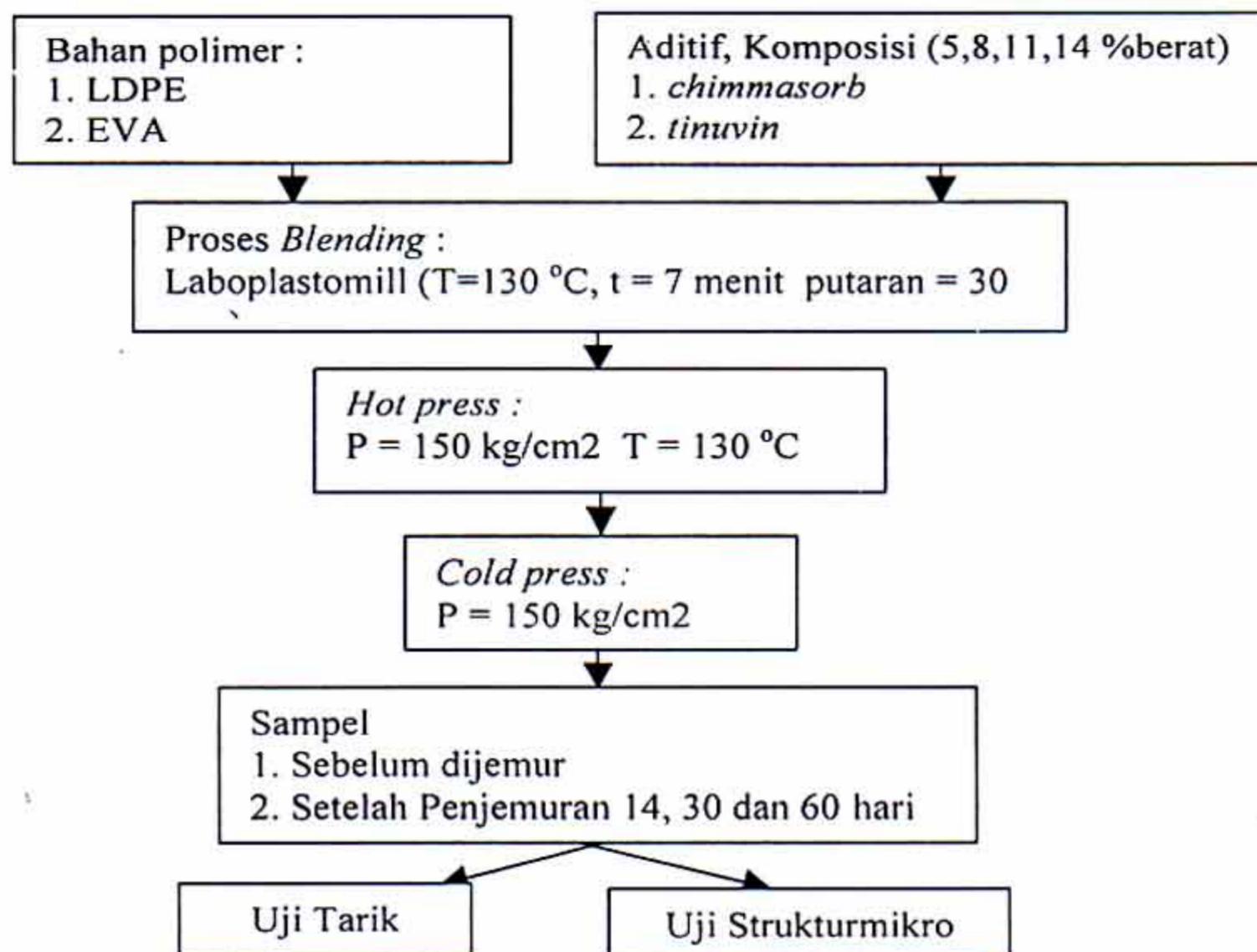
dan *tinuvin*). Kedua jenis aditif yang ditambahkan diharapkan mempunyai peranan penting dalam perbaikan sifat mekanik dari plastik sehingga tahan terhadap sinar matahari. Semakin besar konsentrasi aditif yang ditambahkan, maka akan semakin tahan terhadap ultraviolet sinar matahari, tetapi dibatasi oleh sifat *binder* (kompatibilitas) dari LDPE dan EVA sebagai matriks.

Hasil penelitian ini, diharapkan dapat mengurangi ketergantungan bahan plastik dari negara lain sekaligus menghemat devisa negara, mengingat sampai sekarang plastik untuk pertanian dalam pengadaannya masih diimpor.

TATA KERJA

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah polimer LDPE dan EVA dalam bentuk butiran. Aditif yang ditambahkan dalam bentuk serbuk berupa *tinuvin* dan *chimmisorb*. Peralatan yang digunakan meliputi alat *blending*, alat *press film*, mesin uji tarik, dan SEM. Polimer LDPE atau EVA ditambahi aditif anti ultraviolet berupa *chimmisorb* atau *tinuvin* dengan variasi penambahan aditif sebesar 0%, 5%, 11% dan 14% berat. Metode yang digunakan adalah *blending*, dalam proses pencampuran di dalam laboplastomil pada suhu operasi 130 °C selama 7 menit dan kecepatan putar sebesar 30 rpm. Bahan plastik hasil pencampuran ditekan untuk mendapatkan bahan plastik dalam bentuk lembaran dengan metode *hot press* pada suhu 130 °C dengan beban 150 kg/cm², kemudian didinginkan dengan metode *cold press* dalam media pendingin air. Plastik yang telah ditambahi aditif selanjutnya diperiksa untuk mendapatkan sifat mekanik dan struktur mikro pada waktu penjemuran 0, 14, 30 dan 60 hari.

Adapun alur penelitian diperlihatkan pada Gambar 1 sebagai berikut :



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Untuk pengujian sifat mekanik, bahan plastik yang telah ditambahi aditif, dibuat lembaran dengan metode *hot press* dan *cold press*, selanjutnya dilakukan karakterisasi sifat mekanik meliputi kekuatan tarik, kekuatan luluh dan perpanjangan putus. Sebelum dilakukan karakterisasi sifat mekanik, bahan plastik dibuat dalam bentuk *dumbbell* sesuai standar ASTM D1822. Peralatan uji tarik Toyoseiki di Laboratorium Proses Industri, P3TIR-BATAN, dengan kecepatan tarik (*cross head speed*) sebesar 50 mm/menit, kecepatan kertas grafik (*chart speed*) sebesar 20 mm/menit.

Pengujian struktur mikro dilakukan dengan menggunakan alat *scanning electron microscope* (SEM) di Laboratorium SEM, Bidang Bahan Industri; P3IB-

BATAN. Langkah pertama, dilakukan persiapan sampel dengan cara memotong benda uji dalam keadaan getas (dicelupkan ke dalam nitrogen cair) sehingga diperoleh bentuk permukaan yang mewakili. Permukaan benda uji tersebut kemudian dilapisi (*coating*) dengan logam emas agar bersifat konduktif. Selanjutnya dimasukkan ke dalam wadah (*chamber*). Dari monitor dapat diamati dan dilihat bentuk permukaannya. Daerah benda uji yang paling mewakili dipilih kemudian diperbesar 1.500 kali, setelah itu dilakukan pencetakan foto struktur mikro benda uji tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada umumnya apabila serat dicampur dengan matriks polimer (plastik) akan diperoleh komposit yang di dalamnya tidak terjadi interaksi antara kedua bahan tersebut, sehingga serat hanya sebagai pengisi (*filler*). Untuk bahan pengisi (*filler*) berbentuk serbuk maka kemungkinan akan terjadi interaksi antara serbuk dan matriks polimer. Dalam penelitian ini digunakan aditif, baik *chimmisorb* maupun *tinuvin* dalam bentuk serbuk sehingga diharapkan akan terjadi interaksi di antara kedua bahan tersebut.

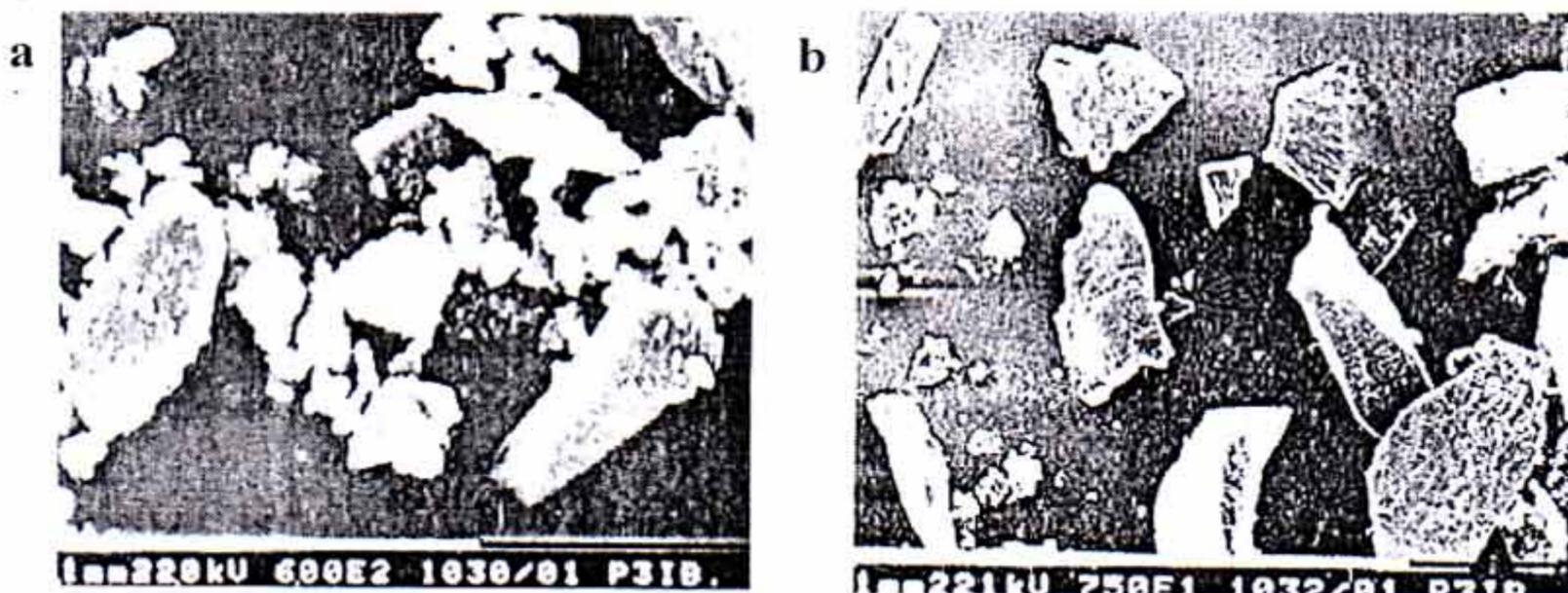
Hasil pengukuran sifat mekanik terhadap bahan plastik berbentuk LDPE dengan bahan aditif *chimmisorb* dan *tinuvin* diperlihatkan pada Tabel 1. Untuk bahan plastik EVA dengan bahan aditif *chimmisorb* dan *tinuvin*, sifat mekanik ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 1. Sifat Mekanik Bahan Plastik LDPE Sebelum Penjemuran

Sifat Mekanik	Kandungan <i>Chimmisorb</i> (%)					Kandungan <i>Tinuvin</i> (%)				
	0	5	8	11	14	0	5	8	11	14
Kekuatan tarik (kg/cm ²)	15,57	14,87	14,15	12,51	12,81	15,57	13,81	11,79	13,18	11,32
Kekuatan luluh (kg/cm ²)	10,31	10,23	9,93	10,10	10,27	10,31	10,27	9,96	10,29	10,06
Perpanjangan putus (%)	585	566	583	515	533	585	507	467	473	440

Kekuatan tarik dari LDPE mengalami penurunan dengan adanya penambahan aditif anti ultraviolet baik aditif *chimasorb* maupun *tinuvin*. Besarnya penurunan kekuatan tarik dari LDPE sesuai dengan penambahan kandungan aditif didalamnya (Tabel 1). Hal ini disebabkan aditif berfungsi sebagai pengisi (*filler*) dari rantai molekul polimer LDPE sehingga tidak ada ikatan yang terjadi antara molekul aditif dengan molekul polimer LDPE. Makin besar konsentrasi aditif maka semakin kecil jumlah molekul polimer LDPE, akibatnya sifat mekanik (kekuatan tarik, kekuatan luluh dan perpanjangan putus) juga mengalami penurunan.

Penurunan sifat mekanik pada bahan plastik dengan aditif *tinuvin* lebih besar dibandingkan dengan *chimmisorb* pada konsentrasi yang sama, karena bentuk dan sebaran *tinuvin* yang kurang baik dibandingkan dengan *chimmisorb*, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2 di bawah ini :



Gambar 2. Bentuk dan sebaran aditif *chimmisorb* (a) dan aditif *tinuvin* (b)

Oleh sebab itu bahan plastik LDPE dengan 5% *chimmisorb* mempunyai harga kekuatan tarik lebih besar dari pada plastik LDPE dengan 8% *chimmisorb*. Hal yang sama juga berlaku untuk aditif *tinuvin*, tetapi pada konsentrasi 11% *chimmisorb* dan 14% *tinuvin* harga kekuatan tarik naik. Hal ini disebabkan homogenitas yang kurang baik pada kedua bahan plastik tersebut sehingga penyebaran aditif kurang merata di

atas permukaan bahan plastik. Begitu juga untuk bahan plastik LDPE dengan 11% *tinuvin* dan 14% *tinuvin* mengalami penyimpangan pada harga kekuatan luluhnya.

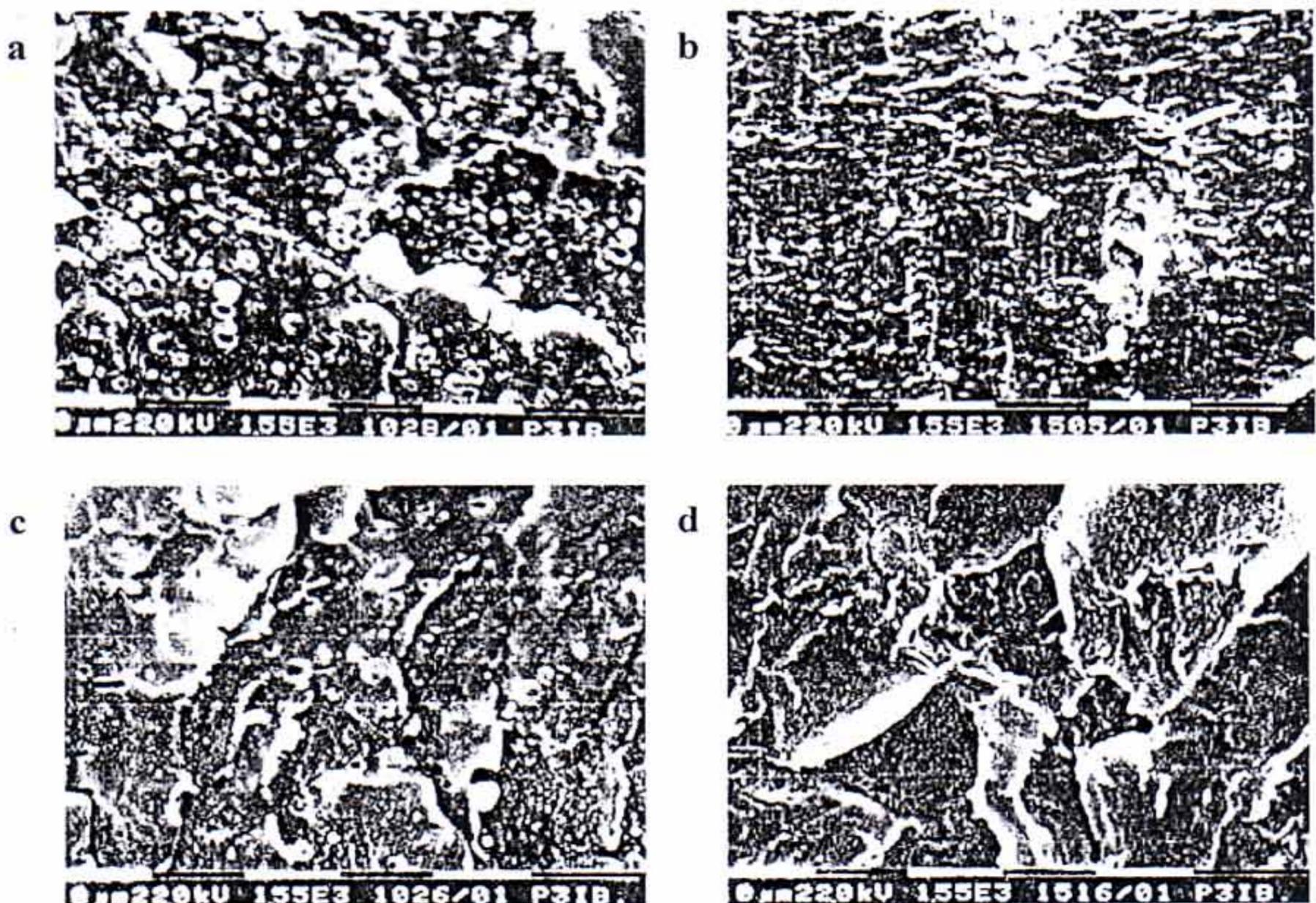
Untuk sifat mekanik dengan matriks EVA didapatkan hal yang sama seperti tersebut di atas, kecuali terjadi penyimpangan yang disebabkan oleh kehomogenitasan sebaran aditif di dalam polimer sebagai matriks. Penyimpangan terjadi kekuatan tarik pada bahan plastik EVA dengan konsentrasi *chimmisorb* sebesar 11% dan *tinuvin* sebesar 8% dan 14%. Untuk kekuatan luluh terjadi pada bahan plastik EVA dengan aditif *chimmisorb* sebesar 8% dan 14% serta konsentrasi *tinuvin* sebesar 8% dan 11%. Begitu juga untuk perpanjangan putus terjadi pada konsentrasi *tinuvin* sebesar 8% dan 11% tetapi untuk aditif *chimmisorb* tidak terjadi penyimpangan, artinya semakin banyak kandungan *chimmisorb* maka perpanjangan putus bahan plastik EVA semakin turun (Tabel 2). Homogenitas sebaran aditif di dalam polimer sebagai matriks, ditunjukkan dengan hasil pengamatan struktur mikro dengan SEM diperlihatkan pada Gambar 3.

Tabel 2. Sifat Mekanik Bahan Plastik EVA Sebelum Penjemuran

Sifat Mekanik	Kandungan <i>Chimmisorb</i> (%)					Kandungan <i>Tinuvin</i> (%)				
	0	5	8	11	14	0	5	8	11	14
Kekuatan tarik (kg/cm ²)	19,42	20,06	18,6	19,52	17,55	19,42	19,48	20,02	16,87	17,62
Kekuatan luluh (kg/cm ²)	4,96	4,17	4,18	3,79	4,12	4,96	4,59	4,62	4,70	4,43
Perpanjangan putus (%)	860	793	763	737	690	860	765	773	750	770

Akibat penjemuran di udara terbuka terhadap sifat mekanik bahan plastik akan diperoleh bahan plastik yang mengalami degradasi, yang ditandai dengan menurunnya sifat mekanik, atau terjadi sebaliknya yaitu terjadi ikat silang yang mengakibatkan sifat mekanik mengalami kenaikan. Hasil yang diperoleh dengan mengamati struktur mikro diperlihatkan oleh Gambar 3 tersebut di atas. Pada bahan plastik yang sama yaitu

LDPE, menunjukkan bahwa interaksi antara matriks LDPE dengan aditif *chimmasorb* lebih kompak dibandingkan dengan aditif *tinuvin* (Gambar 3a dan 3c). Oleh sebab itu efek sinar ultraviolet dari sinar matahari terhadap bahan plastik LDPE berbeda dengan aditif yang berlainan antara *chimmasorb* dengan *tinuvin*, setelah penjemuran selama 60 hari bahan plastik LDPE dengan aditif *chimmasorb* lebih tahan dibandingkan dengan aditif *tinuvin*, seperti ditunjukkan Gambar 3b dan 3d. Hal ini juga diperkuat dengan hasil pengukuran sifat mekanik (kekuatan tarik, kekuatan luluh dan perpanjangan putus) yang diperlihatkan pada Tabel 3, 4 dan 5.



Gambar 3. Struktur mikro bahan plastik LDPE sebelum penjemuran dengan 11% *tinuvin* (a) dan setelah penjemuran selama 60 hari (b); dengan 11% *chimmasorb* sebelum penjemuran (c) dan setelah penjemuran selama 60 hari (d)

Hasil pengukuran sifat mekanik yang meliputi kekuatan tarik, kekuatan luluh dan perpanjangan putus dari bahan plastik LDPE akibat penjemuran ditunjukkan pada Tabel 3, 4 dan 5.

Tabel 3. Kekuatan Tarik (kg/cm^2) Bahan Plastik LDPE Setelah Penjemuran

Waktu Penjemuran (Hari)	Kandungan <i>Chimmasorb</i> (%)				Kandungan <i>Tinuvin</i> (%)			
	5	8	11	14	5	8	11	14
0	12,68							
14	12,36	13,59	12,80	14,55	11,75	11,22	12,03	9,15
30	11,51	12,18	11,93	12,31	11,92	10,21	11,27	9,15
60	12,64	9,78	12,50	11,88	10,36	9,77	10,02	8,85

Tabel 4. Kekuatan Luluh (kg/cm^2) Bahan Plastik LDPE Setelah Penjemuran

Waktu Penjemuran (Hari)	Kandungan <i>Chimmasorb</i> (%)				Kandungan <i>Tinuvin</i> (%)			
	5	8	11	14	5	8	11	14
0	9,20							
14	9,93	9,92	9,97	11,92	9,93	9,53	10,26	10,46
30	9,31	9,98	11,44	10,32	9,85	10,79	10,47	10,46
60	9,98	9,80	9,78	10,18	9,64	10,77	10,69	10,58

Tabel 5. Perpanjangan Putus (%) Bahan Plastik LDPE Setelah Penjemuran

Waktu Penjemuran (Hari)	Kandungan <i>Chimmasorb</i> (%)				Kandungan <i>Tinuvin</i> (%)			
	5	8	11	14	5	8	11	14
0	535							
14	500	555	557	583	540	577	510	300
30	517	557	552	525	563	542	496	300
60	590	470	603	550	525	413	407	265

Tabel 6, 7 dan 8 memperlihatkan hasil pengukuran sifat mekanik yang meliputi kekuatan tarik, kekuatan luluh dan perpanjangan putus dari bahan plastik EVA akibat penjemuran.

Tabel 6. Kekuatan Tarik (kg/cm^2) Bahan Plastik EVA Setelah Penjemuran

Waktu Penjemuran (Hari)	Kandungan <i>Chimmasorb</i> (%)				Kandungan <i>Tinuvin</i> (%)			
	5	8	11	14	5	8	11	14
0	16,27							
14	17,00	16,19	14,13	15,84	17,06	17,11	16,19	15,54
30	17,30	18,12	19,49	17,25	17,22	16,39	17,12	15,89
60	20,98	20,45	20,60	17,54	16,53	18,00	17,72	17,39

Tabel 7. Kekuatan Luluh (kg/cm^2) Bahan Plastik EVA Setelah Penjemuran

Waktu Penjemuran (Hari)	Kandungan <i>Chimmasorb</i> (%)				Kandungan <i>Tinuvin</i> (%)			
	5	8	11	14	5	8	11	14
0	4,42							
14	3,94	4,45	3,99	4,17	4,31	4,35	4,27	4,83
30	4,74	9,23	4,47	4,85	4,92	4,73	4,86	4,68
60	4,33	4,82	4,56	5,04	4,51	4,15	4,75	4,85

Tabel 8. Perpanjangan Putus (%) Bahan Plastik EVA Setelah Penjemuran

Waktu Penjemuran (Hari)	Kandungan <i>Chimmasorb</i> (%)				Kandungan <i>Tinuvin</i> (%)			
	5	8	11	14	5	8	11	14
0	650							
14	663	670	605	687	703	710	677	655
30	902	760	863	903	775	810	883	900
60	720	827	697	820	787	825	833	845

Bila dibandingkan kedua matriks antara LDPE dan EVA, akibat penjemuran yang menyebabkan terjadinya degradasi oleh ultraviolet dari sinar matahari maka bahan plastik LDPE lebih tahan dibandingkan dengan bahan plastik EVA. Hal ini disebabkan molekul LDPE mempunyai ikatan rangkap yang dapat menetralkan akibat degradasi dari ultraviolet sinar matahari. Dari hasil perhitungan untuk waktu penjemuran 60 hari, harga kekuatan tarik untuk plastik LDPE sebesar 12,87% dan

plastik EVA sebesar 22,5%. Begitu juga untuk kekuatan luluh masing-masing bahan plastik LDPE dan EVA sebesar 10,74% dan 12,02%. Hal yang sama juga terjadi pada perpanjangan putus sebesar 8,55% untuk LDPE dan 24,42% untuk EVA. Artinya bahan plastik pertanian berbasis LDPE lebih tahan terhadap sinar ultraviolet dari sinar matahari.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Secara umum, aditif yang ditambahkan ke dalam matriks polimer menyebabkan terjadinya penurunan sifat mekanik (kekuatan tarik, kekuatan luluh dan perpanjangan putus), tetapi membuat bahan plastik mempunyai ketahanan terhadap sinar ultraviolet dari sinar matahari.
2. Pada aplikasinya sebagai plastik pertanian, ditinjau dari persen penurunan (degradasi) terhadap sinar matahari, maka LDPE lebih tahan dibandingkan dengan EVA, karena pada 60 hari penjemuran persen penurunan sifat mekanik dari LDPE lebih kecil dibandingkan dengan EVA. Sifat mekanik bahan plastik berbasis LDPE dan EVA mengalami penurunan masing-masing sebesar 0,07% dan 23,98% (kekuatan tarik), serta kekuatan luluh sebesar 3,08% dan 3,9%. Perpanjangan putus juga menurun sebesar 17,08% dan 13,95%.
3. Hasil pengamatan struktur mikro dengan SEM memperlihatkan bahwa plastik berbasis LDPE dengan aditif *chimmisorb* lebih baik dibandingkan dengan aditif *tinuvin*.
4. Sifat mekanik terbaik (tahan terhadap sinar ultraviolet dari sinar matahari) diperoleh pada plastik LDPE dan EVA yang diberi aditif baik *chimmisorb* maupun *tinuvin* sebesar 11 % berat.