

PENGARUH IRGANOK 245 TERHADAP KRISTALINITAS DAN KESTABILAN MEKANIK POLIPADUAN POLIPROPILEN-NATURAL RUBBER

Mashuri¹, Kristiawan Setia H¹, Darminto¹, Aloma K. K.² dan Sudirman²

¹Jurusan Fisika, FMIPA-ITS

Kampus ITS Keputih Sukolilo Surabaya, 60111

²Pusat Teknologi Bahan Industri Nuklir (PTBIN)-BATAN

Kawasan Puspiptek, Serpong 15314, Tangerang

ABSTRAK

PENGARUH IRGANOK 245 TERHADAP KRISTALINITAS DAN KESTABILAN MEKANIK POLIPADUAN POLIPROPILEN-NATURAL RUBBER. Telah dilakukan studi pengaruh irganok 245 terhadap kristalinitas dan kestabilan kekuatan tarik polipaduan polipropilen (PP)-*Natural Rubber* (NR) yang mengalami penjemuran selama 12 minggu di alam terbuka. Untuk mengamati peran anti oksidan dalam menghambat terjadinya reaksi oksidasi pada polipaduan PP-NR (4:1) digunakan Irganok 245 dengan konsentrasi 4 % vol, 6 % vol, 8 % vol dan 10 % vol. Polipaduan dibuat dengan metode *blending* pada suhu 170 °C dengan rotasi 30 rpm selama 10 menit. Hasil penelitian menunjukkan irganok 245 sebagai anti oksidan tidak berpengaruh terhadap tingkat kekompakan (misibilitas) polipaduan PP-NR dan termasuk jenis *immiscible blends*. Konsentrasi optimal irganok 245 sebagai anti oksidan yang berperan menghambat reaksi oksidasi pada polipaduan PP-NR yang mengalami penjemuran selama 12 minggu di alam terbuka sebesar 8 % vol. Polipaduan PP-NR-irganok 245 8 % mengalami penurunan *tensile strength* sebesar 6 % dan peningkatan *elongation at break* sebesar 50 % dalam penjemuran selama 8 minggu sedangkan hingga penjemuran 12 minggu terjadi penurunan yang drastis. Kestabilan kekuatan tarik polipaduan PP-NR menjadi lebih baik dengan adanya Irganok 245 sebesar 8 % vol yang ditandai dengan lambat terbentuknya cacat garis, cacat bidang dan cacat ruang serta penurunan kristalinitas yang hanya 9 % pasca penjemuran selama 12 minggu.

Kata kunci : Polipaduan, Anti oksidan, Irganok 245, *Tensile strength*, *Elongation at break*

ABSTRACT

THE INFLUENCE OF IRGANOX 245 ON CRISTALLINITY AND MECHANICS STABILITY OF POLYPROPYLENE-NATURAL RUBBER POLYBLEND. The influence of irganox 245 on cristallinity and mechanics stability of polyethylene (PP)-Natural Rubber (NR) polyblends exposure by sunlight for 12 weeks has been studied. For optimalization of antioxidant function to reduce oxidation in PP-NR (4:1) polyblends irganox 245 with variation concentration of 4%, 6%, 8% and 10 % vol were added. Polyblends was made by blending method at 170 °C for 10 minutes with form an 30 rpm. The result showed that irganox 245 could not increasing adhesion at the interface between PP-NR, so PP-NR still immiscible blends. The optimal concentrations of irganox 245 as antioxidant on PP-NR polyblends is 8 % vol. PP-NR-irganox 245 8 % vol have decreasing tensile strength up to 6 % and increasing elongation at break up to 50% in exposed by sunlight at long time 8 weeks but for 12 weeks tensile strength and elongation at break very weaks. Cristallinity and mechanics stability of PP-NR-irganox 245 8 % vol better than PP-NR polyblends, it is showed by slowly defects and decreasing cristallinity up to 9 % for exposure 12 weeks.

Key words : Polyblends, Antioxidant, Irganox 245, Tensile strength, Elongation at break

PENDAHULUAN

Polipaduan merupakan perpaduan antara beberapa polimer yang mempunyai jenis dan sifat yang berbeda, serta sifat akhir polipaduan yang berbeda dengan sifat polimer penyusunnya. Sifatnya yang dapat dikendalikan selama proses pembuatan dengan cara memilih bahan polimer penyusun polipaduan dan

parameter sintesis, membuat bahan polipaduan ini banyak dipilih dan dikembangkan sebagai bahan alternatif untuk berbagai keperluan seperti keperluan konstruksi dan rekayasa bahan pada bidang komunikasi ataupun pertanian [1]. Polipaduan tersusun dari bahan polimer sebagai matrik dan polimer dengan jenis yang

berbeda sebagai pengisi, yang dicampurkan ke dalam matrik. Sifat akhir bahan polipaduan yang dihasilkan sangat bergantung pada karakteristik polimer pengisi meliputi konsentrasi dan jenis, dan sifat adesi antar muka matrik-pengisi yang menentukan kompatibilitas polipaduan serta tingkat penyebaran polimer pengisi dalam matrik. Sejauh ini telah dilakukan beberapa penelitian bahan polipaduan yang mengkaji sifat mekanik [2,3], sifat kompatibilitas polipaduan [5] serta sifat termal [3,6].

Dalam penelitian yang mengkaji tingkat kekompakan (*miscible*) dari polipaduan telah dilakukan eksperimen pada polipaduan polikarbonat (PC)-Akrilonitril Butadiene Styrene (ABS), polivinil klorida (PVC)-Akrilonitril Butadiene Styrene (ABS), poliamida (PA)-Akrilonitril Butadiene Styrene (ABS), polivinil klorida (PVC)-polietilen (PE). Hasil penelitian menunjukkan bahwa polipaduan PC-ABS, PA-ABS dan PVC-PE termasuk jenis polipaduan tak kompak (*immiscible blends*), sedangkan PVC-ABS termasuk polipaduan jenis kompak (*miscible blends*). Dalam penelitian yang mengkaji sifat tarik dari polipaduan telah dilakukan eksperimen pengukuran kebergantungan tegangan luluh, kekuatan tarik dan regangan patah serta modulus elastik pada konsentrasi bahan pengisi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa polimer pengisi berperan dalam menurunkan tegangan luluh, kekuatan tarik dan regangan patah tetapi meningkatkan modulus elastik [5,12].

Sementara itu pada polipaduan jenis kompak (*miscible blends*) polimer pengisi lebih mampu meningkatkan kekuatan tarik dan regangan patah dibanding dengan polipaduan jenis tak kompak (*immiscible blends*), hal ini dikarenakan pada saat mendapatkan beban tarikan terjadi sobekan awal (*craze*) pada antar muka polimer matriks pengisi pada polipaduan jenis tak kompak.

Untuk meningkatkan sifat tarik dari bahan polipaduan, terdapat beberapa cara yang dapat dilakukan seperti menumbuhkan rantai ikat silang dengan *agent* ikat silang (*crosslink agent*), meningkatkan daya kekompakan matriks pengisi dengan menambahkan bahan pengompak (*compactibilizer*), dan meningkatkan penyebaran polimer pengisi dengan menggunakan *agent* pendispersi fasa padat (*SPD, Solid Phase Dispersant*).

Pada penelitian pengaruh rantai ikat silang terhadap sifat kuat tarik polietilen (PE), rantai ikat silang dapat meningkatkan kekuatan tarik dan regangan patah dan suhu leleh. Hal ini disebabkan bentuk tiga dimensi rantai ikat silang lebih mampu mereduksi beban tarikan dari luar. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan perbaikan sifat mekanik dari polipaduan PE (polietilen)-PVC (polivinil klorida) dengan menggunakan cara mensinergikan bahan pengompak (*compactibilizer*) dan penumbuh rantai ikat silang (*crosslink agent*) dan hasilnya sifat kuat tarik polipaduan

tersebut meningkat. Hal ini terjadi karena polimer matriks sebagai tempat pengumpulan tegangan mampu mereduksi tegangan serta adesi antar muka matriks-pengisi lebih dapat terbentuk dengan baik.

Polipaduan PP (polipropilen)-NR (*Natural Rubber*) termasuk jenis polipaduan tak kompak, tingkat sebaran NR sebagai pengisi masih kurang homogen dan gaya ikat permukaan kontak fasa matriks-pengisi kurang terbentuk dengan sempurna sehingga menimbulkan titik-titik lemah yang mendegradasikan sifat mekanik secara keseluruhan [2,4]. Polipaduan PP-NR mempunyai sifat transparansi terhadap sinar dan mempunyai kemampuan mulur putus yang lebih baik. Salah satu aplikasinya digunakan dibidang teknologi pertanian, contohnya sebagai plastik penutup lahan ketika dilakukan penanaman lombok atau melon. Degradasi sifat mekanik bahan polipaduan saat diaplikasikan di lapangan disebabkan oleh serangan sinar *ultra violet* dan reaksi oksidasi dengan udara luar [6,7, 9], di samping itu sifat ketidakkompakan polimer matriks dengan polimer yang dipadukan juga merupakan potensi terjadinya degradasi sifat mekanik polipaduan dengan cepat [8,10,11].

Pada makalah ini dilaporkan hasil penelitian pengendalian kecepatan degradasi sifat mekanik bahan polipaduan polipropilena (PP)-*Natural Rubber* (NR) yang diakibatkan oleh serangan reaksi oksidasi, pengendalian yang dilakukan dengan menghambat terjadinya reaksi oksidasi. Upaya tersebut dilakukan dengan menambahkan bahan aditif antioksidan pada polipaduan yaitu irganok 245.

Perilaku sifat mekanik akhir yang dihasilkan dari proses sintesis suatu bahan polipaduan sangat bergantung pada karakteristik bahan polimer matriks, bahan polimer pengisi, keadaan antar muka matriks-pengisi, tingkat distribusi polimer pengisi dalam matriks, konsentrasi polimer pengisi (*filler*) serta proses pembuatan dan pemberian bahan aditif. Hal ini terutama pada bahan polipaduan jenis tak kompak (*immiscible blends*) seperti polipaduan PP-NR. Untuk mengkaji permasalahan tersebut pada makalah ini dititik beratkan hasil penelitian pengaruh konsentrasi NR sebagai fasa *filler* dan konsentrasi irganok 245 sebagai antioksidan terhadap kestabilan sifat kekuatan tarik polipaduan pasca penjemuran dalam rentang waktu 12 minggu di ruang terbuka. Sebagai bahasan pendukung adanya kestabilan kekuatan tarik polipaduan, cacat yang terjadi dan sifat *immiscible blends* yang dimiliki polipaduan PP-NR dilaporkan hasil kajian morfologi dan kristalinitas

METODE PERCOBAAN

Bahan

Polipropilena (PP) berbentuk butiran bening dengan MFI 4 g/10 menit, suhu leleh 170 °C, densitas 0,896 g/cm³, produksi PT Tri Polyta Indonesia Tbk, sebagai bahan matriks.

Natural Rubber (NR) berbentuk lembaran dengan suhu leleh 130 °C, densitas 0,792 g/cm³, dari lateks pohon karet Kalimantan, sebagai bahan pengisi (*filler*). Irganok 245 berbentuk serbuk putih dengan densitas 0,480 g/cm³, sebagai bahan antioksidan.

Pembuatan dan Pengujian Sampel

Sampel yang dibuat terdiri dari 2 (dua) macam yaitu *pertama*, polipaduan PP-NR tanpa antioksidan dengan variasi NR 20 % vol. dan *kedua* polipaduan PP-NR (4 : 1) dengan anti oksidan yang divariasikan 4 % vol, 6 % vol, 8 % vol dan 10 % vol. Komposisi masing-masing sampel ditimbang dengan neraca timbang digital merk Precisa 3000 D Swiss Quality kapasitas 3 kg, kemudian dimasukkan ke dalam alat Rheologi 30 rpm kapasitas 60 gram untuk diproses *blending* pada suhu 176 °C dalam waktu 10 menit dengan rotasi *blending* 30 rpm (proses ini dilakukan di Dinas Pengendalian Mutu Petrokimia-DPMP PT Pertamina Pulogadung). Tahap berikutnya hasil proses *blending* dimasukkan ke alat cetak tekan panas (*hot press*) dengan pembebanan 500 kg/cm² selama 3 menit dan dipindahkan ke dalam alat cetak dingin (*cold press*) dengan pembebanan hingga 16 ton dalam waktu 3 menit hingga diperoleh bentuk sampel berupa film tipis dengan ketebalan 1 mm, menggunakan alat Hidrolik Press merk Toyoseiki Jepang. Untuk sampel kedua dilakukan penjemuran di alam terbuka dengan rentang waktu 1 minggu, 2 minggu, 4 minggu, 8 minggu dan 12 minggu yang dilakukan di Surabaya tanpa mengalami hujan. Selanjutnya semua sampel dilakukan pengujian kekuatan tarik dengan mengacu standar ASTM D 1822-L menggunakan alat uji tarik *Strograph* R1 Toyoseiki Jepang yang dilengkapi *recorder* U-228 merk Pantos Jepang, dan sampel dilakukan pengujian stuktur mikro menggunakan alat *Scanning Electron Microscope (SEM)*, type 515 Philips dan *Coating Taab SEM S 500 Coating Unit* serta pengujian derajat kristalinitas dengan menggunakan *X-Ray Diffractometry*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kristalinitas dan Morfologi Polipaduan Polipropilen-Natural Rubber-Irganok 245

Kristalinitas merupakan angka yang menggambarkan kandungan fasa kristalin dari suatu bahan. Bahan polipaduan PP-NR seperti pada bahan polimer termasuk jenis semikristalin. Fasa kristalin menentukan sifat fisis mekanik yang dimiliki bahan. Apabila bahan mengalami perlakuan eksternal yang menyebabkan terjadinya perubahan fasa kristalin maka sifat fisis bahan tersebut akan mengalami perubahan [1].

Kristalinitas bahan dapat diamati dengan melakukan pengujian struktur kristal menggunakan alat

XRD. Untuk menghitung derajat kristalinitas dari difraktogram hasil pengujian dapat dilakukan dengan beberapa metode, salah satunya adalah metode standar dalam (*internal standart*) [4]. Penghitungan nilai derajat kristalinitas dengan metode standar dalam menggunakan rumus sebagai berikut :

$$X = \left(1 - \frac{S_{amorf}}{S_{total}} \right) \dots\dots\dots (1)$$

dengan $S_{amorf} = \sum [I_{amorf}(2\theta).I(2\theta_0)].\Delta 2\theta$ dan

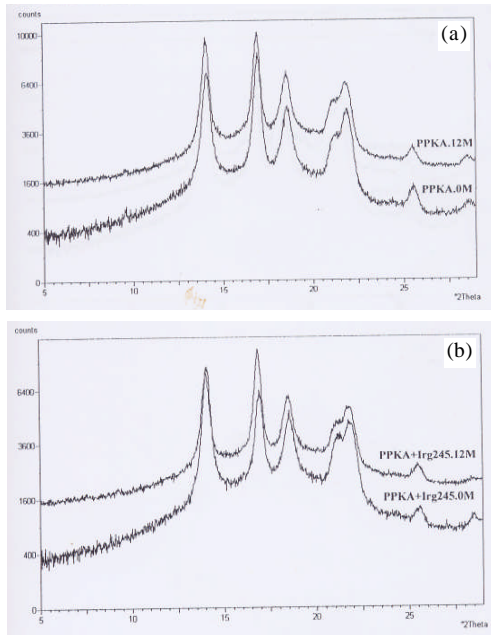
$$S_{total} = \sum [I(2\theta)].\Delta 2\theta$$

Difraktogram dari hasil uji menggunakan XRD bahan polipaduan PP-NR dan PP-NR-irganok 245 8 % vol sebelum dan sesudah mengalami penjemuran selama 12 minggu ditunjukkan pada Gambar 1. Untuk mengetahui pengaruh pemberian antioksidan irganok 245 terhadap struktur kristal polipaduan yang mengalami perlakuan penjemuran di alam terbuka (di bawah sinar matahari) dapat diketahui dengan menghitung nilai derajat kristalinitas dari difraktogram polipaduan PP-NR dan PP-NR-irganok 245 8 % vol. Hasil penghitungan dengan metode standar dalam ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Derajat kristalinitas polipaduan PP-NR

No	Polipaduan	Derajat Kristalinitas	
		Penjemuran 0 minggu	Penjemuran 12 minggu
1	PP-NR(20 %)	26,65799	13,71367
2	PP-NR(20 %)-Irganok245 8 % vol	25,62014	16,10079

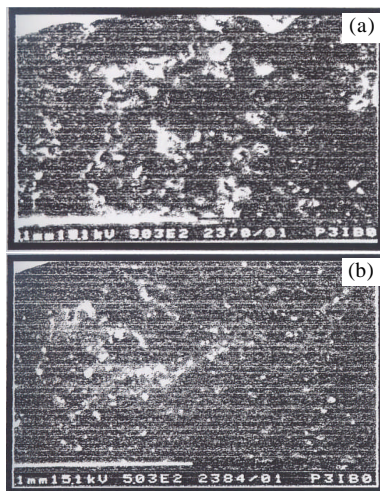
Gambar 1 memperlihatkan penurunan fasa kristalin yang diikuti peningkatan fasa *amorphous*, ini sesuai hasil perhitungan dengan Persamaan (1) seperti pada Tabel 1, terlihat bahwa polipaduan PP-NR(20 % vol) mempunyai nilai derajat kristalinitas yang lebih tinggi dibanding dengan PP-NR(20 % vol)-irganok 245 8 % vol. Pemberian irganok sebagai bahan antioksidan menyebabkan struktur kristalinitas polipaduan berkurang akan tetapi pada saat polipaduan mengalami perlakuan penjemuran selama 12 minggu dapat menghambat penurunan derajat kristalinitas bahan. Ini menunjukkan serangan oksidasi dan suhu matahari yang terjadi dapat menyebabkan pemutusan rantai-rantai dalam molekul polimer paduan sehingga ketidakteraturan struktur kristal menurun dapat diminimalkan dengan cara menghambat laju pemutusan rantai-rantai polipaduan oleh irganok. Fenomena penghambatan terjadinya perubahan kristalinitas oleh irganok dapat dilihat dengan membandingkan penurunan derajat kristalinitas polipaduan PP-NR pada penjemuran 12 minggu sebesar 13% sedangkan polipaduan PP-NR-irganok 245 8 % vol sebesar 9% terhadap derajat kristalinitas polipaduan yang tidak



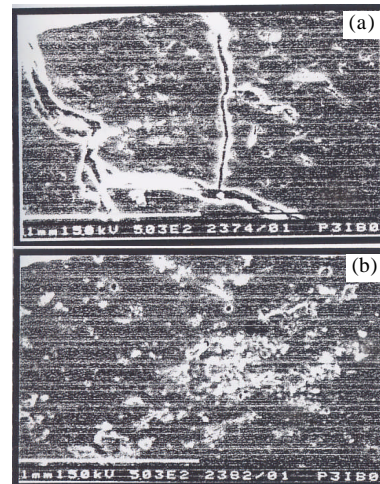
Gambar 1. Difraktogram pasca penjemuran 0 minggu dan 12 minggu, (a). Polipaduan PP-NR, (b). Polipaduan PP-NR-irganok 245 8 % vol.

mengalami penjemuran. Namun penurunan kristalinitas oleh irganok 245 lebih besar dibanding dengan irganok 1076 pada polipaduan yang sama [4].

Perubahan fasa kristalin bahan polipaduan PP-NR dan PP-NR-irganok 245 8% vol sebelum mengalami penjemuran di ruang terbuka juga diperlihatkan oleh morfologi dari kedua polipaduan tersebut. Morfologi hasil pemotretan dengan SEM menunjukkan bahwa polipaduan ini termasuk jenis polipaduan tak kompak (*immiscible blends*). Hal ini seperti yang diperlihatkan Gambar 2, di mana fasa NR terlihat tidak kompak dengan fasa PP serta fasa NR butirannya kasar dalam fasa matriks. Keberadaan irganok 245 sebagai anti oksidan membantu memperkecil ukuran NR sehingga meningkatkan sebaran NR dalam PP.



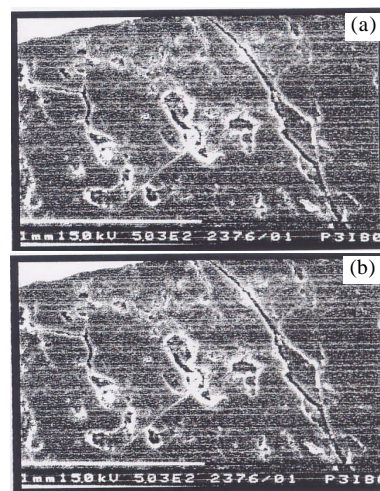
Gambar 2. Morfologi pasca penjemuran 0 minggu, (a). Polipaduan PP-NR, (b). polipaduan PP-NR-irganok 245 8 % vol



Gambar 3. Morfologi pasca penjemuran 8 minggu, (a). Polipaduan PP-NR, (b). polipaduan PP-NR-irganok 245 8 % vol.

Efek yang diakibatkan oleh waktu penjemuran terhadap struktur polipaduan dengan dan tanpa bahan anti oksidan 245 ditunjukkan Gambar 3 dan Gambar 4. Morfologi pada Gambar 3 menunjukkan penurunan kualitas yang lebih cepat dialami oleh polipaduan PP-NR dibanding PP-NR-irganok 245. Fenomena kerusakan tersebut digambarkan oleh mulai terjadinya lubang-lubang yang membentuk bercak merata yang diteruskan berupa cacat-cacat garis pada polipaduan PP-NR yang telah mengalami penjemuran selama 8 minggu. Untuk masa penjemuran 12 minggu, morfologi memperlihatkan terbentuknya cacat bidang yang merupakan hasil pertumbuhan dari cacat garis yang mulai terbentuk pada penjemuran 8 minggu di samping masih terbentuknya cacat titik berupa lubang-lubang kecil di bagian lain dari polipaduan.

Keberadaan irganok 245 sebagai antioksidan memperlihatkan fungsinya untuk menghambat terjadinya oksidasi yang bersifat destruktif pada



Gambar 4. Morfologi pasca penjemuran 12 minggu, (a). Polipaduan PP-NR, (b). polipaduan PP-NR-irganok 245 8 % vol.

polipaduan. Hal ini ditunjukkan Gambar 3 (b) dan Gambar 4 (b), dimana perkembangan cacat titik menjadi cacat garis, cacat bidang dan cacat ruang tidak terjadi dengan kapasitas lebih besar dibanding dengan polipaduan tanpa antioksidan irganok 245. Cacat yang terjadi pada permukaan polipaduan salah satunya disebabkan oleh oksidasi lingkungan di mana ini menyebabkan terbentuknya radikal bebas. Radikal bebas ini mempengaruhi berat molekul rata-rata dan memicu pembentukan gugus yang tidak lengkap dan jika terjadi terus menerus mengakibatkan kerapuhan dan sifat mekanik lain dari polipaduan.

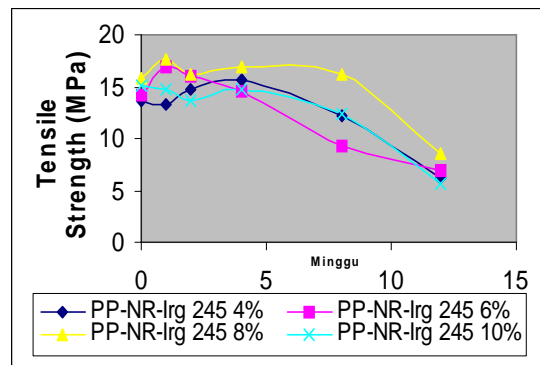
Kestabilan Mekanik Polipaduan Polipropilena-Natural Rubber-Irganok 245

Polipropilen termasuk jenis polimer termoplastik bersifat *reversible*, titik leleh tinggi, densitas rendah, transparan, tahan terhadap air yang tinggi, tahan terhadap bahan kimia, kemampuan mulur putus relatif rendah, tidak tahan terhadap serangan pereaksi oksidasi terutama hidrokarbon dan klorinasi. Bahan *Natural Rubber* mempunyai kemampuan luluh, kekuatan tarik rendah dan kemampuan mulur putus tinggi serta bersifat lebih mampu mulur ketika mengalami pemanasan dengan sedikit belerang (vulkanisasi).

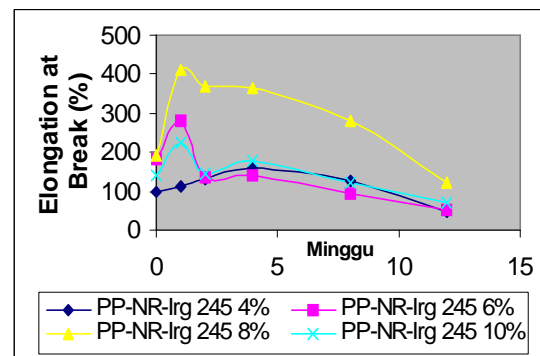
Salah satu aplikasi PP pada bidang pertanian di mana sering diaplikasikan di ruang terbuka dengan pengaruh sinar matahari yang berlangsung secara periodik dalam jangka waktu lama seperti pemanfaatan pada penanaman lombok atau melon, ketika mendapatkan penyinaran matahari (di alam terbuka) akan mudah mengalami degradasi mekanik yang disebabkan oleh putusannya rantai-rantai polimernya karena proses oksidasi. Polipaduan PP-NR diharapkan memperbaiki keelastisitasan bahan dalam bentuk polipaduan dengan sedikit mengurangi transparansinya. Serangan destruktif oleh oksidasi dapat diminimalisasi dengan menambahkan anti oksidan pada polipaduan [6,9,10]. Salah satu antioksidan adalah irganok 245.

Peran irganok 245 sebagai antioksidan pada sifat kekuatan tarik polipaduan PP-NR yang mengalami perlakuan penjemuran di alam terbuka dengan rentang waktu 0 minggu, 1 minggu, 2 minggu, 4 minggu, 8 minggu dan 12 minggu dapat dilihat pada nilai *tensile strength* dan *elongation at break* pada Gambar 5 dan Gambar 6. Nilai *tensile strength* polipaduan PP-NR semakin meningkat dengan meningkatnya konsentrasi irganok 245 hingga mencapai optimum pada konsentrasi 8 %vol. Nilai *tensile strength* bahan polipaduanPP-NR menurun seiring lama waktu penjemuran hal ini sesuai dengan penurunan nilai kristalinitas dan perubahan morfologi yang ditunjukkan dengan terbentuknya cacat titik, cacat garis, cacat bidang dan cacat ruang.

Peran irganok 245 sebagai antioksidan dalam menghambat terjadinya degradasi *tensile strength* bahan polipaduan terlihat paling optimum pada konsentrasi



Gambar 5. Tensile strength polipaduan PP-NR-irganok 245 pasca penjemuran.



Gambar 6. Elongation at break polipaduan PP-NR-irganok 245 pasca penjemuran.

irganok 245 sebesar 8 %vol, hal ini ditunjukkan nilai penurunan yang hanya sekitar kurang dari 6 %, paling kecil dibanding dengan konsentrasi irganok 245 4 %vol, 6 %vol dan 10 %vol. Fenomena ini disebabkan pada konsentrasi 4% dan 6% irganok 245, mulai minggu ke 8 keberadaannya mulai habis sehingga peran penghambat oksidasi tidak maksimal dan sifat imkompatibel polipaduan lebih berperan dalam menentukan sifat kekuatan tarik bahan. Untuk nilai konsentrasi 10% irganok 245, justru melewati batasan optimal dan menimbulkan banyak radikal bebas yang memicu terjadinya degradasi gaya ikat kontak permukaan fasa matriks dan *filler*.

Elongation at break merupakan angka yang menunjukkan kemampuan mulur bahan dalam menahan beban tarikan hingga putus. Nilai *elongation at break* polipaduan PP-NR-irganok 245 8 %vol menunjukkan meningkat dengan meningkatnya konsentrasi irganok, ini disebabkan oleh terbentuknya rantai ikat silang pada matriks PP yang disebabkan oleh pemanasan pada proses pembuatan yang mulai terlindungi dari proses terjadinya oksidasi. Optimalisasi peran penghambat oksidasi ditunjukkan irganok 245 pada konsentrasi 8% dimana nilai *tensile strength* dan *elongation at break* polipaduan mengalami peningkatan dan menunjukkan kestabilan sifat kekuatan tarik dari polipaduan PP-NR. Fenomena mekanik ini digambarkan dengan tidak terjadinya penurunan yang drastis atau signifikan dari *elongation at break* bahan polipaduan PP-NR hingga penjemuran

selama 8 minggu dan untuk penjemuran 12 minggu kemampuan mulur putus bahan menurun drastis.

Ini terjadi karena serangan oksidasi dari lingkungan yang sudah tidak dapat direduksi oleh irganok 245 sehingga terbentuknya radikal-radikal bebas yang banyak.

Degradasi kestabilan sifat kekuatan tarik polipaduan PP-NR yang salah satu faktor penyebabnya adalah terjadinya oksidasi dengan lingkungan. Upaya meminimalkan kelemahan mekanik tersebut dilakukan dengan menghambat proses reaksi oksidasi yang dilakukan dengan menambahkan bahan antioksidan. Fenomena fisis yaitu degradasi kekuatan tarik dan peran irganok 245 sebagai penghambat oksidasi pada polipaduan PP-NR sesuai dengan perubahan kristalinitas dan morfologi dari bahan polipaduan yang diakibatkan oleh penjemuran dan adanya antioksidan seperti yang ditunjukkan Gambar 1, Gambar 2, Gambar 3 dan Gambar 4.

Peran irganok 245 sebagai penghambat reaksi oksidasi pada polipaduan PP-NR yang optimal pada konsentrasi 8 % vol. Fenomena inilah yang mendukung adanya keterhambatan proses reaksi oksidasi dengan lingkungan berlangsung dengan baik yang dilakukan irganok 245 sehingga karakteristik kekuatan tarik polipaduan PP-NR lebih stabil dalam jangka waktu pemakaian hingga minggu ke 8 di ruang terbuka di bawah pengaruh sinar matahari.

KESIMPULAN

Dari hasil percobaan yang dilakukan, diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Irganok 245 sebagai antioksidan tidak berpengaruh terhadap perbaikan ikatan antar muka fasa NR dalam PP sehingga kekompakan PP dan NR dalam struktur polipaduan tidak berubah,
2. Konsentrasi irganok 245 dalam polipaduan PP-NR paling optimum dalam memperlambat terjadinya penurunan kristalinitas dan kualitas morfologi polipaduan sebesar 8 % vol,
3. Degradasi kekuatan tarik polipaduan PP-NR oleh serangan oksidasi pada penjemuran di ruang terbuka dapat diminimalkan dengan peran irganok 245 sebagai antioksidan sesuai dengan tidak signifikannya penurunan nilai *tensile strength* dan *elongation at break* polipaduan hingga penjemuran selama 8 minggu,
4. Sifat mekanik polipaduan PP-NR-irganok 245 8 % vol mengalami degradasi yang lebih cepat pada penjemuran 12 minggu.

DAFTAR ACUAN

- [1]. CALLISTER, *Materials Science and Engineering, An Introduction*, John Wiley & Sons, New York, (1985)

- [2]. MASHURI, ANA MARINI, SUDIRMAN, *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, Fisika FMIPA ITS, **1** (2) (2005)
- [3]. MERI SUHARTINI, MARGA UTAMA, M. SUMARTI, S. SUSILOWATI, T. PUSPITASARI, D. LISTINA dan MARSONGKO, *Studi Sifat fisik, Mekanik dan Termal Terhadap Campuran Kopolimer Karet Alam Stiren Dan Polietilena (LDPE)*, Penelitian dan Pengembangan Aplikasi Isotop, (1999)
- [4]. MASHURI, *Jurnal Fisika dan Aplikasinya*, Fisika FMIPAITS, **1** (3) (2005)
- [5]. E. KROEZE, G. TEN BRINKE and G. HADZIOANNOU, *Polymer*, **38** (2) (1997)
- [6]. CHRISTOPHER, M.H and HO, C.T, *Natural Antioxidant*, AOCS, Ohio, (1985)
- [7]. DZIEZAK, J.D, *Antioxidant, the Ultimate Answer Oxidation*, 3th Ed. John Wiley & Sons, Inc, New York, (1982)
- [8]. CHENGZHI CHUAI, KRISTOFFER ALMDAL, JORGEN LYGAAE JORGENSEN, *Journal of Applied Polymer Science*, **91** 609-620
- [9]. RABEK, J.F, *Photodegradation of Polymer*, Springer Verlag, New York, (1996)
- [10]. SCOTT G, *Development in Polymer Stabilization*, Applied Science Publisher, London, (1979)
- [11]. SUPAWAN TANTAYANON, SUKUNYA JUIKHAM, *Journal of Applied Polymer Science*, **91** (2004) 510-515
- [12]. VALDIR MANO, MARIA ELISA SCARPELLI RIBEIRO E SILVA, NICCOLETTA BARBANI, PAOLO GIUSTI, *Journal of Applied Polymer Science*, **91** (2004) 501-505