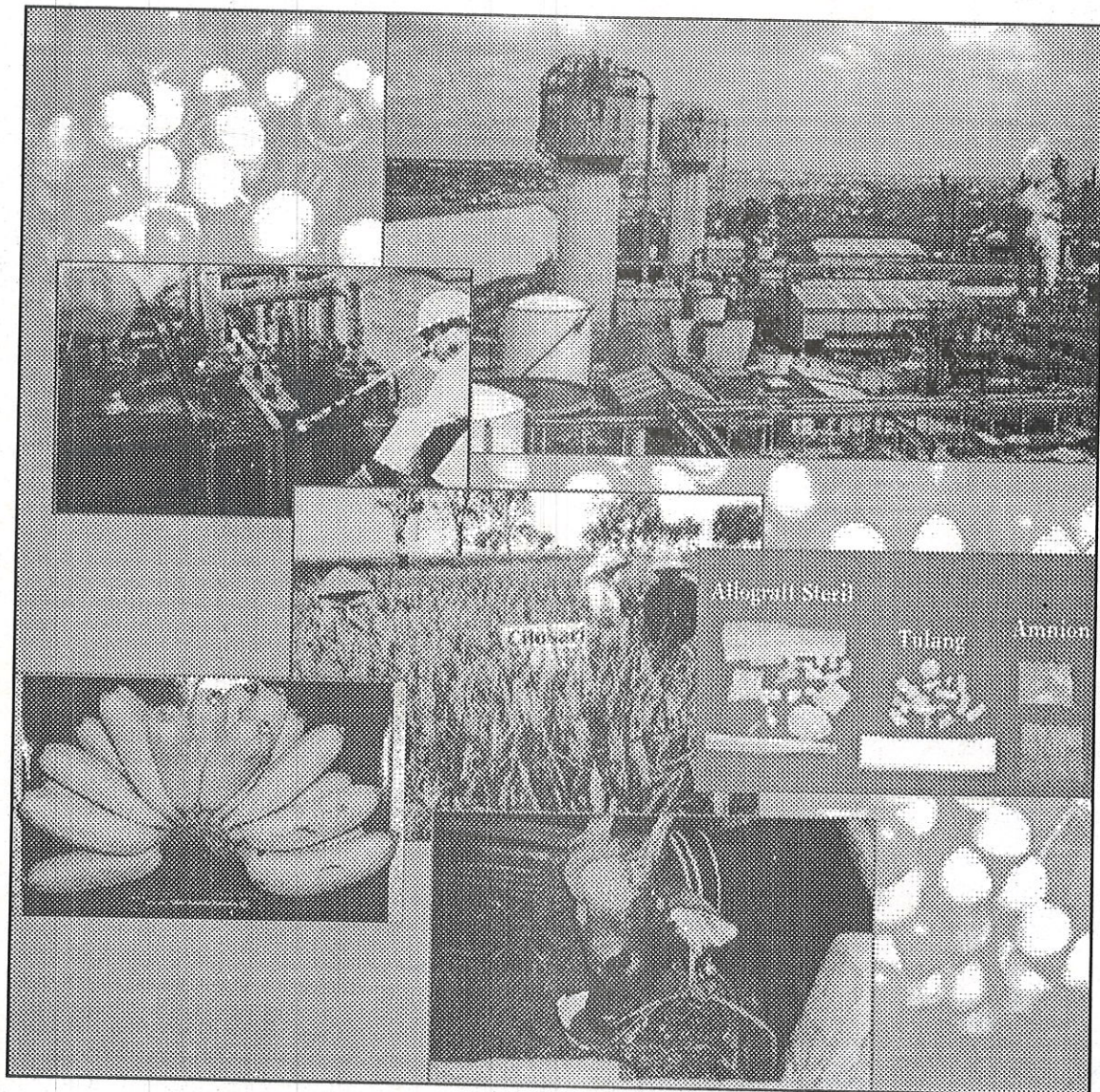


RISALAH PERTEMUAN ILMIAH PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI



**Industri, Lingkungan, Kesehatan,
Pertanian dan Peternakan**



**BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL
PUSLITBANG TEKNOLOGI ISOTOP DAN RADIASI
JAKARTA, 2002**

ISBN 979-82708-9-0

RISALAH PERTEMUAN ILMIAH RENETIAN DAN PENGEMBANGAN APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI



Industri, Lingkungan, Kesehatan,
Pertanian dan Peternakan

BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL
PUSITBANG TEKNOLOGI ISOTOP DAN RADIASI
JAKARTA, 2002



**RISALAH PERTEMUAN ILMIAH
PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN
APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI**

2 0 0 1

Jakarta, 6 - 7 Nopember 2001

Industri, Lingkungan, Kesehatan,
Pertanian dan Peternakan



**BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL
PUSLITBANG TEKNOLOGI ISOTOP DAN RADIASI**

RISALAH PERTEMUAN ILMIAH
PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN
APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI

2001

Jakarta, 6 - 7 Nopember 2001

Industri, Lingkungan, Kesehatan,
Pertanian dan Peternakan



BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL
PUSITBANG TEKNOLOGI ISOTOP DAN RADIASI

Penyunting :

1. Dra. Nazly Hilmy, Ph.D, APU
2. Dr. Ir. Moch. Ismachin, APU
3. Dr. F. Suhadi, APU
4. Ir. Elsje L. Pattiradjawane, MS, APU
5. Dr. Singgih Sutrisno, APU
6. Marga Utama, B.Sc, APU
7. Ir. Wandowo
8. Dr. Made Sumatra, MS, APU
9. Dr. Mugiono, APU
10. Drs. Edih Suwadji, APU
11. Dr. Sofjan Yatim
12. Dr. Ishak, M.Sc. M.ID, APU
13. Dr. Nelly D. Leswara
14. Dr. Ir. Komaruddin Idris

P3TIR - BATAN
P3TIR - BATAN
P3TIR - BATAN
P3TIR - BATAN
P3TIR - BATAN
P3TIR - BATAN
P3TIR - BATAN
P3TIR - BATAN
P3TIR - BATAN
P3TIR - BATAN
P3TIR - BATAN
P3TIR - BATAN
P3TIR - BATAN
Universitas Indonesia
Institut Pertanian Bogor

PERTEMUAN ILMIAH PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN APLIKASI
ISOTOP DAN RADIASI (2002 : JAKARTA), Risalah pertemuan ilmiah penelitian
dan pengembangan aplikasi isotop dan radiasi, Jakarta, 6 - 7 Nopember 2001 /
Penyunting, Nazly Hilmy ... (et al) -- Jakarta : Badan Tenaga Nuklir Nasional, Pusat
Penelitian dan Pengembangan Teknologi Isotop dan Radiasi, 2002.
1 jil.; 30 cm

Isi jil. 1. Industri, Lingkungan, Kesehatan, Pertanian dan Peternakan

ISBN 979-95709-8-0

1. Isotop - Seminar I. Judul II. Nazly Hilmy

541.388

Alamat : Puslitbang Teknologi Isotop dan Radiasi
Jl. Cinere Pasar Jumat
Kotak Pos 7002 JKSKL
Jakarta 12070

Telp. : 021-7690709

Fax. : 021-7691607; 7513270

E-mail : p3tir@batan.go.id; sroji@batan.go.id

Home page : <http://www.batan.go.id/p3tir>

DAFTAR ISI

Pengantar	i
Daftar Isi	iii
Laporan Ketua Panitia Pertemuan Ilmiah	vii
Sambutan Kepala Badan Tenaga Nuklir Nasional	ix
 MAKALAH UNDANGAN	
Strategi Pengembangan Sumber Daya Manusia untuk Pemberdayaan Usaha Kecil Menengah PROF. Dr. ERIYATNO (Deputi SDM - BPSD KUKM)	1
Role of Isotopes and Radiation for Industrial Development and Advance Materials Dr. TADAO SEGUCHI (TRCRE, JAERI)	5
Strategi Pengembangan Industri Nasional Memasuki Abad Ke-21 Dirjen Industrial Kimia, Agro dan Hutan Industri	9
 MAKALAH PESERTA	
Penyelidikan tingkat kebocoran bendungan Jatiluhur dengan pendekatan isotop alam dan hidro-kimia PASTON SIDAURUK, INDROJONO, DJIONO, EVA RISTA RISTIN, SATRIO, dan ALIP	25
Penyelidikan daerah imbuh air tanah Bekasi dengan teknik hidroisotop SYAFALNI, M. SRI SAENI, SATRIO, dan DJIJONO	33
Indikasi erosi di daerah perkebunan teh - gunung mas - Puncak - Jawa Barat menggunakan isotop alam ^{137}Cs NITA SUHARTINI, BAROKAH ALIYANTA, dan ALI ARMAN LUBIS	43
Penentuan konsentrasi ^{226}Ra dalam air minum dan perkiraan dosis interna dari beberapa lokasi di Jawa dan Sumatera SUTARMAN, MARZAINI NAREH, TUTIK INDIYATI, dan MASRUR	49
Daerah resapan air tanah cekungan Jakarta WANDOWO, ZAINAL ABIDIN, ALIP, dan DJIJONO	57
Radioaktivitas lingkungan pantai Makassar : Pemantauan unsur torium dan plutonium dalam sedimen permukaan A. NOOR, N. KASIM, Y.T. HANDAYANI, MAMING, MERLIYANI, dan O. KABI	65
Metode perunut untuk menganalisis sifat aliran air dalam jaringan pipa SUGIHARTO, PUGUH MARTYASA, INDROJONO, HARIJONO, dan KUSHARTONO..	69
Penentuan nilai $\delta^{34}\text{S}$ dalam pupuk dan aplikasinya untuk menentukan sumber sulfur pada air tanah kampung Loji Krawang E. RISTIN PUJI INDIYATI, ZAINAL ABIDIN, JUNE MELLAWATI, PASTON SIDAURUK, dan NENENG L.R.,	75
Pembuatan komposit campuran serbuk kayu - poliester - serat sabut kelapa untuk papan partikel SUGIARTO DANU, DARSONO, PADMONO, dan ANGESTI BETTY	81
Kombinasi pelapisan permukaan kayu lapis Meranti (<i>Shorea spp</i>) dengan metode konvensional dan radiasi Ultra Violet DARSONO, dan SUGIARTO DANU	89

Studi kopolimerisasi radiasi stirena ke dalam film karet alam (Pengaruh dosis iradiasi dan kadar monomer) SUDRAJAT ISKANDAR, ISNI MARLIYANTI, dan MADE SUMARTI K.	95
Pengaruh pencucian dan pemanasan terhadap sifat fisik mekanik barang celup dari lateks alam iradiasi MADE SUMARTI K., MARGA UTAMA, dan DEVI LISTINA	103
Studi distribusi waktu tinggal pada proses pencampuran kontinu dengan model bejana berderet SUGIHARTO, INDROJONO, KUSHARTONO, dan IGA WIDAGDA	109
Studi radiasi latar belakang sinar Gamma di laboratorium Sedimentologi, P3TIR, BATAN dengan spektrometri Gamma ALI ARMAN LUBIS, BAROKAH ALIYANTA, dan DARMAN	117
Penentuan Uranium dan Thorium sedimen laut dengan metode aktif dan pasif ALI ARMAN LUBIS, dan JUNE MELLAWATI.....	125
Deteksi virus hepatitis B (VHB) dalam serum darah dengan teknik PCR (<i>Polymerase Chain Reaction</i>) LINA, M.R., DADANG S., dan SUHADI, F.,	131
Pendahuluan pembuatan Kit Ria mikroalbuminuria untuk pemeriksaan albuminuria SUKIYATI D.J., SITI DARWATI, GINA M., DJOHARLY, TRININGSIH, dan SULAIMAN.....	137
Ekstraksi Uranium dari limbah cair artifisial dengan teknik membran cair aliran kontinu RUSDIANASARI, dan BUCHARI	143
Meningkatkan akurasi probabilitas pancaran sinar Gamma energi 165.9 keV untuk ^{139}Ba dengan peralatan koinsiden $4\pi\beta\text{-}\gamma$ NADA MARNADA, dan GATOT WURDIYANTO	149
Efek demineralisasi dan iradiasi gamma terhadap kandungan Kalsium dan kekerasan tulang <i>Bovine</i> liofilisasi B. ABBAS, F. ANAS, S. SADJIRUN, P. ZAKARIA, dan N. HILMY	155
<i>Rejection study of cancelous allograft in emergency orthopaedic operation</i> MENKHER MANJAS, and NAZLY HILMY	161
<i>Experience of using amniotic membrane after circumcision</i> MENKHER MANJAS, ISMAL, and DODY EFMANSYAH	165
<i>Using amniotic membrane as wound covering after cesarean section operation</i> MENKHER M., and HELFIAL HELMI	169
Efek <i>Glutathione</i> terhadap daya tahan khamir <i>Schizosaccharomyces pombe</i> yang diiradiasi dalam N_2 , N_2O , dan O_2 NIKKHAM	173
Radiolisis pati larut sebagai senyawa model polisakarida. I. Efek pelarut dan laju dosis iradiasi YANTI S. SOEBIANTO, SITI MEILANI S., dan DIAH WIDOWATI.....	181
Pengaruh iradiasi gamma terhadap derajat kekuningan (<i>Yellowness Index</i>) dan sifat mekanik plastik pengemas makanan RINDI P. TANHINDARTO, dan DIAN I.	191
Metode analisis unsur dengan spektrometri <i>total reflection x-ray fluorescence</i> YULIZON MENRY, ALI ARMAN LUBIS, dan PETER WOBRAUSCHEK	205

Pembentukan galur tanaman kacang tanah yang toleran terhadap Aluminium melalui kultur <i>in vitro</i> ALI HUSNI, I. MARISKA, M. KOSMIATIN, ISMIATUN, dan S. HUTAMI	215
Pembentukan kalus dan <i>spot</i> hijau dari kultur Antera galur mutan cabai keriting (<i>Capsicum annuum</i> L.) secara <i>in vitro</i> AZRI KUSUMA DEWI, dan ITA DWIMAHYANI	221
Peningkatan toleransi terhadap Alumunium dan pH rendah pada tanaman kedelai melalui kultur <i>in vitro</i> IKA MARISKA, SRI HUTAMI, dan MIA KOSMIATIN	225
Efek radiasi sinar gamma dosis rendah pada pertumbuhan kultur jaringan tanaman ciplukan (<i>Pysalis angulata</i> L.) ROSMIARTY A. WAHID	235
Pengujian galur mutan Sorghum generasi M4 terhadap kekeringan di Gunung Kidul SOERANTO, H., CARKUM, SIHONO, dan PARNO	241
Evaluasi penampilan fenotip dan stabilitas beberapa galur mutan kacang hijau di beberapa lokasi percobaan RIYANTI SUMANGGONO, dan SOERANTO HUMAN	247
Penggunaan pupuk hayati fosfat alam untuk meningkatkan produksi tanaman jagung di lahan kering HAVID RASJID, J. WEMAY, E.L. SISWORO, dan W.H. SISWORO	255
Pertumbuhan dan produksi kacang hijau pada kondisi ketersediaan air terbatas THOMAS	261
Peningkatan keragaman sifat agronomi tanaman melati <i>Jasminum sambac</i> (L.) W. Ait dengan teknik mutasi buatan LILIK HARSANTI, dan MUGIONO	273
Pengaruh sumber eksplan dan <i>Thidiazuron</i> dalam media terhadap regenerasi eksplan mutan nilam (<i>Pogostemon cablin</i> Benth.) ISMIYATI SUTARTO, MASRIZAL, dan YULIASTI	281
Kombinasi bahan organik dan pupuk N inorganik untuk meningkatkan hasil dan serapan N padi gogo IDAWATI, dan HARYANTO	287
Kuantifikasi transformasi internal ^{15}N untuk memprediksi daya suplai Nitrogen pada lahan paska deforestasi I.P. HANDAYANI, P. PRAWITO, dan E.L. SISWORO	295
Pengaruh fosfat alam dan pupuk kandang terhadap efisiensi pemupukan P pada oxisol Sumatera Barat JOKO PURNOMO, KOMARUDDIN IDRIS, SUWARNO, dan ELSJE L. SISWORO	305
Studi kandungan unsur mikro pada UMMB sebagai suplemen pakan ternak ruminansia FIRSONI, YULIZON MENRY, dan BINTARA HER SASANGKA	313
Penggunaan suplemen pakan dan pemanfaatan teknik <i>radioimmunoassay</i> (RIA) untuk meningkatkan efisiensi Inseminasi Buatan (IB) TOTTI TJIPTOSUMIRAT, DADANG SUPANDI, dan FIRSONI	319
Pembuatan antibodi pada kelinci yang diimunisasi dengan <i>Brucella abortus</i> SUHARNI SADI	325

Pengaruh dosis inokulasi <i>Trypanosoma evansi</i> terhadap gambaran darah hewan inang mencit M. ARIFIN	333
Penentuan dosis iradiasi pada <i>Fasciola gigantica</i> (cacing hati) yang memberi perlindungan pada kambing B.J. TUASIKAL, M. ARIFIN, dan TARMIZI	337
Pengalihan jenis kelamin ikan nila gift (<i>Oreochromis niloticus</i>) dengan pemberian hormon testosteron alami ADRIA P.M. HASIBUAN, dan JENNY M. UMAR	345
Pengamatan klinis dan serologis pada domba pasca vaksinasi L-3 iradiasi cacing <i>Haemonchus contortus</i> dalam uji skala lapangan SUKARJI PARTODIHARDJO, dan ENUH RAHARJO	349
Pengaruh iradiasi terhadap cemaran bakteri pada udang windu (<i>Penaeus monodon</i>) HARSOJO, DIDI ROHADI, LYDIA ANDINI S., dan ROSALINA S.H.	355
Kondisi optimal untuk penentuan radioaktivitas serangga hama bertanda P-32 dengan menggunakan pencacah sintilasi cair YARIANTO S., BUDI SUSILO, dan S. SUTRISNO	361
Kemandulan terinduksi radiasi pada hama kapas <i>Helicoverpa armigera</i> Hubner (Lepidoptera : Noctuidae) dan kemandulan yang diturunkan pada generasi F1 SUHARYONO, dan S. SUTRISNO	367
Pengembangan parasitasi <i>Biosteres</i> sp pada larva <i>Bactrocera carambolae</i> (DREW & HANCOCK) sebagai komplementer teknik serangga mandul DARMAWI SIKUMBANG, INDAH A. NASUTION, M. INDARWATMI, dan ACHMAD N. KUSWADI	373
Pengaruh iradiasi gamma terhadap Thiamin & Riboflavin pada ikan tuna (<i>T. thynnus</i>) dan salem (<i>Onchorhynchus gorboscha</i>) segar RINDY P. TANHINDARTO, FOX, J.B., LAKRITZ, L., dan THAYER, D.W.	379
Budidaya ikan Nila gift yang diberi pakan pelet kelapa sawit YENNI M.U., dan ADRIA P.M.	385
Sintesis hidrogel kopoli (2-hidroksi etil metakrilat/N-vinil pirrolidon) dengan iradiasi gamma dan imobilisasi ametrin ERIZAL	389

PENGARUH IRADIASI GAMMA TERHADAP DERAJAT KEKUNINGAN (YELLOWNESS INDEX) DAN SIFAT MEKANIK PLASTIK PENGEMAS MAKANAN

Rindy P. Tanhindarto^{*)} dan Dian I^{*)}.

^{*)} Puslitbang Teknologi Isotop dan Radiasi, BATAN

ABSTRAK

PENGARUH IRADIASI GAMMA TERHADAP DERAJAT KEKUNINGAN (YELLOWNESS INDEX) DAN SIFAT MEKANIK PLASTIK PENGEMAS MAKANAN. Telah dilakukan penelitian derajat kekuningan dan sifat mekanik pada plastik bahan pengemas makanan akibat iradiasi gamma. Sampel diperoleh dari salah satu perusahaan pengemas. Ada tiga jenis sampel pengemas plastik yang digunakan pada percobaan yaitu kopolimer poliakrilonitril, *biaxially oriented* polipropilen laminasi PVdC dan rigid poli vinil klorida. Sampel diiradiasi pada suhu kamar dengan sinar gamma pada dosis 0 sampai 100 kGy. Derajat kekuningan sampel plastik diukur menggunakan alat chromameter dengan sistem notasi warna Hunter L a b, sedang sifat mekanik diukur dengan alat stragraph. Penelitian ini bertujuan untuk melihat derajat kekuningan (*Yellowness Index*) (YI) dan sifat mekanik pada bahan pengemas plastik makanan sebelum dan sesudah iradiasi. Diteliti juga efek penyimpanan selama 1 tahun pada sampel yang diiradiasi maupun tidak diiradiasi. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa dari ketiga jenis pengemas plastik tersebut yang terbaik ialah film transparan kopolimer poliakrilonitril karena derajat kekuningan (YI) dan sifat mekanik belum memberikan perubahan yang terukur pada lembaran plastik yang diiradiasi sampai dengan dosis 100 kGy. Penyimpanan selama 1 tahun menimbulkan perubahan derajat kekuningan (*Yellowness Index*) (YI) dan sifat mekanik yang terukur pada semua sampel yang diperiksa.

ABSTRACT

THE EFFECT OF GAMMA IRRADIATION ON YELLOWNESS INDEX (YI) AND MECHANICAL PROPERTIES IN PLASTIC FOOD PACKAGING. An experiment has been done for measuring the yellowness index (YI) and mechanical properties at food packaging material was caused by gamma irradiation. The samples were obtained from the manufacture. There were three of samples with the types of poly acrylonitrile copolymer, PVdC laminated biaxially oriented polypropylene and poly vinyl chloride films. Samples were irradiated at ambient temperature by gamma rays with the doses of 0 up to 100 kGy. Yellowness Index (YI) of sample was carried out by using chromameter Hunter L a b system, while mechanical properties measuring by stragraph. The purpose of the present experiment was the yellowness index (YI) and mechanical properties of food packaging material after and before the irradiation. The effects of 1 year storage on irradiated and unirradiated samples were also investigated. The results showed that the best of three samples of plastic food packaging was poly acrylonitrile copolymer film because the Yellowness Index (YI) and mechanical properties of poly acrylonitrile copolymer did not give any measurable change on the plastic treated by irradiation up to 100 kGy. Storage for 1 year gave some measurable changes of the Yellowness Index (YI) and mechanical properties on all the samples examined.

PENDAHULUAN

Warna mempunyai peranan yang penting dalam hal daya tarik atau penampilan, tanda pengenal, dan atribut mutu suatu produk. Warna dapat dipandang sebagai sifat fisik (obyektif) dan sifat organoleptik (subyektif).

Perubahan warna pada pengemas plastik merupakan salah satu faktor mutu yang sangat penting. Walaupun sifat fisiko-kimia plastik tersebut tidak berubah secara nyata, tetapi dalam penampilan dapat menunjukkan kesan penurunan mutu, baik plastik itu sendiri maupun bahan yang dikemas di dalamnya. Diharapkan warna plastik yang digunakan untuk mengemas bahan pangan dapat dipertahankan setelah perlakuan pengolahan, seperti pemanasan atau iradiasi. Disamping itu pemakaian teknik sterilisasi dengan radiasi secara komersial untuk pengemas alat kedokteran dan sediaan farmasi, sehingga alat tersebut

terjamin sterilitasnya sampai konsumen. Permasalahan penggunaan teknik iradiasi dosis tinggi seperti makanan steril, alat kedokteran dan sediaan farmasi, beberapa jenis pengemas plastik yang ada dipasaran ternyata mengalami perubahan warna setelah diiradiasi.

Beberapa pustaka menjelaskan bahwa sinar gamma dapat mengakibatkan terjadinya ikatan silang ataupun peruaian pada bahan polimer, bergantung pada konfigurasi polimer bersangkutan dan dosis radiasi yang dipakai GOPAL dan CHAPIRO dalam HILMY (1). Perubahan warna pada plastik juga dipengaruhi oleh bahan dasar penyusunnya, seperti aditif atau *stabilizer* yang digunakan. Secara umum, plastik yang diiradiasi akan mengalami degradasi atau *crosslinking* yang selanjutnya secara tidak langsung akan mempengaruhi sifat mekaniknya. Disamping itu, bahan baku pembuatan film plastik, digunakan bahan polimer yang dicampur dengan bahan penambah yang terdiri dari bahan pengisi, antioksidan, bahan pemberi sifat

elastis (*plasticizers*) dan zat warna. Bahan penambah tersebut akan mempengaruhi sifat fisika dan daya tahan film plastik terhadap pengaruh lingkungan dan radiasi. DIEHL (2) melaporkan bahwa ada 2 kelompok bahan plastik yang jika terkena radiasi akan mengalami degradasi yaitu terjadi pemecahan rantai utama polimer sehingga terjadi penurunan kekuatan mekaniknya, seperti poliisobutilen, polimetakrilat dan politetrafluoroetilen. Kelompok lainnya mengalami *crosslinking* akibat perlakuan iradiasi sehingga dapat memperbaiki sifat mekaniknya, seperti polietilen, polipropilen, polistiren, polisiloksan dan polivinilklorida.

Informasi tentang bahasa warna yang dipandang sebagai sifat fisik (obyektif) belum banyak diteliti. Ada 3 sistem notasi warna ialah sistem CIE, munsell, dan hunter. Dalam aplikasinya sistem hunter banyak digunakan karena lebih mudah dalam menginterpretasikan warna. Sistem hunter ini yang dinyatakan dalam notasi L a b dimana menggambarkan 3 dimensi ruang yang menentukan kearah mana perubahan warnanya. Dalam hal ini derajat kekuningan (*Yellowness Index*) dengan satu sistem warna 1 dimensi akan lebih memudahkan menginterpretasikan perubahan warnanya.

Penerapan sistem warna skala hunter telah banyak digunakan untuk mengetahui perubahan mutu bahan pangan, misalnya proses *browning*, perubahan pigmen dan *whiteness index* tepung-tepungan atau derajat sosoh biji-bijian. RINDY, dkk (3) telah melakukan penelitian menggunakan sistem warna Hunter untuk melihat perubahan warna perspeks merah akibat iradiasi.

Tujuan penelitian ini ialah mempelajari pengaruh iradiasi sinar gamma sampai dosis 100 kGy pada beberapa macam pengemas plastik makanan yang diproduksi lokal, dan efek penyimpanan selama 1 tahun dengan memakai parameter perubahan warna yang dinyatakan dengan derajat kekuningan (*Yellowness Index*) (YI) dan sifat mekanik.

Diharapkan dengan mengetahui secara visual atau sifat fisik (obyektif) yaitu perubahan warna dapat memberikan informasi dari film terhadap pengaruh bahan baku tambahan seperti bahan pengisi, antioksidan, bahan pemberi sifat elastis (*plasticizers*) dan zat warna yang dapat disterilkan dengan iradiasi dosis tinggi, sehingga dalam pemilihan jenis pengemas yang diproduksi lokal untuk pengemas makanan dapat secara tepat terutama terhadap perubahan warna dan sifat mekaniknya.

BAHAN DAN METODE

Bahan. Bahan percobaan digunakan 3 macam plastik pengemas dengan tebal masing-masing 0,003 cm yang diperoleh dari perusahaan pengemas yang berlokasi di daerah Cibinong, Bogor. Deskripsi bahan dasar masing-masing 3 jenis plastik ialah film transparan kopolimer poliakrilonitril, *biaxially oriented* polipropilen laminasi PVdC dan rigid poli vinil klorida (4), masing-masing berkode BX, PC, dan VC.

Alat. Irradiator Panorama Serbaguna (IRPASENA) dengan sumber ^{60}Co . Instrumen yang digunakan ialah spektrofotometer Hitachi model U 2000, Chromameter tipe CR 200 b merek Minolta dengan lempeng standar putih yang digunakan ialah $Y = 96,4$; $x = 0,3127$; $y = 0,3197$; dimana Y = faktor kecerahan dengan dasar persen pantulan 100 %, x dan y koordinat chromaticity diagram CIE xy. Alat stragraph R 1 merek Toyoseiki digunakan untuk mengukur sifat mekanik sampel.

Persiapan Bahan dan Iradiasi. Iradiasi sampel dilakukan dengan laju dosis yang telah ditentukan dengan menggunakan dosimeter Fricke yaitu 3 kGy/jam. Dosis iradiasi 0, 1, 5, 10, 20, 30, 40, 60, 80 dan 100 kGy dengan pengulangan 3 kali, dan masing-masing ulangan dilakukan triplo. Setelah iradiasi sampel plastik diukur perubahan warna kekuningan dengan alat chromameter dengan nilai skala warna sistem Hunter L a b (5 dan 6), dan sifat mekaniknya yaitu tegangan putus dan perpanjangan putus dengan alat stragraph. Untuk melihat pengaruh oksidasi pada polimer selama penyimpanan, dilakukan juga pemeriksaan yang telah disimpan selama 1 tahun baik yang diiradiasi maupun yang tidak diiradiasi. Penyimpanan dilakukan pada suhu kamar (29 ± 2) °C dengan kelembaban relatif (70 - 90) %.

Evaluasi Data. Sistem notasi warna ialah suatu cara sistematis dan obyektif untuk menyatakan atau mendiskripsikan suatu jenis warna. Pada Gambar 1 disajikan peta warna sistem CIE sebagai sistem baku yang dinyatakan dengan susunan koordinat (x,y), mempunyai bentuk menyerupai segitiga warna dasar, sedang warna-warna lainnya terletak di sepanjang sisi segitiga di antara warna dasar tersebut. Warna - warna itu semakin menipis menuju ke pusat segitiga, sehingga di daerah pusat segitiga warnanya putih. Sistem notasi Hunter atau sistem trimulus dicirikan dengan 3 parameter L, a dan b. Diagram skala warna Hunter terlihat pada Gambar 2 (7).

Perubahan warna kekuningan yang dinyatakan dengan *Yellowness Index* (YI) diperoleh dari nilai skala warna sistem Hunter L a b, selanjutnya dihitung sesuai dengan ASTM D 1925 (8). Nilai *Yellowness Index* (YI D 1925) mendiskripsikan sistem warna Hunter dari 3 ruang dimensi menjadi nilai tunggal sehingga dapat diketahui arah perubahan warnanya. Untuk mendapatkan hubungan antara dosis serap dengan perubahan YI D 1925 digunakan persamaan regresi dengan persamaan metode kuadrat terkecil.

Bentuk umum persamaan regresi ialah

$$Y = aX + b \quad (1)$$

dimana : Y = *Yellowness Index* (YI D 1925);

X = dosis serap (kGy);

a = slope;

b = konstanta.

Untuk melihat ketepatan dari persamaan kurva dosis serap terhadap *Yellowness Index* (YI) yang

dievaluasi, digunakan kriteria modulus deviasi (P) (9 dan 10), dengan persamaan :

$$P = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{S_a - S_p}{S_a} \right| \dots \dots \dots (2)$$

dimana S_a adalah nilai YI hasil percobaan, S_p adalah nilai YI hasil dugaan dari persamaan yang dihasilkan, dan n adalah jumlah data.

Jika nilai P kurang dari 5 maka persamaan yang dievaluasi dapat menggambarkan keadaan yang sebenarnya dengan sangat tepat. Jika nilai P antara 5 dan 10 maka persamaan yang dievaluasi agak tepat, dan jika nilai P lebih besar dari 10 maka persamaan yang dievaluasi tidak menggambarkan keadaan sebenarnya.

Sifat mekanik sampel yaitu tegangan putus dan perpanjangan putus diukur dengan alat stragraph R 1 merek Toyoseiki. Adapun kecepatan *cross headspeed* 100 mm/menit dan analisis sampel disiapkan sesuai dengan ASTM - D - 1822 - L.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran perubahan warna beberapa jenis plastik pengemas makanan akibat iradiasi tersaji pada Tabel 1. Secara organolektik, perubahan warna pengemas plastik yang terjadi ialah dari warna transparan, kuning ke arah lebih gelap ke coklat (*browning*).

Dari data Tabel 1 terlihat bahwa dari ke-3 jenis pengemas plastik tersebut ada yang berubah warna dan ada yang tidak berubah akibat perlakuan iradiasi. Dari ketiga parameter nilai L , a dan b , terlihat bahwa secara kualitatif nilai b dapat dijadikan petunjuk perubahan ke warna kuning, karena dalam sistem warna Hunter menunjukkan perubahan ke warna kuning. Perubahan warna plastik dapat dinyatakan dengan *Yellowness Index* (YI) sehingga memudahkan untuk menginterpretasikan perubahan warna ke arah kuning dalam sistem warna 1 dimensi.

Gambar 3 tersaji hubungan antara dosis serap dengan *Yellowness Index* (YI). Terlihat bahwa naiknya dosis iradiasi memberikan pengaruh sangat nyata warna kekuningan pada jenis plastik dengan bahan dasar poli vinil klorida (VC), perubahan warna kekuning karena terjadi oksidasi dan dihidroklorinasi sehingga terbentuk ikatan jenuh poliene. Pada jenis film plastik dengan bahan dasar poliakrilonitril (BX), dengan naiknya dosis iradiasi memberikan pengaruh yang nyata. Menurut COWD yang dikutip oleh FIRMAN (11) poliakrilonitril termasuk jenis plastik yang mempunyai gaya antar rantai yang cukup kuat tetapi cenderung hilang warnanya bila dipanaskan. Sedang jenis PC ternyata tidak mengalami perubahan nilai YI meskipun diiradiasi sampai dosis 100 kGy. Ternyata iradiasi sampai dengan dosis 100 kGy menunjukkan bahwa tidak semua jenis plastik pengemas makanan yang ada di pasaran menunjukkan perubahan *Yellowness Index* (YI). Perubahan YI ini dapat memberikan informasi bahwa plastik tersebut sudah mengalami iradiasi atau belum terutama untuk jenis-jenis plastik yang tergolong

dapat terdegradasi akibat radiasi. Dari ke-3 sampel yang dicoba ternyata perubahan warna kuning sampel tidak sama, dikarenakan komponen dasar, struktur polimer, serta gugus fungsional, bahan aditif dan stabilizer yang digunakan pada pembuatan plastik tersebut tidak sama. Hubungan antara dosis serap dan perubahan YI yang dinyatakan dengan persamaan regresi, ketiga jenis plastik dengan bahan dasar poli vinil klorida (VC), film transparan kopolimer poliakrilonitril (BX) dan *biaxially oriented* polipropilen laminasi PVdC (PC) masing-masing ialah VC : $Y = 0,91 X + 9,41$; BX : $Y = 0,30 X + 4,15$; dan PC : $Y = 0,01 X + 4,97$. Untuk menguji linearitas terhadap kecerahan data percobaan ialah perubahan *Yellowness Index* (YI) karena iradiasi maka dapat dilihat modulus deviasi (P). Nilai modulus deviasi (P) ketiga jenis plastik VC, BX, dan PC masing-masing ialah 12,68; 5,64; dan 9,31. Terlihat bahwa jenis plastik BX dan PC dapat menggambarkan perubahan dosis serap terhadap *Yellowness Index* (YI) yang sebenarnya secara linear, terbukti nilai modulus deviasi (P) sesuai dengan syarat yang ditentukan sehingga persamaan tersebut mempunyai kecerahan hubungan antara dosis serap dengan *Yellowness Index* (YI) secara linear, sedang untuk jenis plastik VC, sebenarnya tidak dapat menggambarkan perubahan dosis serap terhadap *Yellowness Index* (YI) yang tidak linear.

Gambar 4, hasil pemeriksaan efek penyimpanan pada *Yellowness Index* (YI), terlihat bahwa selama 1 tahun penyimpanan *Yellowness Index* (YI) menurun secara nyata baik pada film yang diiradiasi maupun yang tidak iradiasi. Peruraian akibat penyimpanan mungkin disebabkan oleh reaksi oksidasi yang terjadi pada polimer. Hal ini didukung terhadap bergesernya slope dari persamaan regresinya masing-masing ialah VC : $Y = 0,3 X + 8,6$; BX : $Y = 0,06 X + 8,58$; dan PC : $Y = 0,001 X + 8,31$, sehingga ketiga sampel menunjukkan perubahan *Yellowness Index* (YI) dan dosis serap merupakan hubungan yang linear yang ditunjukkan dengan nilai modulus deviasi (P) ketiga jenis plastik VC, BX, dan PC masing-masing ialah 2,58; 4,14; dan 5,64.

Tabel 2 tersaji hubungan antara dosis serap terhadap sifat mekanik yaitu tegangan putus dan perpanjangan putus ke-3 jenis plastik. Iradiasi terhadap bahan pengemas plastik pada suhu kamar akan merangsang terjadinya oksidasi, akibatnya bahan pengemas akan mengalami perubahan pada sifat mekaniknya.

Gambar 5, menunjukkan bahwa naiknya dosis iradiasi tidak memberikan pengaruh yang nyata pada tegangan putus pada plastik VC dan BX, sedang jenis plastik PC terjadi perubahan tegangan putus yang nyata. Polipropilen merupakan komponen dasar plastik PC dengan struktur molekul yang tersusun dari polimer hidrokarbon berantai lurus yang mengandung sedikit atau tidak ada ikatan tidak jenuh. Hal ini menyebabkan terjadinya reaksi pemutusan rantai utama lebih mudah dari pada terjadinya reaksi pembentukan ikatan silang.

Sifat mekanik lainnya yaitu perpanjangan putus tersaji pada Gambar 6. Ternyata jenis plastik BX tidak mengalami perubahan perpanjangan putus yang nyata bila diiradiasi sampai dosis 100 kGy, karena plastik BX

tergolong polimer akrilik yang mempunyai gaya antarantai yang kuat. Jenis plastik VC dan PC mengalami perubahan perpanjangan putus yang nyata dengan naiknya dosis iradiasi. Penurunan perpanjangan putus pada plastik VC ternyata menurun dimulai dosis 40 kGy sampai dengan dosis 60 kGy, lalu relatif tidak berubah lagi sampai dosis 100 kGy. Hal yang sama juga terjadi penurunan perpanjangan putus pada plastik PC dengan naiknya dosis serap. Menurut BRYDSON (12), plastik PP yang dibuat secara *biaxially stretching* akan memiliki tegangan putus lebih tinggi tetapi perpanjangan putusnya menurun.

Hasil pemeriksaan efek penyimpanan pada sifat mekanik yaitu tegangan putus dan perpanjangan putus, terlihat bahwa selama 1 tahun cenderung menurun terutama untuk perpanjangan putus dari ke-3 sampel yang diiradiasi maupun yang tidak iradiasi. Terlihat pada Gambar 7 dan 8.

Salah satu indikator mutu plastik ialah warna. Warna timbul jika bahan plastik mengalami oksidasi. Berubahnya warna plastik menjadi kuning ke arah coklat (*browning*) secara tidak langsung dapat memberikan informasi tentang kemungkinan perubahan sifat mekaniknya.

Gambar 9, terlihat bahwa pada jenis plastik VC, dengan naiknya YI menunjukkan penurunan pada tegangan putusnya dan perpanjangan putus menurun secara nyata, serta cenderung stabil pada dosis diatas 60 kGy. Untuk jenis plastik BX yang disajikan pada Gambar 10, diperoleh hasil bahwa perubahan YI tidak memberikan pengaruh yang nyata pada tegangan putus dan perpanjangan putus yang diiradiasi sampai dengan 100 kGy. Walaupun ada perubahan sedikit menurun tetapi perubahan tersebut masih dapat diterima. Sedang untuk jenis plastik PC yang tersaji pada Gambar 11, diperoleh hasil bahwa dengan naiknya *Yellowness Index* (YI) yang diiradiasi sekitar 30 - 40 kGy telah mengakibatkan penurunan yang sangat nyata pada tegangan putus dan juga terjadi pada perpanjangan putusnya.

Dari ke-3 jenis plastik pengemas makanan yang dicoba dengan adanya perlakuan iradiasi menyebabkan oksidasi yang kemungkinan menyebabkan degradasi maupun ikatan silang. Perubahan ini akan sangat tergantung dari komponen dasar, struktur polimer, gugus fungsional, bahan aditif dan stabilizer. Jadi perubahan sifat mekanik terutama tegangan putus dan perpanjangan putus terhadap warna kekuning akibat iradiasi secara tidak langsung ada kemungkinan dapat menggambarkan turunnya mutu plastik tersebut.

Tabel 3, hasil pemeriksaan efek penyimpanan antara *Yellowness Index* (YI) dan sifat mekanik yaitu tegangan putus dan perpanjangan putus yang tersaji pada Tabel 3, terlihat bahwa selama 1 tahun ada kecenderungan menurun baik yang diiradiasi maupun tidak diiradiasi. Terlihat pada Gambar 12, 13 dan 14, hubungan antara *Yellowness Index* (YI) terhadap tegangan putus dan perpanjangan putus dari ke-3 sampel menunjukkan perbedaan yang nyata. Peruraian akibat penyimpanan disebabkan salah satunya reaksi oksidasi yang terjadi pada polimer. Disamping itu, bahwa sifat film juga tergantung pada bahan baku yang

digunakan. Dari hasil penelitian HILMY, dkk. (1), menunjukkan bahwa jenis film dengan bahan dasar polipropilen II, setelah penyimpanan 6 bulan menurun secara nyata terhadap kekuatan film, baik film yang diiradiasi maupun tidak diiradiasi, penurunan terhadap kekuatan film yang diduga diakibatkan oleh reaksi oksidasi.

KESIMPULAN

Hasil percobaan menunjukkan bahwa dari ketiga jenis sampel yang diteliti yang terbaik ialah jenis plastik dengan bahan dasar kopolimer poliakrilonitril (BX), karena perubahan warna yang dinyatakan dengan *Yellowness Index* (YI) dan sifat mekaniknya yaitu tegangan putus dan perpanjangan putusnya relatif tidak berubah yang diiradiasi sampai dosis 100 kGy. Jenis plastik dengan bahan dasar poli vinil klorida (VC) secara nyata mengalami perubahan warna *Yellowness Index* (YI) yang sebanding dengan naiknya dosis iradiasi, sedang sifat mekanik yaitu tegangan putusnya stabil, tetapi perpanjangan putusnya menunjukkan penurunan. Jenis plastik yang ketiga yaitu *biaxially oriented* polipropilen laminasi PVdC (PC) ternyata tidak mengalami perubahan warna *Yellowness Index* (YI) dengan naiknya dosis iradiasi, tetapi tegangan putus dan perpanjangan putusnya menunjukkan penurunan dengan naiknya dosis iradiasi. Jadi *Yellowness Index* (YI) secara tidak langsung dapat menggambarkan warna kekuning yang diakibatkan iradiasi, sedang untuk jenis plastik tertentu dapat menunjukkan penurunan sifat mekaniknya terhadap jenis pengemas plastik tertentu. Efek penyimpanan selama 1 tahun dari ketiga sampel yang diiradiasi maupun tidak diiradiasi menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap penurunan derajat kekuningan (*Yellowness Index*) maupun sifat mekanik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada P.T. Argha Karya Prima Industry yang telah membantu dalam menyediakan pengemas plastik.

DAFTAR PUSTAKA

1. HILMY, N., dan SUNDARDI, F., Efek radiasi sinar gamma pada sifat fisika film polipropilen dan polietilen, Majalah BATAN, Vol. XV, No. 2, (1982).
2. DIEHL, J.F., Safety of Irradiated Foods, Marcel Dekker, Inc. (1990).
3. RINDY P. TANHINDARTO, KICKY L.T.K., dan ARMANU, Pengukuran dosimeter perspektif merah dengan alat ukur chromameter, Prosiding Presentasi Ilmiah Keselamatan Radiasi dan Lingkungan V, Jakarta 26 - 27 Agustus (1997) 32.

4. ANONIM, Technical information VH, BX dan PH film, P.T. Argha Karya Prima Industry.
5. ANONIM, Manual Chromameter CR 200 b, Minolta Camera, Co., Ltd., (1987).
6. ANONIM, Precise Color Communication Color Control From Feeling To Instrumentation, Minolta Camera, Co., Ltd., (1994).
7. FRANCIS, F.J. dan CLYDESDALE, F.M., Food Colorimetry : Theory and Applications, The Avi Publishing Company, Inc., Westport, Connecticut, (1975).
8. ANONIM, ASTM Standards on Color and Appearance Measurement, third edition, ASTM 1916 Race st., Philadelphia, PA, 19103, (1991).
9. GENCTURK, M.B., BAKSHI, A.S., HONG, Y.C. dan LABUZA, T.P., Moisture transfer properties of wild rice, J. of Food Process Engineering 8, (1986) 243.
10. SUTJIPTO SUDIRO dan RINDY P. TANHINDARTO, Penelitian dosimeter kulit telur ayam dan bebek untuk sinar gamma ⁶⁰ Co. Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir, Yogyakarta, 26 - 28 Mei (1998) 468.
11. COWD, M.A., Kimia Polimer, Terjemahan FIRMAN, H., ITB Press., (1991).
12. BRYDSON, J.A., Plastics Materials, third edition, Newness-Butterworths, London, (1975).

Tabel 1. Pengaruh dosis iradiasi terhadap perubahan warna (skala Hunter dan Yellowness Index (YI)) beberapa jenis plastik pengemas makanan

Jenis plastik	Dosis iradiasi (kGy)	Sistem warna skala Hunter*)			Yellowness Index (YI 1925)	Sistem warna skala Hunter*)			Yellowness Index (YI D1925)
		L	a	b		L	a	b	
		Penyimpanan 0 tahun				Penyimpanan 1 tahun			
VC	0	90,77	- 1,90	5,63	9,60	96,50	- 0,13	5,36	9.85
	1	90,43	- 2,03	6,07	10,40	96,53	- 0,13	5,40	9.92
	5	90,40	- 2,03	7,37	12,98	96,46	- 0,16	5,76	10.57
	10	89,87	- 1,93	8,60	15,98	96,30	- 0,10	6,13	11.32
	20	89,53	- 1,90	10,10	18,67	96,03	- 0,13	6,87	12.71
	30	85,90	- 0,90	17,17	35,02	95,43	- 0,26	8,43	15.62
	40	78,63	2,23	24,57	57,98	94,53	0,03	10,00	18.96
	60	73,87	4,07	28,73	73,58	92,20	0,30	14,50	28.39
	80	70,10	5,50	30,27	82,94	90,70	0,60	16,87	33.77
	100	69,47	6,10	32,93	91,17	90,07	0,46	18,57	37.27
BX	0	91,43	- 0,53	2,33	4,14	96,73	0,13	4,67	8.74
	1	91,53	- 0,60	2,57	4,55	96,76	0,13	4,70	8.79
	5	91,43	- 0,80	3,10	5,44	96,73	0,20	4,70	8.85
	10	91,27	- 1,00	4,00	7,06	96,73	0,13	4,77	8.92
	20	91,10	- 1,17	4,57	8,05	96,70	0,03	4,97	9.22
	30	90,93	- 1,83	7,87	14,04	96,63	0,03	5,57	10.34
	40	90,73	- 2,07	9,60	17,30	96,53	- 0,13	6,03	11.08
	60	90,33	- 2,47	12,67	23,14	96,53	- 0,20	6,63	12.15
	80	89,47	- 2,43	14,70	27,45	96,36	- 0,23	7,07	12.96
	100	89,37	- 2,63	17,63	33,19	96,33	- 0,37	7,77	14.16
PC	0	92,97	- 0,60	2,67	4,68	96,93	0,20	4,36	8.20
	1	92,87	- 0,60	2,73	4,80	96,93	0,20	4,36	8.20
	5	92,77	- 0,67	2,87	5,02	96,90	0,20	4,36	8.20
	10	92,73	- 0,83	3,03	5,20	96,97	0,11	4,40	8.20
	20	92,77	- 0,87	3,05	5,21	96,90	0,13	4,38	8.19
	30	92,60	- 0,70	3,03	5,31	96,90	0,16	4,37	8.19
	40	92,53	- 0,80	3,07	5,32	96,90	0,20	4,36	8.20
	60	92,63	- 0,67	3,03	5,33	96,90	0,22	4,38	8.25
	80	92,67	- 0,70	3,07	5,39	96,93	0,20	4,40	8.27
	100	92,30	- 0,70	3,10	5,47	97,00	0,20	4,40	8.27

Keterangan :

Keterangan :

VC : Pengemas plastik dengan bahan dasar rigid poli vinil klorida

BX : Pengemas plastik dengan bahan dasar kopolimer poliakrilonitril

PC : Pengemas plastik dengan bahan dasar *biaxially oriented* polipropilen laminasi PVdC

*) : Data rata-rata dari 3 kali ulangan dengan masing-masing ulangan dilakukan triplo.

Tabel 2. Pengaruh dosis iradiasi terhadap sifat mekanik beberapa jenis plastik pengemas makanan.

Dosis iradiasi (kGy)	Tegangan putus (kg/cm ²)			Perpanjangan putus (%)		
	VC	BX	PC	VC	BX	PC
0	455,55	600,00	990,78	169	94	101
1	446,67	598,89	966,67	165	87	99
5	440,44	603,33	933,33	164	87	97
10	425,33	597,78	911,11	160	86	88
20	411,11	600,00	898,89	158	84	81
30	400,00	572,22	783,33	157	83	77
40	395,00	560,44	666,67	121	81	70
60	388,89	544,44	544,44	57	79	52
80	355,56	533,22	411,11	57	77	33
100	355,56	522,33	388,89	56	73	23

Tabel 3. Pengaruh dosis iradiasi terhadap sifat mekanik beberapa jenis plastik pengemas makanan yang disimpan selama 1 tahun.

Dosis iradiasi (kGy)	Tegangan putus (kg/cm ²)			Perpanjangan putus (%)		
	VC	BX	PC	VC	BX	PC
0	380,95	476,19	1050,00	100	50	50
1	354,17	555,55	1000,00	100	50	50
5	416,67	416,67	900,00	100	50	50
10	380,95	526,78	900,00	50	50	50
20	346,67	458,33	833,00	50	50	50
30	316,67	555,55	667,67	50	50	50
40	366,67	437,50	833,33	50	50	50
60	355,55	555,55	537,78	50	50	50
80	350,00	416,67	444,44	30	-	40
100	333,33	395,83	411,11	-	-	20

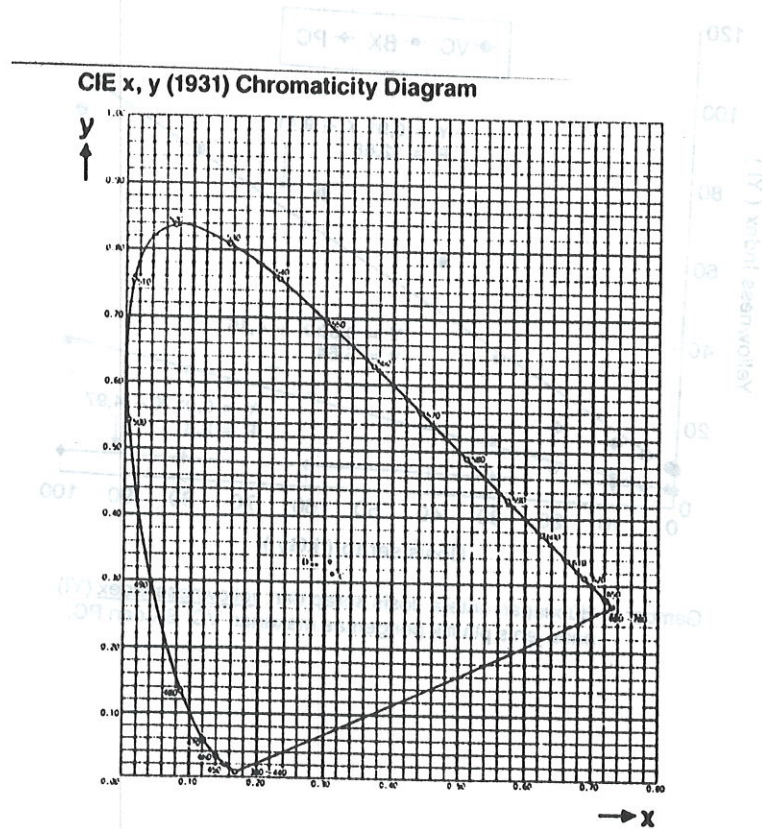
Keterangan :

VC : Pengemas plastik dengan bahan dasar rigid poli vinil klorida

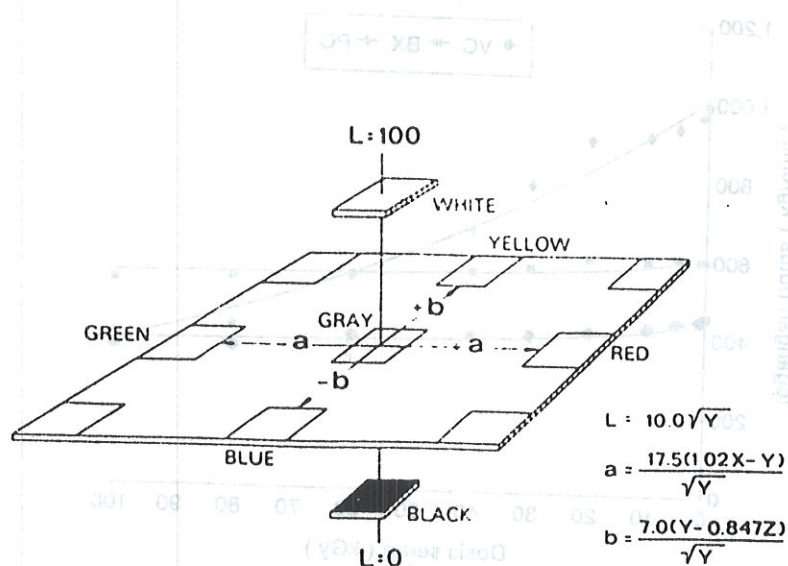
BX : Pengemas plastik dengan bahan dasar kopolimer poliakrilonitril

PC : Pengemas plastik dengan bahan dasar *biaxially oriented* polipropilen laminasi PVdC

*) : Data rata-rata dari 3 kali ulangan dengan masing-masing ulangan dilakukan 7 kali.

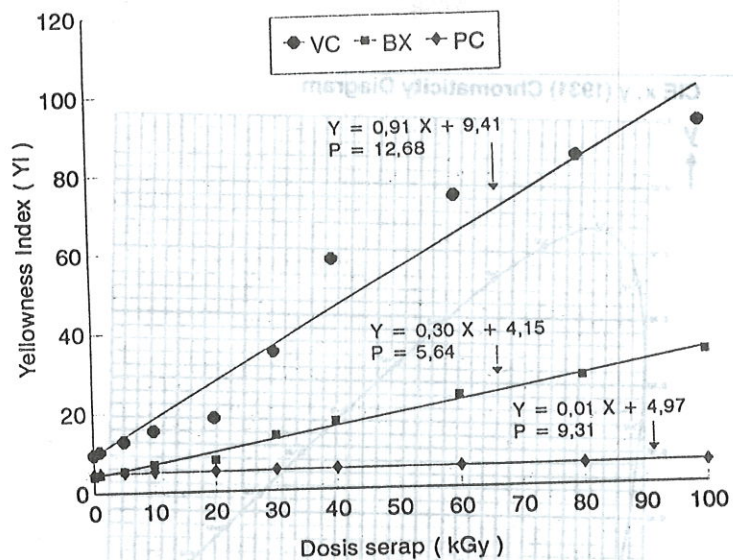


Gambar 1. Peta warna sistem CIE 1931

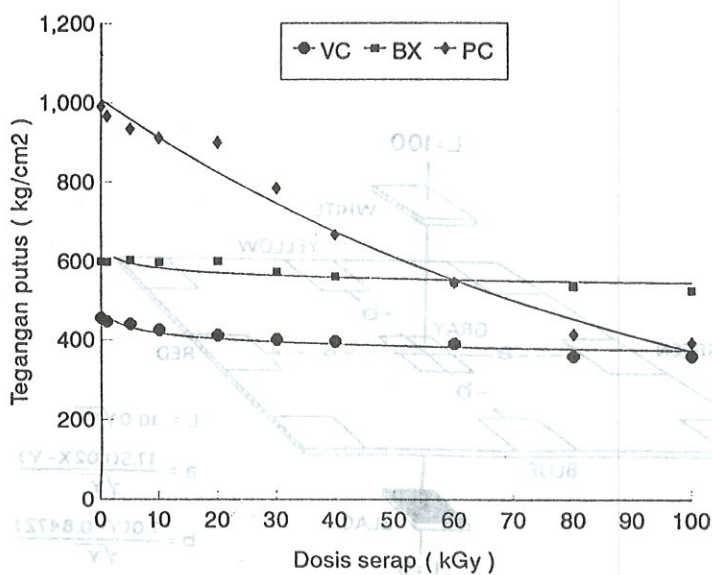


Courtesy Hunter Associates Lab. Inc.

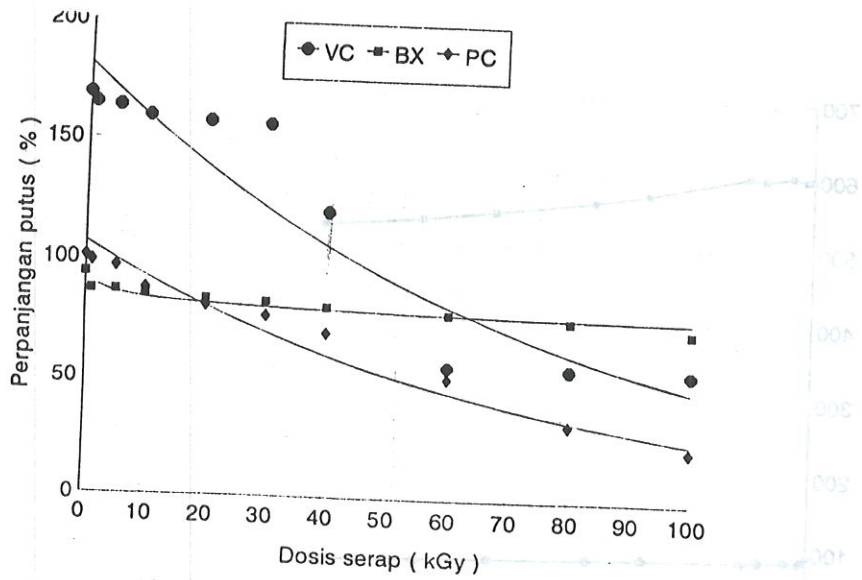
Gambar 2. Diagram skala L a b



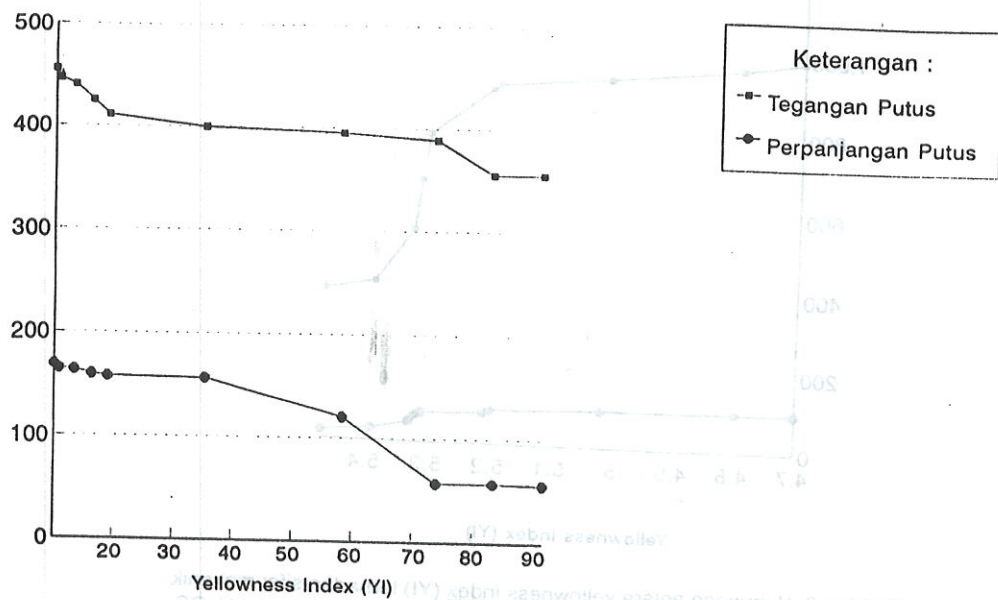
Gambar 3. Hubungan antara dosis serap dan yellowness index (YI) pada jenis plastik pengemas makanan VC, BX dan PC.



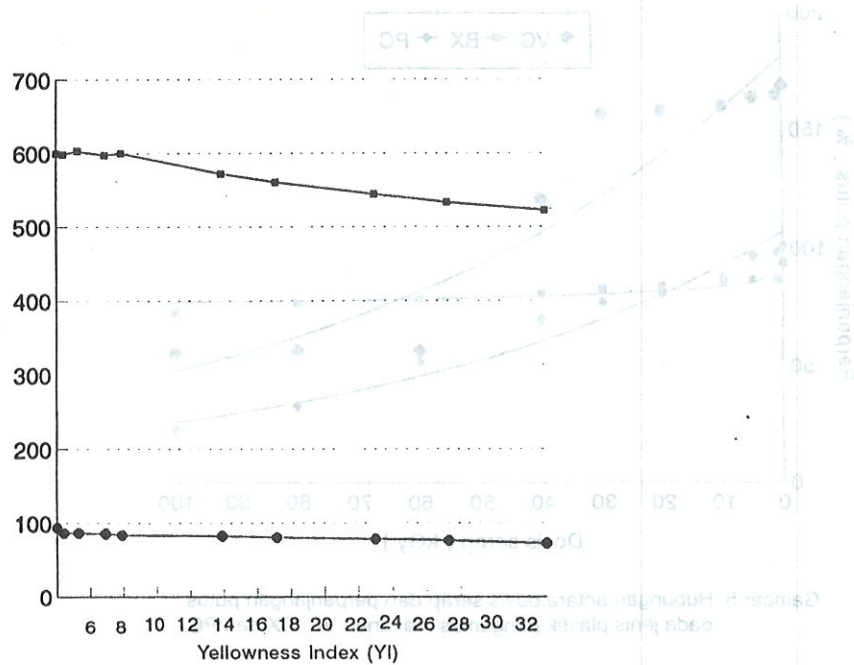
Gambar 4. Hubungan antara dosis serap dan tegangan putus pada jenis plastik pengemas makanan VC, BX dan PC.



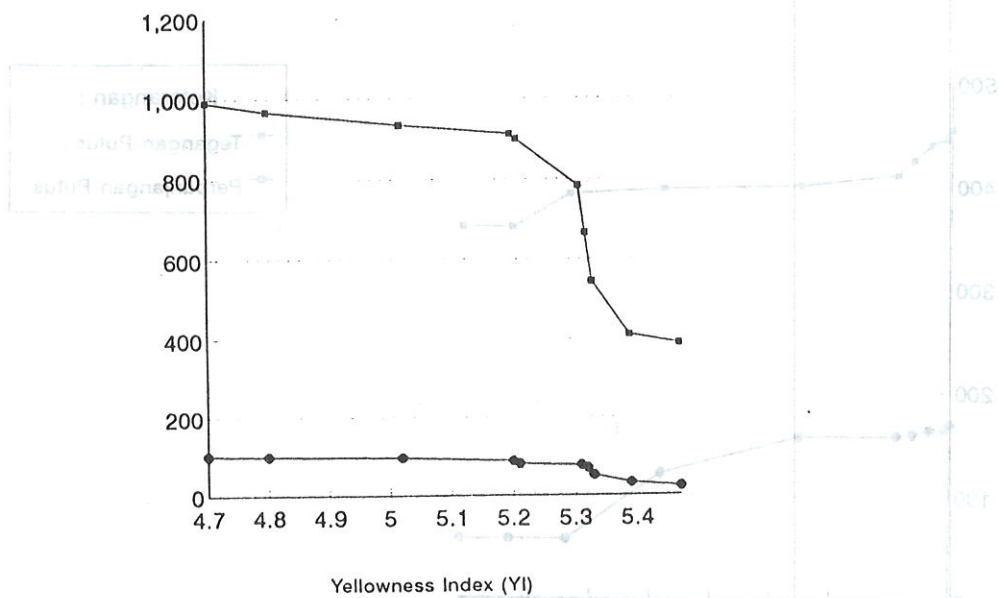
Gambar 5. Hubungan antara dosis serap dan perpanjangan putus pada jenis plastik pengemas makanan VC, BX dan PC.



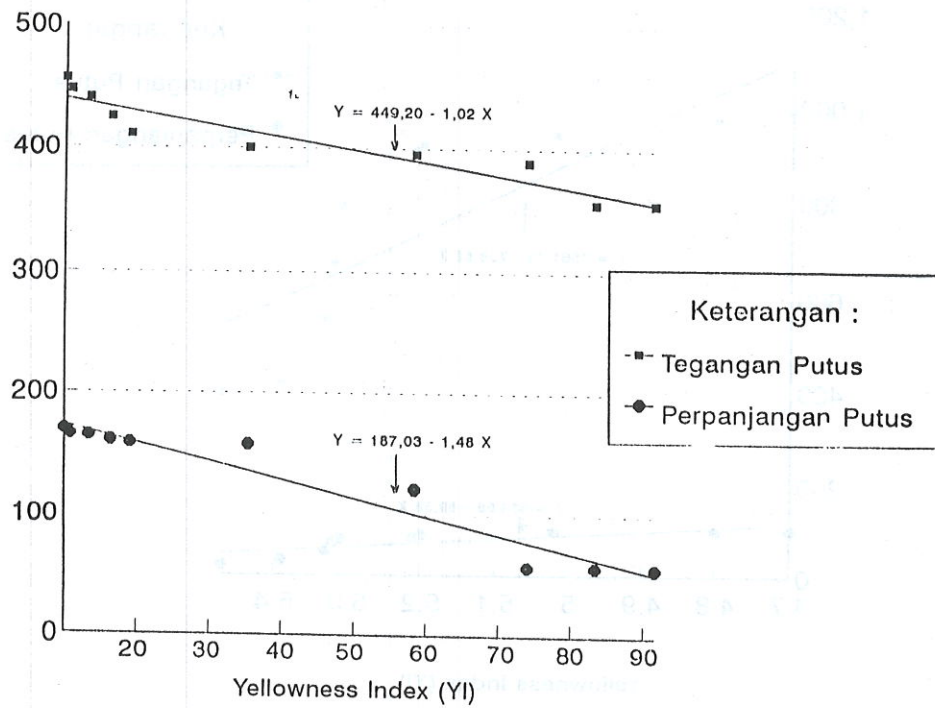
Gambar 6. Hubungan antara yellowness index (YI) terhadap sifat mekanik tegangan putus dan perpanjangan putus pada jenis plastik VC.



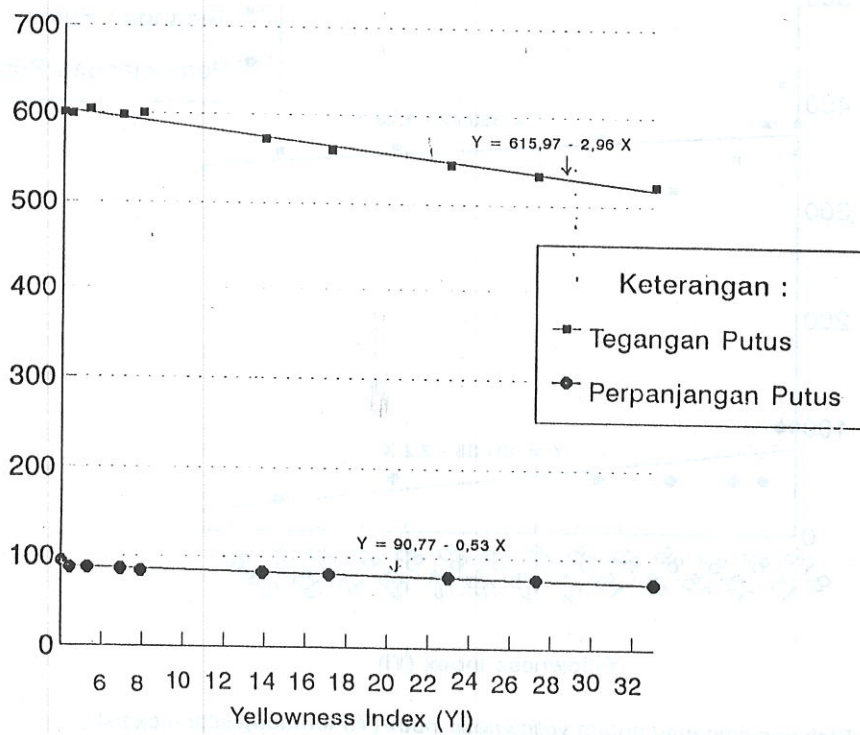
Gambar 7. Hubungan antara yellowness index (YI) terhadap sifat mekanik tegangan putus dan perpanjangan putus pada jenis plastik BX.



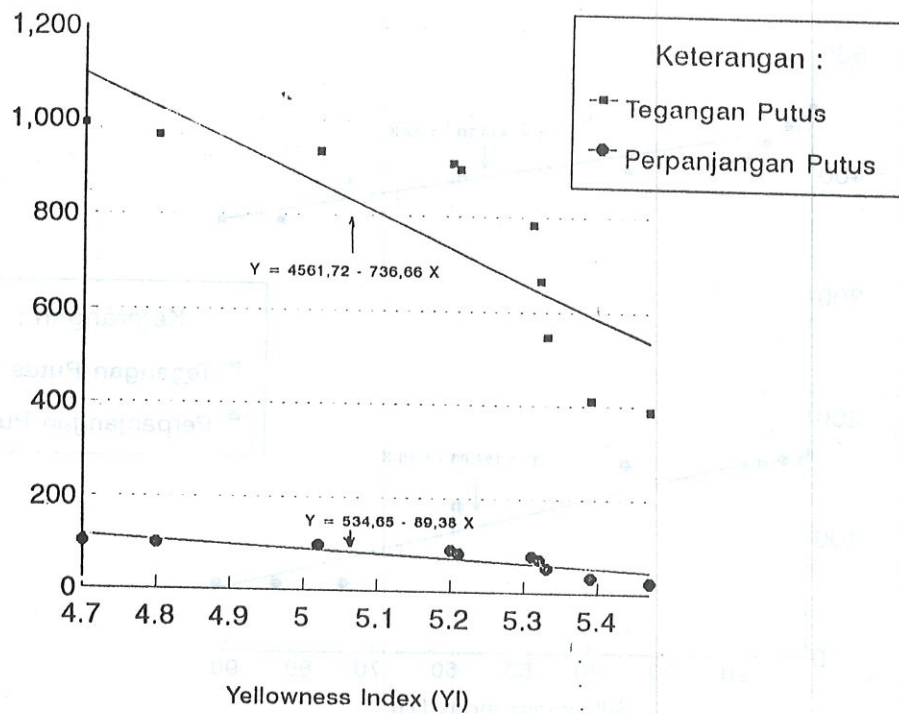
Gambar 8. Hubungan antara yellowness index (YI) terhadap sifat mekanik tegangan putus dan perpanjangan putus pada jenis plastik PC.



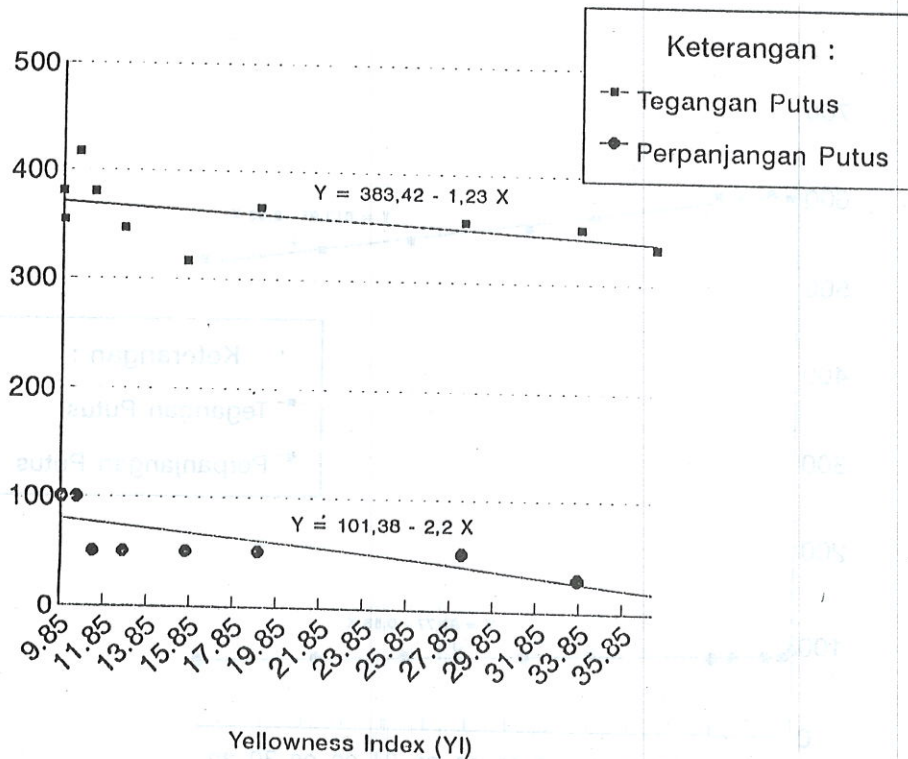
Gambar 9. Efek radiasi antara *yellowness index* (YI) terhadap sifat mekanik tegangan putus dan perpanjangan putus pada jenis plastik VC.



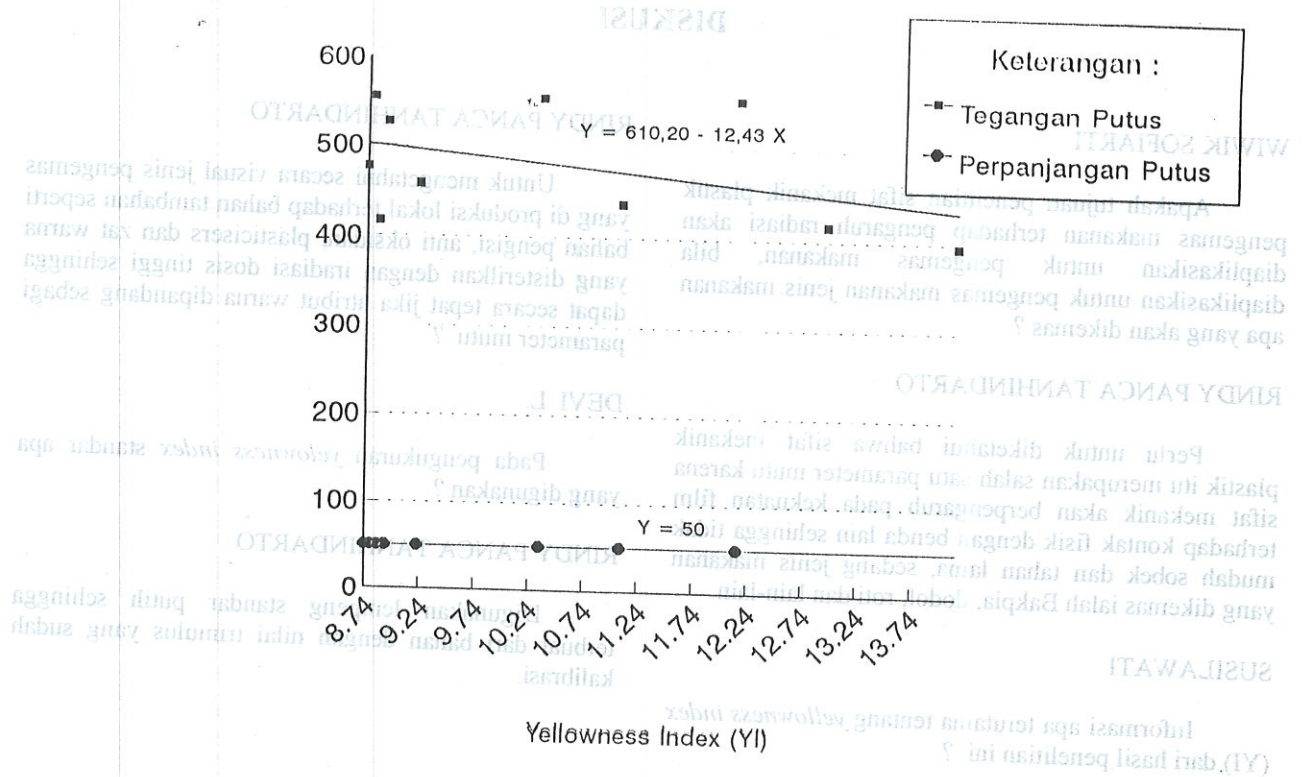
Gambar 10. Efek radiasi antara *yellowness index* (YI) terhadap sifat mekanik tegangan putus dan perpanjangan putus pada jenis plastik BX.



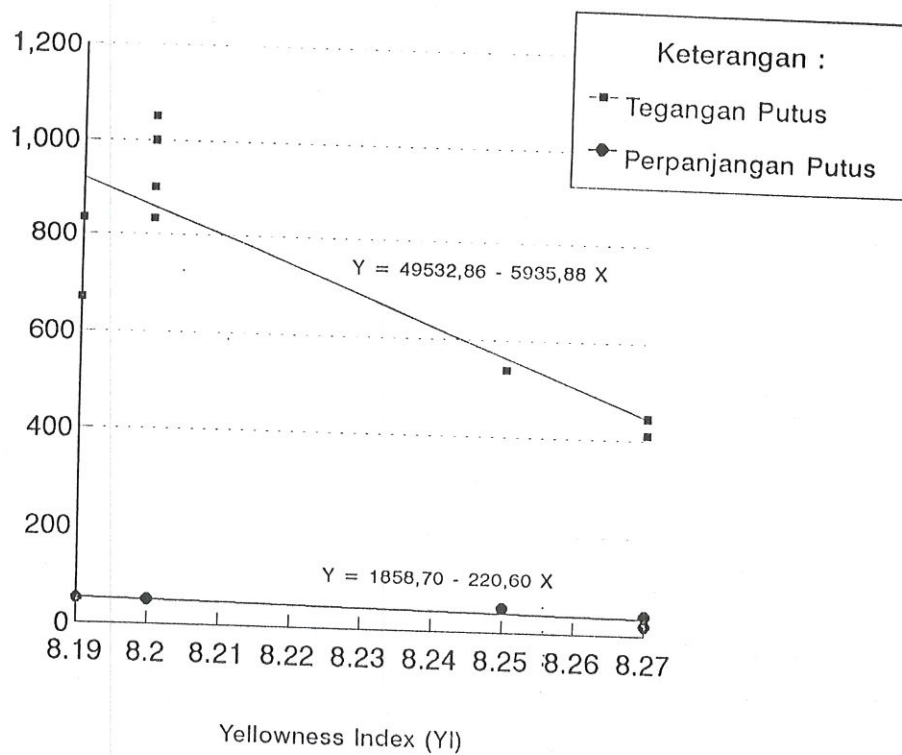
Gambar 11. Efek radiasi antara *yellowness index* (YI) terhadap sifat mekanik tegangan putus dan perpanjangan putus pada jenis plastik PC.



Gambar 12. Efek penyimpanan antara *yellowness index* (YI) terhadap sifat mekanik tegangan putus dan perpanjangan putus pada jenis plastik VC iradiasi.



Gambar 13. Efek penyimpanan antara yellowness index (YI) terhadap sifat mekanik tegangan putus dan perpanjangan putus pada jenis plastik BX iradiasi.



Gambar 14. Efek penyimpanan antara yellowness index (YI) terhadap sifat mekanik tegangan putus dan perpanjangan putus pada jenis plastik PC iradiasi.

DISKUSI

WIWIK SOFIARTI

Apakah tujuan penelitian sifat mekanik plastik pengemas makanan terhadap pengaruh radiasi akan diaplikasikan untuk pengemas makanan, bila diaplikasikan untuk pengemas makanan jenis makanan apa yang akan dikemas ?

RINDY PANCA TANHINDARTO

Perlu untuk diketahui bahwa sifat mekanik plastik itu merupakan salah satu parameter mutu karena sifat mekanik akan berpengaruh pada kekuatan film terhadap kontak fisik dengan benda lain sehingga tidak mudah sobek dan tahan lama, sedang jenis makanan yang dikemas ialah Bakpia, dodol, roti dan lain-lain.

SUSILAWATI

Informasi apa terutama tentang *yellowness index* (YI) dari hasil penelitian ini ?

RINDY PANCA TANHINDARTO

Untuk mengetahui secara visual jenis pengemas yang di produksi lokal terhadap bahan tambahan seperti bahan pengisi, anti oksidan, plasticisers dan zat warna yang disterilkan dengan iradiasi dosis tinggi sehingga dapat secara tepat jika atribut warna dipandang sebagai parameter mutu ?

DEVI L.

Pada pengukuran *yellowness index* standar apa yang digunakan ?

RINDY PANCA TANHINDARTO

Digunakan lempeng standar putih sehingga terbuat dari bahan dengan nilai trimulus yang sudah kalibrasi.