

# PENELITIAN SIFAT BERBAGAI BAHAN KEMASAN PLASTIK DAN KERTAS SERTA PENGARUHNYA TERHADAP BAHAN YANG DIKEMAS

**MIMI NURMINAH**  
Fakultas Pertanian  
Jurusan Teknologi Pertanian  
Universitas Sumatera Utara

## **Pendahuluan:**

Pengertian umum dari kemasan adalah suatu benda yang digunakan untuk wadah atau tempat yang dikemas dan dapat memberikan perlindungan sesuai dengan tujuannya. Adanya kemasan yang dapat membantu mencegah/mengurangi kerusakan, melindungi bahan yang ada di dalamnya dari pencemaran serta gangguan fisik seperti gesekan, benturan dan getaran. Dari segi promosi kemasan berfungsi sebagai perangsang atau daya tarik pembeli. Bahan kemasan yang umum untuk pengemasan produk hasil pertanian untuk tujuan pengangkutan atau distribusi adalah kayu, serat goni, plastik, kertas dan gelombang karton.

Hasil-hasil pertanian yang dapat dimakan oleh manusia berasal dari sumber hewani dan nabati. Hasil pertanian itu dapat dikonsumsi dalam bentuk bahan mentah atau matang. Persiapan suatu hasil pertanian menjadi bentuk yang dapat dimakan melibatkan pengolahan. Di dalam proses pengolahan makanan terjadi perubahan-perubahan fisik maupun kimiawi yang dikehendaki atau tidak dikehendaki. Disamping itu setelah melalui proses pengolahan, makanan tadi tidak tetap stabil, dia akan terus mengalami perubahan, sehingga sangat diperlukan pemilihan pengemasan yang tepat untuk itu sehingga masa simpan bahan pangan dapat ditingkatkan dan nilai gizi bahan pangan masih dapat dipertahankan.

## **1.2. Tujuan Penelitian**

Laporan penelitian ini bertujuan untuk:

- Meneliti sifat-sifat yang dimiliki oleh bahan kemasan yang berasal dari plastik dan pengaruhnya terhadap bahan yang dikemas.
- Meneliti sifat-sifat yang dimiliki oleh bahan kemasan yang berasal dari kertas dan pengaruhnya terhadap bahan yang dikemas.

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **A. KEMASAN**

Didalam pengemasan bahan pangan terdapat dua macam wadah, yaitu wadah utama atau wadah yang langsung berhubungan dengan bahan pangan dan wadah kedua atau wadah yang tidak langsung berhubungan dengan bahan pangan. Wadah utama harus bersifat non toksik dan inert sehingga tidak terjadi reaksi kimia yang dapat menyebabkan perubahan warna, flavour dan perubahan lainnya. Selain itu, untuk wadah utama biasanya diperlukan syarat-syarat tertentu bergantung pada jenis makanannya, misalnya melindungi makanan dari kontaminasi, melindungi kandungan air dan lemaknya, mencegah masuknya bau dan gas, melindungi makanan dari sinar matahari, tahan terhadap tekanan atau benturan dan transparan (Winarno, 1983).

Melindungi bahan pangan dari kontaminasi berarti melindunginya terhadap mikroorganisme dan kotoran serta terhadap gigitan serangga atau binatang

pengerat lainnya. Melindungi kandungan airnya berarti bahwa makanan di dalamnya tidak boleh menyerap air dari atmosfer dan juga tidak boleh berkurang kadar airnya. Jadi wadahnya harus kedap air. Perlindungan terhadap bau dan gas dimaksudkan supaya bau atau gas yang tidak diinginkan tidak dapat masuk melalui wadah tersebut dan jangan sampai merembes keluar melalui wadah. Wadah yang rusak karena tekanan atau benturan dapat menyebabkan makanan di dalamnya juga rusak dalam arti berubah bentuknya (Winarno, 1983).

Pengemasan komoditi hortikultura adalah suatu usaha menempatkan komoditi segar ke dalam suatu wadah yang memenuhi syarat sehingga mutunya tetap atau hanya mengalami sedikit penurunan pada saat diterima oleh konsumen akhir dengan nilai pasar yang tetap tinggi. Dengan pengemasan, komoditi dapat dilindungi dari kerusakan, benturan mekanis, fisik, kimia dan mikrobiologis selama pengangkutan, penyimpanan dan pemasaran (Sacharow dan Griffin, 1980).

Pada bagian luar kemasan biasanya dilengkapi dengan etiket (label) dan hiasan (dekorasi) yang bertujuan untuk: a) memberikan kemudahan dalam mengidentifikasi produk yang dikemas, seperti jenis dan kuantitasnya, b) memberikan informasi tentang merek dagang dan kualitasnya, c) menarik perhatian pembeli, d) memberikan keterangan pada pembeli tentang cara menggunakan produk yang dikemas (Sacharow dan Griffin, 1980).

Menurut Erliza dan Sutedja (1987) bahan kemasan harus mempunyai syarat-syarat yaitu tidak toksik, harus cocok dengan bahan yang dikemas, harus menjamin sanitasi dan syarat-syarat kesehatan, dapat mencegah kepalsuan, kemudahan membuka dan menutup, kemudahan dan keamanan dalam mengeluarkan isi, kemudahan pembuangan kemasan bekas, ukuran, bentuk dan berat harus sesuai, serta harus memenuhi syarat-syarat yaitu kemasan yang ditujukan untuk daerah tropis mempunyai syarat yang berbeda dari kemasan yang ditujukan untuk daerah subtropis atau daerah dingin. Demikian juga untuk daerah yang kelembaban tinggi dan daerah kering.

Berdasarkan fungsinya pengemasan dibagi menjadi dua, yaitu pengemasan untuk pengangkutan dan distribusi (shipping/delivery package) dan pengemasan untuk perdagangan eceran atau supermarket (retail package). Pemakaian material dan pemilihan rancangan kemasan untuk pengangkutan dan distribusi akan berbeda dengan kemasan untuk perdagangan eceran. Kemasan untuk pengangkutan atau distribusi akan mengutamakan material dan rancangan yang dapat melindungi kerusakan selama pengangkutan dan distribusi, sedangkan kemasan untuk eceran diutamakan material dan rancangan yang dapat memikat konsumen untuk membeli (Peleg, 1985).

Menurut Winarno, et al. (1986) makanan yang dikemas mempunyai tujuan untuk mengawetkan makanan, yaitu mempertahankan mutu kesegaran, warnanya yang tetap, untuk menarik konsumen, memberikan kemudahan penyimpanan dan distribusi, serta yang lebih penting lagi dapat menekan peluang terjadinya kontaminasi dari udara, air, dan tanah baik oleh mikroorganisme pembusuk, mikroorganisme yang dapat membahayakan kesehatan manusia, maupun bahan kimia yang bersifat merusak atau racun. Beberapa faktor yang penting diperhatikan dalam pengemasan bahan pangan adalah sifat bahan pangan tersebut, keadaan lingkungan dan sifat bahan pengemas. Sifat bahan pangan antara lain adalah adanya kecenderungan untuk mengeras dalam kadar air dan suhu yang berbeda-beda, daya tahan terhadap cahaya, oksigen dan mikroorganismis

Winarno dan Jennie (1982) mengemukakan bahan pengemas harus tahan serangan hama atau binatang pengerat dan bagian dalam yang berhubungan langsung dengan bahan pangan harus tidak berbau, tidak mempunyai rasa serta tidak beracun. Bahan pengemas tidak boleh bereaksi dengan komoditi.

Adanya pengemasan dapat membantu untuk mencegah atau mengurangi terjadinya kerusakan-kerusakan. Menurut Brody (1972) kerusakan terjadi karena pengaruh lingkungan luar dan pengaruh kemasan yang digunakan. Faktor-faktor yang mempengaruhi kerusakan bahan pangan sehubungan dengan kemasan yang digunakan menurut Winarno dan Jenie (1983) dapat digolongkan menjadi dua golongan, yaitu golongan pertama kerusakan ditentukan oleh sifat alamiah dari produk dan tidak dapat dicegah dengan pengemasan, misalnya perubahan kimia, biokimia, fisik serta mikrobiologi; sedangkan golongan kedua, kerusakan yang ditentukan oleh lingkungan dan hampir seluruhnya dapat dikontrol dengan kemasan yang dapat digunakan, misalnya kerusakan mekanis, perubahan kadar air bahan, absorpsi dan interaksi dengan oksigen.

Berbagai jenis bahan digunakan untuk keperluan kemasan, diantaranya adalah bahan-bahan dari logam, kayu, gelas, kertas, papan, kertas

## **B. BAHAN-BAHAN KEMASAN**

### **1. PLASTIK**

Bahan pembuat plastik dari minyak dan gas sebagai sumber alami, dalam perkembangannya digantikan oleh bahan-bahan sintesis sehingga dapat diperoleh sifat-sifat plastik yang diinginkan dengan cara kopolimerisasi, laminasi, dan ekstruksi (Syarif, et al., 1989).

Komponen utama plastik sebelum membentuk polimer adalah monomer, yakni rantai yang paling pendek. Polimer merupakan gabungan dari beberapa monomer yang akan membentuk rantai yang sangat panjang. Bila rantai tersebut dikelompokkan bersama-sama dalam suatu pola acak, menyerupai tumpukan jerami maka disebut amorf, jika teratur hampir sejajar disebut kristalin dengan sifat yang lebih keras dan tegar (Syarif, et al., 1988).

Menurut Eden dalam Davidson (1970), klasifikasi plastik menurut struktur kimianya terbagi atas dua macam yaitu:

1. Linear, bila monomer membentuk rantai polimer yang lurus (linear) maka akan terbentuk plastik termoplastik yang mempunyai sifat meleleh pada suhu tertentu, melekat mengikuti perubahan suhu dan sifatnya dapat balik (reversible) kepada sifatnya yakni kembali mengeras bila didinginkan.
2. Jaringan tiga dimensi, bila monomer berbentuk tiga dimensi akibat polimerisasi berantai, akan terbentuk plastik thermosetting dengan sifat tidak dapat mengikuti perubahan suhu (irreversible). Bila sekali pengerasan telah terjadi maka bahan tidak dapat dilunakkan kembali.

Proses polimerisasi yang menghasilkan polimer berantai lurus mempunyai tingkat polimerisasi yang rendah dan kerangka dasar yang mengikat antar atom karbon dan ikatan antar rantai lebih besar daripada rantai hidrogen. Bahan yang dihasilkan dengan tingkat polimerisasi rendah bersifat kaku dan keras (Flinn dan Trojan, 1975)

Bahan kemasan plastik dibuat dan disusun melalui proses yang disebabkan polimerisasi dengan menggunakan bahan mentah monomer, yang tersusun sambung-menyambung menjadi satu dalam bentuk polimer. Kemasan plastik memiliki beberapa keunggulan yaitu sifatnya kuat tapi ringan, inert, tidak karatan dan bersifat termoplastis (heat seal) serta dapat diberi warna.

Kelemahan bahan ini adalah adanya zat-zat monomer dan molekul kecil lain yang terkandung dalam plastik yang dapat melakukan migrasi ke dalam bahan makanan yang dikemas. Berbagai jenis bahan kemasan lemas seperti misalnya polietilen, polipropilen, nilon poliester dan film vinil dapat digunakan secara tunggal untuk membungkus makanan atau dalam bentuk lapisan dengan bahan lain yang direkatkan bersama. Kombinasi ini disebut laminasi. Sifat-sifat yang

dihasilkan oleh kemasan laminasi dari dua atau lebih film dapat memiliki sifat yang unik. Contohnya kemasan yang terdiri dari lapisan kertas/polietilen/aluminium foil/polipropilen baik sekali untuk kemasan makanan kering. Lapisan luar yang terdiri dari kertas berfungsi untuk cetakan permukaan yang ekonomis dan murah. Polietilen berfungsi sebagai perekat antara aluminium foil dengan kertas. Sedangkan polietilen bagian dalam mampu memberikan kekuatan dan kemampuan untuk direkat atau ditutupi dengan panas. Dengan konsep laminasi, masing-masing lapisan saling menutupi kekurangannya menghasilkan lembar kemasan yang bermutu tinggi (Winarno, 1994).

Plastik berisi beberapa aditif yang diperlukan untuk memperbaiki sifat-sifat fisiko kimia plastik itu sendiri. Bahan aditif yang sengaja ditambahkan itu disebut komponen non plastik, diantaranya berfungsi sebagai pewarna, antioksidan, penyerap cahaya ultraviolet, penstabil panas, penurun viskositas, penyerap asam, pengurai peroksida, pelumas, peliat, dan lain-lain (Crompton, 1979).

Plastik masih sering sulit dibedakan dengan resin karena tidak jelas benar bedanya. Secara alami, resin dapat berasal dari tanaman, misalnya balsam, damar, terpentin, oleoresin dan sebagainya. Tapi kini resin tiruan sudah dapat diproduksi dan dikenal sebagai resin sintetik, contohnya selofan, akrilik seluloid, formika, nylon, fenol formaldehida dan sebagainya (Winarno, 1994).

Bahan kemasan plastik dibuat dan disusun melalui proses yang disebut polimerisasi dengan menggunakan bahan mentah monomer, yang tersusun sambung-menyambung menjadi satu dalam bentuk polimer. Dalam plastik juga terkandung beberapa aditif yang diperlukan untuk memperbaiki sifat-sifat fisiko kimia plastik itu sendiri. Bahan aditif yang ditambahkan tersebut disebut komponen nonplastik yang berupa senyawa anorganik atau organik yang memiliki berat molekul rendah. Bahan aditif dapat berfungsi sebagai pewarna, antioksidan, penyerap sinar UV, anti lekat dan masih banyak lagi (Winarno, 1994).

Sifat terpenting bahan kemasan yang digunakan meliputi permeabilitas gas dan uap air, bentuk dan permukaannya. Permeabilitas uap air dan gas, serta luas permukaan kemasan mempengaruhi jumlah gas yang baik dan luas permukaan yang kecil menyebabkan masa simpan produk lebih lama.

Menurut Erliza dan Sutedja (1987) plastik dapat dikelompokkan atas dua tipe, yaitu termoplastik dan termoset. Termoplastik adalah plastik yang dapat dilunakkan berulang kali dengan menggunakan panas, antara lain polietilen, polipropilen, polistiren dan polivinilklorida. Sedangkan termoset adalah plastik yang tidak dapat dilunakkan oleh pemanasan, antara lain phenol formaldehid dan urea formaldehid.

Syarief et al., (1989) membagi plastik menjadi dua berdasarkan sifat-sifatnya terhadap perubahan suhu, yaitu: a) termoplastik: meleleh pada suhu tertentu, melekat mengikuti perubahan suhu dan mempunyai sifat dapat balik (reversibel) kepada sifat aslinya, yaitu kembali mengeras bila didinginkan, b) termoset: tidak dapat mengikuti perubahan suhu (irreversibel). Bila sekali pengerasan telah terjadi maka bahan tidak dapat dilunakkan kembali. Pemanasan yang tinggi tidak akan melunakkan termoset melainkan akan membentuk arang dan terurai karena sifatnya yang demikian sering digunakan sebagai tutup ketel, seperti jenis-jenis melamin.

Plastik jenis termoset tidak begitu menarik dalam proses daur ulang karena selain sulit penanganannya juga volumenya jauh lebih sedikit (sekitar 10%) dari volume jenis plastik yang bersifat termoplastik (Moavenzadeh dan Taylor, 1995).

Pada kemasan plastik, perubahan fisiko kimia pada wadah dan makanannya sebenarnya tidak mungkin dapat dihindari. Industri pangan hanya mampu menekan laju perubahan itu hingga tingkat minimum sehingga masih memenuhi syarat konsumen. Banyak ragam kemasan plastik untuk makanan dan minuman, beberapa contoh misalnya: polietilen, polipropilen, polistiren,



Polipropilen sangat mirip dengan polietilen dan sifat-sifat penggunaannya juga serupa (Brody, 1972). Polipropilen lebih kuat dan ringan dengan daya tembus uap yang rendah, ketahanan yang baik terhadap lemak, stabil terhadap suhu tinggi dan cukup mengkilap (Winarno dan Jenie, 1983). Monomer polypropilen diperoleh dengan pemecahan secara thermal naphtha (distalasi minyak kasar) etilen, propylene dan homologues yang lebih tinggi dipisahkan dengan distilasi pada temperatur rendah. Dengan menggunakan katalis Natta-Ziegler polypropilen dapat diperoleh dari propilen (Birley, et al., 1988).

### III. METODOLOGI PENELITIAN

#### A. Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan adalah beberapa jenis plastik kemasan (HDPE, LDPE, PP, kling film, dan PVC), beberapa jenis kertas (kertas minyak, roti, sak, dupleks, nasi). Peralatan yang digunakan meliputi mistar ukur, mikrometer sekrup, jangka sorong, gelas ukur, pisau pemotong, gunting, korek api, neraca analitik, *paper tensile strength tester*, *abrasion resistance tester*, dan *COBB tester*.

#### B. Metode

##### 1. Penentuan Gramatur dan Densitas Bahan Kemasan Kertas dan Plastik

Gramatur adalah nilai yang menunjukkan bobot bahan per satuan luas bahan ( $\text{g}/\text{m}^2$ ), sedangkan densitas atau bobot jenis adalah nilai yang menunjukkan bobot bahan per satuan volume ( $\text{g}/\text{m}^3$ ). Untuk penentuan gramatur dan densitas bahan kemasan plastik dan kertas digunakan contoh bahan berukuran  $10 \times 10 \text{ cm}$ . Gramatur ditentukan dengan menimbang contoh bahan dan membagi bobot dengan luasannya melalui persamaan berikut:

$$\text{Gramatur } (\text{g}/\text{m}^2) = \frac{\text{bobot contoh (g)}}{100 \text{ cm}^2} \times \frac{10000 \text{ cm}^2}{1 \text{ m}^2}$$

Densitas diperoleh dengan membagi gramatur contoh bahan dengan tebal bahan. Tebal bahan diukur menggunakan mikrometer sekrup di lima tempat yang berbeda pada satu lembar contoh bahan dan diambil nilai rata-ratanya.

##### 2. Penentuan Kekuatan Tarik dan Perpanjangan Putus Bahan Kemasan Kertas dan Plastik

Penentuan kekuatan tarik dan perpanjangan putus kedua jenis bahan kemasan ini dilakukan menggunakan alat *paper tensile strength tester* dengan contoh berukuran panjang minimal 22 cm dan lebar 1,5 cm. Penentuan berguna untuk mengetahui kekuatan tarik bahan dan panjang elongasinya (pertambahan panjang ketika mendapat beban). Bagian ujung contoh uji dipasang pada bagian penjepit (klem) atas dan dikeraskan. Ujung contoh lainnya dipasang pada klem bawah dan dikeraskan. Selanjutnya pengunci bagian klem atas dikendorkan sehingga klem atas dapat bergerak bebas untuk mendapatkan penempatan contoh uji yang benar (vertikal dan tidak terpuntir).

Pengukur kekuatan tarik dilakukan dengan menekan tuas di sebelah kanan alat ke arah bawah. Alat akan menarik klem ke bawah dan contoh mendapat beban tarik tertentu. Bersamaan dengan itu jarum penunjuk bergerak ke atas menunjuk angka tertentu sesuai dengan beban tarik yang bekerja pada contoh uji. Pada saat contoh uji putus jarum akan berhenti bergerak. Nilai yang

ditunjukkan oleh jarum pada saat contoh uji putus ditengah dan secara bersamaan adalah nilai beban tariknya. Pembacaan jarum harus dilakukan secara cermat karena jarum penunjuk akan cepat bergerak kembali ke posisi awal ketika contoh putus. Penentuan kekuatan tarik contoh uji dilakukan sedikitnya dengan dua kali ulangan.

Nilai kekuatan tarik bahan dihitung dengan persamaan:

$$\text{Kekuatan tarik (kg/cm}^2\text{)} = \frac{16}{N} \times \frac{\text{nilai beban tarik (kgf)}}{A \text{ (cm}^2\text{)}}$$

Dimana:

N = jumlah contoh uji untuk setiap pengujian

A = luas permukaan yang mendapat beban (1,5 cm x tebal bahan cm)

Ketika alat bekerja tidak hanya beban tarik yang diukur, pada saat yang bersamaan diukur pula perpanjangan putus (elongasi) contoh bahan. Perpanjangan putus dapat dilihat pada skala piringan di bagian kanan atas alat. Persentase perpanjangan putus dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Perpanjangan putus (\%)} = \frac{\text{Perpanjangan contoh uji (mm)}}{\text{Panjang contoh uji (180 mm)}}$$

Nilai 180 mm adalah jarak antara kedua klem penjepit (atas dan bawah) sehingga contoh uji yang mendapat beban tarik adalah sepanjang 180 mm.

### 3. Penentuan Ketahanan Gesek Bahan Kemasan Kertas dan Plastik

Ketahanan gesek bahan kemasan berguna untuk menentukan bobot isi kemasan serta penanganan produk terkemas yang sebaiknya dilakukan. Ketahanan gesek menunjukkan seberapa kuat bahan kemasan digesek dengan beban tertentu sehingga rusak atau seberapa besar penurunan bobotnya akibat bergesekan dengan beban tertentu. Pengujian ketahanan gesek

menggunakan contoh uji berbentuk lingkaran berdiameter 10 cm dengan lubang kecil ditengah berdiameter 0,5 cm untuk memasukkan baut pengencang. Contoh kemudian ditimbang bobot awalnya. Contoh uji dipasang pada *abrasion resistance tester* dengan cara lubang pada contoh uji pada baut di tengah piringan alat dan contoh dijepit pada bagian tengah dan tepinya. Selanjutnya alat penghitung putaran diset ke angka nol dan beban 50 g dipasang pada setiap roda penggesek. Sebelum menghidupkan motor, pompa penghisap debu bekas gesekan harus dihidupkan terlebih dahulu. Selama alat bekerja dengan cara contoh uji, dilakukan pengamatan terhadap adanya lubang. Jika sudah terdapat lubang pada contoh uji, penggesekan dihentikan dan dilihat jumlah putaran pada alat. Jika contoh uji tidak rusak maka pengujian dilakukan hingga 50 kali putaran. Bobot bahan setelah pengujian ditimbang dan dilakukan perhitungan kehilangan bobot bahan per satuan luas bidang gesek (g/cm<sup>2</sup>).

### 4. Uji Bakar Plastik

Satu lembar contoh plastik digulung dan dibakar pada salah satu ujungnya. Pengamatan dilakukan terhadap kemudahan terbakar, kecepatan rambat nyala api, pembakaran jika sumber api dijauhkan, warna nyala api, pembentukan asap, warna asap dan bau yang timbul.

### 5. Penentuan Daya Serap Kertas terhadap Air

Contoh kertas dengan diameter 10 cm ditimbang bobot awalnya, kemudian diselipkan pada alat COBB *tester* diantara plat dan tabung. Selanjutnya baut penahan dipasang rapat agar tidak terjadi kebocoran. Sebanyak 100 ml air dimasukkan ke dalam alat dan didiamkan selama 10 menit. Air kemudian

dikeluarkan dari alat dan contoh uji dikering anginkan. Contoh uji ditimbang kembali beratnya. Selanjutnya dilakukan perhitungan jumlah air yang diserap oleh kertas per satuan luas ( $\text{g}/\text{cm}^2 \cdot \text{menit}$ ). Pengujian dilakukan sebanyak dua kali ulangan.

#### IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 1. Hasil Percobaan

Hasil percobaan dapat dilihat di Lampiran 1 sampai dengan pada halaman belakang.

##### 2. Pembahasan

###### A. KERTAS

###### a. Gramatur

Gramatur kertas didefinisikan sebagai massa lembaran kertas dibagi luasnya ( $\text{m}^2$ ) dinyatakan dalam  $\text{g}/\text{m}^2$ . Dari hasil percobaan didapat rata-rata gramatur kertas berturut-turut, kertas dupleks, karton, kertas sak, kertas nasi, kertas roti, kertas minyak yaitu; 377.500, 339.133, 82.867, 81.200, 35.300, 27.900  $\text{g}/\text{m}^2$ .

Dari hasil penelitian dapat dilihat adanya nilai yang beragam untuk gramatur pada masing-masing jenis kertas. Gramatur kertas dipengaruhi oleh kadar air kertas. Menurut Casey (1981) gramatur kertas dipengaruhi oleh kadar air pada kelembaban udara relatif di sekitar kertas. Karena gramatur selalu dinyatakan sebagai total berat kertas termasuk kadar air maka pengukuran harus dilakukan pada kondisi standart.

Casey (1981) juga menjelaskan bahwa gramatur kertas mempengaruhi semua sifat-sifat kertas. Dalam hal ini yang terpenting adalah membedakan antara variasi yang disebabkan oleh berat atau gramatur dan variasi yang disebabkan oleh perbedaan yang memang ada pada kertas. Pada pengukuran gramatur kertas pengaruh yang mungkin disebabkan oleh kadar air sangat kecil karena kertas telah dikondisikan dengan kelembaban tertentu sehingga kandungan air dalam kertas homogen.

Adanya keragaman dalam gramatur mengindikasikan pada fluktuasi pemakaian bahan baku kertas per satuan luas. Semakin kecil gramatur maka penggunaan bahan baku semakin sedikit, konsumsi energi untuk pengolahan kertas lebih rendah, mengurangi polusi pabrik, biaya penanganan bahan dan produk rendah, efisiensi ruang penyimpanan, memperkecil gulungan atau potongan yang nantinya akan meningkatkan efisiensi dan efektifitas proses pembuatan kertas (karton) secara keseluruhan (Joedodibroto, 1982).

Keragaman dalam gramatur, ketebalan dan rapat massa memiliki implikasi yang sangat erat satu sama lain, begitu pula dengan panjang dan lebarnya. Hal ini disebabkan karena formulasi gramatur didapat dari perbandingan berat kertas (gram) dengan luasan kertas ( $\text{m}^2$ ); sedangkan untuk rapat massa merupakan perbandingan gramatur ( $\text{gr}/\text{m}^2$ ) dengan ketebalan. Dalam kaitan dengan rapat massa, ketebalan dan gramatur, maka ketiga faktor tersebut berpengaruh dalam sifat lembaran kertas (karton). Selain itu pengaruh komposisi pulp serat pendek dan panjang akan mempengaruhi kerapatan lembaran dan ketebalan kertas (Casey, 1961).

Sebagai satuan ukuran kertas, ukuran gramatur lebih disukai dibandingkan densitas. Hal ini disebabkan kertas pada umumnya diperdagangkan dalam ukuran berat dengan satuan tonase, sedangkan pihak pemakai kertas menggunakan berdasarkan ukuran luas kertas. Kertas dengan luas tertentu dapat dibuat dengan berat yang berbeda-beda, biasanya makin berat lembaran kertas maka makin mahal harganya. Berdasarkan hal tersebut diatas maka digunakan

satuan gramatur yaitu satuan massa kertas yang dinyatakan dalam gram di dalam satu meter persegi luas kertas. Menurut Humam (1997), besarnya gramatur dapat menentukan tinggi rendahnya sifat kertas atau karton, misalnya dalam standar FEFCO untuk karton gelombang penekanan lebih diutamakan pada sifat karton gelombang yang diperlukan (misalnya ketahanan retak) sedangkan gramatur ditentukan kemudian berdasarkan nilai numerik sifat karton gelombang yang diinginkan.

Dalam pengukuran gramatur, pengukuran tebal dilakukan pada beberapa titik yang berbeda dan dilakukan lebih dari satu kali pengukuran. Hal ini disebabkan karena dalam satu lembar kertas nilai ketebalannya tidak merata, sehingga dilakukan pengukuran pada beberapa titik. Sedangkan pengukuran dilakukan lebih dari satu kali (pada kertas yang berbeda) dimaksudkan untuk mendapatkan nilai/data yang cukup valid, karena setiap lembar kertas yang diproduksi memiliki ketebalan yang berbeda-beda. Ketidakteraturan ketebalan lembaran kertas sangat berhubungan dengan bahan baku dan proses produksi kertas itu sendiri.

#### **b. Densitas**

Densitas kertas diperoleh dengan membagi gramatur contoh bahan dengan tebal bahan. Dari hasil percobaan didapat rata-rata densitas kertas berturut-turut, kertas dupleks, karton, kertas minyak, kertas sak, kertas nasi, kertas roti, yaitu: 0.507, 0.468, 0.186, 0.137, 0.133, 0.065 g/m<sup>3</sup>.

Nilai densitas kertas dipengaruhi oleh nilai gramatur dan tebal kertas. Menurut Casey, (1961) secara teknis rapat massa mempunyai hubungan erat dengan daya ikatan antar serat dan derajat fibrilisasi serat pulp yang nantinya berpengaruh pada saat pencetakan (opasitas cetak). Dalam prosesnya, peranan dan pengaruh filler Kaolin (clay) sangat berpengaruh pada sifat fisik lembaran kertas khususnya rapat massa dan gramatur kertas (karton). Kaolin berfungsi sebagai bahan pengisi antar serat, menambah berat kertas dan menghaluskan kertas.

Dari hasil percobaan diperoleh adanya perbedaan ketebalan pada kertas percobaan. Hal ini disebabkan adanya pengaruh perlakuan komposisi dan metoda pembuatan, dan juga dipengaruhi oleh tekanan yang diberikan pada waktu pembuatan lembaran kertas (Vivi, 1993). Menurut Casey (1981) kertas bersifat comprissible. Perbedaan tekanan akan menyebabkan perbedaan yang kecil pada ketebalan. Ketebalan mempengaruhi hampir setiap sifat fisik, optik dan elektrik kertas.

Beberapa alasan yang menyebabkan terjadinya keragaman untuk sifat fisik panjang dan lebar adalah adanya kesalahan dalam presisi produksi, khususnya pada sistem pemotongan lembaran kertas menurut ukuran yang telah ditentukan berdasarkan spesifikasi tertentu yang berlaku dalam SII (Standart Industri Indonesia) maupun pabrik pembuatnya, yang umumnya disesuaikan dengan permintaan pasar (Anonim, 1980b).

#### **c. Kekuatan Tarik dan Perpanjangan Putus**

Dari hasil percobaan didapat rata-rata kekuatan tarik berturut-turut, kertas karton, dupleks, kertas nasi, kertas sak, kertas minyak, kertas roti, yaitu: 18.433, 15.074, 20.85, 18.43, 17.00, 12.14 (kgf/cm<sup>2</sup>). Adanya perbedaan kekuatan tarik pada kertas-kertas yang diteliti disebabkan adanya perbedaan panjang serat yang menyusun kertas tersebut. Clack dalam Casey (1981) melaporkan bahwa kekuatan tarik kertas sebanding dengan kuadrat akar rata-rata perbandingan panjang serat dan berat. Perbedaan kekuatan tarik ini juga disebabkan adanya pengaruh perbedaan metoda pembuatan kertas. Vivi (1993) telah meneliti pengaruh metoda pembuatan dan komposisi jenis pulp terhadap kenaikan indeks tarik pada pembuatan kertas tahan minyak. Vivi menemukan adanya kenaikan indeks tarik pada metoda surface sizing (metode mengisi permukaan lembaran kertas, biasanya dengan pati). Kegunaan dari

surface sizing dari kertas pengemas mencakup ketahanan penetrasi minyak, lemak dan bahan-bahan pelarut lain dan peningkatan ketahanan retak, ketahanan tarik dan ketahanan terhadap abrasi (Klass, 1982).

Ikatan serat yang disebabkan karena proses penggilingan akan mempengaruhi kekuatan serat. Peningkatan ikatan disebabkan oleh peningkatan penggilingan tetapi penggilingan yang berlebihan cenderung akan sedikit menurunkan ketahanan tarik karena perusakan struktur serat yang disebabkan (Vivi, 1993). Penggilingan pada tingkat tertentu dapat meningkatkan kekuatan tarik. Tapi penggilingan yang berlebihan akan menyebabkan terjadinya penurunan kekuatan tarik, yang mungkin disebabkan terjadinya disintegrasi serat. Kekuatan tarik yang dinyatakan dalam  $\text{kgf/cm}^2$ , memiliki nilai yang berbeda-beda. Hal ini dapat disebabkan karena setiap jenis kertas dihasilkan dengan penambahan bahan-bahan tertentu untuk mendapatkan sifat tertentu sesuai dengan tujuan penggunaannya.

Kertas secara umum tersusun dari serat-serat selulosa. Pada proses produksi kertas, serat-serat atau fiber akan mengikuti arah mesin atau sering disebut juga MD (*machine direction*). Pada MD ini, serat-serat diatur menurut arah mesin. Nilai kekuatan tarik untuk MD berbeda dengan TD/CD (*transverse direction/cross machine direction*) atau yang melintang arah mesin (Heldman dan Lund, 1992). Nilai kekuatan tarik pada MD lebih tinggi dibandingkan dengan kekuatan tarik pada CD. Hal ini dapat disebabkan karena pada MD serat-serat atau fiber tersusun secara teratur dan terkumpul dalam satu arah tarikan sehingga kekuatan yang dibutuhkan untuk memutuskan kertas tersebut lebih besar. Sedangkan pada CD serat-serat fiber melintang terhadap arah tarikan, sehingga kekuatan antar serat menjadi tidak terlalu kuat ketika ditarik.

Menurut Casey (1981) peningkatan kadar air dalam kertas akan meningkatkan ketahanan tarik sampai pada titik keseimbangan kelembaban kertas. Menurut Uzair dan Nursyamsu (1991) sifat dan kekuatan kertas ditentukan oleh beberapa faktor. Salah satu faktor yang paling penting adalah penambahan bahan pengisi dan sizing dalam pembentukan lembaran kertas.

Dari hasil percobaan didapat rata-rata perpanjangan putus berturut-turut, kertas dupleks, kertas sak, kertas nasi, karton, kertas roti, kertas minyak, yaitu: 45.67, 21.26, 15.74, 15.71, 11.78, 7.70(%). Adanya perbedaan ini mungkin disebabkan adanya perbedaan keseragaman susunan kertas. Selain itu kadar air kertas juga mempengaruhi perpanjangan putus kertas. Menurut Vivi (1993) jika kertas berada dalam keseimbangan kelembaban udara relatif kurang dari 30 persen maka kertas akan rapuh dan kekuatan retak akan menurun dibandingkan pada kelembaban relatif 30 sampai 50 persen dan bila kadar air meningkat di atas keseimbangan 50 persen kelembaban relatif maka akan menyebabkan penurunan ikatan dan kekuatan retak kertas.

#### **d. Ketahanan Gesek**

Karton memiliki kehilangan bobot yang hampir sama dengan kertas minyak. Hal ini dapat disebabkan karena permukaan karton agak kasar sehingga banyak bagian yang hilang ketika terjadi gesekan. Oleh karena itu, maka karton yang digunakan untuk pengemasan dibuat tebal dengan permukaan lebih licin sehingga lebih tahan terhadap gesekan. Pada kertas lainnya, kehilangan bobotnya lebih kecil dari karton. Ini dapat disebabkan karena permukaan kertas agak licin sehingga dapat mengurangi kehilangan bobot akibat gesekan dengan benda lain. Gaya gesek pada permukaan kasar lebih besar dibandingkan dengan gaya gesek pada permukaan yang lebih licin. Selain itu beban dari benda yang bergesekan juga berpengaruh. Kehilangan bobot saja belum mengindikasikan ketahanan gesek suatu jenis kertas. Jumlah gesekan yang diperlukan hingga dupleks rusak lebih besar dibandingkan dengan jumlah gesekan yang diperlukan hingga kertas rusak. Hal ini disebabkan karena dupleks lebih tebal daripada

kertas. Dengan demikian dalam hal ketahanan gesek, dupleks lebih tahan dibandingkan dengan kertas.

Pada penentuan ketahanan gesek diperlukan penghisap debu untuk memisahkan debu hasil penggesekan. Hal ini disebabkan karena bila tidak ada penghisap debu, maka debu hasil penggesekan akan menghalangi bidang gesekan, sehingga dapat mengganggu hasil pengukuran. Selain itu pada aplikasinya juga bila kemasan kertas mengalami gesekan pada saat penanganannya, maka umumnya debu hasil gesekan tidak akan tertinggal pada permukaan gesekan. Pengujian contoh kertas untuk ketahanan geseknya dilakukan sampai kertas tersebut rusak. Hal ini dapat dijelaskan sebagai berikut yaitu bila kertas atau karton digunakan untuk mengemas suatu produk, maka ia harus dapat melindungi produk tersebut dari berbagai gangguan dari luar, antara lain berupa gesekan, adanya tumpukan yang bisa merusak produk, dan mencegah kontak dengan bahan atau senyawa lain. Bila kertas atau karton tersebut telah rusak maka ia tidak berfungsi lagi sebagai pelindung produk (pengemas). Oleh karena itu dilakukan pengujian daya tahan kertas/karton terhadap gesekan yang aplikasinya berkaitan dengan ketahanan kemasan digeser dan ditumpuk selama penyimpanan. Pengujian ini dihentikan bila kertas tersebut rusak (lubang atau sobek), karena bila kertas telah rusak maka pada aplikasinya ia tidak berfungsi lagi sebagai kemasan yang melindungi produk. Jumlah gesekan pada saat kertas rusak mengindikasikan bahwa kertas tersebut dapat rusak pada sejumlah gesekan dengan beban/bobot tertentu yang bisa ditahan.

Nilai ketahanan gesek pada sisi velt (sisi dalam) dan sisi roll (sisi luar) berbeda. Ini dapat disebabkan karena permukaan sisi velt lebih kasar dibandingkan dengan sisi roll, sehingga pada waktu bergesekan gaya geseknya besar dan demikian juga dengan kehilangan bobot yang terjadi. Untuk keperluan kemasan, perlu diketahui ketahanan gesek. Hal ini disebabkan sebagai suatu kemasan, maka kertas/karton harus dapat melindungi produk yang ada di dalamnya, antara lain dari gesekan. Adanya gesekan selain dapat merusak kertas (kemasan), juga secara tidak langsung nantinya akan merusak produk di dalamnya. Uji ketahanan gesek dimaksudkan untuk mengetahui ketahanan gesek kertas dengan melihat kehilangan bobot dari kertas akibat sejumlah gesekan yang diberikan pada bobot tertentu. Dengan mengetahui ketahanan gesek kertas tersebut maka kita dapat menentukan apakah kertas/karton yang digunakan sebagai pengemas dapat mengalami gesekan atau tidak, atau sampai seberapa besar gesekan yang bisa diterima kertas/karton tersebut. Kegunaan dari uji ini yaitu berhubungan dengan aplikasinya terhadap ketahanan kemasan digeser selama penggunaan dan transportasi, serta pada saat ditumpuk untuk penyimpanan.

#### **e. Penyerapan Air**

Dari hasil percobaan didapat rata-rata penyerapan air berturut-turut, kertas karton, dupleks, kertas nasi, kertas sak, kertas roti, kertas minyak, yaitu: 0.004083309, 0.004021373, 0.000615192, 0.000613908, 0.000386638, 0.000304226 (g/cm<sup>2</sup>.menit). Adanya perbedaan ini mungkin disebabkan ada perbedaan metode sizing (sizer). Sizing umumnya digunakan untuk memberikan ketahanan resistensi air (Saltman, 1991). Menurut Casey (1981) sizer adalah bahan penolong yang ditambahkan sebelum atau sesudah pembentukan lembaran kertas yang ditujukan terutama untuk meningkatkan ketahanan kertas terhadap cairan. Menurut Casey (1981) berdasarkan pemberian sizer dapat dibedakan dua macam, yaitu internal sizer dan surface sizer. Internal sizer merupakan proses untuk memberikan ketahanan penetrasi cairan pada kertas dengan memberikan bahan tambahan internal yang basah. Surface sizer umumnya merupakan penggunaan bahan berselaput tipis seperti tepung, getah dan polimer sintesis.

Menurut Adriana (1998) sifat daya serap air dipengaruhi dipengaruhi oleh sizer dan filler. Sizer akan akan mengubah sifat hidrofilik selulosa menjadi hidrofobik sehingga kemampuan penyerapan airnya akan berkurang. Untuk melindungi kepentingan konsumen juga untuk pengawasan proses dan pengendalian mutu bagi produsen kertas maka diperlukan batas maksimum berat air yang terserap selama 45 detik untuk kertas yang bergramatur 45 g/m<sup>2</sup> standart pabrik sebesar 25 g/m<sup>2</sup> dengan toleransi maksimum hingga 27 g/m<sup>2</sup> (Andriana, 1998).

## B. PLASTIK

### a. Gramature dan Densitas Plastik

Data perhitungan gramature dan densitas plastik dapat dilihat pada Lampiran 6. Berdasarkan Lampiran 6, plastik PVC lebih tebal dan lebih berat dibandingkan dengan jenis plastik lain yang diuji. Demikian juga dengan nilai gramatur dan densitasnya. Hal ini dapat disebabkan karena pada PVC terdapat formasi rantai lurus, sehingga densitasnya tinggi. PVC dihasilkan dari proses polimerisasi dengan adisi HCl yang menghasilkan polimer rantai lurus dengan ikatan ganda. Hal ini meningkatkan derajat kristalinitas dan titik lunak, karena energi yang diperlukan untuk melepaskan ikatan sekunder antara rantai (jaraknya tidak jauh dan tidak tersusun secara kuat) adalah besar. Menurut Suyitno (1990) PVC mempunyai sifat keras, kaku, jernih dan mengkilap, sangat sukar ditembus air dan permeabilitas gasnya rendah sehingga sesuai untuk mengemas makanan yang banyak mengandung air. Menurut Hui (1992), LDPE mempunyai densitas antara 0,915 sampai 0,939 g/cm<sup>3</sup>, sedangkan HDPE mempunyai densitas sebesar > 0,940 g/cm<sup>3</sup>. Menurut Bachriansyah (1997), densitas PVC berkisar antara 1,38 – 1,41 g/cm<sup>3</sup>. Densitas PP menurut Brydson (1975) berkisar antara 0,90 – 0,91 g/cm<sup>3</sup>.

Pengukuran nilai densitas pada plastik sangat penting, karena densitas dapat menunjukkan struktur plastik secara umum. Aplikasi dari hal tersebut yaitu dapat dilihat kemampuan plastik dalam melindungi produk dari beberapa zat seperti air, O<sub>2</sub> dan CO<sub>2</sub>. Birley, *et al.* (1988), mengemukakan bahwa plastik dengan densitas yang rendah menandakan bahwa plastik tersebut memiliki struktur yang terbuka, artinya mudah atau dapat ditembusi fluida seperti air, oksigen atau CO<sub>2</sub>. Jadi tidak seperti pada kertas, nilai densitas plastik sangat penting dalam menentukan sifat-sifat plastik yang berhubungan dengan pemakaiannya. Dalam perdagangan mungkin digunakan satuan gramatur, karena satuan ini cukup mewakili pihak produsen (berat plastik) dan konsumen (luas plastik). Penggunaan plastik sebagai bahan pengemas mempunyai keunggulan dibanding bahan kemasan lain karena sifatnya yang ringan, transparan, kuat, termoplastis dan seelktif dalampermeabilitasnya terhadap uap air, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>. Sifat permeabilitas plastik terhadap uap air dan udara menyebabkan plastik mampu berperan memodifikasi ruang kemas selama penyimpanan (Winarno, 1994).

Berdasarkan sifat permeabilitasnya yang rendah serta sifat-sifat mekaniknya yang baik, polietilen banyak digunakan sebagai pengemas makanan, karena sifatnya yang termoplastik, polietilen mudah dibuat kantung dengan derajat kerapatan yang baik (Sacharow dan Griffin, 1970).

Menurut Buckle *et al.* (1987) permeabilitas gas PVC (seperti CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>) lebih rendah dibandingkan dengan HDPE, LDPE, PP (terlihat pada tabel 1), sehingga PVC cocok untuk mengemas produk yang banyak mengandung senyawa volatil (senyawa yang mudah menguap).

### b. Kekuatan Tarik dan Perpanjangan Putus Plastik

Plastik HDPE dan LDPE merupakan plastik yang terdiri dari polimer yang sama dengan densitas yang berbeda. Kekuatan tarik pada plastik HDPE lebih besar dibandingkan dengan pada plastik LDPE. Hal ini dapat disebabkan karena

pada HDPE rantai-rantai molekul tersusun lebih teratur dibandingkan dengan LDPE, sehingga dibutuhkan kekuatan tarik yang lebih besar untuk memutuskan plastik HDPE dibanding dengan untuk plastik LDPE. Hal ini berkaitan juga dengan nilai densitas kedua jenis plastik tersebut. HDPE yang memiliki densitas yang lebih tinggi, maka strukturnya tertutup atau susunan rantai-rantai polimernya lebih rapat dibandingkan dengan LDPE yang memiliki densitas rendah. Menurut Harper (1975) pada polietilen jenis low density terdapat sedikit cabang pada rantai antara molekulnya yang menyebabkan plastik ini memiliki densitas yang rendah, sedangkan high density mempunyai jumlah rantai cabang yang lebih sedikit dibanding jenis low density. Dengan demikian high density memiliki sifat bahan yang lebih kuat, keras, buram dan lebih tahan terhadap suhu tinggi. Nilai kekuatan tarik ini perlu untuk mengetahui kekuatan kemasan bila diberi diberi tekanan. Semakin tinggi kemampuan suatu bahan kemasan untuk menerima suatu tekanan yang diberikan, maka semakin tinggi mutu suatu kemasan itu di dalam melindungi produk dari tekanan yang terjadi selama penyimpanan atau transportasi, sehingga kerusakan mekanis yang akan terjadi pada produk akan bisa dikurangi.

Rantai-rantai polimer lurus akan searah mengikuti arah MD. Menurut Suyitno (1990), atom-atom karbon pada rantai polimer akan bergabung melalui ikatan kovalen yang kuat. Disamping itu di antara rantai satu dengan yang lain dihubungkan oleh ikatan van der Waals yang sifatnya jauh lebih lemah (ikatan sekunder) sehingga memberikan sifat-sifat plastis. Walaupun secara individual ikatan sekunder ini lemah, akan tetapi kekuatan dari total ikatan yang ada sepanjang rantai dapat memberi andil yang besar terhadap beberapa macam sifat fisik plastik yang bersangkutan.

#### **c. Ketahanan Gesek Plastik**

Perhitungan ketahanan gesek plastik dapat dilihat pada Lampiran 7. Selain melihat kehilangan bobot, untuk menentukan ketahanan gesek dilihat juga jumlah putaran yang menunjukkan jumlah gesekan pada plastik. PVC mempunyai daya tahan gesek yang cukup baik, hal ini dapat dilihat pada jumlah gesekan dan kehilangan bobot yang terjadi. Pada plastik ini, diperlukan jumlah gesekan yang lebih banyak dibandingkan dengan jenis plastik lain yang diuji sampai plastik itu rusak. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa kemasan PVC dapat digunakan untuk mengemas produk yang akan ditransportasikan (ke tempat konsumen yang jauh). Seperti diketahui mungkin saja ada terjadi benturan mekanis selama pengangkutan produk dari pabrik ke tempat penjualan atau konsumen.

#### **e. Uji Bakar**

Dari hasil percobaan terlihat bahwa yang paling mudah terbakar dari semua jenis bahan plastik yang diteliti adalah jenis polietilen (LDPE), bahkan pada LDPE ini, saat sumber api dijauhkan tidak mati. Hal ini sesuai dengan tinjauan literatur dari Christopher (1981) yang menyatakan bahwa PE dengan massa jenis 38 mempunyai konduktivitas thermal 0.046, sedangkan PVC dengan massa jenis 35 memiliki konduktivitas thermal 0.028. Jadi wajar saja LDPE lebih mudah terbakar, karena bahan plastik ini mempunyai daya penghantar panas yang lebih tinggi dibandingkan dengan PVC.

## **V. KESIMPULAN DAN SARAN**

### **1. Kesimpulan**

Dari hasil pembahasan dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Gramatur, ketebalan dan densitas pada kertas sangat berpengaruh terhadap sifat lembaran kertas.

2. Beberapa faktor yang mempengaruhi sifat fisik kertas adalah: komposisi pulp serat pendek dan panjang, metode pembuatan, kadar air, metode sizes dan filler (bahan pengisi).
3. Ketahanan gesek karton dan dupleks besar karena memiliki ketebalan yang lebih tinggi dibandingkan jenis kertas yang lain.
4. Sizer akan mengubah sifat hidrofilik selulosa (kertas) menjadi hidrofobik sehingga kemampuan penyerapan airnya berkurang.
5. Plastik PVC memiliki tebal, berat, nilai gramatur dan densitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan jenis plastik yang lain.
6. Kekuatan tarik HDPE lebih besar dibandingkan dengan LDPE disebabkan rantai-rantai molekulnya tersusun lebih teratur dibandingkan LDPE.
7. PVC memiliki daya tahan gesek yang paling tinggi dibandingkan dengan plastik lain.
8. LDPE memiliki konduktivitas termal yang tinggi sehingga mudah terbakar.

## 2. Saran

1. Sebaiknya dilakukan juga pengamatan secara kimia sehingga kita mendapat informasi yang lebih lengkap mengenai sifat-sifat bahan kemasan.
2. Melakukan penelitian terhadap bahan kemasan lainnya seperti: kayu, plastik laminasi, kemasan kotak minuman seperti juice.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1980b. PNKP Padalarang. Laporan Biro Engineering. Padalarang.
- Bachriansyah, S. 1997. Identifikasi Plastik. Makalah Pelatihan Teknologi Pengemasan Industri Makanan dan Minuman, Departemen Perindustrian dan Perdagangan, Bogor 29 November 1997
- Bierley, A.W., R.J. Heat and M.J. Scott, 1988, Plastic Materials Properties and Applications. Chapman and Hall Publishing, New York.
- Brody. A.L. 1972. Aseptic Packaging of Foods. Food Technology. Aug. 70-74.
- Brydson J.A. 1975. Plastic Materials. 3th. Newnes-Butterworths. London
- Casey, J.P. 1961. Pulp and Paper, vol.II Second Ed. International Publisher Inc. NewYork
- Christopher. H. 1981. Polymer Materials. Mac Millan Publishers LTD. London.
- Crompton, T.R. 1979. Additive Migration from Plastic into Food. Pergamon Press. Oxford.
- Davidson A., 1970. HandBook of Precision Engineering. Mc. Graw Hill Book Co. Great Britain
- Erliza dan Sutedja. 1987. Pengantar Pengemasan. Laboratorium Pengemasan, Jurusan TIP. IPB. Bogor.
- Flin R.A. and P.K. Trojan. 1975. Engineering Materials and Their Applications. HonhTonMifflinCo.Boston.

- Harper. 1975. Handbook of Plastic and Elastomer. Westing House Electric Corporation. Baltimore. Maryland.
- Joedodibroto, H. 1982. Plan Plantation Residues as an Alternative Source of Cellulosaic
- Moavenzadeh F. and H.F. Taylor. 1995. Recycling and Plastics. Center for Construction Research and Education Departement of Civil and Environmental Engineering Massachuett Institute of Technology. Cambridge. Massachuett. USA.
- Peleg. K. 1985. Produce Handling Packaging and Distribution. The AVI Publishing. Co. Inc. Westport. Connecticut.
- Ryall. A.L. dan Lipton. W.J. 1972. Handling, Transportation and Storage of Fruits And Vegetables. The The AVI Publishing. Co. Westport.
- Sacharow. S. and R.C. Griffin. 1980. Principles of Food Packaging. The AVI Publishing. Co. Inc. Westport. Connecticut.
- Suyitno. 1990. Bahan-bahan Pengemas. PAU. UGM. Yogyakarta.
- Syarief.R., S. Santausa dan Isyana. 1989. Teknologi Pengemasan Pangan, PAU Pangan dan Gizi, IPB Bogor.
- Winarno, F.G. dan Jennie. 1982. Kerusakan Bahan Pangan dan Cara Pencegahannya. Ghalia Indonesia. Jakarta.
- Winarno, F.G. 1983. Gizi Pangan, Teknologi dan Konsumsi. Penerbit Gramedia. Jakarta. Winarno, F.G., Srikandi F. dan Dedi F. 1986. Pengantar Teknologi Pangan. Penerbit PT. Media. Jakarta.
- Winarno, F.G. 1987. Mutu, Daya Simpan, Transportasi dan Penanganan Buah-buahan dan Sayuran. Konferensi Pengolahan Bahan Pangan dalam Swasemba da Eksport. Departemen Pertanian. Jakarta.