

## **ANALISIS KANDUNGAN SENYAWA BAHAN BERBAHAYA PADA KOMPONEN PLASTIK DAN METAL PRODUK ELEKTRONIK SESUAI ATURAN *RESTRICTION OF HAZARDOUS SUBSTANCES (ROHS) 2025***

**Evita Tri Andini<sup>1)</sup>, Ayu Zakiyah Lestari<sup>2)</sup>, Andi Nuraliyah<sup>3)</sup>\***

<sup>1,2,3)</sup>Prodi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya,  
Jl. Raya Perjuangan Kota Bekasi, Jawa Barat 17143

\*Corresponding Author: [andi.nuraliyah@dsn.ubharajaya.ac.id](mailto:andi.nuraliyah@dsn.ubharajaya.ac.id)

### **ABSTRAK**

Peraturan Pembatasan Zat Berbahaya diperkenalkan oleh Uni Eropa pada tahun 2006 untuk mengurangi limbah elektronik dan dampak negatifnya terhadap kesehatan dan lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan zat berbahaya seperti Cd, Pb, Hg, Br, dan Cr<sup>6+</sup> pada sampel plastik dan metal komponen elektronik PT. Panasonic Manufacturing Indonesia (PMI) sesuai dengan peraturan RoHS. Metode yang digunakan antara lain analisis X-Ray Fluoresensi untuk penentuan konsentrasi unsur, Kromatografi Gas-Spektrometri Massa untuk mendeteksi senyawa bromin, dan spektrofotometri UV-Vis untuk mengukur kandungan kromium heksavalen. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh sampel memenuhi peraturan RoHS, dengan konsentrasi zat berbahaya tidak melebihi batas yang ditentukan. Meskipun beberapa sampel mengandung senyawa brom, konsentrasinya masih di bawah ambang batas. Kandungan kromium pada sampel logam tidak berupa Cr<sup>6+</sup>, dan sampel tersebut dinyatakan memenuhi standar RoHS dan layak digunakan. PT. PMI juga menerapkan batas maksimum yang lebih ketat dibandingkan peraturan RoHS untuk memastikan kualitas produk yang optimal.

**Kata Kunci :** *GC-MS, RoHS, Spektrofotometer UV-Vis, XRF*

### **1. PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

*Restriction of Hazardous Substances (RoHS)* adalah peraturan yang membatasi penggunaan zat berbahaya dalam peralatan listrik dan elektronik, yang bertujuan untuk meminimalkan risiko terhadap lingkungan dan kesehatan manusia sepanjang siklus hidup produk, mulai dari produksi hingga pembuangan. RoHS berasal dari Uni Eropa dan mulai diberlakukan pada 1 Juli 2006, sebagai tanggapan terhadap perkembangan teknologi yang semakin pesat, yang menyebabkan peningkatan produk elektronik dan limbah elektronik (*e-waste*). Pada tahun 2011, Uni Eropa memperkenalkan RoHS2, yang memperluas cakupan peraturan ini untuk mencakup lebih banyak jenis perangkat elektronik selama beberapa tahun berikutnya. Kedua peraturan RoHS ini berlaku untuk peralatan listrik dan elektronik, elektronik konsumen, peralatan rumah tangga baik ukuran besar maupun kecil, peralatan penerangan, mainan dan alat olahraga, dispenser otomatis, dan perangkat elektronik lainnya (Balaram et al, 2018).

Menganalisis sampel dari PT. PMI penting dilakukan untuk memastikan kepatuhan terhadap RoHS dan mencegah potensi pencemaran lingkungan serta dampak kesehatan akibat zat berbahaya. Dalam industri manufaktur, terutama yang berkaitan dengan peralatan listrik dan elektronik, kepatuhan terhadap regulasi lingkungan menjadi aspek yang sangat krusial. Salah satu regulasi utama yang diterapkan di tingkat global adalah RoHS, yang bertujuan untuk membatasi penggunaan zat-zat berbahaya dalam produk elektronik guna melindungi lingkungan dan kesehatan manusia, analisis plastik dari PT PMI bukan hanya tentang kepatuhan terhadap regulasi internasional, tetapi juga bagian dari tanggung jawab perusahaan terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat. Melalui pendekatan yang lebih berkelanjutan dan berbasis data, PT PMI dapat memastikan bahwa produk mereka aman digunakan serta meminimalkan dampak negatif terhadap ekosistem global. (Sriram & Jagadeeswaran, 2015).

RoHS Uni Eropa menetapkan batas maksimum untuk bahan-bahan kimia berikut. Enam yang pertama diterapkan pada RoHS2, sementara 4 terakhir ditambahkan di bawah RoHS3, yang mulai berlaku 22 Juli 2019. Batas maksimum bahan kimia berbahaya dalam RoHS secara keseluruhan adalah 1000 ppm pada semua bahan kimia yang dilarang diantaranya Pb, Hg, Cd, Cr6+, PBB, PBDE, DIBP, DEHP, BBP. (Sriram & Jagadeeswaran, 2015).

## 1.2 Tujuan Penelitian

- a. Mengetahui pengujian komponen plastik pada *part* elektronik
- b. Mengetahui pengujian komponen metal pada *part* elektronik

## 2. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif untuk menganalisis kandungan bahan berbahaya pada komponen plastik dan metal produk elektronik. Tujuan utamanya adalah untuk menentukan kepatuhan komponen tersebut terhadap batas maksimum bahan kimia berbahaya yang telah ditetapkan dalam standar *Restriction of Hazardous Substances* (RoHS). Objek penelitian meliputi sampel komponen plastik dan metal yang diambil dari produk elektronik PT. Panasonic Manufacturing Indonesia (PMI). Perusahaan ini menerapkan batas maksimum kandungan bahan kimia yang lebih ketat dibandingkan dengan regulasi RoHS guna memastikan kualitas produk tetap optimal. Proses penelitian dimulai dengan preparasi sampel, di mana komponen plastik dipotong sesuai ukuran tertentu untuk memenuhi kebutuhan analisis instrumen. Tahapan pertama analisis dilakukan menggunakan metode *X-Ray Fluorescence* (XRF) (Kumala Sari et al, 2013).

Instrumen ini digunakan untuk mengidentifikasi elemen-elemen berbahaya seperti Cd, Pb, Hg, Cr, dan Br dalam sampel plastik dan metal. XRF adalah teknik analisis non-destruktif yang dapat mendeteksi elemen berdasarkan kandungan totalnya (Panalytical, 2009). Apabila hasil analisis menunjukkan nilai *Not Good* (NG) pada elemen tertentu, sampel tersebut akan dianalisis lebih lanjut menggunakan metode lanjutan. Metode lanjutan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS) dan Spektrofotometri UV-Vis. GC-MS digunakan untuk menganalisis kandungan ftalat (DIBP, DBP, BBP, dan DEHP) serta senyawa bromin (PBB dan PBDE) (Indriani et al, 2023).

Spektrofotometri UV-Vis digunakan untuk mendeteksi keberadaan ion  $\text{Cr}^{6+}$  pada komponen metal (Helmiady, 2022). Sampel metal direndam dalam larutan akuades pada suhu  $80^{\circ}\text{C}$  untuk melepaskan ion  $\text{Cr}^{6+}$ , kemudian larutan tersebut diuji dengan spektrofotometer. Metodologi ini dirancang secara sistematis untuk memastikan keakuratan hasil dan kepatuhan terhadap standar internasional. Data yang diperoleh kemudian divalidasi menggunakan standar acuan dan metode pembandingan dari penelitian sebelumnya, seperti yang diuraikan oleh (Maulida et al, 2023).

## 2.1 Batas Maksimum Bahan Kimia Berbahaya

Adapun batas maksimum bahan kimia yang dilarang dalam RoHS secara global dan di PT. Panasonic Manufacturing Indonesia (PMI). Aturan RoHS di PT. PMI menerapkan batas maksimum yang lebih ketat daripada regulasi RoHS untuk memastikan kualitas produk yang optimal. Batas Maksimum Bahan Kimia Berbahaya dalam RoHS Secara Global dan PT. PMI dapat dilihat pada Tabel 1 (Maulida et al, 2023).

Tabel 1. Batas Maksimum Bahan Kimia Berbahaya dalam RoHS Secara Global dan PT. PMI

| Bahan Kimia yang Dilarang | Batas Maksimum Secara Global | Batas Maksimum PT. PMI             |
|---------------------------|------------------------------|------------------------------------|
| Pb                        | 1000 ppm                     | 100 ppm                            |
| Hg                        | 1000 ppm                     | 100 ppm                            |
| Cd                        | 1000 ppm                     | 75 ppm (metal)<br>25 ppm (plastik) |
| $\text{Cr}^{6+}$          | 1000 ppm                     | 100 ppm                            |
| PBB                       | 1000 ppm                     | 100 ppm                            |
| PBDE                      | 1000 ppm                     | 100 ppm                            |
| DIBP                      | 1000 ppm                     | 500 ppm                            |
| DEHP                      | 1000 ppm                     | 500 ppm                            |
| BBP                       | 1000 ppm                     | 500 ppm                            |
| DBP                       | 1000 ppm                     | 500 ppm                            |

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Pengujian Komponen Plastik Pada *Part* Elektronik

Penelitian ini dilakukan pengujian komponen plastik isolasi kabel dan PCB pada *part* elektronik. Pengujian XRF pada sampel plastik dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengujian XRF pada sampel plastik

| Elemen | Judgment | Result               |            | Unit |
|--------|----------|----------------------|------------|------|
|        |          | Sampel Isolasi Kabel | Sampel PCB |      |
| Cd     | OK       | 0                    | 1.4        | ppm  |
| Pb     | OK       | 29.1                 | 15.2       | ppm  |
| Cr     | OK       | 13.3                 | 11.4       | ppm  |

|    |    |         |         |     |
|----|----|---------|---------|-----|
| Hg | OK | 0       | 0       | ppm |
| Br | NG | 48524.2 | 36409.1 | ppm |

Tabel 2 merupakan hasil pengujian sampel komponen plastik pada *part* elektronik isolasi kabel dan PCB terdapat NG Br, karena XRF hanya dapat mengukur kandungan Br total, bahan yang terdeteksi NG untuk senyawa Br harus dianalisis lebih lanjut dengan teknik yang sesuai. Jika sampel menunjukkan hasil NG untuk Br (> 100 ppm), uji lanjutan akan dilakukan menggunakan GC-MS untuk menentukan turunan Br yaitu DIBP, DEHP, BBP dan DIBP. Selain itu GC-MS juga dapat digunakan untuk analisis PBB dan PBDE dalam sampel.

**Penetapan Kadar Ftalat.** Pengujian ftalat dan Br dengan menggunakan GC-MS sama hal nya seperti instrumen lain yang membutuhkan standar, standar yang digunakan bertujuan sebagai pembandingan dalam analisis kuantitatif untuk memastikan hasil yang akurat. Standar yang digunakan pada mesin GC-MS ada 2 jenis, yaitu standar untuk ftalat dan standar untuk Br. Standar untuk ftalat antara lain blank, 100 ppm, dan 1000 ppm. Sedangkan standar untuk Br yaitu ERMEC-591. Preparasi sampel terlebih dahulu sebelum melakukan pengujian dengan memotong standar dan sampel dengan massa yang telah ditentukan yaitu 0,45-0.55 mg. Sampel yang diuji menggunakan GC-MS sama seperti sampel yang diuji yaitu dapat berupa plastik, karet, kertas, stiker, *liquid*, dan sebagainya. Standar dan sampel yang telah dipotong, selanjutnya dimasukkan ke dalam sampel *cup* dan *sample tray*. Kemudian sampel *cup* tersebut diberi *quartz wool*, penambahan ini yang bertujuan untuk mencegah sampel terlempar keluar dari *cup* selama proses pengujian. Proses pengujian instrumen ini membutuhkan waktu sekitar 45 menit tiap sampel. Hasil pengujian ftalat pada standar (1000 mg/kg) yang bertujuan untuk memberikan informasi berupa waktu retensi setiap senyawa ftalat untuk diidentifikasi dan kuantifikasi. Senyawa dengan berat molekul yang lebih besar memiliki waktu retensi yang lebih lama.

Analisis kuantitatif dilakukan dengan cara membandingkan waktu retensi antara sampel dengan standar berkonsentrasi 1000 mg/kg untuk mengetahui ada atau tidaknya kandungan empat ftalat tersebut. Ion kuantitatif dari setiap ftalat dicantumkan pada Tabel 3 diantaranya puncak massa pada m/z 223,00 (DIBP), m/z 223,00 (DBP), m/z 206,00 (BBP), m/z 279,00 (DEHP). Hasil pengujian ftalat pada standar (1000 mg/kg) dan terdapat hasil pengujian pada komponen plastik dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Ftalat pada Standar (1000 mg/kg) dan Hasil Pengujian pada Komponen Plastik

| Ftalat                                                      | Waktu Retensi |                                |                      | Konsentrasi (ppm)              |                      |
|-------------------------------------------------------------|---------------|--------------------------------|----------------------|--------------------------------|----------------------|
|                                                             | Standar       | Hasil Uji Sampel Isolasi kabel | Hasil Uji Sampel PCB | Hasil Uji Sampel Isolasi kabel | Hasil Uji Sampel PCB |
| DIBP<br>(1,2-bis(2-methylpropyl) benzene-1,2-dicarboxylate) | 4,321         | -                              | -                    | -                              | -                    |
| DBP<br>(1,2-dibutyl benzene-1,2-dicarboxylate)              | 4,868         | 4,940                          | 4,926                | 18,370                         | 22,9                 |
| BBP<br>(1-benzyl 2-butyl benzene-1,2-dicarboxylate)         | 6,537         | -                              | -                    | -                              | -                    |
| DEHP<br>(1,2-bis(2-ethylhexyl) benzene-1,2-dicarboxylate)   | 7,436         | 7,383                          | 7,415                | 19,195                         | 86,063               |

### 3.2 Pengujian Komponen Metal Pada *Part* Elektronik

Pengujian terhadap keberadaan  $\text{Cr}^{6+}$  dalam sampel metal dilakukan karena sifatnya yang sangat berbahaya bagi kesehatan manusia dan lingkungan.  $\text{Cr}^{6+}$  adalah salah satu bentuk kromium yang memiliki tingkat toksisitas tinggi dan dapat memberikan dampak serius jika terpapar.  $\text{Cr}^{6+}$  sering ditemukan dalam industri yaitu komponen metal, verifikasi melalui spektrofotometer UV-Vis sangat penting untuk membedakan antara  $\text{Cr}^{6+}$  dan bentuk kromium lain yang kurang berbahaya (seperti  $\text{Cr}^{3+}$ ). Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa produk yang dihasilkan aman untuk pengguna dan lingkungan sesuai dengan standar keselamatan dan regulasi yang berlaku. Tahap awal pengujian komponen metal sama hal nya dengan sampel plastik yaitu dengan menggunakan X-Ray. Pada hasil pengujian komponen metal dengan menggunakan X-Ray dapat diketahui pada Tabel 4 bahwa sampel metal yang diuji menunjukkan NG Cr yaitu 113.4 ppm, sehingga akan diuji lebih lanjut dengan menggunakan spektrofotometer *Ultra Violet-Visible* (UV-Vis). Spektrofotometer UV-Vis merupakan bagian dari *secondary testing* yang dilakukan jika ketika melakukan X-Ray ditemui sampel NG pada bagian Cr. Hal ini perlu dilakukan verifikasi melalui instrumen Spektrofotometer UV-Vis karena di

khawatirkan Cr yang terkandung didalam sampel adalah kromium heksavalen ( $\text{Cr}^{6+}$ ). Secara umum sampel yang mengandung Cr NG atau yang masuk di tahap ini berbahan metal (Irawan, 2019). Pengujian X-Ray pada komponen metal dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Pengujian XRF pada Sampel Metal

| Element | Judgment | Result | Unit |
|---------|----------|--------|------|
| Cd      | OK       | 0      | ppm  |
| Pb      | OK       | 11,8   | ppm  |
| Cr      | NG       | 113,4  | ppm  |
| Hg      | OK       | 0      | ppm  |
| Fe      |          | 1,843  | %    |
| Zn      |          | 1,459  | %    |
| Mn      |          | 0,011  | %    |
| Cu      |          | 0,004  | %    |
| Metal   |          | 67,819 | %    |

**Pengujian  $\text{Cr}^{6+}$ .** Pengujian ini dilakukan dengan mempersiapkan larutan standar yang terdiri dari campuran 1,5-*diphenylcarbazine* dan aseton dengan perbandingan 5:1. Sebanyak 5 mg 1,5-*diphenylcarbazine*, dan 1 mL aseton diukur dengan menggunakan mikropipet. Penggunaan aseton berfungsi untuk membuat suasana menjadi asam sehingga akan terbentuk anion kompleks  $\text{Cr}^{6+}$  (Trinanda et al, 2023). Larutan  $\text{Cr}^{6+}$  akan berikatan dengan  $\text{H}^+$  sehingga membentuk asam dikromat (Yanti, 2022). Sampel metal diuji dengan merendamnya dalam 10 mL akuades, kemudian dipanaskan pada suhu  $80^\circ\text{C}$  selama 10 menit untuk melepaskan ion  $\text{Cr}^{6+}$ . Larutan rendaman dicampur dengan larutan standar dan dihomogenkan sebelum diuji menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Pengujian blanko dengan akuades menghasilkan nilai 0,05 mg/L sebagai acuan. Hasil uji sampel menunjukkan nilai yang sama 0,05 mg/L dan menghasilkan larutan yang tidak berwarna, menunjukkan bahwa sampel tersebut tidak mengandung  $\text{Cr}^{6+}$  dan dinyatakan aman. Berikut merupakan hasil pengujian  $\text{Cr}^{6+}$  dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis dapat dilihat pada Gambar 1.



(a) Pengujian Blanko



(b) Pengujian Sampel Metal

Gambar 1. Hasil pengujian  $\text{Cr}^{6+}$  dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian terhadap komponen plastik dan metal pada part elektronik yang akan digunakan oleh PT. Panasonic Manufacturing Indonesia, dapat disimpulkan bahwa seluruh sampel memenuhi standar *Restriction of Hazardous Substances* (RoHS). Pengujian terhadap komponen plastik menunjukkan bahwa kandungan senyawa turunan bromin (Br) berada pada tingkat yang rendah dan masih di bawah ambang batas yang ditetapkan dalam regulasi RoHS. Hal ini mengindikasikan bahwa material plastik yang digunakan aman dan tidak mengandung zat berbahaya dalam kadar yang dapat menimbulkan risiko lingkungan maupun kesehatan manusia.

Hasil pengujian pada komponen metal juga menunjukkan bahwa sampel tidak mengandung ion kromium heksavalen ( $\text{Cr}^{6+}$ ). Ketidadaan  $\text{Cr}^{6+}$  dalam material metal memastikan bahwa bahan tersebut aman untuk digunakan dalam produk elektronik dan tidak berpotensi mencemari lingkungan atau membahayakan pengguna. Hasil ini, dapat dikonfirmasi bahwa komponen plastik dan metal yang diuji memenuhi persyaratan regulasi RoHS. PT. Panasonic Manufacturing Indonesia dapat menggunakan material tersebut dalam produksinya tanpa kekhawatiran terkait dampak lingkungan maupun ketidaksesuaian dengan standar internasional. Keberhasilan ini juga menunjukkan komitmen perusahaan dalam memastikan bahwa produk elektronik yang dihasilkan tetap ramah lingkungan dan sesuai dengan regulasi yang berlaku.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Analytical, B. V. (2009). *X-Ray Fluorescence Spectrometry*. Pencemaran Air Sungai. Universitas Diponegoro.
- Balaram, V., Rambabu, U., Reddy, M. R. P., Munirathnam, N. R., & Chatterjee, S. RoHS Regulation: Challenges in the Measurement of Substances of Concern in Industrial Products by Different Analytical Techniques. In *Mapan - Journal of Metrology Society of India* (Vol. 33, Issue 3, pp. 329-346). Springer. 2018.
- Helmiady. (2022). Pengembangan dan Validasi Metode Spektrofotometri Serapan Atom untuk Penentuan Logam Berat Merkuri (Hg) dan Ion Kromatografi untuk Penentuan Krom Heksavalen ( $\text{Cr}^{6+}$ ) Dalam Barang Bukti di Duga Limbah B3 dari Beberapa Kegiatan Industri. *Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia*, 2.
- Indriani, S., Isdaryanti, Agustia, M., & Poleuleng, A. B., Syahra, N.J., Pratiyo, Y.B. (2023). Analisis Gc-Ms (Gas Chromatography-Mass Spectrometry) Terhadap Batang Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq.) Gc-Ms (Gas Chromatography-Mass Spectrometry) Analisis Batang Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) *Jurnal Agrolantae*, 147-155.
- Irawan, A. (2019). Kalibrasi Spektrofotometer Sebagai Penjaminan Mutu Hasil Pengukuran dalam Kegiatan Penelitian dan Pengujian. *Indonesian Journal Of Laboratory*, vol 1.
- Kumala Sari, D., Dwiana Lestiani, D., Adventini, N. Evaluasi Kinerja Energy Dispersive X-RAY Fluorescence (EDXRF) Epsilon 5. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir PTNBR- BATAN Bandung. 2013.
- Maulida, N., Kurniadewi, F., & Lestari, A. Z. (2023). Analisis Kandungan Logam dan Berat pada Part Elektronik dengan XRF dan Py/GC-MS. *Jurnal Riset Sains dan Kimia Terapan*, 4-5.

- Sriram, H., & Jagadeeswaran, I. EU 2015/863: Restriction of Hazardous Substances (RoHS) -3 BT-Medical Device Guidelines and Regulations Handbook (P. S. Timiri Shanmugam, P. Thangaraju, N. Palani, & T. Sampath (eds.); pp. 297–307). New York: Springer International Publishing, 2022.
- Trinanda, I. Kurniadewi, f., Lestari, A.Z. (2023). Analisis Kandungan Logam Berbahaya yang Dibatasi RoHS pada Service *Part* Elektronik PT. Panasonic Manufacturing Indonesia. *Journal Riset Sains dan Kimia Terapan*.
- Yanti, I. (2022). Penentuan Cr (VI) dan SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> Menggunakan Spektrofotometri UV-Vis dalam Sampel Air Sungai di Dinas Lingkungan Hidup Kota Semarang. *Indonesian Journal Of Chemical Research*, 51–58.