

# PORTAL

Media Ilmiah Bidang Kimia dan Kemasan

---

Vol. 5 No. 1 Desember 2018

[bbkk.kemiperin.go.id](http://bbkk.kemiperin.go.id)



**KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN**  
**BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI**  
**BALAI BESAR KIMIA DAN KEMASAN**

PORTAL Kimia & Kemasan	Vol. 5	No.1	Hal. 186 - 214	Jakarta Desember 2018	ISSN 2443 - 1869
---------------------------	--------	------	-------------------	--------------------------	---------------------

# PORTAL

MEDIA ILMIAH BIDANG KIMIA DAN KEMASAN

ISSN 2443-1869

Volume 5. No. 1, Desember 2018

## Penanggung Jawab:

Rahyani Ermawati

## Ketua Redaksi:

Evana Yuanita, ST, MT

## Redaktur:

Ir. Wiwik Pudjiastuti, MSi

Suryo Irawan, ST, MSi

Ir. Emmy Ratnawati

Irma Rumondang L., ST, MSi

Nur Hidayati, ST, MT

## Editor:

Bumiarto Nugroho Jati, ST, MT

Eva Oktarina, SSI

Anna Fitriana, ST

Bunda Amalia, ST, MSi

Sri Retno P., ST, MSC

Femi Sukmaretiana, SE, ME

## Alamat Redaksi:

Balai Besar Kimia dan Kemasan

Jl. Balai Kimia No. 1, Pekayon-Pasar Rebo

Jakarta Timur

Telp. (021) 8717438

Fax. (021) 8714928

Email: media.portal.bokk@gmail.com

## DAFTAR ISI

Halaman

1. Optimasi Kondisi Ekstraksi Karotenoid Serat Perasan Sawit Menggunakan Metode Permukaan Tanggap..... 186-191  
Chicha Nuraeni, Erna Pratiwi dan Auliyah Ariani
2. Pengujian Formaldehida Pada Melamin Perlengkapan Makan Dan Minum ..... 192-195  
Setyawati
3. Hubungan Ketahanan Tekan Tepi (*ECT*) Dengan Ketahanan Retak (*Bursting Strength*) Pada Kertas Karton Gelombang..... 196-202  
Setyawati
4. Karakteristik Mineral *Spirulina* Setelah Proses Sonikasi... 203-207  
Novi Nur Aidha, Eva Oktarina, dan Siti Agustina
5. Analisis *Robust* Untuk Evaluasi Hasil Uji Banding Antar-Laboratorium Produk Asam Formiat Teknis..... 208-214  
Ira Setiawati

Portal Kimia dan Kemasan memuat hasil litbang, aplikasi hasil litbang dan telaah ilmiah yang meliputi bahan, teknologi, produk, mutu, limbah, rancang bangun, dan perekayasaan serta penerapan kebijakan di bidang kimia dan kemasan sebagai media komunikasi antar ilmuwan, praktisi dan masyarakat industri. Portal Kimia dan Kemasan terbit sekali dalam setahun. Isi Portal Kimia dan Kemasan dapat dikutip dengan menyebutkan sumbernya.

# PORTAL

Media Ilmiah Bidang Kimia dan Kemasan

## KATA PENGANTAR

Majalah ilmiah Portal Volume 5 Nomor 1 Desember 2018 merupakan terbitan kelima dengan lima karya tulis ilmiah berupa metode pengujian, hasil litbang, aplikasi hasil litbang, dan telaah ilmiah di bidang kimia dan kemasan. Aplikasi hasil litbang dengan memanfaatkan bahan alam Indonesia terdapat pada naskah Optimasi Kondisi Ekstraksi Karotenoid Serat Perasan Sawit Menggunakan Metode Permukaan Tanggap. Sedangkan metode pengujian pada kemasan disajikan dalam bentuk naskah Pengujian Formaldehida Pada Melamin Perlengkapan Makan Dan Minum dan Hubungan Ketahanan Tekan Tepi (*ECT*) Dengan Ketahanan Retak (*Bursting Strength*) Pada Kertas Karton Gelombang. Hasil litbang dengan menggunakan bahan alam yang dapat diperoleh secara melimpah di Indonesia terdapat pada naskah yaitu Karakteristik Mineral *Spirulina* Setelah Proses Sonikasi. Telaah metode pengujian bahan kimia disajikan pada judul Analisis Robust Untuk Evaluasi Hasil Uji Banding Antar-Laboratorium Produk Asam Formiat Teknis. Berbagai topik bahasan yang disajikan, semoga dapat memperkaya wawasan ilmu pengetahuan dan teknologi para pembaca. Akhir kata, kritik dan saran untuk peningkatan kualitas penerbitan majalah Portal Kimia dan Kemasan ini sangat kami harapkan.

Dewan Redaksi

# OPTIMASI KONDISI EKSTRAKSI KAROTENOID SERAT PERASAN SAWIT MENGGUNAKAN METODE PERMUKAAN TANGGAP

*(Optimization of Carotenoid Extraction from Palm Pressed Fiber Using Response Surface Methodology)*

Chicha Nuraeni, Erna Pratiwi dan Auliyah Ariani

Balai Besar Kimia dan Kemasan. Kementerian Perindustrian RI.  
Jl. Balai Kimia No.1 Pekayon. Pasar Rebo. Jakarta Timur

E-mail : [chicha.nuraeni@kemenperin.go.id](mailto:chicha.nuraeni@kemenperin.go.id)

Received: 23 Mei 2018; revised: 26 Oktober 2018; accepted: 30 Oktober 2018

## ABSTRAK

Telah dilakukan ekstraksi karotenoid secara maserasi dari serat perasan sawit. Ekstraksi serat perasan sawit menggunakan pelarut campuran etanol dan heksana (1:1) dengan variabel temperatur, waktu dan kecepatan pengadukan. Dari metode tersebut, dihasilkan total karotenoid sebesar 454 ppm sampai dengan 690 ppm. Optimasi menggunakan metode permukaan tanggap menunjukkan bahwa kondisi proses yang optimal adalah 52,47 °C selama 1 jam dengan kecepatan pengaduk 100 rpm.

Kata kunci : Karotenoid, Serat perasan sawit, Metode permukaan tanggap

## ABSTRACT

*Carotenoid extraction from palm pressed fiber by maceration has been performed. The extraction of palm fiber used a mixture of ethanol and hexane (1: 1) with the variable of temperature, time and mixing speed. From the method, was obtained total carotenoid as much as 454 ppm up to 690 ppm. Optimization using Response Surface Methodology showed that the optimum process condition was 52.47 °C for 1 hour with stirring speed of 100 rpm.*

Keywords : Carotenoid, Palm pressed fiber, Response Surface Methodology

## PENDAHULUAN

Serat perasan sawit (*Palm Pressed Fiber, PPF*) merupakan salah satu sumber "loss" minyak pada saat tahap pemerasan kelapa sawit untuk produksi *Crude Palm Oil (CPO)*. Kandungan minyak yang masih terperangkap dalam serat tersebut tergantung pada proses sterilisasi buah sawit, kondisi buah yang telah steril di *digester* dan juga tekanan waktu pemerasan (Majid, Mohammad, and May 2012). Umumnya dalam *PPF* masih terkandung 5% sampai dengan 6% sisa minyak. Jumlah serat perasan tersebut cukup melimpah yakni dalam setiap 10 ton tandan buah segar akan dihasilkan 1,2 ton limbah serat (Rohaeni 2005). *CPO* diketahui mengandung 15 sampai 300 kali lebih banyak retinol (provitamin A) dibandingkan wortel, sayuran hijau dan tomat (Majid, Mohammad, dan May 2012).

Selama ini serat perasan dimanfaatkan antara lain sebagai bahan bakar untuk ketel uap (abunya digunakan sebagai pupuk karena

adanya unsur kalium), sebagai bahan baku pembuatan kertas pulp dan papan partikel; atau sebagai bahan campuran makanan ternak karena serat kasarnya mengandung lignin yang tinggi dan palatabilitas rendah (Masni 2004), padahal minyak serat perasan sawit memiliki kandungan karoten yang tinggi, hal ini ditandai oleh warna merah tajam dalam minyak sisa tersebut. Oleh karena itu, serat perasan sawit merupakan sumber karotenoid yang potensial.

Karotenoid memiliki aplikasi yang luas dikarenakan sifat nutrasetikal-nya. Selain sebagai pewarna makanan, karotenoid juga dimanfaatkan sebagai suplemen kesehatan. Manfaat karotenoid untuk kesehatan telah banyak dibuktikan secara ilmiah (Britton, Liaaen-Jensen, and Pfander 2009).

Penelitian tentang kondisi optimal ekstraksi serat perasan sawit diharapkan dapat membantu industri dalam pemanfaatan serat perasan sawit. Dalam penelitian optimasi

dilakukan menggunakan metode permukaan tanggap. Metode permukaan tanggap/*Response Surface Methodology (RSM)* adalah kumpulan teknik statistika dan matematika yang digunakan untuk memodelkan respons yang dipengaruhi oleh 2 atau lebih faktor (variabel bebas) dengan tujuan mengoptimalkan respons yang dimaksud. *RSM* telah digunakan secara luas di bidang kimia, biologi dan pertanian terapan untuk memprediksi kondisi optimum dari suatu sistem. Metode optimasi ini juga memiliki kelebihan dibandingkan metode optimasi klasik. Metode klasik umumnya menggunakan pendekatan *one-factor-at-a-time* dimana hanya satu faktor divariasikan pada satu waktu sedangkan variabel yang lain konstan, metode klasik ini, mahal dan membutuhkan waktu yang lama (Hunter, Hunter, and George 1978). Dengan menggunakan rancangan percobaan berdasarkan *RSM*, percobaan kombinasi dapat dibuat dengan jumlah minim tanpa mencoba seluruh kombinasi.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain serat perasan sawit yang diperoleh dari PTPN VIII Kertajaya Banten. Serat kemudian dihaluskan antara ukuran mesh 10 dan mesh 80, dan disimpan pada kondisi ruangan. Partikel lolos mesh 80 dibuang ditujukan untuk menghilangkan debu yang terikat pada serat.

Pelarut yang digunakan adalah campuran etanol dan heksana (1:1) (grade teknis), sedangkan peralatan yang digunakan terdiri dari reaktor *Floor Stand "PARR" 4533* dan *UV-Vis Spectrophotometer UV-2450 Shimadzu*.

### Metode

Ekstraksi secara maserasi menggunakan reaktor berpengaduk *Floor Stand "PARR" 4533* dengan variabel optimasi seperti tampak pada Tabel 1.

Tabel 1. Variabel optimasi.

Faktor	Kode	Level		
		Low (-1)	Medium (0)	High (+1)
Temperatur	x <sub>1</sub>	40	55	70
Waktu (min)	x <sub>2</sub>	60	150	240
Kecepatan pengaduk (rpm)	x <sub>3</sub>	100	200	300

Larutan sampel hasil ekstraksi kemudian disaring dengan kertas saring dan dianalisa dengan *UV-Vis Spectrophotometer*. Konsentrasi karoten dihitung sesuai dengan standard PORIM p.2.6, 1995. Absorbansi diukur pada panjang

gelombang 446 nm dan konsentrasi karotenoid dihitung dengan persamaan:

$$\text{Karoten (ppm)} = \frac{25 \times 383 \times (A_s - A_b)}{100 \times W}$$

Dimana, W adalah bobot sampel yang diekstrak (gram); A<sub>s</sub> adalah absorbansi sampel dan A<sub>b</sub> merupakan absorbansi blanko (Lin, Sue, and Ai 1995).

Optimasi *RSM* menggunakan *Design Expert*® 7.0. Metode *RSM* dengan *Central Composite Design (CCD)* dipilih karena lebih efisien, dapat menyediakan banyak informasi dengan jumlah data yang minim dan fleksibel karena ragam pilihan yang memungkinkan untuk digunakan di bawah operabilitas berbeda (Ting, Abou-El-Hossein, and Chua 2008).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan level variabel optimasi ekstraksi dipengaruhi oleh sifat-sifat bahan yang diekstrak atau pelarut yang digunakan. Temperatur dibatasi maksimum 70 °C dikarenakan pelarut etanol-heksana yang digunakan masing-masing memiliki titik didih 78 °C dan 68 °C, meskipun karotenoid diketahui mulai terdegradasi pada suhu 150 °C (Bonnie and Choo 1999). Dalam penelitian ini digunakan pelarut campuran etanol-heksana dikarenakan secara struktural, karotenoid berupa rantai hidrokarbon poliena yang kadang-kadang diakhiri oleh cincin, dan atau memiliki atom oksigen tambahan yang terpasang. Karotenoid dengan molekul yang mengandung oksigen, seperti lutein dan *zeaxanthin*, dikenal sebagai *xanthophylls*; sedangkan karotenoid tak beroksigen (oksigen bebas) seperti α-karoten, β-karoten, dan likopen, dikenal sebagai karoten. Karoten memiliki sifat hidrofobik sehingga sulit larut di dalam air namun larut di pelarut non polar. Sebaliknya, keberadaan gugus hidroksil di xantofil menyebabkannya dapat larut di pelarut polar. Oleh karena karotenoid memiliki tingkat kepolaran yang beragam. Pelarut untuk mengekstrak karotenoid juga dapat berupa campuran pelarut non-polar dan polar. Contoh pelarut yang sering digunakan untuk mengekstrak karotenoid antara lain etanol, aseton, heksan, karbon disulfida, klorida, dan toluena (Andarwulan and Faradilla 2012).

Dari hasil ekstraksi, diperoleh total karotenoid sebesar 454 ppm sampai dengan 690 ppm. Detail total karotenoid terekstrak dengan variasi temperatur, waktu dan kecepatan pengaduk dapat dilihat di Tabel 2.

Hasil analisa ANOVA menunjukkan hasil yang tidak signifikan yakni P<sub>value</sub> sebesar 0,0669, sehingga dilakukan transformasi. Menurut Jones, Schonlau, and Welch (1998), jika model

desain yang dihasilkan tidak menunjukkan kecocokan, dapat dilakukan transformasi respon. Transformasi respon dapat berupa logaritma  $[\ln(y)]$  atau transform terbalik  $(1/y)$ . Transformasi  $y$  menjadi  $1/y$  menghasilkan  $P_{\text{value}}$

sebesar 0,0423. Dari hasil analisa varians (ANOVA) (Tabel 3), terlihat bahwa waktu ekstraksi dan kecepatan pengaduk tidak berpengaruh signifikan terhadap konsentrasi karotenoid.

Tabel 2. Total karotenoid terekstrak dengan variasi temperatur, waktu dan kecepatan pengaduk.

Run	Temperatur (°C)	Waktu (menit)	Kecepatan Pengaduk (rpm)	Konsentrasi (ppm)
1	70	150	200	641,866
2	55	150	300	690,537
3	70	60	300	530,948
4	55	150	200	593,703
5	40	240	300	551,889
6	70	240	300	555,3
7	55	60	200	568,979
8	70	240	100	638,624
9	55	150	100	612,178
10	55	240	200	602,89
11	70	60	100	624,979
12	40	240	100	469,849
13	40	150	200	454,717
14	40	60	100	455,427
15	40	60	300	579,348

Tabel 3. ANOVA untuk *Response Surface Quadratic Model*.

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value	p-value Prob > F
Model	6,93952E-07	9	7,71057E-08	5,186428203	0,0423*
A-Suhu	2,73294E-07	1	2,73294E-07	18,38283175	0,0078*
B-Waktu	3,88709E-09	1	3,88709E-09	0,26146062	0,6309
C-Pengaduk	2,05281E-08	1	2,05281E-08	1,38080193	0,2929
AB	2,28706E-09	1	2,28706E-09	0,153836354	0,7111
AC	2,12676E-07	1	2,12676E-07	14,30539114	0,0129*
BC	1,37473E-09	1	1,37473E-09	0,09246932	0,7733
A^2	1,35881E-07	1	1,35881E-07	9,139896583	0,0293*
B^2	9,07824E-09	1	9,07824E-09	0,610636954	0,4699
C^2	2,99145E-08	1	2,99145E-08	2,012163043	0,2153
Residual	7,43341E-08	5	1,48668E-08		
Cor Total	7,68286E-07	14			

\* signifikan

Std, Dev,	0,000122	R-Squared	0,903247
Mean	0,001777	Adj R-Squared	0,729091
C,V, %	6,862408	Pred R-Squared	0,043953
PRESS	7,35E-07	Adeq Precision	7,274252

Pengujian kecocokan model dilakukan dengan uji *lack of fit*. *Lack of fit* artinya penyimpangan atau ketidaktepatan terhadap model. Pengujian *lack of fit* diperlukan bila terdapat pengamatan berulang (Rahmawaty and

Sutanto 2014). Kecocokan model ditunjukkan oleh koefisien determinasi ( $R^2$ ) yang mana dalam penelitian ini sebesar 0,9033 yang menunjukkan bahwa hanya 9,67% dari total variasi tidak dapat dijelaskan oleh model.

Hasil akhir persamaan model untuk total karotenoid sesuai Tabel 4 adalah:

$$\frac{1}{y} = 0,001656 - 0,00017A - 2x10^{-5}B - 4,5x10^{-5}C - 1,7x10^{-5}AB + 0,000163AC + 1,31x10^{-5}BC + 0,00023A^2 + 5,94x10^{-5}B^2 - 0,00011C^2$$

Keterangan:  
y merupakan konsentrasi karotenoid, A merupakan temperatur maserasi, B waktu

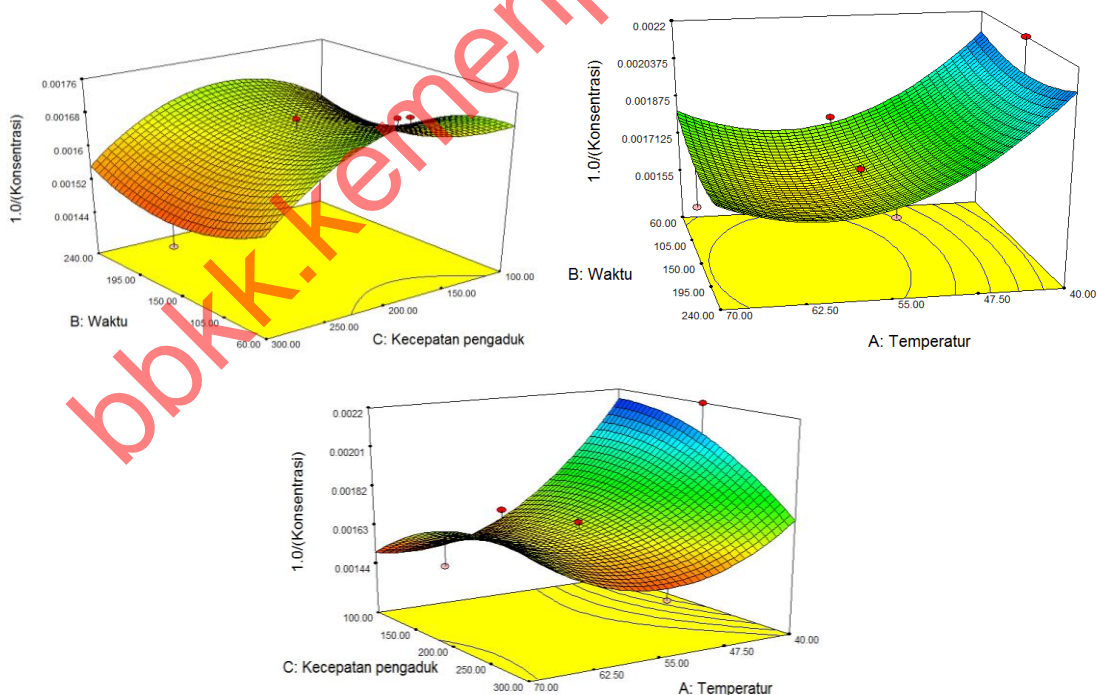
maserasi dan C merupakan kecepatan pengaduk.

Hubungan antara masing-masing variabel terlihat lebih jelas pada Gambar 1.

Optimasi dilakukan dengan batasan suhu dan waktu seminimal mungkin karena berkaitan dengan pemakaian energi (Tabel 5). Dari hasil optimasi diperoleh bahwa untuk kondisi optimal untuk ekstraksi karotenoid dari serat perasan sawit adalah 52,47 °C selama 1 jam dengan kecepatan pengaduk 100 rpm (Tabel 6).

Tabel 4. Perkiraan koefisien masing-masing variable.

Factor	Coefficient Estimate	df	Standard Error	95% CI Low	95% CI High	VIF
Intercept	0,001656	1	6,55E-05	0,001487	0,001824	
A-Temperatur	-0,00017	1	3,86E-05	-0,00026	-6,6E-05	1
B-Waktu	-2E-05	1	3,86E-05	-0,00012	7,94E-05	1
C-Kecepatan pengaduk	-4,5E-05	1	3,86E-05	-0,00014	5,38E-05	1
AB	-1,7E-05	1	4,31E-05	-0,00013	9,39E-05	1
AC	0,000163	1	4,31E-05	5,22E-05	0,000274	1
BC	1,31E-05	1	4,31E-05	-9,8E-05	0,000124	1
A^2	0,00023	1	7,6E-05	3,44E-05	0,000425	1,296296
B^2	5,94E-05	1	7,6E-05	-0,00014	0,000255	1,296296
C^2	-0,00011	1	7,6E-05	-0,0003	8,76E-05	1,296296



Gambar 1. Respon permukaan dan contour plot fungsi konsentrasi terhadap waktu, kecepatan pengaduk, dan temperatur.

Tabel 5. Batasan optimasi.

Name	Goal	Lower Limit	Upper Limit
Temperatur	minimize	40	70
Waktu	minimize	60	240
Kecepatan pengaduk	minimize	100	300
1.0/(Konsentrasi)	minimize	0,001448	0,002199

Tabel 6. Solusi optimasi

Nomor	Temperatur	Waktu	Kecepatan pengaduk	1,0/(Konsentrasi)	Desirability
1	52,47	60	100	0,001745	0,77118*
2	52,62	60	100	0,001741	0,771156
3	52,27	60,1	100	0,00175	0,771101
4	53,26	60	100	0,001725	0,770531
5	52,94	60	100,51	0,001733	0,770172
6	53,8	60	100,02	0,001712	0,769318
7	52,16	60	101,62	0,001755	0,768643
8	52,29	72,23	100	0,00173	0,765614

\*solusi yang dipilih

Response	Prediction	SE Mean	95% CI low	95% CI high	SE Pred	95% PI low	95% PI high
1,0/(Konsentrasi)	0,001745	0,000103	0,001479	0,00201	0,00016	0,001334	0,002155

## KESIMPULAN

Ekstraksi serat perasan sawit secara maserasi menggunakan pelarut campuran etanol-haksana diperoleh total karotenoid sebesar 454 ppm sampai dengan 690 ppm. Optimasi menggunakan metode tanggap permukaan menunjukkan bahwa kondisi proses yang optimal adalah 52,47 °C selama 1 jam dengan kecepatan pengaduk 100 rpm.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andarwulan, N., and R.H.F. Faradilla. 2012. *Pewarna Alami Untuk Pangan. South East Asian Food and Agricultural Science and Technology (SEAFST) Center, Institut Pertanian Bogor*. Vol. 5. Bogor.
- Bonnie, TYP, and YM Choo. 1999. "Oxidation and Thermal Degradation of Carotenoids." *Journal of Oil Palm Research II* (1): 62–78.
- Britton, G., S. Liaaen-Jensen, and H. Pfander. 2009. *Carotenoids Volume 5: Nutrition and Health*. Birkhäuser Basel. <https://doi.org/10.1007/978-3-7643-7501-0>.
- Hunter, W.G., J.S. Hunter, and E. George. 1978. *Statistics for Experimenters: An Introduction to Design, Data Analysis, and Model Building*. Wiley New York.
- Jones, D.R., M. Schonlau, and W. J. Welch. 1998. "Efficient Global Optimization of Expensive Black-Box Functions." *Journal of Global Optimization* 13 (4): 455–92. <https://doi.org/10.1023/A:1008306431147>.
- Lin, S.W., T. Sue, and T.Y. Ai. 1995. "PORIM Test Methods." *Palm Oil Research Institute of Malaysia*. Bandar Baru Bangi, Malaysia.
- Majid, R.A., A.W. Mohammad, and C.Y. May. 2012. "Properties of Residual Palm Pressed Fibre Oil." *Journal of Oil Palm Research* 24 (APRIL): 1310–17.
- Masni. 2004. "Kajian Pemanfaatan Limbah Pabrik Kelapa Sawit Sebagai Sumber Karotenoid." Institut Pertanian Bogor.
- Rahmawaty, F., and H.T. Sutanto. 2014. "Penerapan Metode Permukaan Respon Untuk Optimalisasi Proses Sealing Pada Pengemasan Produk Makanan Jelly." *MATHunesa* 3 (1): 1–6. <http://jurnalmahasiswa.unesa.ac.id/index.php/mathunesa/article/view/6914>.
- Rohaeni, E.S. 2005. "Potensi Limbah Sawit Untuk Pakan Ternak Sapi." In *Lokakarya Nasional Tanaman Pakan Ternak*, 170–77. <http://peternakan.litbang.pertanian.go.id/index.php/prosiding-lokakarya-nasional-tanaman-pakan-ternak-tahun-2005/2508-potensi-limbah-sawit-untuk-pakan-ternak>



sapi-di-kalimantan-selatan.

Ting, H.T., K.A. Abou-El-Hossein, and H.B. Chua. 2008. "Application of Design of Experiment for Modelling of Etching of Ceramics." In *Proceedings of EnCon2008: 2nd Engineering Conference on Sustainable Engineering Infrastructures Development & Management*. Sarawak, Malaysia.

[bbkk.kemenerin.go.id](http://bbkk.kemenerin.go.id)

# PENGUJIAN FORMALDEHIDA PADA MELAMIN PERLENGKAPAN MAKAN DAN MINUM

(FORMALDEHYDE TESTING ON MELAMINE TABLEWARE)

Setyawati

Balai Besar Kimia dan Kemasan, Kementerian Perindustrian  
Jl. Balai Kimia I Pekayon, Jakarta Timur

Email: [setyawati@kemenperin.go.id](mailto:setyawati@kemenperin.go.id)

Received: 22 Juni 2018; revised: 27 Agustus 2018; accepted: 26 September 2018

## ABSTRAK

Peralatan makan yang terbuat dari melamin pada saat ini banyak beredar dipasaran, baik itu pasar tradisional maupun modern (mini atau super market). Hal ini bisa dimaklumi mengingat jenis peralatan tersebut cenderung lebih tahan terhadap resiko pecah sebagai akibat jatuh. Kelebihan produk melamin tersebut di atas akan lebih baik apabila disertai dengan kualitas produk terutama untuk kandungan formaldehida terekstraknya. Hal ini karena bahan tersebut berbahaya bagi kesehatan, oleh karena itu pemerintah melalui Badan Standardisasi Nasional (BSN) telah menetapkan ambang batas yang diperbolehkan sebagaimana dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) 7322-2008 tentang Produk melamin - Perlengkapan makan minum yaitu maksimal 3 ppm. Persyaratan tentang kandungan formaldehida terekstrak oleh pemerintah harus selalu diperhatikan mengingat masyarakat pada umumnya dalam membeli produk melamin tidak mengetahui resiko dari formaldehida, dimana masyarakat lebih mengedepankan bentuk, warna dan harga. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan di laboratorium Kimia pada Balai Besar Kimia dan Kemasan (BBKK) terhadap 20 contoh dari berbagai merek dan jenis produk melamin perlengkapan makan dan minum, semua contoh tersebut jumlah formaldehida terekstraknya masih di bawah ambang batas persyaratan yang telah dipersyaratkan. Hasil rata-rata diketahui hanya 0,0770 ppm, sedangkan kandungan tertingginya 0,2652 ppm dan yang terendah 0,0044 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa produk melamin perlengkapan makan tersebut aman untuk dipergunakan.

Kata kunci: Perlengkapan makan, formaldehida

## ABSTRACT

*Tableware made of melamine is currently widely circulated in the market whether it is traditional or modern market (mini or super market). This is understandable given the type of equipment is likely to be more resistant to the risk of rupture as a result of falling. Excess melamine products mentioned above would be better if coupled with product quality especially for extracted formaldehyde content. This is because the material is hazardous to the health, therefore the government through the National Standardization Agency (BSN) has set the permissible threshold as in Indonesian National Standard (SNI) 7322-2008 about Melamine Product - Drinking utensil that is maximum 3 ppm. Requirements on the content of formaldehyde extracted by the government should always be taken into account, as the general public in buying melamine products does not know the risks of formaldehyde, in which society puts forward the shapes, colors and prices. From the results of tests that have been done in the Chemical laboratory of the Center for Chemistry and Packaging (BBKK) to 20 samples from various brands and types of melamine tableware, all of these examples of extractable formaldehyde are still below the required threshold requirement. The average yield is known only 0.0770 ppm, while the highest content is 0.2652 ppm and the lowest is 0.0044 ppm. This indicates that the melamine tableware product is safe to use.*

Keywords: Tableware, Formaldehyde

## PENDAHULUAN

Kebutuhan akan perlengkapan makan pada saat ini semakin meningkat seiring lajunya pertumbuhan ekonomi masyarakat. Hal ini menjadikan bermunculannya berbagai industri yang salah satunya adalah perusahaan industri penghasil produk melamin untuk perlengkapan makan.

Bertumbuhnya industri produk melamin tidak serta merta memberikan dampak positif bagi pembangunan nasional, karena disisi lain formaldehida yang terdapat di dalam melamin dapat menjadikan penghambat pembangunan nasional yang disebabkan dari pembangunan kesehatan masyarakat terganggu. Oleh karena

itu, penyadaran untuk mewujudkan derajat kesehatan yang optimal menjadi sangat penting (Mukono 2000).

Produk melamin perlengkapan makan dalam penggunaannya sehari-hari akan dapat menimbulkan efek toksik pada tubuh manusia. Hal ini terutama karena adanya kandungan formaldehida yang merupakan bahan kimia berbahaya (Widyastuti 2005).

Formaldehida merupakan gas yang larut dalam air dengan konsentrasi 37% dan telah lama dikenal dengan sebutan formalin serta dipergunakan untuk berbagai keperluan yang salah satunya adalah untuk mensterilkan pada permukaan kering. Namun demikian tertutupnya pori-pori oleh formalin menjadikan kelembaban yang tinggi (Kusniawidjaja 1993).

Beralihnya penggunaan peralatan makan dari kaca, logam ataupun keramik ke melamin pada dasarnya tidak terlepas dari semakin menariknya produk tersebut dari segi warna, bentuk atau model termasuk ukurannya, ringan dan tidak mudah pecah. Namun demikian sebagian besar orang tidak menyadari bahwa melamin berpotensi membahayakan kesehatan manusia (Cahanar and Suhanda 2006).

IPCS (*International Programme Chemical Safety*) menyebutkan bahwa secara umum ambang batas aman formaldehida dalam tubuh kita adalah 1 mg per kilogram berat badan (Kurnianingsih 2007); sedangkan dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) nomor 7322-2008 tentang Produk melamin-Perlengkapan makan dan minum ditegaskan bahwa ambang batas kandungan formaldehida terekstrak maksimal 3 ppm (Menteri Perindustrian Republik Indonesia 2012; Menteri Kesehatan Republik Indonesia 2012; Badan Standardisasi Nasional 2008; Departemen Kesehatan Republik Indonesia 1995).

Tingginya kandungan formaldehida pada produk melamin perlengkapan makan terjadi apabila bahan yang digunakan bukan *food grade* dan pemakaian yang salah yaitu apabila terkena panas lebih dari 62 °C karena akan melepaskan formalin atau bentuk cair dari formaldehida (Ariwahjoedi 2007).

Hasil pengujian yang telah dilakukan di laboratorium Kimia pada Balai Besar Kimia dan Kemasan (BBKK) terhadap 20 contoh uji dari berbagai merek, jenis maupun ukuran produk melamin yang diperoleh dari pasar tradisional sebagai perlengkapan makan diketahui bahwa nilai rata-rata kandungan formaldehida terekstraknya hanya 0,0770 ppm, kandungan tertinggi sebesar 0,2652 ppm dan kandungan yang terendah adalah 0,0044 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa produk melamin perlengkapan makan tersebut masih aman untuk dipergunakan.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan

Bahan yang dipergunakan dalam pengujian ini adalah sebanyak 20 contoh produk melamin perlengkapan makan dan minum dari berbagai merek, bentuk, jenis, warna serta ukuran, yang diperoleh dari pasar tradisional di daerah Jakarta dan sekitarnya, asam kromatropat, asam sulfat, akuades dan formalin standar. Sedangkan peralatan yang dibutuhkan adalah neraca analitis, spektrofotometer, penangas air, labu ukur, gelas piala, termometer, dan pipet ukur.

### Metode

#### Persiapan Contoh

Contoh uji dicuci dengan air dan keringkan kemudian hitung luas permukaan.

#### Langkah Uji

Panaskan air suling pada suhu 60 °C, masukkan air suling sebanyak 2mL/cm<sup>2</sup> ke dalam contoh uji. Panaskan di atas penangas air pada suhu 60 °C selama 30 menit. Pindahkan cairan ke dalam labu ukur yang sesuai kemudian dinginkan hingga suhu kamar dan tambahkan air suling hingga tanda batas. Pipet 2 mL larutan uji dan masukkan ke dalam tabung reaksi. Tambah 5 mL larutan asam kromatropat 0,5% dalam asam sulfat 60% yang dibuat segar. Masukkan tabung ke dalam air yang mendidih selama 15 menit dan biarkan dingin hingga suhu kamar.

#### Pembuatan Deret Standar

Buat deret standar formalin dengan konsentrasi 2 mg/L; 4 mg/L; 6 mg/L; 8 mg/L dan 10 mg/L. Pipet masing-masing larutan baku tersebut 1 mL, kemudian masukkan ke dalam tabung reaksi, tambahkan masing-masing 1 mL air suling, lakukan seperti larutan uji.

#### Cara penetapan

Tetapkan masing-masing larutan uji dan larutan baku secara Spektrofotometri pada panjang gelombang 565 nm. Hitung kadar formaldehida dengan menggunakan persamaan garis regresi  $y = a + bx$ .

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian yang telah dilakukan terhadap 20 contoh uji dengan berbagai bentuk, merek maupun ukuran diperoleh data kandungan formaldehida terekstrak sebagaimana dalam tabel di bawah:

Tabel 1. Data hasil pengujian formaldehid terekstrak

No	Hasil (ppm)
1	0,0044
2	0,1793
3	0,2405
4	0,0148
5	0,0430
6	0,0650
7	0,1762
8	0,0244
9	0,0276
10	0,0134
11	0,0322
12	0,0142
13	0,0709
14	0,0760
15	0,0168
16	0,0636
17	0,0562
18	0,1185
19	0,0381
20	0,2652
Jumlah	1,5403
Rata-rata	0,0770

Memperhatikan data hasil terlihat bahwa kedua puluh contoh yang diuji kandungan formaldehida terekstrak semuanya masih di bawah ambang batas dalam SNI 7322:2008 yaitu maksimal 3 ppm, nilai tertinggi adalah 0,2652 ppm dan terendah 0,0044 ppm dengan rata-rata 0,0770 ppm.

Kondisi hasil di atas mencerminkan bahwa produsen produk melamin perlengkapan makan dan minum sangat peduli dengan keselamatan maupun keamanan bagi penggunaannya. Hal yang demikian perlu mendapatkan apresiasi dari pemerintah agar semua produsen untuk produk sejenis juga sama, agar konsumen tidak ragu untuk menggunakan melamin sebagai sarana makan dan minum.

Untuk mendapatkan tingkat ketelitian yang tinggi dalam pengujian kandungan formaldehida terekstrak, ada banyak hal yang perlu mendapatkan perhatian serius; mengingat bahwa formaldehida terekstrak mempunyai resiko yang tinggi bagi kesehatan si pengguna produk melamin perlengkapan makan dan minum. Adapun faktor yang perlu mendapatkan perhatian serius tersebut antara lain adalah :

a. Asam kromatropat

Asam kromatropat harus dalam kondisi segar yaitu dibuat pada saat pengujian akan dilakukan. Hal ini untuk menghindari rusaknya perekasi tersebut sehingga kepekaannya berkurang yang pada akhirnya akurasi terutama perubahan warna sulit diikuti atau diamati.

b. Kebersihan

Keseluruhan alat baik yang berupa gelas ataupun bukan gelas termasuk contoh uji harus dalam kondisi yang bersih. Hal ini dimaksudkan untuk menghindari adanya residu pada alat maupun bahan yang tidak dikehendaki sehingga dapat mengganggu atau mempengaruhi hasil yang sebenarnya.

c. Penangas air

Volume air dalam penangas air harus dijaga agar minimal pada saat akan dipakai adalah 2/3 dari kapasitas alat dan fungsi pemanasnya tidak bermasalah. Hal ini terutama untuk menghindari keringnya penangas air sehingga suhu yang dibutuhkan yaitu 60 °C tidak sesuai yaitu lebih panas.

d. Spektrofotometer

Alat spektrofotometer sangat menentukan terhadap akurasi hasil, oleh karena itu harus dipastikan bahwa spektrofotometer dalam kondisi baik dan berfungsi normal termasuk suplai arus listriknya. Karena apabila arus listrik yang masuk tidak stabil akan menjadikan kemampuan baca alat terganggu yang selanjutnya hasil tidak akurat.

e. Larutan standar

Ketelitian dalam penimbangan maupun melarutkan akan sangat menentukan hasil uji, oleh karenanya dalam menyiapkan larutan standar perlu ekstra hati-hati agar tidak terjadi penyimpangan terhadap yang seharusnya.

**KESIMPULAN**

Memperhatikan data hasil pengujian maka dapat disimpulkan bahwa untuk melakukan pengujian terhadap parameter formaldehida terekstrak perlu tingkat ketelitian yang lebih mulai dari persiapan contoh, persiapan pereaksi, kebersihan peralatan yang akan digunakan hingga lingkungan. Kedua puluh contoh yang diuji dan memenuhi persyaratan mutu dalam SNI 7322:2008 tentang Produk melamin – Perlengkapan makan dan minum bukan merupakan jaminan bahwa untuk keseluruhan produk melamin aman digunakan. Hal ini terutama untuk produk melamin yang tidak atau belum menerapkan SNI.

**DAFTAR PUSTAKA**

Ariwahjoedi. 2007. "Bahaya Kanker Di Balik Melamin Murah." 2007. www.depkes.go.id.  
 Badan Standardisasi Nasional. 2008. *Standar Nasional Indonesia (SNI) 7322:2008*. Jakarta.  
 Cahandar, and Suhandar. 2006. *Makanan Sehat Hidup Sehat*. Jakarta: PT. Kompas Media Nusantara.  
[https://books.google.co.id/books/about/Makanan\\_sehat\\_hidup\\_sehat.html?id=7FuJQ3OT](https://books.google.co.id/books/about/Makanan_sehat_hidup_sehat.html?id=7FuJQ3OT)

- xNQC&redir\_esc=y.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 1995. *Farmakope Indonesia*. 4th ed. Jakarta.
- Kurnianingsih. 2007. "Formalin Ada Pada Melamin." 2007.
- Kusniawidjaja, K. 1993. *Pengaruh Proses Kimia Terhadap Kesehatan Masyarakat*. Bandung: Penerbit Alumni.
- Menteri Kesehatan Republik Indonesia. 2012. *Peraturan Menteri Perindustrian Republik Indonesia Nomor 034 Tahun 2012 Tentang Batas Maksimum Melamin Dalam Pangan*. Jakarta.
- Menteri Perindustrian Republik Indonesia. 2012. *Peraturan Menteri Perindustrian Republik Indonesia Nomor 20/M-IND/PER/2/2012 Tentang Pemberlakuan Standar Nasional Indonesia (SNI) Produk Melamin – Perlengkapan Makan Dan Minum, Secara Wajib*. Jakarta.
- Mukono, H.J. 2000. *Prinsip Dasar Kesehatan Lingkungan*. Surabaya: Universitas Erlangga.
- Widyastuti, P. 2005. *Bahaya Bahan Kimia Pada Kesehatan Manusia Dan Lingkungan*. Jakarta: Buku Kedokteran EGC.

[bbkk.kemendagri.go.id](http://bbkk.kemendagri.go.id)

# HUBUNGAN KETAHANAN TEKAN TEPI (*ECT*) DENGAN KETAHANAN RETAK (*BURSTING STRENGTH*) PADA KERTAS KARTON GELOMBANG

## (*THE RELATIONSHIP OF EDGE CRUSH TEST (ECT) WITH CRACK RESISTANCE (BURSTING) ON CORRUGATED CARDBOARD PAPER*)

Setyawati

Balai Besar Kimia dan Kemasan, Kementerian Perindustrian RI  
Jl. Balai Kimia I Pekayon, Pasar Rebo, Jakarta Timur

E-mail: [setyawati@kemenperin.go.id](mailto:setyawati@kemenperin.go.id)

Received: 30 Mei 2018; revised: 27 Agustus 2018; accepted: 6 November 2018

### ABSTRAK

Dewasa ini pemakaian Kertas Karton Gelombang (KKG) sebagai sarana pengemas semakin luas dan bahkan hampir sebagian besar produk menggunakannya, selain mudah dibentuk juga relatif lebih ringan sehingga kertas karton gelombang banyak dipilih oleh industri, namun demikian dalam memilih kertas karton gelombang harus dipertimbangkan peruntukannya agar fungsi sebagai sarana pelindung dapat terpenuhi. Salah satu kriteria yang paling sering dikehendaki oleh industri pengguna kertas karton gelombang adalah kemampuan kertas karton gelombang untuk menahan beban secara vertikal (*Edge Crush Resistance/ECT*) maupun ketahanan untuk menahan beban secara horizontal dan tidak mudah retak (*bursting*). Hal ini bisa dipahami mengingat kertas karton gelombang lebih sering dipergunakan untuk kemasan luar (kemasan sekunder), sehingga apabila memiliki *ECT* dan *bursting* yang tinggi, maka resiko rusaknya barang yang dikemas menjadi kecil. *ECT* dan *bursting* kertas karton gelombang pada dasarnya tidak bisa dipisahkan dari kuatnya ikatan antar serat penyusun kertas tersebut, apabila ikatan antar serat cukup bagus, maka kemampuan menahan beban baik secara vertikal maupun horizontal juga semakin kuat Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan di laboratorium kemasan pada Balai Besar Kimia dan Kemasan (BBKK) diketahui bahwa *ECT* dengan *bursting* mempunyai hubungan yang kuat yaitu mencapai 0.8351. Kuatnya hubungan tersebut tidak bersifat linier, hal ini terutama banyaknya gelombang pada kertas karton gelombang sangat mempengaruhi kekuatan untuk menahan beban secara vertikal.

Kata kunci : Ikatan serat, Ketahanan horizontal dan vertikal

### ABSTRACT

Today the use of Corrugated Cardboard Paper (KKG) as a packaging tool is increasingly widespread and even most of the products use it, in addition to being easy to form is also relatively lighter so that the corrugated paperboard is chosen by many industries, but in choosing the corrugated paperboard, it must be considered for the function as a means of protection can be fulfilled. One of the criteria most often desired by cardboard paper users is the ability of corrugated paperboard to hold loads vertically (*Edge Crush Resistance/ECT*) and resistance to resist loads horizontally and not easily cracked. This is understandable considering that corrugated paperboard is more often used for external packaging (secondary packaging), so if you have a high *ECT* and *bursting*, the risk of damage to the packaged goods is small. *ECT* and *bursting* corrugated paperboard basically cannot be separated from the strong bond between the fibers making up the paper, if the bond between fibers is good enough, then the ability to hold both vertical and horizontal loads is also getting stronger. Based on the results of testing conducted in the packaging laboratory at the Center for Chemistry and Packaging (BBKK) it is known that *ECT* with *bursting* has a strong relationship reaching 0.8351. The strength of the relationship is not linear, this is mainly the number of waves on corrugated paperboard that greatly affects the strength to hold the load vertically.

Keywords: Fiber bond, Horizontal and vertical resistance

### PENDAHULUAN

Menurut Kotler and Keller (2009), pengemasan adalah kegiatan merancang dan memproduksi wadah atau bungkus sebagai

sebuah produk. Dalam pengertian ini mengandung makna bahwa kemasan merupakan sarana untuk dapat melindungi

barang atau produk yang dikemas. Hal ini mengingat bahwa kemasan mempunyai beberapa fungsi, diantaranya adalah :

1. Kemasan melindungi produk dalam pergerakan. Salah satu fungsi dasar kemasan adalah untuk mengurangi terjadinya kehancuran, busuk, atau kehilangan melalui pencurian atau kesalahan penempatan.
2. Kemasan memberikan cara yang menarik untuk menarik perhatian kepada sebuah produk dan memperkuat citra produk.
3. Kombinasi dari keduanya, marketing dan Logistik dimana kemasan menjual produk dengan menarik perhatian dan mengkomunikasikannya.

Untuk memenuhi hal tersebut, salah satu sarana pengemas yang pada saat ini cukup mudah diperoleh adalah kertas karton. Hal ini terutama karena kertas karton mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan maupun ukuran.

Kualitas kertas karton bergelombang ditentukan oleh :

1. Jumlah gramatur *liner*
2. Ketahanan retak (*Bursting Strength/BS*)
3. Ketahanan tekan tepi (*Edge Crush Resistance/ECT*) (Mustaqim 2017).

Hasil pengujian yang telah dilakukan di laboratorium kemasan pada Balai Besar Kimia dan Kemasan (BBKK) terhadap beberapa kertas karton, akan tetapi dalam tulisan ini penulis hanya mengambil 10 contoh yang diketahui bahwa nilai rata-rata *ECT* sebesar 69,95 kN/m dan *bursting* mencapai 102,39 kgf/cm<sup>2</sup> sedangkan hubungan antara *ECT* dan *bursting* kuat yaitu 0,8351.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Untuk mengetahui tingkat hubungan *ECT* dan *bursting* bahan yang digunakan adalah kertas karton sebanyak 10 contoh dari berbagai merek dengan peralatan antara lain: alat pemotong, penggaris logam, alat *bursting*, dan mesin *Universal Testing Machine (UTM) Auto Strain*.

### Prosedur Pengujian

- 1.1. Persiapan Contoh  
Persiapan contoh dilakukan berdasarkan ASTM D618-00 (ASTM International 2000) dan ISO 187:1990 (E) (International Organization for Standardization 2013a).
  - a. Kondisikan kertas karton pada suhu  $23 \pm 1$  °C ( $73,4 \pm 1,8$  °F) dan RH  $50 \pm 2$  % minimal selama 24 jam.

- b. Untuk pengujian *ECT*, kertas karton dipotong dengan ukuran panjang 100,0 mm  $\pm$  0,5 mm (berlawanan arah gelombang) dan tinggi 25,0 mm  $\pm$  0,5 mm (sejajar arah gelombang), sedangkan untuk pengujian *bursting*, potong kertas karton dengan ukuran 12,5 cm x 12,5 cm sebanyak 10 lembar.

### 1.2. Langkah Pengujian

#### 1.2.1. *ECT*

Pengujian *ECT* dilakukan berdasarkan ISO 3037:2007 (E) (International Organization for Standardization 2013b).

- a. Hidupkan alat dan diamkan selama  $\pm$  30 menit,
- b. Atur kecepatan alat sebesar 50 mm/menit dan beban 100 kgf,
- c. Tempatkan spesimen pada piringan bawah alat uji tekan yang ditahan dengan menempatkan penahan pada kedua sisi contoh,
- d. Jalankan mesin dan uji spesimen sampai rusak yang ditandai dengan menurunnya nilai gaya (dapat dilihat adanya penurunan ekstrim pada kurva rekorder),
- e. Catat gaya maksimum yang terekam,
- f. Ulangi langkah c s/d e hingga semua spesimen habis,
- g. Hitung nilai rata-rata gaya maksimum,
- h. Nilai *ECT* diperoleh dari rumus di bawah ini:  
Ketahanan Tekan Tepi (R) dalam kilo Newton per meter ke 0.01 kN/m terdekat menggunakan persamaan:

$$R = \frac{F \text{ maks rata - rata}}{l}$$

Keterangan:

- R = Ketahanan Tekanan Tepi (kN/m)  
F maks = Gaya maks (Newton)  
l = Panjang contoh (mm)

#### 1.2.2. *Bursting strength*

*Bursting* dilakukan berdasarkan ASTM D774/D774M-97 (*reapproved* 2007) (ASTM International 2007).

- a. Hidupkan alat dan diamkan selama 30 menit,
- b. Buka tempat uji contoh dengan memutar *handle* searah jarum jam dan letakkan contoh uji,
- c. Jepit contoh uji dengan menurunkan *handle*-nya sehingga menekan permukaan contoh uji dengan kokoh, lalu tambahkan lagi  $\frac{1}{4}$  putaran untuk meyakinkan kalau contoh uji telah terjepit dengan baik,

- d. Putar dengan hati-hati jarum penunjuk pada skala pembacaan sehingga menunjuk pada angka 0 (nol),
- e. Tekan knop "start", maka tekanan hidrolik bertambah terus sampai bahan uji pecah, lalu segera tekan knop "stop", maka piston akan bergerak kembali ke posisi semula. Baca besarnya angka tekanannya pada skala pembacaan, lalu catat,
- f. Ulangi langkah b s/d sehingga didapat 10 buah nilai ketahanan retak untuk kedua sisi permukaan,
- g. Nilai *bursting* diambil dari rata-rata nilai ketahanan retak yang dinyatakan dalam kilogram gaya per centimeter persegi (kgf/cm<sup>2</sup>) atau kilo Paskal (kPa).

### Pengolahan Data

#### 1. Koefisien korelasi

Koefisien korelasi merupakan teknik analisis yang termasuk dalam salah satu teknik pengukuran asosiasi / hubungan (*measures of association*). Pengukuran asosiasi merupakan istilah umum yang mengacu pada sekelompok teknik dalam statistik bivariat yang digunakan untuk mengukur kekuatan hubungan antara dua variabel (Irmala 2014; Anonim 2010).

Statistik inferensial seperti analisis korelasi merupakan hubungan antara dua variabel atau lebih, yaitu antara variabel bebas dan variabel terikat (Syah 2010).

Korelasi adalah istilah statistik yang menyatakan derajat hubungan linier antara dua variabel atau lebih. Hubungan antara dua variabel di dalam teknik korelasi bukanlah dalam arti hubungan sebab akibat (timbal balik), melainkan hanya merupakan hubungan searah saja (Usman and Akbar 2006).

Diantara sekian banyak teknik-teknik pengukuran asosiasi, terdapat dua teknik korelasi yang sangat populer sampai sekarang, yaitu Korelasi Pearson Product Moment dan Korelasi Rank Spearman. Pengukuran asosiasi mengenakan nilai numerik untuk mengetahui tingkatan asosiasi atau kekuatan hubungan antara variabel. Dua variabel dikatakan berasosiasi jika perilaku variabel yang satu mempengaruhi variabel yang lain. Jika tidak terjadi pengaruh, maka kedua variabel tersebut disebut independen (Sudjana 2005).

Kuat lemah hubungan diukur menggunakan jarak (*range*) 0 sampai dengan 1. Korelasi mempunyai kemungkinan pengujian hipotesis dua arah (*two tailed*). Korelasi searah jika nilai

koefisien korelasi ditemukan positif; sebaliknya jika nilai koefisien korelasi negatif, korelasi disebut tidak searah.

Dalam korelasi sempurna tidak diperlukan lagi pengujian hipotesis mengenai signifikansi antar variabel yang dikorelasikan, karena kedua variabel mempunyai hubungan linier yang sempurna. Artinya variabel X mempunyai hubungan sangat kuat dengan variabel Y. Jika korelasi sama dengan nol (0), maka tidak terdapat hubungan antara kedua variabel tersebut.

Hubungan atau korelasi, secara sederhana dapat dihitung:

$$r = \frac{n\sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{\{n\sum x^2 - (\sum x)^2\} \{n\sum y^2 - (\sum y)^2\}}}$$

Keterangan:

- n : Banyaknya pasangan data X dan Y
- $\sum x$  : Total nilai variabel X yaitu *ECT*
- $\sum y$  : Total nilai variabel Y yaitu *Bursting*
- $\sum x^2$  : Kuadrat total nilai variabel X
- $\sum y^2$  : Kuadrat total nilai variabel Y
- $\sum xy$  : Hasil perkalian dari total nilai variabel X dan variabel Y

(Irmala 2014; Abdurahman, Muhidin, and Somantri 2011; Anonim 2010; Sudjana 2005).

#### 2. Ketahanan Tekan Tepi (*Edge Crush Resistance/ECT*)

Ketahanan tekan tepi (*Edge Crush Resistance/ECT*) adalah daya tahan tepi kertas karton gelombang dalam posisi tegak lurus (vertikal) terhadap suatu tekanan dinyatakan dalam kN/m atau kgf /cm. Kertas karton gelombang biasanya dinyatakan dalam formasi K/M/K atau *kraft liner/ medium/ kraft liner*. Lapisan tengah: medium dengan gramatur 125 g/m.

Di Indonesia kemasan kertas karton yang lazim digunakan adalah *single wall* dan *double wall*. Penggunaan *corrugated box* ditentukan oleh: berat bahan, sifat bahan (*self stacking* atau tidak), *fragile* atau tidak, menggunakan *inner* kertas karton atau tidak, dan lain-lain. Bahan baku untuk pembuatan kertas karton bergelombang adalah kertas *kraft*, bogus atau kertas karton dari merang. Berdasarkan dimensi alur dan bagian kertas karton yang datar, serta jumlah alur untuk satuan panjang tertentu, maka terdapat berbagai jenis kertas karton yang dalam istilah perdagangan disebut *flute*. Setiap *flute* mempunyai ketahanan terhadap getaran, tekanan, kerapuhan, tumpukan dan daya jatuh yang berbeda. Arah peletakan alur dapat horizontal atau



vertikal, sehingga dikenal *flute A* horizontal atau *flute A* vertikal, *flute B* horizontal atau *flute B* vertikal dan seterusnya. Jenis karton bergelombang yang paling umum adalah jenis *RSC (Regular Slotted Container)* atau wadah celah teratur.

*Corrugated box* tanpa *inner (individual box)* digunakan sebagai kemasan primer untuk mengemas buah dan sayur, ikan beku dan lain-lain. Untuk pengemasan buah atau sayuran segar, maka pada dinding kotak harus diberi lubang ventilasi. Penggunaan kertas karton bergelombang pada produk yang dikemas dengan botol gelas atau plastik dapat memakai *partition divider* atau pelapis untuk mencegah terjadinya benturan. Kemasan kertas karton bergelombang ada juga yang diberi lilin (dengan proses perembesan) khusus untuk produk sayuran segar.

### 3. Ketahanan Retak/Tembus (*Bursting*)

*Bursting* berasal dari kata Bahasa Inggris yaitu "*burst*" berarti meledak atau meletus, dan "*strength*" artinya kekuatan. Jadi *bursting* dalam arti sederhana adalah kekuatan yang dibutuhkan untuk meledakkan atau meletuskan lembaran kertas karton gelombang atau yang biasa disebut kardus sampai tembus dan retas.

Dalam bahasa Indonesia kata *bursting strength* biasanya diartikan ketahanan retak atau ketahanan tembus. Dengan demikian pengertian *bursting strength* adalah kekuatan lembaran karton terhadap daya tembus yang diterimanya hingga kertas karton tersebut retak atau kekuatan maksimal yang bisa diberikan pada selembur karton hingga kertas karton tersebut retak atau pecah

Ada dua faktor yang mempengaruhi ketahanan retak yaitu panjang serat dan ikatan antar serat. Semakin panjang serat

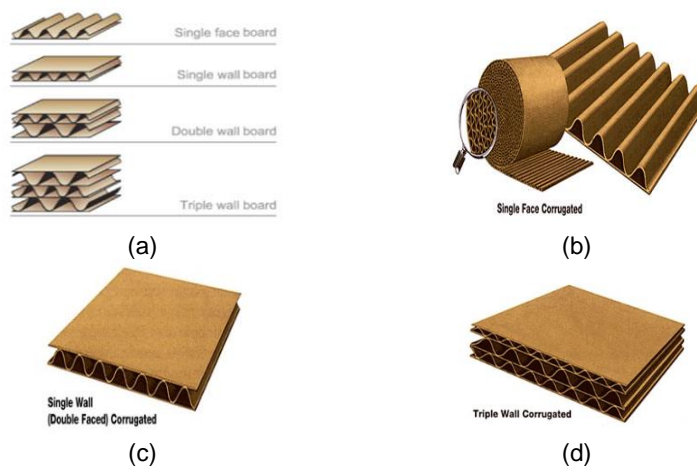
semakin besar nilai *bursting* kertas karton tersebut, tetapi yang lebih berpengaruh adalah ikatan antar serat. Semakin banyak ikatan antar serat akan menjadikan kertas karton lebih tahan terhadap tekanan yang datangnya tegak lurus terhadap kertas karton, sehingga kertas karton tidak mudah retak. Itulah sebabnya, kertas karton yang mengandung *virgin pulp* lebih banyak maka mempunyai nilai *bursting* yang lebih tinggi dibanding kertas karton yang banyak mengandung serat daur ulang karena ikatan antar serat pada *virgin pulp* sangat banyak (Handayani 1991; Ilnusantosa 1987).

### 4. Kertas Karton

Kertas karton yang dikenal dengan sebutan kardus merupakan sarana pengemas bagian luar untuk tujuan melindungi produk selama penyimpanan di gudang, pengiriman, transportasi dan distribusi. Kemasan ini terdiri dari 3 (tiga) lapisan, yaitu *linear* dalam, karton gelombang (*flute*), dan *linear* luar. Namun dapat juga dijumpai dalam 2 (dua) lapisan, yaitu *linear* dan karton gelombang saja. Kardus sifatnya lebih kuat dan lebih tebal daripada kertas biasa. Namun kelemahannya adalah rentan terhadap kelembapan dan tidak tahan air (Mustaqim 2017; Departemen Perindustrian 1982).

Kardus terbuat dari bahan kertas, biasanya terbuat dari kertas *kraft*, yang dibuat menjadi bahan bergelombang dengan ketinggian gelombang / *flute* tertentu dengan satu atau dua sisi *linearboard*.

Kardus mempunyai beberapa tipe yaitu *single face board*, *single wall board*, *double wall board*, dan *triple wall board* (Juliarti 2014).

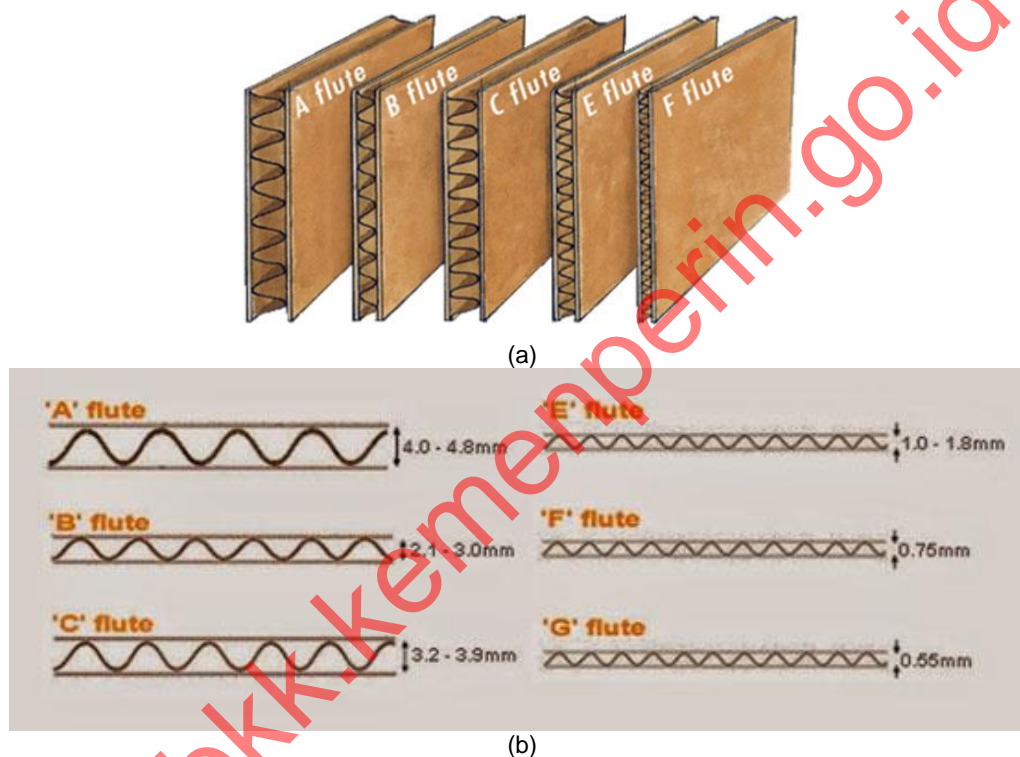


Gambar 1. Kardus, (a) secara horizontal, (b) tipe *single faced board*, (c) tipe *double faced board*, dan (d) tipe *triple wall board*.

Gelombang (*flute*) karton dibedakan berdasarkan ketinggiannya, umumnya *flute* dibagi menjadi 5 (lima) yaitu: A *Flute*, B *Flute*, C *Flute*, E *Flute*, dan F *Flute*. Namun, ada juga yang menambahkannya dengan G *Flute*. Sekali lagi, yang membedakan kesemuanya *flute* tersebut adalah ukuran ketinggian gelombang yang mana hal ini disesuaikan dengan kebutuhan pemakaian (Julianti 2014).

Karton sebagai kemasan, umumnya mempunyai gelombang vertikal yang berfungsi untuk memberikan ketahanan tumpukan/*stacking* yang maksimum. Sedangkan ketahanan yang lain seperti ketahanan sobek/*bursting strength* berfungsi untuk melindungi kemasan utamanya.

Sebagai sarana pengemas, kertas karton sebagai 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 (Erliza and Sutedja 1987).



Gambar 2. *Flute* karton bedasarkan ketinggiannya, (a) irisan horizontal dan (b) kisaran ketinggian gelombang tiap tipe *flute*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan di laboratorium kemasan Balai Besar Kimia dan Kemasan (BBKK) terhadap 10 contoh kemasan karton diperoleh data untuk ketahanan tekan tepi (*ECT*) maupun ketahanan retak (*bursting*) sebagaimana pada tabel 1.

### Pembahasan

Untuk mengetahui tingkat hubungan antara *bursting* dengan *ECT*, data hasil

pengujian yang diperoleh selanjutnya dihitung menggunakan teknik statistik yaitu korelasi (*r*) sederhana sebagaimana dalam tabel 1 berikut.

Dari perhitungan dengan teknik statistik yang menunjukkan bahwa tingkat hubungan antara *ECT* dengan *bursting* adalah cukup kuat dengan arah yang positif yaitu mencapai 0,8351 akan tetapi hubungan tersebut tidak bersifat linier karena naiknya nilai *bursting* tidak secara otomatis diikuti dengan tingginya nilai *ECT*. Hal ini sebagaimana terlihat dari grafik berikut.

Tabel 1. Hubungan antara *bursting* dengan *ECT*

No	ECT (kgf)	ECT (X)	BURSTING (Y)	XY	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>
1	5,1	5.00	7.34	36.700	25.000	53.876
2	5,61	5.55	7.92	43.956	30.803	62.726
3	4,81	4.71	6.60	31.086	22.184	43.560
4	9,20	9.02	11.35	102.377	81.360	128.823
5	6,57	6.44	11.30	72.772	41.474	127.690
6	12,47	12.23	14.80	181.004	149.573	219.040
7	7,13	6.99	8.62	60.254	48.860	74.304
8	6,88	6.74	12.29	82.835	45.428	151.044
9	5,90	5.79	9.53	55.179	33.524	90.821
10	7,63	7.48	12.64	94.547	55.950	159.770
Σ	71.16	69.95	102.39	760.709	534.156	1111.654

Penghitungan korelasi antara *ECT* dan *bursting*

$$r = \frac{n\sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{\{n\sum x^2 - (\sum x)^2\} \{n\sum y^2 - (\sum y)^2\}}}$$

Keterangan:

- n : Banyaknya pasangan data X dan Y  
 Σx : Total nilai variabel X yaitu *ECT*  
 Σy : Total nilai variabel Y yaitu *Bursting*  
 Σx<sup>2</sup> : Kuadrat total nilai variabel X  
 Σy<sup>2</sup> : Kuadrat total nilai variabel Y  
 Σxy : Hasil perkalian dari total nilai variabel X dan variabel Y

$$r = \frac{(10)(760,709) - (69,95)(102,39)}{\sqrt{[(10)(534,156) - (69,95)^2][(10)(1111,654) - (102,39)^2]}}$$

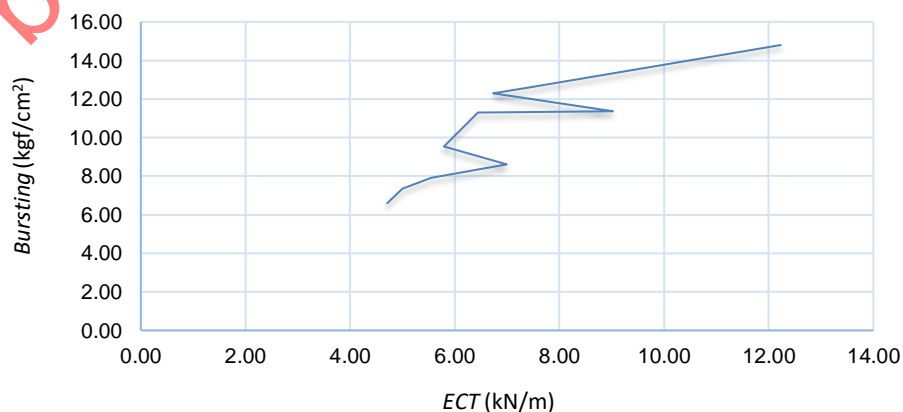
$$r = \frac{7607,09 - 7162,1805}{\sqrt{[5341,56 - 4893,0025][11116,54 - 10483,712]}}$$

$$r = \frac{444,9125}{\sqrt{[448,5545][632,8229]}}$$

$$r = \frac{444,9125}{\sqrt{283855,559}}$$

$$r = \frac{444,9125}{532,7810}$$

$$r = 0.8351$$



Gambar 3. Grafik hubungan antara *ECT* dengan *bursting*

## KESIMPULAN

Bertitik tolak dari hasil pengolahan data secara statistik diketahui bahwa *ECT* mempunyai hubungan yang kuat terhadap *bursting* yaitu sebesar 0,8351, akan tetapi hubungan tersebut tidak bersifat linier yang berarti naiknya nilai *ECT* tidak secara otomatis akan diikuti semakin tingginya nilai *bursting* kertas karton.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdurahman, M., S.A. Muhidin, and A. Somantri. 2011. *Dasar-Dasar Metode Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: CV. Pustaka Setia.
- Anonim. 2010. "Pengertian Korelasi." 2010. <https://www.slideshare.net/guest44990b/pengertian-korelasi-2905911>.
- ASTM International. 2000. "ASTM D618-00, Standard Practice for Conditioning Plastics for Testing." West Conshohocken, PA. 2000. [www.astm.org](http://www.astm.org).
- . 2007. "ASTM D774 / D774M-97(2007), Standard Test Method for Bursting Strength of Paper." West Conshohocken, PA. 2007. [www.astm.org](http://www.astm.org).
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). 1989. Standar Nasional Indonesia (SNI) 14-0436-1989, Cara Uji Ketahanan Sobek Kertas dan Karton, Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). 1998. Standar Nasional Indonesia (SNI) 14-4737-1998, Cara Uji Ketahanan Tarik Kertas dan Karton, Jakarta.
- Departemen Perindustrian. 1982. *Penggolongan Kertas*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perindustrian, Departemen Perindustrian.
- Erliza, and Sutedja. 1987. *Pengantar Pengemasan*. Bogor: Laboratorium Pengemasan, Jurusan TIP, IPB.
- Handayani. 1991. *Struktur Serat*. Bandung dan Probolinggo: Balai Besar Selulosa dan PT. Kertas Leces.
- Ibnusantosa, G. 1987. *Pulp Untuk Kertas*. Bandung: Lembaga Penelitian Selulosa.
- International Organization for Standardization. 2013a. "ISO 187:1990. Paper, Board and Pulps -- Standard Atmosphere for Conditioning and Testing and Procedure for Monitoring the Atmosphere and Conditioning of Samples." 2013. <https://www.iso.org/standard/4037.html>.
- . 2013b. "ISO 3037:2013. Corrugated Fibreboard -- Determination of Edgewise Crush Resistance (Unwaxed Edge Method)." 2013. <https://www.iso.org/standard/60354.html>.
- Irmala, D. 2014. "Regresi Dan Korelasi." 2014. <https://lovelydeedee.wordpress.com/2014/04/09/contoh-makalah-statistika-regresi-dan-korelasi/>.
- Julianti, S. 2014. *The Art of Packaging : Mengenal Metode, Teknik, & Strategi Pengemasan Produk Untuk Branding Dengan Hasil Maksimal*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Kotler, P., and K.L. Keller. 2009. *Manajemen Pemasaran: Jilid. 1*. Edited by B. Sabran. 13th ed. Jakarta: Erlangga.
- Mustaqim, M.N. 2017. "Kemasan Transportasi." 2017. <http://nizamora.blogspot.com/2017/05/laporan-kemasan-transportasi.html>.
- Sudjana. 2005. *Statistik Parameterik Untuk Penelitian Kualitatif*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Syah, D. 2010. *Pengantar Statistik Pendidikan*. Jakarta: Gaung Persada Press.
- Usman, H., and P.S. Akbar. 2006. *Pengantar Statistika*. Jakarta: Bumi Aksara.

# KARAKTERISTIK MINERAL *Spirulina* SETELAH PROSES SONIKASI

(CHARACTERISTICS OF *Spirulina* MINERALS AFTER SONICATION PROCESS)

Novi Nur Aidha, Eva Oktarina, dan Siti Agustina

Balai Besar Kimia dan Kemasan, Kementerian Perindustrian RI  
Jl. Balai Kimia I Pekayon, Pasar Rebo, Jakarta Timur

E-mail: [novi.aidha@gmail.com](mailto:novi.aidha@gmail.com)

Received: 18 Oktober 2018; revised: 16 November 2018; accepted: 21 November 2018

## ABSTRAK

*Spirulina* mengandung bahan mineral diantaranya adalah magnesium, kalsium dan besi yang dapat digunakan sebagai bahan pangan fungsional. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu sonikasi terhadap kandungan magnesium, kalsium dan besi dari ekstrak *Spirulina* hasil proses sonikasi. Tahapan metode penelitian ini adalah: *Spirulina* diekstraksi menggunakan sonikasi dengan waktu sonikasi selama 15 menit, 30 menit dan 45 menit dengan pelarut air. Pada proses ekstraksi *Spirulina*, lama waktu sonikasi berpengaruh terhadap kandungan mineral makroelemen dan mikroelemen. Kadar mineral makroelemen natrium dan kalium serta mikroelemen seng dan fosfor, mengalami penurunan seiring dengan lama waktu sonikasi. Lama waktu sonikasi juga mengakibatkan mineral makroelemen kalsium dan mikroelemen magnesium dan besi mengalami penurunan.

Kata kunci : *Spirulina*, ekstraksi sonikasi, mineral *Spirulina*

## ABSTRACT

*Spirulina* contains mineral including magnesium, calcium and iron which can be used as food supplement. This research aims to determine the content of magnesium, calcium and iron in *Spirulina* extract from sonication process with time variables. The research methods are: *Spirulina* extracted using sonication with sonication time for 15 minutes, 30 minutes and 45 minutes using water solvent. In the *Spirulina* extraction process, the sonication time affects the macroelement mineral content and microelement. Macroelement mineral sodium and potassium and microelements zinc and phosphorus decreased with the sonication time. Sonication time also resulted in macroelement minerals calcium and microelements magnesium and iron decreased.

Key words : *Spirulina*, sonication extraction, mineral of *Spirulina*

## PENDAHULUAN

*Spirulina* merupakan salah satu jenis mikroalga yang digunakan sebagai sumber protein, vitamin dan mineral yang dikenal sebagai pangan fungsional. Pangan fungsional atau suplemen makanan kesehatan telah menjadi suatu kebutuhan bagi masyarakat untuk menjaga kesehatannya (Syahrul and Dewita 2016). Keunggulan dari mikroalga dibandingkan dengan yang lain adalah efisien dan mudah dalam produksinya (Nur 2014). Kandungan mineral dalam mikroalga terdiri dari makroelemen seperti kalsium, natrium, kalium dan mikroelemen seperti magnesium, besi, mangan, fosfor dan seng juga dimanfaatkan sebagai bahan kosmetik karena berfungsi untuk menjaga kesehatan kulit (Fabrowska *et al.* 2015). Mineral *Spirulina* juga digunakan sebagai bahan obat. Suliburska *et al.* (2016) telah

melakukan penelitian suplementasi *Spirulina* dengan kandungan mineral magnesium, kalsium, besi dan seng yang dapat menurunkan hipertensi.

Mineral yang terkandung dalam *Spirulina* merupakan bahan organik yang lebih mudah untuk diserap oleh tubuh. Mengonsumsi mineral dalam bentuk anorganik dan dalam jumlah besar dapat menghalangi penyerapan bahan organik dalam tubuh, yang pada akhirnya menyebabkan penyakit defisiensi mineral. Beberapa kandungan makromineral dalam *Spirulina* yang penting adalah natrium, kalsium, dan kalium di dalam tubuh berfungsi mengatur keseimbangan elektrolit tubuh. Kalsium merupakan mineral yang paling melimpah di tubuh, sangat penting untuk kesehatan tulang dan gigi, tetapi juga terlibat dalam transmisi

saraf ke otot. *Spirulina* memasok kalsium sebanding dengan susu (Carolin and Mary, Josephine 2015; Falquet 2006).

Mineral mikroelemen dalam *Spirulina* antara lain magnesium, besi, seng, dan fosfor. Magnesium dapat membantu asimilasi vitamin C, vitamin B dan protein; dan kekurangan magnesium dapat menyebabkan gangguan otot spasmodik, termasuk penyimpangan jantung. Besi sangat dibutuhkan terutama pada wanita hamil dan anak-anak (Carolin and Mary 2015). Suplemen zat besi yang diberikan dalam bentuk sulfat besi dapat menimbulkan masalah toksisitas. Sementara itu, sereal kaya akan asam fitik dan polimer fosfat, dapat membatasi bioavailabilitas besi yang terkandung. Pada *Spirulina*, bioavailabilitas besi telah ditunjukkan baik pada tikus maupun pada manusia (Falquet 2006). Fosfor berfungsi sama dengan kalsium untuk mempertahankan kepadatan tulang. Membantu mencerna karbohidrat, vitamin B niacin, dan riboflavin.

Beberapa penelitian telah melakukan ekstraksi *Spirulina* untuk mengambil bahan aktif, pigmen dan antioksidan, tetapi belum pernah diteliti mineralnya setelah melalui proses ekstraksi. Faktor yang mempengaruhi proses ekstraksi *Spirulina* diantaranya adalah jenis pelarut, suhu dan waktu proses, sehingga diharapkan kandungan mineralnya tidak mengalami penurunan (Plaza *et al.* 2009; Ibañez *et al.* 2012).

Salah satu metode ekstraksi adalah menggunakan metode sonikasi, yang bertujuan untuk pemecahan dinding sel dengan menggunakan energi ultrasonik (Hadiyanto, Marsya, and Fatkhiyatul 2015; Hadiyanto *et al.* 2016). Faktor yang mempengaruhi ekstraksi dengan sonikasi adalah suhu, waktu, jenis solven, konsentrasi solven dan intensitas atau frekuensi sonikasi (Dominguez 2013). Ekstraksi *Spirulina* dengan sonikasi dipengaruhi oleh frekuensi sonikasi. Sonikasi akan menghancurkan gugus polisakarida pada dinding sel sehingga memungkinkan pelarut untuk masuk pada cairan sel dan memerangkap komponen bioaktif. Oleh karena itu, konsentrasi pelarut juga berpengaruh terhadap proses dan hasil sonikasi. Penelitian oleh Kadam, Tiwari, and O'Donnell (2013) menyatakan metode sonikasi memberikan persentase 25,9% kehancuran dinding sel alga dibandingkan metode soklet yang berkisar 4,8%. Sonikasi memungkinkan penggunaan pelarut yang aman, pengurangan pemakaian jumlah pelarut dan mempercepat proses ekstraksi (Vilkhu *et al.* 2008). Penggunaan pelarut dapat mempengaruhi zat yang akan ter-ekstrak. Pada ekstraksi makro dan mikro nutriennya, pelarut yang digunakan adalah akuades karena

bertujuan untuk mengekstraksi biomasnya (Kim and Chojnacka 2013).

Berdasarkan pemaparan tersebut, maka dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui karakteristik ekstrak *Spirulina* dengan menggunakan metode sonikasi.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan Penelitian

Bahan penelitian ini adalah: mikroalga *Spirulina* [Pusat Penelitian Bioteknologi dan Bioindustri Indonesia (PPBBI), Bogor] dan aquades.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: neraca analitis [Mettler Toledo], sonikator [ChromTech], sentrifugasi [Kokusan], *freeze dryer* [Shimadzu], dan Spektrofotometer [Shimadzu].

### Metode Penelitian

#### Proses ekstraksi

Proses ultrasonikasi dengan variabel waktu 15 menit, 30 menit dan 45 menit. Tahapan proses adalah: 20 gram mikroalga dilarutkan dalam 100 ml aquades atau etanol sampai terlarut sempurna, selanjutnya diultrasonikasi, untuk menjaga kestabilan suhu, maka selama proses dilakukan perendaman dengan air es. Selanjutnya, disentrifugasi dengan putaran 2500 rpm selama 30 menit, lalu dipisahkan antara endapan dan cairan. Cairan hasil ekstraksi selanjutnya di *freeze dryer* lalu dianalisa.

#### Karakterisasi mineral ekstrak *Spirulina*

Analisa kadar kalium, kalsium, natrium, dan magnesium mengacu pada AOAC 985.35/50.1.14.2005. Sedangkan analisa kadar besi, seng dan mangan mengacu pada SNI 01-2891-1998, butir 5. Analisa fosfor menggunakan spektrofotometer.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

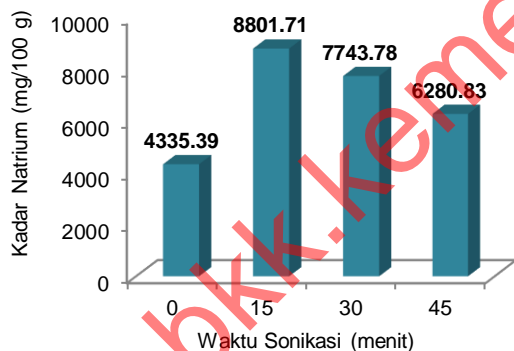
Ekstraksi *Spirulina* bertujuan untuk mengambil bahan aktifnya berupa klorofil, betakaroten dan fikosianin (Agustina, Aidha, and Oktarina 2018). Dalam ekstrak *Spirulina* dengan proses sonikasi, selain bahan aktif, juga mengandung senyawa mineral. Mineral yang terkandung di dalam ekstrak *Spirulina* meliputi makroelemen yaitu natrium, kalium, dan kalsium; serta mikroelemen yaitu magnesium, fosfor, besi, dan seng.

#### Kandungan Makroelemen Ekstrak *Spirulina*

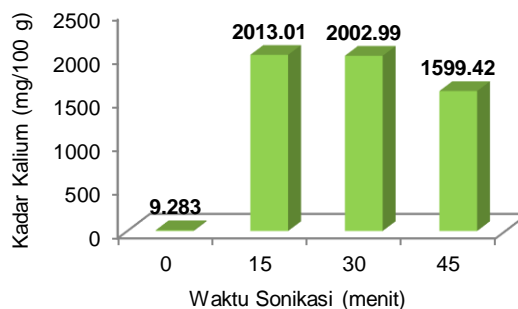
Kandungan makroelemen natrium, kalium dan kalsium ekstrak *Spirulina* dapat dilihat pada Gambar 1, Gambar 2, dan Gambar 3. Kandungan mineral makroelemen yang tertinggi adalah natrium yaitu 8801,71 mg/100 g (sonikasi

15 menit). Kalium merupakan makroelemen tertinggi kedua sebesar 2013,01 mg/100 g (sonikasi 15 menit) dan kalsium tertinggi ketiga sebesar 46,80 mg/100 g (sonikasi 45 menit). Berdasarkan Gambar 1 dan Gambar 2, semakin lama waktu sonikasi maka kandungan natrium dan kalium semakin menurun. Turunnya kandungan natrium dan kalium didukung oleh hasil penelitian yang dilakukan oleh Azene and Molla (2017) yang menyatakan penurunan kandungan natrium dan kalium setelah dilakukan proses ekstraksi. Berbeda dengan kadar natrium dan kalium yang mengalami penurunan, kadar kalsium mengalami peningkatan seiring dengan lama waktu sonikasi. Proses sonikasi merupakan proses yang menghasilkan panas dan dapat mengakibatkan pemecahan dinding sel serta perubahan kimia seperti oksidasi (Soares *et al.* 2016; Hadiyanto *et al.* 2016). *Spirulina* merupakan bahan alami yang mudah teroksidasi oleh adanya suhu dan cahaya, sehingga natrium dan kalium yang terkandung didalamnya juga memiliki sifat yang sama.

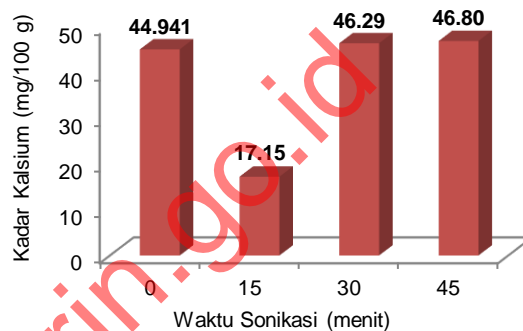
Peningkatan kadar kalsium setelah dilakukan ekstraksi pada *Spirulina* telah sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Cucikodana, Supriadi, and Purwanto (2012), bahwa semakin tinggi suhu ekstraksi maka semakin tinggi kadar kalsium. Lama waktu sonikasi mengakibatkan terjadinya kenaikan suhu proses (Hadiyanto *et al.* 2016).



Gambar 1. Kandungan natrium ekstrak *Spirulina* dengan variasi waktu sonikasi 15 menit, 30 menit dan 45 menit.



Gambar 2. Kandungan kalium ekstrak *Spirulina* dengan variasi waktu sonikasi 15 menit, 30 menit dan 45 menit.



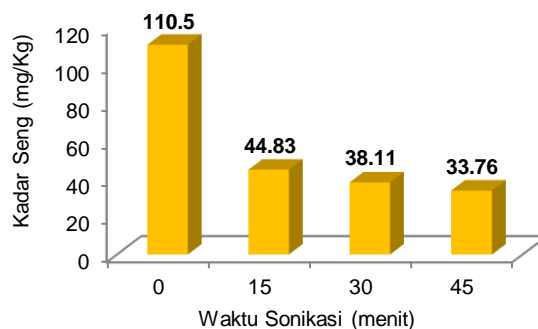
Gambar 3. Kandungan kalsium ekstrak *Spirulina* dengan variasi waktu sonikasi 15 menit, 30 menit dan 45 menit.

#### Kandungan Mikroelemen Ekstrak *Spirulina*

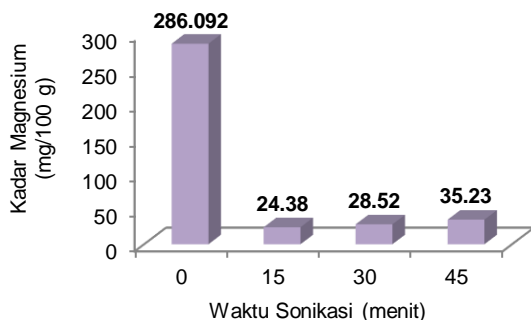
Kandungan mikroelemen yang terkandung di dalam *Spirulina* antara lain adalah magnesium, besi, seng dan fosfor (Azene and Molla 2017; Carolin and Mary 2015). Proses sonikasi merupakan proses pemecahan dinding sel mikroalga yang mengandung mikroelemen, dengan adanya gerakan brown pada proses sonikasi, mengakibatkan mikroelemen akan terpisah. Hal ini terlihat dengan banyaknya mikroelemen terlarut, seperti pada besi dan magnesium. Pada Gambar 4. kadar magnesium pada *Spirulina* yang diproses sonikasi mengalami kenaikan seiring lama waktu proses. Pada Gambar. 5 besi di dalam *Spirulina* mengalami peningkatan, seiring dengan lama waktu proses sonikasi. Hal tersebut telah sesuai bahwa proses pengolahan dan ekstraksi relatif tidak memberikan penurunan terhadap kadar magnesium dan besi (Salamah, Purwaningsih, and Kurnia 2012).

Proses sonikasi juga merupakan proses mengeluarkan panas, pada mikroelemen yang mempunyai sifat sensitif terhadap panas, akan terjadi proses oksidasi, sehingga sebagian mikroelemen tersebut dapat terlarut. Hal ini akan terjadi pada mikroelemen seng dan fosfor. Pada Gambar 6. dapat dilihat bahwa kadar seng menurun akibat waktu proses sonikasi yang semakin lama. Salamah, Purwaningsih, and

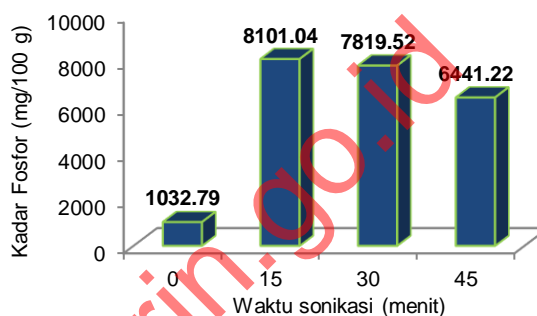
Kurnia (2012) serta Azene and Molla (2017) menyatakan penurunan kadar seng dapat diakibatkan oleh proses pengolahan dengan menggunakan suhu. Kadar fosfor dalam *Spirulina* yang telah disonikasi dapat dilihat pada Gambar 7. Penurunan kadar fosfor setelah dilakukan proses pengolahan, sesuai dengan penelitian (Gökoolu and Yerlikaya 2003). Proses sonikasi pada *Spirulina* mengakibatkan kenaikan suhu, sehingga terjadi proses degradasi komponen yang menyebabkan beberapa komponen mineral seperti seng, dan fosfor larut dalam pelarut.



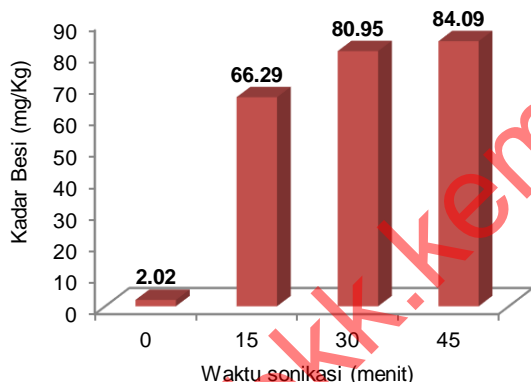
Gambar 6. Kandungan seng ekstrak *Spirulina* dengan variasi waktu sonikasi 15 menit, 30 menit dan 45 menit.



Gambar 4. Kandungan magnesium ekstrak *Spirulina* dengan variasi waktu sonikasi 15 menit, 30 menit dan 45 menit.



Gambar 7. Kandungan fosfor ekstrak *Spirulina* dengan variasi waktu sonikasi 15 menit, 30 menit dan 45 menit.



Gambar 5. Kandungan besi ekstrak *Spirulina* dengan variasi waktu sonikasi 15 menit, 30 menit dan 45 menit.

## KESIMPULAN

Hasil penelitian secara keseluruhan menunjukkan bahwa lama waktu sonikasi berpengaruh terhadap mineral dalam *Spirulina*. Semakin lama waktu sonikasi maka kadar natrium, kalium, seng dan fosfor semakin menurun. Selain itu penelitian juga menunjukkan bahwa semakin lama waktu sonikasi kadar kalsium, magnesium dan besi mengalami peningkatan. Penelitian lebih lanjut masih diperlukan dengan menambahkan variabel waktu yang lebih dari 45 menit agar didapatkan konsentrasi mineral kalsium, magnesium dan besi yang optimum.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, S., N.N. Aidha, and E. Oktarina. 2018. "Ekstraksi *Spirulina* Sp. Dengan Menggunakan Metode Ultrasonikasi." *Jurnal Kimia Dan Kemasan* 40 (2): 105–16.
- Azene, H, and T Molla. 2017. "Nutritional Composition and Effects of Cultural Processing on Anti-Nutritional Factors and Mineral Bioavailability of *Colocasia Esculenta* (Godere) Grown in Wolaita Zone, Ethiopia." *Journal of Food and Nutrition Sciences* 5 (4): 147–54. <https://doi.org/10.11648/j.jfns.20170504.12>.
- Carolyn, J R, and J R Mary. 2015. "Mineral



- Profile of Edible Algae *Spirulina Platensis*." *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci* 4 (1): 478–83.
- Cucikodana, Y, A Supriadi, and B Purwanto. 2012. "PENGARUH PERBEDAAN SUHU PEREBUSAN DAN KONSENTRAS NaOH TERHADAP KUALITAS BUBUK TULANG IKAN GABUS ( *Channa Striata* )." *Fishtech* 1 (01): 91–101.
- Dominguez, H. 2013. *Ingredients and Algae for Foods Nutraceuticals*. New Delhi: Woodhead Publishing.
- Fabrowska, J, B Leska, G Schroeder, B Messyasz, and M Pikosz. 2015. "Biomass and Extracts of Algae as Material for Cosmetics." In *Marine Algae Extracts: Processes, Products, and Applications*, edited by Se-Kwon Kim and Katarzyna Chojnacka, First Edit, 681–706. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
- Falquet, Jacques. 2006. "The Nutritional Aspects of *Spirulina*." *Antenna Technologies*, 1–25.
- Gökoolu, N., and P. Yerlikaya. 2003. "Determinaton of Proximate Composition and Mineral Contents of Blue Crab (*Callinectes Sapidus*) and Swim Crab (*Portunus Pelagicus*) Caught off the Gulf of Antalya." *Food Chemistry* 80 (4): 495–98. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(02\)00318-7](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(02)00318-7).
- Hadiyanto, H, M.A Marsya, and P Fatkhiyatul. 2015. "Improved Yield of  $\beta$  -Carotene from Microalgae *Spirulina Plantesis* Using Ultrasound Assisted Extraction." *Jurnal Teknologi* 77 (1): 219–22. <https://doi.org/10.11113/jt.v77.4482>.
- Hadiyanto, Sutrisnorhadi, H Sutanto, and M Suzery. 2016. "Phycocyanin Extraction from Microalgae *Spirulina Platensis* Assisted by Ultrasound Irradiation: Effect of Time and Temperature." *Songklanakarin Journal of Science and Technology* 38 (4): 391–98.
- Ibañez, El, M Herrero, J. A Mendiola, and M. Castro-puyana. 2012. *Extraction and Characterization of Bioactive Compounds with Health Benefi Ts from Marine Resources Macro and Micro Algae , Cyanobacteria , and Invertebrates Bioactive Compounds from Marine Sources*. Edited by M Hayes. Madrid, Spain: Springer Science+Business Media. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-1247-2>.
- Kadam, S. U., B. K. Tiwari, and C. P. O'Donnell. 2013. "Application of Novel Extraction Technologies for Bioactives from Marine Algae." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 61 (20): 4667–75. <https://doi.org/10.1021/jf400819p>.
- Kim, S.K, and K Chojnacka. 2013. *Marine Algae Extracts*. Volume 2. Germany: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA.
- Nur, M M Azimatun. 2014. "Potensi Mikroalga Sebagai Sumber Pangan Fungsional Di Indonesia (Overview)." *Eksergi XI* (2): 1–6.
- Plaza, M, S Santoyo, M Herrero, L Jaime, G.G Reina, M Herrero, F.J Señoráns, and E Ibáñez. 2009. "Screening for Bioactive Compounds from Algae." *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 51: 450–55. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2009.03.016>.
- Salamah, E, S Purwaningsih, and R Kurnia. 2012. "KANDUNGAN MINERAL REMIS (*Corbicula Javanica*) AKIBAT PROSES PENGOLAHAN." *Jurnal Akuatika* 3 (1): 74–83.
- Soares, A.T, J.G.M Junior, R.G Lopes, R.B Derner, and N.R.A Filho. 2016. "Improvement of the Extraction Process for High Commercial Value Pigments from *Desmodesmus* Sp. Microalgae." *Journal of the Brazilian Chemical Society* 27 (6): 1083–93. <https://doi.org/10.5935/0103-5053.20160004>.
- Suliburska, J., M. Szulińska, A. A. Tinkov, and P. Bogdański. 2016. "Effect of *Spirulina* Maxima Supplementation on Calcium, Magnesium, Iron, and Zinc Status in Obese Patients with Treated Hypertension." *Biological Trace Element Research* 173 (1): 1–6. <https://doi.org/10.1007/s12011-016-0623-5>.
- Syahrul, S, and D Dewita. 2016. "SUPLEMEN MAKANAN KESEHATAN ( HEALTH FOOD ) BERNUTRISI TINGGI DARI CHLORELLA DAN MINYAK IKAN PATIN." *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 19 (3): 251–55. <https://doi.org/10.17844/jphpi.2016.19.3.251>.
- Vilkhu, K, R Mawson, L Simons, and D Bates. 2008. "Applications and Opportunities for Ultrasound Assisted Extraction in the Food Industry - A Review." *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 9 (2): 161–69. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2007.04.014>.

# ANALISIS ROBUST UNTUK EVALUASI HASIL UJI BANDING ANTAR-LABORATORIUM PRODUK ASAM FORMIAT TEKNIS

## (ROBUST ANALYSIS TO EVALUATE THE RESULTS OF INTER-LABORATORY COMPARATIVE TEST OF TECHNICAL FORMIC ACID PRODUCT)

Ira Setiawati

Balai Besar Kimia dan Kemasan, Kementerian Perindustrian  
Jl. Balai kimia I, Pekayon, Pasar Rebo, Jakarta Timur

E-mail: [ira.setiawati@gmail.com](mailto:ira.setiawati@gmail.com)

Received: 16 November 2018, revised: 26 November 2018, accepted: 30 November 2018

### ABSTRAK

Produk kimia yang digunakan oleh masyarakat sehari-hari menjadi isu penting yang perlu diperhatikan standarnya. Salah satunya adalah asam formiat yang merupakan produk kimia yang digunakan oleh berbagai sektor industri namun masih membutuhkan impor, sehingga perlu pemantauan dan pengendalian mutu produknya oleh laboratorium pengujian. Produk tersebut umumnya diuji selama dan setelah proses oleh laboratorium pengujian yang kompeten untuk memastikan operasi berjalan aman dan produk yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi tertentu. Kinerja laboratorium dapat dibuktikan dengan penerapan pengendalian mutu internal yang baik dan benar serta implementasi jaminan mutu diantaranya keikutsertaan dalam program uji banding antar laboratorium. Evaluasi hasil uji banding yang berbeda dapat menyebabkan perbedaan interpretasi hasil uji banding dan mempengaruhi penilaian kinerja laboratorium peserta. Maka, tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis 4 metode evaluasi Z-score dalam uji banding produk asam formiat teknis. Keempat metode yang digunakan yaitu *sample mean and standard deviation* (Metode I), *median and MADe* (Metode II), *median and nIQR* (Metode III), dan *Algorithm A* (Metode IV). Hasil penelitian menunjukkan metode II adalah yang paling baik dengan koefisien variasi terkecil apabila dibandingkan dengan metode I, III, dan IV. Kinerja laboratorium diinterpretasikan dalam 3 kategori yaitu diterima, diperingatkan, dan tidak diterima.

Kata kunci: analisis *Robust*, uji banding, asam formiat, Z-score

### ABSTRACT

The chemical products used by the community everyday are important issues that need to be considered by the standards. One of them is formic acid which is a chemical product used by various industrial sectors but still needs imports, so it needs to monitor and control the quality of its products by testing laboratories. These products are generally tested during and after the process by competent testing laboratories to ensure the operation is safe and the products produced are in accordance with certain specifications. Laboratory performance can be proven by the application of good and correct internal quality control and the implementation of quality assurance including participation in inter-laboratory comparative testing programs. Evaluation of the results of different comparative tests can cause differences in interpretation of the results of the comparative test and affect the assessment of participants' laboratory performance. So, the purpose of this study was to analyze 4 methods of Z-score evaluation in the comparative tests of technical formic acid products. The four methods used are *sample mean and standard deviation* (Method I), *median and MADe* (Method II), *median and nIQR* (Method III), and *Algorithm A* (Method IV). The results showed that method II was the best with the smallest coefficient of variation when compared with methods I, III, and IV. Laboratory performance is interpreted in 3 categories namely accepted, warned, and not accepted.

Keywords: *Robust analysis, comparative test, technical formic acid, Z-score*

### PENDAHULUAN

Produksi dan konsumsi produk kimia sering digunakan sebagai tolok ukur tingkat kemajuan dan kesejahteraan suatu negara. Hal ini dikarenakan bahwa kehidupan manusia tidak lepas dari pemanfaatan bahan kimia yang diproduksi oleh industri kimia. Oleh sebab itu,

Indonesia memiliki peluang besar dalam pengembangan industri kimia karena memiliki jumlah penduduk sekitar 230 juta jiwa dan ketersediaan sumber daya alam yang melimpah (Kemenperin RI 2018).

Industri kimia merupakan suatu industri yang terlibat dalam pemrosesan bahan mentah yang diperoleh melalui penambangan, pertanian, dan sumber-sumber lain menjadi material, zat kimia, dan senyawa kimia yang dapat berupa produk akhir atau produk antara yang akan digunakan di industri lain. Proses dan produk tersebut umumnya diuji selama dan setelah proses dengan menggunakan instrumen atau alat tertentu untuk memastikan operasi berjalan aman dan produk yang dihasilkan sesuai dengan spesifikasi tertentu. Untuk pengujian tersebut, diperlukan laboratorium yang mempunyai kemampuan untuk pengujian produk kimia yang dimulai dari preparasi contoh dengan berbagai teknik preparasi dan analisis dilanjutkan menggunakan instrument pengujian kimia yang sesuai (Wikipedia 2017).

Salah satu industri kimia di Indonesia yang perlu perhatian khusus adalah industri asam formiat. hal ini dikarenakan produksi asam formiat belum memenuhi kebutuhan dalam negeri dengan kapasitas hanya 11.000 Ton/tahun oleh 1 pabrik di Indonesia (Puspitasari 2011), sedangkan penggunaannya sangat luas. Asam formiat merupakan bahan kimia yang banyak digunakan dalam industri tekstil, karet, kulit, farmasi, electroplating, pengeboran minyak, dan lain-lain. Oleh karena itu, untuk mengatasi produk impor yang kurang sesuai, Indonesia memiliki aturan yaitu pemberlakuan SNI produk secara wajib, termasuk SNI Asam formiat. pelaksanaan SNI wajib perlu dievaluasi oleh Lembaga Penilai Kesesuaian (LPK), yaitu Lembaga Sertifikasi Produk dan Laboratorium Pengujian. Dalam menjalankan fungsinya, LPK tersebut harus memiliki kompetensi di bidangnya, terutama laboratorium pengujian. Laboratorium pengujian tersebut harus melakukan kegiatan pengujian kesesuaian mutu terhadap contoh sesuai metode uji SNI.

Indonesia memiliki 1170 laboratorium pengujian yang telah diakui atau diakreditasi oleh Komite Akreditasi Nasional atau KAN (Badan Standardisasi Nasional 2018). Namun, kemampuan setiap laboratorium bervariasi tergantung pada peralatan, sumber daya manusia, dan ruang lingkup pengujian yang dimiliki oleh masing-masing laboratorium. Kemampuan laboratorium pengujian dapat dilihat dari hasil pengukurannya. Data pengujian yang dihasilkan oleh setiap laboratorium haruslah andal dan absah agar dapat diterima baik secara regional, nasional maupun internasional. Untuk dapat bersaing di era globalisasi, maka laboratorium diharapkan untuk selalu meningkatkan kinerjanya, sehingga kualitas produk suatu industri dapat dikendalikan dan sesuai standar yang ditentukan serta memiliki daya saing (Rohidi, Setiawanto, and

Subiharto 2017; Boes 2015; Supriyantini and Asly 2008).

Upaya untuk meningkatkan kinerja laboratorium dapat dilakukan dengan penerapan pengendalian mutu internal yang baik dan benar serta implementasi jaminan mutu diantaranya dengan keikutsertaan dalam program uji banding antar laboratorium atau uji profisiensi (SNI ISO/IEC 17025:2008). Salah satu tujuan uji banding antar laboratorium yaitu untuk evaluasi kinerja laboratorium dalam pengujian atau pengukuran tertentu dan pemantauan kinerja laboratorium berkesinambungan. Hasil uji banding dapat membantu laboratorium dalam mendeteksi adanya penyimpangan dalam pengujian dan menemukan penyebab serta cara perbaikannya. Selain itu, juga dapat meningkatkan kepercayaan pelanggan terhadap laboratorium (SNI ISO/IEC 17043:2010). Manfaat lainnya, hasil uji banding dapat digunakan sebagai sarana evaluasi bagi laboratorium untuk mempertahankan sertifikat akreditasi (Kusumaningtyas and Sumarno 2017).

Uji banding antar laboratorium telah digunakan secara luas untuk sejumlah tujuan dan penggunaannya meningkat secara internasional. Indonesia telah memiliki 9 Penyelenggara Uji Profisiensi (PUP) yang diakui oleh KAN (Badan Standardisasi Nasional 2018) dengan komoditi yang berbeda-beda ditunjukkan pada Tabel 7. Namun, uji banding pada bidang industri kimia belum ada di Indonesia, khususnya produk asam formiat teknis.

Tabel 7. Penyelenggara Uji Profisiensi di Indonesia

Kode PUP	Komoditi
PUP 001 IDN	jagung dan kacang panjang
PUP 002 IDN	semen, <i>klinker</i> , beton, ban, dan logam
PUP 003 IDN	aspal, agregat, beton, baja, tanah, dan air
PUP 004 IDN	bahan pakan dan pakan ternak
PUP 005 IDN	penyakit hewan dan kesehatan masyarakat veteriner
PUP 006 IDN	BBM, pelumas, dan gas
PUP 007 IDN	mikrobiologi, virologi, mikologi, parasitologi, dan contoh uji penyakit ikan golongan bakteri
PUP 008 IDN	tembakau, rokok kretek menthol, <i>filter rod</i> , <i>cigarette tipping paper</i> , air limbah, <i>plain limit gauge</i> , <i>stopwatch</i> , dan <i>tachometer</i>
PUP 009 IDN	tepung terigu, garam konsumsi beryodium, susu bubuk, CPO, pupuk NPK, biskuit, minuman serbuk, gula kristal rafinasi, gula kristal putih, kembang gula, minyak kelapa, <i>corned beef</i> , minyak goreng sawit, kopi instan

Evaluasi uji banding dapat dilakukan dengan menggunakan Z-score. Menurut SNI

ISO 13528:2016, Z-score adalah perbandingan antara estimasi bias dan nilai target standar deviasi. Terdapat beberapa metode estimasi atau metode statistika *Robust* yang dapat digunakan untuk menentukan nilai target tersebut, antara lain:

- a. *sample mean and standard deviation*,
- b. *median and scaled median absolute deviation* (MADe),
- c. *median and normalized interquartile range* (nIQR),
- d. *AlgorithmA*
- e. *Qn and Q / Hampel*

(Badan Standardisasi Nasional 2016).

Metode evaluasi yang berbeda tersebut dapat menghasilkan perbedaan interpretasi terhadap hasil uji banding yang juga dapat mempengaruhi penilaian kinerja laboratorium peserta (Budiantari, Arkeman, and Kantasubrata 2012).

Oleh karena itu, dilakukan penelitian mengenai penggunaan metode evaluasi Z-score yang berbeda pada uji banding asam formiat teknis yang dapat diterapkan dalam penentuan kinerja laboratorium pengujian kimia sesuai dengan SNI ISO/IEC 17025:2008 (Badan Standardisasi Nasional 2008). Hasil evaluasi yang diperoleh diharapkan dapat meningkatkan kemampuan laboratorium pengujian kimia dalam analisis contoh asam formiat dan dapat melakukan tindakan perbaikan sesuai dengan prosedur yang ditetapkan terhadap penyimpangan dalam pengujian.

## METODOLOGI

### Waktu dan Tempat

Program uji banding diselenggarakan pada tanggal 13 Agustus 2018 – 30 Agustus 2018 oleh Laboratorium Kimia Balai Besar Kimia dan Kemasan, Jakarta, diikuti oleh 4 peserta laboratorium-laboratorium pengujian kimia yang memiliki ruang lingkup pengujian asam formiat.

### Bahan dan Alat

Bahan uji yang digunakan sebagai contoh uji banding antar laboratorium adalah asam formiat teknis dari industri. Sedangkan, alat yang digunakan adalah peralatan untuk mengemas matriks contoh uji asam formiat dan peralatan untuk menganalisa unsur-unsur dalam asam formiat.

### Prosedur

Prosedur uji banding antar laboratorium meliputi beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Persiapan dan pendistribusian contoh uji banding

Contoh uji asam formiat teknis dikemas ke dalam botol-botol sampel 500 mL yang tidak tembus cahaya, kemudian disegel dan diberi

label sesuai kode laboratorium peserta yaitu Lab AF01, Lab AF02, Lab AF03, dan Lab AF04. Selanjutnya, dikirim ke masing-masing laboratorium peserta uji banding.

2. Pengukuran contoh uji

Analisa contoh uji banding dilakukan di masing-masing laboratorium peserta sesuai dengan metode SNI 2128:2013 (Badan Standardisasi Nasional 2013) atau metode yang digunakan masing-masing laboratorium. Unsur-unsur yang dianalisa pada contoh asam formiat teknis dalam uji banding ini yaitu kadar total asam sebagai asam formiat, *specific gravity*, dan logam besi (Fe).

3. Pengolahan data dan evaluasi hasil uji banding

Pengolahan data analisis hasil uji banding dilakukan menggunakan metode statistik seperti: uji histogram, uji Dixon, dan uji Z-score. Uji histogram digunakan untuk mengetahui sebaran data hasil uji banding, uji Dixon digunakan untuk membuang data yang kemungkinan besar *outlier*, dan uji Z-score digunakan untuk mengevaluasi kinerja atau mutu laboratorium.

Berdasarkan SNI ISO/IEC 17043:2010 (Badan Standardisasi Nasional 2010) dan SNI ISO 13528:2016 (Badan Standardisasi Nasional 2016) kriteria penilaian laboratorium dengan Z-score diinterpretasikan sebagai berikut:

- a. jika  $|Z\text{-score}| \leq 2,0$  maka hasilnya dikategorikan diterima,
- b. jika  $2,0 < |Z\text{-score}| < 3,0$  maka hasilnya dikategorikan diperingatkan,
- c. jika  $|Z\text{-score}| \geq 3,0$  maka hasilnya dikategorikan tidak diterima.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Asam formiat teknis memiliki persyaratan baku mutu sesuai SNI 2128:2013. Persyaratan baku mutu untuk parameter total asam sebagai asam formiat, *specific gravity*, dan besi (Fe) dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Syarat mutu asam formiat teknis.

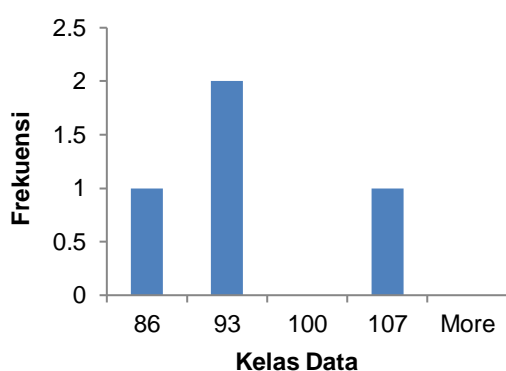
No	Parameter Uji	Satuan	Persyaratan
1	Total asam sebagai asam formiat (b/b)	%	Min. 85
2	<i>Specific Gravity</i> (25 °C)	-	1,19 – 1,22
3	Besi/Fe	mg/Kg	Maks. 10

Sedangkan, data hasil pengujian contoh asam formiat teknis dari masing-masing peserta uji banding antar laboratorium ditampilkan dalam Tabel 9.

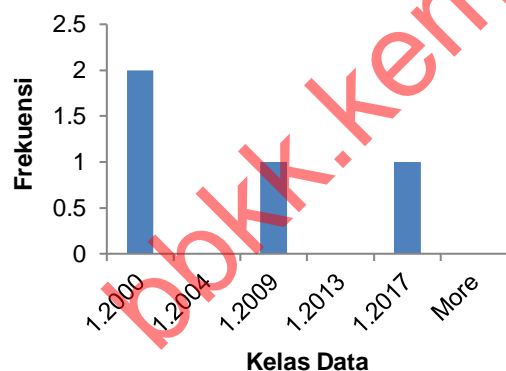
Tabel 9.Rekapitulasi Hasil Pengujian Laboratorium Peserta

No	Parameter Uji	Lab AF1	Lab AF2	Lab AF3	Lab AF4
1	Total asam sebagai asam formiat (% b/b)	88,96	89,06	99.99	86,10
2	Specific Gravity (25 °C)	1,2000	1,2006	1,2013	1,2000
3	Besi/Fe (mg/Kg)	0,548	4,000	0,480	0,120

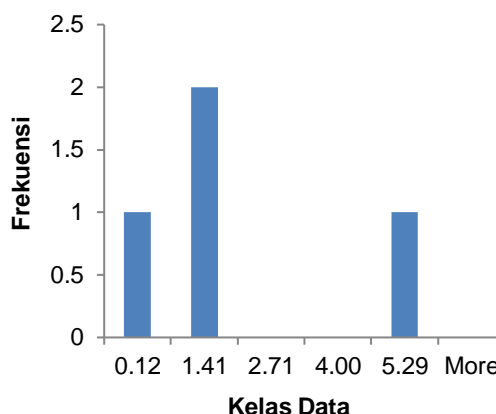
Berdasarkan uji histogram terhadap data hasil uji banding pada contoh asam formiat teknis untuk ketiga parameter, data peserta memiliki distribusi frekuensi tidak normal untuk semua parameter uji yang ditunjukkan dalam Gambar 2 sampai dengan Gambar 4.



Gambar 2. Distribusi frekuensi data hasil uji banding contoh asam formiat teknis untuk parameter total asam sebagai asam formiat.



Gambar 3. Distribusi frekuensi data hasil uji banding contoh asam formiat teknis untuk parameter *specific gravity*.



Gambar 4. Distribusi frekuensi data hasil uji banding contoh asam formiat teknis untuk parameter logam besi (Fe).

Selanjutnya dilakukan uji Dixon (Konieczka and Namiesnik 2009) untuk menseleksi data atau membuang data yang kemungkinan besar *outlier*. Uji Dixon dipilih karena dapat diaplikasikan pada jumlah data yang kecil, seperti dalam kegiatan ini yaitu 4 data. Dalam uji Dixon dilakukan langkah-langkah berikut ini:

- data diurut dari mulai yang terkecil hingga yang terbesar ( $x_1, x_2, \dots, x_n$ ),
- nilai D hasil perhitungan dibandingkan dengan nilai D kritis yang ada pada Tabel Dixon ( $D_{tabel}$ ),
- apabila nilai D hasil perhitungan lebih besar daripada  $D_{tabel}$ , maka data dibuang (*outlier*),
- rumus untuk perhitungan uji Dixon terdiri dari 3 yaitu  $D_{3-7}$ ,  $D_{8-12}$ , dan  $D_{>12}$ ,
- rumus dipilih berdasarkan jumlah data yang diuji.

Untuk kegiatan ini, menggunakan rumus  $D_{3-7}$  dengan Persamaan 1 dan 2 sebagai berikut:

$$D_{\text{terendah}} = \frac{x_2 - x_1}{x_n - x_1} \quad \dots \text{ (Persamaan 1)}$$

$$D_{\text{tertinggi}} = \frac{x_n - x_{n-1}}{x_n - x_1} \quad \dots \text{ (Persamaan 2)}$$

Hasil pengolahan data uji Dixon pada hasil uji banding asam formiat ini ditampilkan dalam Tabel 10. Kriteria uji Dixon adalah jika nilai D hitung lebih besar dari D tabel, maka data dibuang. Berdasarkan kriteria tersebut, data pada hasil uji parameter total asam sebagai asam formiat tidak ada yang dibuang karena D hitung lebih kecil dari D tabel. Hal ini berlaku juga untuk hasil uji parameter *specific gravity*. Namun pada hasil uji parameter besi, data tertinggi dibuang karena D hitung lebih besar dari D tabel. Oleh karena itu, hasil uji besi Lab AF2 tidak diikuti pada pengolahan data berikutnya.

Tabel 10. Ringkasan pengolahan data uji Dixon pada hasil uji banding asam formiat teknis

Uraian	Total asam sebagai asam formiat	Specific gravity	Besi (Fe)
Jumlah data	4	4	4
Data minimum	86,10 %	1,2000	0,120 mg/Kg
Data maksimum	99,99 %	1,2013	4,000 mg/Kg
D tabel	0,829	0,829	0,829
D hitung (terendah)	0,206	0,000	0,093
D hitung (tertinggi)	0,787	0,538	0,890

Pengolahan data berikutnya adalah penetapan nilai Z-score menggunakan metode statistika *Robust*, dimana pada penelitian ini digunakan 4 metode yaitu:

- Metode I = *sample mean and standard deviation*,
- Metode II = *median and scaled median absolute deviation (MADe)*,
- Metode III = *median and normalized interquartile range (nIQR)*,
- Metode IV = *AlgorithmA*

Metode statistika yang selanjutnya digunakan dalam penetapan Z-score pada hasil uji banding asam formiat teknis ini adalah metode yang memiliki nilai koefisien variasi (CV) terkecil dengan tujuan untuk menghindari semua data masuk yang menyebabkan bias. Oleh karena itu, dibandingkan keempat metode tersebut untuk mendapatkan metode dengan nilai koefisien variasi (CV) terkecil. Nilai koefisien variasi masing-masing metode untuk setiap parameter uji ditunjukkan dalam Tabel 8 Tabel 11 – Tabel 13.

Tabel 11. Ringkasan metode statistik koefisien variasi untuk hasil uji banding asam formiat parameter total asam sebagai asam formiat.

	Metode I (mean/SD)	Metode II (median/MADe)	Metode III (median/n IQR)	Metode IV (AlgA)
mean/median/AlgA-mean	91,03	89,01	89,01	91,03
SD/s(MAD)/s(nIQR)/AlgA-std	6,13	2,19	2,63	6,95
CV <i>robust</i> (%)	6,73	2,47	2,95	7,64

Tabel 12. Ringkasan metode statistik koefisien variasi untuk hasil uji banding asam formiat parameter *specific gravity*.

	Metode I (mean/SD)	Metode II (median/MADe)	Metode III (median/n IQR)	Metode IV (AlgA)
mean/median/AlgA-mean	1,2005	1,2003	1,2003	1,2005
SD/s(MAD)/s(nIQR)/AlgA-std	0,0006	0,0004	0,0006	0,0007
CV <i>robust</i> (%)	0,05	0,04	0,05	0,06

Tabel 13. Ringkasan metode statistik koefisien variasi untuk hasil uji banding asam formiat parameter besi (Fe).

	Metode I (mean/SD)	Metode II (median/MADe)	Metode III (median/nIQR)	Metode IV (AlgA)
mean/median/AlgA-mean	0,38	0,48	0,48	0,38
SD/s(MAD)/s(nIQR)/AlgA-std	0,23	0,10	0,16	0,26
CV <i>robust</i> (%)	60,11	21,01	33,05	68,16

Berdasarkan perhitungan dari keempat metode statistika tersebut, nilai koefisien terkecil pada ketiga parameter uji diperoleh oleh Metode II yaitu metode perbandingan median dan *scaled median absolute deviation (MADe)*. Maka selanjutnya, hasil kinerja laboratorium ditentukan berdasarkan z-score, dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$z_i = \frac{x_i - \text{median}}{s(\text{MAD})} \quad \dots \text{ (Persamaan 3)}$$

Nilai z-score yang diperoleh untuk parameter total asam sebagai asam formiat ditampilkan pada Tabel 14.

Tabel 14. Hasil evaluasi peserta uji banding asam formiat parameter kadar total asam sebagai asam formiat.

Kode Lab	Hasil Uji	Z-Score	Kriteria
Lab AF1	88,96	0,02	diterima
Lab AF2	89,06	0,02	diterima
Lab AF3	99,99	5,00	tidak diterima
Lab AF4	86,10	1,33	diterima

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa 3 laboratorium masuk dalam kriteria diterima atau  $|z\text{-score}| \leq 2,0$  dan 1 laboratorium masuk dalam kriteria tidak diterima atau  $|z\text{-score}| \geq 3,0$ .

Untuk hasil evaluasi parameter *specific gravity*, ditampilkan pada Tabel 15, dimana 3 laboratorium peserta masuk dalam kriteria diterima atau  $|z\text{-score}| \leq 2,0$  dan terdapat 1 laboratorium masuk dalam kriteria diperingatkan atau  $2,0 < |Z\text{-score}| < 3,0$ .

Tabel 15. Hasil evaluasi peserta uji banding asam formiat parameter *specific gravity*.

Kode Lab	Hasil Uji	Z-Score	Kriteria
Lab AF1	1,2000	0,67	diterima
Lab AF2	1,2006	0,67	diterima
Lab AF3	1,2013	2,25	diperingatkan
Lab AF4	1,2000	0,67	diterima

Sedangkan hasil evaluasi parameter besi (Fe), yang ditampilkan pada Tabel 16, hanya 2 laboratorium yang masuk dalam kriteria diterima dan 1 laboratorium masuk dalam kriteria tidak diterima, serta 1 laboratorium tidak ikut diolah karena memiliki nilai yang terlalu jauh dibandingkan nilai dari laboratorium lainnya.

Tabel 16. Hasil evaluasi peserta uji banding asam formiat parameter Besi (Fe).

Kode Lab	Hasil Uji	Z-Score	Kriteria
Lab AF1	0,548	0,67	diterima
Lab AF2	4,000	-	tidak ikut diolah
Lab AF3	0,480	0,00	diterima
Lab AF4	0,120	3,57	tidak diterima

Secara keseluruhan, mutu laboratorium pengujian peserta uji banding untuk asam formiat teknis dapat dilihat pada Tabel 17.

Tabel 17. Ringkasan keberterimaan mutu laboratorium dalam pengujian asam formiat teknis

Uraian	Total asam sebagai asam formiat	<i>Specific gravity</i>	Besi (Fe)
Lab AF1	diterima	diterima	diterima
Lab AF2	diterima	diterima	tidak dapat diolah
Lab AF3	tidak diterima	diperingatan	diterima
Lab AF4	diterima	diterima	tidak diterima

Laboratorium pengujian yang memperoleh kriteria diperingatkan dan tidak diterima, serta memiliki data yang tidak dapat diolah maka harus melakukan investigasi dan tindakan perbaikan terhadap data hasil pengujian.

Tindakan perbaikan dimulai dengan suatu penyelidikan untuk menentukan akar penyebab permasalahan. Akar permasalahan tersebut juga seringkali tidak jelas sehingga perlu dilakukan analisis yang cermat pada semua penyebab yang potensial. Penyebab potensial dapat mencakup persyaratan penyelenggara uji profesiensi, sampel, metode dan prosedur, keterampilan dan pelatihan personil, bahan habis pakai, atau peralatan dan kalibrasinya. Maka, personil terkait perlu membuat *cause and effect diagram* atau *fish bone diagram* untuk menentukan akar penyebab ketidaksesuaian yang terjadi. *Fish bone diagram* tersebut dapat mengidentifikasi seluruh penyebab potensial. Setelah seluruh penyebab potensial dapat diidentifikasi melalui *fish bone diagram*, maka penetapan akar penyebab ketidaksesuaian dapat dilakukan sehingga langkah selanjutnya berupa tindakan perbaikan dapat dipertimbangkan (Hadi 2015).

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari program uji banding antar laboratorium ini adalah:

- Metode statistika yang paling efektif digunakan dalam pengolahan data dan evaluasi hasil uji banding asam formiat teknis adalah metode "median/scaled median absolute deviation (MADe)", yang ditunjukkan dengan koefisien variasi paling kecil dibandingkan metode statistika lainnya.
- Laboratorium AF1 memiliki standar mutu yang paling baik dibandingkan Laboratorium AF2, AF3, dan AF4 yang ditunjukkan dengan hasil pengujian untuk ketiga parameter (total asam sebagai asam formiat, *specific gravity*, besi) masuk dalam kriteria diterima.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. 2008. *SNI ISO/IEC 17025:2008, Persyaratan Umum Kompetensi Laboratorium Pengujian Dan Laboratorium Kalibrasi*. Jakarta.
- . 2010. *SNI ISO/IEC 17043:2010, Penilaian Kesesuaian – Persyaratan Umum Uji Profesiensi*. Jakarta.
- . 2013. *SNI 2128:2013, Asam Formiat Teknis*. Jakarta.
- . 2016. *SNI ISO 13528:2016, Penggunaan Metode Statistik Pada Uji Profesiensi Melalui Uji Banding Antar Laboratorium*. Jakarta.

- . 2018. “Daftar Laboratorium Lembaga Dan Inspeksi.” 2018. <http://sispk.bsn.go.id/LPK/LembagaInspeksi>.
- Boes, E. 2015. “Preparasi Contoh Uji Profisiensi Untuk Identifikasi Senyawa Kimia Berbahaya.” *JKTI* 17 (1): 57–67.
- Budiantari, F., Y. Arkeman, and J. Kantasubrata. 2012. “Analisis Andal Hasil Uji Profisiensi Untuk Produk Agroindustri.” *Jurnal Standardisasi* 14 (3): 237–46.
- Hadi, A. 2015. “Investigasi Uji Profisiensi Klorida Dengan Hasil ‘Outlier.’” 2015. [http://www.infolabling.com/2015/02/investigasi-uji-profisiensi-klorida.html#.W\\_JJ14czbIV](http://www.infolabling.com/2015/02/investigasi-uji-profisiensi-klorida.html#.W_JJ14czbIV).
- Kemenperin RI. 2018. “Peluang Pengembangan Industri Kimia Terbuka Lebar.” 2018. <http://www.kemenperin.go.id/artikel/15802/Peluang-Pengembangan-Industri-Kimia-Nasional-Terbuka-Lebar>.
- Konieczka, P., and J. Namiesnik. 2009. *Quality Assurance and Quality Control in the Analytical Chemical Laboratory*. USA: CRC Press.
- Kusumaningtyas, D. I., and D. Sumarno. 2017. “Analisa Statistik Data Uji Banding Nitrit (N-NO<sub>2</sub>) Dan Fosfat (P-PO<sub>4</sub>) Pada Air Permukaan Di Laboratorium BRPSDI.” *Buletin Teknik Litkayasa (BTL)* 15 (2): 85–92.
- Puspitasari, N. F. 2011. Prarancangan Pabrik Asam Formiat dari Metil Format dan Air dengan Proses Bethlehem Kapasitas 10.000 Ton per Tahun. Tugas Akhir. Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta, Indonesia.
- Rohidi, A. Setiawanto, and Subiharto. 2017. “Penentuan Aktivitas Samarium-153 Dalam Rangka Uji Banding Antar Laboratorium Di Lingkungan BATAN.” *Buletin Pengelolaan Reaktor Nuklir XIV* (1): 24–29.
- Supriyantini, N., and D. Aslya. 2008. “Uji Profisiensi Sebagai Alat Untuk Menentukan Tingkat Keberhasilan (Kinerja) Laboratorium Penguji.” In *Prosiding Pertemuan Dan Presentasi Ilmiah Standardisasi Bandung*, 100–111. Bandung.
- Wikipedia. 2017. “Industri Kimia.” 2017. [https://id.wikipedia.org/wiki/Industri\\_kimia](https://id.wikipedia.org/wiki/Industri_kimia).



## PEDOMAN PENULISAN KTI PORTAL KIMIA DAN KEMASAN

### 1. Sistematika Penulisan

- 1.1. Naskah dalam bentuk Makalah Lengkap (*full paper*) atau *Original Research* meliputi unsur-unsur sebagai berikut:
  - 1.1.1. Judul
  - 1.1.2. Nama, alamat penulis, dan email
  - 1.1.3. Abstrak (memuat latar belakang secara ringkas, tujuan, metode, hasil serta kesimpulan)
  - 1.1.4. Kata kunci
  - 1.1.5. Pendahuluan (antara lain latar belakang, perumusan masalah, tujuan, teori, ruang lingkup penelitian, dan hipotesis [opsional]).
  - 1.1.6. Bahan dan metode (waktu dan tempat, bahan dan alat, metode/cara pengumpulan data, metode analisis data)
  - 1.1.7. Hasil dan pembahasan (memuat data atau fakta yang diperoleh dari penelitian dan ulasan tentang hasil, termasuk tabel dan gambar)
  - 1.1.8. Kesimpulan
  - 1.1.9. Saran (optional)
  - 1.1.10. Ucapan terima kasih (optional)
  - 1.1.11. Daftar pustaka (minimal 10 daftar pustaka, 80% acuan primer/jurnal, referensi kemutakhiran 5-10 tahun terakhir)
- 1.2. Naskah dalam bentuk Ulasan (review) meliputi unsur-unsur sebagai berikut:
  - 1.2.1. Judul
  - 1.2.2. Nama, alamat penulis, dan email
  - 1.2.3. Abstrak
  - 1.2.4. Kata kunci
  - 1.2.5. Pendahuluan
  - 1.2.6. Pembahasan
  - 1.2.7. Kesimpulan
  - 1.2.8. Ucapan terima kasih (optional)
  - 1.2.9. Daftar pustaka (minimal 25 daftar pustaka, 80% acuan primer/jurnal, referensi kemutakhiran 5 tahun terakhir)

### 2. Standar Umum Penulisan

- 2.1. Naskah ditulis dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris
- 2.2. Judul, abstrak, dan kata kunci harus ditulis dalam dua bahasa (Indonesia dan Inggris).
- 2.3. Ditulis menggunakan *MS Word* pada kertas ukuran A4, *font* Arial ukuran 10, spasi 1, batas atas 3 cm, batas bawah 2 cm, batas kiri 3 cm, batas kanan 2.1 cm, *multiple pages mirror margin, section start continuous, header&footer different odd & even, header 2 cm, dan footer 2 cm.*
- 2.4. Judul, abstrak, dan kata kunci ditulis dalam format satu kolom. Sedangkan bagian-bagian naskah selanjutnya ditulis dalam dua kolom dengan format *justified, first line indent 1 cm, arial 10, spasi 1, dan jarak antar kolom 0.6 cm.*
- 2.5. Penyebutan istilah diluar bahasa Indonesia atau Inggris ditulis dengan huruf cetak miring (*italic*).
- 2.6. Jumlah halaman maksimal 10 halaman.

### 3. Cara Penulisan Judul

- 3.1. Judul mencerminkan inti tulisan, diketik dengan huruf capital cetak tebal (*bold*), diletakkan ditengah-tengah (*centered*) dengan menggunakan *font* Arial 14, spasi 1.

- 3.2. Apabila judul ditulis dalam bahasa Indonesia, maka dibawahnya ditulis ulang dalam bahasa Inggris, dan sebaliknya. Diketik dengan huruf capital cetak tebal (*bold*), diletakkan ditengah-tengah (*centered*) dengan menggunakan *font* Arial 11, spasi 1.
- 3.3. Apabila KTI menggunakan bahasa Indonesia, maka judul dalam bahasa Inggris ditulis dengan huruf cetak miring (*italic*), sedangkan judul dalam bahasa Indonesia ditulis tidak dengan huruf cetak miring, dan sebaliknya.

#### 4. Cara Penulisan Nama, Alamat, dan Email

- 4.1. Nama penulis diketik di bawah judul, ditulis lengkap tanpa menyebutkan gelar, diletakkan di tengah-tengah (*centered*), diketik dengan huruf regular, menggunakan *font* Arial 12, spasi 1.
- 4.2. Alamat penulis (nama dan alamat instansi tempat bekerja) ditulis lengkap di bawah nama penulis, diletakkan di tengah-tengah (*centered*), diketik dengan huruf regular, menggunakan *font* Arial 10, spasi 1.
- 4.3. Alamat Pos-el (*e-mail*) ditulis di bawah alamat penulis, diletakkan di tengah-tengah (*centered*), diketik dengan huruf regular, menggunakan *font* Arial 10, spasi 1.
- 4.4. Jika penulis terdiri lebih dari satu orang, maka harus ditambahkan kata penghubung “dan” (bukan lambang “&”).
- 4.5. Jika penulis lebih dari satu orang dan berbeda instansi maka dituliskan angka *superscript* di belakang nama berdasar angka urutan instansi
- 4.6. Jika alamat penulis lebih dari satu, maka harus diberi tanda angka *superscript* dan diikuti alamat sekarang.

#### 5. Cara Penulisan Abstrak dan Kata Kunci

- 5.1. Abstrak ditulis dalam satu paragraf, ditulis dalam dua bahasa (Indonesia dan Inggris), menggunakan *font* Arial 9, spasi 1, format *justified*.
- 5.2. Abstrak dalam bahasa Indonesia paling banyak 250 kata, sedangkan *abstract* dalam bahasa Inggris paling banyak 200 kata.
- 5.3. Penempatan abstrak disesuaikan dengan bahasa yang digunakan dalam KTI. Apabila KTI menggunakan bahasa Indonesia, maka abstrak didahulukan dalam bahasa Indonesia ditulis dengan huruf cetak regular (tidak dengan huruf cetak miring), sedangkan *abstract* dalam bahasa Inggris ditulis dengan huruf cetak miring (*italic*), dan sebaliknya.
- 5.4. Kata abstrak (*abstract*) ditulis dengan huruf kapital cetak tebal (*bold*), menggunakan *font* Arial 10.
- 5.5. Abstrak dalam bahasa Indonesia diikuti kata kunci dalam bahasa Indonesia, sedangkan *abstract* dalam bahasa Inggris diikuti *keywords* dalam bahasa Inggris.
- 5.6. Kata kunci ditulis menggunakan *font* Arial 9.
- 5.7. Kata kunci terdiri dari minimal tiga kata.

#### 6. Cara Penulisan Bab (heading)

- 6.1. Bab, ditulis dengan format huruf kapital, rata kiri, *bold*, *font* Arial 10, spasi 1.
- 6.2. *Sub Bab (jika ada)* ditulis dengan format huruf *capitalize each word*, rata kiri, *bold*, *font* Arial 10, spasi 1.

#### 7. Cara Penyajian Tabel

- 7.1. Judul tabel ditampilkan di bagian atas tabel, rata kiri halaman, menggunakan *font* Arial 9.
- 7.2. Tulisan “Tabel”, “Nomor”, dan judul tabel ditulis dengan format huruf *sentence case*.
- 7.3. Gunakan angka Arab (1,2,3,dst) untuk penomoran judul tabel.
- 7.4. Tabel ditampilkan rata kiri halaman.
- 7.5. Jenis dan ukuran font untuk isi tabel menggunakan Arial ukuran 8-9 dengan spasi 1.
- 7.6. Tabel yang dicantumkan tanpa menggunakan vertical line, hanya menggunakan horizontal line pada bagian judul dan bagian bawah tabel.
- 7.7. Pencantuman sumber atau keterangan diletakkan di bawah tabel, rata kiri, *italic*, menggunakan *font* Arial 8.

#### 8. Cara Penulisan Gambar

- 8.1. Gambar dapat dalam bentuk grafik, matriks, foto, diagram, dan sejenisnya ditampilkan di tengah halaman (*centered*).

- 8.2. Judul gambar ditulis di bawah gambar, menggunakan *font* Arial 9, ditempatkan di tengah halaman (*centered*).
- 8.3. Tulisan "Gambar", "Nomor", dan judul tabel ditulis dengan format huruf *sentence case*.
- 8.4. Gunakan angka Arab (1,2,3,dst) untuk penomoran judul gambar.
- 8.5. Pencantuman sumber atau keterangan diletakkan di bawah judul gambar, rata kiri, *italic*, menggunakan *font* Arial 8.

## 9. Cara dan Contoh Penulisan Kutipan (Sitasi)

- 9.1. Penulisan kutipan (Sitasi) menggunakan metode *Chicago Style*
  - 9.1.1. Nama belakang atau nama keluarga pengarang pertama, kedua dan ketiga. Untuk karya yang ditulis oleh lebih dari 3 (tiga) orang pengarang, gunakan "*et al.*" atau "dkk" setelah nama belakang pengarang pertama (hanya pengarang pertama yang disebutkan).
  - 9.1.2. Tahun terbit. Antara nama pengarang atau badan korporasi dengan tahun terbit hanya dibatasi dengan satu spasi (tanpa tanda baca lainnya).
  - 9.1.3. Jika dalam satu paragraph/kalimat menggunakan lebih dari 1(satu) kutipan/sitasi maka digunakan tanda penghubung berupa (;)

Contoh :

  - a. Menurut Catur (2012), penambahan pelarut berpengaruh kepada ....
  - b. .... akan berpengaruh kepada kecepatan reaksi (Catur 2012).
  - c. ....akan berpengaruh kepada kecepatan reaksi (Catur 2012; Winarno 2009; Raffi *et al.* 2007)

## 10. Cara dan Contoh Penulisan Daftar Pustaka

- 10.1. Urutan dalam daftar pustaka ditulis sesuai dengan urutan huruf abjad nama penulis yang dikutip dalam naskah (berdasarkan *alfabetis*).
- 10.2. Daftar pustaka ditulis sesuai dengan metode *Chicago Style*.
- 10.3. Berikut adalah contoh cara penulisan daftar pustaka dari berbagai sumber yang berbeda.

### 10.2.1. Jurnal dengan volume dan nomor

Pengarang. Tahun. Judul naskah. *Nama jurnal*. Volume (nomor) : Halaman  
Setiap huruf awal nama jurnal ditulis dengan huruf kapital.

Contoh : Obaidat, I.M., B. Issa, and Y. Haik. 2011. The role of aggregation of ferrite nanoparticles on their magnetic properties. *Journal of nanoscience and nanotechnology* 11 (5) : 3882-3888.

### 10.2.2. Buku (satu orang pengarang)

Pengarang. Tahun. *Judul buku*. Edisi. Kota : Penerbit

Contoh : Suprpto, H. 2004. *Petani bangkit: napak tilas perjuangan kaum tani Indonesia*. Jakarta : Kuntum Satu.

### 10.2.3. Buku (dua atau tiga orang pengarang)

Pengarang. Tahun. *Judul buku*. Edisi. Kota : Penerbit

Contoh : Domsch, K.H., W. Gams, and T.H. Anderson. 1980. *Compendium of soil fungi*. Vol. 1. London : Academic Press.

### 10.2.4. Buku (lebih dari tiga orang pengarang)

Pengarang. Tahun. *Judul buku*. Edisi. Kota : Penerbit

Contoh : Lim, M.S., Y.D. Yun, C.W. Lee, S.C. Kim, S.K. Lee, and G.S. Chung. 1991. *Research status and prospects of direct seeded rice in Korea*. Los Banos: IRRI.

### 10.2.5. Skripsi, Tesis, dan Disertasi

Pengarang. Tahun. *Judul skripsi/tesis/disertasi*. Skripsi/tesis/disertasi. Nama perguruan tinggi, Kota. Negara.

Contoh : Raffi, M. 2007. *Synthesis and characterization of metal nanoparticles*. PhD Dissertation. Pakistan Institute of Eng. And Applied Sciences, Islamabad. Pakistan

#### 10.2.6. Artikel dalam Prosiding

Pengarang. Tahun. Judul artikel. Dalam : Penulis. *Judul buku/prosiding*. Kota : Penerbit : Halaman

Contoh : Afifah, N. dan E. Sholichah. 2009. Pemanfaatan virgin coconut oil (VCO) dalam sediaan hand body lotion dan uji stabilitasnya. Dalam : *Prosiding seminar nasional Teknik Kimia Universitas Parahyangan* : 178 – 184.

#### 10.2.7. Website

Pengarang. Tahun. Judul artikel. URL yang terdiri dari protocol/site/path/file. Tanggal akses

Contoh : Wolman, David. 2008. Fossil feces is earliest evidence of an America humans. <http://news.nationalgeographic.com/news/2008/04/080403-first-americans.html>. (Accessed April 4, 2008)

Pranamuda, H. 2001. Pengembangan plastik *biodegradable* berbahan baku pati tropis. <http://bersihplanet.multiply.com/journal>. (diakses pada 21 Desember 2010)

---

bbkk.kemenperin.go.id

# PEDOMAN PENULISAN NASKAH PORTAL

21 cm

Header 2 cm		Top 3 cm	
<b>SINTESIS NANOPARTIKEL PERAK (Arial, 14 pt, Bold)</b>			
(SYNTHESIS OF SILVER NANOPARTICLE) (Arial, 11 pt, Bold, Italic)			
Rahyani Ermawati dan Siti Naimah (Arial, 12 pt)			
Balai Besar Kimia dan Kemasan, Kementerian Perindustrian RI (Arial, 10 pt)			
Jl. Balai Kimia I Pekayon, Pasar Rebo, Jakarta Timur			
E-mail: ermakyoto@yahoo.com (Arial, 10 pt)			
Received: ; revised: ; accepted: (Arial, 9 pt)			
2 baris (10 pt)			
<b>ABSTRAK (Arial, 10 pt, Bold)</b> (1 baris, 9 pt) Indonesia berpeluang untuk mengembangkan nanoteknologi dengan memanfaatkan kekayaan sumber daya alam .....(justify, Arial, 9 pt, spasi single)..... (1 baris, 9 pt) Kata kunci : Nanopartikel, Bottom-up, Reduksi kimia, Particle Size Analyzer (PSA), Scanning Electron Microscope (SEM) (Arial, 9 pt) (1 baris, 9 pt)			
<b>ABSTRACT (Arial, 10 pt, Bold)</b> (1 baris, 9 pt) Indonesia has a chance in develop the nanotechnology using the natural resources and it will give added value in high price.....(justify, Arial, 9 pt, spasi single)..... (1 baris, 9 pt) Key words : Nanoparticles, Bottom-up, Chemical reduction (Arial, 9 pt) } 2 baris (9 pt)			
<b>PENDAHULUAN</b> (1 baris, 10 pt)			
Awal paragraf menjorok ke dalam 1 cm. Semua kalimat ditulis dengan huruf Arial 10 pt, jarak baris 1 spasi. Format penulisan terdiri dari 2 kolom dengan jarak kolom 0,6 cm. Kertas : A4 Multiple pages : Mirror margin Top : 3 cm Bottom : 2 cm Left (Inside) : 3 cm Right (Outside) : 2,1 cm Section start : Continuous Header & Footer : Different Odd & Even Header : 2 cm Footer : 2 cm		ringkas, tujuan, metode, hasil serta kesimpulan suatu penelitian. Abstrak berbahasa Inggris dan bahasa Indonesia dan di bawah dicantumkan kata kunci paling banyak 5 (lima) kata terpenting dalam naskah.	
Naskah ditulis dalam bahasa Indonesia atau bahasa Inggris dengan Ms Word dan jumlah halaman maksimal 10 halaman. Naskah disusun dalam 5 subjudul, yaitu PENDAHULUAN, BAHAN DAN METODE, HASIL DAN PEMBAHASAN, KESIMPULAN dan DAFTAR PUSTAKA. Penulisan kutipan di dalam teks menggunakan nama penulis, bukan nomor, dan nama penulis atau korporasi yang dikutip harus tercantum di dalam daftar pustaka.		<b>Pendahuluan</b> Pendahuluan mencakup latar belakang, tujuan, ruang lingkup penelitian, temuan terdahulu yang akan dikembangkan, disanggah, hipotesis dan pendekatan umum.	
<b>Judul</b> Judul harus singkat, jelas dan menggambarkan isi naskah. Judul ditulis dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris.		<b>BAHAN DAN METODE</b> Berisi penjelasan ringkas tetapi rinci tentang bahan, metode, rancangan percobaan dan rancangan analisis data, waktu dan tempat penelitian.	
<b>Abstrak atau Kata Kunci</b> Abstrak memuat latar belakang secara		<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b> 0,6 cm Memuat data atau fakta yang diperoleh dari penelitian. Data atau fakta penting yang tidak dapat dinarasikan dengan jelas dapat disajikan dalam bentuk tabel, gambar ataupun ilustrasi lain. Pembahasan merupakan ulasan tentang hasil, menjelaskan makna hasil penelitian, kesesuaian dengan hasil atau penelitian terdahulu dan peran hasil tersebut terhadap pemecahan masalah yang disebutkan dalam pendahuluan.	
<b>Simbol Matematis</b> Simbol atau persamaan matematis harus dikemukakan secara jelas.			
Footer 2 cm		Bottom 2 cm	

29,7 cm

**Tabel**

Tabel diberi nomor urut sesuai dengan keterangan di dalam teks. Setiap tabel diberi judul yang singkat dan jelas diletakkan di atas tabel, sehingga setiap tabel dapat dipandang berdiri sendiri sedangkan untuk gambar atau grafik judulnya diletakkan di bawah gambar/ grafik. Singkatan kata perlu diberi catatan kaki atau keterangan. Keterangan tabel diletakkan di bawah tabel.

**Pengolahan Naskah**

Redaksi melakukan penilaian, koreksi dan perbaikan. Kriteria penilaian meliputi : kebenaran isi, tingkat keaslian, kejelasan uraian dan kesesuaian dengan misi publikasi. Redaksi akan mengembalikan naskah kepada penulis untuk diperbaiki sesuai dengan saran redaksi dan naskah yang tidak dapat diterbitkan akan diberitahukan.

**Ulasan dan Tinjauan Ilmiah**

Ulasan sebaiknya merupakan tinjauan mengenai masalah yang terkini (*up to date*) dari industri kimia, kemasan, cemaran, rancang bangun dan perekayasaan.

**KESIMPULAN**

Ditulis dengan ringkas hasil-hasil yang didapat.

**DAFTAR PUSTAKA**

Daftar Pustaka disusun menurut abjad dan ditulis sesuai penulisan daftar pustaka dengan metode *Chicago Style*.

bbkk.kemenperin.go.id

# PORTAL

Media Ilmiah Bidang Kimia dan Kemasan

Volume 5 Nomor 1 Desember 2018

## Daftar Isi

<b>Optimasi Kondisi Ekstraksi Karotenoid Serat Perasan Sawit Menggunakan Metode Permukaan Tanggap.....</b>	186 – 191
Chicha Nuraeni, Erna Pratiwi dan Auliyah Ariani	
<b>Pengujian Formaldehida Pada Melamin Perlengkapan Makan Dan Minum.....</b>	192 – 195
Setyawati	
<b>Hubungan Ketahanan Tekan Tepi (ECT) Dengan Ketahanan Retak (Bursting Strength) Pada Kertas Karton Gelombang.....</b>	196- 202
Setyawati	
<b>Karakteristik Mineral Spirulina Setelah Proses Sonikasi.....</b>	203 – 207
Novi Nur Aidha, Eva Oktarina, dan Siti Agustina	
<b>Analisis Robust Untuk Evaluasi Hasil Uji Banding Antar-Laboratorium Produk Asam Formiat Teknis.....</b>	208 – 214
Ira Setiawati	

ISSN 2443-1869



9 772443 186008