

# Identifikasi Pengaruh Penambahan Ekstrak Buah Duwet(*Syzygium cumini*) Pada Filter Rokok Terhadap Karakter Magnetik Asap Rokok

Rohul Hayati<sup>1)\*</sup>, D.J.Djoko Herry S<sup>2)</sup>, Johan A.E Noor<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi Magister Fisika, Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya

<sup>2)</sup> Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya

Diterima 01 April 2016, Direvisi 28 April 2016

## ABSTRAK

Asap rokok adalah aerosol heterogen yang dihasilkan dari pembakaran daun tembakau yang mengandung komponen gas dan partikel yang berpotensi untuk menimbulkan senyawa-senyawa radikal bebas. Besarnya kandungan radikal pada asap rokok ini dapat direduksi oleh senyawa-senyawa bioaktif yang bersifat sebagai radikal *scavenger* seperti yang terkandung pada tanaman duwet (*Syzygium cumini*) dan dapat diidentifikasi melalui karakter magnetiknya. Tujuan penelitian ini adalah mengukur dan mengidentifikasi karakter magnetic asap rokok sebelum (asap rokok kosong) dan setelah penambahan ekstrak buah duwet pada filternya (asap rokok duwet) dengan menggunakan set alat ESR. Penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan ekstrak buah duwet mampu merubah karakter magnetik asap rokok menjadi lebih tidak paramagnetik yang dilihat dari selisih tingkat energi ( $\Delta E$ ) akibat pengaruh medan magnet eksternal. Selain itu ada perubahan bentuk pemisahan (*splitting*) energi pada asap rokok duwet yang ditandai dengan perubahan nilai energi *groundstate* bahan yang lebih signifikan terhadap medan magnet eksternal yang menginterpretasikan bahwa pada asap rokok duwet memiliki sifat lebih ferromagnetik dibandingkan asap rokok kosong.

**Kata kunci:** Asap rokok, buah duwet, ESR, karakter magnetik.

## ABSTRACT

Cigarette smoke is heterogeneous aerosol which resulted from imperfect burn of tobacco leaf that contain gas and particle component which very potential as free radical. The amount of radical content in this cigarette smoke can be reduced by bioactive compounds which functions as radical *scavenger* such as what is contained in the java plum (*Syzygium cumini*) plant and can be identified through its magnetic character. The aim of this research was to assess and analyze magnetic character from cigarette smoke before (empty cigarette smoke) and after the addition of java plum squeeze extract to the filter (cigarette smoke of java plum) by using instrument set of ESR. This research showed that with the addition of java plum squeeze extract, it could alter magnetic character of cigarette smoke becomes more paramagnetic which seen from the difference of energy level ( $\Delta E$ ) under the influence of an external magnetic field, Besides the changes in the form of splitting of energy in cigarette smoke Duwet marked by changes in the value of energy *groundstate* more significant to the external magnetic field that is interpreted that the smoke Duwet have ferromagnetic properties more than an empty cigarette smoke.

**Keywords:** Cigarette smoke, java plum, ESR, magnetic character

## PENDAHULUAN

Asap rokok adalah aerosol heterogen yang

-----  
\*Corresponding author:  
e-mail: hayati\_rohul@yahoo.com

dihasilkan dari pembakaran daun tembakau yang mengandung komponen gas dan partikel. Komponen gas dan partikel dari asap rokok sangat berpotensi untuk menimbulkan zat-zat beracun dan radikal bebas. Dimana pada setiap ml asap rokok mengandung sekitar  $10^{10}$  partikel termasuk karbon polimerik dengan poros tinggi

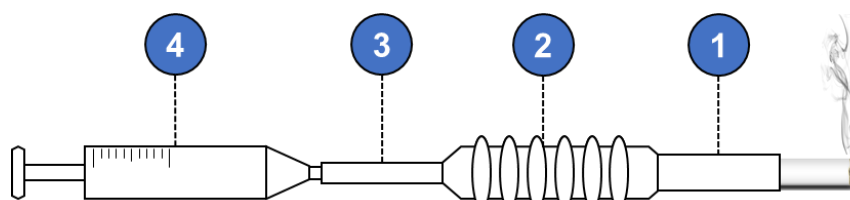
dengan serapan logam berat, polycyclicaromatic hidrokarbon (PAH), aza-arenes, N-nitrosamines dan berbagai jenis bahan kimia organik. Selain itu asap rokok memiliki kandungan yang sangat kompleks yang terdiri dari lebih dari 12000 bahan kimia dan sebagian besar bahan ini bersifat racun, karsinogen atau mutagen [1–4].

Pada penelitian sebelumnya telah dikembangkan suatu teknologi baru yang disebut dengan kretek *divine* dengan tujuan mengurangi sifat beracun dari asap rokok yaitu dengan menambahkan bahan baru pada filter rokok seperti ekstrak biji anggur, lycopene, dan pcynogenol dimana penambahan bahan-bahan tersebut mampu merubah perilaku asap yang dipengaruhi oleh karakter yang salah satu nya adalah karakter magnetik yang dapat diidentifikasi dengan alat ESR. Penambahan bahan-bahan baru tersebut terbukti dapat merubah karakter magnetik asap rokok yang dapat dilihat dari perubahan gambaran ESR dari asap rokok [5,6].

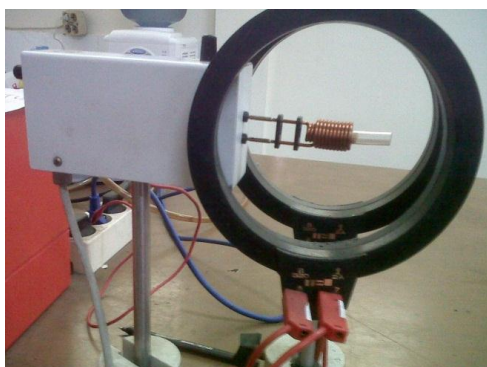
Buah duwet (*Syzygium cumini*) merupakan salah satu tanaman yang mempunyai berbagai macam senyawa aktif yang mampu bertindak sebagai pendonor elektron pada senyawa-senyawa radikal asap rokok sehingga dapat merubah karakter magnetik dari asap rokok tersebut [7–9]. Penelitian ini akan memaparkan bagaimana pengaruh penambahan ekstrak buah duwet (*Syzygium cumini*) pada filter rokok terhadap karakter magnetik asap rokok.

## METODE PENELITIAN

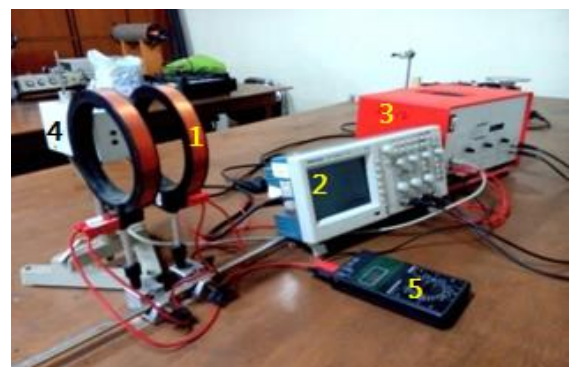
Sampel pada penelitian ini adalah asap rokok kosong yang merupakan asap rokok yang tanpa penambahan ekstrak duwet pada filternya dan asap rokok duwet yang merupakan asap rokok dengan penambahan ekstrak duwet pada filternya. Ekstrak buah duwet (*Syzygium cumini*) didapatkan dari proses pengambilan perasan dari buah duwet (tanpa biji) yang selanjutnya diekstrak melalui metode evaporasi dan menghasilkan ekstrak yang berbentuk gel/pasta, ekstrak duwet yang dihasilkan melalui proses tersebut selanjutnya ditimbang sekitar 0,4 mg dan air sekitar 200 µl sebagai pelarut supaya prosep pengaplikasiannya pada filer lebih merata. Proses pengaplikasian larutan ekstrak duwet dilakukan dengan cara larutan diletakan (diteteskan ± 20 µl) dan diratakan di atas suatu permukaan rata (kaca) yang selanjutnya filter asap rokok diolesi setiap bagian permukaan sampai seluruh bagian tertutupi oleh larutan duwet, setelah proses pengaplikasian ekstrak duwet pada filter rokok, filter dimasukan kembali di kertas filter pada rokok dan ditunggu sekitar 15 menit sampai filter rokok tersebut lebih kering. Rokok duwet yang akan diuji, dimasukan pada set alat pengumpul asap seperti pada Gambar 1 [10]. Kemudian pipet pada alat pengumpul asap tersebut ditempatkan pada koil resonansi (Gambar 2). Selanjutnya diuji menggunakan set peralatan ESR (Gambar 3)



**Gambar 1.** Set alat pengumpul asap (Keterangan: 1. Pipa ukuran 0,7 mm; 2. Pipet; 3. Pipa ukuran 0,4 mm; 4. Penghisap)



**Gambar 2.** Koil resonansi ESR



**Gambar 3.** Peralatan ESR Leybold Heracus.

Peralatan ESR yang digunakan merupakan ESR *Leybold Heracus* yang terdiri dari (1) kumparan Helmholtz, (2) osiloskop, (3) catu daya sebagai penyedia tegangan, (4) alat pengendali frekuensi ESR, dan (5) amperemeter. Arus listrik akan menimbulkan medan magnet pada kumparan Helmholtz sehingga menyebabkan terjadi efek Zeeman pada kulit-kulit atom dari sampel uji. Besarnya medan magnet dapat dihitung menggunakan persamaan (1) berikut,

$$B_{eks} = \mu_0 \left(\frac{4}{5}\right)^{\frac{3}{2}} \frac{n}{r} I \quad (1)$$

Berdasarkan persamaan 1, dimana  $\mu_0$  merupakan tetapan permeabilitas ruang hampa yaitu  $1,2566 \times 10^{-6}$  Vs/Am. Jumlah lilitan ( $n$ ) dan jari-jari kumparan ( $r$ ) pada kumparan Helmholtz masing-masing 320 lilitan dan 6,8 cm. Arus ( $I$ ) yang dipakai dalam penelitian ini yaitu sebesar 0,295-0,299 A, sehingga besar medan magnet ( $B$ ) yang ditimbulkan pada kumparan helmoltz berada pada rentang  $1,27 \times 10^{-3}$  sampai dengan  $1,28 \times 10^{-3}$  T.

Atom atau molekul yang memiliki elektron yang tidak berpasangan dapat diketahui karakter magnetiknya dengan spektroskopi ESR, dimana elektron tak berpasangan pada sampel akan menyerap energi gelombang elektromagnetik yang ditimbulkan oleh arus bolak balik pada koil ESR sehingga mengalami proses resonansi. Akibat adanya proses resonansi tersebut elektron akan mengalami proses eksitasi dan deeksitasi, dengan memancarkan energi berupa gelombang sinusoidal. Energi yang dipancarkan oleh elektron yang beresonansi tersebut dapat

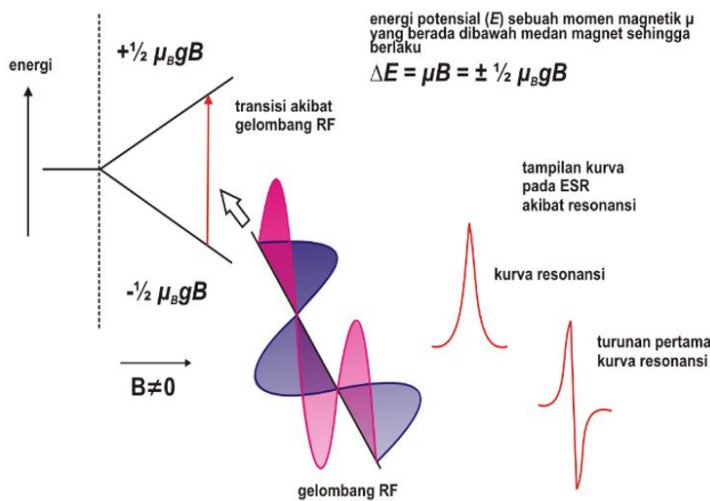
dijabarkan dengan persamaan resonansi pada persamaan (2).

$$hf = g\mu_B B \quad (2)$$

Rentang frekuensi ( $f$ ) yang digunakan dalam penelitian ini berkisar antara 22,7MHz–75MHz.  $\mu_B$  merupakan konstanta magneton Bohr yaitu  $9,273 \times 10^{-24}$  sedangkan  $h$  merupakan konstanta planck yaitu  $6,63 \times 10^{-34}$  Ws<sup>-2</sup>.  $B$  merupakan besarnya medan magnet eksternal yang dihitung berdasarkan persamaan (1).

Berdasarkan persamaan ini dapat diketahui nilai factor- $g$  dari sampel uji. Nilai faktor- $g$  merupakan salah satu nilai yang menunjukkan energi potensial ( $E$ ) sebuah momen magnetik  $\mu$  yang berada dibawah medan magnet sehingga berlaku  $E = \mu B = \pm \frac{1}{2} \mu_B g B$ , energi potensial magnetik ini yang disebut sebagai karakter magnetik.

Resonansi elektron pada sampel dan gelombang elektromagnetik dari alat ESR menghasilkan dua gelombang sinusoidal di mana dua gelombang tersebut ditampilkan berupa kurva *lissajous* pada osiloskop. Kurva *lissajous* merupakan pemetaan dua gelombang sinusoidal dengan rasio frekuensi x:y adalah 2:1. Bentuk sempurna dari gambaran resonansi pada ESR ini yaitu berupa bentuk gambaran *lissajous* dengan beda fase yang dapat diubah-ubah dari 0° sampai 135°. Bentuk gambaran *lissajous* yang ditampilkan pada osiloskop merupakan hasil penggabungan frekuensi masukan dari energi elektromagnetik  $hf$  dan frekuensi (resonansi) dari proses eksitasi dan deeksitasi elektron tak berpasangan pada sampel (Gambar 4)[10].



Gambar 4. Gambaran splitting energi [10].

Analisis karakter magnetik menggunakan spektroskopi ESR dapat lebih mudah dengan menggunakan turunan dari kurva resonansi yang didapatkan sehingga dapat diketahui bentuk gambaran pemisahan energi (*Splitting* energi) dari elektron tak berpasangan pada sampel. Gambaran pemisahan energi dari suatu sampel tergantung besarnya nilai selisih energi ( $\Delta E$ ) yang dapat diketahui dari nilai faktor-*g* maupun kurva resonansi yang didapatkan. Turunan kurva resonansi yang didapatkan dapat dilakukan dengan cara numerik yaitu dengan menggunakan persamaan 3.

$$\frac{dy}{dx} = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \quad (3)$$

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan karakter magnetik pada asap rokok baik asap rokok kosong maupun asap rokok duwet dengan *electron spin resonance* (ESR) dapat dilihat dari adanya eksitasi spin elektron akibat adanya penyerapan energi gelombang elektromagnetik yang menyebabkan spin elektron berpindah ke tingkat energi yang lebih tinggi. Perpindahan spin elektron dari tingkat yang lebih rendah ke tingkat energi yang lebih tinggi inilah yang menyebabkan

timbulnya pemisahan (*splitting*) garis spektrum tunggal menjadi beberapa garis karena pengaruh medan magnetik luar yang dapat digambarkan selisih energi ( $\Delta E$ ) pada gambaran pemisahan energi, di mana selisih energi ( $\Delta E$ ) tersebut dipengaruhi oleh nilai faktor-*g* yang diperoleh. Semakin besar nilai faktor-*g*, maka jarak *splitting* semakin lebar. Hal ini yang menunjukkan bahwa sampel memiliki sifat lebih paramagnetik.

Gambaran pemisahan energi yang dihasilkan seperti ditunjukkan pada Gambar 4 merupakan salah satu karakter magnetic elektron tak berpasangan pada sampel uji akibat adanya pengaruh medan magnet eksternal di mana elektron tersebut memiliki momen magnetik yang besar energinya  $g\mu_B B$  yang menimbulkan dipol elektron, yaitu paralel dengan medan magnetik atau antiparalel dengan medan magnetik. Untuk spin elektron yang paralel dengan medan magnet mempunyai harga tingkat energi sebesar  $E = 1/2g\mu_B B$ , sedangkan spin elektron yang antiparalel dengan medan magnetik mempunyai harga tingkat energi sebesar  $E = -1/2g\mu_B B$  [11].

Berdasarkan perhitungan nilai medan magnet eksternal dengan menggunakan persamaan (1) dan substitusi nilai tersebut kedalam persamaan (2), maka diperoleh nilai faktor-*g* pada sampel yang ditampilkan dalam Tabel 1.

**Tabel 1.** Nilai faktor-*g* pada sampel

Sampel	<i>f</i>	<i>I</i>	<i>B</i>	Faktor- <i>g</i>
Rokok kosong	3,09E+07	0,299	1,27E-03	1,7430
Rokok duwet	3,07E+07	0,302	1,28E-03	1,7145

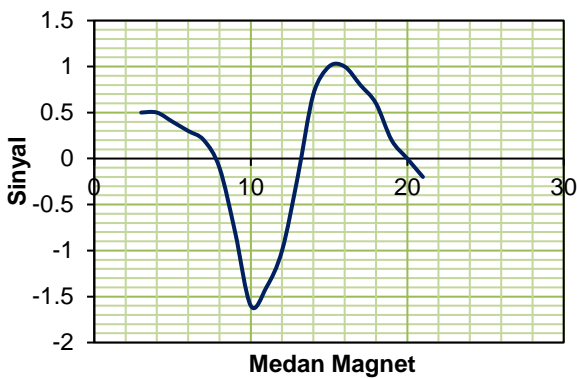
Berdasarkan tabel 1 nilai faktor-*g* yang diperoleh dari hasil penelitian asap rokok kosong dan asap rokok duwet memiliki nilai yang bervariasi dalam 5 kali pengulangan pada masing-masing sampel. Untuk asap kosong didapatkan nilai faktor-*g* berkisar antara 1,7176-1,7684 dengan nilai faktor-*g* rata-rata 1,7430 dan nilai kesalahan relatif (Kr) = 0,31%. Sedangkan untuk asap dari rokok duwet juga memiliki kisaran nilai faktor-*g* berkisar antara 1,6949 - 1,7341 dengan nilai faktor-*g* rata-rata 1,7145 dan nilai kesalahan relatif (Kr) = 0,28%.

Perbedaan nilai faktor-*g* pada sampel asap rokok kosong dengan asap rokok duwet menyebabkan perbedaan gambaran *splitting*

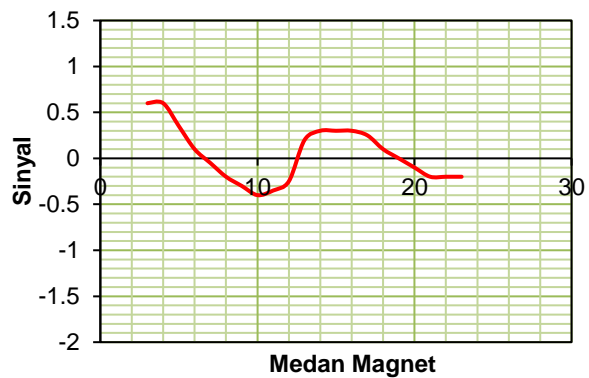
energi, dimana pada sampel asap rokok kosong memiliki nilai faktor-*g* yang lebih besar daripada sampel asap rokok duwet sehingga dapat dikatakan perbedaan nilai selisih energi ( $\Delta E$ ) pada sampel asap rokok kosong lebih besar daripada sampel asap rokok duwet. Perbedaan nilai selisih tingkat energi menunjukkan energi potensial (*E*) sebuah momen magnetik  $\mu$  yang berada dibawah medan magnet sehingga berlaku  $\Delta E = \mu B = \pm 1/2 \mu_B g B$ , energi potensial magnetik ini yang disebut sebagai karakter magnetik, dimana semakin lebar atau semakin besar nilai faktor-*g* menunjukkan semakin paramagnetik suatu sampel [11].

Analisis kurva ESR dari sampel asap rokok kosong dan sampel asap rokok duwet dilakukan untuk mengetahui gambaran pemisahan energinya, dimana analisis kurva ESR dilakukan dengan menggunakan kurva turunan resonansi yaitu dengan perbandingan luasan bidang kurva antara bagian negatif (dibawah sumbu *x*) dan positifnya (diatas sumbu *x*). Perbandingan luasan bidang kurva tersebut dapat digunakan sebagai gambaran bentuk pemisahan energi yang dilihat dari nilai energi *ground state* bahan yang merupakan energi dasar dari elektron/atom pada bahan tersebut akibat pengaruh medan magnet eksternal.

Kurva resonansi dan turunan kurva yang



(a)

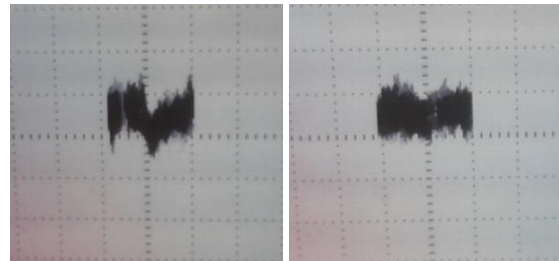


(b)

**Gambar 6.** Kurva turunan untuk asap rokok (a) kosong dan (b) duwet.

Berdasarkan analisis turunan kurva yang dihubungkan dengan bentuk pemisahan energi didapatkan bahwa pada asap rokok kosong maupun asap rokok duwet memiliki pola perubahan yang sama dilihat dari energi *ground state* pada pemisahan energinya, namun yang membedakannya adalah besar perubahannya dimana pada asap rokok duwet memiliki perubahan nilai energi *groundstate* magnetik yang lebih besar dibandingkan dengan asap rokok kosong. Hal ini menginterpretasikan bahwa

didapatkan pada pengamatan karakter magnetik asap rokok dengan menggunakan ESR ini diwakili oleh kurva yang ditunjukkan pada Gambar 5 dan 6 sebagai berikut.

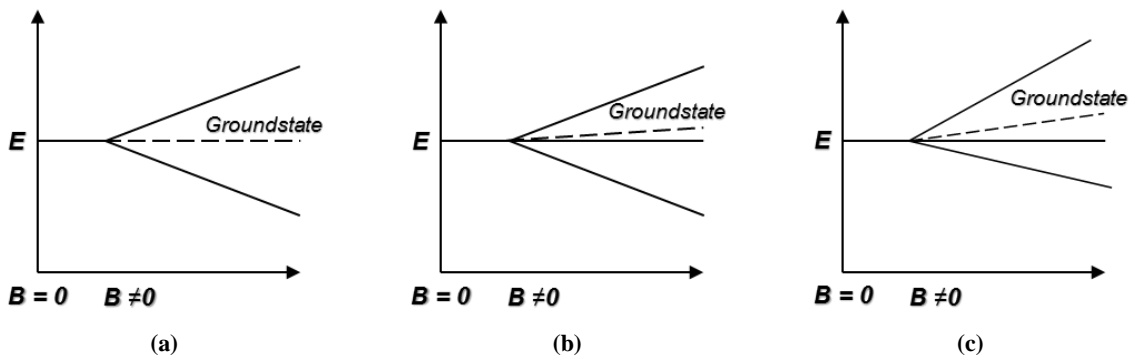


(a)

(b)

**Gambar 5.** Kurva resoanasi ESR (a). Asap rokok kosong;(b). Asap rokok duwet

elektron/atom pada sampel asap rokok duwet lebih peka terhadap medan magnet luar. Dengan adanya perubahan energi dasar bahan (energi *groundstate*) dapat diasumsikan bahwa pada asap rokok memiliki sifat ferromagnetik, dimana asap rokok duwet lebih ferromagnetik dibandingkan asap rokok kosong, dimana gambaran pemisahan energi pada sampel ditunjukkan pada Gambar 7 Adanya perbedaan energi *groundstate* dari masing-masing sampel ini dipengaruhi oleh struktur maupun komposisi dari sampel.



(a)

(b)

(c)

**Gambar 7.** Gambaran pemisahan energi (a). Sampel DPPH; (b). Asap rokok kosong;(c). Asap rokok duwet.

## KESIMPULAN

Penentuan karakter magnetik asap rokok setelah ditambahkan ekstrak buah duwet diketahui dari gambaran pemisahan (*splitting*) energinya yang disebabkan oleh eksitasi spin elektron akibat adanya penyerapan energi gelombang elektromagnetik yang menyebabkan spin elektron berpindah ke tingkat energi yang lebih tinggi karena pengaruh medan magnetik luar. Penambahan ekstrak buah duwet (*Syzygium cumini*) menyebabkan asap rokok menjadi lebih tidak paramagnetik yang ditunjukkan oleh nilai energi potensial ( $\Delta E$ ) yang lebih kecil, serta adanya perubahan energi *ground state* atom/molekulnya yang diinterpretasikan bahwa pada asap rokok duwet tersebut memiliki sifat lebih ferromagnetik.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Baker, R. (2006) Smoke generation inside a burning cigarette: Modifying combustion to develop cigarettes that may be less hazardous to health☆. *Progress in Energy and Combustion Science*, **32**, 373–85. <https://doi.org/10.1016/j.peccs.2006.01.001>
- [2] Borgerding, M. dan Klus, H. (2005) Analysis of complex mixtures – Cigarette smoke. *Experimental and Toxicologic Pathology*, **57**, 43–73. <https://doi.org/10.1016/j.etp.2005.05.010>
- [3] Valavanidis, A., Vlachogianni, T. dan Fiotakis, K. (2009) Tobacco Smoke: Involvement of Reactive Oxygen Species and Stable Free Radicals in Mechanisms of Oxidative Damage, Carcinogenesis and Synergistic Effects with Other Respirable Particles. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, **6**, 445–62. <https://doi.org/10.3390/ijerph6020445>
- [4] Daher, N., Saleh, R., Jaroudi, E., Sheheitli, H., Badr, T., Sepetdjian, E. et al. (2010) Comparison of carcinogen, carbon monoxide, and ultrafine particle emissions from narghile waterpipe and cigarette smoking: Sidestream smoke measurements and assessment of second-hand smoke emission factors. *Atmospheric Environment*, **44**, 8–14. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2009.10.004>
- [5] Yu, L.-X., Dzikovski, B.G. dan Freed, J.H. (2012) A Protocol for Detecting and Scavenging Gas-phase Free Radicals in Mainstream Cigarette Smoke. *Journal of Visualized Experiments*. <https://doi.org/10.3791/3406>
- [6] Zhang, D., Tao, Y., Gao, J., Zhang, C., Wan, S., Chen, Y. et al. (2002) Pycnogenol® in cigarette filters scavenges free radicals and reduces mutagenicity and toxicity of tobacco smoke in vivo. *Toxicology and Industrial Health*, **18**, 215–24. <https://doi.org/10.1191/0748233702th145oa>
- [7] Li, H., Li, H.-B., Zhang, M., Yan, F., Zhang, Z.-X. dan Li, Z.-L. (2010) Effect of apigenin on the reproductive system in male mice. *Health*, **2**, 435–40. <https://doi.org/10.4236/health.2010.25065>
- [8] Ruan, Z.P., Zhang, L.L. dan Lin, Y.M. (2008) Evaluation of the Antioxidant Activity of *Syzygium cumini* Leaves. *Molecules*, **13**, 2545–56. <https://doi.org/10.3390/molecules13102545>
- [9] Fujisawa, S. dan Kadoma, Y. (2006) Comparative study of the alkyl and peroxy radical scavenging activities of polyphenols. *Chemosphere*, **62**, 71–9. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2005.04.006>
- [10] Anggraeni, N.K.N. (2012) Pendeteksian Radikal Bebas Pada Asap Rokok Dengan Menggunakan Alat Electron Spin Resonance (ESR) Leybold Heracus. Universitas Brawijaya.
- [11] Chusniyah, D.A., Santjojo, D.H. dan Widodo, C.S. (2014) Penentuan Sifat Magnetik Obat dan Limbah Balur Berdasarkan Fenomena Fluorescence Resonance Energy Transfer ( FRET ). *Natural B*, **2**, 242–7.