

KAJIAN EFISIENSI ENERGI PROSES PENYULINGAN DAN SIFAT FISIK HASIL PENYULINGAN MINYAK SERAI DAPUR MENGUNAKAN TUNGKU SEKAM DAN HEATING MANTEL

E. Rohaeti¹, N. G. Pamungkas², Irzaman²

¹Departemen Kimia, FMIPA IPB, Kampus Dramaga,
Gedung Wing S Bogor, Indonesia-16680

²Departemen Fisika, FMIPA IPB, Kampus Dramaga,
Gedung Wing S Bogor, Indonesia-16680

Email: er_a444@hotmail.com, novita_galih@yahoo.com, irzaman@yahoo.com.

Abstract

Essential oil distillation has been carried out from the lemongrass material using two heaters there are rice husk and heating mantel. In comparison ingredients (lemongrass: water = 0.125 kg: 0.5 liters) distillation with rice husk heater requires energy 6022.5 kcal, 3660 second distillation time, costs Rp 912.5 with an average rendement of oil produced 0.0635 %. Distillation with the same material amount using heating mantel requires the energy 832.143 Kcal, distillation time 6990 seconds, the cost Rp 608.6 and producing the rendement 0.114%. Distillate debit is influenced by the heat generated which produced by the rice husk and heating mantel. The quality of lemongrass oil which produced by the rice husk heating is better than the heating mantel in term of the lemongrass oil color and oil refractive index. Lemongrass oil which is produced by the pale brown of heating rice husk and refractive index values were in the range of 1.4830 to 1.4890. Keywords: rice husk, heating mantel, distillation, lemongrass oil, energy.

Abstrak

Telah dilakukan penyulingan minyak atsiri dari bahan serai dapur menggunakan dua pemanas yaitu tungku sekam dan heating mantel. Pada perbandingan bahan (serai dapur : air = 0,125 Kg : 0,5 liter) penyulingan dengan pemanas tungku sekam membutuhkan energi 6022,5 Kkal, lama penyulingan 3660 sekon, biaya Rp 912,5 dengan rata-rata rendemen minyak yang dihasilkan 0,0635 %. Penyulingan dengan jumlah bahan sama menggunakan heating mantel membutuhkan energi 832,143 Kkal, lama penyulingan 6990 sekon, biaya Rp 608,6 dan menghasilkan rendemen 0,114 %. Debit destilat dipengaruhi oleh kalor yang dihasilkan oleh tungku sekam dan heating mantel. Kualitas minyak serai dapur yang dihasilkan dengan pemanas tungku sekam lebih baik dibandingkan heating mantel dilihat dari segi warna minyak serai dan indeks bias minyak. Minyak serai yang dihasilkan dengan pemanas tungku sekam berwarna coklat muda dengan nilai indeks bias berada pada rentang nilai standar mutu 1,4830-1,4890.

Kata kunci: tungku sekam, heating mantel, penyulingan, minyak serai, energi.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Mahalnya harga bahan bakar minyak menyebabkan meningkatnya biaya produksi kegiatan industri. Hal ini mendorong untuk penggunaan bahan baku alternatif. Dewasa ini telah dikembangkan tungku sekam untuk mengatasi masalah tersebut. Tungku

sekam telah terbukti dapat digunakan sebagai pengganti kompor minyak untuk kebutuhan sehari-hari, seperti memasak selain itu tentu tungku sekam juga dapat diaplikasikan untuk berbagai kegiatan lain, seperti untuk pemanas dalam proses penyulingan [6]. Lama pemanasan pada proses penyulingan akan berpengaruh terhadap

mutu minyak atsiri. Perlakuan lama pelayuan dan lama penyulingan berpengaruh nyata terhadap rendemen, kadar sitral, bobot jenis dan indeks bias minyak. Semakin lama pelayuan dan lama penyulingan, semakin tinggi rendemen minyaknya [12].

Umumnya kandungan minyak dalam bahan baku minyak atsiri relatif rendah oleh sebab itu pembuatan konstruksi alat penyulingan yang tepat akan sangat menguntungkan ditinjau dari segi rendemen minyak yang akan dihasilkan [11]. Untuk itu akan dirancang tungku sekam untuk pemanasan pada proses penyulingan dengan menggunakan lapisan tipis seng sebagai penghantar panas ke labu destilasi.

Penelitian ini mencoba untuk memecahkan persoalan peghematan energi untuk proses penyulingan minyak atsiri dengan menggunakan tungku sekam. Indikator keberhasilan penyulingan dengan menggunakan tungku sekam adalah hemat energi dan bernilai ekonomi tinggi dengan menggunakan konstruksi tungku sekam yang yang dirancang khusus, serta minyak atsiri yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik yang ditentukan dari parameter warna dan indeks bias minyak serai dapur.

Indeks bias merupakan perbandingan antara kecepatan cahaya di dalam udara dengan kecepatan cahaya di dalam zat yang dianalisis pada suhu tertentu. Indeks bias minyak berhubungan erat dengan komponen-komponen yang terkandung dalam minyak. Semakin banyak komponen berantai panjang seperti sesquiterpen atau komponen bergugus oksigen ikut tersuling maka kerapatan medium minyak atsiri akan bertambah sehingga cahaya datang akan lebih sukar untuk dibiaskan [1]. Berat molekul berkorelasi positif dengan berat jenis dan indeks bias [7]. Oleh karena itu semakin besar berat molekul suatu senyawa maka akan menghasilkan berat

jenis dan indeks bias yang lebih besar [6].

Nilai indeks bias juga dipengaruhi salah satunya oleh adanya air dalam minyak. Semakin banyak kandungan air dalam minyak tersebut, semakin kecil nilai indeks biasnya karena sifat air yang mudah membiaskan cahaya yang datang. Jadi minyak atsiri dengan indeks bias besar lebih bagus dibandingkan minyak atsiri dengan nilai indeks bias yang kecil [1]. Standar indek bias minyak serai dapur menurut *Essential Oil Association of USA* sebesar 1,4830 – 1,4890 pada 25°C [12]

Tujuan Penelitian

1. Membandingkan efisiensi energi selama proses penyulingan dan pengaruhnya terhadap nilai ekonomi penggunaan tungku sekam dan *heating mantel*.
2. Mengetahui laju pemanasan melalui debit destilat selama proses penyulingan
3. Analisis kualitas minyak serai dapur dari segi rendemen, indeks bias dan warna minyak.

Manfaat Penelitian

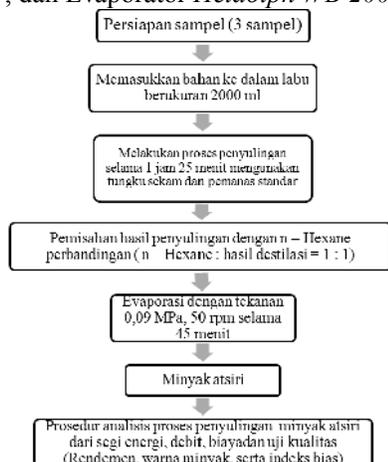
Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi kepada masyarakat tentang penggunaan tungku sekam untuk pemanasan pada proses penyulingan minyak atsiri dari bahan serai dapur dengan konstruksi yang tepat. Konstruksi tungku sekam yang tepat dapat menghasilkan minyak atsiri dari bahan serai dapur dengan mutu yang baik dilihat dari segi indeks bias serta warna minyak serai.

Hipotesis

Tungku sekam dengan rangkaian lapis tipis seng dapat digunakan untuk pemanas pada proses penyulingan minyak atsiri dari bahan serai dapur dengan biaya yang ekonomis serta dapat menghasilkan minyak serai dengan kualitas yang baik.

BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah serai dapur yang berasal dari daerah Babakan Raya Darmaga, akuades, es batu, air, n-heksana, sekam padi, lapisan tipis seng. Peralatan yang digunakan meliputi *heating mantel Barnest Electrothermal EM 3000/CE*, tungku sekam, perangkat alat destilasi, corong pisah, erlemeyer, gelas ukur, corong, *stopwatch*, timbangan, refraktometer *ATAGO NAR-3T*, dan Evaporator *Heidolph WB 2000*.



Gambar 1 Metode Penelitian

Penelitian meliputi beberapa tahapan yaitu, persiapan bahan, proses penyulingan dan penampungan destilat, proses pemisahan minyak dalam destilat dan analisis minyak hasil pemisahan serta analisis data efisiensi proses penyulingan (Gambar 1). Bahan serai dapur disiapkan dengan cara dipotong-potong hingga didapatkan ukuran potongan sekitar satu cm. Pemisahan minyak dalam destilat dilakukan dengan cara ekstraksi minyak ke dalam heksana dan dilanjutkan penguapan heksana menggunakan evaporator.

Penyulingan dengan menggunakan tungku sekam dilakukan dengan prinsip konduktivitas termal. Dalam hal ini digunakan lapisan tipis seng dengan ukuran $22,7 \text{ cm} \times 22,6 \text{ cm}$ dan tebal $0,3 \text{ mm}$ sebagai penghantar panas (api) dari tungku sekam menuju

labu destilasi. Pemberian lapisan tipis seng pada permukaan atas tungku sekam bertujuan untuk menghalangi karbon yang berasal dari asap api tungku sekam supaya tidak menutupi permukaan labu sehingga panas lebih cepat ditransfer ke dalam labu hal ini dapat menghindari pecahnya labu. Selain itu lapisan tipis berfungsi agar isi di dalam labu tidak gosong dan yang paling penting adalah labu dapat diletakkan di atas tungku sekam sehingga proses transfer panas dari api tungku sekam menuju labu destilasi berlangsung dengan baik. Gambar 2 menunjukkan konstruksi penyulingan dengan menggunakan tungku sekam, dan Gambar 3 dengan *heating mantel*.

Kondensor yang terdapat pada destilator harus bekerja dalam keadaan dingin, untuk itu digunakan aliran es untuk mendinginkan kondensor. Dengan menggunakan es proses pendinginan dan pengembunan (proses perubahan fase uap menjadi cair) berjalan dengan cepat.



Gambar 2 Penyulingan dengan tungku sekam



Gambar 3. Penyulingan dengan *heating mantel*

Pengamatan proses penyulingan dilakukan dengan tiga komposisi campuran serai dan akuades sebagai berikut : (1) serai dapur : air = $0,5 \text{ Kg}$:

0,5 liter; (2) serai dapur : air = 0,25 Kg : 0,5 liter; dan (3) serai dapur : air = 0,125 Kg: 0,5 liter. Masing-masing sampel disuling selama 1 jam 25 menit (waktu dihitung pada saat destilat mulai menetes sampai destilasi selesai). Pada saat proses penyulingan diamati debit dari destilat (campuran minyak dan air), serta energi yang dibutuhkan oleh masing-masing pemanas. *Heating mantel* yang digunakan memiliki daya 500 watt.

Indeks bias dari minyak serai dapur diukur dengan menggunakan refraktometer teropong (Gambar 4). Cara kerja refraktometer ini adalah sebagai berikut. Sinar dari lampu pada refraktometer (yang digunakan adalah lampu natrium) akan mengenai sampel minyak serai yang telah diteteskan pada *refracting prism*. Sinar yang mengenai minyak akan dibiaskan oleh minyak dan nilai indeks bias dari minyak tersebut dapat dibaca pada skala yang terdapat pada refraktometer. Pada refraktometer juga terdapat alat yang dapat mempertahankan suhu sehingga pengukuran dapat diatur pada suhu 25 °C.



Gambar 4 Refraktometer ATAGO NAR-3T.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Terdapat tiga proses perubahan panas selama penyulingan yaitu konduksi, konveksi serta radiasi. Peristiwa konduksi terjadi saat energi kalor dari api tungku sekam ditransfer menuju labu didih melalui lapisan tipis seng. Lapisan tipis seng merupakan bahan konduktor yang dapat mentransfer kalor dengan baik. Semakin tebal lapisan seng yang digunakan maka

semakin kecil energi kalor yang ditransfer menuju labu didih, sebaliknya semakin tipis lapisan seng maka energi kalor yang ditransfer besar. Energi rata-rata yang digunakan untuk menguapkan bahan selama proses penyulingan dengan tungku sekam ditunjukkan pada Tabel 2.

Dibandingkan dengan tungku sekam, *heating mantel* lebih hemat energi. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh tidak konsistennya panas yang dihasilkan oleh tungku sekam. Pada penggunaan *heating mantel*, kecepatan panas dapat diatur sehingga kalor yang dihasilkan konstan, sedangkan panas dari api tungku sekam berubah setiap saat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Kondisi lingkungan terdiri dari angin dan faktor penjagaan api. Kondisi api yang bagus yaitu api dari tungku sekam yang terpusat pada silinder, api ini terjadi saat konsumsi sekam kecil, ditunjukkan Gambar 5. Kondisi api dapat dijaga dengan tetap memperhatikan agar sekam tidak menyentuh kendi isolator karena saat sekam menyentuh isolator akan menimbulkan asap dan cepat menghabiskan sekam. Banyaknya titik api pada kerucut terbalik menyebabkan kendi isolator pecah (Gambar 6), dan konsumsi sekam meningkat.



Gambar 5 Nyala api pada tungku sekam



Gambar 6 Kendi isolator pecah karena

Energi yang digunakan selama proses penyulingan dengan *heating mantel* ditentukan oleh daya listrik *heating mantel* dan waktu penyulingan. Semakin besar daya dan waktu yang dibutuhkan selama proses penyulingan maka jumlah energi yang digunakan untuk penyulingan besar. Efisiensi pemanasan oleh *heating mantel* tinggi karena desain dari alat pemanas ini, jarak dari *heating mantel* ke labu didih sangat dekat pada hampir seluruh permukaan luar labu didih.

Kebutuhan energi selama proses penyulingan berpengaruh terhadap besarnya biaya. Semakin kecil energi yang digunakan, semakin murah biaya yang dibutuhkan selama penyulingan.

Heating mantel lebih hemat energi dibandingkan tungku sekam sehingga penyulingan dengan *heating mantel* lebih murah. Biaya yang dibutuhkan untuk proses penyulingan ditunjukkan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Warna minyak serai dapur berpengaruh terhadap kualitas minyak serai dapur. Berdasarkan sumber EOA no 7 minyak serai dapur yang baik adalah berwarna kuning muda hingga coklat muda. Hasil

penelitian menunjukkan minyak serai dapur yang disuling dengan menggunakan tungku sekam berwarna coklat muda, sementara dengan dengan *heating mantel* berwarna kuning muda, Gambar 7 dan Gambar 8.

Tabel 1 Energi yang dihasilkan tungku sekam dan *heating mantel* selama proses penyulingan

Perbandingan Bahan (Serai dapur : air)	Energi yang dihasilkan tungku sekam	Energi yang dihasilkan <i>Heating Mantel</i>
0,5 Kg : 0,5 liter	8250 Kkal	1053,571 Kkal
0,25Kg:0,5 liter	6030 Kkal	964,286 Kkal
0,125Kg:0,5 liter	5475 Kkal	832,143 Kkal

Tabel 2 Jumlah sekam terpakai serta biaya dibutuhkan proses tungku sekam

Perbandingan Bahan (Serai dapur : air)	Jumlah sekam yang terpakai (kg)	Biaya sekam (Rp 500/kg)
0,5 Kg : 0,5 liter	2,750	Rp 1.375
0,25Kg:0,5 liter	2,010	Rp 1.005
0,125Kg:0,5 liter	1,825	Rp 912

Tabel 3 Jumlah listrik terpakai serta biaya dibutuhkan proses *heating mantel*

Perbandingan Bahan (Serai dapur : air)	Energi rata-rata (Kwh)	Biaya (Rp 625,86/KwH)
0,5 Kg : 0,5 liter	1,229	Rp 770
0,25 Kg:0,5 liter	1,125	Rp 705
0,125 Kg:0,5 liter	0,971	Rp 608



Gambar 7 Minyak serai dapur menggunakan pemanas *heating mantel*.



Gambar 8 Minyak serai dapur menggunakan pemanas tungku sekam.

Kedua minyak yaitu yang dihasilkan dengan pemanas tungku sekam dan *heating mantel* memenuhi standar EOA no 7. Perbedaan warna kedua minyak dapat disebabkan karena perbedaan panas. Pemanas dengan tungku sekam dapat menghasilkan bara yang suhunya mencapai *overload* (diatas suhu 500⁰C). Hal ini menyebabkan bahan yang berada di dalam labu akan lebih cepat berubah warna menjadi

kecoklatan karena panas yang terlalu tinggi, dan minyak yang dihasilkan berwarna coklat. Minyak yang berwarna coklat muda dengan yang berwarna kuning muda memiliki aroma lemon yang sama.

Selain warna, parameter kualitas minyak serai dapur ditentukan diantaranya oleh nilai indeks bias. Tabel 4 menunjukkan hasil pengukuran indeks bias minyak serai hasil penyulingan. Nilai yang terbaca pada alat perlu dikoreksi terhadap suhu disebabkan suhu saat pembacaan tidak tepat 25⁰C. Terdapat selisih suhu pengukuran terhadap nilai baku pengukuran yang diacu, hal ini disebabkan tidak berfungsinya alat pengatur suhu pada refraktometer. Hasil terkoreksi menunjukkan kisaran indeks bias minyak hasil penyulingan dengan tungku sekam sebesar 1,48553 hingga 1,49109. Indek bias hasil penyulingan dengan *heating mantel* berkisar 1,49309-1,49464. Data ini menunjukkan hasil penyulingan dengan kompor sekam lebih baik dibandingkan *heating mantel*. Standar EOA untuk indeks bias minyak serai dapur sebesar 1,4830-1,4890

Tabel 3 Indeks bias minyak serai dapur hasil penyulingan tungku sekam dan *heating mantel*

Pemanas	Serai : air	Ulangan	Suhu °C	Indeks bias	Indeks bias terkoreksi
Tungku sekam	0,5 Kg : 0,5 l	1	25,2	1,48465	1,48553
		2	25,4	1,48640	1,48816
	0,25Kg : 0,5 l	1	25,4	1,48580	1,48756
		2	25,6	1,48845	1,49109
	0,125Kg : 0,5 l	1	25,6	1,48828	1,49092
		2	25,6	1,48525	1,48789
<i>Heating mantel</i>	0,5 Kg : 0,5 l	1	25,6	1,49200	1,49464
		2	25,6	1,49100	1,49364
	0,25Kg : 0,5 l	1	25,6	1,49045	1,49309
		2	25,8	1,49065	1,49417
	0,125Kg : 0,5 l	1	25,8	1,49080	1,49432
		2	25,8	1,49100	1,49452

Berdasarkan eksperimen Gladston dan Dale untuk sebuah gas dengan kerapatan (ρ) besar ($n-1$) $\propto \rho$ serta pada saat gas ideal (ρ) $\propto P/T$ hal ini berarti terdapat hubungan antara indeks bias terhadap suhu. Semakin besar suhu maka nilai indeks bias semakin kecil, karena pada waktu pemanasan bahan akan mengalami perubahan kerapatan. Perubahan kerapatan disebabkan karena pada minyak terdapat atom-atom yang saling berikatan, dan ikatan ini dapat putus akibat terkena panas. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa selisih suhu saat pemakaian refraktometer berkisar $0,2^{\circ}\text{C}$. Berdasarkan SNI 01-0025-1987 suhu pengukuran harus berada pada toleransi $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$. Menurut penemuan Bosart, pemeriksaan dari 54 jenis minyak menunjukkan perubahan indeks bias sebesar $0,00039-0,00049$ per 1°C , dan untuk 47 senyawa sintetik dan isolat berkisar antara $0,00038-0,00054$. Untuk minyak serai dapur faktor koreksi adalah sebesar $0,00044/1^{\circ}\text{C}$ (Perfumery essential oil Record **28** (1973), 95 dalam Guenther E, 2006).

KESIMPULAN

Kesimpulan

Penyulingan minyak serai dapur dengan menggunakan pemanas tungku sekam membutuhkan energi yang lebih besar dibandingkan pemanas *heating mantel*. Namun demikian proses penyulingan menggunakan pemanas tungku sekam memiliki keunggulan dalam hal kualitas minyak yang dihasilkan yaitu dari segi warna dan indeks biasnya. Warna minyak serai yang dihasilkan dengan menggunakan pemanas tungku sekam adalah coklat muda dengan indeks bias berada pada nilai yang sesuai persyaratan SNI minyak serai dapur.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Hibah Kompetitif Penelitian Unggulan Strategis Nasional : 431/SP2H/PP/DP2M/VI/2009, Tanggal 25 Juni 2009.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Armando R. 2009. *Memproduksi 15 Minyak Atsiri berkualitas*. Jakarta: Penebar Swadaya. BSN. 1987. *Standar Nasional Indonesia Oleoresin Lada Hitam*. SNI 01-0025-1987.
- [2]. Brumbaugh. 1977. *Heating, Ventilating and Air Conditioning Library*. United States of America: Theodore Audel & Co.
- [3]. Fahmi W. 2010. Menteri Energi: Tarif Listrik Belum Naik. Jakarta: Koran Tempo. A14:3.
- [4]. Giancoli D C. 2001. *Fisika Ed ke-5*. Hanum Y, penerjemah; Hilarius WH, editor. Jakarta: Erlangga. Terjemahan dari: *Physics Principles with Application*.
- [5]. Hecht E. 2002. *Optics Fourth Edition*. United States of America: Addison Wesley.
- [6]. Irzaman, H. Darmasetiawan, H. Alatas, Irmansyah, A.D. Husin, M.N. Indro, H. Hardhienata, K. Abdullah, T. Mandang, S. Tojo. 2009. *Optimization of Thermal Efficiency of Cooking Stove with Rice-Husk Fuel in Supporting the Proliferation of Alternative Energy in Indonesia*. Tokyo University of Agriculture and Technology (TUAT), Japan. Proceeding Symposium on Advanced Technological Development of Biomass Utilization in Southeast Asia, page 20.

- [7]. Ma'mun. 2006. Karakteristik Beberapa Minyak Atsiri Famili Zingiberaceae Dalam Perdagangan. *Bul. Littro*. **2** (18), halaman 91 – 98.
- [8]. Mansur M, Tasma I M, D Suryana O U. 1992. *Serai Dapur*. Edisi Khusus LITTRO **8** (2).
- [9]. Masyithah Z, Haryanto B. 2006. *Buku Ajar Perpindahan Panas*. Sumatera Utara: Departemen Teknik Kimia, Universitas Sumatera Utara.
- [10]. Maulana R, Irzaman, Husin A. 2008. *Optimasi Efisiensi Tungku Sekam dengan Variasi Lubang Utama pada Badan Kompor*. Prosiding Seminar Nasional Sains FMIPA IPB, halaman 151-161.
- [11]. Rusli S. 1977. *Konstruksi Unit Penyulingan Serai Wangi, Serai Dapur dan Daun Cengkeh*. Pembr. L.P.T.I. (26).
- [12]. Rusli S, Sumangat D, Sumirat I S. 1979. *Pengaruh Lama Pelayuan dan Lama Penyulingan terhadap Rendemen dan Mutu Minyak Pada Penyulingan Serai Dapur*. Pembr. L.P.T.I. (35).
- [13]. Soedrajat S. 1983. *Mekanika Fluida dan Hidrolik*. Bandung: Nova.
- [14]. Sutiah, Firdausi K S, Budi W S. *Studi Kualitas Minyak Goreng Dengan Parameter Viskositas dan Indeks Bias*. Berkala Fisika **2** (2), halaman 53-58.
- [15]. Tipler PA. 2001. *Fisika Untuk Sains dan Teknik Ed Ke-3 Jilid 1*. Prasetyo L, Adi R W, penerjemah: Sutrisno J, editor. Jakarta: Erlangga. Terjemahan dari: *PHYSICS for Scientists and Engineers, 3rd Ed.*
- [16]. Wirakartakusumah dkk. 1989. *Bahan Pengajaran Prinsip Teknik Pangan*. Bogor: Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, IPB.
- [17]. Zemansky M W, Dittman R H. 1986. *Kalor dan Termodinamika*. The Houw Liong, penerjemah: Wirjosimin S, penyunting. Bandung: ITB. Terjemahan dari: *Heat and Thermodynamics 6rd Ed.*

