

## Experimental Study of Burning Deposition Characteristics Balinese Arak Fuel in the Engine Combustion Chamber

I Gusti Ketut Sukadana<sup>1\*</sup>, I Wayan Bandem Adnyana<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Mechanical Engineering Department of Udayana University, Badung-Bali

\*Corresponding author: igksukadana@unud.ac.id

**Abstract,** Arak Bali is fermented from sap that is produced by some kind of plant like: coconut and palm. To be used as fuel, arak Bali must go through the process of distillation first. So in the arak Bali is contained 90% ethanol. The distilled arak Bali has an octane value of 108.6. While the premium has an octane value of 88. Therefore theoretically the arak Bali can be used as alternative fuel. This test is performed on four-stroke motorcycle bikes with manual transmission under standard conditions, using arak Bali fuel compared to Premium. In this test the test vehicle engine is first cleaned in the combustion chamber, so the results obtained accurately. After the cleaned test vehicle used to use arak Bali as fuel for one month. From the results of testing the combustion characteristics using the fuel of arak Bali, in terms of visual deposits contained in the piston head has a black color and sediment that clumps almost throughout the piston head. While the premium has a black sediment color but the clump of sediment from the rest of the combustion in the piston head is less than 50% of the piston head area. The difference in the amount of sediment emerging from the residual combustion occurs because the use of high octane fuel is not compensated by the compression ratio of the machine itself. Therefore the fuel will burn or explode not in time or commonly called knocking. To test the content of the compounds contained from the residual residue of combustion obtained the result for premium comprising 171 compounds, while the arak Bali of 165 compounds.

**Abstrak,** Arak Bali dihasilkan dari proses fermentasi nira yang dihasilkan beberapa jenis tumbuhan seperti: kelapa, enau dan lontar. Arak Bali sebagai bahan bakar harus melalui proses destilasi berulang sehingga dalam arak Bali terkandung 90% ethanol. Secara teoritis arak Bali bisa digunakan sebagai bahan bakar alternatif. Dalam pengujian ini ruang bakar mesin uji di bersihkan terlebih dahulu. Setelah di bersihkan kendaraan uji dibiasakan menggunakan arak Bali sebagai bahan bakar 2 jam sehari selama satu bulan. Dari hasil pengujian karakteristik pembakaran menggunakan bahan bakar arak Bali, untuk visual endapan yang terdapat di head piston memiliki warna hitam dan endapan terdistribusi merata diseluruh bagian kepala piston. Sedangkan bahan bakar premium memiliki warna endapan hitam tetapi endapan di head piston tidak terdistribusi secara merata. Perbedaan jumlah dan distribusi endapan yang terjadi disebabkan karena penggunaan bahan bakar dengan nilai oktan yang tinggi tidak diimbangi dengan peningkatan perbandingan kompresi dari mesin. Bahan bakar akan terbakar tidak pada waktunya atau yang biasa disebut knocking. Pengujian kandungan senyawa yang terdapat dari endapan sisa pembakaran didapatkan, untuk premium terdapat 171 senyawa dan arak Bali 165 senyawa endapan yang terbentuk dari pembakaran. Senyawa terbentuk dari pembakaran premium terdiri dari 171 senyawa sedangkan bahan bakar arak bali terdiri dari 165 senyawa. Benzenedicarboxylic acid merupakan senyawa dengan jumlah terbanyak pada premium. Sedangkan Tetracosahexaene merupakan senyawa dengan jumlah terbanyak pada arak Bali.

**Keywords:** Arak Bali, karakteristik pembakaran, ruang bakar

© 2018. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

### Pendahuluan

Pertumbuhan penduduk dengan mobilitas kegiatan yang padat, penggunaan kendaraan bermotor akan semakin meningkat. Penggunaan kendaraan umum atau pribadi memang sangat membatu, mulai dari pergi ke kampus, berangkat

kerja atau sekedar jalan – jalan. Dengan meningkatnya penggunaan kendaraan secara umum berakibat pada peningkatan pemakaian bahan bakar seperti premium, pertalite dan pertamax. Namun sumber energi bahan bakar minyak bumi sudah mengalami kelangkaan sehingga harga minyak bumi berdampak pada mahalanya

biaya operasional kendaraan bermotor. Untuk menekan biaya transportasi tersebut maka kita harus mulai memikirkan bahan bakar penggantinya. Sebenarnya di Indonesia terdapat berbagai sumber energi terbarukan yang melimpah sebagai contoh bioethanol. Bioethanol dapat dihasilkan dari proses fermentasi nira kelapa atau enau. Proses destilasi dari nira kelapa atau enau dapat menghasilkan bioethanol dengan konsentrasi yang sangat tinggi lebih besar dari 80%, sehingga tidak cocok untuk diminum tetapi sangat cocok dijadikan bahan bakar alternatif. Karena bioethanol dengan persentase 80% memiliki nilai oktan sebesar 108,6 yang sangat baik digunakan pada kendaraan bermotor. Khusus daerah Bali, pemanfaatan arak bali baru pada tahap untuk konsumsi sebagai minuman keras dan sarana upacara [1].

Namun Penggunaan bahan bakar harus disesuaikan dengan rasio kompresi mesin sepeda motor atau mobil dengan kandungan nilai oktan pada bahan bakar yang digunakan. Sehingga mesin yang mempunyai kompresi mesin tinggi sebaiknya harus menggunakan bahan bakar yang memiliki kandungan nilai oktan tinggi pula namun juga tidak melebihi dari nilai kompresinya. Oleh karena itu penggunaan bahan bakar yang tidak tepat dapat mempengaruhi gagalnya proses pembakaran, sehingga bahan bakar yang mengendap dapat menimbulkan kerak pada ruang pembakaran. Dengan timbulnya kerak pada ruang bakar akan mempengaruhi tenaga yang dihasilkan oleh mesin sepeda motor atau mobil tidak dapat maksimal.

Dari permasalahan di atas telah dilakukan beberapa penelitian berupa pemanfaatan arak bali sebagai bahan bakar, diantaranya: Artawan (2006), dengan mengubah rasio kompresi. Perubahan yang dilakukan dengan memperkecil volume sisa yaitu mensekrap kepala silinder. Didapat hasil pengujian bahwa rasio kompresi 9,3 : 1 dengan bahan bakar arak api akselerasi yang dihasilkan semakin besar dan kebutuhan bahan bakar semakin rendah. Wirawan (2007), dengan variasi rasio kompresi pada konsentrasi ethanol 97% dibandingkan dengan bahan bakar bensin, dan diperoleh hasil semakin besar ratio kompresi semakin besar pula torsi dan daya

yang dihasilkan, dan SFC menurun. Sehingga performance yang dihasilkan oleh bahan bakar ethanol 97% dengan rasio kompresi 9,3 : 1 lebih besar dari pada penggunaan bahan bakar bensin dengan rasio kompresi 8,8 : 1. Ervan (2006), melakukan penelitian pengaruh variasi ratio kompresi dan posisi transmisi terhadap gas buang dengan arak api sebagai bahan bakar pada sepeda motor empat langkah, diperoleh hasil semakin besar ratio kompresi emisi yang dihasilkan semakin baik dibandingkan dengan bahan bakar bensin arak api mampu bekerja pada ratio kompresi lebih tinggi. Mustika (2006), melakukan penelitian dengan memvariasikan konsentrasi ethanol serta putaran mesin terhadap emisi kendaraan. Didapat hasil semakin besar kandungan ethanol, emisi yg dihasilkan semakin baik.

Mesin adalah bagian yang terpenting pada kendaraan bermotor. Karena dengan mesin maka kendaraan akan dapat bergerak dan dibawa berkendaraan kemana-mana. Didalam mesin terdapat ruang bakar yang akan memproses pembakaran bahan bakar dan akan dijadikan sebagai tenaga untuk menggerakkan kendaraan. Maka dari itu ruang bakar adalah bagian terpenting yang harus dijaga dan dirawat secara berkala agar kondisi motor tetap terjaga selalu. Ruang bakar terletak di kepala silinder berfungsi sebagai tempat pembakaran campuran bahan bakar dengan udara yang telah di kompresikan oleh torak didalam silinder. Ruang bakar sendiri terletak di kepala silinder. Ruang bakar terhubung langsung ke katup masuk dan katup buang, juga tempat pemasangan busi [5]. Dalam kenyataannya, pembakaraan gas di dalam mesin tidak berjalan sempurna. Salah satu masalah yang sering muncul adalah ketukan di dalam mesin atau *knocking*. Jika dibiarkan, *knocking* dapat menyebabkan kerusakan pada mesin. *Knocking* terjadi karena campuran udara dan bahan bakar yang terbakar secara spontan karena tekanan tinggi di dalam mesin, bukan karena percikan api dari busi. Bensin banyak mengandung senyawa olefin yang mudah bereaksi dengan oksigen membentuk kerak/endapan yang disebut gum. Ada beberapa faktor yang menyebabkan ruang bakar mesin berkerak.

Kualitas bahan bakar yang buruk atau tingkat oktan yang rendah yang digunakan pada mesin sepeda motor tersebut, akan menyebabkan pembakaran timbulnya kerak. Selain itu, banyaknya unsur parafin, sulfur, dan lain-lain yang kadang ikut masuk ke dalam ruang bakar mesin juga bisa menyebabkan kerak. Adanya kerak dapat menurunkan kinerja mesin sehingga kendaraan boros bahan bakar dan mesin cenderung tersendat.

### Metode Penelitian

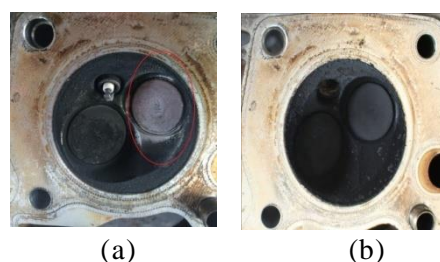
Pengujian karakteristik pembakaran menggunakan bahan bakar arak Bali dan premium ini berjalan dengan baik, maka dilakukan persiapan awal yaitu mempersiapkan alat dan bahan yang akan diuji. Dalam pengujian ini mesin dihidupkan 2 jam perhari selama 1 bulan, menggunakan bahan bakar arak Bali dan premium. Pada pengujian menggunakan premium Sebelum mesin dihidupkan, terlebih dahulu lakukan pengecekan terhadap minyak pelumas, sistem bahan bakar, karburator dan perlengkapan uji lainnya. Hidupkan mesin selama  $\pm 10$  menit untuk mengetahui kondisi mesin dalam keadaan normal. Pengujian dilakukan dimana kendaraan dihidupkan dan digas selama 2 jam setiap harinya. Agar endapan di dalam ruang bakar terbentuk. Pengujian dilakukan selama satu bulan. Setelah satu bulan melakukan pengujian, mesin di buka agar dapat menganalisa karakteristik pembakaran di ruang bakar menggunakan bahan bakar premium. Buka dan foto bagian ruang bakar mesin kop / head silinder, agar bisa diamati sisa pembakaran yang terjadi seperti dari perubahan warna pada ruang bakar, warna endapan yang ditimbulkan, serta kandungan yang terdapat dalam endapan tersebut. Endapan yang terbentuk dari sisa pembakaran di amplas atau di kikir dengan kater agar terlepas dari *head piston* dan *head silinder*. Setelah endapan tersebut terlepas kita uji di laboratorium forensik, agar mendapat hasil kandungan senyawa yang terbentuk dari proses pembakaran. Bersihkan *head silinder* dengan karbu cleaner dan piston diganti dengan yang baru untuk pengujian selanjutnya.

Pada pengujian selanjutnya yaitu menggunakan arak Bali. Sebelum mesin diuji karakteristik pembakarannya, terlebih dahulu mesin dikondisikan selama satu bulan menggunakan arak Bali. Dimana lubang venturi

pada karburator ditutup secara penuh, agar meminimalisir udara masuk ke ruang bakar dan pastikan karburator dalam keadaan bersih. Masukan arak Bali ke dalam tangki buatan yang disambungkan ke karburator. Hidupkan mesin selama  $\pm 10$  menit untuk mengetahui kondisi mesin dalam keadaan normal. Mesin dihidupkan dalam posisi idel selama 2 jam per hari. Pengujian dilakukan selama satu bulan agar endapan di dalam ruang bakar terbentuk. Setelah satu bulan melakukan pengujian, mesin dibuka agar dapat menganalisa karakteristik pembakaran di ruang bakar menggunakan bahan bakar premium. Buka dan foto bagian ruang bakar mesin *head silinder* dan *head piston*, agar bisa diamati sisa pembakaran yang terjadi seperti dari perubahan warna pada ruang bakar, warna endapan yang ditimbulkan, serta kandungan yang terdapat dalam endapan tersebut. Endapan yang terbentuk dari sisa pembakaran di amplas atau di kikir dengan kater agar terlepas dari *head piston* dan *head silinder*. Setelah endapan tersebut terlepas kita uji di laboratorium forensik, agar mendapat hasil kandungan senyawa yang terbentuk dari proses pembakaran. Bersihkan dan pasang kembali bagian – bagian yang dibuka. Setelah melakukan pengujian arak Bali dan premium, bersihkan alat – alat yang digunakan agar ruang kerja terlihat lebih rapi dan pengujian selesai.

### Hasil dan Pembahasan

#### Pengamatan Karakteristik Pembakaran



**Gambar 1.** Perubahan warna pada head silinder (a) Arak bali, (b) premium

Dari gambar 1. menunjukkan untuk dari segi visual, keadaan ruang bakar menggunakan bahan bakar premium dan arak Bali berbeda. Pada *head silinder* saat menggunakan arak Bali terjadi perubahan perbedaan warna pada katup buang yang menjadi warna merah bata. Warna merah bata ini menandakan arak Bali (etanol) memiliki sifat korosif. Arak Bali (ethanol)

mempunyai nilai PH antara 3,5 – 4 yang bersifat asam, hal ini akan menyebabkan arak bali akan bersifat korosif terhadap logam tertentu. Sedangkan saat menggunakan premium warna katup buang berwarna hitam. Premium sendiri pada umumnya tidak bersifat korosif, tetapi jika pada saat proses pengilangan minyak tidak sempurna akan mengakibatkan terjadinya senyawa impurities. Senyawa impurities seperti misalnya asam – asam organic, basa dan sulfur bebas akan dapat menyebabkan terjadinya korosi dari elemen – elemen yang terbuat dari logam tertentu. Jadi bensin mempunyai bakat untuk bersifat korosif bila mana diperlakukan tidak dengan semestinya.



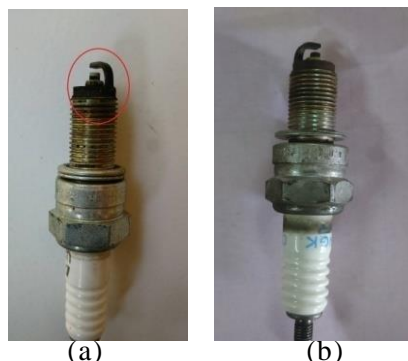
(a) (b)  
**Gambar 2.** Endapan terbentuk di head piston  
 (a) Arak bali, (b) premium.

Gambar 2 *head piston* menunjukkan pada saat menggunakan premium endapan yang menggumpal kurang dari 50%, itu dikarenakan pembakaran yang terjadi diruang bakar bagus. Rasio kompresi mesin dan nilai oktan bahan bakar sesuai dapat meminimalisir *knocking* yang terjadi. Sedangkan pada arak Bali endapan yang menggumpal terlihat pada hampir seluruh *head piston*. Ini dikarenakan perbandingan rasio kompresi dan nilai oktan arak Bali yang tidak sesuai, oleh karena itu *knocking* terjadi saat proses pembakaran. Dari segi warna premium atau pun arak Bali memiliki warna endapan yang sama yaitu hitam.

Sedangkan di blok silinder yang merupakan tempat piston melakukan gerak translasi, tidak terjadi perubahan baik saat menggunakan bahan bakar arak Bali maupun premium.

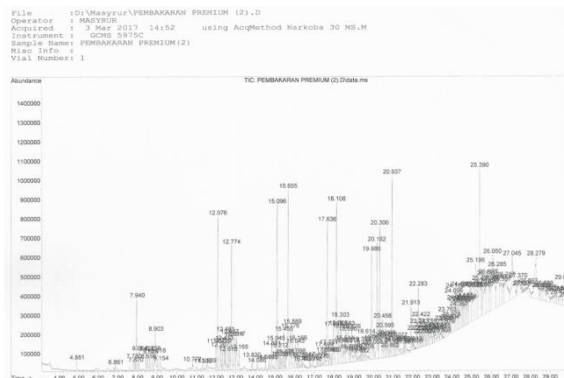
Sistem pengapian yaitu busi (*Spark Plug*) yang merupakan komponen dari ruang bakar, mengalami perubahan warna pada kepala busi berubah warna saat menggunakan bahan bakar arak Bali

menjadi keputih – putihan. Yang menandakan dalam proses pembakaran arak Bali campuran udara lebih banyak atau cenderung campuran miskin.

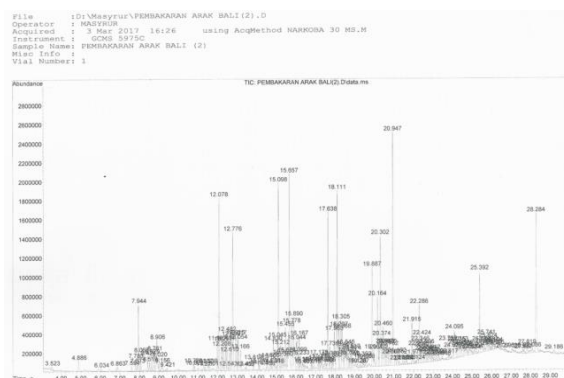


(a) (b)  
**Gambar 3.** Endapan pada Busi (*Spark Plug*)  
 (a) Arak Bali, (b) premium.

**Data Kandungan Endapan Sisa Pembakaran**



**Gambar 4.** Grafik Uji Kandungan Endapan Premium.



**Gambar 5.** Grafik Uji Kandungan Endapan Arak Bali.

Senyawa yang terbentuk dalam proses pembakaran menggunakan bahan bakar premium dan arak bali, pertama - tama kerak atau endapan yang terbentuk setelah

proses pembakaran yang menempel diruang bakar kita kerik terlebih dahulu agar endapan yang menempel terlepas. Setelah endapan tersebut terlepas dari ruang bakar, kemudian endapan tersebut diuji kandungan senyawa yang terbentuk melalui metode GC-MS. Metode GC-MS atau Kromatografi gas – spectrometer massa metode ini biasanya digunakan dalam mengidentifikasi senyawa yang berbeda dalam analisis sampel. Endapan yang telah terkumpul dimasukan ke dalam *beaker glass* lalu dilarutkan dengan cairan khusus. Setelah itu endapan yang sudah terlarut dimasukan kedalam oven khusus dengan pengaturan suhu 30° C – 320° C. Tunggu beberapa saat hingga oven mengirimkan hasil spekometri masa ke komputer dan diplot dalam sebuah grafik yang disebut spectrum massa. Dari hasil uji laboratorium tersebut diperoleh hasil, untuk premium terdiri dari 171 senyawa dan arak Bali 165 senyawa.

### Kesimpulan

Penggunaan arak bali sebagai bahan bakar akan menimbulkan endapan yang lebih banyak apabila tidak diimbangi dengan rasio kompresi yang sesuai dengan nilai oktan dari arak Bali. Menggunakan arak Bali akan mesin mudah mengalami korosi. Senyawa terbentuk dari pembakaran premium terdiri dari 171 senyawa sedangkan bahan bakar arak bali terdiri dari 165 senyawa. Benzenedicarboxylid acid merupakan senyawa dengan jumlah terbanyak pada premium. Sedangkan Tetracosahexaene merupakan senyawa dengan jumlah terbanyak pada arak Bali.

### Penghargaan

The author thanks to the Ministry of Research Technology and Higher Education of the Republic of Indonesia and LPPM University of Udayana for supporting this research and paper through The Grants at 2017 - 2018.

### Referensi

[1] Sukadana 2009, “Pengaruh rasio kompresi terhadap unjuk kerja mesin empat langkah menggunakan arak bali sebagai bahan bakar”, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin (CAKRAM), UNUD. ISSN: 1979-2468, April 2009, hal 26-32, Vol. 3 No. 1.

- [2] Sukadana 2009, ”Kajian Teknis Destilator Tipe Kontinu Penghasil Bahan Bakar Alternatif dari Bahan Dasar Arak Bali”, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin (CAKRAM), UNUD. ISSN: 1979-2468, April 2009, hal 38-42, vol. 3 No. 1.
- [3] Sukadana 2014, “Pengaruh Jumlah Tingkat Destilasi Kontinu terhadap Kualitas dan Kapasitas Produksi Arak Bali sebagai Bahan Bakar Alternative”, Jurnal Energi dan Manufaktur, Th. 2014, hal. 211-216, ISSN: 2302-555, Volume 7, Nomor 2.
- [4] Sukadana 2016, “Pengaruh Penggunaan Arak Bali Sebagai Bahan Bakar Pada Mesin Empat Langkah Dengan Rasio Kompresi Bervariasi”, *Flywheel* Jurnal Teknik Mesin Untirta, Volume II Nomor 1, April 2016.
- [5] Sukadana 2016, “Ethanol Concentration Variations on Arak Bali influence to Torque, Power and Spesific Fuel Consumption of Engine “,The International Journal Of Engineering And Science (IJES), Volume || 5 || Issue || 8 || Pages || PP -35-39 || 2016 || ISSN (e): 2319 . 1813 ISSN (p): 2319.1805.
- [6] Sukadana, 2011, ”Kajian teknis pemanfaatan arak Bali sebagai bahan bakar alternatif mesin pembakaran tipe injeksi”, Laporan Penelitian, Universitas Udayana.
- [7] Sukadana, 2011, ”Kajian teknis distilator kolom bertingkat tipe kontinu terhadap kapasitas dan kualitas produksi arak Bali”, Laporan Penelitian, Universitas Udayana.
- [8] Sukadana, 2013, ”Peningkatan kualitas produksi arak Bali sebagai bahan bakar alternative dengan metode distilasi Kontinyu bertingkat”, Laporan Penelitian, Universitas Udayana.