

**PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN BAKAR PREMIUM
DICAMPUR DENGAN BIOETHANOL DARI KULIT UBI KAYU
TERHADAP EMISI GAS BUANG HIDROKARBON DAN KARBON
MONOKSIDA PADA SEPEDA MOTOR EMPAT LANGKAH**

SKRIPSI

*untuk memenuhi sebagai persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Pendidikan*



Oleh

Maya Mentari Nismanto

14073027 / 2014

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK OTOMOTIF
JURUSAN TEKNIK OTOMOTIF
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2016**

PERSETUJUAN PEMBIMBING SKRIPSI

Judul : PENGARUH PENGGUNAAN BAHAN BAKAR
PREMIUM DICAMPUR DENGAN BIOETHANOL
DARI KULIT UBi KAYU TERHADAP EMISI GAS
BUANG HIDROKARBON DAN KARBON
MONOKSIDA PADA SEPEDA MOTOR EMPAT
LANGKAH

Nama : Maya Mentari Nismanto

Nim/BP : 14073027/2014

Program Studi : S1

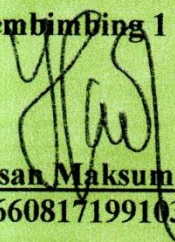
Jurusan : Pendidikan Teknik Otomotif

Fakultas : Teknik

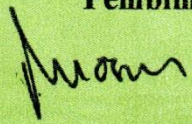
Padang, 8 Januari 2016

Disetujui Oleh

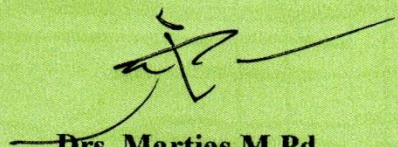
Pembimbing 1


Drs. Hasan Maksun, MT
NIP. 196608171991031007

Pembimbing 2


Drs. M. Nasir M.Pd
NIP. 19590317 198010 1 001

Ketua Jurusan


Drs. Martias M.Pd
NIP. 19640801 199203 1 003

HALAMAN PENGESAHAN

Dinyatakan lulus setelah dipertahankan didepan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif
Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang

Judul : Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Premium Dicampur Dengan Bioethanol Dari Kulit Ubi Kayu Terhadap Emisi Gas Buang Hidrokarbon Dan Karbon Monoksida Pada Sepeda Motor Empat Langkah

Nama : Maya Mentari Nismanto

Nim : 14073027

Program Studi : S1

Jurusan : Pendidikan Teknik Otomotif

Fakultas : Teknik

Padang, 8 Januari 2016

Tim Penguji

	Nama
1. Ketua	: Drs. Hasan Maksum, M.T
2. Sekretaris	: Drs. M. Nasir M.Pd
3. Anggota	: Drs. Bahrul Amin, ST. M.Pd
4. Anggota	: Drs. Andrizal, M.Pd
5. Anggota	: Toto Sugiarto S.Pd M.Si

Tanda Tangan

1.....

2.....

3.....

4.....

5.....



DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
FAKULTAS TEKNIK

JURUSAN TEKNIK OTOMOTIF

Jl. Prof. Dr. Hamka Kampus UNP Air Tawar Padang 25171

Telp. (0751) 7055922 FT: (0751) 7055644, 445118 Fax: 7055644

E-mail : info@ft.unp.ac.id



SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Dengan ini menyatakan, bahwa:

1. Karya tulis saya, tugas akhir berupa skripsi dengan judul **“Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Premium Dicampur Dengan Bioethanol Dari Kulit Ubi Kayu Terhadap Emisi Gas Buang Hidrokarbon Dan Karbon Monoksida Pada Sepeda Motor Empat Langkah”**, adalah asli karya saya sendiri;
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali dari pembimbing;
3. Di dalam karya tulis ini, tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan pada kepustakaan.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila terdapat penyimpangan di dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini, serta sanksi lainnya sesuai norma dan ketentuan hukum yang berlaku.

Padang, 8 Januari 2016

..... membuat pernyataan,



Maya Mentari Nismanto

NIM. 14073027/2014



Man Jadda Wajada

Siapa yang bersungguh-sungguh akan berhasil.

Jangan pernah remehkan impian, walaupun setinggi apa pun. Sesungguhnya Tuhan Maha Mendengar.

"Barangsiapa yang melalui suatu jalan guna mencari ilmu pengetahuan, niscaya Allah SWT akan memudahkan baginya jalan ke surga." (Imam Muslim Ra)

"If you want something you've never had, you must be willing to do something you've never done. Success is a journey, not a destination."

Banyak kegagalan dalam hidup ini dikarenakan orang-orang tidak menyadari betapa dekatnya mereka dengan keberhasilan saat mereka menyerah. – Thomas Alva Edison-

Ungkapan hati sebagai rasa Syukur & Terima Kasihku

Alhamdulillahirabbil' alamin.... Alhamdulillahirabbil' alamin.... Alhamdulillahirabbil' alamin....

Akhirnya aku sampai ke titik ini, sepercik keberhasilan yang Engkau hadiahkan padaku ya Rabb

Tak henti-hentinya aku mengucapkan syukur pada Mu ya Rabb

Serta shalawat dan salam kepada Rasulullah SAW dan para sahabat yang mulia

Semoga sebuah karya mungil ini menjadi amal shaleh bagiku dan menjadi kebanggaan bagi keluargaku tercinta

Ku persembahkan karya sederhana ini...

untuk belahan jiwa ku bidadari surga yang tanpamu aku bukanlah siapa-siapa

di dunia fana ini Mama'ku tersayang (NISEM)

serta orang yang menginjeksikan segala idealisme, prinsip, edukasi dan kasih sayang berlimpah dengan wajah datar menyimpan kegelisahan dan perjuangan, namun tenang temaram dengan penuh kesabaran dan pengertian luar biasa Bapa'ku tercinta

(SAIMANTO)

Asaku kelak dapat membahagiakan Mama' & Bapak sampai akhir hayat

Selalu Donga'no anak wedok mu ki yoo Pak, .. Mak, ... ^ ^

Kepada saudara Sulung ku tercinta Yoki Nismanto S.Pd yang selalu memberi semangat, memotivasi serta selalu mengajarku agar selalu tegar dan sabar menjalani hidup di Negeri orang.

Kepada Dosen dan staf Jurusan Teknik Otomotif; ucapan trimakasih yang tak terhingga atas ilmu yang diberikan. Semoga bermanfaat dan bisa saya terapkan dan aplikasikan di masyarakat.

Untuk teman/sahabat/saudaraku Oto T.014 Kepada; mas M. Saroji, mas Winarto, bang Rully Arifin, bang Alim Saputra, bang Habibi Nasution, mas Rahmat Rimansah, mas Ari Retnas Saputro, bg Satria Febrizal, bg Mawardi, bg Anggi..... maaf tidak menyebutkan namanya semuanya,, trimakasih banyak atas kasih sayang yang telah diberikan, kebersamaan yang takkan ku lupa sampai akhir hidup ku teman... entah bagaimana aku akan membalasnya... semoga di kesempatan waktu kita bisa berkumpul bersama lagi,, sedih rasanya berpisah dengan kalian semua.. sudah banyak kenangan dan kebersamaan yang kita ciptakan. Kalian semua bagaikan malaikat yang selalu ada buat aq, yang selalu membuat ku tersenyum. Aq senang bisa kenal kalian semua. I Miss you all,, my Bestfriend Forever.. akhirnya kita semua menjadi sarjana yang InsyaAllah menjadi kebanggaan kedua orang tua kita dan ke ♡ ali ke pangkuan keluarga tercinta dengan membawa gelar sarjana. Alhamdulillah Yaa Rabb...

tetap melekat erat di hati kita selamanya dan semoga hati-hati kita selalu terpaut cinta dan tulusnya persahabatan sepanjang masa meskipun raga kita saling berjauhan nantinya,

Teristimewa buat motivator ku (bg Dodi Force) yang selalu setia dan tidak bosan- bosannya memberi nasehat dan motivasinya,, trimakasih banyak atas perhatiannya dan sheringnya bg,

Dan untuk semua keluaraga besar mahasiswa Jurusan Teknik Otomotif UNP Khususnya buat AJO 011.

Ucapan Trimakasih ku persembahkan;

Kepada keluarga besar anak KMD SUMUT yang tidak bisa disebutkan namanya satu persatu serta buat kak Gusri & Bang Irwan.

kepada anak kos Patenggangan Gang F No.8 kepada Ante, Siti Nuraini S.Pd, Nurhidayati, Leni Ruslaini, & Manda Sari. Trimakasih semua untuk semua cinta & kasih sayang tulus yang telah diberikan, tidak bisa aq balas semua yang sudah kalian berikan kepada ku, biar lah Allah yang membalas kebaikannya berlipat ganda. Semoga kita menjadi insan yang lebih baik lagi. Amin..

Akhir kata, semoga skripsi ini membawa keberkahan & bermanfaat. Jika hidup ini bisa kuceritakan di atas kertas, entah berapa banyak yang dibutuhkan hanya untuk ucapan syukur dan terima kasih for everything...

By: ^ ^ Maya Mentari Nismanto ^ ^

ABSTRAK

Maya Mentari Nismanto. 2016. Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Premium Dicampur Dengan Bioethanol Dari Kulit Ubi Kayu Terhadap Emisi Gas Buang Hidrokarbon Dan Karbon Monoksida Pada Sepeda Motor Empat Langkah

Seiring dengan berkurangnya pasokan cadangan minyak bumi, dengan demikian pemerintah harus melakukan penghematan dalam pemakaian BBM, yakni dengan cara memproduksi bahan bakar bioetanol. Perkembanganteknologi transportasi mendorong pihak-pihak yang berkepentingan untuk mencari bahan bakar alternative guna mengurangi penyebab terjadinya polusi udara. Kulit ubi kayu dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku energy terbarukan yang ramah lingkungan, karena berperan sebagai sumber energi terbarukan, Tujuan dari penelitian ini adalah untuk Mengetahui perbandingan penggunaan Bahan Bakar Premium dicampur dengan bioethanol dari kulit ubi kayu terhadap emisi Hidrokarbon dan Karbon Monoksida pada sepeda motor Supra X 125.

Peneliti menggunakan metode penelitian experiment. Dilakukan tanggal 15 September 2015 dengan menggunakan sepeda motor Honda Supra X125 tahun 2011. Untuk pengujian emisi gas buang dilakukan pada putaran mesin 1500 RPM, 1900 RPM, 2500 RPM, dan 4000 RPM. Adapun sampel bahan bakar yang digunakan adalah bahan bakar premium, BE 5% , BE 10%, BE 15%, BE 20%, BE 25%, BE 30%. Pengambilan data dilakukan 2 kali pada tiap sampel.

Hasil penelitian didapatkan setelah dilakukan pengujian emisi gas buang pada sepeda motor Honda Supra X125 tahun 2011. Dengan menggunakan bahan bakar premium dan pencampuran antara premium dengan bioethanol dari kulit ubi kayu. Data hasil pengujian dibandingkan dan dianalisis pada uji bedat (tes) dengan tingkat signifikan 5 % ($t_{tabel 2,920}$) pada tiap putaran. Sehingga didapatkan hasil pengujian emisi karbon monoksida dan hidrokarbon bahan bakar Premium dicampur dengan Bioethanol dari kulit ubi kayu pada sepeda motor Supra X125 yaitu: Berdasarkan peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 05 Tahun 2006 tentang ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor lama tanggal 1 Agustus 2006. Bahwa berdasarkan tahun pembuatan ≥ 2010 Parameter CO: 4,5%, HC 2000 ppm. Diantara penggunaan bahan bakar premium murni, BE5%, BE10%, BE15%, BE20%, BE25%, dan BE30%. Pada penggunaan bahan bakar premium murni didapat hasil kadar emisi gas buang HC dengan jumlah rata-rata yaitu **2330,25** tidak memenuhi standar ambang batas emisi gas buang HC. Sedangkan pada penggunaan bahan bakar BE5%, BE10%, BE15%, BE20%, BE25%, dan BE30% telah memenuhi standar ambang batas emisi gas buang HC. Sedangkan Pada bahan bakar BE20%, BE25%, dan BE30% didapat hasil kadar emisi gas buang CO memenuhi ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor. Sedangkan pada bahan bakar premium murni, BE5%, BE10%, dan BE15% tidak memenuhi ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor lama tanggal 1 Agustus 2006. Berdasarkan tahun pembuatan ≥ 2010 Parameter CO: 4,5%, HC 2000 ppm.

KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah berkat rahmat dan karunia Allah SWT, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul **“Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Premium Dicampur Dengan Bioethanol Dari Kulit Ubi Kayu Terhadap Emisi Gas Buang Hidrokarbon Dan Karbon Monoksida Pada Sepeda Motor Empat Langkah”**.

Dalam penulisan skripsi ini penulis banyak mendapat bimbingan, saran dan masukan dari dosen pembimbing. Untuk itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Drs. Syahril, ST, MSCE, Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
2. Bapak Drs. Martias, M.Pd. Selaku Ketua Jurusan Teknik Otomotif FT UNP.
3. Bapak Donny Fernandez, S.Pd, M.Sc Selaku Sekretaris Jurusan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
4. Bapak Drs. Hasan Maksum MT Selaku Pembimbing I yang telah banyak memberikan bantuan dan bimbingan dengan sabar dan ikhlas serta pengarahan kepada saya dalam penulisan skripsi ini.
5. Bapak Drs. M. Nasir M.Pd Selaku Pembimbing II yang telah banyak memberikan bantuan dan bimbingan dengan sabar dan ikhlas serta pengarahan kepada saya dalam penulisan skripsi ini.
6. Seluruh dosen, staf dan teknisi Jurusan Teknik Otomotif.

7. Kedua orang tua yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan kepada penulis baik berupa moril maupun materil.
8. Serta teman-teman seperjuangan yang telah meluangkan waktu dan tenaganya serta saran dan kritikan dalam penyelesaian skripsi ini.

Dalam penulisan proposal skripsi ini, penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangannya. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritikan yang membangun dari pembaca untuk menyempurnakan penulisan skripsi ini.

Padang, April 2015

Peneliti

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	8
C. Batasan Masalah.....	9
D. Rumusan Masalah.....	9
E. Tujuan Penelitian	10
F. Asumsi Penelitian.....	10
G. Manfaat Penelitian	11

BAB II KAJIAN TEORI

A. Landasan Teori.....	12
B. Penelitian Relevan.....	64
C. Kerangka Berpikir.....	66
D. Hipotesis Penelitian.....	68

BAB III METODELOGI PENELITIAN

A. Desain Penelitian.....	70
B. Definisi Operasional.....	72
C. Variabel Penelitian.....	73
D. Objek Penelitian.....	73
E. Jenis dan Sumber Data.....	74
F. Instrumen Penelitian.....	75
G. Prosedur Penelitian.....	75

H. Teknik Dan Pengumpulan Data	76
I. Teknik Analisis Data.....	81
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
A. Deskripsi Data	83
B. Hipotesis Statistik.....	105
C. Kriteria Penelitian	107
D. Pengujian Hipotesis	108
E. Pembahasan	122
F. Keterbatasan Penelitian	129
BAB V PENUTUP	
A. Kesimpulan	131
B. Saran.....	133
DAFTAR PUSTAKA	134
LAMPIRAN	137

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Perkembangan jumlah kendaraan di Indonesia.....	1
Tabel 2. Road Map Pengembangan Biofuel.....	3
Tabel 3. Jumlah Pengolahan UbiKayu di Wilayah Kota Padang	6
Tabel 4. Berat jenis atau densitas dan nilai panas dari bahan bakar.....	14
Tabel 5. Pengaruh Konsentrasi CO di Udara dan pengaruhnya pada tubuh bila Kontak terjadi pada waktu yang lama	24
Tabel 6. Arti nilai λ	31
Tabel 7. Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan bioethanol kulit ubi kayu.....	33
Tabel 8. Sifat bahan bakar dan aditifnya.....	41
Tabel 9. Komposisi kimia kulit ubi kayu	44
Tabel 10. Sifat Fisik Etanol.....	46
Tabel 11. Biaya pembuatan Bioethanol.....	54
Tabel 12. Pola penelitian	71
Tabel 13. Spesifikasi dari sepeda motor honda yang digunakan	74
Tabel 14. Data hasil pengujian kadar emisi gas buang hidrokarbon dan karbon Monoksida pada sepeda motor Supra X 125 dengan menggunakan bahan Bakar premium.....	77
Tabel 15. Data Hasil Pengujian kadar emisi gas buang hidrokarbon dan Karbon Monoksida pada sepeda motor Supra X 125 dengan menggunakan bahan bakar Premium dicampur dengan bioethanol dari kulit ubi kayu sebanyak5%	78
Tabel 16. Data Hasil Pengujian kadar emisi gas buang hidrokarbon dan karbon	

Monoksida pada sepeda motor Supra X 125 dengan menggunakan bahan Bakar premium dicampur dengan bioethanol dari kulit ubi kayu sebanyak 10%.....	78
Tabel 17. Data hasil pengujian kadar emisi gas buang hidrokarbon dan karbon Monoksida pada sepeda motor Supra X 125 dengan menggunakan bahan Bakar premium dicampur ethanol dari kulit ubi kayu sebanyak5%	79
Tabel 18. Data hasil pengujian kadar emisi gas buang hidrokarbon dan karbon Monoksida pada sepeda motor Supra X 125 dengan menggunakan bahan bakar premium dicampur ethanol dari kulit ubi kayu sebanyak 20%	79
Tabel 19. Data hasil pengujian kadar emisi gas buang hidrokarbon dan karbon Monoksida pada sepeda motor Supra X 125 dengan menggunakan bahan bakar premium dicampur ethanol dari kulit ubi kayu sebanyak25%	80
Tabel 20. Data hasil pengujian kadar emisi gas buang hidrokarbon dan karbon Monoksida pada sepeda motor Supra X 125 dengan menggunakan bahan bakar premium dicampur ethanol dari kulit ubi kayu sebanyak 30%	80
Tabel 21. Data hasil pengujian kadar emisi gas buang hidrokarbon pada sepeda motor Supra X 125 dengan menggunakan bahan bakar premium, BE5%, BE10%, BE15%, BE20%, BE25%, dan BE30%.....	83
Tabel 22. Data hasil pengujian kadar emisi gas buang karbon monoksida pada sepeda motor supra x 125 dengan menggunakan bahan bakar premium, BE5%, BE10%, BE15%, BE20%, BE25%, dan BE30%.	85
Tabel 23. Hasil pangujian HC bahan bakar Premium murni Dan BE 5%.....	86
Tabel 24. Analisa pengujian HC bahan bakar Premium Murni & BE5%	87

Tabel 25. Hasil pangujian CO bahan bakar Premium murni Dan BE 5%.....	88
Tabel 26. Analisa pengujian CO bahan bakar Premium Murni & BE5%	88
Tabel 27. Hasil pangujian HC bahan bakar Premium murni Dan BE 10%.....	89
Tabel 28. Analisa pengujian HC bahan bakar Premium Murni & BE10%	90
Tabel 29. Hasil pangujian CO bahan bakar Premium murni Dan BE 10%....	90
Tabel 30. Analisa pengujian CO bahan bakar Premium Murni & BE10%	91
Tabel 31. Hasil pangujian HC bahan bakar Premium murni Dan BE 15%.....	92
Tabel 32. Analisa pengujian HC bahan bakar Premium Murni & BE15%	92
Tabel 33. Hasil pangujian CO bahan bakar Premium murni Dan BE 15%.....	93
Tabel 34. Analisa pengujian CO bahan bakar Premium Murni & BE15%	94
Tabel 35. Hasil pengujian HC bahan bakar premium murni dan BE20%	94
Tabel 36. Analisa hasil pengujian HC Bahan Bakar Premium Murni & BE 20%.	95
Tabel 37. Hasil Pangujian CO Bahan Bakar Premium Murni & BE 20%.....	96
Tabel 38. Analisa hasil pengujian CO Bahan Bakar Premium Murni & BE 20%.....	96
Tabel 39. Hasil Pangujian HC Bahan Bakar Premium Murni & BE 25%.....	97
Tabel 40. Analisa hasil pengujian HC Bahan Bakar Premium Murni & BE 25%.....	98
Tabel 41. Hasil pengujian CO bahan bakar premium murni dan BE25%	98

Tabel 42. Analisa hasil pengujian CO Bahan Bakar Premium Murni & BE 25%.....	99
Tabel 43. Hasil pengujian HC bahan bakar premium murni dan BE30%	100
Tabel 44. Analisa hasil pengujian HC Bahan Bakar Premium Murni & BE 30%.....	100
Tabel 45. Hasil pengujian CO bahan bakar premium murni dan BE30%	101
Tabel 46. Analisa hasil pengujian CO Bahan Bakar Premium Murni & BE 30%	102
Tabel 47. Hasil Pengujian HC Bahan Bakar Premium Murni, BE5%, BE10%, BE15% & BE30%	102
Tabel 48. Analisa Hasil Pengujian HC Bahan Bakar Premium Murni, BE5%, BE10%, BE15%, BE20% & BE30%	103
Tabel 49. Hasil Pengujian CO Bahan Bakar Premium Murni, BE5%, BE10%, BE15%, BE20% & BE30%.....	104
Tabel 50. Analisa hasil pengujian CO Bahan Bakar Premium Murni, BE5%, BE10%, BE15% & BE30%.....	104
Tabel 51. Analisa Data Hasil Pengujian Kadar HC Dengan Menggunakan Uji t Pada Penggunaan Bahan Bakar Premium dan BE5%	109
Tabel 52. Analisa Data Hasil Pengujian Kadar HC Dengan Menggunakan Uji t Pada Penggunaan Bahan Bakar Premium dan BE10%	110
Tabel 53. Analisa Data Hasil Pengujian Kadar HC Dengan Menggunakan Uji t Pada Penggunaan Bahan Bakar Premium dan BE15%.....	111
Tabel 54. Analisa Data Hasil Pengujian Kadar HC Dengan Menggunakan Uji t Pada Penggunaan Bahan Bakar Premium dan BE20%.....	112
Tabel 55. Analisa Data Hasil Pengujian Kadar HC Dengan Menggunakan Uji t Pada Penggunaan Bahan Bakar Premium dan BE25%.....	113
Tabel 56. Analisa Data Hasil Pengujian Kadar HC Dengan Menggunakan Uji t Pada Penggunaan Bahan Bakar Premium dan BE30%	114
Tabel 57. Analisa Data Hasil Pengujian Kadar CO Dengan Menggunakan Uji t Pada Penggunaan Bahan Bakar Premium dan BE5%.....	115
Tabel 58. Analisa Data Hasil Pengujian Kadar CO Dengan Menggunakan Uji t Pada Penggunaan Bahan Bakar Premium dan BE10%.....	116
Tabel 59. Analisa Data Hasil Pengujian Kadar CO Dengan Menggunakan Uji t Pada Penggunaan Bahan Bakar Premium dan BE15%.....	118

Tabel 60. Analisa DataHasil Pengujian Kadar CO Dengan Menggunakan Uji t Pada Penggunaan Bahan Bakar Premium dan BE20%.....	119
Tabel 61. Analisa DataHasil Pengujian Kadar CO Dengan Menggunakan Uji t Pada Penggunaan Bahan Bakar Premium dan BE25%	120
Tabel 62. Analisa DataHasil Pengujian Kadar CO Dengan Menggunakan Uji t Pada Penggunaan Bahan Bakar Premium dan BE30%	121

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Perubahan Tekanan di dalam Silinder.....	16
Gambar 2. Detonasi Motor Bensin.....	20
Gambar 3. Hubungan Campuran udara- Bahan bakar terhadap Kualitas Emisi.....	30
Gambar 4. Perbandingan udara dan bahan bakar/stoichiometric.....	38
Gambar 5. Rantai karbon oktana.....	44
Gambar 6. Hasil pangujian HC bahan bakar Premium murni Dan BE 5% ...	46
Gambar 7. Hasil pangujian CO bahan bakar Premium murni Dan BE 5% ...	47
Gambar 8. Hasil pangujian HC bahan bakar Premiummurni Dan BE 10% ...	49
Gambar 9. Hasil pangujian CO bahan bakar Premium murni Dan BE 10% ..	50
Gambar 10. Hasil pangujian HC bahan bakar Premium murni Dan BE 15%..	52
Gambar 11. Hasil pangujian CO bahan bakar Premium murni Dan BE 15%..	54
Gambar 12. Hasil pangujian HC bahan bakar Premium murni Dan BE 20%..	56
Gambar 13. Hasil pangujian CO bahan bakar Premium murni Dan BE 20%..	58
Gambar 14. Hasil pangujian HC bahan bakar Premium murni Dan BE 25%..	59
Gambar 15. Hasil pangujian CO bahan bakar Premium murni Dan BE 25%..	60
Gambar 16. Hasil pangujian CO bahan bakar Premium murni Dan BE 30%..	62
Gambar 17. Hasil pangujian CO bahan bakar Premium murni Dan BE 30%..	63
Gambar 18. Hasil Pengujian HC Bahan Bakar PremiumMurni,BE5%, BE10%, BE15%& BE30%	65
Gambar 19. Hasil Pengujian COBahan Bakar PremiumMurni,BE5%, BE10%, BE15%& BE30%	66.

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1. Surat izin penelitian kepada Bapak Dekan Fakultas Teknik yang akan diajukan ke Laboratorium Kopertis Wilayah X.....	130
Lampiran 2. Formulir Pendaftaran Penelitian Di Laboratorium Kopertis Wilayah X	131
Lampiran 3. Surat izin penelitian kepada Bapak Kepala Laboratorium Pengujian Jurusan Teknik Otomotif dalam pengambilan data	132
Lampiran 4. Surat peminjaman alat labor	133
Lampiran 5. Surat bukti penelitian	134
Lampiran 6. Uji T_{Tabel} Lipson	145
Lampiran 7. Observasi Pengambilan Kulit Ubi Kayu Di Wilayah Kota Padang	136
Lampiran 8. Observasi Ke Pabrik Pengolahan Ubi Kayu Di Wilayah Kota Padang	137
Lampiran 9. Analisa data uji t	138
Lampiran 10. Dokumentasi Penelitian	168

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Peningkatan jumlah kendaraan bermotor dari tahun ke tahun begitu pesat, hal ini dikarenakan meningkatnya kebutuhan masyarakat akan kendaraan bermotor. Perkembangan teknologi transportasi serta jumlah kendaraan bermotor dari tahun ke tahun semakin meningkat khususnya sepeda motor. Karena sepeda motor menjadi kebutuhan penting dalam menunjang kegiatan sehari-hari.

Tabel 1 Perkembangan jumlah kendaraan di Indonesia
Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis
tahun 1987-2013

Tahun	Mobil Penumpang	Bis	Truk	Sepeda Motor	Jumlah
1987	1170103	303378	953694	5554305	7981480
1988	1073106	385731	892651	5419531	7771019
1989	1182253	434903	952391	5722291	8291838
1990	1313210	468550	1024296	6082966	8889022
1991	1494607	504720	1087940	6494871	9582138
1992	1590750	539943	1126262	6941000	10197955
1993	1700454	568490	1160539	7355114	10784597
1994	1890340	651608	1251986	8134903	11928837
1995	2107299	688525	1336177	9076831	13208832
1996	2409088	595419	1434783	10090805	14530095
1997	2639523	611402	1548397	11735797	16535119
1998	2769375	626680	1586721	12628991	17611767
1999*)	2897803	644667	1628531	13053148	18224149
2000	3038913	666280	1707134	13563017	18975344
2001	3189319	680550	1777293	15275073	20922235
2002	3403433	714222	1865398	17002130	22985183
2003	3792510	798079	2047022	19976376	26613987

2004	4231901	933251	2315781	23061021	30541954
2005	5076230	1110255	2875116	28531831	37623432
2006	6035291	1350047	3398956	32528758	43313052
2007	6877229	1736087	4234236	41955128	54802680
2008	7489852	2059187	4452343	47683681	61685063
2009	7910407	2160973	4452343	52767093	67336644
2010	8891041	2250109	4687789	61078188	76907127
2011	9548866	2254406	4958738	68839341	85601351
2012	10432259	2273821	5286061	76381183	94373324
2013	11484574	2286309	5615494	84732652	104118969

Sumber : Kantor Kepolisian Republik Indonesia

^{*)} sejak 1999 tidak termasuk Timor-Timur

Semakin meningkat laju penggunaan transportasi maka pemakaian bahan bakar premium semakin bertambah mengakibatkan persediaan minyak bumi lama-kelamaan akan semakin berkurang. Minyak bumi adalah sumber bahan bakar minyak yang tidak dapat diperbaharui. Selain pemangkasan subsidi BBM, pemerintah juga harus melakukan langkah-langkah penghematan energi dan mencari sumber-sumber energi baru untuk mengurangi cadangan minyak bumi. Karena itu pemerintah mengeluarkan Perpres No. 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional, dimana pemanfaatan BBN (biofuel) ditargetkan 2% pada tahun 2010 dan 5% pada 2025.

Memunculkan Bahan Bakar Nabati (BBN) pada bahan bakar yang bersumber dari hasil pengolahan produk pertanian. Jika dibandingkan dengan BBM, memang tidak ada bedanya, karena sama-sama bersumber dari tanaman dan hewan. Namun, BBM baru bisa dihasilkan setelah tanaman dan hewan tersebut diolah oleh bumi selama berjuta tahun hingga membentuk fosil. Dari

situlah BBM dihasilkan, sedangkan BBN, yang sama-sama bersumber dari tanaman dan hewan (kotorannya) bisa dibentuk hanya dalam kurun waktu beberapa hari saja, seperti misalnya pada contoh pengolahan bahan bakar jenis etanol. Sementara untuk bahan bakar jenis gas, baru dapat dimanfaatkan hasilnya setelah berproses selama lebih kurang satu bulan. Jika dibandingkan dengan BBM, tentu jauh lebih cepat BBN.

Seiring dengan berkurangnya pasokan cadangan minyak bumi, dengan demikian pemerintah harus melakukan penghematan dalam pemakaian BBM, yakni dengan cara memproduksi bahan bakar bioetanol, gambaran pengembangan bioetanol di Indonesia untuk lebih jelasnya dapat dilihat dari tabel berikut.

Tabel 2. Pengembangan Biofuel

Tahun	2005-2010	2011-2015	2016-2025
Biodisel	Pemanfaatan biodisel sebesar 10% konsumsi solar 2,31 juta kilo liter	Pemanfaatan biodisel sebesar 15% konsumsi solar 4,52 juta kilo liter	Pemanfaatan biodisel sebesar 20% konsumsi solar 10,22 juta kilo liter
STANDAR BIOFUEL NASIONAL			
Bioetanol	Pemanfaatan bioetanol sebesar 5% konsumsi bioetanol 1,48 juta kilo liter	Pemanfaatan bioetanol sebesar 10% konsumsi bioetanol 2,78 juta kilo liter	Pemanfaatan bioetanol besar 15% konsumsi bioetanol 6,28 juta kilo liter

Tim Nasional Pengembangan BBN. (2008)

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa gambaran pemanfaatan bioetanol dari tahun 2005-2010 sebesar 5% dengan konsumsi 1,48 juta kilo liter dan lebih meningkat pemanfaatannya pada tahun 2011-2015 10% dengan konsumsi 2,78 juta kilo liter.

Berkembangnya teknologi khususnya di bidang transportasi pada saat ini membuat konsumsi bahan bakar minyak semakin meningkat, termasuk pada penggunaan kendaraan bermotor dengan bahan bakar bensin. Kondisi ini mendorong pihak-pihak yang berkepentingan untuk mencari bahan bakar alternatif guna mengurangi konsumsi bahan bakar konvensional tetapi dengan kinerja motor yang lebih efektif, serta dapat mengurangi penyebab terjadinya polusi udara.

Pencemaran udara saat ini meningkat dengan tajam seiring dengan perkembangan industrialisasi dan perkembangan teknologi. Menurut Zainal Arifin (Hal: 21-22) Pencemaran udara diartikan sebagai adanya bahan-bahan atau zat-zat asing di dalam udara yang menyebabkan perubahan susunan (komposisi) udara dari keadaan normalnya. Srikandi (1992: 93) menyatakan “Sumber polusi yang utama berasal dari transportasi, dimana hampir 60% dari polutan yang umum dihasilkan terdiri dari Karbon Monoksida dan sekitar 15% terdiri dari hidrokarbon”.

Berbagai upaya dilakukan untuk menghasilkan sepeda motor dengan performa mesin yang lebih baik, memiliki tenaga yang besar, irit bahan bakar dan ramah lingkungan. Bensin yang ditambah etanol efisiensi pembakarannya

meningkat sehingga pembakarannya sempurna. Akibatnya akan mengurangi tingkat pencemaran udara.

Dengan nilai oktan yang tinggi, maka proses pembakaran menjadi lebih sempurna dan emisi gas buang hasil pembakaran dalam mesin kendaraan bermotor lebih baik. Bioetanol bisa digunakan dalam bentuk murni atau sebagai campuran bahan bakar *gasoline* (bensin). Dibanding bensin, etanol lebih baik karena memiliki angka *research octane* 108,6 dan *motor octane* 89,7, angka tersebut melampaui nilai maksimum yang mungkin dicapai oleh gasolin, yaitu *research octane* 88.

Keuntungan penggunaan bioetanol sebagai bahan bakar *alternative* pengganti minyak bumi adalah tidak memberikan tambahan *netto* karbondioksida pada lingkungan karena CO₂ yang dihasilkan dari pembakaran etanol diserap kembali oleh tumbuhan dan dengan bantuan sinar matahari CO₂ digunakan dalam proses fotosintesis. Di samping itu, bahan bakar bioetanol memiliki nilai oktan tinggi sehingga dapat digunakan sebagai bahan peningkat oktan (*octane enhancer*) menggantikan senyawa eter dan logam berat seperti Pb sebagai anti-*knocking agent* yang memiliki dampak buruk terhadap lingkungan.

Kelebihan lain dari bioetanol ialah cara pembuatannya yang sederhana yaitu fermentasi menggunakan mikroorganisme tertentu. Proses pembuatan bioetanol melalui beberapa tahap yaitu isolasi pati, hidrolisis pati menjadi glukosa, fermentasi atau perubahan glukosa menjadi etanol atau bioetanol, dan destilasi bioetanol.

Di kota padang banyak sekali pabrik pengolahan ubi kayu untuk diolah sebagai makanan ringan salah satunya dalam pembuatan keripik sanjai atau keripik balado. Semakin banyak produksi ubi kayu maka semakin banyak pula limbah dari ubi kayu (kulit ubi kayu) yang dihasilkan.

Tabel 3. Jumlah Pengolahan Ubi Kayu di Wilayah Kota Padang dan Bukit Tinggi

No	Wilayah Kota Padang	Jumlah Pengolahan Ubi Kayu/ hari	
	Nama Pabrik/Daerah	Ubi Kayu/ Karung (kg)	Kulit Ubi Kayu/ Karung (kg)
1.	Cristin Hakim/ Pondok	25 Karung (2500 kg)	30 Karung (1500 kg)
2.	Mahkota/ Tunggul Hitam	20 Karung (1000 kg)	25 Karung (8000 kg)
3.	4x7/ Olo	15 Karung (750 kg)	20 Karung (500 kg)
4.	Nayla/ Tunggul Hitam	10 Karung (500 kg)	15 Karung (100 kg)
No	Wilayah Kota Bukit Tinggi	Jumlah Pengolahan Ubi Kayu/hari	
	Nama Pabrik/ Daerah	Ubi Kayu/ Karung (kg)	Kulit Ubi Kayu/ Karung
1.	Ummi Aufa Hakim/ jln. Soekarno Hatta	10 Karung (450 kg)	3 Karung (100 kg)
2.	Sanjai Mintuo	700 kg	5 Karung (450 kg)

Sumber: Wawancara ke pabrik pembuatan kripik sanjai.

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa pengolahan ubi kayu di Wilayah Kota Padang ada empat daerah yang peneliti kunjungi yaitu: Cristin Hakim berlokasi di Pondok dengan jumlah ubi kayu yang di olah /hari sebanyak 25 karung (2500 kg) menghasilkan kulit ubi kayu sebanyak 30 karung (1500 kg). Mahkota berlokasi di Tunggul Hitam dengan jumlah ubi kayu yang di olah/hari sebanyak 20 Karung (1000 kg) menghasilkan kulit ubi kayu sebanyak 25 karung (8000 kg). 4x7 berlokasi di Jln. Olo dengan jumlah ubi kayu yang di olah/hari

sebanyak 15 karung (750 kg) menghasilkan kulit ubi kayu sebanyak 20 karung (500 kg). Nayla berlokasi di Tunggul Hitam dengan jumlah ubi kayu yang di olah/hari sebanyak 10 karung (500 kg) menghasilkan kulit ubi kayu sebanyak 15 karung (100 kg).

Pengolahan ubi kayu di Wilayah Kota Bukit Tinggi ada dua tempat produksi kripik sanjai yang peneliti kunjungi yaitu:Ummi Aufa Hakim berlokasi di jalan Soekarno Hatta dengan jumlah ubi kayu yang di olah/hari sebanyak 10 karung (450 kg) menghasilkan kulit ubi kayu sebanyak 3 karung (100 kg). Sanjai Mintuo berlokasi di jalan Soekarno Hatta dengan jumlah ubi kayu yang di olah/hari sebanyak 700 kg menghasilkan kulit ubi kayu sebanyak 5 karung (450 kg).

Pemanfaatan limbah kulit ubi kayu dapat mencegah penumpukkan limbah disekitar industri yang memanfaatkan kulit ubi kayu sebagai bahan baku dalam pembuatan bioethanol yang peneliti buat. Limbah kulit ubi kayu tidak baik bagi lingkungan karena kandungan sianida (toksik) yang tinggi sehingga dapat mencemari tanah (Nduponipop, 2008). Paparan sianida dalam konsentrasi tinggi dapat menyebabkan kerusakan otak, hati, bahkan koma dan kematian dalam jangka waktu yang pendek. Namun, sianida ini dapat rusak oleh panas, sehingga dalam pemanfaatan limbah kulit ubi kayu, digunakan proses pemanasan (Nduponipop,2008). Pemanfaatan kulit ubi kayu selain digunakan sebagai makanan ternak,juga bisa digunakan untuk bahan pembuatan bioethanol.

Semakin banyak produksi ubi kayu, maka semakin banyak pula limbah dari kulit ubi kayu yang dihasilkan.

Jumlah kulit ubi kayu yang berada dalam jumlah massif ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku energi terbarukan yang ramah lingkungan, karena berperan sebagai sumber energi terbarukan, pemanfaatan limbah kulit ubi kayu yang dapat berdampak negative pada lingkungan serta memberikan nilai tambah pada limbah.

Kulit ubi kayu merupakan salah satu sumber bioethanol dari bahan berserat. Kulit ubi kayu bisa berpotensi untuk diproduksi menjadi bioethanol yang digunakan sebagai pengganti bahan bakar minyak. Adapun kulit ubi kayu merupakan limbah dari tanaman ubi kayu yang memiliki kandungan serat yang dapat digunakan sebagai sumber energi.

Sehingga penulis tertarik melakukan penelitian dengan judul ‘‘Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Premium Dicampur Bioethanol Dari Kulit Ubi Kayu Terhadap Emisi Gas Buang Hidrokarbon dan Karbon monoksida Pada Sepeda Motor Empat Langkah.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang diuraikan sebelumnya, dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. Semakin meningkat pemakaian kendaraan bermotor mengakibatkan meningkatnya pemakaian bahan bakar, sedangkan persediaan minyak bumi sebagai bahan baku semakin berkurang.

2. Semakin meningkat jumlah pemakaian kendaraan bermotor mengakibatkan meningkatnya tingkat polusi udara yang diakibatkan oleh gas-gas berbahaya yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor.
3. Semakin banyak produksi ubi kayu di Kota Padang, maka semakin banyak pula limbah ubi kayu yang dihasilkan. Sehingga limbah ubi kayu belum dimanfaatkan secara maksimal sedangkan kulit ubi kayu adalah bahan yang tepat digunakan untuk memproduksi bioethanol.

C. Batasan Masalah

Agar penelitian lebih fokus dan terarah, maka permasalahan yang akan dibahas dibatasi pada “Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Premium Dicampur Dengan Bioethanol Dari Kulit Ubi Kayu Terhadap Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor Supra X 125”.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan pembatasan masalah diatas, maka masalah dapat dirumuskan yaitu Bagaimana Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Premium Dicampur Dengan Bioethanol Dari Kulit Ubi Kayu Terhadap Emisi Hidrokarbon Dan Karbon Monoksida Pada Sepeda Motor Supra X 125?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah:

1. Mengungkapkan pengaruh penggunaan bahan bakar premium dicampur dengan bioethanol dari kulit ubi kayu terhadap emisi Hidrokarbon pada sepeda motor Supra X 125
2. Mengungkapkan pengaruh penggunaan bahan bakar premium dicampur dengan bioethanol dari kulit ubi kayu terhadap emisi Karbon Monoksida pada sepeda motor Supra X 125.

F. Asumsi

Berdasarkan tujuan penelitian yang telah di kemukakan di atas, maka beberapa asumsi yang perlu peneliti kemukakan dalam penelitian ini:

1. Suhu udara pada saat penelitian diasumsikan sama.
2. Kualitas bahan bakar yang digunakan dalam setiap pengujian diasumsikan sama .
3. Tekanan injeksi bahan bakar pada saat pengujian dianggap sama .
4. Tekanan kompresi pada saat pengujian dianggap sama .
5. Derajat pengapian diasumsikan sama
6. Gaya gesekan antar komponen pada saat pengujian dianggap sama .
7. Efisiensi volumetrik pada saat pengujian dianggap sama .

G. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Bagi peneliti, sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
2. Untuk memberikan informasi kepada masyarakat, bahwa pemanfaatan penggunaan kulit ubi kayu bisa digunakan sebagai bahan bakar bioethanol sebagai bahan bakar alternatif yang digunakan untuk mengurangi pasokan minyak bumi yang tersedia.
3. Bagi pembaca, sebagai wacana untuk meningkatkan wawasan mengenai pengaruh pemakaian bahan bakar premium dicampur dengan bioethanol dari kulit ubi kayu dapat meningkatkan efisiensi pembakaran motor sehingga pembakaran sempurna dan mengurangi tingkat pencemaran udara.
4. Sebagai bahan pertimbangan dan referensi dalam mengembangkan pengetahuan dalam dunia otomotif.

BAB II KAJIAN TEORI

A. Landasan Teori

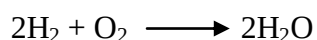
1. Proses Pembakaran

Secara umum proses pembakaran didefinisikan sebagai reaksi kimia atau reaksi persenyawaan bahan bakar dengan oksigen dengan diikuti oleh sinar dan panas. Mekanisme pembakaran sangat dipengaruhi oleh keadaan dari keseluruhan proses pembakaran dimana atom-atom dari komponen yang dapat bereaksi dengan oksigen dan membentuk produk yang berupa gas.

Pembakaran adalah reaksi kimia antara unsur bahan bakar dengan oksigen. Oksigen didapat dari udara luar yang merupakan campuran dari beberapa senyawa kimia antara lain oksigen (O), nitrogen (N), argon (Ar), karbondioksida (CO₂) dan beberapa gas lainnya. Toyota step 2 (1972:2-2) “Pembakaran didefinisikan sebagai reaksi kimia atau reaksi persenyawaan bahan bakar dengan oksigen dengan diikuti oleh sinar panas”.

Perbandingan udara bahan bakar atau AFR (Air Fuel Ratio). Berdasarkan jenis bahan bakar

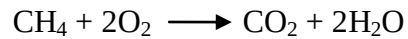
a. Hidrogen



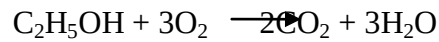
b. Bahan bakar minyak



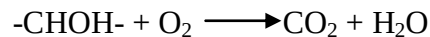
c. Metana



d. Etanol

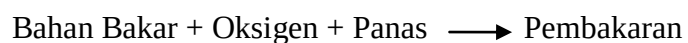


e. Karbohidrat



Pembakaran di dalam silinder adalah reaksi kimia persenyawaan bahan bakar dengan udara (Oxygen), yang diikuti dengan timbulnya panas. Panas yang dilepas selama proses pembakaran inilah yang digunakan untuk tenaga/power. Mekanisme pembakaran dipengaruhi oleh keseluruhan proses pembakaran di mana atom-atom dari bahan bakar dapat bereaksi dengan Oksigen dan membentuk gas.

Dalam mesin bensin terbakar ada tiga hal yaitu: bensin dan udara bercampur homogen dengan perbandingan 1:14,7 campuran tersebut dimampatkan oleh gerakan piston hingga tekanan dalam silinder 12 bar sehingga menimbulkan panas, kemudian campuran tersebut bereaksi dengan panas yang dihasilkan oleh percikan bunga api busi, dan terjadilah:



Tabel 4. Berat jenis atau densitas dan nilai panas dari bahan bakar

Jenis bahan bakar	Densitas (g/liter)	Nilai panas	
		Kcal/g	Kcal/liter
Minyak bensin	740	10,61	7850
Minyak diesel	825	10,42	8600
Ethanol (<i>ethyl-alcohol</i>)	773	6,60	5100

Sumber: Hendrata Suhada. Jurnal. 2002.

Proses pembakaran mesin bensin tidak terjadi dengan sempurna karena lima alasan sebagai berikut :

- Waktu pembakaran singkat
- Overlapping katup
- Udara yang masuk tidak murni hanya oksigen
- Bahan bakar yang masuk tidak murni
- Kompresi tidak terjamin rapat sempurna.

Proses pembakaran pada motor bensin dapat terjadi apabila :

- Campuran bahan bakar udara masuk kedalam silinder.
- Campuran dikompresikan.
- Bahan bakar dinyalakan dengan bunga api listrik (busi).

Bensin mengandung unsur-unsur carbon dan hydrogen yang dapat terbakar apabila: Hydrocarbon terbakar bersama Oxygen sebelum Carbon bergabung dengan Oxygen. Carbon terbakar lebih dahulu daripada Hydrogen. Senyawa Hydrocarbon terlebih dahulu bergabung dengan oxygen dan membentuk senyawa (senyawa hydroxilasi) dan kemudian terbakar (thermis).

Jika pembakaran berlangsung, diperlukan :

- Bahan bakar dan udara dimasukan kedalam silinder.

b. Bahan bakar dipanaskan hingga suhu nyala.

Ada 2 kemungkinan yang dapat terjadi pada pembakaran motor bensin, yaitu: Pembakaran sempurna (normal), di mana bahan bakar dapat terbakar seluruhnya pada saat dan kondisi beban yang dikehendaki. Pembakaran tidak sempurna (tidak normal), di mana sebagian bahan bakar tidak ikut terbakar, atau tidak terbakar bersama-sama pada saat dan kondisi yang dikehendaki.

Wardan (1989:257) menjelaskan bahwa “Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi proses pembakaran di dalam silinder ini. Faktor-faktor tersebut ialah: temperatur, kerapatan campuran, komposisi, dan turbulensi yang ada pada campuran”.

Ada dua kemungkinan yang dapat terjadi pada pembakaran motor bensin yaitu sebagai berikut:

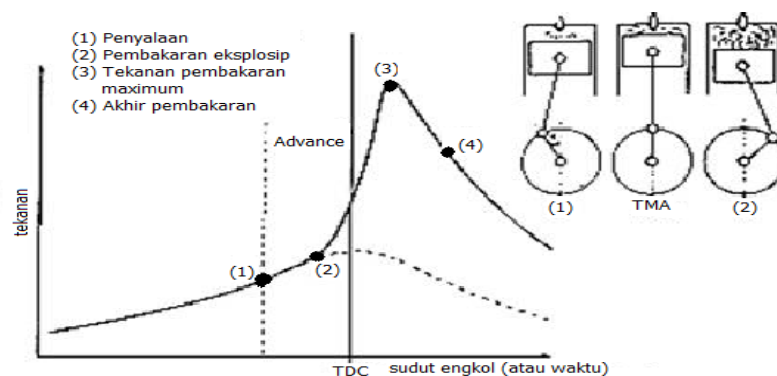
a. Pembakaran Sempurna

Menurut Wardan (1989:248) dikatakan “Pembakaran normal (Pembakaran Sempurna) apabila pembakaran di dalam silinder terjadi karena nyala api yang ditimbulkan oleh percikan bunga-bunga api oleh busi yang dengan bunga api ini proses terbakarnya bahan bakar berlangsung hingga seluruh bahan bakar yang ada di dalam silinder terbakar habis dengan kecepatan yang relatif konstan”.

Menurut Toyota Step 2 (1975:2-2) menjelaskan bahwa “Mekanisme pembakaran yang sempurna ini dimulai pada saat terjadinya loncatan bunga api pada busi. Selanjutnya api membakar campuran bahan bakar udara dan terus menjalar keseluruh bagian campuran sampai semua partikel-partikel campuran bahan bakar dan udara terbakar habis. Di dalam pembakaran normal, pembagian nyala api pada waktu ignition delay terjadi disemua bagian.

Berdasarkan pengertian pembakaran sempurna (pembakaran normal) dari berbagai pendapat, dapat penulis simpulkan bahwa:

Pembakaran sempurna (pembakaran normal) adalah apabila pembakaran di dalam silinder terjadi karena nyala api yang ditimbulkan oleh percikan bunga api busi, sehingga proses terbakarnya seluruh bahan bakar di dalam silinder terbakar habis dengan kecepatan relative konstan.



Dwi Widjanarko dan Aburrahman (2008:15-16) menjelaskan langkah-langkah kerja secara lengkap sebagai penjelasan proses kerja gambar sistem pembakaran pada gambar 2 adalah sebagai berikut:

1) Penyalan

Pembakaran pada motor bensin diawali dengan pecikan bunga api pada busi sekitar 100 menjelang titik mati atas pada akhir langkah kompresi.

2) Pembakaran Eksplosip

Pembakaran dimulai dengan mulai terjadinya perambatan api pada busi yang menyebabkan mulai terbakarnya campuran bahan bakar dan udara pada ruang bakar. Piston bergerak dari TMB menuju TMA.

3) Tekanan Pembakaran Maximum

Proses pembakaran maksimum terjadi saat piston berada pada 100 setelah titik mati TMA. Energy yang dihasilkan oleh pembakaran maksimum akan menjadi langkah usaha (ledakan pada ruang bakar) yang dapat menyebabkan piston bergerak dari TMA menuju TMB.

4) Akhir Pembakaran

Proses akhir pembakaran adalah Proses berakhirnya busi memercikkan bunga api pada ruang bakar serta dalam ruang bakar sedang memulai langkah usaha. Piston bergerak dari TMA menuju TMB.

b. Pembakaran Tidak Sempurna

Wardan (1989:257) menjelaskan bahwa “Yang dimaksud dengan pembakaran tidak normal adalah pembakaran yang terjadi di dalam silinder dimana nyala api dari pembakaran ini tidak menyebar dengan teratur dan merata sehingga menimbulkan masalah atau bahkan kerusakan pada bagian-bagian dari motor dapat terjadi akibat dari pembakaran yang tidak sempurna ini”.

1) Knocking/Detonasi

Toyota Step 2 (1972:2-3) mengemukakan bahwa “Knocking merupakan suatu proses pembakaran dari

campuran bahan bakar dengan udara tanpa menggunakan percikan bunga api dari busi. Melainkan terbakar dengan sendirinya yang disebabkan oleh naiknya tekanan dan temperatur yang tinggi serta sumber panas lain seperti panas akibat kompresi dan panas arang yang membara”.

Wardan (1989:133) menjelaskan bahwa “Detonasi adalah suara seperti pukulan atau benturan yang terjadi di dalam silinder pada saat pembakaran terjadi serta dapat merusak bagian –bagian motor seperti silinder, piston, ring piston, katup dan bagian lainnya.

Wardan (1989:248) menjelaskan bahwa “Apabila pembakaran terjadi dengan dibarengi perubahan kecepatan dan tekanan yang hebat, maka kejadian ini biasa disebut dengan detonasi. Pada saat terjadi detonasi ini biasanya diiringi dengan timbulnya suara di dalam silinder seperti ketukan baik keras maupun tidak.

Daryanto (2003:15) menjelaskan bahwa “Keterlambat pembakaran diperpanjang atau pada masa ini terjadi peristiwa pembakaran terlampau cepat maka sejumlah bahan bakar akan segera menyala dan dalam periode kedua akan terjadi penyebaran api secara berlebihan, hal ini akan menghasilkan kenaikan tekanan terlampau cepat dan mengakibatkan getaran serta suara, peristiwa demikian dikenal dengan istilah “knocking”.

Daryanto (2004:16) menjelaskan bahwa “Detonasi yang terjadi pada mesin bensin merupakan akibat dari sistem pengapian itu sendiri karena sisa bahan bakar pada ruang bakar tidak terbakar dengan sempurna”.

Wahyu (2012-25) menjelaskan bahwa “Pada motor bensin saat langkah kompresi yang dikompresikan adalah campuran bensin dan udara, maka besarnya perbandingan kompresi motor bensin harus dibatasi tidak boleh terlalu tinggi , karena dapat mengakibatkan terjadinya detonasi

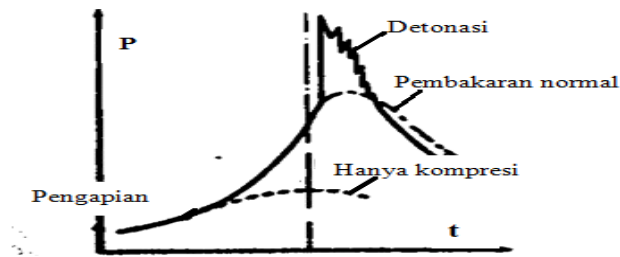
yaitu penyalaan sendiri sebelum waktunya atau busi belum dinyalakan”.

Berdasarkan pengertian detonasi/knocking dari berbagai pendapat dapat penulis simpulkan bahwa:

Detonasi/knocking merupakan suatu proses pembakaran dari campuran bahan bakar dengan udara. Pembakaran terjadi dengan dibarengi perubahan kecepatan dan tekanan yang hebat maka sejumlah bahan bakar akan segera menyala dan dalam periode kedua akan terjadi penyebaran api secara berlebihan, hal ini akan menghasilkan kenaikan tekanan terlampau cepat dan mengakibatkan getaran serta suara di dalam selinder.

Hal-hal yang menyebabkan knocking adalah:

- a) Perbandingan kompresi, tekanan kompresi, suhu serta temperatur silinder yang tinggi.
- b) Masa pengapian terlalu cepat.
- c) Putaran mesin lambat dan penyebaran pengapian lambat.
- d) Penempatan busi dan konstruksi ruang bakar tidak tepat serta jarak penyebaran api terlalu jauh.
- e) Campuran bahan bakar terlalu kaya.
- f) Angka oktan bensin terlalu rendah



Gambar 2. Detonasi Motor Bensin
(Toyota Step 2,1994:2-4)

Ada beberapa kerugian yang dapat diakibatkan oleh detonasi yaitu:

- a) Adanya kejutan yang ditimbulkan oleh detonasi yang dirasakan oleh bagian-bagian dari motor
- b) Naiknya tekanan yang tidak terkontrol sehingga tekanan maksimum tidak bisa ditepatkan pada titik yang paling menguntungkan untuk memutar poros engkol.
- c) Kerugian yang disebabkan oleh adanya perbedaan tekanan di dalam silinder yang mengakibatkan getaran gas di dalam silinder yang akan mengikis minyak pelumas di permukaan dinding silinder sehingga memungkinkan terjadinya keausan yang lebih besar.
- d) Menyebabkan timbulnya panas yang berlebihan pada daerah atau titik tertentu sehingga menyebabkan terjadinya pre ignition.

2) Pre Ignition

Wardan (1989:248) mengemukakan bahwa “Pre Ignition adalah apabila pembakaran terjadi bukan karena bunga api yang

dihasilkan oleh busi melainkan terbakar karena panas yang ada dalam silinder dan menyebabkan bahan bakar terbakar dengan sendirinya”.

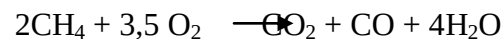
Toyota Step 2 (1972:2-4) mengemukakan bahwa “Gejala pembakaran tidak normal adalah Pre Ignition peristiwanya hampir sama dengan knocking tetapi terjadinya pada saat busi belum memercikan bunga api. Campuran bahan bakar udara terbakar dengan sendirinya sebagai akibat dari tekanan dan suhu yang cukup tinggi sebelum terjadinya busi menyala”.

c. Pembakaran Tidak Lengkap

Pembakaran yang tidak lengkap yaitu pembakaran yang ada kelebihan atau kekurangan oksigen atau hidrogen. Contoh reaksi pembakaran yang kelebihan oksigen yaitu:

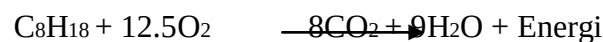


Reaksi pembakaran kekurangan oksigen:



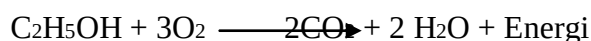
Adapun reaksi pembakaran sempurna dari bioetanol dan bensin sebagai berikut:

a. Reaksi pembakaran sempurna bensin



(Charles,dkk, 1993:376)

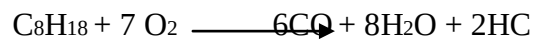
b. Reaksi pembakaran sempurna bioetanol



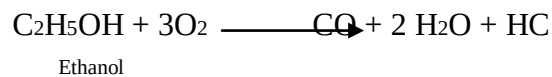
^{Ethanol}
(Fessenden dan Fessenden, 1982:287)

Reaksi pembakaran tidak sempurna dari bioetanol dan bensin adalah sebagai berikut:

- a. Reaksi pembakaran tidak sempurna bensin



- b. Reaksi pembakaran tidak sempurna bioetanol



Dari uraian di atas, terlihat bahwa penggunaan etanol (sebagai campuran atau murni) pada motor bensin, positif menyebabkan turunnya emisi CO dan HC dibandingkan dengan penggunaan bensin. Selain itu, pada prinsipnya emisi CO₂ yang dihasilkan pada pembakaran etanol juga akan dipergunakan oleh tumbuhan penghasil etanol tersebut. Berbeda dengan bahan bakar fosil, pembakaran etanol tidak menciptakan sejumlah CO₂ baru ke lingkungan.

2. Emisi Gas Buang Kendaraan

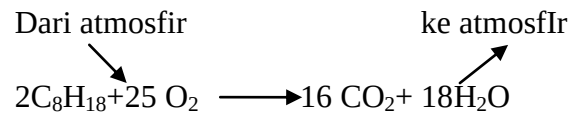
Emisi gas buang adalah zat atau unsur yang dihasilkan oleh proses pembakaran dalam ruang bakar yang dibuang ke udara bebas. Pencemaran udara yang diproduksi kendaraan bermotor dihasilkan dari pembakaran dan penguapan bahan bakar kendaraan.

Harsanto dalam Gustina (2009:47) “Penyebab polusi udara dapat ditinjau dari segi meteorologi sumber pencemaran udara”.Riman (2011:380) menjelaskan bahwa “Terdapat empat faktor utama yang mempengaruhi emisi suatu kendaraan bermotor yaitu kondisi dan teknologi kendaraan, kondisi jalan, kualitas bahan bakar, ketepatan pemeliharaan kendaraan”.

Konsentrasi (Perbandingan Volumetrik) dari CO di dalam gas buang pada umumnya ditentukan oleh perbandingan udara bahan bakar.

a. Gas Buang

Bila bensin terbakar, maka akan terjadi reaksi dengan oksigen membentuk Carbon Dioksida (CO_2) dan air (H_2O). Reaksi ini dinyatakan sebagai berikut:



1) CO (Carbon Monoxida)

Menurut: Zainal Arifin (2009: 37)

CO (Carbon Monoxida) Tidak berwarna & tidak beraroma, Tidak mudah larut dalam air Perbandingan berat terhadap udara ($1\text{ Atm}^\circ\text{C}$) 0,967 Di dalam udara bila diberikan api akan terbakar dengan mengeluarkan asap biru dan menjadi CO_2 (Carbon Dioxida). Berasal dari kendaraan bermotor 93% Power generator 7 % Terutama tempat sumbernya adalah pada kendaraan disaat idling.

Akibat yang ditimbulkan dari CO diantaranya adalah akan bercampur dengan Hemoglobin yang terdapat dalam darah menjadi Carbon Monoxida Hemologen (COHb). Dengan bertambahnya COHb , fungsi pengaliran Oxygen dalam darah akan terhalang di dalam darah bila terdapat COHb 5 % (dalam udara CO 40 ppm) akan menimbulkan keracunan dalam darah.

Menurut Srikandi (1992:99), ‘‘faktor penting yang menentukan pengaruh CO terhadap tubuh manusia adalah konsentrasi COHb yang terdapat di dalam darah, dimana semakin tinggi presentase hemoglobin yang terikat dalam bentuk COHb , semakin parah pengaruhnya terhadap kesehatan manusia.’’

Hubungan antara konsentrasi COHb di dalam darah dan pengaruhnya terhadap kesehatan manusia dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 5. Pengaruh Konsentrasi CO di Udara dan pengaruhnya pada tubuh bila kontak terjadi pada waktu yang lama

Konsentrasi CO Di Udara (ppm)	Konsentrasi COHb di dalam darah (%)	Gangguan pada tubuh
3	0,89	Tidak ada
5	1,3	Belum begitu terasa
10	2,1	Sistem syaraf sentral
20	3,7	Panca indera
40	6,9	Fungsi jantung
60	10,1	Sakit kepala
80	13,3	Sulit bernafas
100	16,5	Pingsan-Kematian

(Wisnu, 2004:120)

Karbon Monoxyda (CO) adalah suatu komponen tidak berwarna, tidak berbau dan tidak mempunyai rasa yang terdapat dalam bentuk gas pada suhu di atas -192°C . Komponen ini mempunyai berat sebesar 96.5% dari berat air dan tidak larut di dalam air. Karbon monoksida yang terdapat di alam terbentuk dari salah satu proses sebagai berikut:

- Pembakaran tidak lengkap terhadap karbon atau komponen yang mengandung karbon.
- Reaksi antara karbon dioksida dan komponen yang mengandung karbon pada suhu tinggi.
- Pada suhu tinggi, karbon dioksida terurai menjadi karbon monoksida dan O.

Rasio antara udara dan bahan bakar yang rendah akan mengurangi emisi NO_x tetapi menghasilkan emisi CO dan HC yang tinggi. Penggunaan rasio udara dengan bahan bakar yang tinggi mungkin dapat memecahkan masalah ini. Berbagai cara telah dilakukan untuk mengontrol emisi CO dari kendaraan bermotor. Cara-cara tersebut diantaranya adalah sebagai berikut:

- a. Modifikasi mesin pembakaran untuk mengurangi jumlah polutan yang terbentuk selama pembakaran.
- b. Pengembangan reactor sistem exshaust sehingga proses pembakaran berlangsung sempurna dan polutan yang berbahaya diubah menjadi polutan yang lebih aman.
- c. Perkembangan substitusi bahan bakar untuk bensin sehingga menghasilkan polutan dengan konsentrasi rendah selama pembakaran.
- d. Pengembangan sumber tenaga yang rendah polusi untuk menggantikan mesin pembakaran yang ada.

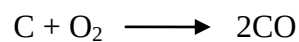
Sumber: (Srikandi Fardiaz. Polusi Air & Udara. 1992. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. Hal: 94-95)

Secara umum terbentuknya gas CO adalah melalui proses berikut ini:

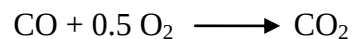
- a. Pembakaran bahan bakar fosil dengan udara yang reaksinya tidak stoikhiometris adalah pada harga $ER > 1$.

- b. Pada suhu tinggi terjadi reaksi antara karbon dioksida (CO_2) dengan karbon C yang menghasilkan gas CO.
- c. Pada suhu tinggi, CO_2 dapat terurai kembali menjadi CO dan oksigen.

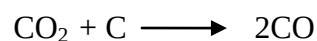
Pada pembakaran dengan harga $ER > 1$, bahan bakar yang digunakan lebih banyak dari udara. Hal ini memungkinkan terjadi gas CO reaksinya sebagai berikut:



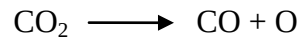
Kalau jumlah udara (oksigen) cukup atau stoikiometris maka akan terjadi reaksi lanjutannya, yaitu:



Reaksi pembentukan CO lebih cepat dari pada reaksi pembentukan CO_2 sehingga pada hasil akhir pembakaran masih mungkin terdapat gas CO. Apabila pencampuran bahan bakar (karbon) yang tidak berhubungan dengan oksigen dan keadaan ini menambah kemungkinan terbentuknya gas CO yang terjadi pada suhu tinggi dengan mengikuti reaksi berikut ini:



Selain dari pada ini, pada reaksi pembakaran yang menghasilkan panas dengan suhu akan membantu terjadinya penguraian (disosiasi) gas CO_2 menjadi gas CO yang mengikuti reaksi berikut ini:



Semakin tinggi suhu hasil pembakaran maka jumlah gas CO_2 yang terdisosiasi menjadi CO dan O akan semakin banyak. Suhu tinggi merupakan pemicu terjadinya gas CO.

Sumber: (Wisnu Arya Wardhana. Dampak Pencemaran Lingkungan. 1995. Penerbit: Andi Offset. Yogyakarta. Hal: 41).

2) Hidrokarbon (HC)

Hidrokarbon (HC) ialah bensin mentah yang belum terbakar, yang berasal dari gas yang keluar akibat overlap katup masuk dan katup buang dan biasa pula disebabkan gas sisa dekat dinding selinder yang terbuang saat langkah buang 1 atau gas mentah akibat pembakaran tidak sempurna karena pembakaran terlalu singkat atau campuran gemuk.

Zainal Arifin (2009: 38) “Akibat yang ditimbulkan bila kepekaan HC-nya bertambah tinggi akan merusak system pernapasan manusia (tenggorokan) terutama yang beracun adalah Benzene dan Toruene. Hydrocarbon aktif seperti susunan (Olefine dan sebagainya) akan menyebabkan Photo chemical smoke (smoke yang dimaksud di sini adalah suatu kumpulan gugusan antara CO, HC dan N_2 yang bila terkena sinar matahari akan menimbulkan mata pedas) dari jenis Aromatic ada juga yang menyebabkan timbulnya kanker.

Hidrocarbon merupakan ikatan kimia dari Carbon (C) dan Hydrogen (H). bentuk kimianya dibagi menjadi *Parafine*, *Naftaline*, *olefine* dan Aromatic N_2O karena tidak aktif, tidak menjadi persoalan. Sumber penyebab diantaranya kendaraan

bermotor 57%, penyulingan minyak dan generator power 43% Sumber utamanya adalah gas buang dari kendaraan atau macam-macam alat pembakaran dan lain-lainnya. Seperti Refinering oil (pengilangan minyak) karena pemakaian pelarut.

Wisnu Arya Wardhana (1995: 51)

Hidrokarbon (HC) adalah pencemar udara yang dapat berupa gas, cairan maupun padatan. Dinamakan hidrokarbon karena apabila ada hidrokarbon yang tidak tercampur rata pada saat pembakaran, sehingga tidak bereaksi dengan oksigen, maka hydrocarbon ini akan ikut keluar dengan gas buangan hasil pembakaran dan menjadi bahan pencemar udara. Kemungkinan lain hidrokarbon yang tidak ikut terbakar dengan oksigen akan mengalami pemecahan (cracking) akibat adanya suhu (panas) yang tinggi dari hasil pembakaran.

a. Proses Pembentukan Hidrocarbon dalam Gas Buang.

Bahan bakar yang terbakar dan keluar menjadi minyak mentah dinyatakan dalam HC atau normal heksana (C_6H_{14}). Persamaannya adalah:



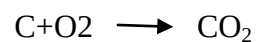
Unsur C dari persamaan di atas adalah sisa pembakaran yang ada pada dinding ruang bakar berupa arang. Emisi HC banyak bersumber dari ruang pembakaran atau silinder yaitu dari pergerakan piston saat melakukan 4 langkah kerja mesin. Meski konsentrasi emisi gas buang yang terbesar adalah CO, konsentrasi HC tetap ada dan

dapat menimbulkan efek samping yang berbahaya bagi manusia.

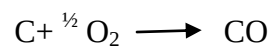
3. Sebab-sebab Timbulnya Polutan

a. CO (Carbon Moxide)

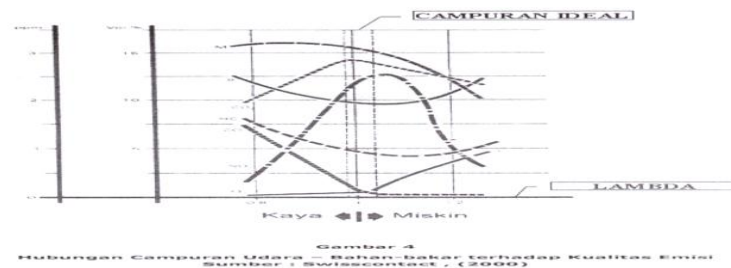
Bila Carbon di dalam bahan bakar terbakar habis dengan sempurna maka terjadilah reaksi sebagai berikut.



Dalam proses ini, yang terjadi adalah CO_2 . Apabila unsur-unsur Oxygen (udara) tidak cukup akan terjadi proses pembakaran tidak sempurna sehingga Carbon di dalam bahan bakar terbakar dalam suatu proses sebagai berikut.



Pada kenyataannya gas CO yang dikeluarkan oleh mesin kendaraan banyak dipengaruhi oleh perbandingan campuran dan jumlah supply antara udara dengan bahan bakar yang dihisap oleh mesin (A/F). Jadi, untuk mengurangi CO. Perbandingan campuran ini harus dibuat kurus (exses air), tetapi akibat lain HC dan NOx lebih mudah timbul serta output mesinpun akan menjadi kurus.



Gambar 3:
Hubungan Campuran udara- Bahan bakar terhadap Kualitas Emisi
Sumber: Swisscontact, (2000).

b. HC (Hydro Carbon)

Dari gas buang HC di bagi 2 yaitu:

- 1) Bahan bakar yang tidak terbakar dan keluar menjadi gas mentah.
- 2) Bahan bakar terpecah karena reaksi panas berubah menjadi gugusan HC lain yang keluar bersama gas buang.

Sebab-sebab utama timbulnya HC:

- 1) Sekitar dinding-dinding ruang bakar yang bertemperatur rendah dimana temperatur itu tidak mampu melakukan pembakaran.
- 2) Missing (Missfire).
- 3) Adanya over lap intake valve (kedua valve sama-sama terbuka) jadi merupakan gas pembilas/pembersih.

c. Komposisi dan Prilaku Gas Buang Kendaraan Bermotor

Pada keadaan ideal, mesin kendaraan bermotor dengan komposisi campuran bahan bakar pada kondisi stoikometrik ($AFR = 14,7$) dan pembakaran yang terjadi adalah pembakaran sempurna akan menghasilkan emisi gas buang yang mengandung karbondioksida (CO_2), uap air (H_2O) dan nitrogen (N_2). Dalam kondisi aktual, mesin kendaraan bermotor desain untuk komposisi campur bahan bakar miskin/kurus (*lean mixture*), contoh pada kondisi AFR 12,5 untuk menghidupkan mesin kendaraan bermotor pada saat dingin dan menghasilkan daya maksimal selama kendaraan berakselerasi.

Syarat agar bahan bakar dapat terbakar dengan baik tidak hanya memperhitungkan perbandingan campuran saja tetapi juga tingkat homogenitas campuran sangat berpengaruh. Perbandingan campuran pada mesin otomotif bervariasi dan dapat diatur sesuai kebutuhan. Daya yang besar memerlukan campuran yang sedikit kaya (λ sekitar 0,85 s/d 0,95), tetapi untuk keperluan hemat bahan bakar campuran bisa sedikit miskin (λ sekitar 1 s/d 1,05). Apabila campuran terlalu kaya pemakaian bensin jadi boros dan dayanya juga turun, sementara lebih bila campuran terlalu miskin daya mesin berkurang dan pemakaian bahan bakar juga menjadi boros. Sehingga nilai $\lambda = 1$ merupakan pilihan paling baik untuk emisi gas buang, daya yang dihasilkan, dan konsumsi bahan bakar. Nilai λ mengindikasikan seberapa besar penyimpangan jumlah udara dalam campuran dibandingkan dengan kebutuhan secara teori.

Tabel 6: Arti nilai λ

Nilai λ	artinya
$\lambda \ll 1$	udara yang dimasukkan sangat kurang dari kebutuhan teori.
$\lambda < 1$	udara yang dimasukkan kurang dari kebutuhan teori.
$\lambda = 1$	udara yang dimasukkan sesuai dengan kebutuhan teori.
$\lambda > 1$	udara yang dimasukkan lebih banyak dari kebutuhan teori.
$\lambda \gg 1$	udara yang dimasukkan jauh lebih banyak dari kebutuhan teori.

Sumber: Muhammad Muchlas. _ Artikel. Pemrograman Perbandingan Bahan Bakar dan Udara / AFR (Air Fuel Ratio) Pada Mesin Bensin. Malang

Ketika mesin di **start dan masih dingin**, komponen mesin juga masih dingin, banyak bensin yang disemprotkan kembali

mengembun, agar bensin yang tercampur dengan udara membentuk campuran yang mudah terbakar bensin diperbanyak.

Selama **temperatur berubah dari dingin menjadi panas**, berangsur-angsur bensin dikurangi sampai pada perbandingan yang sesuai untuk kondisi panas. Pada temperatur kerja campuran dirancang paling ramah lingkungan, $\lambda = 0,9 - 1,1$. Hal ini dipertahankan pada berbagai kecepatan kerja mesin.

Saat percepatan, dimana katup gas dibuka dengan seketika, penambahan udara terjadi dengan seketika. Agar mesin tidak mati maka bahan bakar juga harus ditambahkan dengan seketika.

Untuk keadaan **beban penuh** (saat kendaraan menanjak/katup gas terbuka penuh) campuran harus menghasilkan daya maksimal, maka nilai yang sesuai $\lambda = 0,85 - 0,95$. Saat kendaraan tidak memerlukan daya (kendaraan di jalan turun), jumlah bensin dapat dikurangi dari kebutuhan untuk penghematan bahan bakar. Untuk dapat mengatur dengan tepat perlu diketahui struktur bahan bakar. Terdapat tiga komponen penyusun utama bensin, yaitu:

- 1) Parrafin, misalnya Octana C_8H_{18}
- 2) Napthenes, misalnya Cyclohexane C_6H_{12}
- 3) Aromatic, misalnya Benzena C_6H_6

Sedangkan dalam proses pembuatan bioethanol kulit ubi kayu ada berapa bahan baku yang digunakan, yaitu: air, glukosa dan sukrosa.

Tabel 7. Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan bioethanol kulit ubi kayu:

Rumus kimia	Air H_2O	Glukosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)	Sukrosa ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$)
Berat Molekul	18,016 gr/gr mol	180,16 gr/gr mol	342,30 gr/gr mol
Densitas	0,9995 gr/cm ³	-	-
Titik lebur	0 ⁰ C	146 ⁰ C	190 - 192 ⁰ C
Titik didih	1000 ⁰ C	-	-
Specific gravity	-	1,55425	1,58815

Sumber: Perry (1999)/digilib.uns.ac.id

Semakin banyak bahan bakar yang tidak terbakar akan meningkatkan filamen pada dinding silinder (tempat gesekan antara dinding silinder dengan ring piston). Perbandingan campuran udara dan bahan bakar sangat dipengaruhi oleh pemakaian bahan bakar. Perbandingan udara dan bahan bakar dinyatakan dalam bentuk volume atau berat dari bagian udara dan bensin. Bensin harus dapat terbakar seluruhnya agar menghasilkan tenaga yang besar dan meminimalkan tingkat emisi gas buang. Air Fuel Ratio adalah faktor yang mempengaruhi kesempurnaan proses pembakaran didalam ruang bakar. Merupakan komposisi campuran bensin dan udara. Idelnya AFR bernilai 14,7 artinya campuran terdiri dari 1 bensin dan 14,7 udara biasa disebut Stoikiometris.

Dengan demikian maka :

$$\text{Lamda} = (\text{bahan bakar/udara}) \text{ yang digunakan} : (\text{bahan bakar/udara}) \text{ stoikiometris.}$$

$\lambda = 1$, berarti reaksi stoikiometris tetap sama dengan harga AFR ideal ($\lambda = 1$), berarti pemakaian udara lebih dari keperluan reaksi stoikiometris.

Berikut pengaruh komposisi AFR pada kinerja motor :

- 1) AFR terlalu kurus (efek-nya Tenaga mesin menjadi sangat lemah, sering menimbulkan detonasi, mesin cepat panas, membuat kerusakan pada silinder ruang bakar).
- 2) AFR Kurus (efek-nya Tenaga mesin berkurang, terkadang terjadi detonasi, konsumsi bensin irit).
- 3) AFR Ideal (efek-nya kondisi paling stabil, ideal).
- 4) AFR Kaya (efek-nya Bensin agak boros, tidak terjadi detonasi, mesin lebih bertenaga).
- 5) AFR Terlalu kaya (efek-nya Bensin sangat boros, asap knalpot berwarna hitam, asap pedih dimata, menimbulkan filamen pada gesekan dinding silinder dengan ring piston, adanya penumpukan kerak diruang bakar.)

Dapat di perhatikan bahwa semakin kecil perbandingan udara terhadap bahan bakar maka deposit carbon yang terbentuk akan semakin banyak, ini dikarenakan sisa pembakaran (C) akan lebih besar nilainya, untuk mesin dengan menggunakan karburator memang agak sedikit sulit untuk mendapatkan rentang AFR yang nyaris sama di setiap putaran rpm nya di karenakan keterbatasan jetting karbu itu sendiri, berbeda dengan sistem injeksi closed loop yang dapat mengatur

dan menyesuaikan AFR sedemikian rupa hingga nyaris mendekati ideal pada setiap putaran RPM nya.

Penumpukan kerak juga akan turut dipengaruhi oleh kondisi mesin itu sendiri, dimana kondisi seal klep, ring piston, liner yang sudah aus akan menambah deposit kerak secara signifikan karena adanya oli yang ikut terbakar sisanya menetap di kepala piston, penyetingan karburator secara benar akan turut menurunkan tingkat sisa pembakaran ini secara signifikan juga, dimana apabila kita menyeting secara tepat berada pada posisi air fuel ratio di 15:1 maka deposit carbon akan menurun drastis, namun dengan konsekuensi tenaga yang dihasilkan juga akan berkurang.

(Sumber: Wisnu Arya Wardana, 2001 : 38)

Untuk mengetahui apakah campuran bahan bakar yang masuk ke dalam ruang bakar mempunyai ratio yang tepat kita bisa melihat kondisi motor di bagian ruang bakar dan performa saat dinyalakan. Campuran yang tepat akan menghasilkan pembakaran yang sempurna sehingga busi berwarna coklat keabu-abuan dan kering, deposit karbon tidak banyak terbentuk, putaran mesin stabil dan mesin mudah distart.

Campuran yang terlalu kurus/miskin, bisa ditandai dengan kondisi sbb:

- 1) Electrode pada busi berwarna putih
- 2) Stasioner / langsam tidak stabil
- 3) Mesin terasa cepat panas

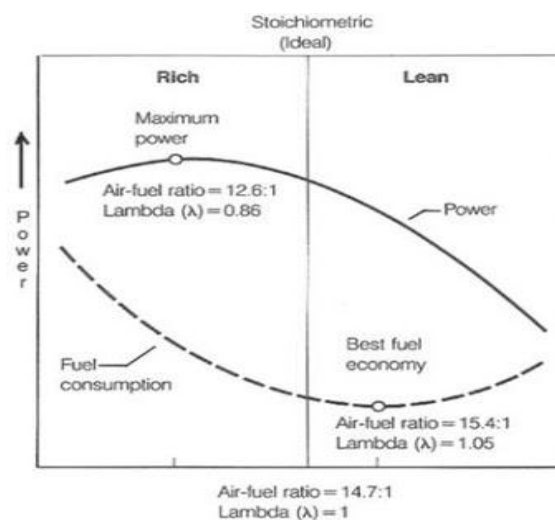
4) Mesin sulit distart

5) Ngelitik / detonasi

Campuran yang terlalu gemuk/kaya bisa ditandai dengan kondisi sbb:

- 1) Electrode busi berwarna hitam dan basah
- 2) Knalpot berasap hitam
- 3) Bahan bakar sangat boros
- 4) Putaran mesin tidak stabil
- 5) Banyak deposit karbon di dalam ruang bakar
- 6) Mesin sulit distart

Untuk mendapatkan ratio yang tepat, karburator disetting agar aliran udara yang masuk sesuai dengan bahan bakar yang dibutuhkan. Secara teoritis, untuk membakar bensin secara sempurna, ratio udara banding bahan bakar yang tepat adalah 15:1.



Gambar: 4
Perbandingan udara dan bahan bakar/Stoichiometric
(Sumber : Wisnu Arya Wardana, 2001 : 38)

Secara umum, peruntukan ratio yang baik sbb:

12~13 : 1 : Adalah ratio yang menghasilkan tenaga yang paling besar / maksimum

15 : 1 : Adalah ratio yang memungkinkan pembakaran bensin secara sempurna

16~17 : 1 : Adalah ratio untuk pemakaian bensin yang paling irit

- **Campuran** = Campuran antara udara dan bahan bakar

- **Perbandingan campuran** = Perbandingan berat udara (G_{ud}) dengan berat bahan bakar (G_{bb}) dalam campuran.

- **Perbandingan udara-bahan bakar (Air-Fuel Ratio)** = Perbandingan campuran

Dalam proses pembakaran sempurna bahan bakar **hydrocarbon**, C akan terbakar menjadi CO_2 dan H akan menjadi H_2O . Maka perbandingan dari **berat minimum** udara terhadap berat bahan bakar disebut dengan **perbandingan campuran teoritis**.

Sedangkan **perbandingan campuran** terhadap **perbandingan campuran teoritis** inilah yang dinamai dengan **Exces Air-Fuel Ratio**.

Excess air-fuel ratio = (perbandingan campuran) : (perbandingan campuran teoritis). Sehingga dapat ditulis dengan formula: **Excess air-fuel ratio** = $(G_{ud}/G_{bb}) : (G_{ud}/G_{bb} \text{ teoritis})$.

Jika excess air-fuel ratio nilainya kecil, maka ini berarti bahwa bahan bakar yang dipakai terlalu banyak, atau kekurangan udara. Batas

terendah excess air fuel ratio dapat berbeda beda, tetapi boleh dikatakan tidak pernah lebih rendah dari 1,1. Maka meskipun terdapat udara berlebihan, tetapi asap hitam juga masih bisa terjadi hal tersebut menunjukkan bahwa **pencampuran** dengan **pusaran** didalam ruang bakar tidak dapat berlangsung dengan baik.

Nilai perbandingan campuran teoritis

Misalkan bahan bakar yang digunakan adalah senyawa hydrocarbon yang datanya sebagai berikut:

- 86% beratnya adalah carbon / C
- 14% beratnya adalah hydrocarbon / $2H_2$.
- Berat atom C adalah 12,011 g/mol
- Berat atom H adalah 1,008 g/mol.

Persamaan pembakarannya adalah:

- $C + O_2 = CO_2$
- $2H_2 + O_2 = 2H_2O$

Ini artinya bahwa untuk membakar 12,011 g Carbon diperlukan 1 mol O_2 , dan untuk membakar 4,032 g ($2 \times 1,008 \times 2$) Hydrocarbon diperlukan 1 mol O_2 . Volume setiap 1 mol gas apapun pada kondisi $0^\circ C$ (273 K) dan 760 mm Hg (1 atm) adalah 22,41 Liter. Udara terdiri atas 21% volume O_2 dan 79% volume N_2 , lainnya 1%. Maka volume minimum udara yang diperlukan untuk membakar sempurna bahan bakar tersebut diatas adalah:

**(Komposisi atom C : berat atom C) x volume setiap 1 kmol gas x
(volum udara total : volume oksigen)**

$$((0,86/12,011) + (0,14/4,032)) \times 22,41 \times 100/21 = 11,35 .$$

Oleh karena berat 1 liter udara setara dengan 1.293 g, maka perbandingan campuran teoritis udara-bahan bakar menjadi: $11,35 \times 1,293 = 14,68$ g udara/g bahan bakar, artinya secara teoritis untuk membakar 1 g bahan bakar secara sempurna diperlukan 14,68 g udara, atau secara teoritis 1 gram bahan bakar memerlukan 14,68 gram udara agar bisa terbakar secara sempurna.

4. Standar Emisi EURO III

Standar emisi diperlukan untuk membatasi jumlah polutan yang dibuang ke lingkungan. Pada umumnya standar emisi difokuskan pada polutan yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor. Standar ini mengatur emisi dari NO_x , jelaga, CO, dan hidrokarbon yang mudah menguap. Standar emisi suatu negara mencerminkan kemajuan suatu negara dan tingginya tingkat polusi negara tersebut. Standar emisi yang digunakan oleh Indonesia adalah Euro III. Standar tersebut khususnya diterapkan untuk kendaraan jalan raya, seperti motor, mobil roda empat, dan truk kecil. **Ambang batas gas buang standar Euro-3 dengan kapasitas mesin dibawah 150 cc dapat dilihat sebagai berikut : kadar CO: 2,0 gram/km, kadar HC: 0,8 gram/km, kadar NO_x : 0,15 gram/km.**

Berdasarkan peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 05 Tahun 2006 tentang ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor

lama tanggal 1 Agustus 2006. Bahwa berdasarkan tahun pembuatan $\geq$ 2010 Parameter CO: 4,5%, HC 2000 ppm.

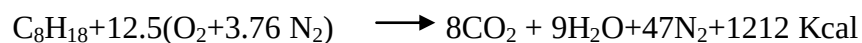
5. Bahan Bakar

Bensin adalah cairan bening, agak kekuning-kuningan yang berasal dari pengolahan minyak bumi yang sebagian besar digunakan sebagai bahan bakar pada motor dan mobil. Bensin juga dapat digunakan sebagai pelarut, terutama karena kemampuannya yang dapat melarutkan cat.

Wahyu (2012:22) menjelaskan bahwa “Bahan bakar adalah sumber energi kimia”. Menurut Daryanto (2003:55) “Bensin adalah zat cair yang pada umumnya diperoleh dari hasil pemurnian minyak bumi, di dalamnya terkandung unsur-unsur karbon dan hidrogen, pada suhu biasa bensin akan menguap dan akan menyala dengan mudah apabila dibakar”. Dwi dan Aburrahman (2004:14) menjelaskan “Bensin berasal dari kata benzana, lazim sebenarnya zat ini berasal dari gas tambang yang mempunyai sifat beracun dan merupakan persenyawaan dari hidrokarbon tak jenuh, artinya dapat bereaksi dengan mudah terhadap unsur-unsur lain”. Dapat disimpulkan bahwa bahan bakar merupakan sumber energi yang dihasilkan dari minyak bumi yang mengandung suatu unsur serta dapat bereaksi terhadap unsur lainnya.

Urip (2011:4) menjelaskan bahwa “Indonesia terdapat beberapa jenis bahan bakar jenis bensin yang memiliki nilai mutu pembakaran berbeda. Nilai mutu jenis BBM bensin ini dihitung berdasarkan RON (Random Oktan Number)”. Di Indonesia sendiri terdapat beberapa jenis bensin yaitu premium, pertamax, pertamax plus dan bio pertamax.

Ketika suatu motor bensin yang berbahan bakar bensin (gasoline) bereaksi dengan udara maka akan terbentuk panas dalam satuan kalori, sebagaimana ditunjukkan dalam persamaan reaksi kimia berikut ini.



Tabel 8. Sifat bahan bakar dan aditifnya

Sifat	Premium	Ethanol
Formula kimia	C ₄ to C ₁₂	C ₂ H ₅ OH
Komposisi berat (%)		
Carbon	85-88	52,2
Hydrogen	12-15	13,1
Oxygen	0	34,7
Kepadatan, lb/gal @60 ⁰ F	6,0-6,5	6,61
Angka Oktan (R+M)/2	86-94	100
Nilai panas tertinggi (Btu/lb)	19000	12800
Autoignition temperature, ⁰ F	495	793
Panas spesifik (Btu/lb ⁰ F)	0,48	0,57
Stoichiometric Air/Fuel Ratio, Weight	14,7	9

Sumber: Arifin Nur dkk. 2006. Karakteristik performa mesin berbahan bakar bensin Ethanol. Energy Efficiency and Renewable Energy, "Alternative Fuel Data Center", US Departement OF Energy.

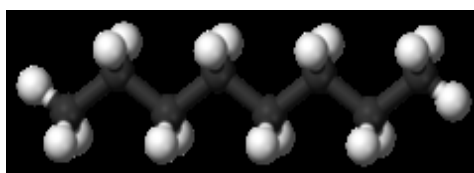
a. Angka Oktan

Wiranto (1988:86) menjelaskan bahwa "Bilangan oktana dari suatu bahan bakar adalah bilangan yang menyatakan berapa persen volume iso-oktana dalam campuran yang terdiri dari iso-oktana dan heptana normal yang mempunyai kecendrungan berdetonasi sama dengan bahan bakar tersebut".

Wardan (1989:133) mengemukakan bahwa "Angka oktan atau disebut juga dengan bilangan oktan adalah suatu bilangan yang menunjukkan kemampuan bertahan suatu bahan bakar terhadap detonasi (knocking). Dapat disimpulkan bahwa angka oktan merupakan nilai dimana

jumlah volume iso-oktana yang dapat bertahan terhadap detonasi yang disebabkan oleh knocking.

Oktana adalah senyawa hidrokarbon jenis alkana dengan rumus kimia C_8H_{18} . Oktana mempunyai banyak jenis isomer struktur yang perbedaannya terletak pada jumlah dan lokasi percabangan dari rantai karbonnya. Salah satu isomernya, 2,2,4-trimetil pentana (isooktana) adalah komponen utama pada bensin dan digunakan pada penghitungan bilangan oktan. Sama seperti hidrokarbon suku rendah lainnya, oktana dan isomernya sangat mudah terbakar.



Gambar 5:
Rantai Karbon Oktana.

Toyota Step 2 (1994:2-1) menjelaskan bahwa “Makin besar angka oktannya makin besar pula kemampuan bertahan bensin terhadap knocking. Dengan kata lain, makin tinggi angka oktannya makin kurang kemungkinan terjadinya detonasi (knocking)”.

New Step 1 Training Manual (1995:41-42) menjelaskan bahwa “Nilai oktan (octane number) atau tingkatan dari bahan bakar adalah mengukur bahan bakar bensin terhadap anti-knock characteristic. Bensin dengan nilai oktan tinggi akan tahan terhadap timbulnya engine knocking dibanding dengan nilai oktan yang rendah”.

Pada umumnya untuk mengetahui kualitas dari suatu bahan bakar, parameter yang dipakai adalah angka oktan dan indeks anti-

ketukan. Angka oktan menunjukkan kadar isooktan yang terdapat dalam campuran isooktan dan n-heptan. Angka ini mempresentasikan kesukaran bahan bakar untuk terbakar secara spontan dan kemampuan untuk meredam ketukan yang mungkin akan terjadi pada mesin. Jadi semakin tinggi angka oktan, semakin baik performansi dari suatu bahan bakar.

Indeks anti-ketukan (*anti-knocking index*) bensin ditunjukkan dengan *Research Octane Number* (RON) dan *Motor Octane Number* (MON). RON ditentukan dengan uji mesin saat berkecepatan rendah atau biasanya pada saat berkendara di dalam kota. Sedangkan MON diukur pada saat kendaraan berada pada kecepatan tinggi yang mensimulasikan berkendara di jalan bebas hambatan. Pada sebagian besar komponen bahan bakar, nilai RON lebih besar daripada nilai MON.

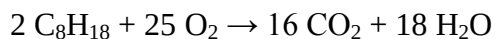
Berdasarkan pernyataan di atas dapat diambil kesimpulan bahwa kandungan nilai oktan yang ada pada berbagai jenis bahan bakar bensin mempunyai kemampuan bertahan terhadap knocking yang juga dipengaruhi oleh perbandingan kompresi mesin.

b. Premium

Premium berasal dari bensin yang merupakan salah satu fraksi dari penyulingan minyak bumi yang diberi zat tambahan atau aditif, yaitu Tetra Ethyl Lead (TEL). Premium mempunyai rumus empiris Ethyl Benzene (C_8H_{18}). Premium adalah bahan bakar

minyak jenis distilat berwarna kekuningan yang jernih. Warna kuning tersebut akibat adanya zat pewarna tambahan (dye).

Adapun untuk pembakaran pada bensin premium adalah sebagai berikut:



Pembakaran di atas diasumsikan semua bensin terbakar dengan sempurna.

Karakteristik bahan bakar bensin, yaitu:

- Bensin (*gasoline*) C_8H_{18}
- Berat jenis bensin 0,65-0,75
- Pada suhu 40° bensin menguap 30-65%
- Pada suhu 100° bensin menguap 80-90%

(Sumber: Encyclopedia Of Chemical Technologi, Third Edition, 1981: 399).

6. Kulit Ubi Kayu

Kulit singkong memiliki kandungan yang di butuhkan tanaman diantaranya yaitu sebagai berikut:

Tabel 9: Komposisi Kimia Kulit Ubi Kayu

Kandungan	C	H	O	N	S	H ₂ O
Persentase	59,31	9,78	28,74	2,06	0,11	11,4

Sumber: Ankabi. 2007. Kompos Kulit Ubi Kayu Bermanfaat Sebagai Sumber Nutrisi Bagi Tumbuhan.

Pada tabel di atas di dapat kandungan C di dapat 59,31% yang berarti terdapat carbon yang tinggi pada kulit singkong, pada H di dapat

9,78%, O(28,74%) , N dengan kandungan 2,06 % , S dengan kandungan 0,11% dan H₂O dengan kandungan 11,4%.

Limbah kulit singkong dapat dimanfaatkan sebagai bahan yang mampu mengurangi kadar logam berat berbahaya. Logam-logam yang dapat diserap seperti *timbal* (Pb (II)), tembaga (Cu (II)), dan *cadmium* (Cd (II)). Disebut logam berat berbahaya karena konsentrasi kecil dapat bersifat racun dan berbahaya. Logam berat berbahaya dari limbah industri diindikasikan dapat masuk ke dalam tubuh melalui pernafasan, makanan, dan minuman.

Logam timbal tidak dibutuhkan oleh tubuh manusia, sehingga bila mengonsumsi makanan atau minuman yang tercemar oleh logam, dapat mengganggu kesehatan manusia. Bila terkonsumsi, tubuh manusia akan mengeluarkannya zatnya sebagian. Sisanya akan terakumulasi pada bagian tubuh tertentu seperti ginjal, hati, kuku, jaringan lemak, dan rambut.

Adanya logam Pb dalam peredaran darah dan otak dapat menyebabkan gangguan sintesis hemoglobin darah, gangguan *neurolog* (susunan saraf), gangguan pada ginjal, sistem reproduksi, penyakit akut atau kronik sistem saraf, dan gangguan fungsi paru-paru. Selain itu, dapat menurunkan IQ pada anak kecil jika terdapat 10-20 miligram/dl dalam darah.

7. Etanol

Etanol telah digunakan manusia sejak zaman prasejarah sebagai bahan pemabuk dalam minuman beralkohol. Residu yang ditemukan pada peninggalan keramik yang berumur 9000 tahun dari Cina bagian utara menunjukkan bahwa minuman beralkohol telah digunakan oleh manusia prasejarah dari masa Neolitik.

a. Sifat-sifat fisis etanol

- 1) Rumus Molekul : C_2H_5OH
- 2) Berat Molekul : 46,07 gram /mol
- 3) Titik didih pada 1 atm : $78,5^{\circ}C$
- 4) Titik Beku : $-112^{\circ}C$
- 5) Bentuk dan warna : cair tidak berwarna

(Perry, 1984)

Table 10. Sifat Fisik Etanol

Massa molekul relative	46,07 g/mol
Titik beku	$-114,1^{\circ}C$
Titik didih normal	$78,32^{\circ}C$
Dentitas pada $20^{\circ}C$	0,7893 g/ml
Kelarutan dalam air $20^{\circ}C$	Sangat larut
Viskositas pada $20^{\circ}C$	1,17 Cp
Kalor spesifik, $20^{\circ}C$	0,579 kal/g $^{\circ}C$
Kalor pembakaran, $25^{\circ}C$	7092,1 kal/g
Kalor penguapan $78,32^{\circ}C$	200,6 kal/g

Sumber: Rizani (2000) Universal

Adapun sifat-sifat fisik Etanol menurut Arfah adalah:

Sifat-sifat Etanol

- 1) Cairan tidak berwarna;
- 2) Volatil (mudah menguap);

- 3) Dapat bercampur dengan air pada segala perbandingan;
- 4) Mendidih pada suhu $78,3^{\circ}\text{C}$;
- 5) Membeku pada suhu -117°C ;
- 6) Berat molekulnya 46,1;
- 7) Densitas 0,789 pada suhu 20°C ;
- 8) Nilai kalor 12,800 Btu/lb;
- 9) Panas laten penguapan 204 cal/g;
- 10) Bilangan oktan penelitian 106 – 111.

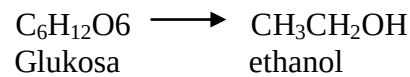
Berdasarkan uraian diatas tentang sifat-sifat fisik Ethanol dapat disimpulkan yaitu:

- 1) Rumus Molekul : $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$
- 2) Cairan tidak berwarna;
- 3) Volatil (mudah menguap);
- 4) Dapat bercampur dengan air pada segala perbandingan;
- 5) Berat molekul: 46,07 - 46,1 g/mol.
- 6) Titik didih normal: $78,32^{\circ}\text{C}$. (Titik Didih pada 1 Atm : $78,5^{\circ}\text{C}$.)
- 7) Titik beku: -112 sampai dengan -117°C .
- 8) Nilai Kalor: 12,800 Btu/lb (kalor spesifik 20°C : $0,579 \text{ kal/g}^{\circ}$
- 9) Panas laten penguapan 204 cal/g; (Kalor penguapan $78,32^{\circ}\text{C}$: $200,6 \text{ cal/g}$.)
- 10) Kalor pembakaran, 25°C : $7092,1 \text{ kal/g}$
- 11) Bilangan oktan penelitian 106 – 111.

b. Sifat-sifat kimia Ethanol

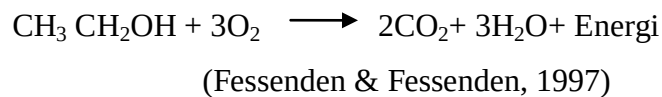
- 1) Berbobot molekul rendah sehingga larut dalam air
- 2) Diperoleh dari fermentasi gula

c. Pembentukan Ethanol



- 3) Pembakaran Ethanol menghasilkan CO_2 dan H_2O

Pembakaran Ethanol



Beberapa jenis etanol berdasarkan kandungan alkohol dan penggunaannya adalah (1) *Industrial crude* (90-94,9% v/v), *rectified* (95-96,5% v/v), (2) jenis etanol yang netral, aman untuk bahan minuman dan farmasi (96-99,5% v/v), dan (3) etanol untuk bahan bakar, *fuel grade* etanol (99,5-100% v/v).

Adapun proses-proses pembuatan bioethanol dari kulit ubi kayu adalah sebagai berikut:

a. Persiapan Bahan Baku

1. Isolasi pati kulit ubi kayu

Kulit ubi kayu sebagai bahan baku pati dibersihkan dari kotoran. Kulit ubi kayu kemudian dipotong kecil-kecil lalu dikeringkan dengan cara dijemur dan diangin-anginkan sampai kering. Kulit singkong dibuat kering bertujuan agar lebih awet

dan menghilangkan kandungan airnya sehingga diperoleh kulit yang kering dan dapat disimpan sebagai cadangan bahan baku.

Kulit singkong kering digiling dengan mesin penggiling atau ditumbuk dengan penumbuk sehingga menjadi serbuk halus. Serbuk kulit singkong lalu disaring atau diayak sehingga diperoleh pati yang homogen.

2. Hidrolisis pati menjadi glukosa

Hidrolisis merupakan tahap konversi pati menjadi glukosa. Dalam tahap ini terdapat pula dua tahap, yaitu: tahap likuifikasi dan tahap sakarifikasi (pemecahan gula kompleks menjadi gula sederhana).

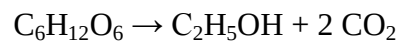
a) Likuifikasi

Dalam proses likuifikasi, bahan baku ubi kayu dicampur air sehingga menjadi bubur, yang diperkirakan mengandung pati 27-30 persen. Kandungan karbohidrat berupa pati pada bahan baku ubi kayu dikonversi menjadi gula kompleks menggunakan larutan H_2SO_4 .

b) Sakarifikasi

Tahap sakarifikasi merupakan tahap pemecahan gula kompleks menjadi gula sederhana. Proses sakarifikasi dilakukan dengan memanaskan larutan Tepung kulit ubi kayu dan H_2SO_4 menggunakan auto clave pada suhu 120°C selama ± 3 jam hingga suhu turun mencapai 60°C .

Secara teoritis, hidrolisis glukosa akan menghasilkan etanol dan karbondioksida. Perbandingan mol antara glukosa dan etanol dapat dilihat pada reaksi berikut ini:



Prinsip hidrolisis pati adalah pemutusan rantai polimer pati menjadi unit-unit dekstrosa atau monosakarida yaitu glukosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$).

3. Fermentasi glukosa menjadi bioetanol

Proses fermentasi dimaksudkan untuk mengubah glukosa menjadi etanol/ bio-etanol (alkohol) dengan menggunakan ragi. Fermentasi adalah suatu proses oksidasi karbohidrat anaerob jernih atau anaerob sebagian. Fermentasi yang normal adalah perubahan karbohidrat menjadi alkohol. Memanfaatkan *Saccharomyces cerevisiae* (ragi roti) untuk melangsungkan fermentasi, serta penambahan nutrisi NPK dan Urea. Kemudian simpan di tempat yang terhindar dari sinar matahari dan kedap udara.

Perubahan glukosa menjadi bioetanol oleh sel-sel *Saccharomyces cerevisiae* sebagai berikut:



Agar dapat mencapai kemurnian diatas 95%, maka alkohol hasil fermentasi harus melalui proses destilasi.

4. Destilasi Bioetanol

Distilasi atau lebih umum dikenal dengan istilah penyulingan dilakukan untuk memisahkan alkohol dalam cairan beer hasil fermentasi. Hasil dari fermentasi berupa cairan mengandung alkohol/ethanol berkadar rendah antara 7 hingga 10 % (biasa disebut cairan Beer). Dalam proses distilasi, pada suhu 78°C (setara dengan titik didih alkohol) ethanol akan menguap lebih dulu ketimbang air yang bertitik didih 100°C . Uap ethanol didalam distillator akan dialirkan kebagian kondensor sehingga terkondensasi menjadi cairan ethanol.

Kegiatan penyulingan ethanol merupakan bagian terpenting dari keseluruhan proses produksi bioethanol. Dalam pelaksanaannya dibutuhkan tenaga operator yang sudah menguasai teknik penyulingan ethanol. Selain operator, untuk mendapatkan hasil penyulingan ethanol yang optimal dibutuhkan pemahaman tentang teknik fermentasi dan peralatan distillator yang berkualitas.

Hasil dehidrasi berupa ethanol berkadar 99,6-99,8 % sehingga dapat dikategorikan sebagai Full Grade Ethanol (FGE), barulah layak digunakan sebagai bahan bakar motor sesuai standar Pertamina. Alat yang digunakan pada proses pemurnian ini disebut Dehidrator.

e. Dehidrasi

Selanjutnya proses terakhir untuk meningkatkan etanol 95% menjadi FGE yaitu: campurkan kapur gamping (CaO) yang ditepungkan dengan komposisi 1:4 atau 1:2 (1 bagian kapur dan 4 atau 2 bagian etanol 95%). Aduk secara periodik dan biarkan selama 24 jam. Selanjutnya diuapkan (gunakan pemanas tidak langsung) dan disuling dengan penyuling sederhana atau alat distilasi satu tingkat (Rama, 2008:73).

Untuk mengetahui kadar bioethanol yang dihasilkan maka dilakukan analisa GC (Gas Chromatography) yang akan dilaksanakan di Kopertis Wilayah X Jalan Katib Sulaiman Padang).

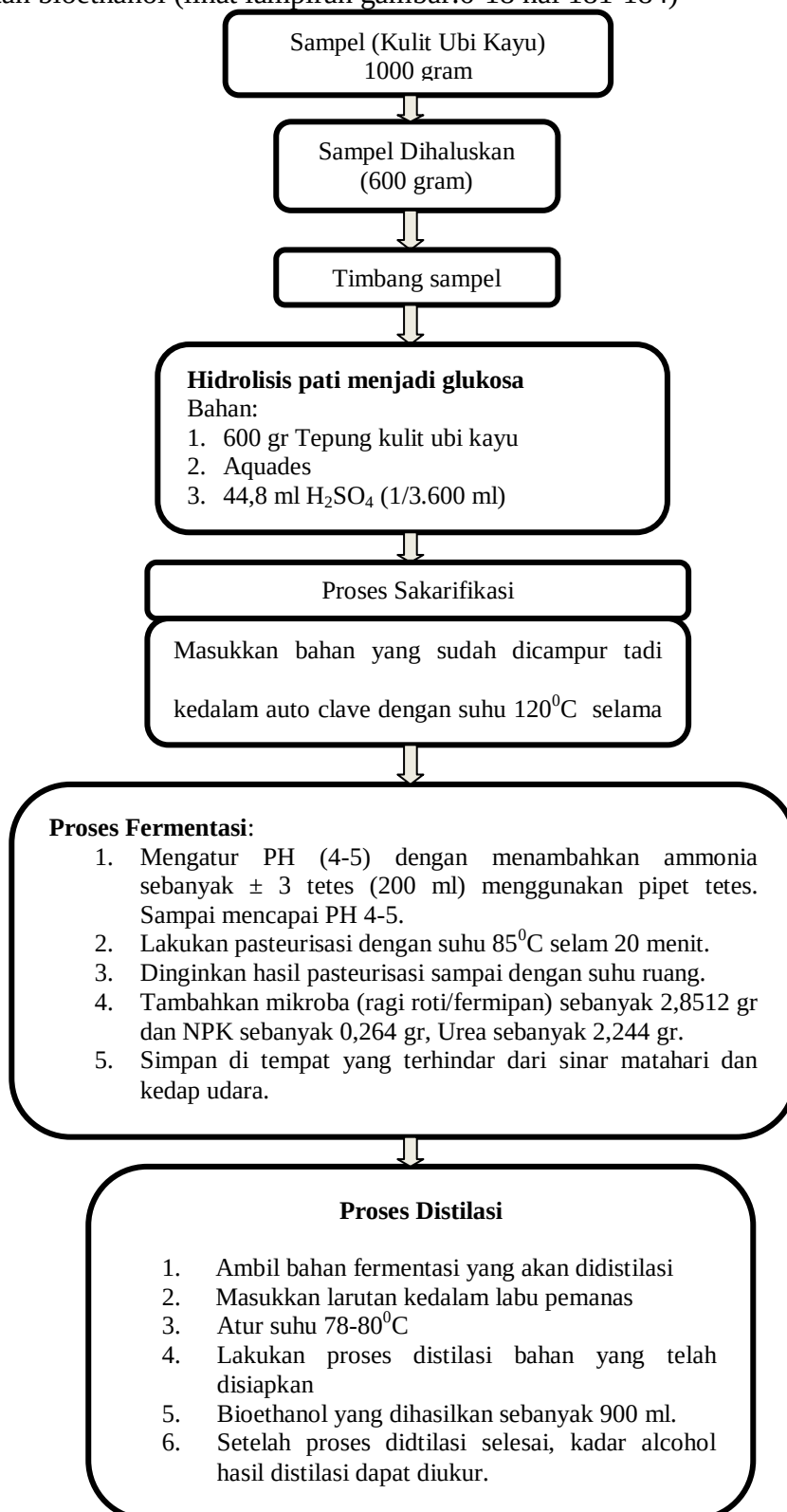
b. Tahap-tahap proses pembuatan Bioethanol

1) Mempersiapkan alat dan bahan yang digunakan

Alat yang digunakan seperti: Bahan yang digunakan seperti:

- | | |
|------------------------------------|--------------------------|
| a) Timbangan | a) Tepung kulit ubi kayu |
| b) Mesin penghancur kulit ubi kayu | b) Aquades |
| c) Karung | c) H_2SO_4 |
| d) Pisau | d) Ammonia |
| e) Gelas ukur | e) Fermipan/ragi roti |
| f) Spatula | f) NPK |
| g) Auto clave | g) Urea |
| h) Erlenmeyer | |
| i) Corong | |
| j) Pipet tetes dll. | |

Prosedur pembuatan bioethanol (lihat lampiran gambar:6-18 hal 181-184)



c. Biaya Pembuatan Bioethanol

Tabel 11. Biaya pembuatan Bioethanol.

Bahan	Banyaknya	Biaya/Rp
Kulit ubi kayu	2 kg	0
Tepung ubi kayu	1200 gr	0
H ₂ SO ₄	93 ml	Rp 37.200
Amonia	2 ml	Rp 800
Ragi roti	5,7024gr	Harga Satuan Rp 4.000
Pupuk Urea	4,488 gr	Rp 2.500
Pupuk NPK	0,528 gr	Rp 850
Jumlah		Rp 45.350
Jumlah ethanol 1800 ml		
Harga bioethanol pemasaran = Rp 7.800/liter		

8. Teori Penambahan Bioethanol Pada Premium

- a. Menggunakan campuran Premium dan Bioethanol 5%, 10%, 15%.

Menurut Wahyu H. dkk. Dengan judul penelitian: Analisis Penggunaan Gasohol Dari Limbah Kulit Pisang Terhadap Prestasi Mesin Motor Bakar Bensin. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pengujian sifat fisik dan prestasi mesin kijang 7k dengan menggunakan premium dan konsentrasi pencampuran premium+ ethanol pada kondisi pembukaan trottle 20%, 40%, dan 60%, untuk putaran yang bervariasi (2100 rpm- 1000 rpm), maka dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Dari hasil pengujian sifat bahan bakar, dapat terlihat bahwa kemudahan penguapan bahan bakar akan semakin menurun dengan mengadakan pencampuran antara premium dengan ethanol.

- 2) Dengan penggunaan konsentrasi pencampuran premium + ethanol, daya efektif yang dicapai oleh mesin Kijang 7k mengalami peningkatan yang terjadi dalam kondisi pembukaan *throttle* 20% pada putaran 2100 rpm dengan penggunaan pencampuran 95% premium + 5% ethanol.
 - 3) Kenaikan daya efektif dan penurunan SFC dengan penggunaan konsentrasi pencampuran premium + ethanol dipengaruhi oleh kualitas pembakaran yang semakin baik yang gejalanya dapat pula ditunjukkan oleh beberapa parameter prestasi lain seperti MEP, efisiensi volumetric, efisiensi thermos, dan perbandingan udara bahan bakarnya.
 - 4) Kualitas pembakaran yang semakin baik pula, yang ditunjukkan pada sifat kemudahan penguapan dan peningkatan angka oktan dari konsentrasi pencampuran premium + ethanol.
- b. Menggunakan campuran Premium dan Bioethanol 5%, 10%, 15%, dan 20%. Menurut Muhammad Rezki dengan judul penelitian: Pengaruh Penggunaan Bioetanol Dari Ubi Kayu Sebagai Bahan Bakar Biopremium Terhadap Emisi Gas Buang Pada Sepeda Motor Yamaha Vega-Zr 115cc. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:
- 1) Perbandingan penggunaan bahan bakar premium murni dengan bahan bakar biopremium terhadap kadar emisi karbon monoksida dan hidrokarbon pada Sepeda Motor Yamaha Vega-ZR, bahan

bakar premium murni menghasilkan CO sebesar 3,4733% vol dan HC sebesar 220,56 ppm, sedangkan biopremium E-5 CO sebesar 1,3656% vol dan HC sebesar 73,560 ppm, sedangkan biopremium E-10 CO sebesar 0,80% vol dan HC sebesar 57,333 ppm. Untuk biopremium E-15 CO sebesar 0,7511% vol dan HC sebesar 81,778 ppm, sedangkan biopremium E-20 CO sebesar 1,3722% vol dan HC sebesar 130,56 ppm. Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan emisi karbon monoksida dan hidrokarbon yang dihasilkan biopremium lebih ramah lingkungan dari pada premium. Dimana hasil pengujian emisi karbon monoksida dan hidrokarbon bahan bakar yang paling rendah terdapat pada biopremium E-10.

- 2) Perbandingan hasil pengujian emisi karbon monoksida dan hidrokarbon pada biopremium E-10 dibandingkan dengan premium jauh lebih rendah yaitu biopremium E-10 dengan konsentrasi CO sebesar 0,80% vol serta konsentrasi HC sebesar 57,333 ppm sedangkan pada bahan bakar premium menghasilkan konsentrasi CO sebesar 3,4733% vol dan HC sebesar 220,56 ppm. Selain itu hasil yang biopremium E-10 membuktikan kandungan emisi karbon monoksida dan hidrokarbon masih dibawah batasan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 05 tahun 2006 tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor, yaitu untuk konsentrasi CO sebesar 4,5% vol dan HC sebesar 2000

ppm pada putaran idle untuk sepeda motor 4 langkah tahun pembuatan diatas dari tahun 2010.

- c. Menggunakan campuran Premium dan Bioethanol 7,5% v, 10% v, dan 12,5% v. Menurut Devanta Bayu Prasetyo dkk. Dengan judul Pemakaian Gasohol Sebagai Bahan Bakar Pada Kendaraan Bermotor.

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Kadar ethanol yang semakin tinggi mengakibatkan gas buang (emisi) berbahaya yang dihasilkan lebih rendah.
- 2) Kadar ethanol yang semakin tinggi pada campuran bensin-ethanol yang digunakan, kinerja kendaraan bermotor yang menggunakan gasohol lebih baik, meskipun jarak tempuh yang dihasilkan sedikit berkurang seiring bertambahnya kadar ethanol.

- d. Menggunakan campuran Premium dan Bioethanol E5, E10, E15, dan E20. Menurut Muhammad Muhtadi Mahfudz dkk. Dengan judul penelitian: Pengaruh Berbagai Macam Campuran Antara *Ethanol Absolute* Dan Premium Terhadap Emisi Gas Buang Sepeda Motor Vario 2010 . Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa variasi biopremium pada motor Honda Vario 2010 dapat meningkatkan konsentrasi CO₂ dan menurunkan konsentrasi CO maupun HC dibandingkan dengan bahan bakar premium murni pada putaran idle (2000 rpm). Penurunan konsentrasi CO terendah terdapat pada biopremium E15 dan konsentrasi HC terendah terdapat pada

biopremium E15. Peningkatan CO₂ tertinggi didapatkan pada putaran idle dengan menggunakan biopremium E20 dengan hasil 6.783 %vol.

- e. Menggunakan campuran bahan bakar premium – etanol 15%, 30% dan 45%. Menurut Suparyanto dkk. Dengan judul Analisis Penggunaan *X Power* Dan Variasi Campuran Bahan Bakar Premium – Etanol Terhadap Kadar Gas Polutan CO Dan HC Pada Sepeda Motor Supra X 125 Tahun 2009. Berdasarkan dengan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

- 1) Penambahan etanol dalam bahan bakar premium sebanding lurus dengan penurunan kadar gas polutan CO, yakni semakin banyak kandungan etanol dalam bahan bakar premium semakin kecil kadar CO, namun berbanding terbalik dengan penurunan kadar gas polutan HC, yakni semakin banyak kandungan etanol dalam bahan bakar premium semakin kadar HC yang dihasilkan kendaraan bermotor roda dua khususnya Honda Supra X 125 tahun 2009.

- 2) Interaksi terbaik antara campuran premium-etanol dan penggunaan *X Power* 800 Gold dalam penurunan kadar gas polutan CO dan HC yaitu pada campuran premium-etanol 15%.

- f. Menggunakan bahan bakar Premium murni dan Ethanol dalam perbandingan 10%, 20%, 30%, 40%, 50%. Menurut Muchammad, Universitas Diponogoro. Dengan judul penelitian Analisia Energi

Campuran Bioethanol Premium. Kesimpulan berdasarkan hasil penelitian tersebut yaitu:

- 1) Nilai kalor premium dan pertamax yang dicampur dengan bioethanol, akan mengalami penurunan yang seiring dengan semakin besarnya komposisi bioethanol di dalam premium dan pertamax.
- 2) Nilai kalor campuran pada premium dan pertamax masih di atas ambang batas dari spesifikasi bahan bakar mesin otto yang telah ditetapkan. Sedangkan nilai kalor untuk campuran bioethanol E30, E40, dan E50 berada dibawah ambang batas, sehingga kemungkinan akan ada perubahan atau modifikasi pada mesin.

g. Menggunakan bahan bakar premium murni dan premium dengan ethanol dalam perbandingan 10 %, 15%, dan 20%, menurut Buchari Ali dkk, dengan judul penelitian: Analisis Unjuk Kerja Mesin Sepeda Motor Type "X" 115 cc System Karburator Dengan Menggunakan Bahan Bakar Premium Dan Campuran Premium Ethanol 10%, 15%, 20%. Kesimpulan berdasarkan hasil penelitian tersebut yaitu:

- 1) Daya optimum yang diperoleh pada campuran bahan bakar premium dengan ethanol 15% pada putaran mesin 8000 rpm.
- 2) Torsi optimum diperoleh pada campuran bahan bakar premium dengan ethanol 15% pada putaran mesin 5000 rpm, sedangkan pada bahan bakar premium murni dengan campuran ethanol (10%, dan 20%).

- 3) AFR (Perbandingan udara dan bahan bakar) yang optimal diperoleh pada campuran premium ethanol 20%.
- 4) Dengan demikian ada pengaruh yang lebih baik terhadap unjuk kerja dan AFR bila mencampurkan premium dengan ethanol pada campuran sekitar 15%.

Berdasarkan teori Penambahan Bioethanol Pada Premium diatas dapat disimpulkan bahwa:

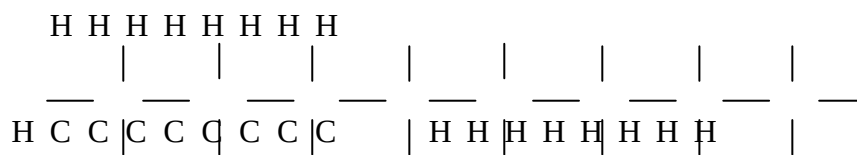
- 1) Penambahan etanol dalam bahan bakar premium sebanding lurus dengan penurunan kadar gas polutan CO, yakni semakin banyak kandungan etanol dalam bahan bakar premium semakin kecil kadar CO, namun berbanding terbalik dengan penurunan kadar gas polutan HC, yakni semakin banyak kandungan etanol dalam bahan bakar premium, semakin besar kadar HC yang dihasilkan kendaraan bermotor roda dua khususnya Honda Supra X 125 tahun 2009.
- 2) Kualitas pembakaran yang semakin baik pula, yang ditunjukkan pada sifat kemudahan penguapan dan peningkatan angka oktan dari konsentrasi pencampuran premium + ethanol.
- 3) Interaksi terbaik antara campuran premium-etanol dan penggunaan X Power 800 Gold dalam penurunan kadar gas polutan CO dan HC yaitu pada campuran premium-etanol 15%.

- 4) Ada pengaruh yang lebih baik unjuk kerja dan AFR bila mencampurkan premium dengan ethanol pada campuran sekitar 15%.
- 5) Kadar ethanol yang semakin tinggi mengakibatkan gas buang (emisi) berbahaya yang dihasilkan lebih rendah.
- 6) Kadar ethanol yang semakin tinggi pada campuran bensin-ethanol yang digunakan, kinerja kendaraan bermotor yang menggunakan gasohol lebih baik, meskipun jarak tempuh yang dihasilkan sedikit berkurang seiring bertambahnya kadar ethanol.
- 7) Nilai kalor campuran pada premium dan pertamax masih di atas ambang batas dari spesifikasi bahan bakar mesin otto yang telah ditetapkan. Sedangkan nilai kalor untuk campuran bioethanol E30, E40, dan E50 berada dibawah ambang batas, sehingga kemungkinan akan ada perubahan atau modifikasi pada mesin.

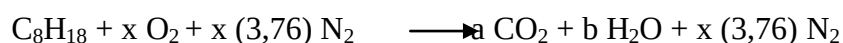
Berdasarkan penjelasan dari berbagai sumber referensi diatas maka peneliti menggunakan penambahan bioethanol sebesar 5%, 10%, 15%, 20%, 25% dan 30% dan pada putaran mesin 1500 rpm, 1900 rpm, 2500 rpm dan 4000 rpm menggunakan sepeda motor Supra X 125.

9. Pengaruh Pencampuran Bahan Bakar Premium Ditambah Bioethanol Dari Kulit Ubi Kayu

Rumus molekul bensin (C_8H_{18}) menurut Johari dan Racmawati (2002: 283) adalah:

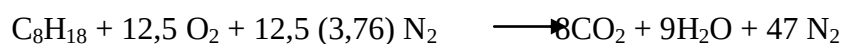


Dalam pembakaran bensin (dianggap terdiri atas oktana murni) di dalam mesin mobil terjadi reaksi kimia sebagai berikut:



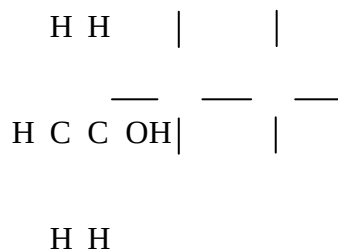
Menurut Wisnu (2004: 34) menyatakan “Angka 3,76 adalah perbandingan nitrogen dan oksigen di udara”.

Berdasarkan keseimbangan reaksi, harga x , a dan b dapat dihitung dengan cara jumlah semua bagian kiri sama dengan jumlah bagian di kanan, sehingga: $x = 12,5$, $a = 8$, dan $b = 9$.

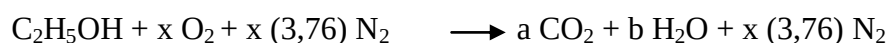


Bila reaksi yang terjadi seperti di atas, maka reaksi pembakarannya sempurna di mana semua atom oksigen bereaksi sempurna dengan bahan bakar dan nilai kalor untuk bensin adalah 8308 kkal/liter.

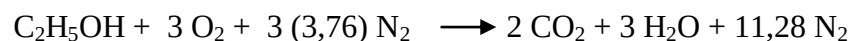
Rumus molekul bioetanol (C_2H_5OH) Johari dan Racmawati (2002: 283) adalah:



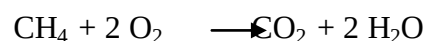
Reaksi pembakaran bioetanol dapat dilihat dibawah ini:



Berdasarkan keseimbangan reaksi, harga x, a dan b dapat dihitung, sehingga: $x = 3$, $a = 2$, dan $b = 3$.



Reaksi pembakaran bioetanol lebih sedikit menghasilkan CO_2 , H_2O dan N_2 dibandingkan dengan bensin dan nilai kalornya 5023 kkal/liter. Dalam pembakaran normal semua atom karbon dan hidrogen bereaksi sempurna dengan udara yaitu oksigen. Berikut ini adalah contoh pembakaran normal CH_4 :

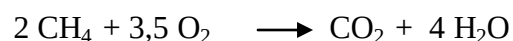


Tetapi dalam pembakaran yang tidak lengkap yaitu pembakaran yang ada kelebihan atau kekurangan oksigen.



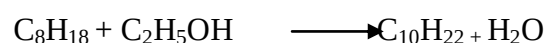
Jadi di dalam persamaan reaksi di atas ada kelebihan oksigen.

Contoh reaksi kekurangan oksigen :



Jadi di dalam persamaan reaksi di atas masih ada CO yang tidak terbakar dan keluar bersama-sama dengan gas buang. Hal tersebut disebutkan karena kekurangan oksigen.

Reaksi kimia pencampuran antara bahan bakar premium dengan bioethanol yaitu:



Pengaruh bioethanol terhadap emisi gas buang yang dihasilkan dari proses pembakaran juga dapat dilihat dari reaksi pembakaran. Pembakaran sempurna ialah pengubahan suatu senyawa menjadi CO_2 , dan H_2O . Jika persediaan oksigen tidak cukup untuk pembakaran sempurna, terjadilah pembakaran tak sempurna. Pembakaran tak sempurna menghasilkan karbon monoksida, atau kadang-kadang karbon dalam bentuk arang atau jelaga (Fessender dan Fessender, 1982: 103).

B. Penelitian Yang Relevan

Penelitian yang relevan diambil untuk memperkuat teori-teori yang telah dikemukakan pada kajian teori dengan tidak menyamakan seluruh isi yang terkandung pada penelitian tersebut. Pada penelitian yang terdahulu, salah satu variabel penelitian yang digunakan biasanya adalah penggunaan bahan bakar premium dan pertamax terhadap emisi gas buang Hidrokarbon dan Karbonmonoksida, selain itu sebagian besar yang dijadikan indikator adalah gas yang terkandung dalam emisi gas buang, sedangkan untuk penelitian yang membahas Pengaruh Penggunaan Bahan Bakar Premium Dicampur Bioethanol Dari Kulit Ubi Terhadap Emisi Gas Buang Hidrokarbon dan Karbon Monoksida pada sepeda motor Honda Supra X 125 tahun 2011 belum ada. Sehingga perlu adanya penelitian yang lebih objektif dan lebih mendalam.

Adapun penelitian yang relevan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

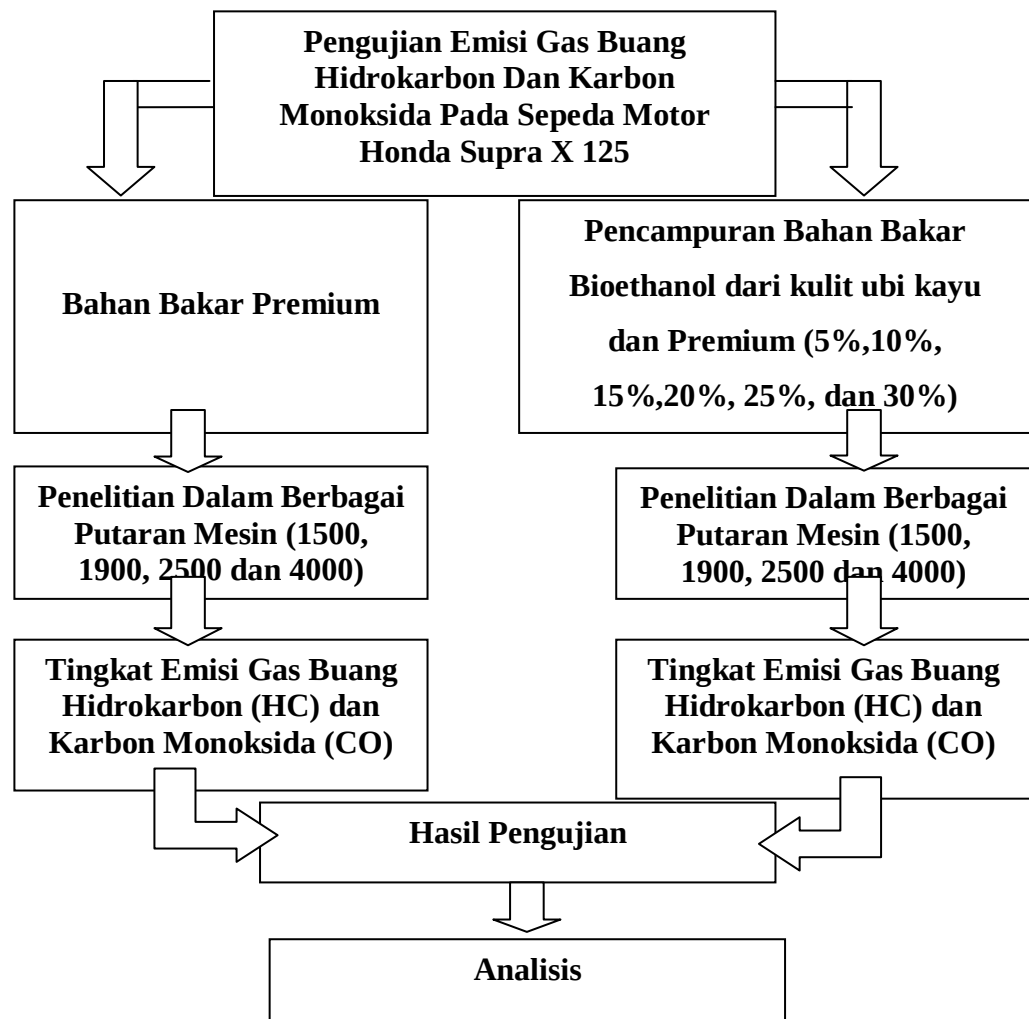
1. Agung Juwita dkk. __, Jurnal ilmiah berjudul Bioethanol Dari Ampas Dan Kulit Singkong. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa: Ethanol yang dihasilkan dari kulit dan ampas singkong berkisar antara 0,1- 0,7 gram. Sedangkan ethanol yang dihasilkan dari glukosa yang terdapat dalam kulit dan ampas singkong berturut-turut adalah 0,69% dan 0,48%. Untuk variable lama fermentasi, yeld maksimum berada pada waktu fermentasi 7 hari. Dan yeld maksimum yang didapat pada variable ini adalah 0,0258 gram untuk kulit singkong dan 0,0134 gram untuk ampas singkong. Untuk variable penambahan fermipan (ragi), yeld maksimum yang didapat adalah 0,02 gram untuk kulit singkong dan 0,014 gram untuk ampas singkong.
2. Ruci Tridola Tahun 2013 dengan judul skripsi: Analisis Penggunaan Bioetanol Dari Singkong Sebagai Campuran Bahan Bakar Premium Terhadap Emisi Gas Buang Sepeda Motor Honda Vario Tecno 110 Cc. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa adanya penurunan kandungan gas CO pada variasi 1 ml sebesar 1.8 %, Secara teoritis penurunan kandungan gas CO pada variasi 1ml diakibatkan oleh adanya kandungan oksigen (O₂) yang ada di dalam zat aditif MTBE pada octane boster. kemudian kandungan gas CO mengalami peningkatan pada variasi yang lebih banyak lagi, yaitu pada variasi campuran 2ml terjadi peningkatan gas CO sebesar 15.3 %, pada variasi campuran 3ml terjadi peningkatan gas CO sebesar 1.2 % dan pada variasi 4ml terjadi peningkatan gas CO sebesar 8.5 %, Secara teoritis, semakin banyak kita

mencampurkan MTBE ke dalam bensin, maka akan semakin baik, karena dapat menurunkan kandungan gas CO yang dihasilkan, Sedangkan semakin besar variasi konsentrasi aditif MTBE yang dicampurkan ke dalam bensin, terlihat kandungan emisi gas HC semakin meningkat. Peningkatan emisi gas HC pada variasi campuran 1ml terjadi peningkatan gas HC sebesar 54%, pada variasi campuran 2ml terjadi peningkatan gas HC sebesar 32.7 %, sedangkan pada variasi 3ml terjadi peningkatan gas HC sebesar 50 % dan pada variasi campuran 4ml terjadi peningkatan gas HC sebesar 32.2 %. Hal ini disebabkan karena, semakin tinggi RPM mesin, maka campuran akan semakin kaya, sedangkan molekul oksigen di dalam aditif MTBE dengan konsentrasi campuran 1ml, 2ml, 3ml dan 4ml tidak mampu untuk mengikat senyawa hidrokarbon secara sempurna. Sehingga pembakaran tidak sempurna terjadi, bahan bakar bensin yang tidak terbakar keluar bersama gas sisa pembakaran dan meningkatnya konsentrasi emisi HC. Dengan kata lain, penambahan konsentrasi aditif MTBE sebesar 1ml, 2ml, 3ml dan 4ml belum mampu menaikkan angka oktan bahan bakar sesuai dengan perbandingan kompresi mesin kendaraan yang digunakan.

C. Kerangka Berfikir

Kerangka pikir pada dasarnya untuk menjelaskan secara teoritis hubungan antara variabel yang diteliti. Pada penelitian ini kerangka pikir berfungsi untuk memberi gambaran secara lebih jelas mengenai Pengaruh

Pemakaian Bahan Bakar Premium Dicampur Bioethanol Dari Kulit Ubi Kayu Terhadap Emisi Gas Buang Hidrokarbon (HC) Dan Karbon Monoksida (CO) Pada Sepeda Motor Honda Supra X 125. Penelitian akan dilakukan dengan memberikan beberapa perlakuan yang berbeda pada sepeda motor Honda Supra X125. Perlakuan yang diberikan berupa perbedaan pemakaian jenis bahan bakar yaitu bioethanol dari kulit ubi dan premium pada sepeda motor Honda Supra X 125 pada putaran mesin rendah atau *idle*, menengah, torsi dan power, sehingga terdapat variasi tingkat emisi gas buang hidrokarbon (HC) dan karbon monoksida (CO) yang dihasilkan. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada kerangka pikir di bawah ini.



D. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kajian teori dan kerangka konseptual yang telah dijabarkan diatas maka hipotesis untuk penelitian ini adalah

1. Terdapat pengaruh yang signifikan dalam pemakaian bahan bakar premium dicampur dengan bioethanol dari kulit ubi kayu pada variasi campuran dan putaran mesin yang digunakan pada pengujian emisi gas buang HC sepeda motor Honda Supra X 125.

2. Terdapat pengaruh yang signifikan dalam pemakaian bahan bakar premium dicampur dengan bioethanol dari kulit ubi kayu pada variasi campuran dan putaran mesin yang digunakan pada pengujian emisi gas buang CO sepeda motor Honda Supra X 125.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Setelah didapatkan hasil pengujian emisi gas buang Hidrokarbon dan Karbon Monoksida Pada Sepeda Motor Honda Supra X125 Bahan Bakar Premium murni dicampur dengan Bioethanol dari Kulit Ubi Kayu dengan variasi campuran; BE5%, BE10%, BE15%, BE20%, BE25%, dan BE30% disimpulkan yaitu bahwa :

Pengaruh penggunaan bahan bakar premium dicampur dengan bioethanol dari kulit ubi kayu terhadap emisi Hidrokarbon dan Karbon Monoksida pada sepeda motor Supra X 125 yaitu:

1. Berdasarkan peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 05 Tahun 2006 tentang ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor lama tanggal 1 Agustus 2006. Bahwa berdasarkan tahun pembuatan ≥ 2010 Parameter CO: 4,5%, HC 2000 ppm. Diantara penggunaan bahan bakar premium murni, BE5%, BE10%, BE15%, BE20%, BE25%, dan BE30%. Pada penggunaan bahan bakar premium murni didapat hasil kadar emisi gas buang HC dengan jumlah rata-rata yaitu **2330,25** tidak memenuhi standar ambang batas emisi gas buang HC. Sedangkan pada penggunaan bahan bakar BE5%, BE10%, BE15%, BE20%, BE25%, dan BE30% telah memenuhi standar ambang batas emisi gas buang HC. Sedangkan pada bahan bakar BE20%, BE25%, dan BE30% didapat hasil kadar emisi gas buang CO memenuhi ambang batas emisi gas

buang kendaraan bermotor. Sedangkan pada bahan bakar premium murni, BE5%, BE10%, dan BE15% tidak memenuhi ambang batas emisi gas buang kendaraan bermotor lama tanggal 1 Agustus 2006. Berdasarkan tahun pembuatan ≥ 2010 Parameter CO: 4,5%, HC 2000 ppm.

2. Terdapat pengaruh yang signifikan dan tidak signifikan dalam pemakaian bahan bakar premium dicampur dengan bioethanol dari kulit ubi kayu pada variasi campuran dan putaran mesin yang digunakan pada pengujian emisi gas buang Hidrokarbon dan Karbon Monoksida sepeda motor Honda Supra X 125. Hasil penelitian dapat dilihat signifikan dan tidak signifikan dengan membandingkan hasil uji t_{hitung} dengan t_{tabel} 2,920 sehingga dapat disimpulkan yaitu: pada pengujian emisi gas buang Hidrokarbon penggunaan bahan bakar premium murni & BE5%, dan pada penggunaan bahan bakar premium murni & BE10%, pada penggunaan bahan bakar premium murni & BE15% , pada penggunaan bahan bakar premium murni & BE20% terhadap semua variasi putaran mesin yang digunakan terdapat pengaruh yang signifikan dan tidak signifikan. Dan pada penggunaan bahan bakar premium murni & BE25%, dan penggunaan bahan bakar premium murni & BE30% terhadap semua variasi putaran mesin yang digunakan terdapat pengaruh yang signifikan.

Sedangkan pada pengujian emisi gas buang Hidrokarbon dan Karbon Monoksida penggunaan bahan bakar premium murni & BE5%, dan

pada penggunaan bahan bakar premium murni & BE10%, pada penggunaan bahan bakar premium murni & BE15% terhadap semua variasi putaran mesin yang digunakan terdapat pengaruh yang signifikan dan tidak signifikan. Dan pada penggunaan bahan bakar premium murni & BE20% dan penggunaan bahan bakar premium murni & BE25% dan penggunaan bahan bakar premium murni & BE30% terhadap semua variasi putaran mesin yang digunakan terdapat pengaruh yang signifikan.

B. Saran

1. Dilakukan penelitian pengaruh campuran bahan bakar premium dan bioethanol terhadap torsi dan power pada sepeda motor.
2. Kepada pengguna sepeda motor disarankan agar memakai bahan bakar bioethanol. Selain hemat bahan bakar, kandungan emisi gas buang yang dihasilkan juga berkurang jika dibandingkan pada penggunaan bahan bakar premium.
3. Penggunaan bahan bakar bioethanol sebagai bahan bakar alternatif untuk mengurangi cadangan minyak bumi.
4. Kepada pemakai sepeda motor agar menggunakan bahan bakar BE20%, BE25%, dan BE30% dan seterusnya. Karena semakin banyak campuran bioethanol yang dipakai maka semakin berkurang kandungan emisi gas buang Hidrokarbon dan Karbon Monoksida.

DAFTAR PUSTAKA

- _____. (2004). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Agung Juwita dkk. __, *Jurnal ilmiah berjudul Bioethanol Dari Ampas Dan Kulit Singkong*. Universitas. Diponogoro: Semarang.
- Andre. 2013. *Analisis Pemakaian Bahan Bakar Premium Dan Pertamina Terhadap Emisi Hidrokarbon Dan Karbonmonoksida Pada Sepeda Motor Yamaha V-Ixion*. Universitas Negeri Padang: Padang.
- Ankabi. 2007. *Kompos Kulit Ubi Kayu Bermanfaat Sebagai Sumber Nutrisi Bagi Tumbuhan*.
- Arifani Bestari. Jurnal. 2011. *Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Bioetanol Dari Limbah Kulit Pisang Kepok Dan Raja*.
- Arifin Nur dkk. 2006. *Karakteristik performa mesin berbahan bakar bensin Ethanol*. Energy Efficiency and Renewable Energy, "Alternative Fuel Data Center", US Departement OF Energy. Bandung.
- Arismunandar, Wiranto.1988. *Motor Bakar Torak*. Institut Teknologi Bandung, Bandung
- Awal Syahrani. 2006. Jurnal SMARTek. *Analisa Kinerja Mesin Bensin Berdasarkan Hasil Uji Emisi*.
- Bram. 2013. Laporan Ilmu Tanah. *Manfaat kulit singkong ringkasan*.
- C. Lipson and N.T Sheth. (1973). *Statistical Design and Analysis Of Engineering Experiment*. McGraw – Hill: USA.
- Candi Alex. 1989. *Penelitian Pengaruh Pemakaian Campuran Bahan Bakar Bensin-Methanol Terhadap Prestasi Motor Bensin*. Makassar : Teknik Mesin Universitas Hasanuddin.
- Fessenden, Ralp J & Fessenden, Joan S. (1982). *Kimia Organik Edisi Ketiga*. Jakarta: Erlangga.
- Frisco Lengkong. 2013 *Analisis Konsumsi Bahan Bakar Campuran Bensin Premium Dengan "Cap-Tikus" Pada Sepeda Motor Suzuki Smash 110 Cc*. Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Hendrata Suhada . Jurnal. 2002. *Desain Motor Bakar Bensin Untuk Mencapai Persyaratan Standar Polusi Dan Penghematan Bahan Bakar*. Fakultas Teknologi Industri. Universitas Kristen Petra.