**BAB II**

**LANDASAN TEORI**

**2.1 Tanaman Jarak**

Jarak (Ricinus communis) adalah tumbuhan liar setahun (annual) dan biasa terdapat di hutan, tanah kosong, di daerah pantai, namun sering juga dikembangbiakkan dalam perkebunan. Tanaman ini tergolong [tanaman perdu](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Tanaman_perdu&action=edit&redlink=1), memiliki daun tunggal menjari antara 7 - 9, berdiameter 10-40 cm. Tumbuhan ini merupakan [spesies](http://id.wikipedia.org/wiki/Spesies) tanaman dari [Euphorbiaceae](http://id.wikipedia.org/wiki/Euphorbiaceae) dan tergolong ke dalam [genus](http://id.wikipedia.org/wiki/Genus) Ricinus, [subtribe](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Subtribe&action=edit&redlink=1) Ricininae.

Sebutan untuk pohon Jarak di Indonesia berbeda beda disetiap daerah. Di Sumatera, Jarak dikenal dengan nama Dulang ada juga yang menyebutnya dengan Gloah. Di Madura, Jarak disebut dengan Kalek, jarak kosta, jarak budeg ([Sunda](http://id.wikipedia.org/wiki/Bahasa_Sunda)) jarak gundul, jarak pager ([Jawa](http://id.wikipedia.org/wiki/Jawa)); kalekhe paghar ([Madura](http://id.wikipedia.org/wiki/Bahasa_Madura)); jarak pager ([Bali](http://id.wikipedia.org/wiki/Bali)); lulu mau, paku kase, jarak pageh (Nusa Tenggara); kuman nema ([Alor](http://id.wikipedia.org/wiki/Alor)); jarak kosta, jarak wolanda, bindalo, bintalo, tondo utomene ([Sulawesi](http://id.wikipedia.org/wiki/Sulawesi)); ai huwa kamala, balacai, kadoto ([Maluku](http://id.wikipedia.org/wiki/Maluku)).

**2.1.1 Ciri-ciri batang, daun, dan buah**



*Gambar 2.1 Ciri-ciri Tanaman Jarak*

Jarak memiliki batang berbentuk bulat licin, berongga, berbuku-buku jelas dengan tanda bekas tangkai daun yang lepas. Warna tumbuhan hijau bersemburat merah, sedangkan daunnya tumbuh berseling berbentuk bulat dan ujungnya sedikit runcing. Biasanya daun jarak berwarna hijau tua pada permukaan atas dan hijau muda pada bagian permukaan bawah. Buahnya berbentuk bulat dan berkumpul pada tandan, namun ada juga yang bentuknya sedikit lonjong - yang dapat ditemukan pada tumbuhan jarak di daerah Bali.

Tanaman Jarak di Indonesia dapat tumbuh dengan baik karena kesesuaian iklim dan tanah, sehingga tumbuh bisa merata sebagai gulma. Namun karena hasil dari tanaman ini bisa diolah menjadi produk yang bernilai ekonomis, maka tanaman ini kini mulai di budidayakan

**2.1.2 Macam-Macam Jenis Jarak**

Di Indonesia tumbuh berbagai jenis tanaman jarak, antara lain, jarak kepyar (Ricinius Vommunis), Jarak Bali (Jateoopha Podagarica), Jarak Ulung (Jatropha Gossypifolia L), Dan Jarak pagar (Jatropha Curcas)

A. Jarak Kepyar/Jepang ( Ricinus Vommunis).

**[](javascript:open_window('image.php?pc=riccomis01&gn=Ricinus&sp=communis',448,300))**  
*Gambar 2.1.1 Jarak Kepyar*

Perdu berumur panjang (perenial), tinggi bisa mencapai +/- 12 m. Akar tunggang. Batang berbatang lunak, silindris, beruas, tegak, warna cokelat kebiru-biruan, bagian dalam berlubang, permukaan halus, percabangan simpodial, arah cabang miring ke atas. Daun tunggal, bertangkai panjang, tersusun berseling (alternate), saat muda berwarna ungu - setelah dewasa hijau tua, panjang 10 - 45 cm, lebar 20 - 45 cm, tepi bergerigi (serratus), pertulangan menjari (palmate), bercangap menjari, 5 - 7 cangap, permukaan mengkilat (nitidus) Bunga majemuk, bentuk tandan (racemus), muncul di ujung batang (terminalis), kelopak berwarna hijau, mahkota berwarna merah muda kadang merah Buah kotak (capsula), belekuk tiga, berduri, panjang +/- 3 cm, buah muda berwarna hijau - setelah tua menjadi hitam, bentuk dengan biji lonjong - berwarna coklat berbintik hitam, berbuah setelah 2 - 3 tahun. Perbanyaan Generatif (biji)

Jenis ini laku di pasaran dunia yang dikenal dengan nama castor oil plant. Jenis ini berbuah sekali dalam setahun (semusim), dengan ciri buah muda berwarna hijau dan berubah coklat setelah tua. Buahnya berduri lemah seperti rambutan. Bijinya mengandung Glycoprotein yang bersifat racun dan orang sering menyebutnya Ricin.

B . Jarak Pagar/Cina (Jatropha curcas )

[](http://id.wikipedia.org/wiki/Berkas:Jatropha_curcas1_henning.jpg)

*Gambar 2.1.2 Jarak Pagar*

Jarak pagar (Jatropha curcas L, Euphorbiaceae) merupakan tumbuhan semak berkayu yang banyak ditemukan di daerah tropik. Tumbuhan ini dikenal sangat tahan kekeringan dan mudah diperbanyak dengan [stek](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Stek&action=edit&redlink=1). Walaupun telah lama dikenal sebagai bahan peng[obatan](http://id.wikipedia.org/wiki/Obat) dan [racun](http://id.wikipedia.org/wiki/Racun), saat ini ia makin mendapat perhatian sebagai sumber [bahan bakar hayati](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Bahan_bakar_hayati&action=edit&redlink=1) untuk mesin [diesel](http://id.wikipedia.org/wiki/Diesel) karena kandungan [minyak](http://id.wikipedia.org/wiki/Minyak_nabati) [bijinya](http://id.wikipedia.org/wiki/Biji). Peran yang agak serupa sudah lama dimainkan oleh kerabatnya, [jarak pohon](http://id.wikipedia.org/wiki/Jarak_pohon) (Ricinus communis), yang bijinya menghasilkan minyak campuran untuk [pelumas](http://id.wikipedia.org/wiki/Pelumas).

Jenis ini berbuah terus menerus (tahunan). Jenis jarak ini yang dianjurkan ditanam, yaitu:

- Asembagus 22 : kandungan minyak 55-57%  
- Asembagus 60 : kandungan minyak 48-52%  
- Asembagus 81 : kandungan minyak 51-54%

Komposisi biji jarak terdiri dari 20% kulit dan 80% biji (daging), mengandung 40-60% minyak. Kandungan minyak mentahnya 32-48% dan sisanya adalah ampas.

C. Jarak Bali (Jatropha podagrica Hook.)

  
*Gambar 2.1.3 Jarak Bali*

Tanaman ini dapat ditemukan sebagai tanaman hias, yang ditanam di pekarangan atau tempat rekreasi. Asalnya, dari Amerika tropis. Perdu tegak, tinggi 0,5- 1,5 m, bergetah warna putih, batang tunggal atau sedikit bercabang, dengan pangkal batang yang membesar dan melembung seperti umbi. Daun bertangkai yang panjangnya 20-30 cm, helai daun bangun perisai, bentuknya bulat telur melebar dengan ukuran penampang 20-40 cm, bercangap 3 atau 5, taju runcing atau membulat. Bunga dalam malai rata yang bertangkai panjang, dengan bunga betina dan bunga jantan dalam satu tangkai, warnanya merah oranye. Buah bentuk elips melebar, berkendaga tiga, panjang 1,5 cm. Biji lonjong atau bulat panjang. Bijinya mengandung minyak. Bila diperas, minyak tersebut dapat digunakan untuk lampu.

### D. [Jarak Ulung (Jatropha gossypifolia L.)](http://ahmadsyahbio.blogspot.com/2010/02/jarak-ulung-jatropha-gossypifolia-l.html)[4].



*Gambar 2.1.4 Jarak Ulung*

Tanaman ini umumnya tumbuh liar di tepi jalan, lapangan rumput atau di semak, pada tempat-tempat terbuka yang terkena sinar matahari di dataran rendah. Asalnya, dari Amerika Selatan. Perdu tahunan, tumbuh tegak, tinggi 1-2 m, dengan rambut kelenjar yang kebanyakan berbentuk bintang yang bercabang, getahnya bersabun. Batang berkayu, bulat, warnanya cokelat, banyak bercabang. Daun tunggal, bertangkai panjang, helaian daun bulat telur sungsang sampai bulat, berbagi 3-5, taju runcing, panjang 7-22 cm, lebar 6-20 cm, daun muda berwarna keunguan, daun tua warnanya ungu kecokelatan. Bunga majemuk dalam maiai rata bertangkai, berbentuk corong, kecil, warnanya keunguan, keluar dari ujung batang. Dalam satu pohon terdapat bunga jantan dan bunga betina. Buah berkendaga tiga, bulat telur, sedikit berlekuk tiga dengan 6 alur memanjang, warnanya hijau, bila masak menjadi hitam. Bijinya bulat, coklat kehitaman. Bijinya mengandung minyak. Bila diperas, minyak tersebut dapat digunakan untuk lampu.

**2.1.3 Manfaat Tanaman Jarak**

Jarak memiliki banyak kelibahan dan manfaat, yaitu sebagai berikut:

* + - 1. Biji, akar, daun dan minyak dari bijinya bisa dimanfaatkan untuk kesehatan. Biji jarak yang dibuang kulitnya dan dilumatkan hingga menjadi serbuk dapat ditempel ke tubuh sebagai obat korengan, sedangkan minyak yang diambil dari bijinya bisa diminum untuk meningkatkan daya tahan tubuh anak dan orang dewasa. Daunnya berkhasiat untuk menyembuhkan batuk dan sesak napas. Akarnya dapat dimanfaatkan untuk menjaga stamina tubuh.
      2. Yang paling di manfaatkan dari jarak adalah bijinya, bijinya banyak mengandung minyak. Karakteristik dan kandungan kimia biji jarak cukup menjanjikan sebagai base oil biodiesel. Viskositas minyak jarak hanya akan berubah sedikit oleh perubahan temperature. Apalagi juga dapat berfungsi dengan baik sebagai pelumasan.
      3. Mudah tumbuh dan dapat bertahan hidup di daerah dengan musim kering yang panjang. Tanaman ini relative tahan terhadap hama penyakit.
      4. Tidak memerlukan perawatan khusus, mudah dibudidayakan, bisa diperbanyak dengan biji, steak dan kultur jaringan. Tanaman yang berasal dari biji dapat tumbuh lebih kuat, tetapi waktu mulai berbuah lebih lama. Dengan steak, pertumbuhan lebih cepat, lebih cepat berproduksi, tetapi harus dirawat baik-baik pada awal pertumbuhannya. Kultur jaringan tidak mungkin dilakukan oleh petani tradisional karena memerlukan teknologi tinggi dan biayanya mahal.
      5. Tidak harus menunggu lama untuk memanen bijinya.
      6. Tanaman ini merupakan sumber [minyak jarak](http://id.wikipedia.org/wiki/Minyak_jarak), dan mengandung zat [ricin](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Ricin&action=edit&redlink=1), sejenis racun. Jarak pohon merupakan satu-satunya tumbuhan yang bijinya kaya akan suatu asam lemak hidroksi, yaitu [asam ricinoleat](http://id.wikipedia.org/wiki/Asam_ricinoleat). Kehadiran asam lemak ini membuat [minyak biji jarak](http://id.wikipedia.org/wiki/Minyak_jarak) memiliki kekentalan yang stabil pada suhu tinggi sehingga minyak jarak dipakai sebagai campuran [pelumas](http://id.wikipedia.org/wiki/Pelumas).

**2.2 Biji Jarak**

Biji jarak itu sendiri adalah salah satu bagian terpenting dari tanaman jarak dan yang akan di bahas dalam buku ini, selain kegunaanya dan manfaatnya, biji jarak ini akan dijadikan sebagai bahan bakar kompor biji jarak. biji jarak terdapat didalam buah jarak.



*Gambar 2.2 Buah dan Biji Jarak*

**2.2.1 Kandungan yang terdapat di Biji Jarak**

Jarak pagar dipandang menarik sebagai sumber [biodiesel](http://id.wikipedia.org/wiki/Biodiesel) karena kandungan minyaknya yang tinggi, tidak berkompetisi untuk pemanfaatan lain (misalnya jika dibandingkan dengan [kelapa sawit](http://id.wikipedia.org/wiki/Kelapa_sawit) atau [tebu](http://id.wikipedia.org/wiki/Tebu)), dan memiliki karakteristik [agronomi](http://id.wikipedia.org/wiki/Agronomi) yang sangat menarik.

Tumbuhan ini diintroduksi ke Indonesia oleh administrasi [pendudukan Jepang](http://id.wikipedia.org/wiki/Pendudukan_Jepang_di_Indonesia) dengan maksud sebagai sumber [bahan bakar](http://id.wikipedia.org/wiki/Bahan_bakar) murah. Minyak dari [bijinya](http://id.wikipedia.org/wiki/Biji) dapat diolah menjadi [biodiesel](http://id.wikipedia.org/wiki/Biodiesel). Seusai kemerdekaan, pemanfaatannya terbengkalai.

Kandungan minyak bijinya dapat mencapai 63%[[1]](http://id.wikipedia.org/wiki/Jarak_pagar#cite_note-0), melebihi kandungan minyak biji [kedelai](http://id.wikipedia.org/wiki/Kedelai) (18%), [linseed](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Linseed&action=edit&redlink=1) (33%), [rapa](http://id.wikipedia.org/wiki/Rapa) (45%), bunga matahari (40%) atau inti [sawit](http://id.wikipedia.org/wiki/Kelapa_sawit) (45%). Minyaknya didominasi oleh [asam oleat](http://id.wikipedia.org/wiki/Asam_oleat) (44.7%) dan [asam linoleat](http://id.wikipedia.org/w/index.php?title=Asam_linoleat&action=edit&redlink=1) (32.8%) sementara [asam palmitat](http://id.wikipedia.org/wiki/Asam_palmitat) (14.2%) dan [asam stearat](http://id.wikipedia.org/wiki/Asam_stearat) (7%) adalah tipe [asam lemak](http://id.wikipedia.org/wiki/Asam_lemak) jenuhnya.

Sebagai biodiesel, minyak biji jarak pagar perlu diproses dengan [metilasi](http://id.wikipedia.org/wiki/Metilasi) terlebih dahulu, sebagaimana minyak nabati lain. Selanjutnya, ia dapat digunakan tersendiri atau, yang lebih umum, dicampurkan dengan minyak diesel dari sumber mineral dengan komposisi 30:70.

Pengembangan pemanfaatan minyak jarak pagar sebagai bahan bakar melalui pendekatan ilmiah di Indonesia dimulai sejak tahun 1997 di [ITB](http://id.wikipedia.org/wiki/ITB) dengan fokus ekstraksi minyak. [BPPT](http://id.wikipedia.org/wiki/BPPT) kemudian juga terlibat.

Minyak jarak pagar mulai menjadi sorotan dunia semenjak melonjaknya harga minyak mineral dan isu lingkungan diangkat dalam pemanfaatan biodiesel karena sumber-sumbernya banyak yang kurang mempertimbangkan keseimbangan ekosistem dan, khususnya pada kelapa sawit, keberlanjutan (sustainability).

Pertamina telah menyatakan siap menampung biodiesel. DaimlerChrysler, perusahaan otomotif dunia terkemuka, sejak 2004 merilis bahan bakar biodiesel "SunDiesel" dan memproduksi [Mercedes-Benz](http://id.wikipedia.org/wiki/Mercedes-Benz) seri C yang disesuaikan dengan biodiesel.

Negara-negara dengan kesadaran lingkungan tinggi bahkan telah mewajibkan penjualan biodiesel di stasiun pengisian bahan bakar, seperti negara-negara Eropa Barat dan Jepang.

* + 1. **Energi Alternatif Biji Jarak**

Biji jarak merupakan bahan bakar biomassa yang termasuk dalam sumber energi terbarukan yang tengah dikembangkan oleh masyarakat saat ini. Sumber daya energi terbarukan adalah sumber-sumber energi yang output-nya akan konstan dalam rentang waktu jutaan tahun. Tanaman jarak pagar sudah dibudidaya oleh masyarakat, sehingga penyedian bahan bakar biji jarak nantinya akan berlimpah ruah. Biji jarak berpotensi sebagai pengganti minyak tanah (kerosin) untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar kompor biji jarak yang digunakan alat masak di dapur. Namun, desain kompor minyak tanah harus diubah karena biji jarak langsung digunakan sebagai bahan bakar masih dalam bentuk butiran, hanya ada yang sebagian harus ditumbuk untuk mempermudah dalam penyalaan kompor.

Cara untuk memperoleh bahan bakar biji jarak yang baik cukup mudah hanya dengan langkah-langkah seperti; jika tanaman jarak pagar ditanam sendiri maka langkah awal hanya cukup memilih bibit yang unggul, cara perawatanya tidak melelahkan karena tanaman jarak pagar mudah tumbuh di daerah tropis. Kemudian pada saat pegambilan buahnya cukup memilih buah yang sudah tua dengan melihat pada bagian kulitnya yang kehitam-hitaman, setelah itu dipisahkan dari kulitnya satu persatu dan terlebih dahulu dikeringkan dengan tujuan untuk menggurangi kadar air yang terkandung didalam biji jarak, setelah itu biji jarak siap untuk digunakan sebagai bahan bakar kompor. Sedangkan kalau biji jarak yang dijual dipasaran yang masih dalam bentuk butiran bisa langsung digunakan sebagai bahan bakar.

**2.3 Biodisel**

Biodiesel merupakan suatu energi alternatif yang biasa digunakan sebagai bahan bakar fosil (baca: solar). Biodiesel diperoleh dari minyak nabati ataupun minyak hewani sehingga bersifat dapat diperbaharui. Karena maka sudah tentu biodiesel merupakan minyak non-fosil maka sudah tentu hasil pembakarannya bebas dari sulfur dan senyawa aromatic.

Biodiesel mempunyai sifat yang sangat mirip dengan petrodiesel ataupun minyak diesel sintetis, yaitu memiliki energi pembakaran dan angka setana (cetane number) yang lebih tinggi (> 60) sehingga selain pembakaranya lebih efesien juga sekaligus melumasi piston mesin.

Biodiesel dapat digunakan sebagai bahan bakar mesin yang pembakaranya menggunakan system kompresi tinggi (mesin diesel) dengan sedikit modifikasi, bahkan sama sekali tanpa modifikasi. Demikian juga dengan sifat kimianya, biodiesel merupakan suatu alkil ester yang didapat dari proses transesterifikasi.

**2.3.1 Sumber – Sumber Biodiesel**

Beberapa sumber bahan baku biodiesel adalah kelapa sawit, bunga matahari (Helianthus annuus), dan biji jarak. Dr. Agus Rusyana Hoetman, Kepala Balai Besar Teknologi (B2T) - BPPT, merupakan salah satu yang melakukan pengembangan biodiesel dari biji jarak. Jarak yang dipilih adalah jarak pagar (Jatropha curcas) yang banyak ditanam secara tradisional oleh masyarakat Sumba (NTB) dan Kupang (NTT). Menurut Dr. Agus, jenis jarak yang telah dikembangkan menjadi produk turunan, misalnya untuk bahan kosmetik dan minyak pelumas, adalah species Ricinus comunis.

Keberhasilan pengembangan biodiesel jarak pagar tidak hanya tergantung pada aspek pertanian, namun juga sistem pengolahannya. Dr. Heru Kuncoro, Kepala Subbidang Termal dan Mekanik di B2T, telah merancang sistem pemrosesan biji jarak menjadi biodiesel. Sistemnya sederhana, terdiri atas mesin pengupas biji, unit pemanas, mesin tekan (pres mekanik), mesin penyaring (filter), ponpa, dan perpipaan, serta dilengkapi listrik berkapasitas 20-40 kilowatt. Sistem tersebut mampu memproses 10 ton biji jarak dengan waktu operasi 24 jam sehari.

**2.3.2 Keuntungan Biodiesel**

1. Mengurangi emisi asap  
2. Mengurangi emisi CO  
3. Tidak menghasilkan SO2  
4. Terbarukan dan biodegradable  
5. Non toksik

* 1. **Prinsip – prinsip Pembakaran**
     1. **Pembakaran**

Pembakaran (cumbustion) juga disebut juga sebagai chemical reaction (reaksi kimia) antara bahan bakar (fuel) dan oksidiser (segala sesuatu yang mengandung oksigen). Walaupun ada proses pencapuran bahan bakar dengan oksigen (sebagai oksidisernya), reaksi kimia tidak serta merta terjadi. Ada prasyarat lain yang harus dipenuhi.

Orang jaman dulu menyebutkan bahwa untuk bias terjadinya proses pembakaran, maka ada 3 syarat yang harus dipenuhi (syarat utama),

Yaitu:

1. Bahan bakar, (LPG, Gasolin, Minyak Diesel, Minyak tanah, kertas kayu, biji jarak, dll. Umumnya mengandung hidrokarbon)
2. Oksidizer, (Oksigen, Udara, dll)
3. Sumber kalor (Korek Api, Roko, Sumber panas yang lain)



*Gambar 2.4 Segi Tiga Api*

Butir ke 3, Biasa disebut Api (flame), tetapi itu tidaklah tepat. Karena api bukan satu-satunya yang dapat mereinisiasi reaksi kimia (pembakaran). Maka yang lebih tepat adalah sumber kalor/panas (heat source). Proses reaksi kimia membutuhkan energi inisiasi (initial energy, activation energy), untuk memicu reaksi kimia itu sendiri. Jika proses reaksi kimia kimia sudah terjadi, maka proses reaksi kimia itu akan menghasilkan kalor/panas yang akan digunakan sebagai pemicu proses kimia dari campuran bahan bakar dan oksidizer yang belum terbakar.

**2.4.2 Syarat Pembakaran**

1. Syarat sekundari adalah dukungan lingkungan yang baik. Misal temperatur atau tekanan. Reaksi kimia tiadak akan terjadi jika temperatur dan tekanan lingkungannya terlalu rendah.
2. Syarat yang lain adalah campuran bahan bakar dan oksidizer harus baik, artinya campuran bahan bakar dan oksidizer yang tidak balance (terlalu banyak bahan bakarnya (rich mixture), atau terlalu sedikit bahan bakarnya (lean mixture). Jika campuaran bahan bakar tersebut terlalu kaya atau miskin, maka kalor dari campuran tersebut akan menjadi rendah, sehingga proses pembakaran tidak mungkin terjadi.
   * 1. **Proses Pembakaran**

Pembakaran merupakan oksidasi cepat bahan bakar disertai dengan produksi panas atau panas dan cahaya. Pembakaran sempurna bahan bakar terjadi hanya jika ada pasokan oksigen yang cukup. Oksigen (O2) merupakan salah satu elemen bumi paling umum yang jumlahnya mencapai 20.9% dari udara. Bahan bakar padat atau cair harus diubah ke bentuk gas sebelum dibakar. Biasanya diperlukan panas untuk mengubah cairan atau padatan menjadi gas. Bahan bakar gas akan terbakar pada keadaan normal jika terdapat udara yang cukup. Hampir 79% udara (tanpa adanya oksigen) merupakan nitrogen dan sisanya merupakan elemen lainnya. Nitrogen dianggap sebagai pengencer yang menurunkan suhu yang harus ada untuk mencapai oksigen yang dibutuhkan untuk pembakaran. Nitrogen mengurangi efisiensi pembakaran dengan cara menyerap panas dari pembakaran bahan bakar dan mengencerkan gas buang.

Nitrogen mengurangi transfer panas pada permukaan alat penukar panas, meningkatkan volume hasil samping pembakaran. Nitrogen juga dapat bergabung dengan oksigen (terutama pada suhu nyala yang tinggi) untuk menghasilkan oksida nitrogen (NOx), yang merupakan pencemar beracun. Karbon, hidrogen dan sulfur dalam bahan bakar bercampur dengan oksigen di udara membentuk karbon dioksida, uap air dan sulfur dioksida, melepaskan panas masing-masing 8.084 kkal/kg, 28.922 kkal/kg dan 2.224 kkal/kg. Pada kondisi tertentu, karbon juga dapat bergabung dengan oksigen membentuk karbon monoksida, dengan melepaskan sejumlah kecil panas (2.430 kkal/kg karbon). Karbon terbakar yang membentuk CO2 akan menghasilkan lebih banyak panas per satuan bahan bakar daripada bila menghasilkan CO atau asap.

C + O2 CO 2 + 8.084 kkal/kg Karbon

2C + O2 2 CO + 2.430 kkal/kg Karbon

2H 2 + O2 2H2O + 28.922 kkal/kg Hidrogen

S + O2 SO2 + 2.224 kkal/kg Sulfur

Setiap kilogram CO yang terbentuk berarti kehilangan panas (8084 – 2430 = 5654 kKal)[2].

* + 1. **Pembakaran Tiga T**

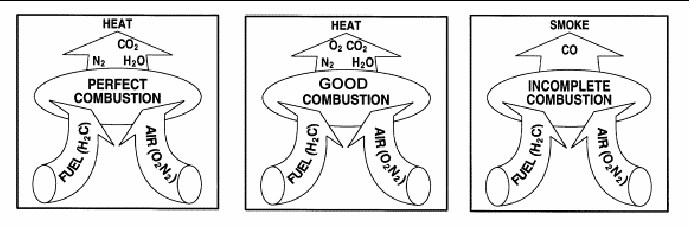
Tujuan dari pembakaran yang baik adalah melepaskan seluruh panas yang terdapat dalam bahan bakar. Hal ini dilakukan dengan pengontrolan “tiga T” pembakaran yaitu :

1. Temperature/suhu yang cukup tinggi untuk menyalakan dan menjaga penyalaan bahan bakar.
2. Turbulence/Turbulensi atau pencampuran oksigen dan bahan bakar yang baik.
3. Time/Waktu yang cukup untuk pembakaran yang sempurna.

Bahan bakar yang umum digunakan seperti gas alam dan propan biasanya terdiri dari karbon dan hidrogen. Uap air merupakan produk samping pembakaran hidrogen, yang dapat mengambil panas dari gas buang, yang mungkin dapat digunakan untuk transfer panas lebih lanjut.

Gas alam mengandung lebih banyak hidrogen dan lebih sedikit karbon per kilogram daripada bahan bakar minyak, sehingga akan memproduksi lebih banyak uap air. Sebagai akibatnya, akan lebih banyak panas yang terbawa pada pembuangan saat membakar gas alam. Terlalu banyak atau terlalu sedikitnya bahan bakar pada jumlah udara pembakaran tertentu, dapat mengakibatkan tidak terbakarnya bahan bakar dan terbentuknya karbon monoksida.

Jumlah O2 tertentu diperlukan untuk pembakaran yang sempurna dengan tambahan sejumlah udara (udara berlebih) diperlukan untuk menjamin pembakaran yang sempurna. Walau demikian, terlalu banyak udara berlebih akan mengakibatkan kehilangan panas dan efisiensi. Tidak seluruh bahan bakar diubah menjadi panas. Sehingga tantangan utama dalam efisiensi pembakaran adalah mengarah ke karbon yang tidak terbakar (dalam abu atau gas yang tidak terbakar sempurna), yang masih menghasilkan CO selain CO2.



*Gambar 2.8 Pembakaran yang sempurna, yang baik dan tidak sempurna[4].*

**2.5 Reaksi Kimia**

Untuk pembakaran diperlukan udara. Jumlah udara yang diperlukan dapat dihitung dengan menggunakan metode yang diberikan dibawah ini. Langkah pertama adalah menentukan komposisi Biji jarak. Spesifikasi minyak bakar dari analisis laboratorium diberikan dibawah ini:

Table 2.5 Persen Berat Unsur.

|  |  |
| --- | --- |
| **Unsur** | **% Berat** |
| Karbon | 85,9 |
| Hidrogen | 12 |
| Oksigen | 0,7 |
| Nitrogen | 0,5 |
| Sulfur | 0,5 |
| H2O | 0,35 |
| Abu | 0,05 |

GCV bahan bakar 10880 kkal/kg

Dari data analisis dengan jumlah sampel minyak bakar 100 kg, maka reaksi kimianya adalah

Peralatan Termal: Bahan Bakar dan Pembakaran*[5].*

C + O2 CO2

H2 + 1/2O2 H2O

S + O2 SO2

Unsur bahan bakar

C + O2 CO2

12 + 32 44

12 kg karbon memerlukan 32 kg oksigen membentuk 44 kg karbon dioksida, oleh karena itu 1 kg karbon memerlukan 32/12 kg atau 2,67 kg oksigen

(85,9) C + (85,9 x 2,67) O2 315,25 CO2

2H2 + O2 2H2O

4 + 32 36

4 kg hidrogen memerlukan 32 kg oksigen membentuk 36 kg air, oleh karena itu 1 kg

hidrogen memerlukan 32/4 kg atau 8 kg oksigen.

(12) H2 + (12 x 8) O2 (12 x 9 ) H2O

S + O2 SO2

32 + 32 64

32 kg sulfur memerlukan 32 kg oksigen membentuk 64 kg sulfur dioksida, oleh karena itu 1kg sulfur memerlukan 32/32 kg atau 1 kg oksigen

(0,5) S + (0,5 x 1) O2 1,0 SO2

Oksigen total yang dibutuhkan = 325,57 kg

(229,07+96+0,5)

Oksigen yang sudah ada dalam

100 kg bahan bakar (ditentukan) = 0,7 kg

Oksigen tambahan yang diperlukan = 325,57 – 0,7

= 324,87 kg

Jadi, jumlah udara kering yang diperlukan = (324,87) / 0,23

(udara mengandng 23% berat oksigen) = 1412,45 kg udara

Udara teoritis yang diperlukan = (1412,45) / 100

= 14,12 kg udara / kg bahan bakar

Jadi, dari contoh diatas terlihat, untuk membakar setiap kg Biji jarak, diperlukan udara sebanyak 14,12 kg udara/kg bahan bakar.

Tabel 2.6 Berat Molekul Unsur

|  |  |
| --- | --- |
| **Unsur** | **Berat Molekul (kg / kg mol)** |
| C | 12 |
| O2 | 32 |
| H2 | 2 |
| S | 32 |
| N2 | 28 |
| CO2 | 44 |
| SO2 | 64 |
| H2O | 18 |

* + 1. **Proses Pembakaran Bahan Bakar Padat**

Bahan bakar padat sebagian besar terdiri dari karbon dan hidrogen. Udara pembakaran yang diperlukan untuk mengegaskan atau outgassing dari karbon C, disebut udara primer, sedangkan udara pembakaran yang digunakan untuk membakar gas-gas CO, disebut udara sekunder. Jika, susunan unsur bahan bakar diketahui, maka dapat dihitung jumlah kebutuhan udara pembakaran untuk pembakaran yang sempurna. seperti diuraikan pada Reaksi Kimia pada sub bab 2.5. diatas.