

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Biomassa

Biomassa adalah bahan organik yang dihasilkan melalui proses fotosintetik, baik berupa produk maupun buangan. Contoh biomassa antara lain adalah tanaman, pepohonan, rumput, limbah pertanian, limbah hutan, tinja dan kotoran ternak. Selain digunakan untuk tujuan primer serat, bahan pangan, pakan ternak, minyak nabati, bahan bangunan dan sebagainya, biomassa juga digunakan sebagai sumber energi (bahan bakar). Yang digunakan adalah bahan bakar biomassa yang nilai ekonomisnya rendah atau merupakan limbah setelah diambil produk primernya (Pari dan Hartoyo, 1983).

Sedangkan menurut Silalahi (2000), biomassa adalah campuran material organik yang kompleks, biasanya terdiri dari karbohidrat, lemak, protein dan mineral lain yang jumlahnya sedikit seperti sodium, fosfor, kalsium dan besi. Komponen utama tanaman biomassa adalah karbohidrat (berat kering $\pm 75\%$), lignin ($\pm 25\%$) dimana dalam beberapa tanaman komposisinya bisa berbeda-beda.

Energi biomassa dapat menjadi sumber energi alternatif pengganti bahan bakar fosil (minyak bumi) karena beberapa sifatnya yang menguntungkan yaitu, dapat dimanfaatkan secara lestari karena sifatnya yang dapat diperbaharui (*renewable resources*), relatif tidak mengandung unsur sulfur sehingga tidak menyebabkan polusi udara dan juga dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya hutan dan pertanian (Widarto dan Suryanta, 1995).

Potensi biomassa di Indonesia adalah cukup tinggi. Dengan hutan tropis Indonesia yang sangat luas, setiap tahun diperkirakan terdapat limbah kayu sebanyak 25 juta ton yang terbuang dan belum dimanfaatkan. Jumlah energi yang terkandung dalam kayu itu besar, yaitu 100 milyar kkal setahun. Demikian juga sekam padi, tongkol jagung, dan tempurung kelapa yang merupakan limbah pertanian dan perkebunan, memiliki potensi yang besar

sekali. Potensi energi biomassa yang terdapat di Indonesia tiap tahun dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Potensi Energi Biomassa di Indonesia

Sumber Energi	Produksi 10 ⁶ ton/thn	Produksi 10 ⁹ kkal/thn
Kayu	25	100
Sekam Padi	7,55	27
Tongkol Jagung	1,52	6,8
Tempurung Kelapa	1,25	5,1
Potensi Total	35,32	138,9

Sumber : The Potential of Biomass Residues as Energy Sources in Indonesia, Dewi (2012).

Biomassa mempunyai kandungan zat terbang yang rendah, maka biomassa mempunyai keunggulan relatif mudah dinyalakan. Biomassa merupakan produk fotosintesa, yaitu butir –butir hijau daun yang bekerja sebagai sel surya, menyerap energi menjadi senyawa karbon (C), hidrogen (H₂) dan oksigen (O₂). Biomassa sebenarnya dapat digunakan secara langsung sebagai sumber energi panas, sebab biomassa tersebut mengandung energi yang dihasilkan dalam proses fotosintesis. Biomassa yang digunakan secara langsung sebagai bahan bakar kurang efisien. Oleh karena itu, energi biomassa harus diubah dulu menjadi energi kimia yang disebut bioarang. Bioarang inilah yang memiliki nilai kalori lebih tinggi serta bebas polusi bila digunakan sebagai bahan bakar (Dewi, 2012).

2.1.1. Kayu Gelam

Kayu Galam berasal dari pohon galam *Melaleuca cajuputi* merupakan spesies yang tumbuh alami di hutan rawa dengan tinggi pohon dapat mencapai 40 meter dan diameter bisa mencapai 35 meter. Namun seringkali sudah dimanfaatkan oleh masyarakat lokal seperti di daerah Kalimantan Selatan, Sumatera Selatan dan kalimantan Tengah pada diameter yang tergolong masih kecil–kecil. Meski berdiameter kecil namun kayu gelam sangat kuat. Kayu ini sering digunakan pada bagian perumahan, perahu, kayu bakar, pagar, atau tiang tiang sementara. Kayu gelam dapat dilihat pada Gambar 1.



Sumber : Jurnal Hutan Tropis Borneo Volume 10 No. 28, Edisi Desember 2009

Gambar 1. Kayu Gelam

Penyebaran jenis ini ada di Myanmar, Thailand, Malaysia, Papua Nugini dan Australia. Pohon ini tumbuh di rawa-rawa, tetapi tidak seperti pohon bakau yang akarnya banyak menjalar masuk ke arah air. Akar pohon ini seperti pohon muda biasanya hanya saja dapat tumbuh di daerah rawa-rawa. Kayu gelam sangat tahan terhadap tanah asam yang ada pada rawa. Batang kayu dari pohon ini juga mempunyai ciri yang khas dengan warnanya yang putih dan kulit batang yang sudah tua akan tampak seperti terkelupas. Daun gelam berbentuk runcing-runcing dengan bunga yang berwarna putih. Komposisi kayu gelam dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Kimia dari Kayu Gelam

Komposisi	Klasifikasi Komposisi Kayu Daun Gelam			Komposisi Kimia Kayu Gelam	
	Tinggi	Sedang	Rendah	Kadar	Klasifikasi
Selulosa	>45	40-44	<40	37,99	rendah
holoselulosa	>75	65-75	<40	75,39	tinggi
Lignin	>33	18-32	<18	22,85	sedang
Pentosan	>24	2-24	<21	18,85	rendah
Zat Ekstraktif	>3	2-3	<2	4,58	rendah
Abu	>6	0,2-6	<0,2	0,92	sedang

Sumber : Jurnal Hutan Tropis Borneo Volume 10 No. 28, Edisi Desember 2009

Kayu gelam memiliki berat jenis yang tinggi dan berpotensi untuk dijadikan bahan baku arang atau pelet kayu., sama dengan jenis lainnya seperti bakau, kesambi, walikukun, cemara, gelam, gofasa, johar, kayu malas, nyirih, rasamala, puspa, simpur. Secara tradisional, kulit kayu gelam dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengisap nanah pada luka atau dibuat ekstrak untuk mengobati rasa

lesu dan susah tidur. Apabila ditampah dammar, kulit kayu dapat dimanfaatkan sebagai bahan penambal perahu.

Daunnya dapat menghasilkan minyak kayu putih yang dapat dimanfaatkan sebagai obat gosok untuk mengobati rematik dan nyeri pada tulang. Buah dan bijinya dikenal sebagai merica bolong dan digunakan oleh orang Jawa dan Bali sebagai bahan jamu untuk mengobati sakit lambung. Dari segi kelestarian hutan galam, masyarakat khususnya penebang galam (peramu) tidak khawatir akan kelanjutan hutan galam.

Istimewanya kayu galam dapat tumbuh dengan sendirinya di hutan rawa. Selain itu selama pertumbuhan, pohon galam tidak terlalu memerlukan pemeliharaan yang intensif. Salah satu kearifan dalam memanen galam adalah penebang galam harus menebang sesuai dengan kebutuhan dan selalu meninggalkan anakan dalam setiap penebangan. Pohon galam yang ujungnya berdiameter lebih kecil dari 4 cm tidak boleh ditebang.

Pohon yang berdiameter 30 cm ke atas juga tidak ditebang karena berat mangkulnya sehingga dapat dijadikan pohon benih. Selain itu pohon galam yang masih berupa anakan dapat dipanen 3–5 tahun kemudian, sehingga kayu galam tidak perlu lama untuk rotasi pertumbuhannya. Hingga saat ini masih jarang ada yang memperhatikan dan tertarik terhadap budidaya kayu galam, padahal jenis ini termasuk fast growing species, multifungsi, dan mudah tumbuh di daerah rawa. Kualitas kayu adalah kesesuaian kayu dengan tujuan penggunaannya.

Kayu gelam mempunyai kekuatan dan keawetan dalam masa pakai puluhan tahun. Faktor di dalam kayu terdiri atas umur pohon/diameter pohon kulit gelam, kondisi lingkungan penggunaan kayu dalam hal ini adalah faktor abiotik (oksidasi, foto oksidasi, pH air/tanah rawa) dan faktor biotik (jamur, serangga perusak kayu).

2.1.2. Arang Kayu

Jenis arang yang terakhir dan sudah banyak terdapat di masyarakat adalah Briket Arang. Briket arang adalah arang yang terbuat dari arang jenis lain yang

dihaluskan terlebih dahulu kemudian dicetak sesuai kebutuhan dengan campuran tepung kanji. Tujuan pembuatan briket arang adalah untuk menambah jangka waktu bakar dan untuk menghemat biaya. Sedangkan arang aktif adalah arang baik dari kayu atau lainnya yang telah mengalami perubahan sifat- sifat fisika dan kimianya karena dilakukan perlakuan aktivasi dengan aktifator bahanbahan kimia ataupun dengan pemanasan pada temperatur tinggi, sehingga daya serap dan luas permukaan partikel serta kemampuan arang tersebut akan menjadi lebih tinggi.

Arang aktif merupakan senyawa amorph, yang dapat dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon atau dari arang yang diperlakukan dengan cara khusus untuk mendapatkan permukaan lebih luas (PPLH Seloliman, 2007). Arang kayu adalah arang yang terbuat dari bahan dasar kayu. Arang kayu paling banyak digunakan untuk keperluan memasak seperti yang dijelaskan sebelumnya. Arang kayu dapat dilihat pada Gambar 2.



Sumber : PPLH Seloliman, 2007

Gambar 2. Arang Kayu

Bahan kayu yang digunakan untuk dibuat arang kayu adalah kayu yang masih sehat, dalam hal ini kayu belun membusuk. Kelebihan arang kayu bakar meliputi (PPLH Seloliman, 2007)

- a. Lebih cepat untuk menjadi bara, di bandingkan dengan batubara
- b. Tidak menimbulkan asap yang terlalu banyak, karena proses pembuatan arang dilakukan dengan cara deduksi, yaitu proses pembakaran tanpa menggunakan oksigen.
- c. Proses pembakaran akan lebih cepat, jika dibandingkan dengan menggunakan batubara
- d. Bahan baku mudah di jangkau

2.2. Biobriket

Biobriket adalah bahan bakar padat yang terbuat dari batubara dengan campuran biomassa atau seluruhnya dari biomassa dan tambahan perekat. Biobriket mampu menggantikan sebagian dari kegunaan minyak tanah seperti untuk pengolahan makanan, pengeringan, pembakaran dan pemanasan. Biobriket sebagai bahan bakar alami yang bahan baku diproses melalui proses *torrefaction* (pengarangan) sebagai teknologi untuk membuat biomassa lebih mudah terbakar.

Torrefaction memproses biomassa yang dipanaskan pada suhu antara 300-500°C dalam ruangan kedap oksigen. Proses ini melepaskan senyawa organik yang mudah menguap dalam biomassa yang berupa gas yang mudah terbakar, sehingga dimanfaatkan untuk proses pengeringan biomassa. *Torrefaction* menghasilkan biobriket berupa bahan bakar padat dengan tingkat kelembaban yang rendah, mudah digiling, mudah terbakar. Biobriket diharapkan dapat mengsubstitusi penggunaan BBM yang terus mengalami peningkatan signifikan (<http://kompetiblog2013.wordpress.com/tag/lingkungan/>).

2.2.1. Keunggulan Biobriket

Adapun keunggulan briket biobriket antara lain

- a. Lebih murah dibandingkan dengan bahan bakar minyak.
- b. Panas yang tinggi dan kontinyu sehingga sangat baik untuk pembakaran yang lama
- c. Tidak beresiko meledak/terbakar
- d. Tidak mengeluarkan suara bising serta tidak berjelaga
- e. Sumber batubara berlimpah

2.2.2. Sifat Biobriket Yang Baik

Sifat biobriket yang baik antara lain

- a. Tidak berasap dan tidak berbau pada saat pembakaran
- b. Mempunyai kekuatan tertentu sehingga tidak mudah pecah waktu diangkat dan dipindah-pindah
- c. Mempunyai suhu pembakaran yang tetap ($\pm 350^{\circ}\text{C}$) dalam jangka waktu yang cukup panjang (± 40 menit)

- d. Setelah pembakaran masih mempunyai kekuatan tertentu sehingga mudah untuk dikeluarkan dari dalam tungku masak

Selain itu biobriket yang dihasilkan juga harus memenuhi standar mutu briket menurut SNI 01-6235-2000 dapat dilihat pada Tabel 3, standar permen ESDM No. 47/2006 dapat dilihat pada Tabel 4 dan standar nilai briket menurut Jurnal Teknik Kimia No.1 vol.18, Januari 2012 pada Tabel 5.

Tabel 3. Standar Mutu Briket Menurut SNI 01-6235-2000

No	Parameter	Satuan	Persyaratan
1	Kadar air b/b	%	Maksimum 8
2	Bagian yang hilang pada pemanasan 90°C	%	Maksimum 15
3	Kadar abu	%	Maksimum 8
4	Kalori (ADBK)	Kal/gr	Minimum 5000

Sumber : Badan Standarisasi Nasional (2012)

Tabel 4. Standar Mutu Briket Menurut Permen ESDM No. 47/2006

No	Parameter	ESDM
1	<i>Moisture (%)</i>	<15
2	Kadar Abu (%)	<10
3	Kadar Zat Terbang (%)	Sesuai Bahan Baku
4	Kadar Karbon Terikat (%)	Sesuai Bahan Baku
5	Nilai Kalor (Kal/gr)	4400

Sumber : Paisal (2012)

Tabel 5. Standar Nilai Briket

Analisa Standar Nilai Briket	Nilai
Kandungan air total	<5%
Abu	14-18%
Zat terbang	20-24%
Karbon tetap	50-60%
Nilai kalor	1500-6000 cal/gr
Belerang	<0,5%
Kuat tekan	>60 kgf/cm
Daya tahan banting	>95%
Ukuran (pxlxT)	51x39x49mm
Berat butir	50 gr
Komposisi kimia :	
• Karbon (c)	64-67%
• Hidrogen (h)	2,7-49%
• Oksigen (o)	11,1-13%
• Nitrogen (n)	1-,1,1%
Sulfur SO ₂	<5 ppm
Nitrogen dioksida (NO _x)	<2 ppm
Karbon monoksida	<1.000 ppm
Asap	Tidak berasap
Suhu penyalaaan	185°C

Sumber : Jurnal Teknik Kimia No.1 vol.18, Januari 2012

Selain harus memenuhi Standar Mutu briket menurut SNI 01-6235-2000, biobriket yang dihasilkan dapat dibandingkan dengan nilai standar dari beberapa negara yang dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai Standar Mutu Briket Beberapa Negara

Sifat-Sifat	Standar Mutu Briket				
	Komersial (1)	Impor (2)	Jepang (3)	Inggris (3)	USA (4)
Moisture (%)	7,0 - 8,0	6,0 - 8,0	6,0 - 8,0	3,0 - 4,0	6
Ash (%)	5,26	5,0 - 6,0	5,0 - 7,0	8,0 - 10	16
Volatile Matter (%)	15,24	15 – 28	15 – 30	16,4	19 - 28
Fixed Carbon (%)	77,36	65 – 75	60 – 80	75	60
Kerapatan (g/cm ³)	0,4	0,53	1,0 - 1,2	0,46 - 0,84	1,0 - 1,2
Kekuatan Tekan (Kg/cm ³)	50	46	60	12,7	62
Nilai Kalor (cal/gr)	6000	4700 – 5000	5000 – 6000	5870	4000 - 6500

Sumber : (1) pari et all (1990) (2) Sudrajat (1982) (3) Kirana (1995) (4) Badan Penelitian Dan Pengembangan Kehutanan (1994) di dalam triono (2006)

Kualitas briket dapat dipengaruhi oleh kualitas bahan baku yang digunakan, sedangkan pemilihan perekatnya didasarkan pada (Subroto, 2006) :

- Perekat harus memiliki daya adhesi yang baik bila dicampur dengan semikokas;
- Perekat harus mudah didapat dalam jumlah banyak dan harganya murah;
- Perekat tidak boleh beracun dan berbahaya

2.2.3. Macam-Macam Bentuk Biobriket

Terdapat berbagai macam bentuk briket yang ada dipasaran, diantaranya:

1. Bentuk Yontan (Silinder)

Tipe ini dikenal dan sangat populer untuk keperluan rumang tangga, nama Yontan diambil dari nama lokal. Briket ini berbentuk silinder dengan garis tengah 50 mm, tinggi 142 mm, berat 3,5 kg dan memiliki lubang-lubang. Briket tipe yontan dapat dilihat pada Gambar 3. Ciri-ciri briket berbentuk silinder adalah sebagai berikut:

- Permukaan atas dan bawah rata
- Sisi-sisinya membentuk lingkaran
- Paling mudah dicetak



Sumber: Sukandarumidi, 1995

Gambar 3. Briket Bentuk Yontan

2. Bentuk *Egg* (Telur / Bantal / Kenari)

Briket ini banyak digunakan di industri. Tipe ini digunakan pula sebagai bahan bakar di industri kecil seperti pembakaran kapur, bata, genteng, gerabah, dan pandai besi serta untuk keperluan rumah tangga. Jenis ini memiliki lebar 32-29 mm dan tebal 20-24 mm. Bentuk briket tipe egg (telur/bantal/kenari) dapat dilihat pada Gambar 4 dibawah ini.



Sumber: Sukandarumidi, 1995

Gambar 4. Briket Bentuk Telur

3. Briket Kubus dan Persegi Panjang

Ciri-ciri briket berbentuk kubus adalah sebagai berikut:

- a. Berbentuk kotak
- b. Tepi-tepinya membentuk sudut
- c. Tidak ada lubang ditengahnya, tetapi disisi-sisinya sering terdapat lekukan kecil
- d. Mudah dicetak, bentuk briket tipe kubus dapat dilihat pada Gambar 5.



Sumber: Sukandarumidi, 1995

Gambar 5. Briket Bentuk Kubus

2.3. Bahan Perekat

Perekat adalah bahan yang ditambahkan pada komposisi zat utama untuk memperoleh sifat-sifat tertentu, misalnya viskositas, ketahanan dan sebagainya. Beberapa viskositas yang berfungsi menaikkan viskositas adalah Carboxy Menthyl Cellulosa (CMC), gypsum, kanji, gliserol, clay, biji jarak dan sebagainya. Adapun penambahan briket biomassa adalah selain bahan yang didapat itu mudah dan terbarukan, juga bisa berfungsi untuk membantu penyulutan awal dan sekaligus perekat terhadap pembriketan biomassa. Ditinjau dari fungsi perekat dan kualitasnya, pemilihan perekat berdasarkan sifat dan jenisnya sangat penting dalam pembuatan biobriket, antara lain :

1. Berdasarkan sifat bahan baku pengikat yaitu
 - a. Memiliki gaya kohesi yang baik bila dicampur dengan semikokas
 - b. Harus mudah terbakar dan tidak berasap
 - c. Harus mudah diperoleh dalam jumlah banyak dan murah harganya
 - d. Tidak beracun dan berbahaya
2. Berdasarkan jenis perekatnya, bahan perekat dapat dibedakan menjadi 3 yaitu:
 - a. Perekat organik

Perekat organik menghasilkan abu yang relatif sedikit setelah pembakaran biobriket dan umumnya merupakan bahan perekat yang efektif. Contoh dari pengikat organik adalah tapioka, gliserin, paraffin, amilum, CMC, tar, aspal, molase.

b. Perekat anorganik

Pengikat anorganik dapat menjaga ketahanan biobriket selama proses pembakaran sehingga dasar permeabilitas bahan bakar tidak terganggu. Pengikat anorganik ini mempunyai kelemahan yaitu adanya tambahan abu yang berasal dari bahan pengikat sehingga dapat menghambat pembakaran dan menurunkan nilai kalor. Contoh dari pengikat anorganik antara lain: tanah liat, natrium silikat, dan soda kaustik.

c. Perekat campuran

Misalnya, tanah liat dan limbah kayu palem, tapioka dan soda kaustik.

Sedangkan menurut Kurniawan dan Marsono (2008), ada beberapa jenis perekat yang digunakan untuk briket arang yaitu

a. Perekat Aci

Perekat aci terbuat dari tepung tapioka yang mudah dibeli dari toko makanan dan di pasar. Perekat ini biasa digunakan untuk mengelem perangko dan kertas. Cara membuatnya sangat mudah, yaitu cukup mencampurkan tepung tapioka dengan air, lalu dididihkan diatas kompor. Selama pemanasan tepung diaduk terus-menerus agar tidak menggumpal. Warna tepung yang semula putih akan berubah menjadi transparan setelah beberapa menit dipanaskan dan terasa lengket di tangan. Khusus untuk pembuatan briket dipilih yang mempunyai viskositas atau kekentalan yang tinggi. Komposisi kimiawi tepung tapioka dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Komposisi Kimiawi Tepung Tapioka

Bahan Penyusun	Jumlah	Bahan Penyusun	Jumlah
Air (gr)	14,0	Fosfor (mg)	13,0
Protein (gr)	0,7	Besi (mg)	1,3
Lemak (gr)	0,2	Vitamin A	0,01
Karbohidrat (gr)	84,7	Riboflavin	-
Thiamin	-	Niasin	-
Kalsium (mg)	11,0	Asam askorbat	-
Serat (gr)	0,2	Abu (gr)	0,4
Kalori (cal)	353,0	-	-

Sumber : Jurnal Teknik Kimia No 1. Vol 18, Januari 2012

Berikut komposisi tapioka per 100 gram bahan dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Komposisi Tapioka (per 100 gram Bahan)

No	Komponen	Standar
1	Kalori	146,00 kal
2	Air	62,50 gram
3	Phospor	40,00 mg
4	Karbonhidrat	34,00 mg
5	Kalsium	33,00 mg
6	Protein	1,20 gram
7	Besi	0,70 mg
8	Lemak	0,30 gr
9	Berat dapat dimakan	75,00 gr

Sumber: Hasbullah, 2002

Adapun komposisi kimia dari tepung tapioka dapat dilihat pada Tabel 9 berikut:

Tabel 7. Komposisi Kimia Tepung Tapioka

No	Komponen	Standar
1	Kalori (per 100 gr) kal	146,00
2	Karbonhidrat (%)	62,50
3	Kadar air (%)	40,00
4	Karbonhidrat (mg)	34,00
5	Kalsium (mg)	33,00

Sumber: Soemarsono, 2008

b. Perekat Tanah Liat

Mahida (1984), mendefinisikan tanah liat sebagai campuran partikel-partikel pasir dan debu dengan bagian-bagian tanah liat yang mempunyai sifat-sifat karakteristik yang berlainan dalam ukuran yang kira-kira sama. Salah satu ciri partikel-partikel tanah liat yaitu mempunyai muatan ion positif yang dapat dipertukarkan.

Bowles (1991), mendefinisikan tanah liat atau lempung sebagai deposit yang mempunyai ukuran partikel yang lebih kecil atau sama dengan 0,002 mm. Tanah liat dengan ukuran mikrokonis sampai dengan submikrokonis ini terbentuk dari pelapukan unsur-unsur kimiawi penyusun batuan.

Terzaghi (1987), tanah liat atau lempung akan menjadi sangat keras dalam keadaan kering, dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. Tanah liat atau lempung mempunyai sifat permeabilitas sangat rendah dan bersifat plastis pada kadar air. Mineral lempung mempunyai daya tarik menarik individual yang mampu menyerap 100 kali volume partikelnya, ada atau tidaknya air (selama pengeringan) dapat menghasilkan perubahan volume dan kekuatan yang besar. Partikel-partikel lempung juga mempunyai tenaga tarik antar partikel yang sangat kuat yang untuk sebagian menyebabkan kekuatan yang sangat tinggi pada suatu bongkahan kering (batu lempung).

Sifat-sifat dari lempung adalah sebagai berikut (Hardiyatmo, 1999)

- 1) Ukuran butir halus kurang dari 0,002 mm
- 2) Permeabilitas rendah
- 3) Bersifat sangat kohesif
- 4) Kadar kembang susut yang tinggi
- 5) Proses konsolidasi lambat

Perekat tanah liat bisa digunakan sebagai perekat karbon dengan cara tanah liat diayak halus seperti tepung, lalu diberi air sampai lengket. Namun penampilan briket arang yang menggunakan bahan perekat ini menjadi kurang menarik dan membutuhkan waktu lama untuk mengeringkannya. Selain itu, briket menjadi agak sulit menyala ketika dibakar.

Komposisi kimia tanah liat yang di analisa dengan menggunakan alat *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Komposisi Tanah Liat

Elemen	Nama Elemen	Konsentrasi (%)
C	Carbon	0,33
O	Oksigen	46,91
Al	Aluminium	22,05
Si	Silika	13,42
S	Sulfur	0,23
Ca	Kalium	0,21
Fe	Besi	14,78

Sumber : (Prameswari, 2008)

Aphin (2012), tanah liat atau tanah lempung memiliki ciri-ciri sebagai berikut

- 1) Tanahnya sulit menyerap air sehingga tidak cocok untuk dijadikan lahan pertanian.
- 2) Tekstur tanahnya cenderung lengket bila dalam keadaan basah dan kuat menyatu antara butiran tanah yang satu dengan lainnya.
- 3) Dalam keadaan kering tanah cenderung sangat keras dengan ukuran butiran tanahnya terpecah-pecah secara halus.

c. Perakat Getah Karet

Daya lekat getah karet lebih kuat dibandingkan dengan lem aci maupun tanah liat. Namun, ongkos produksinya relatif lebih mahal dan agak sulit mendapatkannya karena harus membeli. Briket arang yang menggunakan perekat getah karet akan menghasilkan asap tebal berwarna hitam dan beraroma kurang sedap ketika dibakar. Oleh karena itu jenis perekat ini jarang dipilih oleh produsen briket arang.

d. Perakat Getah Pinus

Briket arang dengan menggunakan perekat getah pinus hampir mirip dengan briket arang dengan menggunakan perekat getah karet. Namun keunggulannya terletak pada daya benturan briket yang kuat meskipun dijatuhkan dari tempat yang tinggi, briket tetap utuh.

e. Perakat pabrik

Perekat pabrik adalah lem khusus yang diproduksi oleh pabrik yang berhubungan langsung dengan industri pengolahan kayu, seperti tripleks, multipleks, dan furnitur. Lem-lem tersebut memang mempunyai daya lekat yang sangat kuat, tetapi kurang ekonomis jika diterapkan pada briket arang, kecuali untuk melayani pesanan khusus dari konsumen. Misalnya pembuatan briket arang yang ditujukan untuk ekspor hasil memenuhi standar perdagangan internasional yang mencakup kadar air, kadar abu, karbon terikat, materi volatil, serta jumlah kalori yang dilepaskan setiap kilogramnya.

Penggunaan bahan perekat dimaksudkan untuk menarik air dan

membentuk tekstur yang padat atau mengikat dua substrat yang akan direkatkan. Dengan adanya bahan perekat, maka susunan partikel akan semakin baik, teratur dan lebih padat sehingga dalam proses pengempaan keteguhan tekan dari arang briket akan semakin baik (Silalahi, 2000). Pada penelitian ini jenis perekat yang digunakan yaitu tanah liat dan tepung tapioka.

2.4. Faktor-Faktor Pembriketan

Tujuan pembriketan adalah untuk meningkatkan kualitas bahan sebagai bahan bakar, mempermudah penanganan dan transportasi serta mempengaruhi kehilangan bahan pada proses pengangkutan. Beberapa faktor yang mempengaruhi pembriketan antara lain

1. Ukuran

Ukuran mempengaruhi kekuatan briket yang dihasilkan karena ukuran yang lebih kecil akan menghasilkan rongga yang lebih kecil pula sehingga kuat tekan briket akan semakin besar.

2. Penekanan

Penekanan pada saat pembriketan akan berdampak pada kekerasan dan kekuatan dari briket yang dihasilkan. Penekanan pada saat pembriketan harus tepat, tidak terlalu besar ataupun kecil dimana akan berdampak pada proses penyalaan briket.

3. Bahan Baku

Briket dapat dibuat dari berbagai macam bahan yakni batubara, arang, ampas tebu, sekam padi, serbuk kayu, dan lain-lain. Bahan baku pembuatan biobriket harus mengandung selulosa, semakin tinggi kandungan selulosa maka semakin baik kualitasnya. Briket yang mengandung zat terbang tinggi yang proses penyalaan dapat berlangsung cepat akan tetapi dapat menghasilkan asap dan bau yang tidak sedap.

2.5. Mesin Pembuat Briket

Mesin pembuat briket adalah mesin yang digunakan untuk memproses limbah dan residu usaha kehutanan dan pertanian menjadi briket. Sebelum

dijadikan briket, bahan mentah harus diberikan perlakuan tertentu seperti pemurnian dan pengecilan ukuran partikel. Mesin press briket bekerja dengan tiga mekanisme dasar antara lain

1. Tipe Ulir

Briket ditekan dengan memanfaatkan mekanisme ulir archimedes.

2. Tipe *Stamping*

Mekanisme menekan dengan tuas sehingga bahan baku briket terpadatkan.

Tipe ini memungkinkan briket dibuat dalam berbagai bentuk dan ukuran.

3. Tipe hidrolik

Mesin pembuat briket yang bekerja dengan sistem hidrolik

2.6. Teknologi Karbonisasi

Proses pembakaran dikatakan sempurna jika hasil akhir pembakaran berupa abu berwarna keputihan dan seluruh energi di dalam bahan organik dibebaskan. Namun dalam pengarangan, energi pada bahan akan dibebaskan secara perlahan. Apabila proses pembakaran dihentikan secara tiba-tiba ketika bahan masih membara, bahan tersebut akan menjadi arang yang berwarna kehitaman. Pada bahan masih terdapat sisa energi yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, seperti memasak, memanggang dan mengeringkan. Bahan organik yang sudah menjadi arang tersebut akan mengeluarkan sedikit asap dibandingkan dibakar langsung menjadi abu (Kurniawan dan Marsono, 2008).

Prinsip proses karbonisasi adalah pembakaran biomassa tanpa adanya kehadiran oksigen. Sehingga yang terlepas hanya bagian *volatile matter*, sedangkan karbonnya tetap tinggal di dalamnya. Temperatur karbonisasi akan sangat berpengaruh terhadap arang yang dihasilkan sehingga penentuan temperatur yang tepat akan menentukan kualitas arang. (Pari dan Hartoyo, 1983).

Sedangkan menurut Abdullah, dkk, (1991), proses pengarangan adalah penguraian biomassa pada suhu lebih dari 450°C. Pada proses pengarangan terdapat beberapa tingkatan proses yaitu pengarangan primer dan pengarangan sekunder. Pengarangan primer adalah pirolisa yang terjadi pada bahan baku

(umpan), sedangkan pengarangan sekunder adalah pengarangan yang terjadi atas partikel dan gas/uap hasil pirolisa primer. Selama proses pengarangan perlu diperhatikan asap yang ditimbulkan selama proses tersebut (Anonymous, 1989) :

- a. Jika asap tebal dan putih, berarti bahan sedang mengering.
- b. Jika asap tebal dan kuning, berarti pengkarbonan sedang berlangsung. Pada fase ini sebaiknya tungku ditutup dengan maksud agar oksigen pada ruang pengarangan serendah-rendahnya.
- c. Jika asap semakin tipis dan berwarna biru berarti pengarangan hampir selesai, kemudian drum dibalik dan proses pembakaran selesai.

2.7. Spesifikasi Kualitas Biobriket

Spesifikasi bahan briket yang perlu diketahui diantaranya adalah:

1. Sifat Fisik

Sifat fisik merupakan salah satu penentuan kualitas biobriket yang dibuat. Adapun untuk analisa sifat fisik dapat meliputi pengukuran nilai kalor, kadar air, densitas, waktu penyalaan sampai timbul api, uji nyala penyalaan biobriket.

a. Nilai Kalor

Nilai kalor merupakan ukuran panas yang dihasilkan dan diukur sebagai nilai kalor LHV (*gross calorific value*) atau nilai kalor HHV (*netto calorific value*). Perbedaan dari LHV dan HHV ditentukan oleh panas laten kondensasi dari uap air yang dihasilkan selama proses pembakaran. HHV menunjukkan bahwa seluruh uap yang dihasilkan selama proses pembakaran sepenuhnya terkondensasi. Sedangkan LHV menunjukkan air yang keluar dengan produk pengembunan tidak seluruhnya terkondensasi. (Yulinah Trihadiningrum, 2008).

b. Kandungan Air

Analisis kandungan air bertujuan mengetahui kandungan air yang berada pada briket. Pengaruh kandungan air yang berlebih akan mempengaruhi nilai kalor dan suplai panas karena penguapan dan pemanasan berlebih dari uap, serta membantu radiasi transfer panas (Imam Budi Raharjo, 2006). Kandungan air dapat dibedakan antara lain:

1) Kandungan air bebas (*free moisture*)

Kandungan air bebas adalah air yang diserap pada permukaan briket, kandungan air ini dapat dihilangkan dengan cara dikeringkan. Kandungan air ini berasal dari uap di lingkungan sekitar, air hujan dan lain-lain.

2) Kandungan air bawaan (*inherent moisture*)

Kandungan air ini terikat secara kimiawi dan fisika pada briket.

3) Kandungan air total (*total moisture*)

Kandungan air total merupakan banyaknya kandungan air dalam briket. Kandungan air total mempengaruhi kondisi pengeringan dan hasil pengeringan akan berpengaruh terhadap penyalan awal dan nilai kalor.

c. Densitas

Dilakukan dengan mendeterminasi berapa rapat massa biobriket melalui perbandingan antara massa biobriket dengan besarnya dimensi volumetrik biobriket arang kayu. Dengan persamaan :

$$\text{kerapatan briket } (\rho) = \frac{m}{V_{tot}} \quad \dots (1)$$

$$\text{volume briket } (V_{tot}) = \pi r^2 t \quad \dots (2)$$

Dimana :

ρ : Kerapatan biobriket (g/cm^3)

m : Massa biobriket (gr)

V_{tot} : Volume total (cm^3)

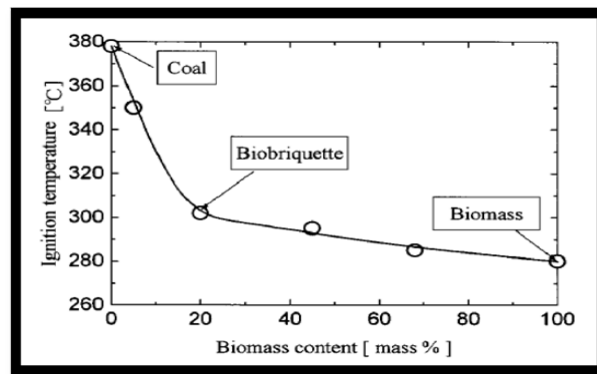
R : Jari-jari (cm)

T : Tinggi briket

d. Uji Penyalaan

Pada saat pembakaran, biomassa dan batubara akan simultan pada suhu penyalaan yang rendah, artinya waktu penyalaan yang relatif cepat. Dengan pencampuran material biomassa dan batubara, maka material biomassa akan membuat waktu penyalaan briket batubara biasa menjadi lebih singkat. Hal ini dikarenakan bagian material biomassanya memerlukan suhu penyalaan yang lebih rendah dibanding bagian batubara pada briket sehingga dapat dipastikan kualitas pembakaran zat-zat volatil dari briket dapat ditingkatkan (Lu dkk, 2000). Oleh

karena itu, dapat dinyatakan bahwa teknik briket biobriket dapat menurunkan waktu penyalan dan nilai bakarnya sekaligus dibanding briket batubara murni (Wilaipon, 2008). Efek kandungan biomassa terhadap penurunan waktu penyalan briket pada Gambar 6.



Sumber : (Lu G., 2000)

Gambar 6. Efek Kandungan Biomassa Terhadap Penurunan Waktu Penyalan Biobriket

Penurunan dengan cepatnya dengan penambahan biomassa di bawah 20% massa. Kemudian, temperatur ignisi biobriket semakin mendekati temperatur penyalan biomassa ketika penambahan biomassa melebihi 20%. Fenomena ini terjadi karena biomassa memiliki kandungan *volatile matters* yang lebih banyak sehingga mempercepat proses penyalan biobriket yang otomatis menurunkan temperatur penyalan yang tentunya lebih rendah dari briket batubara.

Selain faktor *volatile mater* pada biomassa yang banyak sehingga mempercepat waktu penyalan biobriket terdapat faktor lain yaitu faktor fisik dari biomassa yang memiliki diameter pori yang lebih besar dibandingkan batubara (Lu G., 2000).

1) Mekanisme Penyalan

Temperatur penyalan didefinisikan sebagai temperatur terendah yang harus dicapai bahan bakar padat untuk pembakaran. Sedangkan waktu penyalan adalah waktu mulai batubara masuk sampai nyala api pada saat tercapainya temperatur penyalan. Terjadinya penyalan dapat dilihat sebagai tercapainya beberapa kondisi yaitu (Chigier, 1981)

- a) Jumlah energi dari sumber ignisi cukup tinggi untuk mengatasi hambatan aktivasi;
- b) Laju panas yang terbentuk melebihi laju panas yang hilang;
- c) Durasi nyala atau sumber ignisi lainnya cukup lama untuk mengawali perambatan nyala (*flame propagation*).

Dibandingkan bahan bakar cair atau LPG, bahan bakar padat berukuran besar seperti briket mempunyai temperatur permukaan material yang rendah. Dengan ukuran briket yang besar (30 hingga 50 mm), *volatile matter* yang terlepas dari permukaan material briket per satuan luas permukaan briket kecil. Nyala api terjadi oleh reaksi oksidasi *volatile matter* pada permukaan briket tidak cukup memberi panas kepada material briket untuk memulai penyalaan dalam pengertian memulai reaksi oksidasi material karbon briket (Lau & Niksa, 1992).

Di samping itu pelepasan *volatile matter* menghalangi penetrasi udara ke permukaan briket. Karena itu penyalaan karbon material briket terjadi setelah *volatile matter* habis terlepas dari permukaan briket dimana halangan terhadap difusi oksigen ke permukaan briket sudah tidak ada lagi padahal terbakarnya *volatile matter* mempunyai potensi memberikan panas radiasi kepada material briket (Lau & Niksa, 1992).

Setelah semua zat volatil terbakar, oksigen mulai dapat berdifusi secara eksternal, yang nantinya akan teradsorpsi untuk kemudian bereaksi pada permukaan partikel batubara. Selanjutnya akan terjadi proses transfer panas secara konduksi ke bagian dalam briket. Reaksi pembakaran yang terjadi antara oksigen dengan karbon ini adalah awal proses penyalaan batubara yang didefinisikan sebagai terbakarnya karbon 1% (Lau & Niksa, 1992).

2) Faktor Pengontrol Waktu Penyalaan

Faktor-faktor penting yang mempengaruhi pembakaran di antaranya

a) Kadar Air

Semakin tinggi kadar air dalam batubara atau biomasa menyebabkan temperatur pembakaran menurun dan kadar H₂O meningkat, ini mengakibatkan bahan bakar padat lebih sulit dibakar sehingga terjadi pembakaran tidak sempurna

dan terbentuk CO yang tinggi di awal proses pembakaran.

b) Ukuran dan Bentuk Bahan Bakar

Pada suatu penelitian diketahui bahwa briket bentuk sarang tawon mempunyai luas permukaan yang besar sehingga perpindahan panas terjadi dengan laju yang lebih tinggi dibandingkan briket berbentuk kubus dengan besar volume dan massa yang sama. Ukuran briket biomasa yang dibakar mempengaruhi besar temperatur yang dihasilkan. Semakin kecil ukuran briket maka temperatur pembakaran akan semakin besar dan waktu pembakaran semakin cepat. Hal ini berkaitan dengan laju perpindahan panas dari udara sekitar ke dalam biomasa yang semakin besar.

c) Ketersediaan Udara

Udara yang masuk dari bagian bawah *furnace* disebut udara primer, sedangkan udara yang masuk ke bagian atas bahan bakar dan bereaksi dengan zat volatil disebut udara sekunder. Dengan adanya udara, panas dapat ditransfer ke sekitar sehingga dapat mempercepat ignisi pada bahan bakar padat.

2. Sifat Kimia

Aalisis sifat kimia atau sering disebut analisis proksimat dapat meliputi parameter *fixed carbon*, *volatile matter*, kadar abu.

a. Kandungan Abu

Kandungan abu merupakan material organik yang terkandung didalam briket setelah dilakuka pembakaran pada kondisi temperatur tertentu. Kandungan abu dapat berasal dari:

1) Pengotoran Luar

Pengotoran ini terjadi pada permukaan briket saat pembriketan dilakukan.

2) Pengotoran Dalam

Pengotoran ini terjadi karena adanya kandungan mineral lain di dalam briket pada saat pembentukan briket.

Abu merupakan residu dari bahan mineral yang dihasilkan selama pembakaran briket yang terjadi secara sempurna. Kandungan abu akan terbawa

bersama gas pembakaran dalam bentuk *fly ash* yang jumlahnya mencapai 30% dan abu dasar sebesar 10%. Semakin tinggi kadar abu akan mempengaruhi tingkat pengotoran, keausan dan korosi peralatan. (Yulinah Trihadiningrum, 2008).

b. *Volatile Matter* (VM)

Zat terbang adalah bagian dari briket dimana bila briket dipanaskan tanpa kontak dengan udara pada suhu sekitar 900°C akan berubah menjadi gas. *Volatile matter* terdiri dari gas-gas yang *combustable* seperti metana, hidrokarbon ringan, hidrogen, dan karbon monoksida (CO) serta sebagian kecil *non combustable* seperti uap air dan karbondioksida. Kandungan zat terbang yang tinggi akan mempercepat pembakaran tetapi sebaliknya zat terbang rendah akan mempersukar proses pembakaran (Imam Budi R., 2006).

c. *Fixed Carbon*

Karbon tertambat merupakan karbon dalam keadaan bebas, tidak bergabung dengan elemen lain yang tertinggal setelah materi yang mudah menguap dilepaskan selama analisis suatu sampel padat kering. Kandungan utamanya tidak hanya karbon tetapi terdapat juga hidrogen, oksigen, sulfur dan nitrogen. Kadar karbon dan jumlah zat terbang digunakan sebagai perhitungan untuk menilai kualitas bahan bakar, yaitu nilai fuel ratio (Imam Budi R., 2006).

4. Sifat Mekanik

a. Pengujian *Drop Test* (*Shatter Index*)

Pengujian shatter index adalah pengujian daya tahan briket terhadap benturan yang dijatuhkan pada ketinggian 30 cm. Pengujian ini dilakukan untuk menguji seberapa kuatnya briket arang kayu yang di kompaksi pada tekanan 100, 150, 200 terhadap benturan yang disebabkan ketinggian dan berapa % bahan yang hilang atau yang lepas dari briket akibat dijatuhkan pada ketinggian 30 cm.

2.8. Sistem Hidrolik

2.8.1. Pengertian Sistem Hidrolik

Dalam sistem hidrolik fluida cair berfungsi sebagai penerus gaya. Minyak

mineral adalah jenis fluida yang sering dipakai. Perinsip dasar dari sistem hidrolik adalah karena sifatnya yang sangat sederhana. zat cair tidak mempunyai bentuk yang tetap, zat cair hanya dapat membuat bentuk menyesuaikan dengan yang ditempatinya. Zat cair pada prakteknya mempunyai sifat yang tidak dapat dikompresi, beda dengan fluida gas yang sangat mudah sekali dikompresi. Karena zat cair yang digunakan harus bertekanan tertentu, diteruskan kesegala arah secara merata, memberikan arah gerakan yang sangat halus. Hal ini sangat didukung oleh sifatnya yang selalu menyesuaikan bentuk yang ditempatinya dan tidak dapat dikompresi.

Sistem hidrolik merupakan suatu bentuk perubahan atau pemindahan daya dengan menggunakan media penghantar berupa fluida cair untuk memperoleh daya yang lebih besar dari daya awal yang dikeluarkan. Dimana fluida penghantar ini dinaikkan tekanannya oleh pompa pembangkit tekanan yang kemudian diteruskan kesilinder kerja melalui pipa-pipa saluran dan katupkatup. Gerakan translasi batang piston dari silinder kerja yang diakibatkan oleh tekanan fluida pada ruang silinder dimanfaatkan untuk gerak maju dan mundur maupun naik dan turun sesuai dengan pemasangan silinder yaitu arah horizontal maupun vertikal.

2.8.2. Keuntungan dan Kerugian Sistem Hidrolik

Keuntungan-keuntungan sistem hidrolik antara lain:

1. Dalam sistem hidrolik, gaya yang sangat kecil dapat digunakan untuk menggerakkan atau mengangkat beban yang sangat berat dengan cara mengubah sistem perbandingan luas penampang silinder.
2. Sistem hidrolik menggunakan minyak mineral sebagai media pemindah gayanya. Pada sistem ini bagian-bagian yang bergesekan terselimuti oleh lapisan minyak (oli). Sehingga pada bagian-bagian tersebut dengan sendirinya akan terlumasi.

Kerugian sistem hidrolik antara lain:

1. Sistem hidrolik membutuhkan suatu lingkungan yang betul-betul bersih. Komponen-komponennya sangat peka terhadap kerusakan-kerusakan yang diakibatkan oleh debu, korosi, dan kotoran-kotoran lain, serta panas

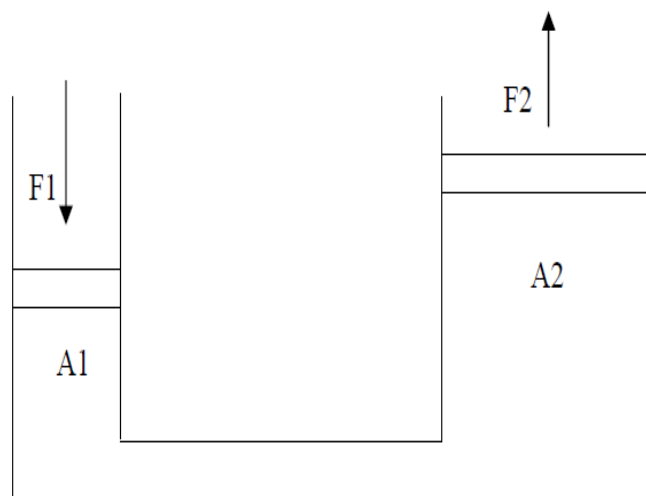
yang mempengaruhi sifat-sifat minyak hidrolik. Karena kotoran akan ikut minyak hidrolik yang kemudian akan bergesekan dengan bidang-bidang gesek komponen hidrolik, sehingga kebocoran-kebocoran akan timbul sehingga akan menurunkan efisiensi dari mesin tersebut.

2. Berbagai hal yang dapat mengakibatkan penurunan efisiensi tersebut maka sistem hidrolik membutuhkan perawatan yang intensif. Hal ini akan sangat menonjol sekali bila dibandingkan dengan sistem transmisi mekanik, atau sistem-sistem lain.

2.8.3. Dasar Sistem Hidrolik

Prinsip dasar dari sistem hidrolik berasal dari hukum Pascal, pada dasarnya menyatakan dalam suatu bejana tertutup yang ujungnya terdapat beberapa lubang yang sama maka akan dipancarkan ke segala arah dengan tekanan dan jumlah aliran yang sama (Giles Randal, 1986).

Dua buah silinder berisi cairan yang dihubungkan dan mempunyai diameter yang berbeda. Apabila beban F diletakkan di silinder kecil, tekanan P yang dihasilkan akan diteruskan ke silinder besar ($P = F/A$, beban dibagi luas penampang silinder) menurut hukum ini, pertambahan tekanan dengan luas rasio penampang silinder kecil dan silinder besar, atau $F = P.A$. Menurut hukum Pascal, fluida dalam pipa dapat dilihat pada Gambar 7.



Sumber: Giles Randal, 1986

Gambar 7. Fluida Dalam Pipa Menurut Hukum Pascal

Gambar diatas sesuai dengan hukum pascal, dapat diperoleh persamaan sebagai berikut:

$$P_1 = P_2 \quad \dots (3)$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} \quad \dots (4)$$

$$F_2 = \frac{F_1 \times A_2}{A_1} \quad \dots (5)$$

$$F_2 = \frac{m \times a \times A_2}{A_1} \quad \dots (6)$$

$$F_2 = \frac{\rho \times V \times a \times A_2}{A_1} \quad \dots (7)$$

$$F_2 = \frac{\rho \times A \times h \times a \times A_2}{A_1} \quad \dots (8)$$

$$F_2 = \rho \times h \times a \times A_2 \quad \dots (9)$$

$$F_2 = \rho \times h \times a \times (\pi \cdot r_2^2) \quad \dots (10)$$

Dimana:

F_1	= Gaya masuk	(Newton)
F_2	= Gaya keluar	(Newton)
ρ	= Massa jenis zat cair	(Kg/m ³ atau g/cm ³)
h	= jarak ke permukaan	(m atau cm)
a	= percepatan	(m/s ² atau cm/s ²)
r	= jari-jari	(m atau cm)

Dalam sistem hidrolik, hal ini dimanfaatkan untuk merubah gaya tekanfluida yang dihasilkan oleh pompa hidrolik untuk menggeserkan silinder kerjamaju dan mundur maupun naik/turun sesuai letak dari silinder. Gaya yangdihasilkan silinder kerja hidrolik, lebih besar dari daya yang dikeluarkan olehpompa. Besar kecilnya daya yang dihasilkan oleh silinder hidrolik dipengaruhi besar kecilnya luas penampang silinder kerja hidrolik.