**BAB I**

**PENDAHULUAN**

* 1. **Latar Belakang**

Bahan bakar minyak adalah sumber energi dengan konsumsi terbesar saat ini jika dibandingkan dengan sumber energi lainnya. Tetapi saat ini dunia sedang mengalami krisis bahan bakar minyak. Harga minyak mentah dunia terus meningkat. Banyak Negara terutama Indonesia mengalami masalah kekurangan bahan bakar minyak (bahan bakar fosil) untuk kebutuhan negaranya sendiri (Tatang, 2006 dalam Ndraha, 2010).

Krisis bahan bakar minyak juga berdampak pada kelangkaan minyak tanah. Hal ini berdampak naiknya harga minyak bumi di pasar global, menjadikan harga minyak tanah sebagai konsumsi publik yang paling besar, langka dan mahal di pasaran (Yusuf, 2010 dalam Santosa dkk, 2010).

 Kondisi ini memberikan dorongan untuk mencari sumber-sumber energi alternatif yang melimpah serta dapat diperbaharui dibandingkan minyak bumi, gas alam atau batubara. Salah satunya adalah biomassa yang dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti minyak bumi yang cocok dikembangkan di Indonesia karena jumlahnya yang melimpah. Salah satu sumber biomassa yang melimpah adalah sekam padi. Pada tahun 2005 produksi padi di NTB mencapai 1.367.869 ton. Sekam sebagai limbah penggilingan padi jumlahnya mencapai 20-30% dari gabah, maka di NTB dihasilkan sekitar 390.000 ton sekam padi yang belum dimanfaatkan secara optimal (http://www.ri.go.id). Dengan energi kalor sebesar 3300 cal/gr, sekam padi sangat potensial dimanfaatkan sebagai energi alternatif (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2009).

Jarak pagar (*Jatropha curcas Linn*) atau disebut juga *physic nut* merupakan tanaman yang sudah tidak asing lagi bagi masyarakat, saat zaman penjajahan Jepang. Sesuai dengan namanya, tanaman ini memang dimanfaatkan masyarakat sebagai tanaman pagar serta sebagai obat tradisional, di samping sebagai bahan bakar dan minyak pelumas. Perkembangan jarak pagar sangat luas, awalnya dari Amerika Tengah, kemudian menyebar ke Afrika dan Asia. Luasnya perkembangan jarak pagar disebabkan oleh kemudahan dalam pertumbuhannya. Menurut Hambali dkk (2007 dalam Pambudi, 2008) jarak pagar dapat hidup dan berkembang dari dataran rendah sampai dataran tinggi, curah hujan yang rendah maupun tinggi (300 – 2.380 ml/tahun), rentang suhu 20 – 26 oC. Karena sifat tersebut tanaman jarak pagar mampu tumbuh pada tanah berpasir, berbatu, lempung ataupun tanah liat, sehingga jarak pagar dapat dikembangkan pada lahan kritis. Dengan energi kalor sebesar 4473 cal/gr, biji jarak sangat potensial dimanfaatkan sebagai energi alternatif.

Beberapa jenis perekat yang umum digunakan dalam pembuatan briket adalah : perekat aci, perekat tanah liat, perekat getah karet, perekat getah pinus dan perekat pabrik. Dalam penelitian ini menggunakan perekat aci (tepung kanji) dan perekat tanah liat, karena jumlahnya yang cukup banyak di Lombok dan harganya relatif lebih murah dibandingkan perekat jenis lain.

* 1. **Rumusan Masalah**

Dengan banyaknya limbah padi yang dihasilkan dari pengolahan pasca panen dan biji jarak pagar yang belum dimanfaatkan secara maksimal membawa permasalahan yang menjadi obyek dalam penelitian ini yaitu : bagaimanakah karakteristik briket biomassa yang meliputi nilai kalor, kadar air dan lama nyala dari briket biomassa campuran biji jarak dan arang sekam padi dengan variasi perekat tepung kanji dan tanah liat?

* 1. **Batasan Masalah**

Untuk membatasi ruang lingkup penelitian agar tidak menimbulkan kesalahan persepsi, maka dibuat batasan–batasan dalam penelitian ini:

1. Menggunakan briket biji jarak dan biomassa arang sekam padi dengan binder tepung kanji dan tanah liat.
2. Tidak membahas unsur-unsur karbon ataupun unsur-unsur kimia yang terkandung dalam biji jarak.
3. Tidak membahas proses pembuatan arang sekam padi karena menggunakan arang sekam padi yang sudah jadi.
4. Perbandingan yang digunakan tetap yaitu 60 gram binder + 300 gram biji jarak + 100 gram sekam padi.
5. Tidak membahas tekanan pada cetakan briket biomassa karena menggunakan tekanan yang sama pada setiap briket.
6. Pengeringan briket biomassa dilakukan di bawah sinar matahari langsung.
7. Membahas mengenai besarnya nilai kalor pada briket biji jarak dengan biomassa arang sekam padi.
	1. **Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh besar partikel biji jarak dan jenis perekat yang digunakan terhadap:

1. Nilai kalor yang ada pada briket biomassa campuran jarak dengan arang sekam padi.
2. Laju pembakaran pada briket biomassa campuran jarak dengan arang sekam padi.
3. Kadar air pada briket biomassa campuran jarak dengan arang sekam padi
	1. **Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Untuk menghasilkan bahan bakar yang lebih murah, ramah lingkungan dan dapat diperbaharui.
2. Untuk meningkatkan nilai ekonomis sekam padi dan biji jarak.
3. Memberikan informasi sebagai referensi bagi kalangan dunia pendidikan, masyarakat dan pemerintah yang ingin memanfaatkan briket biomassa campuran biji jarak dengan arang sekam padi.
	1. **Hipotesa**

Sekam padi dan biji jarak memiliki energi kalor yang cukup potensial untuk dijadikan bahan bakar, salah satunya adalah briket. Apabila sekam padi dan biji jarak dikombinasikan untuk dijadikan briket, maka dapat ditarik hipotesa:

1. Semakin halus ukuran partikel biji jarak yang digunakan akan menurunkan kadar air, meningkatkan nilai kalor briket dan memperlambat laju pembakaran.
2. Dengan menggunakan perekat tepung kanji akan menurunkan kadar air, meningkatkan nilai kalor dan mempercepat laju pembakaran
	1. **Tempat Penelitian**

Pengujian dilakukan di laboraturium Logam Teknik Mesin, laboratorium Struktur Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik dan laboratorium Kimia Bahan Pangan Jurusan Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak Fakultas Peternakan Universitas Mataram.

**BAB II**

**LANDASAN TEORI**

* 1. **Energi**

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), energi adalah tenaga atau gaya untuk berbuat sesuatu. Dalam pengertian sehari-hari energi dapat didefinisikan sebagai kemampuan untuk melakukan sesuatu pekerjaan.

Situasi energi di Indonesia tidak lepas dari situasi energi dunia. Konsumsi energi dunia yang makin meningkat membuka kesempatan bagi Indonesia untuk mencari sumber energi silih (alternatif) untuk memenuhi kebutuhannya sendiri. Seperti diketahui Indonesia sangat berkepentingan untuk menggantikan sumber daya energi minyak dengan sumber daya energi lainnya karena minyak merupakan sumber daya energi yang menghasilkan devisa selain gas alam. Oleh karena itu, sektor-sektor perekonomian yang memanfaatkan minyak sedapat mungkin menggantikannya dengan sumber daya lain seperti gas alam, batubara, panas bumi, listrik tenaga air dan biomassa yang tersedia dalam jumlah besar.

* 1. **Bahan Bakar**

Bahan bakar adalah suatu materi apapun yang bisa diubah menjadi energi. Biasanya bahan bakar mengandung energi panas yang dapat dilepaskan dan dimanipulasi. Kebanyakan bahan bakar digunakan manusia melalui proses Pembakaran dimana bahan bakar tersebut akan melepaskan panas setelah direaksikan dengan Oksigen. Jenis-jenis bahan bakar berdasarkan materinya, yaitu:

1. Bahan bakar padat

Bahan bakar padat merupakan bahan bakar berbentuk padat, dan kebanyakan menjadi sumber energi panas. Misalnya kayu dan batubara. Energi panas yang dihasilkan bisa digunakan untuk memanaskan air menjadi uap untuk menggerakkan peralatan dan menyediakan energi.

1. Bahan bakar cair

Bahan bakar berbentuk cair yang paling populer adalah bahan bakar minyak atau BBM. Selain bisa digunakan untuk memanaskan air menjadi uap, bahan bakar cair biasa digunakan kendaraan bermotor. Karena bahan bakar cair seperti bensin bisa dibakar dalam karburator dan menjalankan mesin.

1. Bahan bakar gas

Bahan bakar gas ada dua jenis, yakni Compressed Natural Gas (CNG) dan Liquid Petroleum Gas (LPG). CNG pada dasarnya terdiri dari metana sedangkan LPG adalah campuran dari propana, butana dan bahan kimia lainnya. LPG yang digunakan untuk kompor rumah tangga, sama bahannya dengan bahan bakar gas yang biasa digunakan untuk kendaraan bermotor.

* 1. **Biomassa**

Bioamassa adalah bahan organik yang dihasilkan melalui proses fotosintesis 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 yaitu sebagai 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. Sedangkan menurut Silalahi (2000 dalam Aritonang, 2010) 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 ± 75%) dan lignin (± 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, relatif tidak mengandung unsur sulfur sehingga tidak menyebabkan polusi udara dan juga dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya hutan dan pertanian.

Potensi biomassa di Indonesia 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 dan tongkol jagung yang merupakan limbah pertanian dan perkebunan yang memiliki potensi yang besar sekali.

* 1. **Sekam Padi**

Sekam padi adalah kulit terluar dari gabah yang banyak terdapat di penggilingan padi. Sekam padi sendiri merupakan lapisan keras yang membungkus *kariopsis* putih gabah yang terdiri dari dua belahan yaitu *lemma* dan *pelea* yang saling bertautan (Tim Cahaya, 2008 dalam Aritonang, 2010).

Pemanfaatan sekam memang masih sangat terbatas, antara lain sebagai media tanaman hias, pembakaran bata merah, alas pada peti telur dan keperluan lain yang masih sangat sedikit. Oleh karena itu gunungan sekam padi di sekitar lokasi penggilingan masih banyak yang belum dimanfaatkan. Padahal sekam memiliki komposisi kimia yang potensial untuk dimanfaatkan, antara lain:

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Sekam

|  |  |
| --- | --- |
| Komponen | Kandungan (%) |
| Menurut Suharno (1979)Kadar airProtein kasarLemakSerat KasarAbu Karbohidrat dasarMenurut DTC-IPBKarbon (zat arang)HidrogenOksigenSilika | 9,023,031,1835,6817,1733,711,331,5433,6416,98 |

Sumber : Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian (2008).

Agar pemanfaatan sekam lebih bervariasi, sekam perlu dimampatkan sehingga bentuknya kompak, hemat tempat dan praktis digunakan (briket arang salah satunya). Sebenarnya arang sekam dapat langsung digunakan sebagai bahan bakar yang tidak berasap dengan nilai kalor yang cukup tinggi. Namun bentuknya yang belum kompak agak menyulitkan dalam penyimpanan dan penggunaannya. Jika dalam bentuk briket, penggunaannya akan lebih praktis (Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2008). Sekam padi bila digunakan sebagai sumber energi harus dibuat briket karena bila digunakan dalam keadaan curah sulit untuk membangkitkan bara apalagi nyala api. Untuk membuat briket arang sekam, sekam harus dibakar menjadi arang lebih dahulu. Kualitas hasil pembakaran arang sekam dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Kualitas Arang Sekam Hasil Pembakaran.

|  |  |
| --- | --- |
| Komponen Mutu Arang | Nilai |
| Kadar air sekam (%)Arang sekam (%)Kadar air arang sekam (%)Kadar abu sekam (%)Nilai kalor (kkal/kg) | 10,0275,457,351,05000 |

Sumber : Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian (2008).

* 1. **Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas L.)***

Jarak Pagar juga dikenal dengan nama jarak budeg, jarak gundul, atau jarak cina.Tanaman yang berasal dari daerah tropis di Amerika Tengah ini tahan kekeringan dan tumbuh dengan cepat.

Jarak pagar mempunyai sosok yang kekar, batang berkayu bulat dan mengandung banyak getah. Tinggi mencapai 5 meter dan mampu hidup sampai 50 tahun. Daun tunggal, lebar, menjari dengan sisi berlekuk-lekuk sebanyak 3 – 5 buah, bunga berwarna kuning kehijauan, berupa bunga majemuk berbentuk malai, berumah satu dan uniseksual, kadang-kadang ditemukan bunga hermaprodit. Jumlah bunga betina 4 – 5 kali lebih banyak dari pada bunga jantan. Buah berbentuk buah kendaga, oval atau bulat telur, berupa buah kotak berdiameter 2 – 4 cm dengan permukaan tidak berbulu ( gundul ) dan berwarna hijau ketika masih muda dan setelah tua kuning kecoklatan. Buah jarak tidak masak serentak. Buah jarak pagar terbagi menjadi 3 ruangan, masing-masing ruangan 1 biji. Biji berbentuk bulat lonjong berwarna cokelat kehitaman dengan ukuran panjang 2 cm, tebal 1 cm, dan berat 0,4 – 0,6 gram/biji. Jarak pagar termasuk dalam familia *Euphorbiaceae* satu famili dengan tanaman karet dan ubi kayu*.* Adapun klasifikasi Jarak pagar sebagai berikut :

Divisi : Spermatophyta

Sub divisi : Angiospermae

Kelas : Dicotyledonae

Ordo : Euphorbiales

Famili : Euphorbiaceae

Genus : Jatropha

Spesies : *Jatropha curcas* L.

Jarak Pagar dapat ditemukan tumbuh subur di berbagai tempat di Indonesia. Umumnya terdapat di pagar-pagar rumah dan kebun atau sepanjang tepi jalan, tapi jarang ditemui berupa hamparan. Tanaman Jarak pagar berbentuk pohon kecil maupun belukar besar yang tingginya mencapai lima meter. Cabang-cabang pohon ini bergetah dan dapat diperbanyak dengan biji, setek atau kultur jaringan dan mulai berbuah delapan bulan setelah ditanam dengan produktivitas 0,5 – 1,0 ton biji kering/ha/tahun. Selanjutnya akan meningkat secara bertahap dan akan stabil sekitar 5 ton pada tahun ke lima setelah tanam.

* 1. **Briket**

Briket adalah bahan bakar yang dipadatkan dan dibentuk dalam cetakan. Briket dapat berbentuk kubus maupun silinder dengan ukuran yang beragam. Briket biasanya dibuat dari sampah-sampah atau limbah yang tidak digunakan lagi. Bahan baku yang paling disarankan adalah sampah organik dari sisa pertanian yang sudah tidak digunakan lagi. Briket sangat cocok digunakan oleh industri kecil dan masyarakat umum karena murah dan pembakaran cukup bersih (Tjokrowisastro dan Widodo, 1990).

Sedangkan briket bioarang adalah gumpalan-gumpalan atau batangan-batangan arang yang terbuat dari bioarang (bahan lunak). Bioarang yang sebenarnya termasuk bahan lunak yang dengan proses tertentu diolah menjadi bahan arang keras dengan bahan tertentu. Kualitas dari bioarang ini tidak kalah dengan batu bara atau bahan bakar jenis arang lainnya (Joseph dan Hislop, 1981 dalam Aritonang, 2010).

Pembuatan briket dari limbah dapat dilakukan dengan menambah bahan perekat, dimana bahan baku diarangkan terlebih dahulu kemudian ditumbuk, dicampur perekat, dicetak dengan sistem hidrolik maupun dengan manual dan selanjutnya dikeringkan.

Hermawan (2006 dalam Aritonang, 2010) melakukan penelitian tentang Pemanfaatan limbah sekam padi sebagai bahan bakar dalam bentuk briket. Yang bersangkutan melakukan penelitian dengan memberiketkan sekam padi yang kasar dengan yang lembut, dan untuk memperkuat briket, mengunakan bahan perekat dengan gel amilum dengan variasi 2:1, 3:1, 5:1 dan 15:1, menyimpulkan bahwa komposisi perekat 33,3 % akan menyebabkan kandungan air banyak sehingga nilai kalor menurun, demikian juga pada komposisi perekat 6,25 % menyebakan pencampuran tidak merata dan bahan sulit menggumpal. Briket sekam padi kasar lebih mudah terbakar karena porositasnya lebih besar yang memudahkan *drying, devolatilization*, dan difusi oksigen kebagian dalam. Sedangkan briket sekam padi halus lebih banyak terbakar karena waktu pembakarannya lebih panjang dan mengalami *char burning*.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Hartoyo (1983 dalam Ndraha, 2010) menyimpulkan bahwa briket arang yang dihasilkan setara dengan arang buatan Inggris dan memenuhi persyaratan yang berlaku di Jepang karena menghasilkan kadar abu dan zat menguap yang rendah, serta kadar karbon terikat dan nilai kalor yang tinggi.

Briket bioarang yang didefinisikan sebagai bahan bakar yang berwujud padat dan berasal dari sisa-sisa bahan organik yang telah mengalami proses pemampatan dengan daya tekan tertentu. Briket bioarang dapat menggantikan penggunaan kayu bakar yang mulai meningkat konsumsinya. Selain itu harga briket bioarang relatif murah dan terjangkau oleh masyarakat (Hambali dkk., 2007 dalam Aritonang, 2010)

* 1. **Ukuran Partikel**

Ukuran dari suatu bulatan dengan segera dinyatakan dengan garis tengahnya. Tetapi, begitu derajat ketidaksimestrisan dari partikel naik, bertambah sulit pula menyatakan ukuran dalam garis tengah yang berarti. Dalam keadaan seperti ini, tidak ada garis tengah yang unik. Makanya harus dicari jalan untuk menggunakan suatu garis tengah bulatan yang ekuivalen, yang menghubungkan ukuran partikel dan garis tengah bulatan yang mempunyai luas permukaan, volume, dan garis tengah yang sama. Jadi, besar lubang pada ayakan adalah garis tengah suatu bulatan yang mempunyai luas permukaan yang sama seperti partikel yang diukur.

Metode paling sederhana dalam penentuan nilai ukuran partikel adalah menggunakan pengayak standar. Pengayak terbuat dari kawat dengan ukuran lubang tertentu. Istilah ini (mesh) digunakan untuk menyatakan jumlah lubang tiap inchi linear. Di sini penentunya adalah pengukuran geometrik partikel. Sampel diayak melalui sebuah susunan menurut besarnya lubang ayakan penguji yang disusun ke atas. Bahan yang akan diayak dibawa pada ayakan teratas dengan lebar jala paling besar. Partikel, yang ukurannya lebih kecil dari pada lebar jala yang dijumpai, berjatuhan melewatinya dan membentuk bahan halus (lolos).

* 1. **Binder (Bahan Perekat)**

Perekat adalah suatu zat atau bahan yang memiliki kemampuan untuk mengikat dua benda melalui ikatan permukaan. Beberapa istilah lain dari perekat yang memiliki kekhususan meliputi *glue*, *mucilage*, *paste*, dan *cement*. *Glue* merupakan perekat yang terbuat dari protein hewani seperrti kulit, kuku, urat, otot dan tulang yang digunakan dalam industri kayu. *Mucilage* adalah perekat yang dipersiapkn dari getah dan air yang diperuntukkan terutama untuk perekat kertas. *Paste* adalah perekat pati (*starch*) yang dibuat melalui pemanasan campuran pati dan air dan dipertahankan berbentuk pasta. *Cement* adalah istilah yang digunakan untuk perekat yang bahan dasarnya karet dan mengeras melalui pelepasan pelarut (Ruhendi dkk, 2007 dalam Manalu, 2010).

Menurut Schuchart dkk (1996 dalam Manalu, 2010) pembuatan briket dengan menggunakan bahan perekat akan lebih baik hasilnya jika dibandingkan tanpa menggunakan bahan perekat. Disamping meningkatnya nilai kalor dari bioarang, kekuatan briket arang dari tekanan luar jauh lebih baik (tidak mudah pecah).

Menurut Datin dan Umar (2002 dalam Manalu, 2010), bahan perekat (binder) diperlukan dalam pembuatan briket karena keberadaan bahan perekat menyebabkan bahan dapat direkatkan dan dipres sehingga dapat menjadi briket. Berdasarkan fungsi dan kualitasnya, pemilihan perekat berdasarkan sifat dan jenisnya yang sangat penting dalam pembuatan briket antara lain adalah sebagai berikut :

1. Berdasarkan sifat bahan baku perekat briket mempunyai karakteristik sebagai berikut :

a. Memiliki daya adhesi yang baik bila dicampur dengan bahan briket.

b. Mudah terbakar dan tidak berasap.

c. Mudah didapat dalam jumlah besar dan murah harganya.

d. Tidak beracun dan tidak berbahaya.

2. Berdasarkan jenis bahan baku yang umum digunakan sebagai perekat dalam pembuatan briket antara lain :

a. Zat organik seperti molase, tar, dan parafin.

b. Zat anorganik seperti lempung dan natrium silikat

c. Perekat campuran seperti lempung dan waste pulm, amilum dan caustic soda.

Sedangkan menurut Kurniawan dan Marsono (2008 dalam Manalu, 2010), ada beberapa jenis perekat yang digunakan untuk briket arang yaitu :

1. Perekat aci

Perekat aci terbuat dari tepung tapioka yang mudah dibeli dari toko makanan dan di pasar. Perekat ini biasa digunakan untuk mengelem prangko dan kertas. Cara membuatnya sangat mudah yaitu cukup mencampurkan tepung tapioka dengan air, lalu dididihkan di atas 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.

1. Perekat tanah liat

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 serta agak sulit menyala ketika dibakar.

1. Perekat getah karet

Daya lekat getah karet lebih kuat dibandingkan dengan lem aci maupun tanah liat. Ongkos produksinya relatif mahal dan agak sulit mendapatkannya. Briket arang yang menggunakan perekat ini akan menghasilkan asap tebal berwarna hitam dan beraroma kurang sedap ketika dibakar.

1. Perekat getah pinus

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

1. Perekat pabrik

Perekat pabrik adalah lem khusus yang diproduksi oleh pabrik yang berhubungan langsung dengan industri pengolahan kau. Lem-lem tersebut mempunyai daya lekat yang sangat kuat tetapi kurang ekonomis jika diterapkan pada briket bioarang.

Sehingga dalam penelitian ini menggunakan bahan perekat yaitu tanah liat dan tepung kanji.

* 1. **Proses Pembakaran**

Pembakaran adalah reaksi kimia antara bahan bakar dan pengoksidasi (oksigen atau udara) yang menghasilkan panas dan cahaya. Sehingga proses pembakaran bisa berlangsung jika ada (Wardana, 2008 dalam Alamsyah, 2009):

1. Bahan Bakar

2. Pengoksidasi (Oksigen / udara)

3. Panas atau Energi Aktivasi.

Prinsip pembakaran bahan bakar sejatinya adalah reaksi kimia bahan bakar dengan oksigen (O). Kebanyakan bahan bakar mengandung unsur Karbon (C), Hidrogen (H) dan Belerang (S). Akan tetapi yang memiliki kontribusi yang penting terhadap energi yang dilepaskan adalah C dan H. Masing-masing bahan bakar mempunyai kandungan unsur C dan H yang berbeda-beda. Proses pembakaran terdiri dari dua jenis yaitu pembakaran sempurna (*complete combustion*) dan pembakaran tidak sempurna (*incomplete combustion*). Pembakaran sempurna terjadi apabila seluruh unsur C yang bereaksi dengan oksigen hanya akan menghasilkan CO2, seluruh unsur H menghasilkan H2O dan seluruh S menghasilkan SO2. Sedangkan pembakaran tak sempurna terjadi apabila seluruh unsur C yang dikandung dalam bahan bakar bereaksi dengan oksigen dan gas yang dihasilkan tidak seluruhnya CO2. Keberadaan CO pada hasil pembakaran menunjukkan bahwa pembakaran berlangsung secara tidak sempurna. Proses pembakaran memiliki bentuk bermacam – macam. Walaupun demikian, dua hal yang selalu terjadi apabila proses pembakakaran berlangsung :

1. Komposisi campuran berubah terhadap waktu, dan perubahan ini disebabkan oleh proses pada tingkat molekuler.

2. Ikatan – ikatan molekul yang lemah lepas kemudian digantikan oleh ikatan yang lebih kuat. Kelebihan energi ikatan dilepas kedalam sistem, yang akhirnya menaikkan temperatur yang tinggi.

Pada umumnya pembakaran tidak menggunakan oksigen murni melainkan memanfaatkan oksigen yang ada di udara. Jumlah udara minimum yang diperlukan untuk menghasilkan pembakaran lengkap disebut sebagai jumlah udara teoritis *(stoikiometric).* Akan tetapi pada kenyataannya untuk pembakaran lengkap udara yang dibutuhkan melebihi jumlah udara teoritis. Kelebihan udara dari jumlah udara teoritis disebut sebagai *excess air* yang umumnya dinyatakan dalam persen*.* Parameter yang sering digunakan untuk mengkuantifikasi jumlah udara dan bahan bakar pada proses pembakaran tertentu adalah rasio udara-bahan bakar. Faktor-faktor yang mempengaruhi pembakaran bahan bakar padat, antara lain :

1. Ukuran partikel

Partikel yang lebih kecil ukurannya akan lebih cepat terbakar.

2. Kecepatan aliran udara

Laju pembakaran briket akan naik dengan adanya kenaikan kecepatan aliran udara dan kenaikan temperatur.

3. Jenis bahan bakar

Jenis bahan bakar akan menentukan karakteristik bahan bakar. Karakteristik tersebut antara lain kandungan *volatile matter* dan kandungan *moisture*.

4. Temperatur udara pembakaran

Kenaikan temperatur pembakaran menyebabkan semakin pendeknya waktu pembakaran. Sehingga menyebabkan laju pembakaran meningkat.

* 1. **Kadar Air**

Air yang terkandung pada bahan bakar padat terdiri dari kandungan air internal atau air kristal, yaitu air yang terikat secara kimiawi, dan kandungan air ekternal atau mekanikal, yaitu air yang menempel pada permukaan bahan dan terikat secara fisis atau mekanis. Air yang terkandung dalam bahan bakar menyebabkan penurunan mutu bahan bakar karena menyebabkan penurunan nilai kalor dan memerlukan sejumlah kalor untuk penguapan, menurunkan titik nyala dan memperlambat proses pembakaran.

Analisis kadar suatu bahan bakar dimaksudkan untuk memperoleh data tentang kadar air yang dapat mempengaruhi besarnya energi kalor pada bahan bakar tersebut. Penentuan kadar air dilakukan untuk setiap perlakuan pada setiap perulangan. Kadar air dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan:

* 1. Ms = Mb – Mc (2-1)
	2. Kadar air = $\frac{Mb-Mk}{Ms}$ x 100% (2-2)
	3. Bahan kering = 100% - Kadar air (2-3)

Dimana:Ms = Massa sampel (gram)

 Mb = Massa cawan dengan briket basah (sebelum dioven) (gram)

 Mk = Massa cawan dengan briket kering (setelah dioven) (gram)

 Mc = Massa cawan kosong (gram)

* 1. **Nilai Kalor**

Nilai kalor menjadi parameter mutu paling penting bagi briket sebagai bahan bakar karena menentukan kualitas briket. Semakin tinggi nilai kalor bahan bakar briket, semakin baik pula kualitasnya.

Menurut teori pembakaran, energi yang dikandung oleh suatu benda dapat diprediksi dari unsur yang dikandungnya. Walaupun demikian cara ini sangat sulit dilakukan sebab harus diketahui terlebih dahulu unsur-unsur penyusunnya.

Selain cara di atas, cara lain yang dapat digunakan untuk menentukan nilai kalor pembakaran (energi) adalah dengan cara menggunakan *adiabatic bomb calorimeter. Adiabatic bomb calorimeter* adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengukur bahan pembakaran atau daya kalori dari suatu material. Proses pembakaran diaktifkan di dalam suatu atmosfer oksigen di dalam suatu kontainer volume tetap. Semua terbenam di dalam suatu rendaman air sebelah luar dan keseluruhan alat adalah bejana kalorimeter tersebut. Bejana kalorimeter juga terbenam di dalam air bagian luar. Temperatur air di dalam bejana kalorimeter dan rendaman dibagian luar keduanya dimonitor.

*Adiabatic bomb calorimeter* dapat digunakan untuk mengukur beberapa aplikasi dan telah dirancang sehingga sesuai dengan ISO, DIN dan standard internasional lainnya. *Adiabatic bomb calorimeter* adalah alat yang digunakan untuk menentukan nilai energi kotor. Sedangkan nilai energi bersihnya adalah pengurangan nilai energi kotor dengan perkalian antara H2O hasil pembakaran yang tertampung dalam bomb dan panas laten penguapan H2O. satuan yang digunakan pada *adiabatic bomb calorimeter* adalah kalori/gram, karena kalori merupakan unit untuk mengukur energi kimia. (INFIC,1997).

Persamaan yang digunakan untuk menentukan nilai kalor pada briket yang diuji dengan menggunakan *1341 adiabatic bomb calorimeter* adalah sebagai berikut:

NKAbb = $\frac{\left[\left(m\_{a}+m\_{b}\right).C\_{pa}∆T\_{a}\right]-[y.NK\_{p}]}{m\_{bb}}$ (2-4)

Dimana: ma = massa air yaitu 2000 gram

Cpa = kalor jenis air yaitu 1 cal/g0C

y = (panjang kawat awal – sisa kawat) (cm)

NKp = nilai kalor pemantik yaitu 2,3 cal/cm

mbb = massa bahan bakar yang dijadikan sampel (gram)

* 1. **Pengujian Laju Pembakaran**

Pengujian laju pembakaran adalah proses pengujian dengan cara membakar briket untuk mengetahui lamanya waktu menyala suatu bahan bakar, kemudian menimbang massa briket yang terbakar. Lamanya waktu penyalaan dihitung menggunakan *stopwatch* dan massa briket ditimbang dengan neraca.

Persamaan yang digunakan untuk mengetahui laju pembakaran adalah:

Massa briket terbakar = massa briket awal – massa briket sisa (gram) (2-5)

Laju pembakaran = $\frac{massa briket terbakar}{waktu pembakaran}$ (gram/menit) (2-6)

* 1. **Rumus perhitungan ANOVA**
1. Variasi total untuk semua data: $V = \sum\_{i=1}^{a}\sum\_{j=1}^{b}y\_{ij}^{2}-\frac{y\_{..}^{2}}{N}$ (2-7)
2. Variasi sub-total : $V\_{s}$ = $\frac{1}{c}$ $ \sum\_{i=1}^{a}\sum\_{j=1}^{b}y\_{ij}^{2}-\frac{y\_{..}^{2}}{N}$ (2-8)
3. Variasi antar baris : $V\_{r}$ = $\frac{1}{bc}$ $ \sum\_{j=1}^{a}y\_{i.}^{2}-\frac{y\_{..}^{2}}{N}$ (2-9)
4. Variasi antar kolom : $V\_{c}$ = $\frac{1}{ac}\sum\_{i=1}^{b}y\_{.j}^{2}-\frac{y\_{..}^{2}}{N}$ (2-10)
5. Variasi interaksi : $V\_{i}$ = $V\_{s}$ - $V\_{r}$ - $V\_{c}$ (2-11)
6. Variasi eror : $V\_{e}$ = $V\_{ }$ - $V\_{s}$ (2-12)
7. Kuadrat mean baris : $ŝ\_{r}^{2}$ =$\frac{V\_{r}}{a-1}$ (2-13)
8. Kuadrat mean kolom : $ŝ\_{c}^{2}$ = $\frac{V\_{c}}{b-1}$ (2-14)
9. Kuadrat mean interaksi: $ŝ\_{i}^{2}$ = $\frac{V\_{i}}{\left(a-1\right)(b-1)}$ (2-15)
10. Kuadrat mean eror : $ŝ\_{e}^{2}$ = $\frac{V\_{e}}{ab(c-1)}$ (2-16)
11. Fhitung­ baris = $ \frac{ŝ\_{r}^{2}}{ŝ\_{e}^{2}}$ (2-17)
12. Fhitung­ kolom = $ \frac{ŝ\_{c}^{2}}{ŝ\_{e}^{2}}$ (2-18)
13. Fhitung­ interaksi = $ \frac{ŝ\_{i}^{2}}{ŝ\_{e}^{2}}$ (2-19)

Tabel 2.3 Ringkasan ANOVA Dua Arah

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Sumber keragaman | Variasi | Derajat bebas (DB) | Kuadarat mean | Fhitung |
| Jenis perekat | $$V\_{r}$$ | a-1 | : $ŝ\_{r}^{2}$ =$\frac{V\_{r}}{a-1}$ | $$\frac{ŝ\_{r}^{2}}{ŝ\_{e}^{2}}$$ |
| Besar partikel | $$V\_{c}$$ | b-1 | : $ŝ\_{c}^{2}$ = $\frac{V\_{c}}{b-1}$ | $$\frac{ŝ\_{c}^{2}}{ŝ\_{e}^{2}}$$ |
| Interaksi  | $$V\_{i}$$ | (a-1)(b-1) | : $ŝ\_{i}^{2}$ = $\frac{V\_{i}}{(a-1)(b-1)}$ | $$\frac{ŝ\_{i}^{2}}{ŝ\_{e}^{2}}$$ |
| Subtotal  | $$V\_{s}$$ | ab-1 |  |  |
| Eror  | $$V\_{e}$$ | ab(c-1) | $ŝ\_{e}^{2}$ = $\frac{V\_{e}}{ab(c-1)}$ |  |
| Total  | $$V $$ | abc-1 |  |  |

**BAB III**

**METODOLOGI PENELITIAN**

* 1. **Diagram Alir Penelitian**

 Mulai

Persiapan alat dan bahan

Pencacahan dan pengayakan :- 12 mesh

* 8 mesh
* 4 mesh

Pembuatan perekat : - Tepung kanji

* Tanah liat

Pembuatan briket

Pengujian karakteristik briket

* Nilai kalor
* Laju pembakaran
* Kadar air

Pengambilan data Pengolahan data

Analisa data dan pembahasan

Kesimpulan dan saran

Selesai

Gambar 3.1. *Flowchart* Penelitian

* 1. **Metode Penelitian**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Studi literatur, yaitu dengan mempelajari literatur-literatur yang berkaitan dengan masalah yang dibahas, baik melalui perpustakaan maupun internet
2. Metode eksperimen, yaitu dengan melakukan pengujian langsung di lapangan.
3. Menggunakan metode ANOVA (*Analyse of Varians*)
	1. **Alat dan Bahan**

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Alu untuk menumbuk biji jarak menjadi pertikel-partikel yang lebih kecil.
2. Blender untuk mencacah biji jarak.
3. Oven
4. Ayakan untuk menentukan ukuran partikel.
5. Pencetak briket.
6. Mixer untuk mencampur briket menjadi campuran yang homogen.
7. *Bomb calorimeter* untuk mengukur nilai kalor.
8. *Stop watch* untuk mengukur waktu proses pengeboman.
9. Neraca (timbangan) untuk mengukur massa.
10. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Biji jarak
2. Arang sekam padi
3. Bahan perekat (binder) : tepung kanji dan tanah liat.
	1. **Variabel-variabel Penelitian**

Pada penelitian ini variable-variabel yang menjadi perhatian yaitu:

1. Variabel terikat yaitu nilai kalor, kadar air dan laju pembakaran.
2. Variabel bebas yaitu besar partikel biji jarak dan jenis perekat.
	1. **Tahap Penelitian**

Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah:

1. Proses pencacahan

Pencacahan dilakukan untuk menetukan besar partikel biji jarak. Biji jarak dicacah menjadi ukuran 12 mesh, 8 mesh dan 4 mesh proses pencacahan dilakukan menggunakan blender dan alu, kemudian dikeringkan selama sehari. Setelah itu diayak untuk mendapatkan ukuran partikel yang diinginkan.

1. Proses penghalusan arang sekam padi

Sebelum proses pencampuran, arang sekam padi dihaluskan. Proses penghalusan dapat dilakukan menggunakan alu. Tujuan proses ini untuk mempermudah proses pencampuran.

1. Proses pembuatan perekat

Pada proses ini dilakukan pencampuran 60 gram perekat dengan 300 ml air, kemudian diaduk sampai tercampur. Khusus untuk perekat kanji digunakan air panas.

1. Proses pencampuran

Pada proses ini bahan-bahan yang telah disiapkan, yaitu: biji jarak, arang sekam padi dan binder, dengan perbandingan tetap sebagai berikut: 60 gram binder + 100 gram arang sekam padi + 300 gram biji jarak. Campuran tersebut dicampur menggunakan *mixer.* Bahan yang dicampurkan diusahakan sehomogen mungkin.

1. Proses pembriketan

Bahan-bahan yang telah dicampurkan kemudian dicetak menggunakan alat pencetak briket. Tujuan dari proses ini adalah menaikkan kerapatan bahan agar nilai kalor per volumenya meningkat.

 D Keterangan:

 D (diameter) = 5,08 cm

 t

 t (tinggi) = 2 cm

 Gambar 3.2. Dimensi Briket

1. Proses pengeringan

Briket hasil proses pembriketan kemudian dikeringkan untuk mengurangi kadar air dalam briket serta untuk meningkatkan nilai kalor. Proses pengeringan dapat dilakukan dengan cara meletakkan pada rak pengering atau dijemur pada sinar matahari langsung. Proses pengeringan dilakukan selama 7 hari.

1. Tahap pengujian
2. Pengujian nilai kalor

Dalam penelitian ini pengujian dilakukan menggunakan *bomb calorimeter*. Adapun langkah-langkah yang dilakukan adalah:

1. Cawan dibersihkan kemudian dikeringkan dalam tanur sampai benar-benar kering.
2. Sampel/briket ditimbang dengan berat maksimal 1,1 gr.
3. Bucket diisi dengan aquadest seberat 2 kg
4. Suhu aquadest diatur 1,50C di bawah suhu kamar.
5. Bomb dibersihkan dengan penutupnya dengan aquadest.
6. Kawat pijar (pemantik) dipotong sepanjang 10 cm kemudian dipasang pada tempatnya.
7. Cawan yang telah terisi briket dipasang pada tempatnya dan kawat pijar diatur sedemikian rupa sehingga menyentuh sampel briket.
8. Bomb ditutup dengan cara dikeraskan dengan *screw cap*.
9. Bomb diisi dengan oksigen yang bertekanan 35 atm.
10. Bucket yang telah terisi dengan aquadest dipasang pada tempatnya.
11. Bomb diambil dengan penjepit dalam keadaan tetap tegak agar briket tidak berubah posisi.
12. Terminal nuts diatur pada tempatnya dan bomb dimasukkan kedalam bucket.
13. Penutup bak bomb kalorimeter dipasang pada tempatnya.
14. Pengaduk aquadest dihubungkan dengan dinamo menggunakan karet gelang.
15. Dinamo dihubungkan dengan sumber listrik.
16. Bomb kalorimeter dihubungkan dengan ignition unit, kemudian dihubungkan dengan listrik.
17. Blangko pencatat data bomb kalorimeter dan pencatat waktu disiapkan.
18. Dinamo dihidupkan selama beberapa menit kemudian temperatur dicatat.
19. Setelah beberapa menit briket dibakar dengan cara menekan tombol merah pada ignition unit.
20. Temperatur dicatat jika temperatur menunjukkan angka yang sama dan tidak berubah dalam beberapa menit.
21. Dinamo dimatikan.
22. Pengaduk dilepaskan dari dinamo dan kedua terminal nutsnya dilepaskan dan diletakkan ditempat yang bersih.
23. Gas sisa pembakaran dikeluarkan dari dalam bomb dengan memutar valve knop pada penutup bomb.
24. Screw cap dilepaskan dan penutup bomb diangkat kemudian diletakkan di tempat yang bersih.
25. Cawan diambil dengan pinset dan bagian dalamnya dicuci dengan menyemprot aquadest, dimana air cucian langsung ditampung dalam gelas ukur.
26. Sisa kawat pijar dilepaskan, kemudian diluruskan dan diukur panjangnya.
27. Pengujian kadar air
28. Cawan porselin dibersihkan kemudian dikeringkan dalam oven pengering pada suhu 1050 C selama satu jam.
29. Cawan porselin dimasukkan dalam desikator (setara suhu kamar) kemudian ditimbang dalam keadaan tertutup.
30. Sampel dimasukkan kedalam cawan dan ditimbang kembali.
31. Cawan yang sudah berisi sampel dipanaskan dalam oven selama 8 jam pada suhu 1050 C kemudian didinginkan dalam desikator. Setelah dingin kemudian ditimbang kembali.
32. Pengujian laju pembakaran

Dalam pengujian ini digunakan kaleng dengan diameter 13 cm dan tinggi 16 cm sebagai tempat pembakaran. Tahap pengujian lama nyala sebagai berikut:

1. Tempat pengujian dibersihkan dari bahan-bahan yang mudah terbakar seperti gas, minyak tanah, bensin dan thiner dan lain-lain.
2. Massa awal briket ditimbang.
3. Briket dimasukkan kedalam kaleng kemudian briket ditetesi dengan minyak tanah lalu dibakar menggunakan korek.
4. Lama nyala briket dihitung dengan menggunakan *stop watch* kemudian lama nyalanya dicatat.
5. Massa briket yang tidak terbakar ditimbang.

**BAB IV**

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dalam penelitian ini terdapat tiga pokok pengujian yaitu pengujian nilai kalor, pengujian kadar air dan pengujian lama nyala.

* 1. **Perhitungan Kadar Air**

Pada pengujian kadar air, sampel briket di oven dengan menggunakan oven listrik pada suhu 1050C selama 8 jam. Pengujian ini dimaksudkan untuk mendapatkan selisih berat sampel sebelum di oven dengan berat sampel setelah di oven selama 8 jam pada suhu 105 0C. Kadar air dan bahan kering yang didapatkan dari perhitungan dinyatakan dalam persentase. Sebagai contoh perhitungan kadar air diambil data pada tabel 4.1 untuk briket dengan ukuran partikel 12 mesh dengan perekat tepung kanji sebagai berikut:

* 1. Massa sampel (Ms) = Mb – Mc

= 23,721 – 22,098

= 1,623 gram

* 1. Kadar air = $\frac{Mb-Mk}{Ms}$ x 100%

= $\frac{23,721-23,643}{1,623}$ x 100%

= 4,806 %

* 1. Bahan kering = 100% - kadar air

= 100% - 4,806%

= 95,194%

Dengan cara yang sama, didapatkan juga hasil perhitungan persentase kadar air seperti yang terlihat dalam tabel 4.1:

Tabel 4.1 Data Hasil Perhitungan Kadar Air Rata-rata

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Kode sampel | Mc (gr) | Mb (gr) | Mk (gr) | Ms (gr) | Kadar air (%) | Bahan kering (%) |
| TK 12 M | 22,098 | 23,721 | 23,643 | 1,623 | 4,805 | 95,195 |
| TL 12 M | 19,797 | 21,406 | 21,310 | 1,609 | 5,944 | 94,056 |
| TK 8 M | 22,673 | 24,205 | 24,105 | 1,532 | 6,526 | 93,474 |
| TL 8 M | 20,299 | 21,854 | 21,747 | 1,555 | 6,922 | 93,078 |
| TK 4 M | 18,105 | 19,609 | 19,488 | 1,504 | 8,047 | 91,953 |
| TL 4 M | 20,183 | 21,708 | 21,583 | 1,525 | 8,219 | 91,781 |

Dari tabel 4.1 diperoleh diagram kadar air seperti yang terlihat pada gambar 4.1:

 **K a d a r A i r (%)**

Gambar 4.1 Diagram Kadar Air

Dari gambar 4.1 dapat terlihat bahwa kandungan kadar air paling rendah terdapat pada briket biomassa dengan ukuran partikel 12 mesh dengan perekat tepung kanji sebesar 4,805%, sedangkan yang paling tinggi terdapat pada briket biomassa dengan ukuran partikel 4 mesh dengan perekat tanah liat sebesar 8,219% . Hal ini disebabkan karena ada proses pengeringan setelah proses pencacahan, pada proses ini kadar air partikel yang lebih kecil lebih banyak menguap, sehingga partikel yang kecil lebih kering dari partikel yang lebih besar. Hal ini mempengaruhi briket yang dihasilkan, dimana briket dengan partikel yang lebih kecil memiliki kadar air yang lebih kecil.

Dari gambar 4.1 dapat dilihat kadar air pada briket dengan ukuran partikel yang sama, briket dengan perekat tanah liat memiliki kadar air yang lebih besar dari pada briket dengan perekat tepung kanji. Hal ini disebabkan karena briket dengan perekat tanah liat membutuhkan waktu pengeringan yang lebih lama.

 Dengan kadar air yang berkisar antara 4,805 – 8,219% , kadar air yang dimiliki briket biomassa campuran biji jarak dan arang sekam padi ini masih lebih kecil dari kadar air maksimum yang diijinkan untuk bahan bakar padat yaitu sebesar 12% (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2009).

Untuk memastikan ada atau tidak ada pengaruh besar butiran dan jenis perekat terhadap kadar air dari briket, maka dilakukan pengujian hipotesa dengan perhitungan ANOVA dua arah dengan perhitungan sebagai berikut:

Tabel 4.2 Statistik ANOVA Untuk Kadar Air

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Jenisperekat | Pengulangan | Laju pembakaran (gram/menit) | Total perlakuan (yi) |
| 12 M | 8 M | 4 M |
| Tanah liat | 1 | 6,623 | 7,112 | 8,126 | 21,861 |
| 2 | 5,785 | 6,897 | 7,801 | 19,989 |
| 3 | 5,291 | 6,750 | 8,866 | 21,401 |
| Tepung kanji | 1 | 5,338 | 6,843 | 8,238 | 20,419 |
| 2 | 4,911 | 6,438 | 8,117 | 19,466 |
| 3 | 4,156 | 6,285 | 7,789 | 18,230 |
| Total blok (yj) | 32,104 | 40,325 | 48,937 | 121,366 |

1. Hipotesa H1 dan H0
	* 1. Menguji pengaruh ukuran partikel
* H1 terdapat pengaruh yang signifikan antara besar butiran biji jarak terhadap kadar air.
* H0 tidak ada pengaruh yang signifikan antara besar butiran biji jarak terhadap kadar air.
	+ 1. Menguji pengaruh perekat
* H1 terdapat pengaruh yang signifikan antara jenis perekat terhadap kadar air.
* H0 tidak ada pengaruh yang signifikan antara jenis perekat terhadap kadar air.
1. Menguji pengaruh interaksi
* H1 terdapat pengaruh yang signifikan antara besar butiran biji jarak dan jenis perekat terhadap kadar air.
* H0 tidak ada pengaruh yang signifikan antara besar butiran biji jarak dan jenis perekat terhadap kadar air.
1. Perhitungn Anova
2. Variasi total untuk semua data

$V = \sum\_{i=1}^{a}\sum\_{j=1}^{b}y\_{ij}^{2}-\frac{y\_{..}^{2}}{N}$

= 6,6232 + 7,1122 + ….+ 6,2852+7,7892 - $\frac{121,366^{2}}{18}$

= 840,489 – 818,317

= 28,292

Tabel 4.3 Dua Faktor Dengan Entri-entri Tunggal Kadar Air

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Jenis perekat | Ukuran partikel | Total perlakuan (yi) |
| 12M | 8M | 4M |
| Tanah liat | 17,699 | 20,759 | 24,793 | 63,251 |
| Tepung Kanji | 14,405 | 19,566 | 24,144 | 58,115 |
| Total blok (yj) | 32,104 | 40,325 | 48,937 | 121,366 |

1. Variasi sub-total

$V\_{s}$ = $\frac{1}{c}$ $ \sum\_{i=1}^{a}\sum\_{j=1}^{b}y\_{ij}^{2}-\frac{y\_{..}^{2}}{N}$

= $\frac{1}{3}$ (17,6992 + 20,7592 +….+ 19,5662 + 24,1442) – $\frac{121.366^{2}}{18}$

= 844,050 – 818,317

=25,733

1. Variasi antar baris

$V\_{r}$ = $\frac{1}{bc}$ $ \sum\_{j=1}^{a}y\_{i.}^{2}-\frac{y\_{..}^{2}}{N}$

$=$ $\frac{1}{9}$(63,2512 + 58,1152) - $\frac{121.366^{2}}{18}$

= 819,782 - 818,317

= 1,465

1. Variasi antar kolom

$V\_{c}$ = $\frac{1}{ac}\sum\_{i=1}^{b}y\_{.j}^{2}-\frac{y\_{..}^{2}}{N}$

= $\frac{1}{6}$ (32,1042 + 40,3252 + 48,9372) - $\frac{121.366^{2}}{18}$

=841,934 - 818,317

= 23,617

1. Variasi interaksi

$V\_{i}$ = $V\_{s}$ - $V\_{r}$ - $V\_{c}$

= 25,733 - 1,465 - 23,617

= 0,650

1. Variasi eror

$V\_{e}$ = $V\_{ }$ - $V\_{s}$

= 28,292 - 25,732

= 2,560

1. Kuadrat mean baris

$ŝ\_{r}^{2}$ =$\frac{1,465}{1}$

= 1,465

1. Kuadrat mean kolom

$ŝ\_{c}^{2}$ = $\frac{23,617}{2}$

= 11,808

1. Kuadrat mean interaksi

$ŝ\_{i}^{2}$ = $\frac{0,650}{2}$

= 0,325

1. Kuadrat mean eror

$ŝ\_{e}^{2}$ = $\frac{2,560}{12}$

= 0,213

1. Fhitung­ baris = $ \frac{1,465}{0,213}$

= 6,87

1. Fhitung­ kolom = $ \frac{23,617}{0,213}$

= 55,359

1. Fhitung­ interaksi = $ \frac{0,325}{0,213}$

= 1,525

Tabel 4.4 Ringkasan ANOVA Dua Arah Untuk Kadar Air

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Sumber keragaman | Variasi | Derajat bebas (DB) | Kuadarat mean | Fhitung |
| Jenis perekat | 1,465 | 1 | 1,465 | 6,87 |
| Besar partikel | 23,617 | 2 | 11,808 | 55,359 |
| Interaksi  | 0,650 | 2 | 0,325 | 1,525 |
| Subtotal  | 25,733 | 5 |  |  |
| Eror  | 2,560 | 12 | 0,213 |  |
| Total  | 28,292 | 17 |  |  |

1. Ftabel baris

Taraf signifikan sebesar $α $= 0,05 = 5%

Maka nilai Ftabel = F0,05,1,12 =4,75

1. Ftabel kolom

Taraf signifikan sebesar $α $= 0,05 = 5%

Maka nilai Ftabel = F0,05,2,12 = 3,89

1. Ftabel interaksi

Taraf signifikan sebesar $α $= 0,05 = 5%

Maka nilai Finteraksi = F0,05,2,12 = 3,89

Dari tabel 4.4 diperoleh kesimpulan:.

* Diketahui nilai Fhitung = 55,359 dan Ftabel = 4,75 untuk nilai signifikansi 5% nilai Fhitung $\geq $Ftabel, sehingga H1 diterima dan H0 ditolak, hal ini berarti terdapat pengaruh yang signifikan antara jenis perekat terhadap kadar air. Pada penelitian ini briket dengan perekat tanah liat memiliki kadar yang lebih tinggi dibandingkan briket dengan perekat tepung kanji. Hal ini disebabkan oleh sifat dari perekat tanah liat yang membutuhkan waktu pengeringan yang lebih lama jika dibandingkan dengan perekat tepung kanji. Sehingga briket dengan perekat tanah liat memiliki kadar air yang lebih besar.
* Diketahui nilai Fhitung = 6,87 dan Ftabel = 3,89 untuk nilai signifikansi 5% nilai Fhitung $\geq $Ftabel, sehingga H1 diterima dan H0 ditolak, hal ini berarti besar partikel mempengaruhi besarnya nilai kadar air. Pada penelitian ini briket dengan ukuran partikel biji jarak 12 mesh memiliki kadar air yang paling rendah dan briket dengan ukuran partikel biji jarak 4 mesh memiliki kadar air yang paling tinggi. Hal ini disebabkan karena dilakukan proses pengeringan sebelum dilakukan proses pencacahan, sehingga terjadi penguapan yang menyebabkan kadar air partikel biji jarak berkurang, namun pada partikel yang lebih kecil proses penguapan lebih cepat terjadi karena luas permukaan partikel lebih luas. Hal ini akan mempengaruhi briket yang dihasilkan.
* Diketahui nilai Fhitung = 1,525 dan Ftabel =3,89 untuk nilai signifikansi 5% nilai Ftabel $\geq $, Fhitung sehingga H0 diterima dan H1 ditolak, hal ini berarti tidak ada pengaruh yang signifikan antara besar butiran biji jarak dan jenis perekat terhadap kadar air.
	1. **Perhitungan Nilai Kalor**

Dalam pengujian nilai kalor digunakan adiabatik bomb kalorimeter. Sampel yang berupa briket biomassa dari campuran biji jarak dan arang sekam padi dengan perekat tanah liat dan tepung kanji, ditimbang dengan berat maksimal 1,1 gram yang merupakan berat maksimal yang diijinkan pada alat yang digunakan. Sebagai contoh perhitungan nilai kalor diambil data pada tabel 4.5 untuk briket dengan ukuran partikel 12 mesh dan menggunakan perekat tepung kanji sebagai berikut:

NKAbb = $\frac{\left[\left(m\_{a}+m\_{b}\right).C\_{pa}∆T\_{a}\right]-[y.NK\_{p}]}{m\_{bb}}$ (2-4)

= $\frac{\left[\left(2000+1,043\right) x 1 x 2,2\right]-[7,833 x 2,3]}{1,043}$

= 4.215,949 cal/gram

Dengan cara yang sama, didapatkan hasil nilai kalor seperti yang terlihat pada tabel 4.5 :

Tabel 4.5 Data Hasil Perhitungan Nilai Kalor Atas Rata-rata

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Kode sampel | mbb (gram) | Temperatur (0C) | y (cm) | NKAbb(cal/gram) |
| Tawal | Takhir | $∆$T |
| TK 12 M | 1,043 | 23,967 | 26,167 | 2,2 | 7,833 | 4.215,949 |
| TL 12 M | 1,078 | 24,4 | 26,567 | 2,167 | 7,6 | 4.017,334 |
| TK 8 M | 1,050 | 26,100 | 28,100 | 2 | 7,867 | 3.808,351 |
| TL 8 M | 1,016 | 25,000 | 26,767 | 1,767 | 7,533 | 3.476,598 |
| TK 4 M | 1,039 | 25,433 | 27,167 | 1,734 | 7,667 | 3.336,790 |
| TL 4 M | 1,081 | 24,867 | 26,400 | 1,533 | 7,5 | 2.836,024 |

Dari tabel 4.5 diperoleh diagram nilai kalor atas seperti yang terlihat pada gambar 4.2:

**Nilai Kalor Atas (cal/gram)**

Gambar 4.2 Diagram Nilai Kalor Atas

Dari diagram 4.2 terlihat bahwa nilai kalor atas tertinggi terdapat pada briket dengan ukuran partikel 12 mesh dengan perekat tepung kanji sebesar 4.215,949 cal/gram, sedangkan nilai kalor atas terendah terdapat pada briket dengan ukuran partikel 4 mesh dengan perekat tanah liat sebesar 2.836,024 cal/gram.

Nilai kalor briket dipengaruhi oleh ukuran partikel arang, kerapatan dan bahan baku arang. Semakin kecil ukuran partikel maka nilai kalornya semakin tinggi, demikian juga semakin kecil ukuran partikel semakin tinggi pula kerapatannya, hal ini sesuai dengan pernyataan Sudrajat (1983 dalam Usman, 2007) bahwa kayu dengan berat jenis tinggi, cenderung menghasilkan briket dengan nilai kalor tinggi.

Nilai kalor pada briket dengan perekat tepung kanji lebih tinggi dibandingkan briket dengan perekat tanah liat. Hal ini disebabkan karena perekat tepung kanji memiliki nilai kalor yang lebih tinggi.

Untuk memastikan ada atau tidak ada pengaruh besar butiran dan jenis perekat terhadap nilai kalor dari briket, maka dilakukan pengujian hipotesa dengan perhitungan ANOVA dua arah dengan perhitungan sebagai berikut:

Tabel 4.6 Statistik ANOVA Untuk Nilai Kalor Atas

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Jenisperekat | pengulangan | nilai kalor (cal/gram) | Total perlakuan (yi) |
| 12 M | 8 M | 4 M |
| Tanah liat | 1 | 4.369,895 | 3.387,632 | 3.149,142 | 10.906,669 |
| 2 | 4.001,235 | 3.479,421 | 2.617,658 | 10.098,314 |
| 3 | 3.691,197 | 3.562,057 | 2.740,577 | 9.993,831 |
| Tepung kanji | 1 | 4.252,726 | 4.260,863 | 3.549,218 | 12.062,807 |
| 2 | 4.248,519 | 3.858,564 | 3.466,020 | 11.573,103 |
| 3 | 4.143,433 | 3.328,220 | 2.974,268 | 10.445,921 |
| Total blok (yj) | 24.707,005 | 21.876,757 | 18.496,883 | 65.080,645 |

1. Hipotesa H1 dan H0
	* 1. Menguji pengaruh ukuran partikel
* H1 terdapat pengaruh yang signifikan antara besar butiran biji jarak terhadap nilai kalor.
* H0 tidak ada pengaruh yang signifikan antara besar butiran biji jarak terhadap nilai kalor.
	+ 1. Menguji pengaruh perekat
* H1 terdapat pengaruh yang signifikan antara jenis perekat terhadap nilai kalor.
* H0 tidak ada pengaruh yang signifikan antara jenis perekat terhadap nilai kalor.
1. Menguji pengaruh interaksi
* H1 terdapat pengaruh yang signifikan antara besar butiran biji jarak dan jenis perekat terhadap nilai kalor.
* H0 tidak ada pengaruh yang signifikan antara besar butiran biji jarak dan jenis perekat terhadap nilai kalor.
1. Perhitungn Anova
	* + 1. $V = \sum\_{i=1}^{a}\sum\_{j=1}^{b}y\_{ij}^{2}-\frac{y\_{..}^{2}}{N}$

= 4.369,8952 + 3.387,6322 + ….+ 2.974,2682 – $\frac{65.080,645^{2}}{18}$

= 240.162.121,650 – 235.305.019,645

= 4.857.102,005

Tabel 4.7 Dua Faktor Dengan Entri-entri Tunggal Nilai Kalor Atas

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Jenis perekat | Ukuran partikel | Total perlakuan (yi) |
| 12M | 8M | 4M |
| Tanah liat | 12.062,327 | 10.429,110 | 8.507,377 | 30.998,814 |
| Tepung Kanji | 12.644,678 | 11.447,647 | 9.989,506 | 34.081,831 |
| Total blok (yj) | 24.707,005 | 21.876,757 | 18.496,883 | 65.080,645 |

1. Variasi sub-total

$V\_{s}$ = $\frac{1}{c}$ $ \sum\_{i=1}^{a}\sum\_{j=1}^{b}y\_{ij}^{2}-\frac{y\_{..}^{2}}{N}$

= $\frac{1}{3}$ (12.062,3272 + 10.429,112 +….+ 9.989,5062) – $\frac{65.080,645^{2}}{18}$

= 239.122.755,050 – 235.305.019,645

= 3.817.735,405

1. Variasi antar baris

$V\_{r}$ = $\frac{1}{bc}$ $ \sum\_{j=1}^{a}y\_{i.}^{2}-\frac{y\_{..}^{2}}{N}$

$=$ $\frac{1}{9}$(30.998,8142 + 34.081,8312) - $\frac{65.080,645^{2}}{18}$

= 235.833.074,858 – 235.305.019,645

= 528.055,213

1. Variasi antar kolom

$V\_{c}$ = $\frac{1}{ac}\sum\_{i=1}^{b}y\_{.j}^{2}-\frac{y\_{..}^{2}}{N}$

= $\frac{1}{6}$ (24.707,0052 + 21.876,7572 + 18.496,8832) - $\frac{65.080,645^{2}}{18}$

= 238.527.212,270 – 235.305.019,645

= 3.222.192,625

1. Variasi interaksi

$V\_{i}$ = $V\_{s}$ - $V\_{r}$ - $V\_{c}$

= 3.817.735,405 – 528.055,213 – 3.222.192,625

= 67.487,568

1. Variasi eror

$V\_{e}$ = $V\_{ }$ - $V\_{s}$

= 4.857.102,005 – 3.817.735,405

= 1.039.366,599

1. Kuadrat mean baris

$ŝ\_{r}^{2}$ =$\frac{528.055,213}{1}$

= 528.055,213

1. Kuadrat mean kolom

$ŝ\_{c}^{2}$ = $\frac{3.222.192,625}{2}$

= 1.611.096,313

1. Kuadrat mean interaksi

$ŝ\_{i}^{2}$ = $\frac{67.487,568}{2}$

$= $33.743,78

1. Kuadrat mean eror

$ŝ\_{e}^{2}$ = $\frac{1.039.366,599}{12}$

= 86.613,883

1. Fhitung­ baris = $ \frac{528.055,213}{86.613,883}$

= 6,097

1. Fhitung­ kolom = $ \frac{1.611.096,313}{86.613,883}$

= 18,601

1. Fhitung­ interaksi = $ \frac{33.743,78}{86.613,883}$

= 0,390

Tabel 4.8 Ringkasan ANOVA Dua Arah Untuk Nilai Kalor Atas

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Sumber keragaman | Variasi | Derajat bebas (DB) | Kuadarat mean | Fhitung |
| Jenis perekat | 528.055,213 | 1 | 528.055,213 | 6,097 |
| Besar partikel | 3.222.192,625 | 2 | 1.611.096,313 | 18,601 |
| Interaksi  | 67.487,568 | 2 | 33.743,78 | 0,390 |
| Subtotal  | 3.817.735,405 | 5 |  |  |
| Eror  | 1.039.366,599 | 12 | 86.613,883 |  |
| Total  | 4.857.102,005 | 17 |  |  |

1. Ftabel baris

Taraf signifikan sebesar $α $= 0,05 = 5%

Maka nilai Ftabel = F0,05,1,12 =4,75

1. Ftabel kolom

Taraf signifikan sebesar $α $= 0,05 = 5%

Maka nilai Ftabel = F0,05,2,12 = 3,89

1. Ftabel interaksi

Taraf signifikan sebesar $α $= 0,05 = 5%

Maka nilai Ftabel = F0,05,2,12 = 3,89

Dari tabel 4.8 diperoleh kesimpulan:

* Diketahui nilai Fhitung = 6,097dan Ftabel = 4,75 untuk nilai signifikansi 5% nilai Fhitung $\geq $Ftabel, sehingga H1 diterima dan Ho ditolak, hal ini berarti terdapat pengaruh yang signifikan antara jenis perekat terhadap nilai kalor. Pada penelitian ini briket dengan perekat tepung kanji mengandung nilai kalor yang lebih besar dibandingkan briket dengan perekat tanah liat. Hal ini disebabkan karena nilai kalor dipengaruhi oleh bahan baku briket. Dalam penelitian ini bahan baku perekat yang digunakan adalah tepung kanji dan tanah liat, dimana nilai kalor tepung kanji lebih besar dari tanah liat, sehingga briket yang menggunakan perekat tepung kanji akan menghasilkan nilai kalor yang lebih besar.
* Diketahui nilai Fhitung = 18,601 dan Ftabel = 3,89 untuk nilai signifikansi 5% nilai Fhitung$ \geq $Ftabel, sehingga H1 diterima dan Ho ditolak, hal ini berarti terdapat pengaruh yang signifikan antara besar butiran biji jarak terhadap nilai kalor. Dalam penelitian ini briket yang menggunakan biji jarak dengan ukuran 12 mesh memiliki nilai kalor yang paling besar dan briket dengan ukuran partikel biji jarak 4 mesh memiliki nilai kalor yang paling kecil. Hal ini disebabkan karena semakin kecil ukuran butiran biji jarak yang digunakan maka akan semakin rapat briket yang dihasilkan, dimana kerapatan bahan bakar akan mempengaruhi nilai kalor bahan bakar.
* Diketahui nilai Fhitung = 0,390 dan Ftabel =3,89 untuk nilai signifikansi 5% nilai Ftabel $\geq $, Fhitung sehingga H0 diterima dan H1 ditolak, hal ini berarti tidak ada pengaruh yang signifikan antara besar butiran biji jarak terhadap nilai kalor.
	1. **Perhitungan Laju Pembakaran**

Pada pengujian ini briket dibakar dalam kaleng dengan tinggi 16 cm dan diameter 13 cm. Dimensi briket yang digunakan adalah: tinggi 2 cm, diameter 5,08 cm. Sebelum briket mulai dibakar, briket ditimbang untuk mengetahui massa briket, kemudian ditetesi minyak tanah terlebih dahulu untuk membantu pembakaran awal briket. Setelah briket menyala kemudian dihitung waktunya menggunakan stopwatch. Setelah itu sisa briket yang tidak terbakar ditimbang. Sebagai contoh perhitungan laju pembakaran diambil data pada tabel 4.9 untuk briket ukuran 12 mesh dengan perekat tanah liat sebagai berikut:

1. Konversi lama nyala dari detik ke menit:

986,33 detik = $\frac{986,33 }{60}$

= 17,27 menit

1. Massa briket terbakar:

Massa briket terbakar = massa briket awal–massa briket sisa (gr) (2-5)

 = 50 – 1 (gram)

= 49 (gram)

1. Laju pembakaran:

Laju pembakaran = $\frac{massa briket terbakar}{lama nyala}$ (gram/menit) (2-6)

= $\frac{49}{17,27}$ (gram/menit)

= 2,84 gram/menit

Dengan cara yang sama, didapatkan hasil perhitungan laju pembakaran seperti yang terlihat pada tabel 4.9:

Tabel 4.9 Data Hasil Perhitungan Laju Pembakaran Rata-rata

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Kode Sampel | Lama Nyala (menit) | Massa briket | Laju pembakaran (gram/menit) |
| Awal (gram) | Sisa (gram) | Terbakar (gram) |
| TL 12 M | 17,267 | 50 | 1,00 | 49 | 2,84 |
| TK 12 M | 16,464 | 50 | 0,67 | 49,33 | 2,99 |
| TL 8 M | 14,208 | 48 | 2,00 | 46,00 | 3,24 |
| TK 8 M | 12,806 | 48 | 1,33 | 46,67 | 3,64 |
| TL 4 M | 8,411 | 47 | 2,33 | 44,67 | 5,31 |
| TK 4M | 7,478 | 47 | 2,00 | 45,00 | 6,02 |

Dari tabel 4.9 diperoleh diagram laju pembakaran briket seperti dalam gambar 4.3:

**Laju pembakaran (gram/menit)**

Gambar 4.3 Diagram Laju Pembakaran Briket

Dari gambar 4.3 dapat dilihat bahwa laju pembakaran paling besar terdapat pada briket dengan ukuran partikel 4 mesh dengan perekat tepung kanji sebesar 6,02 gram/menit, sedangkan laju pembakaran paling kecil terdapat pada briket dengan ukuran partikel 12 mesh dengan perekat tanah liat sebesar 2,84 gram/menit.

Briket biomassa dengan perekat tepung kanji memiliki laju pembakaran yang lebih tinggi, hal ini disebabkan karena perekat tepung kanji memiliki nilai kalor lebih tinggi, sehingga briket dengan perekat tepung kanji lebih cepat habis.

Dari gambar 4.3 juga terlihat bahwa laju pembakaran briket semakin besar seiring dengan bertambahnya ukuran partikel biji jarak. Ini disebabkan karena ukuran partikel yang lebih kecil dapat memperluas bidang ikatan antar serbuk, sehingga dapat meningkatkan kerapatan briket (Masturin, 2002 dalam Santosa, dkk.,2010). Semakin rapat briket maka porositasnya semakin kecil sehingga difusi oksigen ke dalam briket semakin sulit, sehingga waktu yang dibutuhkan dalam proses pembakaran lebih lama.

Untuk memastikan ada atau tidak ada pengaruh besar butiran dan jenis perekat terhadap laju pembakaran dari briket, maka dilakukan pengujian hipotesa dengan perhitungan ANOVA dua arah dengan perhitungan sebagai berikut:

Tabel 4.10 Statistik ANOVA Untuk Laju Pembakaran

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Jenisperekat | Pengulangan | Laju pembakaran (gram/menit) | Total perlakuan (yi) |
| 12 M | 8 M | 4 M |
| Tanah liat | 1 | 2,846 | 3,265 | 5,488 | 11,599 |
| 2 | 2,841 | 3,228 | 5,366 | 11,435 |
| 3 | 2,827 | 3,221 | 5,094 | 11,142 |
| Tepung kanji | 1 | 2,977 | 3,377 | 6,106 | 12,460 |
| 2 | 3,000 | 3,852 | 6,027 | 12,879 |
| 3 | 3,012 | 3,740 | 5,921 | 12,673 |
| Total blok (yj) | 17,503 | 20,683 | 34,002 | 72,188 |

* 1. Hipotesa H1 dan H0
		1. Menguji pengaruh ukuran partikel
* H1 terdapat pengaruh yang signifikan antara besar butiran biji jarak terhadap laju pembakaran
* H0 tidak ada pengaruh yang signifikan antara besar butiran biji jarak terhadap laju pembakaran
	+ 1. Menguji pengaruh perekat
* H1 terdapat pengaruh yang signifikan antara jenis perekat terhadap laju pembakaran
* H0 tidak ada pengaruh yang signifikan antara jenis perekat terhadap laju pembakaran
	+ 1. Menguji pengaruh interaksi
* H1 terdapat pengaruh yang signifikan antara jenis perekat dan besar partikel terhadap laju pembakaran
* H0 tidak ada pengaruh yang signifikan antara jenis perekat dan besar partikel terhadap laju pembakaran
	1. Perhitungn Anova
		+ 1. $V = \sum\_{i=1}^{a}\sum\_{j=1}^{b}y\_{ij}^{2}-\frac{y\_{..}^{2}}{N}$

 = 2,8462 + 3,2652+ 5,4882 +...+ 3,7402 + 5,9212 – $\frac{72,188^{2}}{18}$

= 316,309 – 289,506

= 26,803

Tabel 4.11 Dua Faktor Dengan Entri-entri Tunggal Laju Pembakaran

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Jenis perekat | Ukuran partikel | Total perlakuan (yi) |
| 12M | 8M | 4M |
| Tanah liat | 8,514 | 9,714 | 15,948 | 34,176 |
| Tepung Kanji | 8,989 | 10,969 | 18,054 | 38,012 |
| Total blok (yj) | 17,503 | 20,683 | 34,002 | 72,188 |

1. Variasi sub-total

$V\_{s}$ = $\frac{1}{c}$ $ \sum\_{i=1}^{a}\sum\_{j=1}^{b}y\_{ij}^{2}-\frac{y\_{..}^{2}}{N}$

= $\frac{1}{3}$ (8,5142 + 9,7142 +….+ 10,9692 + 18,0542) – $\frac{72,188^{2}}{18}$

= 316,086 – 289,506

=26,580

1. Variasi antar baris

$V\_{r}$ = $\frac{1}{bc}$ $ \sum\_{j=1}^{a}y\_{i.}^{2}-\frac{y\_{..}^{2}}{N}$

$=$ $\frac{1}{9}$(34,1762 + 38,0122) - $\frac{72,188^{2}}{18}$

= 48.387 - 289,506

= 0,817

1. Variasi antar kolom

$V\_{c}$ = $\frac{1}{ac}\sum\_{i=1}^{b}y\_{.j}^{2}-\frac{y\_{..}^{2}}{N}$

= $\frac{1}{6}$ (17,5032 + 20,6832 + 34,0022) - $\frac{72,188^{2}}{18}$

=315,046 - 289,506

= 25,540

1. Variasi interaksi

$V\_{i}$ = $V\_{s}$ - $V\_{r}$ - $V\_{c}$

= 26,580 - 0,817 - 25,540

= 0,222

1. Variasi eror

$V\_{e}$ = $V\_{ }$ - $V\_{s}$

= 26,803 - 26,580

= 0,224

1. Kuadrat mean baris

$ŝ\_{r}^{2}$ =$\frac{0,817}{1}$

= 0,817

1. Kuadrat mean kolom

$ŝ\_{c}^{2}$ = $\frac{25,540}{2}$

= 12,770

1. Kuadrat mean interaksi

$ŝ\_{i}^{2}$ = $\frac{0,222}{2}$

= 0,111

1. Kuadrat mean eror

$ŝ\_{e}^{2}$ = $\frac{0,224}{12}$

= 0,019

1. Fhitung­ baris = $ \frac{0,817}{0,019}$

= 43,822

1. Fhitung­ kolom = $ \frac{12,770}{0,019}$

= 684,545

1. Fhitung­ interaksi = $ \frac{0,111}{0,019}$

= 5,945

Tabel 4.12 Ringkasan ANOVA Dua Arah Untuk Laju Pembakaran

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Sumber keragaman | Variasi | Derajat bebas (DB) | Kuadarat mean | Fhitung |
| Jenis perekat | 0,817 | 1 | 0,817 | 43,822 |
| Besar partikel | 25,540 | 2 | 12,770 | 684,545 |
| Interaksi  | 0,222 | 2 | 0,111 | 5,945 |
| Subtotal  | 26,580 | 5 |  |  |
| Eror  | 0,224 | 12 | 0,019 |  |
| Total  | 26,803 | 17 |  |  |

1. Ftabel baris

Taraf signifikan sebesar $α $= 0,05 = 5%

Maka nilai Ftabel = F0,05,1,12 =4,75

1. Ftabel kolom

Taraf signifikan sebesar $α $= 0,05 = 5%

Maka nilai Ftabel = F0,05,2,12 = 3,89

1. Ftabel Interaksi

Taraf signifikan sebesar $α $= 0,05 = 5%

Maka nilai Ftabel = F0,05,2,12 = 3,89

Dari tabel 4.12 diperoleh kesimpulan:

* Diketahui nilai Fhitung = 43,822dan Ftabel = 4,75 untuk nilai signifikansi 5% nilai Fhitung $\geq $Ftabel, sehingga H1 diterima dan Ho ditolak, hal ini berarti terdapat pengaruh yang signifikan antara jenis perekat terhadap laju pembakaran. Dalam penelitian ini briket dengan perekat tepung kanji memiliki laju pembakaran yang lebih besar dari pada briket dengan perekat tanah liat.
* Diketahui nilai Fhitung = 684,545 dan Ftabel = 3,89 untuk nilai signifikansi 5% nilai Fhitung $\geq $ Ftabel, sehingga H1 diterima dan Ho ditolak, hal ini berarti terdapat pengaruh yang signifikan antara besar butiran biji jarak terhadap laju pembakaran. Pada penelitian ini briket dengan ukuran partikel biji jarak 12 mesh memiliki laju pembakaran yang paling kecil dan briket dengan ukuran partikel biji jarak 4 mesh memiliki laju pembakaran yang paling besar. Hal ini disebabkan karena semakin besar butiran biji jarak maka porositas briket akan semakin besar, sehingga difusi oksigen ke dalam briket akan semakin cepat, semakin cepat oksigen masuk ke dalam bahan bakar akan mengakibatkan proses pembakaran berlangsung semakin cepat.
* Diketahui nilai Fhitung = 5,945 dan Ftabel = 3,89 untuk nilai signifikansi 5% nilai Fhitung $\geq $ Ftabel, sehingga H1 diterima dan Ho ditolak, hal ini berarti terdapat pengaruh yang signifikan antara besar butiran biji jarak dan jenis perekat terhadap laju pembakaran. Dalam penelitian ini briket dengan ukuran partikel 4 mesh dan menggunakan perekat tepung kanji akan mengalami laju pembakaran yang paling cepat. Hal ini disebabkan karena lebih sulit memperoleh campuran yang homogen antara perekat dan partikel biji jarak apabila menggunakan partikel yang lebih besar, sehingga daya rekat perekat tidak maksimal, hal ini akan mengakibatkan pori-pori (porositas) yang lebih besar pada briket, sehingga distribusi oksigen kedalam bahan bakar lebih banyak.

**BAB V**

**PENUTUP**

* 1. **Kesimpulan**

Dari pengolahan data-data pengujian yang didapat serta dari hasil analisa hipotesa dengan menggunakan ANOVA dua arah maka dapat ditarik beberapa kesimpulan:

1. Semakin halus partikel biji jarak yang digunakan maka akan semakin besar nilai kalor yang dihasilkan. Penggunaan perekat tepung kanji akan menghasilkan nilai kalor yang lebih besar jika dibandingkan menggunakan perekat tanah liat. Briket dengan ukuran 12 mesh dengan perekat tepung kanji memiliki nilai kalor yang paling tinggi yaitu sebesar 4.215,949 cal/gram, sedangkan briket dengan ukuran 4 mesh dengan perekat tanah liat memiliki nilai kalor yang paling rendah yaitu sebesar 2.836,024 cal/gram.
2. Besar partikel biji jarak dan jenis perekat akan mempengaruhi laju pembakaran briket biomassa. Semakin halus partikel biji jarak yang digunakan maka akan semakin rendah laju pembakaran yang dihasilkan. Penggunaan perekat tepung kanji akan menghasilkan laju pembakaran yang lebih rendah jika dibandingkan menggunakan perekat tanah liat. Briket dengan ukuran 12 mesh dengan perekat tepung kanji memiliki laju pembakaran yang paling rendah yaitu sebesar 2,84 gram/menit, sedangkan briket dengan ukuran 4 mesh dengan perekat tanah liat memiliki laju pembakaran yang paling rendah yaitu sebesar 6,02 gram/menit
3. Semakin kecil partikel biji jarak yang digunakan sebagai bahan baku briket, maka akan semakin rendah kadar air yang dihasilkan. Penggunaan perekat tanah liat akan menghasilkan briket dengan kadar air yang lebih tinggi, karena briket dengan perekat tanah liat membutuhkan waktu pengeringan yang lebih lama. Kadar air yang terkandung pada briket biomassa dengan campuran biji jarak dan arang sekam padi dengan perekat tanah liat berkisar antara 5,944% - 8,219%, sedangkan dengan menggunakan perekat tepung kanji berkisar antara 4,805% - 8,047%. Briket yang memiliki ukuran 12 mesh dengan perekat tepung kanji memiliki kadar air paling rendah yaitu sebesar 4,805% dan briket dengan ukuran 4 mesh dengan perekat tanah liat memiliki kadar air paling tinggi yaitu sebesar 8,219%.
4. Dari data-data pengujian yang didapatkan, briket biomassa campuran biji jarak dan arang sekam padi cukup potensial untuk dijadikan bahan bakar alternatif.
	1. **Saran**

Untuk lebih sempurnanya penelitian selanjutnya, dapat diberikan saran antara lain:

1. Biji jarak yang telah dicacah dikeringkan terlebih dahulu untuk mempermudah proses pengayakan.
2. Apabila pada musim hujan, pengeringan dilakukan dengan menggunakan oven dengan suhu 600C selama 24 jam, hal ini untuk mendapatkan hasil yang lebih maksimal.
3. Pengujian laju pembakaran dilakukan didalam ruangan untuk menghindari faktor lingkungan terutama angin yang dapat mempengaruhi hasil pengujian.

**DAFTAR PUSTAKA**

### Alamsyah, F. A, 2009., *Pembakaran*. Fikrulakbaralamsyahwordpress.com/2009/ 05/03/hello-word/. Diakses: 3 desember 2011

### Aritonang, H, 2010., *Rancangan Bangunan Kompor Biobriket,* repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/19353/.../Chapter%20II.pdf diakses: 28 agustus 2011

Astuti, Y., *Budidaya dan Manfaat Jarak Pagar (Jatropha Curcas L),* http://research.mercubuana.ac.id/proceeding/BUDIDAYA\_DAN\_MANFAAT\_JARAK\_PAGAR.pdf diakses: 28 agustus 2011

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian, 2009., *Briket Bungkil Jarak Pagar,* http://sulteng.litbang.deptan.go.id/ind/index.php?option=com\_content&view=article&id=124:briket&catid=7:lain-lain&Itemid=5 diakses: 28 agustus 2011

Fachrizal, N., Haerudin B., Mustafa, R., Sumarsono, M., dan Pranoto, S., 2008., *Pembuatan Arang Briket Ampas Jarak dan Biomassa,* http://jurnal.pdii.lipi.go.id/admin/jurnal/17082436.pdf diakses: 28 agustus 2011

INFIC, 1997., *International feed Data Bank System.* Publication. No.3. Nebraska, USA

Jamilatun, S., 2011., *Kualitas Sifat-sifat Penyalaan dari Pembakaran Briket Tempurung Kelapa, Briket Serbuk Gergaji Kayu Jati, Briket Sekam Padi dan Briket Batubara,* http://repository.upnyk.ac.id/346/1/Kualitas\_Sifat-sifat\_Penyalaan\_dari\_Pembakaran\_Briket\_Tempurung\_Kelapa,.pdf diakses: 28 agustus 2011

Manalu, R., 2010., *Tinjauan Pustaka,* respository.usu.ac.id/bitstream/123456789/ 17590/1/10E00091.pdf diakses: 3 desember 2011

Ndraha, N., 2010., *Uji Komposisi Bahan Pembuat Briket Bioarang, ,* respository. usu.ac.id/bitstream/123456789/ 17590/1/10E00091.pdf diakses: 3 desember 2011

Pambudi, N. A., 2008*., Potensi Jarak Pagar sebagai Tanaman Energi di Indonesia*, http://www.chem\_is\_try.org/artikel\_kimia/teknologi\_ tepat\_guna/potensi\_jarak\_pagar\_sebagai\_tanaman\_energi\_di\_indonesia/ diakses: 28 agustus 2011

Santosa, Mislaini, R., dan Anugrah, S. P., 2010., *Studi Variasi Komposisi Bahan Penyusun Briket Dari Kotoran Sapi dan Limbah Pertanian,* www.opi.lipi.go.id/data/.../13086710321319787133.makalah.pdf diakses: 28 agustus 2011

Spiegel, M. R., Schiller, j., dan Srinivasan, R. A., 2004., Probabilitas dan Statistik Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta.

Sugiarti, Wiwid, Widyatama dan Widhi, 2009.,*Pemanfaatan Kulit Biji Mete, Bungkil Jarak, Sekam Padi dan Jerami Menjadi Bahan Bakar Briket yang Ramah Lingkungan dan Dapat Diperbaharui*, http://eprints.undip. ac.id/1705/1/MAKALAH\_\_pdf.pd diakses: 28 agustus 2011

# Tjokrowisastro, E. H., dan Widodo, 1990., *Teknik Pembakaran Dasar dan Bahan Bakar,* Diktat ITS, Surabaya

# Usman, M. N., 2007., *Mutu Briket Arang Dengan Kulit Buah Kakao Dengan Menggunakan Kanji Sebagai Perekat,*  journal.unhas.ac.id/index. php/perennial/article/view/48. diakses : 20 maret 2012

# Warta Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2008., *Sekam Padi Sebagai Sumber Energi Alternatif,* www.smallcrab.com/others/329-sekam-padi-sebagai-sumber-energi-alternatif. diakses: 31 maret 2012

# Wikipedia, 2011., *Bahan bakar,* http://id.wikipedia.org/wiki/Bahan\_bakar. diakses: 3 desember 2011