

FORMULASI PERBANDINGAN LIMBAH KULIT KAYU AKASIA (ACASIA MANGIUM) DAN TEPUNG TAPIOKA SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN BIO BRIKET

Formulation Comparison of Acacia Bark Waste (Acasia Mangium) and Tapioca Flour as Raw Materials for Making Bio Briquettes

Ruby Afrizon⁽¹⁾, Anwar Kasim⁽²⁾, Dewi Arziyah^{(1)*}

⁽¹⁾ Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Universitas Dharma Andalas

⁽²⁾ Departemen Teknologi Industri Pertanian, Universitas Andalas

* dewi.a@unidha.ac.id

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of the concentration of acacia bark and tapioca flour on the characteristics of acacia bark biobriquettes. This research was conducted at the Laboratory for Analysis of Physical Properties of Materials and Products, Agricultural Industrial Technology, Dharma Andalas University, Padang. The design used in this study was a completely randomized design (CRD) with a comparison of the percentage of adhesive concentration, namely: A = 0%, B = 5%, C = 10%, D = 15%, E = 20% with 3 replications. Observations from each treatment were analyzed by ANOVA. If it is significantly different, then continue using the DNMRT follow-up test at 5 % level. The research was carried out in two stages, the first stage was the manufacture of biobriquettes with a comparison of the percentage of adhesive concentration and chemical analysis testing of the biobriquettes was carried out. The results showed that the comparison of the percentage of adhesive concentration had a significant effect. The results showed that treatment E (20% adhesive) had the best results, namely 7.33% moisture content, 3.89% ash content, 0.72g/cm³ density, 119.07 N/mm² hardness, 3,878.90 cal/ calorific value. kg, and a flame test of 38.38 g/min.

Keywords: Acacia bark, tapioca flour, biobriquettes

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi kulit kayu akasia dan tepung tapioka terhadap karakteristik biobriket kulit kayu akasia. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Analisis Sifat Fisik Bahan dan Produk, Teknologi Industri Pertanian Universitas Dharma Andalas Padang. Rancangan yang digunakan dalam penelitian adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perbandingan persentase konsentrasi perekat yaitu: A= 0%, B= 5%, C= 10%, D= 15%, E= 20%

dengan 3 kali ulangan. Hasil pengamatan dari masing-masing perlakuan dianalisis dengan ANOVA. Jika berbeda nyata maka dilanjutkan menggunakan uji lanjut DNMR pada taraf 5%. Penelitian dilakukan dengan dua tahap, tahap pertama yaitu pembuatan biobriket dengan perbandingan persentase konsentrasi perekat dan dilakukan pengujian analisis kimia terhadap biobriket. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbandingan persentase konsentrasi perekat memberikan pengaruh nyata. Hasil menunjukkan perlakuan E (20% perekat) mendapatkan hasil yang terbaik yaitu kadar air 7,33%, kadar abu 3,89%, densitas 0,72g/cm³, kekerasan 119,07 N/mm², nilai kalor 3.878,90 kal/kg, dan uji nyala api 38,38 g/menit.

Kata Kunci: Kulit kayu akasia, tepung tapioka, biobriket

*Submit: 14 Juni 2023 * Revisi: 20 Juni 2023 * Accepted: 5 Juli 2023 * Publish: 7 Juli 2023*

PENDAHULUAN

Pengolahan limbah biomassa memerlukan teknologi alternatif agar menjadi lebih bermanfaat. Salah satu alternatif metode yang dapat digunakan adalah metode pembriketan. Pembriketan merupakan salah satu cara untuk mengurangi kandungan air pada suatu biomassa sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif.

Briket biomassa merupakan bahan bakar padat yang dibuat dari limbah biomassa yang dicampur dengan bahan lainnya di antaranya limbah kulit kayu yang dicetak sedemikian rupa agar mendapatkan karakteristik yang diinginkan dan memiliki nilai kalor yang tinggi [1]. Metode yang biasanya digunakan dalam pembuatan briket menggunakan metode pengarangan, pada metode ini kayu yang telah menjadi arang dihancurkan dan disaring.

Saat ini di Indonesia, kayu akasia merupakan bahan baku utama dalam industri pulp dan kertas. Hasil sampingan dari industri ini kulit kayu. Kayu akasia mempunyai kandungan

kimia struktural selulosa 51,20%, hemiselulosa 29,79%, holoselulosa 80,99% dan lignin 24,89% [2].

Kayu akasia dapat digunakan untuk pulp, kertas, papan partikel, krat dan kepingan-kepingan kayu. Selain itu juga berpotensi untuk kayu gergajian, molding, mebel dan vinir, karena memiliki nilai kalori sebesar 4.800-4.900 kkal/kg, kayunya dapat digunakan untuk kayu bakar dan arang [2].

Perekat adalah suatu bahan yang berfungsi sebagai pengikat atau menyatukan kedua benda yang terpisah sehingga mempunyai kekuatan tertentu saat dikenai beban [3]. Secara umum perekat digunakan untuk mengikat bermacam struktur tertentu secara efektif.

Penambahan perekat pada saat pembuatan biobriket bertujuan untuk mencegah terbentuknya partikel terikat satu sama lain dan tidak mudah putus. Perekat organik menghasilkan abu yang relatif sedikit pada briket setelah pembakaran dan perekat yang umumnya efektif salah satunya adalah tepung tapioca. Penggunaan perekat dari tepung tapioka memiliki beberapa keunggulan, yaitu: harga yang lebih murah, mudah dalam penggunaannya dan dapat

menghasilkan kekuatan ikatan kering yang tinggi [4].

Tepung tapioka adalah tepung yang berasal dari bahan baku ubi kayu dan merupakan salah satu bahan untuk keperluan industri perekat. Pemanfaatan tepung tapioka sebagai bahan perekat karena zat pati yang terdapat dalam bentuk karbohidrat pada umbi ketela pohon yang berfungsi sebagai cadangan makanan. Tapioka apabila dibuat sebagai perekat mempunyai daya rekat yang tinggi dibandingkan dengan tepung-tepung jenis lain.

Berdasarkan hal di atas penulis tertarik melakukan penelitian pembuatan biobriket dengan memanfaatkan serbuk kayu akasia dengan menggunakan perekat dari tepung tapioka. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah melakukan formulasi perbandingan persentase perekat dan kulit kayu akasia dalam pembuatan biobriket dan mengetahui karakteristik kimia biobriket yang dihasilkan.

METODOLOGI PENELITIAN

Sampel atau bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah serbuk kulit kayu akasia yang diperoleh dari PT. Arara Abadi, tepung tapioka dan air. Alat yang digunakan dalam penelitian wadah (baskom atau panci), cetakan briket, mortal, alu,, gelas ukur, *cutter* atau gunting, oven, kompor, cawan porselin, *furnace*, desikator, ayakan mesh 20, homogenizer, *Bomb Calorimeter* PA C200, alat kempa hidrolis dan timbangan analitik.

Adapun faktor atau perlakuan pada penelitian ini adalah: Perbandingan kulit kayu akasia (KA) dan tepung tapioka (TT) pada biobriket.

Perlakuan pada penelitian ini adalah:

Perlakuan A = 100% KA : 0% TT

Perlakuan B = 95% KA : 5% TT

Perlakuan C = 90% KA : 10% TT

Perlakuan D = 85% KA : 15% TT

Perlakuan E = 80% KA : 20% TT

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 taraf dan 3 kali ulangan, sehingga keseluruhan penelitian ini ada 15 satuan percobaan. Data hasil pengamatan dianalisis dengan sidik ragam (ANOVA) jika berbeda nyata dilakukan dengan uji lanjut DNMR (*Duncan's New Multiple Range Tes*) 5%. Pengujian yang dilakukan antara lain kadar air, kadar abu, kekerasan (*hardness*), densitas, nilai kalor, dan uji pembakaran biobriket.

Pembuatan Biobriket

1. Serbuk kulit kayu akasia

Limbah serbuk kulit kayu akasia yang diperoleh dari PT. Arara Abadi dikeringkan dengan oven pada suhu 60°C selama 60 menit untuk menguapkan kadar air yang ada di serbuk kulit kayu akasia. Setelah kering digiling secara kasar dan secara halus menggunakan *hammer mill* dengan ayakan 20 mesh.

2. Pembuatan Perekat

Cara membuat perekat tersebut adalah dengan mencampurkan tepung tapioka dengan air. Umumnya digunakan perbandingan tepung tapioka dengan air sebesar 1 : 15. Setelah itu, campuran dipanaskan sambil terus-menerus diaduk sampai merata. Campuran tersebut akan mengental dan berubah warna menjadi bening. Tepung kanji digunakan sebagai bahan perekat briket, komposisi lem kanji/ tapioka yang baik adalah 5% dari berat briket. Agar lem kanji tidak mudah

busuk akibat fermentasi maka perlu ditambahkan bahan kimia NaOH sebanyak 0.3% dari berat tepung kanji [4].

3. Pencampuran Bahan Baku

Langkah-langkah pencampuran bahan baku, yaitu serbuk yang telah halus dicampurkan dengan bahan perekat menggunakan perekat tepung tapioka dan serbuk kulit kayu akasia sesuai perlakuan. Setelah bahan baku tercampur kemudian melakukan pengadukan dengan batang pengaduk sampai homogen, selanjutnya dilakukan pencetakan biobriket dan pengempaan dengan tekanan 25 MPa menggunakan pompa hidrolis.

Analisis Kimia

Analisis yang dilakukan adalah analisis kadar air menggunakan metode AOAC,2005. Analisis kadar abu menggunakan metode ASTM D-3174.

Analisis kekerasan (*Hardness*) dilakukan dengan menggunakan tensil test untuk mengetahui kekuatan bio briket dalam menahan beban dengan tekanan tertentu. Prosedur perhitungan kekerasan bio briket yaitu sebelum dilakukan perhitungan menggunakan mesin tensil test, bio briket terlebih dahulu dihitung luas permukaannya. Selanjutnya dilakukan perhitungan dengan *tensil test* untuk diketahui daya tahan bio briket. Daya tahan bio briket dibagi luas permukaan maka akan didapatkan nilai kekerasan produk.

Analisis nilai kalor dilakukan dengan menggunakan *Bomb Calorimeter* PA C200. Dengan langkah pengerjaannya sebagai berikut, ditimbang 0,86 gram sampel dan bentuk menjadi butiran pelet, kemudian dimasukkan ke dalam cawan besi. Kawat nikel krom 10 cm dihubungkan pada batang-batang

yang terdapat pada bagian dalam *decomposition vessel*. Benang katun diikatkan pada kawat dan bagian ujungnya di hubungkan pada sampel. *Decomposition vessel* diisi dengan oksigen pada tekanan 25 bar dan dimasukkan ke dalam *water jacket* yang berisi 2 kg aquades. Dihubungkan aliran listrik dan dimasukkan termometer ke dalam *water jacket*. Hidupkan unit digital *bomb calorimeter* dan diatur angka pada display menuju 0.00 dan ditekan tombol "fire", kemudian unit akan mengukur temperatur secara otomatis. Setelah *display* menunjukkan angka konstan, nilai kalor sampel dapat ditentukan dengan menggunakan rumus.

Uji laju pembakaran dilakukan dengan cara biobriket dibakar seperti pembakaran terhadap arang. Pencatatan waktu dimulai ketika biobriket menyala hingga briket habis atau telah menjadi abu. Pengukuran waktu ini menggunakan *stopwatch*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air

Air merupakan komponen penting dalam suatu bahan yang dapat mempengaruhi kualitas bahan. Kadar air dalam pembuatan briket sangat berpengaruh terhadap kualitas briket yang dihasilkan. Semakin tinggi kadar air menyebabkan kualitas briket menurun, karena akan berpengaruh terhadap nilai kalor briket yang dihasilkan dan briket akan lebih sulit untuk dinyalakan [5].

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa kadar air briket kulit kayu akasia dengan perbandingan kulit kayu akasia dan perekat berkisaran antara 7,3-13,8%. Kadar air terendah terdapat pada perlakuan E (penambahan perekat 20%)

dengan nilai rata-rata 7,3% dan kadar air tertinggi pada perlakuan A (tanpa penambahan perekat 0%) sebesar 13,8%.

Berdasarkan Standar Nasional (SNI 01-2986-1992) tentang briket dinyatakan bahwa kadar air maksimal briket adalah 8%. Dari hasil analisis yang telah dilakukan dinyatakan bahwa perlakuan A, B, C, dan D tidak memenuhi syarat Standar Nasional Indonesia karena melebihi syarat pada briket.

Kadar Abu

Kadar abu merupakan parameter yang penting kedua selain kadar air bagi proses pengeringan karena kadar abu menentukan karakteristik briket yang baik, dimana kadar abu yang rendah sangat mempengaruhi kualitas briket yang dihasilkan yaitu terhadap nilai kalor.

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa kadar abu pada perlakuan A cukup tinggi yaitu 12,5%. Jumlah kadar abu ini melebihi batas yang telah ditetapkan SNI yaitu hanya 8%.

Kadar abu yang tinggi disebabkan tidak ada perekat dalam biobriket kulit kayu akasia, semakin rendah kadar abu akan semakin bagus kualitas briket dan semakin tinggi kadar abu maka semakin rendah kualitas briket karena dapat menurunkan nilai kalor [6].

Densitas

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa uji destinas dengan perbandingan kulit kayu akasia dan perekat berkisaran antara $0,72 \text{ g/cm}^3$ - $0,77 \text{ g/cm}^3$. Densitas terendah terdapat pada perlakuan E (penambahan perekat 20%) dengan nilai rata-rata $0,71 \text{ g/cm}^3$ dan kadar air tertinggi pada perlakuan B (penambahan perekat 5%) sebesar $0,77 \text{ g/cm}^3$.

Densitas merupakan tingkat kerapatan suatu bahan bakar yang telah mengalami tekanan. Densitas didapatkan melalui perbandingan antara berat dan volume yang dipengaruhi oleh tekanan pembriketan yang diberikan ketika pembuatan biobriket [3].

Penggunaan perekat dengan komposisi yang berbeda memberikan pengaruh pada nilai densitas yang diberikan. Terlihat bahwa penggunaan perekat dengan komposisi yang lebih tinggi memberikan nilai densitas yang lebih rendah.

Hal ini disebabkan karena jumlah perekat yang lebih banyak menyebabkan daya rekat antar komponen yang tinggi. Hal ini bersesuaian dengan penelitian Muhammad [7], bahwa nilai densitas dipengaruhi oleh kadar partikel atau kehalusan dari karakteristik bahan. Selain itu densitas dipengaruhi oleh kadar air yang dimiliki oleh bahan dalam proses pengeringan [8].

Tabel 1. Hasil Analisis Karakteristik Biobriket Serbuk Kayu Akasia

Perlakuan	Kadar Air %	Kadar Abu %	Densitas (g/cm^3)	Uji Kekerasan N/mm^2	Nilai Kalor (Kal/kg)	Uji Laju Pembakaran (g/menit)
A (Perekat 0%)	13,83 ^d	12,5 ^b	0,76	125,74 ^{ab}	3885,25	28,03 ^a
B (Perekat 5%)	10,50 ^{cd}	3,25 ^a	0,77	135,56 ^{ab}	3652,18	33,07 ^b
C (Perekat 10%)	10,00 ^c	3,5 ^b	0,76	160,21 ^b	3717,94	35,12 ^c
D (Perekat 15%)	9,83 ^b	3,74 ^c	0,73	98,21 ^a	3714,44	33,24 ^b
E (Perekat 20%)	7,33 ^a	3,89 ^d	0,72	119,07 ^{ab}	3878,90	38,38 ^d

Kekerasan (*Hardness*)

Berdasarkan hasil yang didapatkan pada uji kekerasan terendah terdapat pada perlakuan D dengan penambahan perekat 15% yaitu 98,21%, sedangkan uji kekerasan tertinggi terdapat pada perlakuan c dengan penambahan perekat 10% yaitu 160,21%.

Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi tekanan pompa, maka semakin tinggi pula kekerasan briket. Hal yang sama pernah diungkap oleh Abdullah [8], bahwa kekerasan briket sangat dipengaruhi oleh tekanan pemompaan. Semakin besar nilai kekerasan berarti daya tahan briket juga semakin tinggi. Kekuatan mekanik yang meningkat pada saat penambahan tekanan pengepresan menandakan banyaknya butiran-butiranyang menyatu [9].

Kekerasan dipengaruhi oleh jumlah pemompaan yang digunakan pada saat pencetakan. Semakin banyak jumlah pemompaan, kekerasan briket juga semakin tinggi. Pemompaan dapat menyebabkan pemadatan pada volume briket, sehingga luas kontak menjadi lebih besar dan terjadi ikatan antar partikel yang lebih kuat. Hasil penelitian ini sejalan dengan data yang dilaporkan oleh [10] bahwa semakin tinggi gaya pengepresan, ikatan antar partikel juga semakin padat sebagai akibat dari perubahan bentuk pada saat pengepresan, sehingga masing-masing butiran saling mengunci satu sama lain.

Nilai Kalor

Pengujian nilai kalor bertujuan untuk mengetahui intensitas nilai panas pembakaran yang dapat dihasilkan briket arang. Nilai kalor menjadi parameter mutu kualitas briket arang. Nilai kalor berpengaruh signifikan pada nilai laju

pembakaran. Hal ini dipengaruhi oleh kadar air dan senyawa di dalamnya. Semakin tinggi berat jenis bahan bakar maka semakin tinggi nilai kalor yang diperoleh. Semakin tinggi kadar lignin semakin baik nilai kalornya begitu juga sebaliknya.

Nilai kalor yang tinggi menghasilkan laju pembakaran yang tinggi. Secara umum standar keseluruhan briket adalah menyerap kalor. Kemungkinan hal ini disebabkan pada saat karbonisasi menggunakan suhu yang cukup tinggi sehingga menyebabkan kadar abu briket yang tinggi. Menurut Triono [11], nilai kalor dipengaruhi oleh kadar air dan kadar abu briket arang. Semakin tinggi kadar air dan kadar abu briket arang, maka akan menurunkan nilai kalor bakar briket arang yang dihasilkan.

Penelitian ini membuktikan bahwa kadar air yang rendah memiliki nilai kalor yang tinggi. Briket yang memiliki kadar abu yang rendah akan menghasilkan nilai kalor yang tinggi. Hasil penelitian ini sama dengan hasil penelitian Triono [11], bahwa jika kadar abu rendah maka akan dihasilkan nilai kalor yang tinggi atau sebaliknya dan semakin tinggi nilai kadar karbon terikat dalam briket arang maka semakin tinggi pula nilai kalor briket arang yang dihasilkan.

Laju Pembakaran

Adapun data yang didapatkan menunjukkan bahwa laju pembakaran tertinggi terdapat pada sampel E dengan dengan waktu yang didapatkan 38,38 menit sedangkan nilai kalor terendah terdapat pada sampel A dengan waktu yang didapatkan yaitu sebesar 30,33 g/menit. Hal ini dikarenakan konsentrasi pada variasi campuran briket yang mengandung lebih banyak tepung tapioka. Hal ini sesuai dengan hasil

penelitian dari Masthura [5], yang menyatakan bahwa jika nilai kalor pada briket semakin tinggi maka nilai laju pembakaran pada briket juga akan semakin baik.

Kenaikan laju pembakaran pada briket kulit kayu akasia dipengaruhi oleh komposisi bahan perekat dan volume briket. Pengujian laju bakar dilakukan dengan secara perhitungan dari lama waktu pembakaran pada briket.

Menganalisis laju pembakaran bermaksud untuk mengetahui efektifitas dari suatu bahan bakar seperti briket arang biomassa yang dimana laju pembakaran sangat berguna untuk mengetahui layak tidaknya suatu briket untuk digunakan sebagai bahan bakar.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa perlakuan E yaitu dengan penambahan perekat 20% mendapatkan hasil terbaik yaitu dengan kadar air 7,33%, kadar abu 3,89%, densitas 0,72 g/cm³, uji kekerasan 119.07 N/mm², nilai kalor 3878,90 kal/kg, dan uji laju pembakaran 38,38 g/menit.

Saran

Disarankan pada penelitian selanjutnya dilakukan uji tekanan pada biobriket yang dihasilkan sehingga kualitas biobriket akan semakin baik.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Iriani, C. Carnella, Sari C.N., *Pembuatan Biobriket dari Pelepah*

dan Cangkang Kelapa Sawit: Pengaruh Variasi Komposisi Bahan Baku dan Waktu Karbonisasi Terhadap Kualitas Briket. Jurnal Teknik Kimia USU. 5 (3) : p.31-37.

[2] Karlinasari, L., Nawawi D.S., Widyani, M. *Kajian Sifat Anatomi dan Kimia Kayu Kaitannya dengan Sifat Akustik Kayu*". Jurnal Bionatura Ilmu-Ilmu Hayati dan Fisik. 12(3) : p 110-116.

[3] Zainal A., Hantarum, dan W. Nuriana,. 2018. *Pengaruh Perekat Pembuatan Briket Limbah Kayu Sengon Terhadap Kerapatan, Kadar Air Dan Nilai Kalor*. Disajikan pada Seminar Nasional Sains dan teknologi Terapan: *Pendekatan Multidisiplin Menuju Teknologi dan Industri yang Berkelanjutan* Institut Teknologi Adhi Tama: Surabaya.

[4] Lestari, L., Aripin, Yanti, Zainudin, Sukmawati, Marlia. x *Analisis Kualitas Briket Arang Tongkol Jagung yang Menggunakan Bahan Perekat Sagu dan Kanji*. 2010 Jurnal Aplikasi Fisika. 6 (2): p. 93-96

[5] Almu, M. A., Syahrul, & Yesung, A. P. *Analisa Nilai Kalor dan Laju Pembakaran Pada Briket Campuran Biji Nyamplung (Calophyllum Inophyllum) dan Abu Sekam padi*.2014. Jurnal Dinamika Teknik Mesin. 2(2) :p. 117 – 122.

[6] Masthura, M., "Analisis Fisis dan Laju Pembakaran Briket Bioarang Dari Bahan Pelepah Pisang", 2019. Elkawnie: *Journal of Islamic Science and Technology*, 5(1): p. 58-66

[7] Maryono, Sudding dan Rahmawati. 2013. *Pembuatan dan Analisis Mutu Briket Arang Tempurung Kelapa Ditinjau dari Kadar Kanji*.

2013. *Jurnal Chemica* 14(1): p.74–83.
- [8] Muhammad, F., & Nurdin., & H. *Analisis Nilai Kalor Briket Bunga Kelapa Sawit Menggunakan Perekat Tapioka dan Damar*. 2019. RANAH RESEARCH Journal of Multidisciplinary Research and Develoment, 1(3): p. 491–496.
- [9] Abdullah, K. (2017). *Analisis Fisis Briket Arang Dari Sampah Berbahan Alami Kulit Buah dan Pelepah Salak*. 2017. Skripsi. Jurusan Fisika Fakultas Sains & Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- [10] Nilma, Y., N.Nazir, dan M. Jalal. *"Pengaruh Komposisi Arang Sekam Padi dan Arang Kulit Biji Jarak Pagar terhadap Mutu Briket Arang."* *Jurnal Riset Industri*, 2013. 3(1): p. 21-30, doi:[10.24960/jli.v3i1.617.21-30](https://doi.org/10.24960/jli.v3i1.617.21-30).
- [11] Djani, H. dan S. Darmawan. *Pembuatan Briket Arang dari Serbuk Gergajian dengan Penambahan Tempurung Kelapa*. 2000. Buletin Penelitian Hasil Hutan. 18(1) :p 1-9.
- [12] Triono, A. *Karakteristik Briket Arang dari Campuran Serbuk Gergajian Kayu Afrika (Maesopsis emini Engl.) dan Sengon (Paraserianthes falcataria L.)* [Skripsi].2006. Bogor: Departemen Hasil Hutan. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.