

SIFAT THERMO-FISIK ARANG SEKAM
(*Thermo-physical Properties of Rice Husk Char*)

Drupadi Ciptaningtyas¹⁾ dan Herry Suhardiyanto²⁾

¹⁾Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran
Jl. Raya Bandung Sumedang KM 21, Jatinangor Bandung 40600

²⁾Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor
Kampus IPB Dramaga, PO Box 220, Bogor
Email : drupadi.ciptaningtyas@unpad.ac.id

ABSTRAK

Efisiensi penggunaan *water chiller* di wilayah tropis, masih sangat rendah sehingga perlu dilakukan upaya peningkatan. Hal tersebut dapat dilakukan dengan cara mengidentifikasi sebaran suhu media tanam di daerah perakaran di waktu-waktu kritis, agar diketahui kapan sebaiknya *water chiller* digunakan. Sebaran suhu suatu media tanam dapat disimulasikan dengan *computational fluid dynamic* (CFD) setelah beberapa sifat *thermo-physic* media tanam tersebut diketahui. Pada penelitian ini, lima sifat *thermo-physic* media tanam arang sekam diukur, dihitung, dan dianalisis. Kelima sifat tersebut adalah massa jenis, porositas, panas jenis, konduktivitas panas, dan *pressure drop*. Hasil penelitian menunjukkan nilai-nilai karakteristik *thermo-physic* arang sekam adalah sebagai berikut; massa jenis 153.24 kg/m³, porositas 46%, konduktivitas panas 0.0719 W/mK, dan panas jenis 7.932 kJ/kg°C, sedangkan nilai *pressure drop* arang sekam menurun seiring dengan peningkatan debit fluida yang dialirkan.

Kata kunci: arang sekam, simulasi fluida, CFD, sifat *thermo-physic*

ABSTRACT

Water chiller use efficiency in tropical areas is very low that is why it is necessary to be improved. This can be done by identifying the temperature distribution of growing media on rooting area at critical times, in order to know when is the best time to use the water chiller. Distribution temperature of growing media can be simulated by CFD after some thermo-physical properties of it, were known. In this study, five thermo-physical properties of rice husk char as growing media were measured, calculated, and analyzed. The five properties were bulk density, porosity, specific heat, thermal conductivity, and pressure drop. The results showed the values of thermo-physical characteristics of rice husk char as follows; bulk density, porosity, thermal conductivity and specific heat are 153.24 kg/m³, 46%, 0.0719 W/mK, and 7932 kJ/kg°C respectively, while pressure drop of rice husk char was decreased by the increasing of the discharge of fluid exhaled.

Keywords: rice husk char, fluid simulation, CFD, thermo-physic characteristic

Diterima : 25 September 2016 ; Disetujui : 18 Oktober 2016

PENDAHULUAN

Aplikasi greenhouse di wilayah tropis saat ini belum sepopuler aplikasi greenhouse di wilayah subtropis, karena di wilayah tropis suhu lingkungan di dalam greenhouse, di siang hari sangatlah tinggi, sehingga hal ini dikhawatirkan akan

memperlambat pertumbuhan tanaman. Di wilayah tropis, tingginya suhu lingkungan di dalam greenhouse, di siang hari, umumnya ditangani dengan berbagai cara pendinginan, salah satu aplikasi pendinginan yang banyak disarankan adalah dengan evaporative cooling (Monahar 2007), namun aplikasi pendinginan yang cukup

populer di Indonesia adalah dengan cara mendinginkan suhu larutan nutrisi menggunakan water chiller.

Pertumbuhan tanaman sangat dipengaruhi oleh suhu daun dan suhu akar tanaman. Oleh sebab itu, pendinginan terbatas (zone cooling) dengancara mendinginkan larutan nutrisi adalah salah satu langkah yang cukup efektif dan efisien untuk menjaga pertumbuhan tanaman tanpa harus menurunkan suhu lingkungan di dalam greenhouse secara keseluruhan. Sayangnya, efisiensi penggunaan water chiller sendiribelum bisa dikatakan tinggi, karena biasanya water chiller dinyalakan secara terus menerus baik ketika suhu didalam greenhouse tinggi maupun ketika suhu didalam greenhouse tidak terlalu tinggi.

Peningkatan efisiensi penggunaan water chiller perlu mengetahui waktu sebaiknya water chiller digunakan. Waktu yang tepat untuk menyalakan atau mematikan water chiller dapat diketahui dengan cara mengidentifikasi sebaran suhu media tanam di beberapa waktu kritis. Identifikasi sebaran suhu media tanam dapat disimulasikan menggunakan computational fluid dynamic (CFD). Membuat suatu simulasi fluida dengan CFD, membutuhkan beberapa data karakteristik objek yang akan disimulasikan untuk mendefinisikan kondisi objek tersebut. Dalam hal ini, sifat thermo-physic media tanam yang akan disimulasikan perlu dielaborasi.

Salah satu media tanam yang cukup populer digunakan untuk aplikasi hidroponik dengan drip irrigation system di dalam greenhouse di Indonesia adalah arang sekam. Arang sekam harganya cukup murah dan mudah ditemukan di berbagai tempat di Indonesia, sifat arang sekam yang sangat berpori juga sangat cocok sebagai media tanam. Porositas arang sekam yang cukup besar sangat menunjang pertumbuhan akar dan pergerakan larutan nutrisi di daerah perakaran. Oleh sebab itu, pada penelitian ini arang sekam sebagai media tanam menjadi objek penelitian yang kemudian disimulasikan sebaran suhunya.

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui beberapa sifat thermo-physic arang sekam yaitu; massa jenis, porositas, konduktivitas panas, panas jenis, dan pressure drop.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan untuk analisis sifat thermo-physic arang sekam yaitu, arang sekam sebagai objek, Hybrid recorder sebagai pencatat suhu, Thermal Conductivity Meter Kemtherm QTM-D3 untuk mengukur konduktivitas panas arang sekam, calorimeter untuk analisis panas jenis arang sekam, termometer air raksa, timbangan digital, dan gelas ukur.

Metode Penelitian

1. Pengukuran bulk density arang sekam

Pengukuran massa jenis arang sekam dilakukan dengan membandingkan massa arang sekam setiap 100 ml volume arang sekam, yang dimasukkan ke dalam gelas ukur tanpa ketukan (Administratur Kebun Malabar 2008). Kemudian nilai massa jenis dihitung dengan menggunakan persamaan (1).

$$\rho = \frac{M_s}{V_s} \dots \dots \dots (1)$$

dimana,

ρ = Bulk density (kg/m³)

M_s = Massa arang sekam (kg)

V_s = Volume arang sekam (m³)

2. Pengukuran porositas arang sekam

Pengukuran porositas arang sekam dilakukan dengan metode pencampuran Day (1964), yaitu dengan menambahkan air pada 500 ml arang sekam kering hingga campuran jenuh. Volume 500 ml arang sekam kering diukur dengan menggunakan gelas ukur, tanpa ketukan (Administratur Kebun Malabar 2008). Campuran jenuh ketika seluruh rongga kosong antar arang sekam terisi oleh air. Penambahan air dilakukan selama volume arang sekam didalam gelas ukur tidak berubah dan dihentikan ketika volume arang sekam mulai berubah. Porositas arang sekam kemudian dihitung dengan menggunakan persamaan (2).

$$\text{Porositas} = \frac{\text{Volume air yang dicampurkan hingga arang sekam jenuh}}{\text{Volume arang sekam}} \times 100\% \dots \dots (2)$$

3. Pengukuran panas jenis arang sekam

Untuk menghitung panas jenis arang sekam, digunakan metode pencampuran dengan persamaan keseimbangan panas Mohsenin (1980) dengan persamaan (3) dan (4).

Langkah-langkah pengukuran panas jenis arang sekam adalah :

a. Penentuan $Q_{Calorimeter}$

1. Siapkan 0.05 kg air dingin, ukur suhu dan tuangkan ke dalam *calorimeter*.
2. Aduk menggunakan agitator dan rekam suhu dengan *thermocouple*.
3. Tambahkan 0.05 kg air panas yang suhunya telah diukur sebelumnya.
4. Aduk menggunakan agitator. Catat suhu pencampuran hingga kesetimbangan tercapai.
5. Hitung Q Calorimeter dalam persamaan (3) dan (4) tanpa sampel.

b. Penentuan panas jenis sampel

1. Ulangi langkah-langkah a.1 dan a.2.
2. Siapkan 0.001-0.002 kg spesimen sampel, dan masukkan ke dalam *calorimeter*.
3. Ulangi langkah a.4.
4. Hitung panas spesifik sampel dengan menggunakan persamaan (4).

$$Q_{Air} = Q_{Sample} + Q_{Calorimeter} \dots \dots \dots (3)$$

$$M_a C_{p_a} (T_e - T_a) = m_s C_{p_s} (T_s - T_e) + m_c C_{p_c} (T_c - T_e) \dots \dots \dots (4)$$

Dimana :

- Q_{Air} : panas total air (kJ)
- Q_{Sampel} : panas total sampel (kJ)
- $Q_{Calorimeter}$: panas total *calorimeter* (kJ)
- M_a : massa air (kg)
- C_{p_a} : panas spesifik air (kJ/kg°C)
- T_e : suhu *equilibrium* (°C)
- T_a : suhu air (°C)
- M_s : massa sampel (kg)
- C_{p_s} : panas spesifik sampel (kJ/kg°C)
- T_s : suhu sampel (°C)
- M_c : massa *calorimeter* (kg)
- T_c : suhu *calorimeter* (°C)
- C_{p_c} : panas spesifik *calorimeter* (kJ/kg°C)

4. Pengukuran konduktivitas panas arang sekam

Metode yang digunakan untuk menentukan konduktivitas panas adalah metode Probe. Metode

ini merupakan pengembangan dari metode kawat panas yang memasukkan kawat pemanasan diantara dua potong yang simetris. Dalam metode Probe, sampel material *overlay* dengan material lain yang dikenal sebagai k dan bahan terakhir ini terisolasi. Nilai k ditentukan oleh rumus berikut:

$$k = K \left[\frac{I^2 \ln(t_2/t_1)}{V_2 - V_1} \right] \dots \dots \dots (5)$$

dimana,

- I : arus konstan (A)
- K dan H : konstanta Probe
- t_1 dan t_2 : waktu sampel (detik)
- V_1 dan V_2 : tegangan keluaran dari termokopel Probe K (mV)

5. Pengukuran pressure drop arang sekam

Setiap material memiliki tahanan terhadap udara, begitu pula arang sekam. Hubungan antara debit fluida yang dialirkan dengan perubahan tekanan dapat dijabarkan dengan menggunakan hukum permeabilitas Henry Darcy mengenai laju aliran fluida, seperti pada persamaan (6).

$$Q = - \frac{kA}{\mu} \times \frac{dP}{dL} \dots \dots \dots (6)$$

Dimana :

- k : permeabilitas (darcy)
- Q : laju aliran fluida (cm³/s)
- μ : viskositas dinamik
- $\frac{dP}{dL}$: gradien tekanan dalam aliran (atm/cm)
- A : luas penampang (cm²)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Massa Jenis

Densitas produk memegang peranan yang amat penting dalam penanganan produk-produk pertanian, misalnya dalam pengeringan, sortasi, desain tempat penyimpanan, hingga estimasi rongga udara antar bahan. Bentuk dan ukuran bahan pertanian yang tidak teratur menyebabkan sulitnya melakukan identifikasi densitas produk-produk pertanian, terutama untuk bahan pertanian khususnya yang bersifat curah, dengan ukuran kecil-kecil, dan berpori seperti benih dan biji-bijian. Masalah yang kerap kali muncul ketika melakukan pengukuran volume dan massa jenis adalah masalah kepadatan bahan. Oleh

karena itu, pengukuran volume bahan pertanian berpori biasanya dilakukan dengan metode perpindahan air (Mohsenin 1970).

Tabel 1. Hasil pengukuran massa jenis arang sekam

Volume arang sekam (ml)	Massa total (gram)	Massa gelas ukur (gram)	Massa arang sekam (gram)	Massa jenis (gram/ml)	Massa jenis (kg/m ³)
100	136,06	120,06	16,00	0,16	160,00
100	134,67	120,93	13,74	0,14	137,40
100	135,61	120,93	14,68	0,15	146,80
100	136,45	120,93	15,52	0,16	155,20
100	137,60	120,92	16,68	0,17	166,80
Rata-rata	136,08	120,75	15,32	0,15	153,24

Massa jenis adalah salah satu sifat fisik material berbentuk granular, bubuk, atau berpori. Massa jenis arang sekam adalah massa arang sekam setiap satuan volume arang sekam. Semakin tinggi massa jenis suatu benda maka akan semakin besar pula massa setiap volumenya. Hasil pengukuran, diperoleh nilai massa jenis arang sekam sebesar 0.15 gram/ml atau 153.24 kg/m³ seperti ditunjukkan oleh Tabel 1.

Massa jenis arang sekam lebih besar bila dibandingkan dengan massa jenis sekam, yaitu 100 kg/m³ (Deptan, 2009). Hal ini berarti dalam massa yang sama arang sekam memiliki volume yang lebih besar bila dibandingkan dengan volume sekam. Salah satu penyebab massa jenis arang sekam lebih besar bila dibandingkan dengan massa jenis sekam, adalah karena arang sekam menerima perlakuan panas berupa pyrolisis yang menyebabkan perubahan sifat fisik sekam.

Porositas

Porositas adalah kemampuan suatu zat padat untuk menyerap fluida yang kemudian mengisi ruang-ruang kosong yang ada di antara zat-zat padat tersebut. Hasil pengukuran yang ditunjukkan oleh Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai porositas arang sekam sebesar 46% artinya dalam setiap 100 ml arang sekam, terdapat 46 ml ruang kosong yang terisi fluida. Nilai 46% adalah nilai yang sangat besar, karena hampir setengah dari volume arang sekam sebenarnya merupakan ruang kosong. Oleh sebab itu, arang sekam sangat baik untuk digunakan sebagai media tanam, karena

porositasnya yang tinggi memungkinkan arang sekam menyimpan banyak air dan udara untuk pertumbuhan tanaman dan sifat arang sekam yang sangat berpori ini juga sangat baik untuk pertumbuhan akar.

Tabel 2. Hasil pengukuran porositas arang sekam

Volume arang sekam (ml)	Volume air masuk (ml)	Porositas (%)
500	250	50
500	235	47
500	235	47
300	120	40
Rata-rata		46

Konduktivitas Panas

Tabel 3. Hasil pengukuran konduktivitas panas arang sekam

Ulangan	T ₀ (°C)	ΔT (°C)	ř (°C)	Heater	K (W/mK)
1	27	14	35	0,5	0,0720
2	27	14	35	0,5	0,0722
3	27	14	35	0,5	0,0717
Rata-rata	27	14	35	0,5	0,0720

Konduktivitas panas adalah kemampuan suatu benda untuk menghantarkan panas. Dari hasil pengukuran yang ditunjukkan oleh Tabel 3, nilai konduktivitas panas arang sekam adalah 0.0720 W/mK. Bila dibanding dengan kayu yang memiliki konduktivitas panas 0.13 W/mK, nilai konduktivitas panas arang sekam jauh lebih rendah. Ini artinya, kemampuan arang sekam menghantarkan panas jauh lebih rendah bila dibandingkan dengan kayu. Sifat ini menguntungkan bagi penggunaan arang sekam sebagai media tanam, karena artinya media tanam arang sekam tidak akan menghantarkan panas dengan baik dari lantai ke akar tanaman. Menurut Suhardiyanto (2009) selain daun, akar tanaman adalah salah satu dari bagian tanaman yang harus selalu berada pada suhu yang cukup rendah, untuk menjaga produktivitas tanaman tetap baik.

Panas Jenis

Panas jenis adalah jumlah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu suatu zat setiap satu satuan suhu. Dari hasil pengukuran pada tabel 4, nilai panas jenis arang sekam adalah 7.932 kJ/kg°C, artinya setiap kilogram arang sekam akan membutuhkan 7.932 kJ untuk menaikkan suhu setiap satuan derajat Celsius.

Nilai panas jenis arang sekam sangatlah tinggi bila dibandingkan dengan nilai panas jenis produk-produk pertanian lain yang nilainya mendekati panas jenis air yaitu sebesar 4.2 kJ/kg°C. Sebagai contoh, kacang polong yang memiliki panas jenis sebesar 1.85 kJ/kg°C. Tingginya nilai panas jenis arang sekam diakibatkan oleh perlakuan panas berupa *pyrolysis* yang diterima oleh sekam, sehingga panas jenis arang sekam menjadi sangat tinggi.

Tabel 4. Hasil pengukuran panas jenis arang sekam

Keterangan	Simbol	Satuan	Arang sekam			
			Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Ulangan 4
Massa air dingin 1	m_{ad1}	kg	0,050	0,050	0,050	0,051
Massa air panas	m_{ap}	kg	0,050	0,050	0,051	0,051
Massa arang sekam	m_s	kg	0,002	0,002	0,002	0,002
Massa air dingin 2	m_{ad2}	kg	0,051	0,050	0,051	0,051
Suhu air dingin 1	T_{ad1}	°C	8,500	11,600	5,300	8,100
Suhu air panas	T_{ap}	°C	57,600	70,800	44,500	35,500
Suhu arang sekam	T_s	°C	25,530	25,970	25,100	26,100
Suhu air dingin 2	T_{ad2}	°C	5,700	8,800	5,900	7,500
Suhu equilibrium max1	T_{e1}	°C	34,300	41,100	25,100	23,800
Suhu equilibrium min1	T_{w1}	°C	14,000	17,900	10,000	14,300
Suhu equilibrium max2	T_{e2}	°C	13,200	14,600	14,000	15,000
Suhu equilibrium min2	T_{w2}	°C	12,400	13,900	13,400	14,300
Panas jenis air	C_{pa}	kJ/kg°C	4,200	4,200	4,200	4,200
Panas jenis calorimeter	C_c	kJ/kg°C	0,033	0,060	0,063	0,049
Panas jenis sampel	C_{ps}	kJ/kg°C	7,976	8,229	7,332	8,194
Rata-rata			7,932709617			
			kJ/kg°C			

Hasil pengukuran panas jenis kayu dan arang kayu membuktikan bahwa nilai panas jenis arang sekam yang sangat tinggi bukan disebabkan oleh kesalahan metode, karena hasil pengukuran panas jenis kayu menunjukkan nilai panas jenis kayu mendekati nilai panas jenis air, disisi lain nilai panas jenis arang kayu jauh lebih tinggi dibandingkan dengan nilai panas jenis air.

Sebagai perbandingan, pada penelitian ini diukur pula panas jenis kayu dan arang kayu dengan alat dan metode yang sama. Dari hasil pengukuran, didapatkan nilai panas jenis kayu sebesar 3.860 kJ/kg°C mendekati panas jenis air yaitu 4.2 kJ/kg°C, sedangkan panas jenis arang kayu sebesar 7.053 kJ/kg°C jauh diatas nilai panas jenis air. Perhitungan panas jenis arang kayu dan kayu dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengukuran panas jenis arang kayu dan kayu

Keterangan	Simbol	Satuan	Arang kayu			Kayu		
			Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
Massa air dingin 1	m_{ad1}	kg	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Massa air panas	m_{ap}	kg	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Massa arang sekam	m_s	kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Massa air dingin 2	m_{ad2}	kg	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Suhu air dingin 1	T_{ad1}	°C	11,30	12,05	11,20	12,50	14,20	10,90
Suhu air panas	T_{ap}	°C	44,50	49,40	56,20	64,80	63,40	54,10
Suhu arang sekam	T_s	°C	29,20	31,20	25,70	30,30	30,50	30,50
Suhu air dingin 2	T_{ad2}	°C	12,60	11,60	13,80	13,30	12,50	13,90
Suhu equilibrium max1	T_{e1}	°C	29,80	33,30	35,20	38,70	38,40	33,80
Suhu equilibrium min1	T_{w1}	°C	18,20	19,40	17,50	19,00	17,70	17,50
Suhu equilibrium max2	T_{e2}	°C	18,70	17,00	20,10	20,90	20,60	20,10
Suhu equilibrium min2	T_{w2}	°C	17,90	16,50	19,80	20,70	20,20	19,80
Panas jenis air	C_{pa}	kJ/kg°C	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20
Panas jenis calorimeter	C_c	kJ/kg°C	0,06	0,03	0,04	0,07	0,04	0,05
Panas jenis sampel	C_{ps}	kJ/kg°C	10,15	4,29	6,72	2,82	5,10	3,66
Rata-rata			7,053		kJ/kg°C	3,861		kJ/kg°C

Pressure drop

Tabel 6. Hasil perhitungan *pressure drop* arang sekam

Q (cm ³ /s)	k (cm/jam)	A (cm ²)	μ kg/cm.dt	dL (cm)	dP (atm)
1000	0,009136	176,625	1,8E-07	20	-0,0022
2000	0,009136	176,625	1,8E-07	20	-0,0044
3000	0,009136	176,625	1,8E-07	20	-0,0066
4000	0,009136	176,625	1,8E-07	20	-0,0088
5000	0,009136	176,625	1,8E-07	20	-0,011

Ketika suatu media berporos diletakkan pada sebuah pipa yang mengalirkan fluida, penurunan tekanan yang terjadi pada fluida yang melewati benda berporos tersebut dikenal sebagai *pressure drop*. Dalam penelitian selanjutnya, nilai *pressure drop* tidak akan dimasukkan kedalam *software* sebagai sebuah nilai yang memiliki satuan, namun *pressure drop* akan dimasukkan sebagai perubahan nilai tekanan terhadap debit fluida yang dialirkan. Perubahan tekanan terhadap debit fluida ini dihitung dengan menggunakan rumus Darcy. Debit aliran fluida (Q) diubah-ubah untuk mendapatkan perubahan nilai *pressure drop* (dP). Perhitungan diasumsikan berada dalam kondisi arang sekam yang diletakkan didalam *polybag* dengan diameter *polybag* terisi penuh, sebesar 19.5 cm dan tinggi arang sekam didalam *polybag* sebesar 20 cm. Perubahan nilai Q terhadap dP dapat dilihat pada tabel 6, yang mana kemudian nilai-nilai ini akan diinput kedalam *software* Solidwork untuk menggambarkan perubahan nilai dP terhadap perubahan Q.

Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan nilai-nilai karakteristik thermo-fisik arang sekam sebagai

berikut; *bulk density* sebesar 153.24 kg/m³, porositas sebesar 46%, konduktivitas panas sebesar 0.0719 W/mK, panas jenis sebesar 7.932 kJ/kg°C, serta diketahui juga perubahan nilai *pressure drop* terhadap debit fluida yang dialirkan melewati arang sekam. Data-data tersebut merupakan deskripsi kondisi thermo-fisik arang sekam, yang dapat digunakan pada penelitian selanjutnya sebagai data dukung pembuatan simulasi sebaran suhu media tanam dengan CFD.

DAFTAR PUSTAKA

Administratur Kebun Malabar. 2008. Pedoman SMKP ISO 22000:2005. PTPN VIII Kebun Teh Malabar.

[Deptan] Departemen Pertanian. 2009. *Sekam Padi Sebagai Sumber Energi Alternatif dalam Rumah Tangga Petani*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian.

Day, C. L. 1964. *Device of Measuring Voids in Porous Materials*. Agricultural Engineering 45(1): 36-37

Manohar, K. R and Igathinathane, C. 2007. *Greenhouse Technology and Management*. BS Publication, Giriraj Lane, Sultan Bazar, India.

Mohsenin, N. N. 1970. *Physical Properties of Plant and Animal Materials*. Gordon and Breach Science Publisher, London.

Mohsenin, N. N. 1980. *Thermal Properties of Food and Agricultural Materials*. Gordon and Breach Science Publisher, London.

Suhardiyanto H. 2009. *Teknologi Rumah Tanaman untuk Iklim Tropika Basah*. IPB Press. Dramaga. Bogor.