

PRODUKSI ASAP REMPAH CAIR DARI LIMBAH PADAT REMPAH DENGAN CARA PIROLISA

Purnama Darmadji*), Supriyadi*) dan Chusnul Hidayat*)

ABSTRACT

The new product liquid of smoke from solid wastes of spices were produced by pyrolyzation for development the extraction process. The research materials were solid wastes from distillation of spices. Pyrolyzation process was carried at 150, 200, 250 and 300°C for 30 minutes each process. The products were evaluated for antimicrobial and antioxidation activities as well as sensory qualities.

The results indicated that antimicrobial activities of the spices liquid smokes from "Eugeria" leaf and "Zingiber" increased with an increasing of pyrolyzation temperature while spices liquid smoke from "Citronella" leaf was higher at 150°C and decreased with increasing temperature. The antioxidation activities of spices liquid smokes were varied depended on pyrolyzation temperatures. The flavor of spices were dominant at 150°C pyrolyzation, and have a moderate mixed flavor of spices and smoke at 200°C pyrolyzation.

PENDAHULUAN

Penggunaan rempah-rempah dalam bentuk segar, kering maupun dalam bentuk minyak atsiri sudah sangat umum. Rempah-rempah tersebut secara luas digunakan sebagai pemberi rasa masakan. Nilai penting rempah-rempah tidak hanya pada segi pemberi citarasa saja tetapi juga sebagai pengawet bahan makanan, karena sifat antimikrobia dan antioksidannya yang juga berperan dalam bidang obat-obatan dan kosmetika.

Kemampuan antimikrobia rempah-rempah telah banyak diteliti Azzous, dkk. (1982) menyatakan bahwa rempah mempunyai kemampuan mematikan dan menghambat pertumbuhan jamur dan bakteri. Huhtanen (1980) meneliti bahwa rempah dapat menghambat pertumbuhan *Clostridium botulinum*. Penelitian Darmadji, dkk. (1994) menunjukkan bahwa rempah-rempah dapat menghambat pertumbuhan bakteri pembusuk dan patogen dalam daging seperti *Bacillus subtilis*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas fragi* dan *Staphylococcus aureus*, tetapi mendukung pertumbuhan bakteri asam laktat *Lactobacillus plantarum* dan *Pediococcus pentosaceus* yang berperan dalam fermentasi daging. Aktivitas antioksidan rempah-rempah juga telah diteliti. Jitoe, dkk., (1992) melaporkan bahwa rempah di daerah tropis banyak menghasilkan antioksidan.

Tentang produksi minyak atsiri, Tranggono, dkk. (1994) menyimpulkan bahwa dengan proses penyulingan rendemen minyak atsiri yang didapatkan pada umumnya masih terlalu rendah. Dengan demikian kandungan senyawa atsiri pada bahan sisa rempah masih cukup tinggi dan perlu dilakukan pengembangan proses ekstraksi.

Pirolisa merupakan proses pemanasan atau destilasi kering suatu bahan sehingga menghasilkan asap yang bila dikondensasi menghasilkan asap cair yang mempunyai sifat spesifik asap. Tranggono, dkk (1996) telah merancang dan membangun serta memproduksi asap cair dari bermacam kayu dan menghasilkan asap cair dengan sifat-sifat yang berlainan tergantung pada bahan dasar kayu yang digunakan. Asap cair tersebut diuji aktifitas penghambatan terhadap bakteri, serta aktifitas penghambatan oksidasi lemak, serta nilai sensoris yang spesifik (Purnama Darmadji (1996). Dilaporkan bahwa asap cair dari beberapa limbah hasil pertanian mempunyai aktivitas penghambat pertumbuhan bakteri patogen dan pembusuk, dan aktifitasnya bervariasi sesuai dengan kandungan senyawa fenol, karbonil dan asam sebagai hasil pirolisa komponen masing-masing kayu.

Dalam rangka meningkatkan nilai lebih dari bahan sisa rempah-rempah tersebut, dilakukan penelitian teknologi proses ekstraksi sehingga menghasilkan produk baru berupa asap cair limbah rempah. Produk ini diharapkan mempunyai sifat fungsional tinggi, karena asap cair limbah rempah tersebut selain mengandung fenol, karbonil dan asam juga mengandung hasil pirolisa atsiri dan oleoresin rempah yang mempunyai sifat antimikrobia, antioksidan dan juga masih menghasilkan aroma spesifik rempah.

Penelitian ini sangat penting karena menghasilkan produk baru berupa asap rempah cair yang meningkatkan nilai tambah limbah rempah, sebagai alternatif penanganan limbah serta kebersihan lingkungan.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah limbah rimpang jahe (*Zingiber officinale*), pangkal daun sereh wangi (*Citronella grass*) dan daun cengkeh (*Eugeria caryophyllata*) sebagai limbah penyulingan minyak atsiri.

*) Staf Pengajar Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada

Kultur bakteri yang digunakan sebagai penguji sifat antimikrobia yaitu *Escherichia coli* 0146-EPEC, *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 P, *Bacillus subtilis* FNCC 0060, dan *Pseudomonas fluorescens* IFO 113922 yang diperoleh dari Food and Nutrition Culture Collection (FNCC), PAU Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada.

Alat yang digunakan untuk produksi rempah cair adalah alat pirolisa yang terdiri dari tabung reaktor pirolisa yang dilengkapi dengan alat pengatur suhu dan waktu, serta pipa pengalir asap serta tabung pendingin untuk kondensasi asap cair.

Cara Penelitian

Penelitian ini dibagi dua bagian. Bagian pertama adalah produksi asap rempah cair dengan berbagai macam suhu, dan bagian kedua adalah analisa sifat fungsional asap rempah cair.

Perlakuan pendahuluan bahan yaitu dengan pengecilan ukuran. Daun sereh dan daun cengkeh dipotong menjadi 2-3 cm, sedang jahe diiris dengan ketipisan kurang lebih 0.5 cm. Setelah perlakuan pengeringan, bahan tersebut didestilasi selama 6 jam dengan uap air untuk diekstrak minyak atsirinya, sisa bahan padatnya dikeringkan untuk produksi rempah cair. Produksi rempah cair dilakukan dengan suhu 150°C, 200°C, 250°C dan 300°C selama masing-masing 1 jam. Rempah asap cair yang didapat dianalisa sifat fungsionalnya yang meliputi sifat antibakteri, antioksidasi dan diuji sifat sensorisnya.

Analisa sifat antimikrobia dilakukan dengan menggunakan metoda difusi asap cair pada kertas filter berbentuk disc berdiameter 13 mm yang diletakkan pada media *Plate Count Agar* yang diinokulasi dengan bakteri penguji. Asap rempah cair yang diuji diencerkan 10 kali dan tanpa diencerkan, sedangkan pH asap cair sebelum didifusikan dengan diatur pada pH 4.0 dan 6.0. Aktifitas antibakteri diperoleh dengan mengukur zona jernih yang terdapat di sekitar kertas tersebut setelah inkubasi selama 48 jam pada 30°C.

Uji antioksidan dilakukan dengan mengukur absorbansi senyawa TBA dari asam linoleat yang diperlakukan dengan asap rempah cair, dan absorbannya dibandingkan dengan kontrol asam linoleat tanpa perlakuan asap cair dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 532 nm. Untuk pengujian i bau asap rempah cair yang disukai dilakukan oleh panelis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa proksimat bahan dasar menunjukkan bahwa pada derajat kekeringan yang hampir sama, kadar selulosa, hemiselulosa dan lignin dari masing-masing limbah daun cengkeh, daun sereh wangi dan jahe berbeda, seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Bahan Dasar

Bahan Dasar	Kadar air (%)	Kadar abu (%)	Selulosa (%)	Hemi selulosa (%)	Lignin (%)
Daun Cengkih	21	0,53	37,8	31,2	27,4
Daun sereh	22	1,62	23,6	35,3	28,9
Jahe	26	1,41	8,2	73,4	10,6

Kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin bahan dasar akan mempengaruhi komposisi asap cair rempah yang dihasilkan, seperti terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi asap rempah cair yang diproduksi pada suhu 150, 200, 250 dan 300°C selama masing-masing 1 jam

No.	Bahan Dasar	Suhu Pirolisa (°C)	Fenol (%)	Karbonil (%)	Keasaman (%asam asetat)
1.	Daun Cengkih	150	3,39 b	28,64 c	1,72 b *)
		200	4,33 a	27,19 c	1,92 b
		250	1,97 c	41,72 b	2,40 a
		300	2,20 c	36,95 a	2,48 a
2.	Daun sereh	150	3,37 a	5,00 b	0,15 b
		200	2,13 b	3,44 c	0,44 b
		250	1,55 bc	6,19 a	0,86 a
		300	1,23 c	2,80 c	1,12 a
3.	Jahe	150	1,23 b	24,11 b	0,20 b
		200	2,43 a	27,49 a	0,28 b
		250	1,57 b	25,16 b	0,28 b
		300	1,33 b	24,75 b	0,52 a

*) tanda huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada α 5%

Komponen fenol paling banyak terdapat pada asap cair daun cengkeh dan diikuti pangkal daun sereh serta rimpang jahe. Pada asap cair jahe dan sereh terjadi penurunan total fenol seiring dengan semakin tingginya suhu. Hal ini karena kemungkinan terbentuknya fenol dari senyawa oleoresin yang digolongkan senyawa fenol. Pada suhu tinggi oleoresin menguap sehingga total fenol yang dihasilkan semakin turun. Pada suhu 300°C total fenol meningkat lagi, karena dekomposisi lignin pada suhu tersebut yang menghasilkan fenol. Menurut Maga (1987), proses pembentukan fenol dari lignin terjadi pada dua tahap, yaitu pada suhu di bawah 300°C yang menyebabkan pemecahan cincin fenol dari lignin dan terjadi di atas suhu 300°C menghasilkan polimerisasi menjadi guaiakol dan 2 metoksi fenol di samping senyawa lain seperti metanol, aseton dan asam asetat.

Karbonil dihasilkan dari pirolisa selulosa, hemiselulosa dan lignin (Girard, 1992) dan bahan dengan selulosa, hemiselulosa dan lignin yang tinggi akan menghasilkan karbonil yang besar pula. Urutan rempah menurut kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin berturut-turut adalah daun cengkeh, jahe dan daun sereh seperti terlihat dalam Tabel 1. Tabel 2 menunjukkan total karbonil yang terkandung dalam daun cengkeh paling tinggi diikuti jahe dan daun sereh.

Menurut Girard (1992), kandungan asam pada asap cair yang utama adalah asam asetat yang dihasilkan dari pirolisa selulosa. Pemecahannya terjadi dalam dua tahap, yaitu reaksi hidrolisis selulosa menjadi glukosa yang dilanjutkan dengan pirolisa menjadi asam-asam, air, furan dan fenol. Bahan dengan kandungan selulosa tinggi akan menghasilkan total asam yang lebih besa pula. Seperti terlihat pada Tabel 1 dan 2, yaitu kandungan selulosa tertinggi pada daun cengkeh diikuti daun sereh dan jahe, demikian pula kandungan asam dalam asap cairnya.

Sifat antibakteri

Beberapa kultur bakteri yang digunakan untuk menguji aktifitas antibakteri asap rempah cair meliputi *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens* dan *Staphylococcus aureus*. Pemilihan bakteri ini dilakukan dengan pertimbangan bahwa jenis-jenis ini banyak ditemukan pada produk daging. Hasil pengujian aktivitas antibakteri selanjutnya disajikan dalam Tabel 3, yang memperlihatkan jenis rempah dan sifat antibakterinya. Hal ini sesuai dengan laporan Girard (1992) bahwa perbedaan bahan baku memberikan pengaruh terhadap komposisi senyawa kimia asap, termasuk perbedaan kandungan senyawa antibakteri dalam asap cair. Aktifitas antibakteri asap rempah cair ini kebanyakan efektif pada konsentrasi tinggi, sedangkan pada pengenceran 10 kali aktifitas penghambatannya semakin menurun. Penghambatan terbesar ditunjukkan oleh asap cair daun cengkeh terutama yang diperoleh pada suhu 300°C, yang disebabkan oleh kandungan asam yang besar. Girard (1992) melaporkan bahwa penghambatan populasi mikrobia tidak hanya disebabkan oleh senyawa fenol tetapi oleh asam.

Hal ini sesuai dengan apa yang ditunjukkan pada Tabel 4, yaitu asap rempah cair yang dinetralkan masih nampak penghambatan bakteri yang menunjukkan adanya aktifitas selain asam. Sedangkan Tabel 3 menunjukkan penghambatan bakteri yang disebabkan oleh aktifitas asam dalam asap cair. Purnama Darmadji (1996) melaporkan bahwa asam mempunyai peranan antibakteri lebih dominan dari pada fenol, tetapi secara bersama-sama asam dan fenol menghasilkan penghambatan yang lebih besar dari kedua senyawa tersebut. Hal ini juga disebabkan karena peranan senyawa atsiri dari rempah yang berfungsi sebagai antimikrobia.

Tabel 3. Sifat antibakteri asap rempah cair pada pH 4.0 terhadap kultur bakteri

Jenis Asap Rempah cair	Suhu Pirolisa (°C)	Aktifitas Anti Bakteri (cm) *							
		<i>S. aureus</i>		<i>E. coli</i>		<i>B. subtilis</i>		<i>P. fluoresc</i>	
		0x	10x	0x	10x	0x	10x	0x	10x **
1. Daun Cengkeh	150	2,3	1,6	1,5	1,3	1,9	1,3	2,6	1,6
	200	2,6	1,7	1,8	1,3	2,3	1,5	2,6	1,5
	250	2,8	1,8	2,5	1,7	2,8	1,7	3,3	1,8
	300	2,8	2,0	2,4	1,7	3,0	1,8	4,1	2,2
2. Daun sereh	150	2,3	1,7	2,1	1,5	2,2	1,3	2,6	1,3
	200	1,7	1,3	2,0	1,3	1,5	1,3	2,4	1,3
	250	1,8	1,4	2,0	1,6	2,0	1,3	2,3	1,3
	300	2,7	1,9	2,2	1,7	2,7	1,6	2,9	1,7
3. Jahe	150	2,1	1,4	2,1	1,6	2,0	1,3	2,6	1,5
	200	2,2	1,4	2,3	1,7	2,1	1,3	2,4	1,3
	250	2,4	1,6	2,3	1,8	2,5	1,6	2,5	1,4
	300	2,2	1,5	2,2	1,6	2,5	1,5	2,6	1,5

* zona jernih di sekitar disc dalam cm

** faktor pengenceran asap cair

Tabel 4. Sifat antibakteri asap rempah cair pada pH 6.0 terhadap kultur bakteri

Jenis Asap Rempah cair	Suhu Pirolisa (°C)	Aktifias Anti Bakteri (cm)*							
		<i>S. aureus</i>		<i>E. coli</i>		<i>B. subtilis</i>		<i>P. fluores</i>	
		0x	10x	0x	10x	0x	10x	0x	10x **
1. Daun Cengkeh	150	0,3	0	0	0	0	0	0,5	0
	200	0,5	0	0	0	0,4	0	0,6	0
	250	0,6	0	0,5	0	0,7	0,1	0,9	0,2
	300	0,7	0	0,5	0	0,9	0,3	1,2	0,4
2. Daun Sereh	150	0,3	0	0,1	0	0,2	0	0,5	0
	200	0,3	0	0,3	0	0	0	0,5	0
	250	0,3	0	0,4	0	0	0	0,4	0
	300	0,8	0	0,4	0	0,4	0	0,4	0
3. Jahe	150	0,3	0	0,3	0	0,3	0	0,5	0
	200	0,3	0	0,3	0	0,3	0	0,4	0
	250	0,5	0	0,4	0	0,6	0	0,7	0
	300	0,3	0	0,3	0	0,5	0	0,6	0

* zona jernih di sekitar disc dalam cm

** faktor pengenceran asap cair

Potensi Antioksidan

Potensi antioksidan asap cair limbah rempah dinyatakan dengan absorbansi yang ditera pada panjang gelombang 528 nm, kemudian dihitung besar potensi penghambatan. Sifat antioksidan terlihat pada Tabel 5. Semakin tinggi suhu pirolisa potensi antioksidannya semakin tinggi. Hal ini diduga karena peran fenol sebagai antioksidan di mana makin tinggi suhu pirolisa kadar fenol semakin tinggi. Fenol yang dikandung oleh asap cair daun sereh semakin turun dengan turunnya suhu pirolisa tetapi potensi antioksidannya semakin besar. Hal ini diduga karena

fenol yang terbentuk pada tahap awal adalah fenol dari komponen atsiri dan oleoresin dan kemudian baru diikuti fenol dari pirolisa lignin.

Tabel 5. Aktivitas antioksidan asap rempah cair

Jenis Asap Rempah cair	Suhu Pirolisa (°C)	Aktifitas Antioksidasi Lemak (absorbansi pada 532 nm)	
		OD	Potensi Penghambatan (%)
Kontrol asam linoleat		0.89 *	0
Asam linoleat + asap rempah cair (0.02%)			
1. Daun Cengkeh	150	0,82 a**	7,86
	200	0,78 ab	12,36
	250	0,73 bc	17,98
	300	0,64 c	28,09
2. Daun sereh	150	0,83 b	6,74
	200	0,80 b	10,11
	250	0,76 b	14,61
	300	0,69 c	22,47
3. Jahe	150	0,78 a	12,35
	200	0,65 b	26,97
	250	0,52 c	41,57
	300	0,46 c	48,31

* semakin tinggi absorbansi semakin rendah potensi antioksidannya

** pada kolom yang sama, angka yang berhuruf sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada α 5%

Sifat sensoris asap cair

Aroma atsiri yang timbul pada asap cair menunjukkan masih terdapatnya atsiri dalam sisa rempah tersebut. Dengan pirolisa pada suhu rendah atsiri tersebut terdestilasi dan pada suhu tinggi aroma atsiri akan semakin pudar dan didominasi oleh aroma asap.

Pada asap cair daun cengkeh aroma terkuat diperoleh pada pirolisa suhu 200°C. Pada suhu ini meskipun potensi antioksidannya lebih kecil dibandingkan pirolisa pada 250°C dan 300°C akan tetapi pada suhu tersebut aroma rempah masih dominan dibanding aroma asap.

Pada asap cair daun sereh total fenol semakin turun dengan kenaikan suhu pirolisa dan penghambatannya semakin besar. Hal ini diduga karena fenol yang terbentuk pada awal pirolisa adalah fenol dari minyak atsiri dan oleoresin, kemudian baru fenol hasil dekomposisi lignin. Meskipun total fenol semakin turun, tetapi kemungkinan fenol yang dihasilkan adalah dari atsiri yang bertitik didih tinggi mengingat masih adanya aroma rempah pada suhu tinggi tersebut.

Pada asap cair jahe, aroma khas jahe semakin kuat dengan kenaikan suhu pirolisa dan potensi antioksidannya semakin besar. Hal ini disebabkan kandungan oleoresin yang tinggi. Total fenol jahe semakin kecil dengan kenaikan suhu pirolisa, padahal potensi antioksidannya semakin besar. Diduga fenol yang terbentuk adalah fenol dari minyak

atsiri yang lebih banyak dibandingkan fenol dari dekomposisi lignin.

Aroma rempah yang dihasilkan pada pembuatan asap cair dari ampas rempah disebabkan oleh proses destilasi kering pada suhu tinggi yang menyebabkan terdestilasinya sisa atsiri dalam ampas rempah. Aroma asap yang dihasilkan dari asap cair daun cengkeh lebih kuat dibanding aroma ampas rempah. Hal ini disebabkan karena komponen-komponen kimia aroma dalam ampas rempah akan semakin berkurang dengan semakin lamanya pirolisa, sehingga yang dominan adalah aroma asap. Pada asap cair limbah jahe, aroma semakin kuat dengan meningkatnya suhu pirolisa. Hal ini disebabkan kandungan oleoresin jahe yang cukup tinggi sehingga aroma khas rempah masih kuat.

Warna asap cair disebabkan oleh komponen karbonil yang ada dalam asap cair seperti glikolaldehid, metilglioksal dan glioksal. Semakin tinggi kadar karbonil akan semakin tinggi pula potensi pencoklatannya. Pada asap cair daun cengkeh, total karbonil semakin tinggi dengan semakin tingginya suhu pirolisa antara 150 - 250°C, dan pada suhu 300°C karbonilnya turun lagi sehingga warna yang dihasilkan semakin coklat dan menjadi kuning muda pada 300°C. Pada asap cair ampas sereh diperoleh warna yang berbeda-beda selama pirolisa. Hal ini sesuai dengan kandungan karbonil pada asap cair ampas rempah sereh yang tidak stabil. Pada asap cair ampas jahe, semakin tinggi suhu pirolisa warna coklat yang dihasilkan semakin berkurang. Hal ini disebabkan karena kandungan karbonil semakin turun dengan semakin tingginya suhu.

Tabel 6 Sifat sensoris asap cair limbah rempah

Sampel Asap rempah cair	Suhu pirolisa (°C)	Warna	Aroma rempah	Aroma asap
1. Daun cengkeh	150	kuning muda	++	+ *)
	200	kuning kecoklatan (+)	+	+
	250	kuning kecoklatan(++)	-	+++
	300	kuning tua	-	+++
2. Daun Sereh	150	kuning	+++	+
	200	coklat tua	++	++
	250	coklat muda	+	+++
	300	kuning jernih	+	+++
3. Jahe	150	coklat muda	+	+
	200	coklat muda	+++	++
	250	kuning pucat	+++	++
	300	kuning jernih	+++	+++

*) semakin banyak tanda plus aroma semakin tajam

KESIMPULAN

1. Masing-masing limbah rempah menghasilkan fraksi asap cair yang bervariasi kandungan senyawa fungsionalnya, tergantung pada macam bahan dasar dan suhu pirolisa yang digunakan.

2. Sifat antibakteri masing-masing asap cair limbah rempah sangat tinggi, namun bervariasi tergantung pada kadar fenol dan asam asap rempah cair yang dihasilkan selama pirolisa.
3. Potensi antioksidan asap rempah cair semakin tinggi dengan meningkatnya kadar fenol.
4. Pada suhu pirolisa antara 200°C sampai 250°C asap cair limbah rempah menunjukkan aktivitas antimikrobia dan antioksidan yang tinggi.
5. Asap rempah cair merupakan produk baru, yang selain beraroma asap juga beraroma rempah yang mempunyai potensi untuk pengolahan pangan

DAFTAR PUSTAKA

Azzous, M.A. and L.R. Bullerman, 1992. Comparative antimyotic, effects of selected herbs, spices, plant component and commercial antifungal agents. *J. Food Prot.* 45, 1298-1301

Darmadji, P. and M. Izumimoto. 1995. Antibacterial Effects of Spices on Fermented Meat. *The Scientific Reports of The Faculty of Agriculture Okayama Univ.* 83(1): 9-15.

Darmadji, P., 1996. Produksi Asap Cair dan Sifat-sifat Antimikrobia, Antioksidan serta Sensorisnya. Laporan Penelitian Mandiri. DPP-UGM. 1995/1996.

Darmadji, P., 1996. Antibakteri asap cair dari limbah pertanian. *Agritech.* 16(4) 19-22.

Girard, J.P., 1992. Smoking, In *Technology of Meat and Meat Product.* J. P. Girard (ed.), Ellis Horwood, New York, p. 165-206.

Jitoe, A., T. Masuda, I.G.P. Tengah, D.N. Suprpto, I.W. Gara and N. Nakatani, 1992. Antioksidant Activity of Tropical Ginger Extracts and Analysis of the Contained Curcuminoids. *J. Agric. Food Chem.*, 40; 1337-1340

Tranggono, Suhardi, Purnama Darmadji, Sudarmanto dan Bambang Setiyadji. 1996. Identifikasi asap cair dari berbagai macam kayu. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 1(2) 15-24.

Tranggono, S. Hadiwiyoto, S. Naruki, Supriyanto, M. Mulyohardjo, I. S. Utami, dan B. Sukmadji, 1994. Peningkatan Kualitas Minyak Nilam. Laporan Penelitian Kerja sama Fakultas Teknologi Pertanian UGM dengan PT. Igaras-Padang.