hasil penelitian

ANALISA, EKSTRAKSI DAN ALTERNATIF PENGGUNAAN PATI SORGUM (*Sorghum bicolor* (Linn). Moench) SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN SIRUP GLUKOSA SECARA ENZIMATIS

Oleh :

***Rob. Mudjisihono** *)*

Abstrak

Pembuatan glokusa secara enzimatis pada penelitian ini meliputi dua tahap yaitu liquifikasi dan sakarifikasi. Liquifikasi dilakukan dengan keragaman kepekatan substrat (15%, 20%, 25% dan 30%) dan kepekatan α-amilase (50 KNU, 100 KNU, 150 KNU, 200 KNU dan 300 KNU per kg pati). Sakarifikasi dilakukan dengan keragaman varietas sorgum (Keris dan UPCA-S2), pH (4,0 dan 4,5) serta konsentrasi enzim glukoamilase (220 AGU, 440 AGU dan 660 AGU per ton pati.

Hasil percobaan menunjukkan bahwa pada proses liquifikasi, nilai setara dekstrosa meningkat dengan meningkatnya konsentrasi substrat dan konsentrasi enzim α-amilase yang digunakan yang mencapai puncak 25% untuk kedua varietas dengan 150 KNU per kg pati untuk pati sorgum varietas Keris dan 200 KNU per kg pati sorgum varietas UPCA-S2, setelah itu menurun. Hasil sakarifikasi menunjukkan bahwa varietas sorgum, pH dan konsentrasi enzim AMG 200 L berpengaruh terhadap rendemen, kadar bahan kering, kadar gula pereduksi dan nilai setara dekstrosa, kadar abu serta warna dan kejernihan. Nilai setara dekstrosa tertinggi adalah 91,8 persen dengan kombinasi perlakuan terhadap pati Keris, dengan pH 4,5 dan kepekatan enzim glukoamilase.

*)Peneliti Muda di bidang Pasca Panen, pada Balai Penelitian Tanaman Pangan Sukamandi, Subang.

Pendahuluan

Kebutuhan serta permintaan gula pasir atau sukrosa terus bertambah dengan semakin meningkatnya laju pertambahan penduduk dan meningkatnya nilai pendapatan rata-rata masyarakat Indonesia. Diperkirakan konsumsi gula pasir naik rata-rata sebesar 4,95 persen per tahun dari tahun 1980 sampai dengan tahun 1988 (Amin dan Rachman, 1982).

Gula pasir atau sukrosa merupakan sumber kalori yang sangat penting di Indonesia. Bahan ini banyak dibutuhkan oleh industri makanan, minuman dan farmasi, baik sebagai bahan utama maupun sebagai bahan pemanis. Sampai saat ini pemerintah masih mengimpor gula dalam jumlah yang cukup besar, karena kemampuan produksi dalam negeri tidak dapat mengimbangi kebutuhan dan permintaan tersebut, walau usaha-usaha untuk menambah produksi gula dalam negeri terus dilakukan.

Salah satu usaha dalam memenuhi kebutuhan bahan pemanis adalah pem-

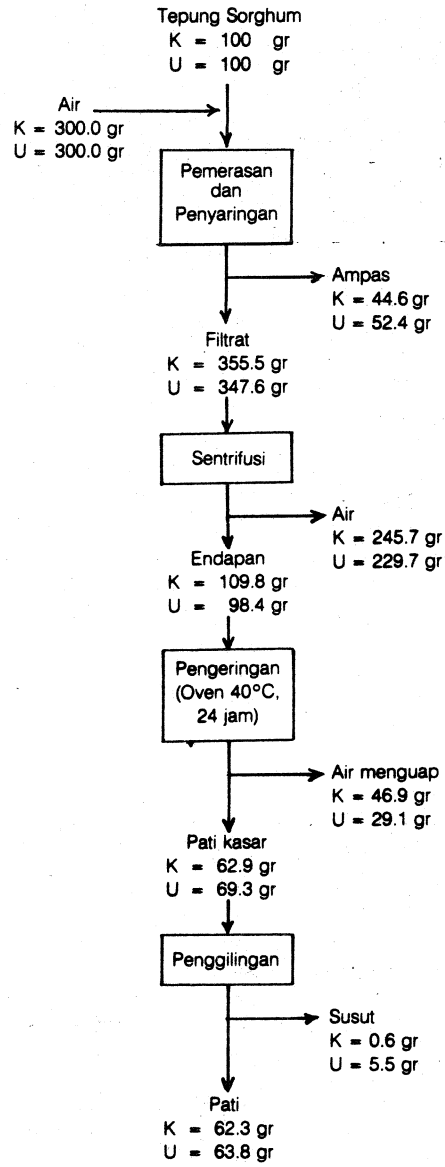
buatan sirup glukosa atau sirup fruktosa. Hal ini dilakukan dengan pemanfaatan potensi hasil pertanian dalam negeri sebagai bahan dasar. Sorgum merupakan bahan yang mempunyai potensi dan prospek yang baik, karena dapat tumbuh dengan baik di Indonesia serta mempunyai beberapa kelebihan, yakni di antaranya adalah tahan terhadap kekeringan dan genangan dibanding tanaman palawija lainnya. Selain itu, tanaman sorgum dapat di ratoon dengan memberikan hasil yang menyamai, bahkan dapat melebihi hasil tanaman yang tumbuh dari benih.

Karbohidrat merupakan komponen utama dari biji sorgum. Menurut Rooney (1974), kandungan pati dari biji sorgum berkisar antara 60 — 77 persen, yang banyak terdapat dalam endosperm. Pada umumnya pati sorgum jenis beras mengandung amilosa 27 persen dan amilopektin 73 persen (Dogget, 1970). Sedangkan sorgum jenis ketan hampir semuanya terdiri dari amilopektin.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pembuatan pati sorgum dan penggunaannya sebagai bahan baku dalam pembuatan sirup glukosa secara enzimatis.

Bahan dan Percobaan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tepung pati sorgum varietas Keris dan varietas UPCA-S2. Ekstraksi pati sorgum melalui tahapan dapat dilihat pada Gambar 1, dan tahapan pembuatan sirup glukosa seperti pada Gambar 2 berikut. Pada tahap proses sakarifikasi dilakukan pada pH 4 dan pH 4,5. Sedangkan untuk melakukan hidrolisis pati digunakan enzim amiloglukosidase (AMG) 200 L dengan kepekatan 220 AGU, 440 AGU dan 660 AGU per kg



Gambar 1. **Gaftar alir dan neraca bahan ekstraksi pati sorghum (K = Keris kadar air pati 12.21 persen, U = UPCA-S2 kadar air pati 13.38 persen)**

pati. Untuk setiap 220 AGU (Amilo Glukosidase Unit) sama dengan 1,2 liter per ton pati.

Pengamatan meliputi kadar gula pereduksi dan nilai setara dekstrosa pada proses liquifikasi serta sakarifikasi, dan juga rendemen, kadar bahan kering, kadar abu serta warna dan kejernihan untuk proses sakarifikasi.

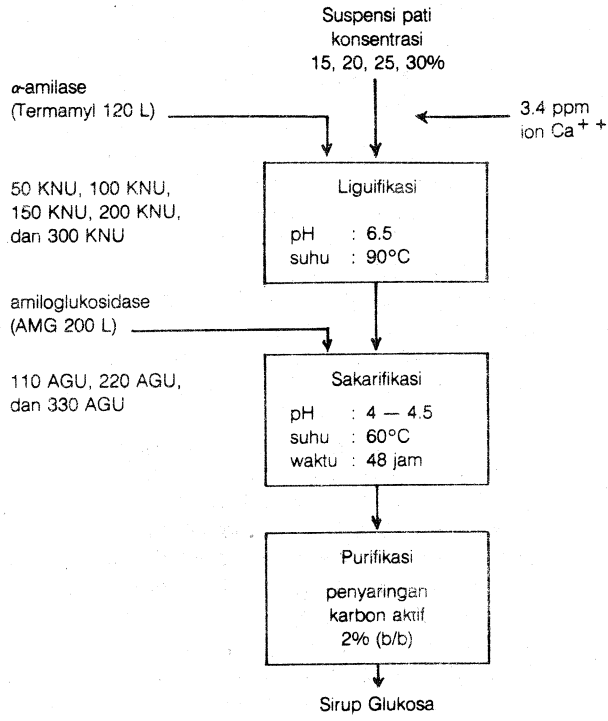
Pengamatan terhadap bahan baku dan pati sorghum meliputi rendemen ekstraksi pati dan proksimat : kadar air (Air Oven Method), kadar protein (Kjeltec Auto Anaiyzer dengan faktor konversi 6,25), kadar lemak (AOAC, 1984), kadar abu (AOAC, 1984) dan kadar karbohidrat (AOAC, 1984). Pengamatan terhadap sirup glukosa meliputi rendemen, kadar bahan kering (Vacum Oven Method), kadar gula pereduksi (cara spektrofotometri), nilai setara dekstrosa. Sedang pengukuran warna dan kejernihan dengan spektrofotometer terhadap % transmitance, serta uji iod (Otaka, 1983).

Sebagai rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap dengan percobaan faktorial dan ulangan dilakukan sebanyak dua kali.

Hasil dan Pembahasan

1. *Pengaruh Kepekatan Substrat dan Varietas Sorgum pada Proses Liquifikasi*

Waktu liquifikasi ditentukan berdasarkan uji iod, yang menyatakan bahwa apabila nilai kerapatan optik pada panjang gelombang 660 nm nilainya lebih kecil atau sama dengan 0,5, maka tahap liquifikasi dianggap selesai (Otaka, 1983). Dalam penelitian ini digunakan



Gambar 2. **Gaftar alir proses pembuatan sirup glukosa yang dilakukan**

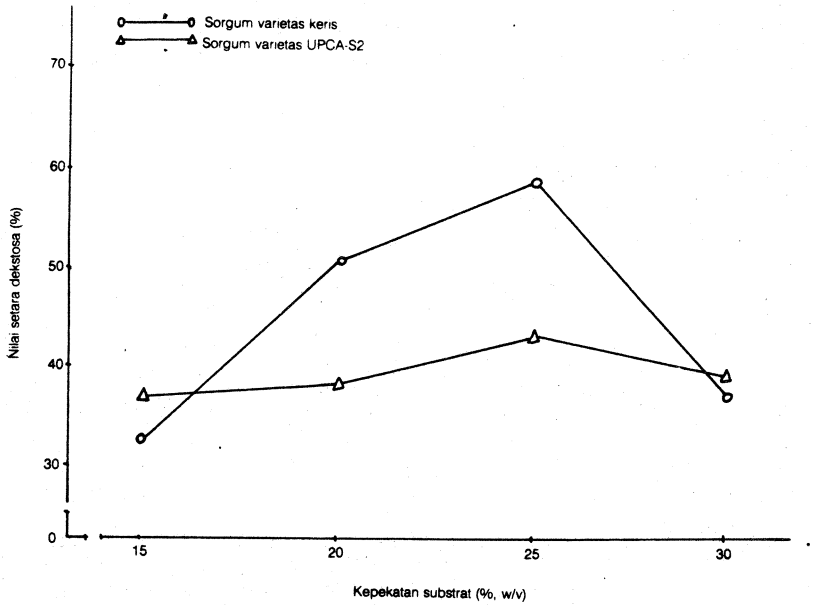
waktu liquifikasi selama 90 menit. Data hasil uji iod, diperoleh nilai kerapatan optik rata-rata 0,044 untuk pati sorgum varietas Keris dan 0,034 untuk pati sorgum varietas UPCA-S2. Hal ini menunjukkan bahwa proses liquifikasi selama 90 menit dianggap sudah sempurna.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa persen gula pereduksi dipengaruhi oleh perlakuan varietas dan konsentrasi substrat, dengan perbedaan yang sangat nyata. Taraf perlakuan varietas sorgum yaitu varietas Keris dan UPCA-S2 jelas berbeda. Sedangkan empat taraf dari perlakuan kepekatan substrat, dilakukan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk mengetahui taraf perlakuan

mana yang berbeda. Ternyata konsentrasi substrat pada taraf 20 persen dan 30 persen tidak berbeda nyata. Sedangkan taraf yang lainnya berbeda sangat nyata (Gambar 3).

Pola perubahan nilai setara dekstrosa (DE) menunjukkan bahwa total DE meningkat dengan meningkatnya kepekatan substrat dari 15 persen ke 25 persen yang digunakan dan setelah itu menurun. Pola ini berlaku baik untuk perlakuan sorgum varietas Keris maupun varietas UPCA-S2 (Gambar 4). Kenaikan DE ini disebabkan oleh meningkatnya jumlah substrat yaitu pati sorgum yang dapat dipecah oleh enzim, untuk pemakaian kepekatan enzim yang belum jenuh. Dengan meningkatnya kepekatan substrat, makin banyak molekul enzim yang akan tergabung dengan substrat (Whitaker, 1972).

Pada kedua varietas sorgum, DE tertinggi dicapai pada liquifikasi dengan kepekatan substrat 25 persen. Hal ini menunjukkan bahwa perbandingan jumlah pereduksi terhadap total padatannya lebih tinggi dibanding pada tingkat konsentrasi substrat yang lain. Pola yang menurun dari DE diduga disebabkan oleh terjadinya penurunan laju hidrolisa substrat oleh enzim. Menurut Kusunoki *et al.* (1982), penurunan berat molekul atau penurunan jumlah ujung rantai non pereduksi per molekul substrat menyebabkan penurunan kecepatan hidrolisis. Menurut Madsen dan Norman (1973), peningkatan kepekatan substrat cenderung menghasilkan DE yang lebih rendah pada hasil hidrolisis. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa pemakaian kepekatan 20 persen, 25 persen dan 30 persen tidak berbeda nyata.



Gambar 3. **Pola perubahan DE akibat perubahan substrat dan varietas sorgum**

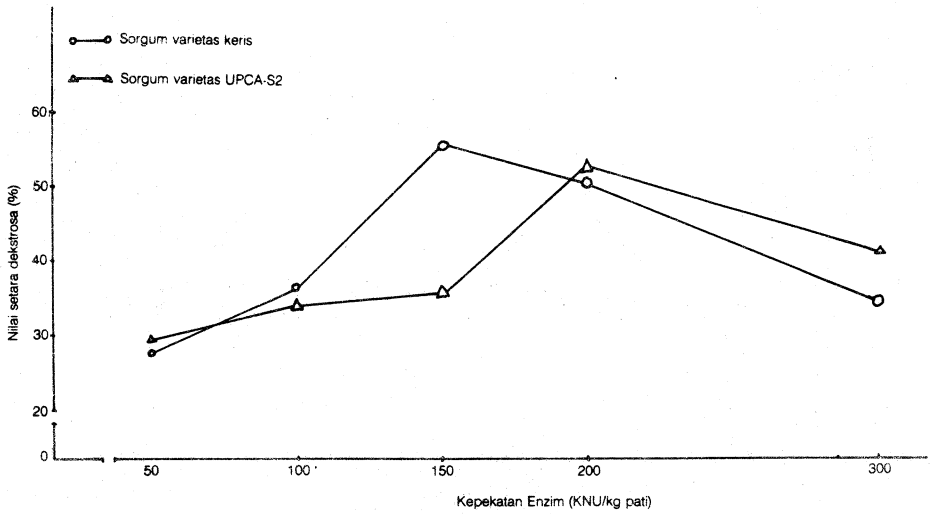
2. *Pengaruh Kepekatan Enzim dan Varietas Sorgum pada Proses Liquifikasi*

Dalam proses ini digunakan kepakatan enzim 50 KNU, 100 KNU, 150 KNU, 200 KNU dan 300 KNU per kg pati. Konsentrasi substrat yang digunakan adalah 20 persen (w/v) yang berasal dari pati sorgum varietas Keris dan UPCA-S2, dengan lama liquifikasi adalah 90 menit.

Nilai kesetaraan dekstrosa (Gambar 4) terlihat peningkatan dengan meningkatnya pemakaian kepekatan enzim. Untuk pati yang berasal dari sorgum varietas Keris, puncak dicapai pada kepekatan 150 KNU per kg pati. Sedang untuk pati yang berasal dari sorgum varietas UPCA-S2, puncak dicapai pada konsentrasi 200 KNU per kg pati, kemudian polanya menurun.

Peningkatan DE seiring dengan meningkatnya konsentrasi enzim pada Gambar 4, diduga karena enzim Termamyl belum jenuh melakukan hidrolisis pati sorgum menjadi glukosa. Sedangkan penurunan DE, karena hidrolisis oleh enzim menghasilkan senyawa non glukosa, diantaranya adalah maltosa (Madsen dan Norman, 1979). Menurut Winarno (1983), enzim α-amilase Termamyl 120 L akan mengubah amilosa secara acak menjadi maltosa dan maltotriosa yang terjadi sangat cepat. Selanjutnya pengubahan berjalan relatif sangat lambat yang menghasilkan glukosa dan maltosa.

Pada penelitian selanjutnya, digunakan kepekatan substrat 25 persen (w/v) yang berasal dari pati sorgum varietas Keris dan UPCA-S2. Dosis enzim Termamyl 120 L yang digunakan dalam proses liquifikasi adalah kepekatan 150 KNU per kg pati varietas Keris dan 200 KNU per kg pati untuk varietas UPCA-S2. Pada tingkat kepekatan tersebut, DE menunjukkan nilai tertinggi. Makin tinggi nilai DE, berarti pemecahan substrat oleh enzim makin sempurna.



Gambar 4. **Pola perubahan DE akibat perubahan kepekatan enzim Termamyl 120 L dan varietas sorgum**

3. Komposisi Kimia Bahan Baku

Hasil analisis terhadap susunan kimia biji dan pati sorgum dapat dilihat dalam Tabel 1 berikut.

Tabel 1. **Susunan biji dan pati sorgum varietas Keris dan UPCA-S2 dalam % berat kering**

Komponen	Keris		UPCA-S2	
	Biji (%)	Pati (%)	Biji (%)	Pati (%)
Kadar air	10,42	12,21	12,62	13,38
Protein	8,98	7,60	8,88	6,68
Lemak	3,04	0,20	3,23	0,34
Karbohidrat	75,80	79,82	73,75	79,41
Serat Kasar	2,23	0,61	2,61	0,93
Kadar abu	1,76	0,17	1,52	0,19

4. Rendemen

Dari ekstraksi pati sorgum diperoleh rendemen 35,05 persen untuk varietas UPCA-S2 dan 32,51 persen untuk varietas Keris.

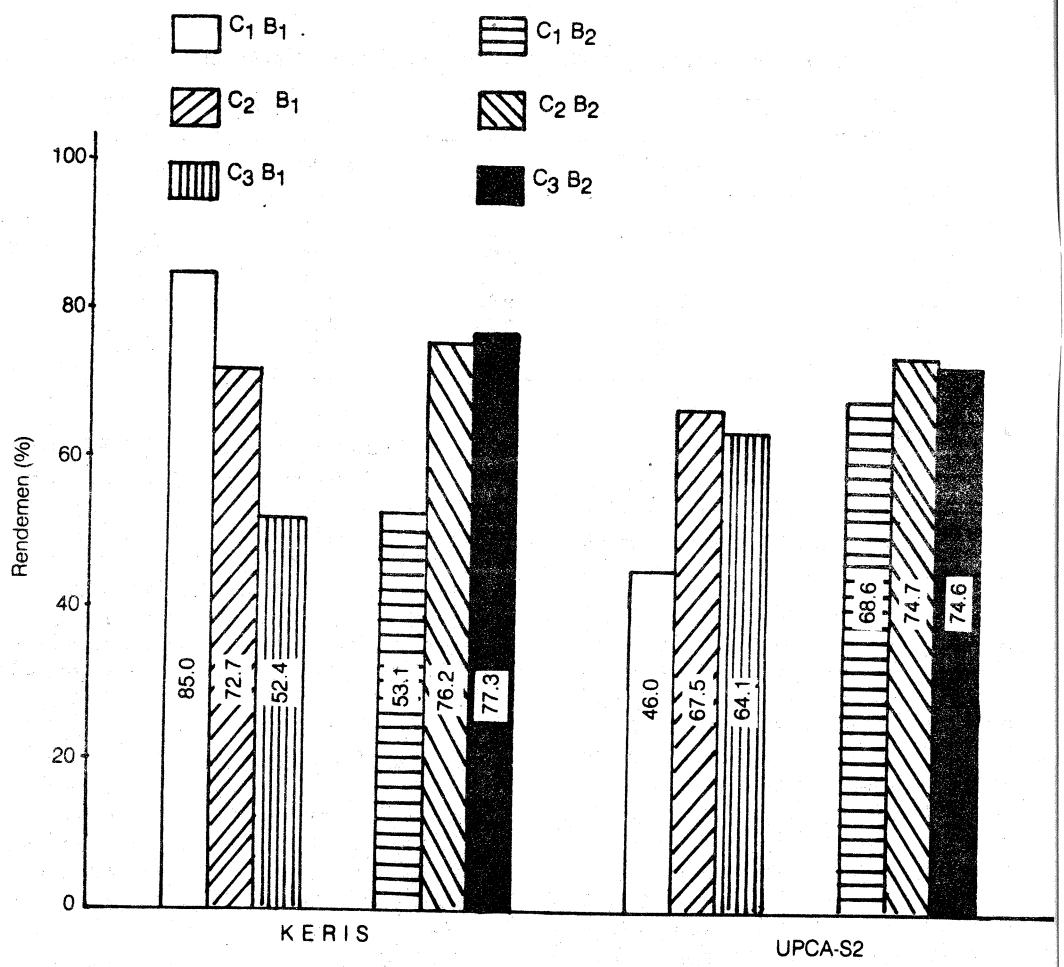
Hasil pengamatan rendemen sirup glukosa pada Gambar 5, terlihat bahwa rata-rata rendemen sirup glukosa dari sorgum varietas Keris lebih tinggi daripada sorgum varietas UPCA-S2. Hal ini disebabkan pengukuran rendemen tersebut berdasarkan pada pati dan sirup yang dihasilkan. Diduga pati UPCA-S2 mempunyai kadar tanin yang lebih tinggi daripada pati Keris, dengan warna biji sorgum varietas UPCA-S2 yang lebih tua (Rismunandar dan Freyhoven, 1979). Sedangkan menurut Novillie (1976), kadar tanin yang tinggi akan menghalangi reaksi enzim dan aktivitas mikrobial, sehingga hidrolisis pati UPCA-S2 kurang sempurna.

Rendemen sirup glukosa ini dipengaruhi oleh varietas sorgum, pH sakarifikasi dan dosis enzim AMG 200 L. Taraf perlakuan dan UPCA-S2, pH varietas Keris dan UPCA-S2, pH sakarifikasi yaitu 4,0 dan 4,5 serta dosis enzim dengan konsentrasi 220 AGU, 440 AGU dan 660 AGU per kg pati ternyata berbeda. Rendemen sirup glukosa yang tertinggi diperoleh dengan pati dari varietas Keris, pH 4,0 dan konsentrasi enzim 220 AGU per kg pati yaitu 85,03 persen.

5. Kadar Bahan Kering

Kadar bahan kering dalam hal ini adalah semua komponen yang dikandung sirup glukosa, kecuali air dan beberapa senyawa yang menguap.

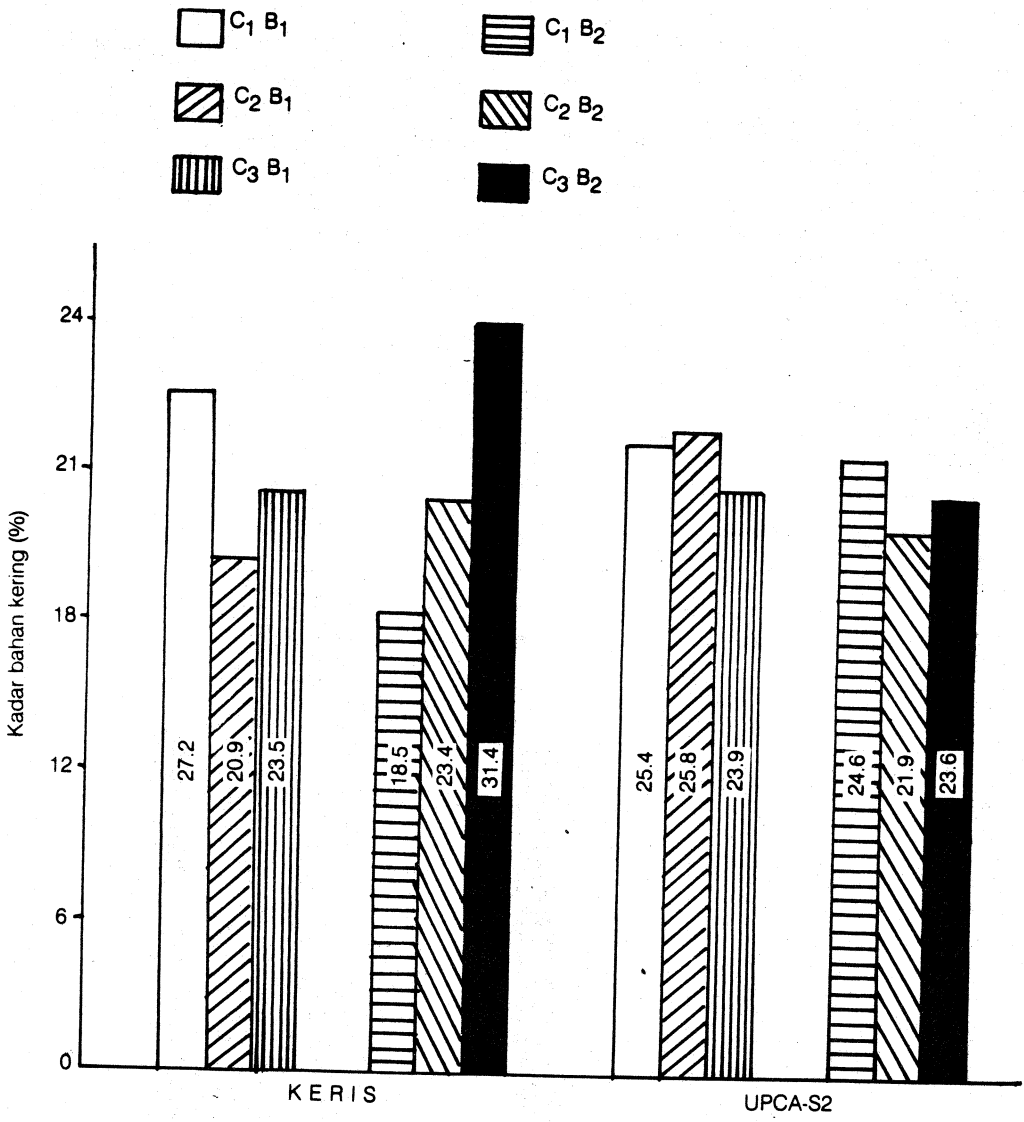
Hasil analisis keragaman, ternyata kadar bahan kering hanya dipengaruhi oleh dosis enzim AMG 200 L. Sedang varietas sorgum dan pH sakarifikasi tidak mempengaruhi kadar bahan kering. Kadar bahan kering yang tertinggi diperoleh dengan perlakuan pati sorgum varietas Keris, pH 4,5 dan dosis enzim



Gambar 5. **Histogram hubungan rendemen biji sorgum varietas KERIS dan UPCA-S2**

Keterangan :

Dosis enzim AMG 200 L dengan kepekatan 220 AGU (C_1), 440 AGU (C_2) dan 660 AGU (C_3) per kg pati pH sakarifikasi 4,0 (B_1) dan 4,5 (B_2)



Gambar 6. **Histogram hubungan kadar bahan kering dengan sorgum varietas KERIS dan UPCA-S2**

Keterangan :

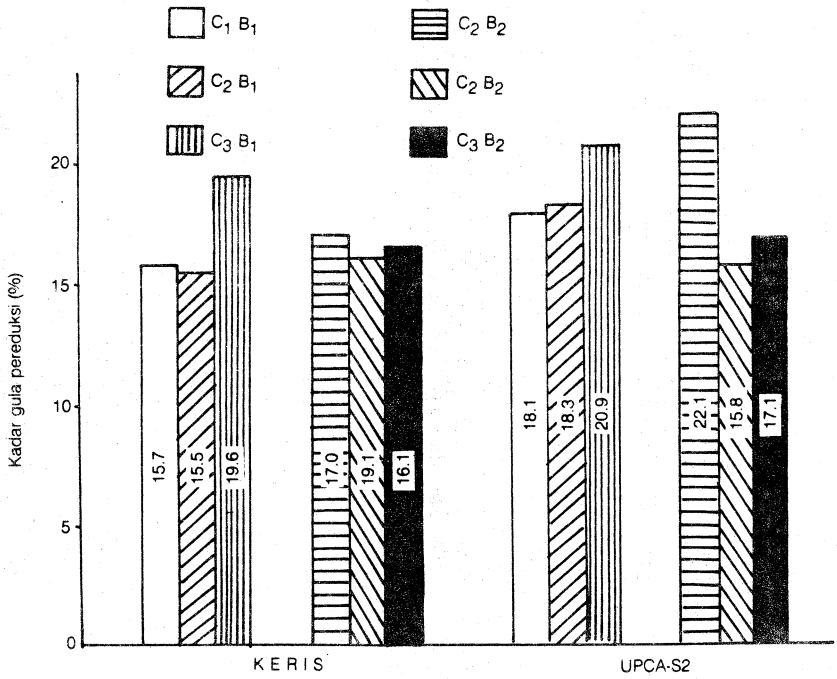
Dosis enzim AMG 200 L dengan kepekatan 220 AGU (C_1), 440 AGU (C_2) dan 660 AGU (C_3) per kg pati pH sakarifikasi 4,0 (B_1) dan 4,5 (B_2)

pada konsentrasi 660 AGU per kg pati yaitu 31,36 persen (Gambar 6).

6. *Kadar Gula Pereduksi dan Nilai Setara Dekstrosa*

Pola dari histogram pada Gambar 7 dan Gambar 8, terlihat bahwa kecenderungan dari pengamatan kadar gula pereduksi dan nilai setara dekstrosa menunjukkan pola yang sama. Sorgum varietas Keris dan UPCA-S2, pada pH 4,5 dan dosis enzim pada tiga taraf kepekatan menunjukkan pola yang menaik, sedang sorgum varietas Keris dan UPCA-S2 pada pH 4,5 dengan tiga taraf kepekatan menunjukkan pola yang menurun.

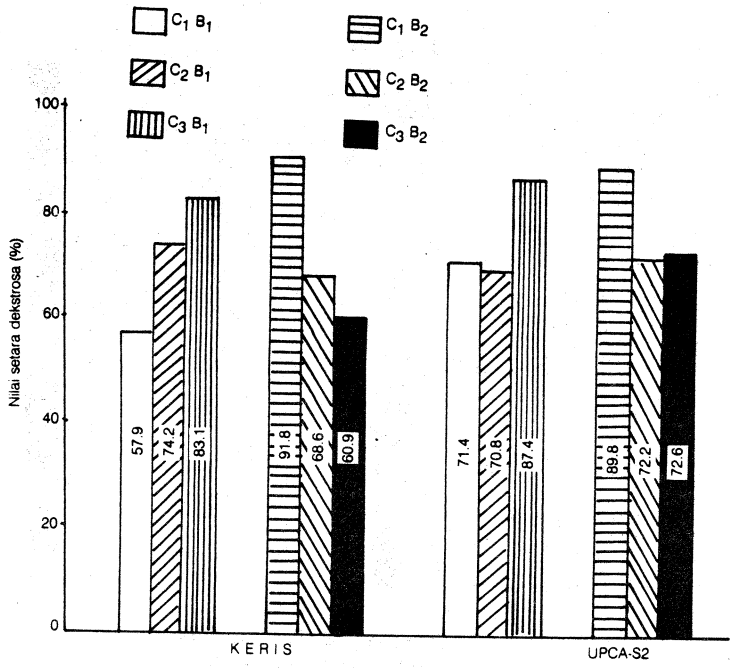
Kadar gula pereduksi dan nilai setara dekstrosa dipengaruhi oleh varietas sorgum dan dosis enzim AMG 200 L, sedang pH tidak berpengaruh. Kadar gula tertinggi diperoleh dengan perlakuan pati sorgum varietas UPCA-S2, pH 4,5 dan dosis enzim AMG 200 L pada kepekatan 220 AGU per kg pati yaitu 22,09 persen. Nilai setara dekstrosa yang tertinggi diperoleh dengan perlakuan pati sorgum varietas Keris, pH 4,5 dan dosis enzim AMG 200 L dengan kepekatan 220 AGU per kg pati 91,75 persen.



Gambar 7. **Histogram hubungan kadar gula pereduksi dengan sorgum varietas KERIS dan UPCA-S2**

Keterangan :

Dosis Enzim AMG 200 L dengan kepekatan 220 AGU (C_1), 440 AGU (C_2) dan 660 AGU (C_3) per kg pati pH proses sakarifikasi 4,0 (B_1) dan 4,5 (B_2)



Gambar 8. **Histogram hubungan Dextrose Equivalent dengan sorgum varietas KERIS dan UPCA-S2**

Keterangan :

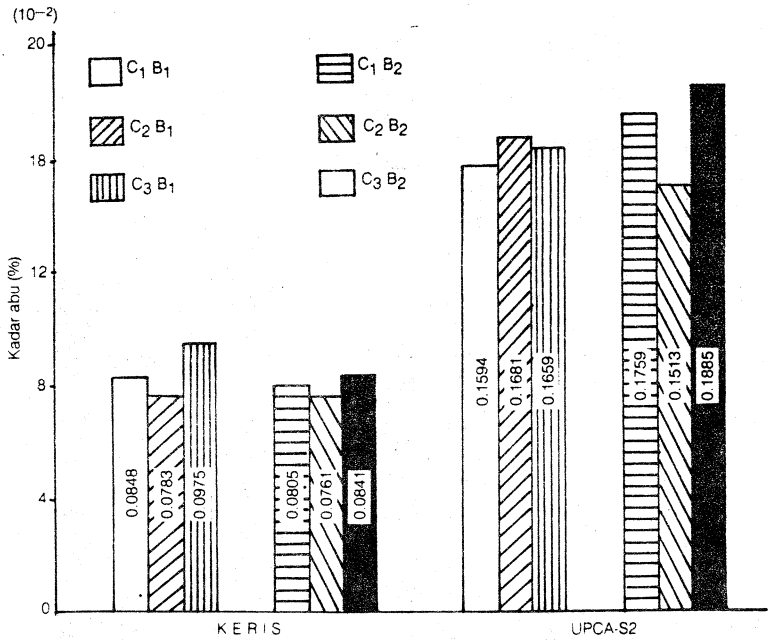
Dosis enzim AMG 200 L dengan kepekatan 220 AGU (C_1), 440 AGU (C_2) dan 660 AGU (C_3) per kg pati pH sakarifikasi 4,0 (B_1) dan 4,5 (B_2)

7. Kadar Abu

Kadar abu sirup glukosa menunjukkan keragaman antara 0,0848 persen sampai dengan 0,1885 persen. Dari Gambar 9 terlihat bahwa kadar abu pati dari sorgum varietas UPCA-S2 lebih tinggi daripada pati sorgum varietas Keris. Kadar abu hasil analisis ini lebih rendah dari kadar abu menurut Howling (1979), yaitu 0,2 persen dengan hidrolisa enzimatis.

Tingginya kadar abu sirup glukosa dari sorgum varietas UPCA-S2, diduga karena kadar abu bahan baku pati sorgum UPCA-S2 memang sudah lebih tinggi dari pati sorgum varietas Keris (Tabel 1). Faktor lain adalah tingginya kadar serat pati sorgum varietas UPCA-S2 0,93 persen dibanding terhadap kadar serat pati sorgum varietas Keris 0,61 persen (Tabel 1). Menurut Winarno (1983), serat merupakan komponen yang tahan terhadap proses hidrolisis oleh enzim.

Kadar abu sirup glukosa dipengaruhi oleh varietas sorgum dan dosis enzim AMG 200 L. Kadar abu yang terendah



Gambar 9. **Histogram hubungan kadar abu dengan sorgum varietas KERIS dan UPCA-S2**

Keterangan :

Dosis enzim AMG 200 L dengan kepekatan 220 AGU (C_1), 440 AGU (C_2) dan 660 AGU (C_3) per kg pati pH sakarifikasi 4,0 (B_1) dan 4,5 (B_2)

diperoleh pada perlakuan pati sorgum varietas Keris, pH 4,5 dan dosis enzim dengan kepekatan 440 AGU per kg pati yaitu 0,0761 persen.

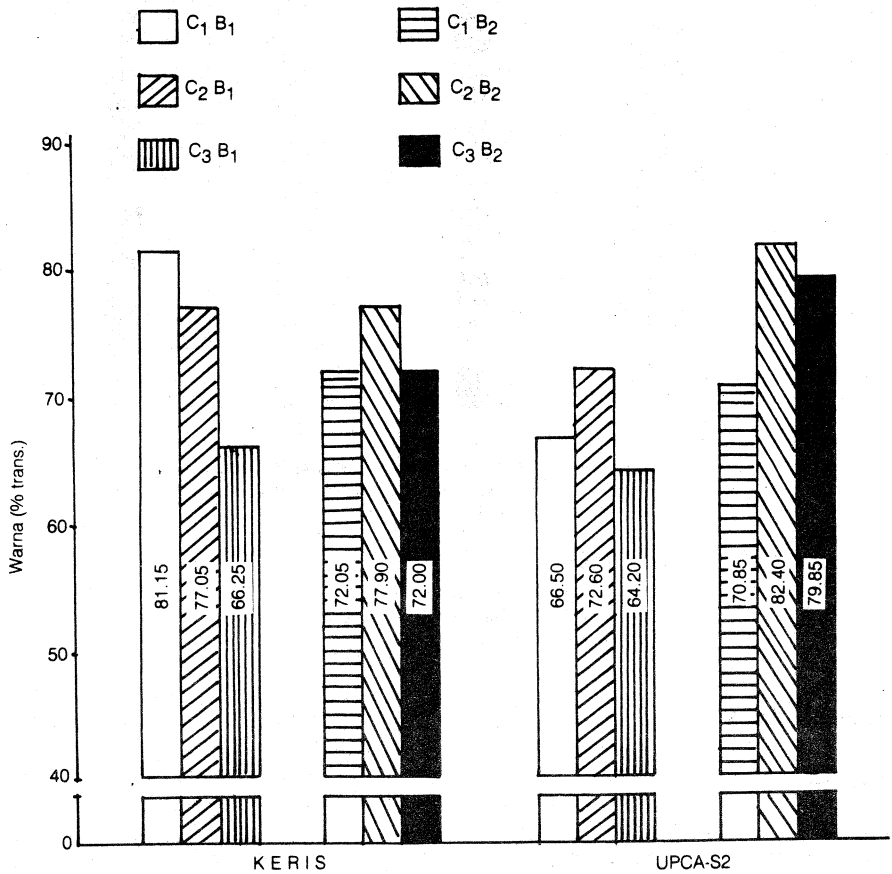
8. Warna dan Kejernihan

Pengukuran warna dilakukan secara kualitatif dengan membandingkan warna air 100 persen transmisi. Semakin rendah persen transmisinya, maka warna menuju ke arah kecoklatan. Sedangkan kejernihan ditentukan oleh kerapatan sinar yang dapat melalui tabung kuvet. Nilai tersebut dibandingkan secara kualitatif dengan air murni yang mempunyai kejernihan 100 persen.

Pada Gambar 10 terlihat bahwa warna sirup glukosa tertinggi adalah perlakuan sorgum varietas UPCA-S2, pH 4,5 dan dosis enzim 440 AGU per kg pati yaitu 82,40 persen. Sedangkan pada Gambar 11 terlihat bahwa kejernihan sirup glukosa yang tertinggi mendekati kejernihan air murni adalah perlakuan sorgum varietas Keris, pH 4,0 dan dosis enzim AMG 200 L dengan kepekatan 220 AGU per kg pati yaitu 83,60 persen.

Menurut Howling (1979), warna sirup glukosa sebagian besar disebabkan oleh protein yang dikandung pati. Meskipun dalam ekstraksi pati sudah dilakukan penyaringan, namun Howling (1979) lebih lanjut menyatakan bahwa 10 persen

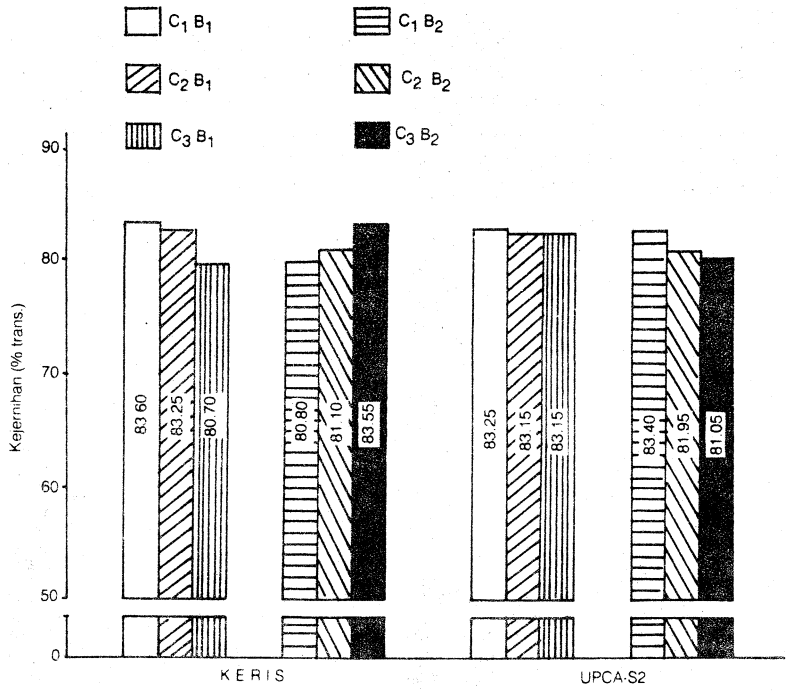
protein akan terlarut bersama pati. Protein yang larut tersebut seperti asam amino dan peptida. Reaksi antara karbohidrat, khususnya gula pereduksi dengan gugus amino primer akan terbentuk warna coklat (Mc Weeny, 1983). Penghilangan warna yang terbentuk pada sirup glukosa dilakukan pemucatan dengan karbon aktif dan penyaringan. Karbon aktif ini sebagian besar menyerap warna, sehingga sirup kelihatan lebih jernih.



Gambar 10. **Histogram hubungan warna (% Trans) dengan sorgum varietas KERIS dan UPCA-S2**

Keterangan :

Dosis enzim AMG 200 L dengan kepekatan 220 AGU (C_1), 440 AGU (C_2) dan 660 AGU(C_3) per kg pati pH sakarifikasi 4,0 (B_1) dan 4,5 (B_2)



Gambar 11. **Histogram hubungan kejernihan (% Trans) dengan sorgum varietas KERIS dan UPCA-S2**

Keterangan :

Dosis enzim AMG 200 L dengan kepekatan 220 AGU (C_1), 440 AGU (C_2) dan 660 AGU (C_3) per kg pati pH sakarifikasi 4,0 (B_1) dan 4,5 (B_2)

Kesimpulan dan Saran

A. Kesimpulan

1. Berdasarkan komposisi kimia patinya, sorgum varietas Keris lebih baik daripada pati sorgum varietas UPCA-S2 sebagai bahan baku pembuatan sirup glukosa.
2. Varietas sorgum berpengaruh terhadap faktor mutu sirup glukosa seperti kadar gula pereduksi, ekuivalen dekstrosa, kadar abu dan rendemen. Varietas sorgum tidak memberikan perbedaan pada kadar bahan kering, warna dan kejernihan.
3. Faktor pH pada proses sakarifikasi berpengaruh terhadap rendemen, warna dan kejernihan sirup glukosa, sedangkan kadar bahan kering, kadar gula pereduksi, nilai setara dekstrosa dan kadar abu, tidak terpengaruhi.
4. Dosis enzim AMG 200 L merupakan faktor perlakuan yang paling peka, karena hampir semua faktor dipengaruhinya, yaitu rendemen, kadar

bahan kering, kadar gula pereduksi, nilai setara dekstrosa, kadar abu dan warna. Kecuali kejernihan tidak dipengaruhinya.

5. Sirup glukosa dari pati sorgum varietas Keris mempunyai nilai rendemen, kadar bahan kering, nilai setara dekstrosa dan kejernihan tertinggi, serta nilai kadar abunya terendah.

B. Saran

1. Sorgum mempunyai kulit biji yang keras, karena itu penyosohannya perlu mendapat perhatian. Penyosohan pada skala laboratorium dapat dilakukan dengan menggunakan alat "Satake Rice Mill".
2. Liquifikasi selama 90 menit memperlihatkan nilai bilangan iod lebih kecil dari 0,5. Meskipun demikian perlu kiranya penelitian untuk mengetahui waktu optimum liquifikasi tersebut.
3. Penelitian lebih lanjut tentang kemungkinan pembuat "high fructose syrup" dari pati sorgum perlu dilakukan dengan melakukan isomerisasi.

Daftar Pustaka

1. AOAC., 1984. Official Methods of Analysis of the Association of Official of Analytical Chemists. The Association of Official of Analytical Chemists, Virginia, 22209 USA.
2. Amin, M. dan A. Rachman, 1982. Symposium "The prospect of sugar cane and its alternative sourcec" BPPT-Nagase Co., Ltd., Jakarta.
3. Doggett, H., 1970. Sorghum. Departemen Teknologi Hasil Pertanian, Fatemeta-IPB, Bogor.
4. Howling, D., 1979. The General Science and Technology of Glucose Syrups, *Dalam* G.G. Birch dan K.J. Parker (eds.), Sugar : Science and Technology Applied Science Publ., London.
5. Jacob, M.P., 1951. The Chemical Analysis of Food and Beverages Recent Progress in Cereal Chemistry and Technology. Academic Press, New York.
6. Kusunoki, K., 1982. A. Kinetic Expression for Hydrolysis of Soluble Starch by Glucoamylase. Biotechnology and Bio Engineering. Vol. XXIV, p. : 347 — 354, John Wiley & Sons, Connecticut.
7. Madsen, G.B. and B.E. Norman, 1973. New Speciality Glucose Syrups. *Dalam* G.G. Birch dan L.F. Green (eds.). Molecular Structure and Function of Food Carbohydrates. Applied Science, Ltd., London.
8. Mc Weeny, D.J., 1973. The Role of Carbohydrate in Non-Enzymic Browning. *Dalam* Birch, and Green (ed.) Applied Science Publisher Ltd., London.
9. Novillie, L., 1976. Beverages from Sorghum and Millet. *Dalam* Dendy, (eds.). Sorghum and Millet for Human Food. Tropical Product Institute, London.
10. Otaka, 1983. Application of Enzyme in Starch Processing Industry. Unpublished.
11. Rismunandar dan F.H. Freyhoven, 1979. Sorghum tanaman serba guna. N.V. Masa Baru, Bandung.
12. Rooney, L.W., 1974. Sorghum. *Dalam* A.H. Johnson dan Peterson

(eds.). Encyclopedia of Food Technology. The Avi Publ. Co., Westport, Connecticut.

13. Whitaker, J.R., 1972. Principles of Enzymology for Food Science. Marcel Dekker Inc., New York.

14. Winarno, F.G., 1983. Enzym Pangan. Gramedia, Jakarta, 115 hal.

DAFTAR PENGIRIM WESEL
PEBRUARI 1990 S/D APRIL 1990

1. Ir. Gede Mayun Permana - Denpasar Bali
2. Ir. Arif Wicaksono - Denpasar
3. Ir. Henny Noryantinah - Jakarta
4. Ir. Mudji Sihono, SU. - Yogya
5. Ir. Sudiyono - Jakarta
6. Ir. Dody M.W. - Jakarta
7. Ir. Rudy Tjahya Hutama - Ungaran
8. Ir. Nus Wantoro - Semarang
9. Ir. Wiwik Windarti - Jember
10. Ir. Djumarti - Jember
11. Ir. Yulia Praptiningsih, SU - Jember