

## **ANALISA PENGARUH OZONISASI HASIL LUCUTAN PLASMA BERPENGHALANG DIELEKTRIK PADA BERAS TERHADAP PERUBAHAN AMILOGRAFI, KEKERASAN, DAN WARNA**

**Saifur Rijal dan Muhammad Nur**

*Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang*

*E-mail: saifur.rijal@st.fisika.undip.ac.id*

### **ABSTRACT**

*The research on application of Dielectric Barrier Discharge Plasma with spiral-cylindrical configuration to produce ozone has been done. The purpose of this study was to determine the effect of ozone on the physical characteristics of rice which include discoloration, hardness, and the value of amilograph.*

*Ozone reactor that used in this research have a spiral electrode made of wire, and dielectric material was pyrex tube. Plasma discharge was generated by AC high voltage up to 9 kV. Air flow rate used as a determinant of ozone concentration characteristic was 6 liters/min, while for treatment the air flow rate that used was 4 liters/min in order to obtain the ozone concentration of 10 ppm. Ozone is produced by inserting the free air into the reactor. Ozone concentration is determined by varying the voltage, while ozone generated is detected by ozone meter.*

*The results showed that that the effect of ozonation to physical character of rice was not give significant changes and has a tendency to increase the quality of rice. It can be concluded that ozonation is safe for use in rice storage system.*

**Keywords:** *Dielectric Barrier Discharge, spiral-cylindrical (SC), ozone, discoloration, hardness, value of amilograph.*

### **ABSTRAK**

*Telah dilakukan penelitian tentang aplikasi plasma lucutan berpenghalang dielektrik berkonfigurasi spiral silinder untuk menghasilkan ozon dengan sumber udara bebas. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh ozon pada karakteristik fisik beras berupa perubahan warna, kekerasan, dan nilai amilografinya.*

*Reaktor yang digunakan memiliki elektroda spiral yang terbuat dari kawat sedangkan bahan dielektrik yang digunakan adalah pyrex. Pembangkit plasma menggunakan tegangan AC dengan tegangan sebesar 9 kV. Kecepatan aliran udara yang digunakan sebagai penentu karakteristik konsentrasi ozon yang terbentuk adalah 6 liter/menit, adapun untuk proses peradiasian digunakan aliran udara sebesar 4 liter/menit agar diperoleh konsentrasi ozon 10 ppm. Ozon yang dihasilkan dengan memasukkan udara bebas ke dalam reaktor. Konsentrasi ozon ditentukan dengan memvariasi tegangan, ozon yang dihasilkan dibaca dengan ozon meter.*

*Hasil penelitian menunjukkan pengaruh proses ozonisasi terhadap perubahan karakter fisik beras kecil. Sehingga dapat disimpulkan, ozonisasi aman untuk digunakan.*

**Kata Kunci:** *Elektroda spiral-silinder, lucutan berpenghalang dielektrik, ozon, perubahan warna, perubahan kekerasan, dan nilai amilografi*

### **PENDAHULUAN**

Beras sebagai makanan pokok masyarakat negeri ini seharusnya memiliki mutu yang baik. Penilaian mutu beras secara objektif meliputi mutu fisik (rendaman, butir kepala, butir kapur, warna, kekerasan, dan lain-lain) serta mutu kimia

(amilosa, suhu gelatinisasi, konsistensi gel, amilografi, kadar nutrisi atau protein dan lainnya) [1].

Proses penyimpanan berpengaruh terhadap kenampakan, kelekatan, kepipihan, rasa, dan aroma nasi yang diperoleh. Penyimpanan beras dalam waktu yang lama

dengan kondisi yang kurang baik akan menimbulkan kerusakan pada fisik, bau, dan rasa [2].

Sebagai upaya menjaga mutu beras, dibutuhkan teknologi dalam proses penyimpanan beras. Salah satu teknologi yang digunakan adalah teknologi lucutan plasma berpenghalang dielektrik (*Dielectric Barrier Discharge Plasma*). Teknologi plasma dapat digunakan untuk memproduksi ozon yang digunakan sebagai bahan desinfektan yang mampu membunuh dan menghambat perkembangbiakan bakteri penyebab kerusakan beras. Beras hasil ozonisasi selama 90 menit terbukti mampu membunuh bakteri 58,41% dibandingkan beras tanpa perlakuan [3].

## DASAR TEORI

### Ozon

Ozon adalah oksigen terkuat yang bereaksi dengan mengurangi senyawa anorganik beserta dengan material organiknya. Sedangkan gas yang tidak stabil yang dapat ditentukan oleh oksigen yang terionisasi pada medan listrik yang diperoleh dari tegangan tinggi dengan lucutan violet merupakan plasma [4].

Ozon terdiri dari 3 atom oksigen dan mempunyai rumus kimia  $O_3$ . Molekul Ozon bersifat tidak stabil dengan masa hidup yang sangat pendek (20-30 menit) sebelum kembali menjadi oksigen, oleh karena itu ozon akan selalu berusaha mencari 'sasaran' untuk dapat melepaskan satu atom oksigen dengan cara oksidasi, sehingga dapat berubah menjadi molekul oksigen yang stabil ( $O_2$ ) [5].

### Pengaruh Ozonisasi Terhadap Beras

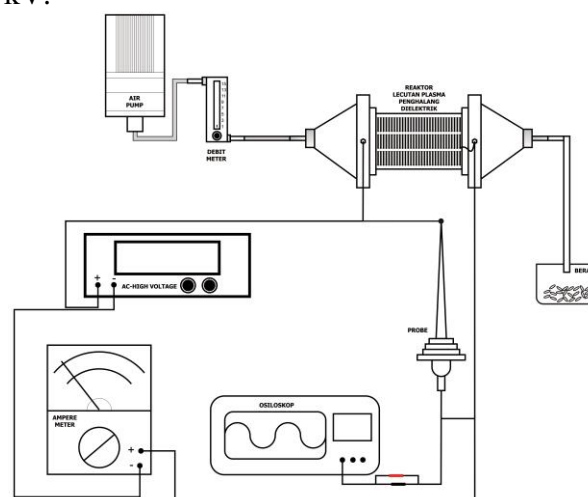
Ozon sebagai oksidator memiliki berbagai potensi aplikasi dalam industri makanan karena keunggulan teknologi ozon tersebut dibandingkan teknik pengawetan makanan tradisional. Ozon telah dikenal sangat luas pemanfaatannya untuk inaktivasi mikroba. Ozon telah dilaporkan dapat menghilangkan mikro-organisme termasuk bakteri, jamur, virus, protozoa, jamur dan bakteri [3]. Ozonisasi pada beras juga terbukti mampu mempengaruhi karakteristik pada beras. Dalam

waktu penyinaran yang berbeda kandungan karbohidrat, lemak, dan air cenderung mengalami penurunan [6].

## METODE PENELITIAN

Proses Ozonisasi pada penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fisika Plasma dan aplikasi. Proses karakterisasi beras dilakukan di BBP (Balai Besar Penelitian) tanam padi sukamandi subang.

Ozon diproduksi dengan cara melewatkan udara bebas melalui generator ozon yang dibuat berdasarkan teknik *Dielectric Barrier Discharge Plasma* (DBDP) dan dibangkitkan dengan sumber tegangan AC 8-13 kV.



**Gambar 1** Rangkaian Alat Ozonisasi yang digunakan

Sebagai proses karakterisasi hubungan antara kenaikan tegangan terhadap arus dan kenaikan tegangan terhadap konsentrasi ozon digunakan debit aliran udara sebesar 6 liter/menit, adapun untuk proses peradiasian digunakan aliran udara sebesar 4 liter/menit agar diperoleh konsentrasi ozon 10 ppm.

Proses peradiasian beras, sampel beras ditempatkan dalam media berbentuk silinder. Ozon dialirkan menggunakan selang udara melalui bagian bawah media sampel beras yang diteliti. Variasi waktu yang digunakan 30, 60, 90, 120, 150 dan 180 menit. Variabel yang diamati pada penelitian ini adalah perubahan

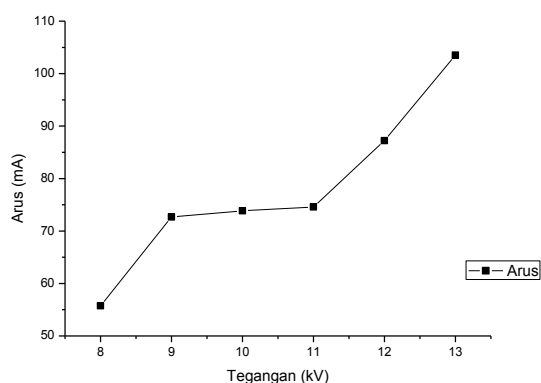
kualitas beras, yakni kekerasan, warna, dan nilai amilografi terhadap variasi lama waktu peradiasian.

Proses karakterisasi beras menggunakan *Kiya hardness meter* sebagai alat ukur kekerasan beras, *Intrimen Instron* sebagai alat ukur kekerasan nasi, *Milling Meter* sebagai alat ukur warna beras, dan *Rapid Visco Analyzer* sebagai alat ukur nilai amilografi. Proses karakterisasi beras dilakukan di Balai Besar Penelitian Padi

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakterisasi Arus-Tegangan

Generator ozon yang dikembangkan di laboratorium FSM Undip telah mengalami pengujian antara lain pengujian terhadap arus sebagai fungsi tegangan. Pengaruh tegangan terhadap arus listrik rata-rata disajikan pada gambar 2.



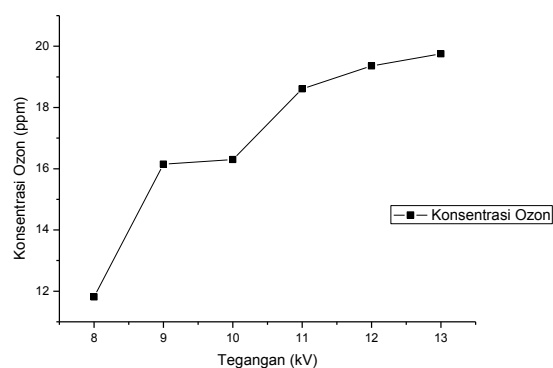
**Gambar 2** Grafik karakteristik arus listrik sebagai fungsi tegangan

Gambar 2 menunjukkan hubungan antara arus sebagai fungsi dari tegangan. Terlihat bahwa arus yang mengalir pada reaktor plasma lucutan berpenghalang dielektrik (*Dielectric Barrier Discharge Plasma*) mengalami kenaikan seiring dengan kenaikan tegangan.

### Pengaruh tegangan listrik terhadap konsentrasi Ozon

Pada sistem pembangkit lucutan plasma penghalang dielektrik yang digunakan dalam

penelitian ini dimulai pada tegangan 8 kV sampai 13 kV karena pada kisaran tersebut telah terbentuk plasma yang dapat menghasilkan ozon. Adapun proses menghasilkan ozon dilakukan dengan mengalirkan udara bebas dengan kecepatan aliran udara  $\varnothing = 4 \text{ liter/menit}$  ke dalam reaktor kemudian udara bebas yang telah bereaksi di dalam reaktor dan menghasilkan ozon langsung keluar dari reaktor begitu seterusnya. Pengaruh tegangan listrik konsentrasi ozon disajikan pada gambar 3.



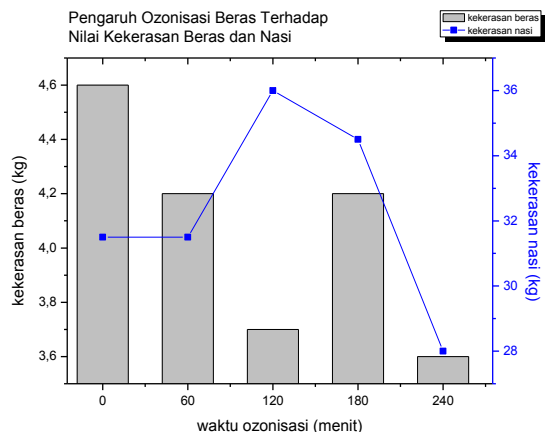
**Gambar 3** Grafik konsentrasi ozon sebagai fungsi tegangan untuk kecepatan aliran udara  $\varnothing = 4 \text{ liter/menit}$

Dari gambar 3 dapat dilihat konsentrasi ozon semakin meningkat dengan peningkatan tegangan yang diberikan. Ini dikarenakan ketika tegangan semakin tinggi, medan listrik yang terbentuk di dalam reaktor menjadi lebih tinggi. Hal ini mengakibatkan elektron awal akan mempunyai energi yang lebih tinggi yang dapat digunakan untuk menghasilkan proses ionisasi yang lebih banyak. Pergerakan elektron semakin cepat dan probabilitas tumbukan menjadi lebih tinggi sehingga menyebabkan konsentrasi ozon lebih tinggi.

### Pengaruh Ozonisasi Beras Terhadap Nilai Kekerasan Beras dan Nasi

Gambar 4 menunjukkan kadar kekerasan pada beras maupun nasi yang mengalami perlakuan ozonisasi. Terjadi

penurunan tingkat kekerasan sebesar 4,6 kg (tanpa perlakuan ozon) menjadi 3,6 kg pada beras dengan perlakuan ozon selama 240 menit.



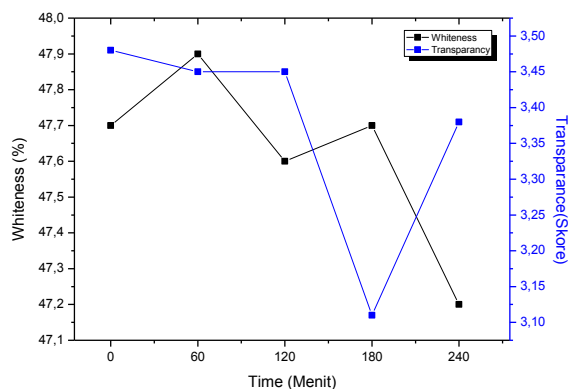
**Gambar 4** Diagram Pengaruh Ozonisasi Beras Terhadap Perubahan Nilai Kekerasan Beras dan Nasi

Penurunan kekerasan beras sebanding dengan penurunan kekerasan pada nasi. Penurunan tingkat kekerasan dipengaruhi kadar lemak yang terkandung dalam beras [7]. Pada penelitian yang dilakukan oleh Nur (2014) menunjukkan beras hasil ozonisasi mengalami penurunan kadar lemak [6]. Hal ini yang menjadikan penurunan tingkat kekerasan pada beras yang terlihat jelas pada perlakuan selama 240 menit.

**Pengaruh Ozonisasi Beras Terhadap Nilai Whitness dan Tranparance**

Perlakuan ozon tidak mengubah derajat putih maupun kebeningan. Derajat keputihan beras sebelum dan sesudah perlakuan ozon berada dalam standar terbaik yakni dengan nilai derajat putih >39%.

Nilai derajat kebeningan (trasparance), beras hasil ozonisasi terlihat mengalami penurunan nilai pada ozonisasi dengan waktu 180 menit. Pada beras tanpa ozonisasi, nilai derajat kebeningan 3,48%, sedangkan beras yang mengalami ozonisasi nilai derajat kebeningan 3,11%, namun masih berada pada kebeningan beras yang baik dengan nilai >2,0%.



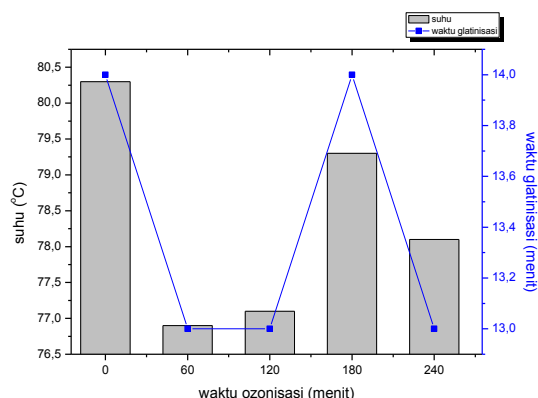
**Gambar 5** Grafik derajat putih (*whitness*) dan kebeningan (*Transparency*) sebagai fungsi waktu

Grafik di atas membuktikan pengaruh ozonisasi terhadap kualitas warna pada beras kecil dan memiliki kecendrungan ozonisasi mampu mempertahankan kualitas warna pada beras.

**Pengaruh Ozonisasi Beras Terhadap Nilai Amilografi**

Analisa amilografi dilakukan untuk mengetahui sifat gelatinisasi pati. Nilai amilografi juga dapat didefinisikan berdasarkan sifat lunak atau kekerasan gel yang terbentuk. Sifat gelatinisasi ini akan berpengaruh terhadap penggunaan dalam produk olahan pangan atau non pangan. Suhu gelatinisasi diawali dengan pembengkakan granula pati dalam air yang bersifat irreversible dan diakhiri dengan hilangnya sifat kristal dari granula pati [8]. Pada proses pengujian ini, perubahan suhu pada gelatinisasi diamati ketika suhu awal, suhu puncak, dan suhu akhir.

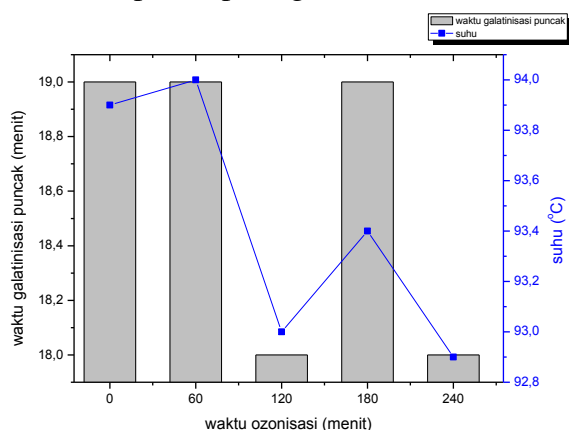
Suhu awal gelatinisasi dapat terlihat saat kurva mulai naik tajam. Suhu awal gelatinisasi dapat dilihat pada gambar 6.



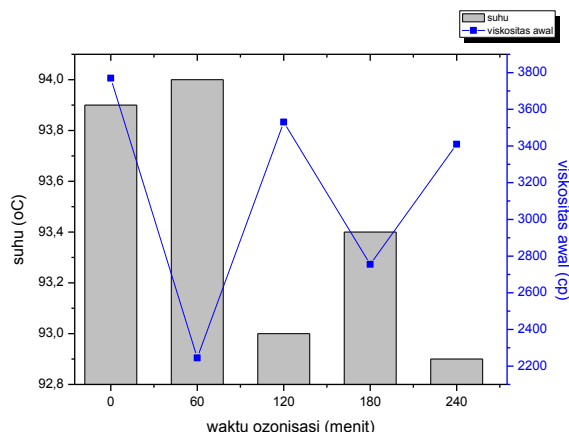
**Gambar 6.** Diagram Pengaruh Ozonisasi pada proses awal gelatinisasi untuk menentukan nilai amilografi

Dari grafik di atas menunjukkan mulai terjadinya gelatinisasi pati pada waktu 13-14 menit. Adapun suhu awal gelatinisasi pati berkisar 76,9-80,3°C. Beras tanpa perlakuan ozonisasi memiliki waktu dan suhu gelatinisasi yang lebih besar dibandingkan beras dengan perlakuan ozonisasi. Beras tanpa ozonisasi memiliki waktu gelatinisasi 14 menit dan suhu 80,3°C. Kondisi ini dikarenakan ozonisasi mempengaruhi penurunan kekerasan beras, yang berakibat pada kekuatan beras mempertahankan kondisi dan daya serap pati terhadap air. Semakin keras fisik beras, maka waktu yang dibutuhkan untuk pati mengalami proses gelatinisasi lebih lama serta suhu yang dibutuhkan lebih tinggi.

Proses selanjutnya terjadinya viskositas puncak ditampilkan pada gambar 7.



**Gambar 7** Diagram pengukuran waktu dan suhu ketika pati pecah

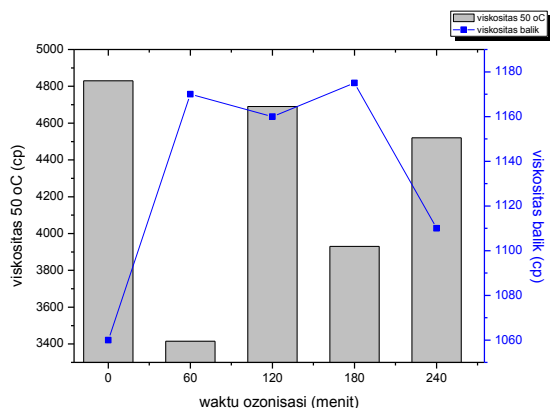


**Gambar 8** Diagram pengukuran suhu dan viskositas ketika pati pecah

Dari diagram di atas menunjukkan terjadi kecenderungan penurunan nilai viskositas beras. Terlihat beras tanpa perlakuan ozonisasi memiliki tingkat viskositas yang tinggi, yakni 3770,0 cp. Sedangkan beras dengan perlakuan ozonisasi memiliki kecenderungan nilai viskositas yang rendah.

Hal ini dikarenakan tingkat kandungan amilosa dan amilopektin yang terdapat pada beras. Pada percobaan yang dilakukan oleh Nur (2014) [6] ozonisasi menyebabkan peningkatan kandungan amilosa.

Proses selanjutnya menentukan nilai viskositas balik, yakni dengan melakukan penurunan suhu pada Rapid Visco Analyzer. Dalam proses ini suhu diturunkan mencapai nilai 50°C, yang mengakibatkan nilai viskositas meningkat berkisar 3415,0-4830,0 cp. Setelah mengalami penurunan suhu hingga 50°C, suhu tersebut dibiarkan selama 20 menit. Proses ini mengakibatkan adanya penurunan viskositas balik hingga 1060,0-1175,0 cp.



**Gambar 9** Diagram pengukuran nilai viskositas ketika mencapai suhu 50°C dan viskositas balik

Dari hasil penelitian di atas, pada beras yang tidak mengalami ozonisasi nilai viskositas pada suhu 50°C sebesar 4830,0. Setelah mengalami ozonisasi ada kecenderungan mengalami penurunan nilai viskositas. Penurunan viskositas paling besar pada beras dengan perlakuan ozonisasi selama 60 menit.

Akan tetapi nilai viskositas balik yang paling tinggi pada penelitian ini dimiliki pada beras dengan perlakuan ozonisasi selama 180 menit.

Proses meningkatnya nilai viskositas pada saat penurunan suhu 50°C diakibatkan kandungan amilosa. Beras dengan nilai amilosa tinggi memiliki kecenderungan daya serap air tinggi, ini dikarenakan beras yang memiliki amilosa tinggi dalam upaya proses pemecahan pati dibutuhkan energi yang tinggi. Hal inilah yang menyebabkan daya serap air tinggi, sebagai upaya pemecahan pati. Semakin tinggi viskositas balik menunjukkan kerasan beras semakin tinggi.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat diperoleh kesimpulan:

- 1) Terjadi peningkatan konsentrasi ozon terhadap perubahan tegangan .
- 2) Ozonisasi tidak terlalu berpengaruh terhadap karakteristik fisik maupun kimia pada beras, sehingga penyimpanan menggunakan teknologi ozon aman untuk digunakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dianti, R.W., 2010, *Kajian Karakteristik Fisikokimia dan Sensori beras Organik Mentik Susu dan IR63: Pecah Kulit dan Giling Selama Penyimpanan*, Fakultas Peternakan Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- [2] Haryadi, 2006, *Teknologi Pengolahan Beras*, Penerbit UGM Press, Yogyakarta.
- [3] Nur, M., Solichin, A., Kusdiyantini, E., Winarni, T.A., Rahman, D.A., Restiwijaya, M., Teke, S., Wuryanti. dan Muharam, H., 2013, *Ozone Production by Dielectric Barrier Discharge Plasma for Microbial Inactivation in Rice, Prosiding ICBME 2013*, IEEE Explore, 221-225.
- [4] Bechaux, J., 1979, *Water Treatment Hand Book Fifth Edition*, John Wiley and Sons, New York.
- [5] Tiwari, B.K., Brennan, C.S., Curran, T., Gallagher, E., Cullen, P.J., & O'Donnell, C.P., 2010. Application of ozone in grain processing. *Journal of Cereal Science*, 51, 248-255
- [6] Nur, M., Kusdiyantini, E., Wuryanti, Winarni, T.A., Susilo. dan Muharam, H., 2014, *Pengembangan Sistem Penyimpanan Beras Berteknologi Ozon (Spbto) Untuk Penjaminan Kualitas, Paper KALBE Ristek*, Semarang
- [7] Villareal, R.M., Resurreccion, A.P., Suzuki, L.B. dan Juliano, B.O., 1976, *Changes in the physicochemical properties of rice during storage*, *Starch/Staerke*, 28, 88-94
- [8] Winarno, F.G. dan Y, Hariyadi., 1982, *Penanganan Lepas Panen Hasil Tanaman Pangan, Diskusi Penanganan Pasca Panen, Dalam Rangka Hari Pangan Sedunia di Bina Graha*, 16 Oktober 1982, Jakarta