

## PENGARUH LAMA FERMENTASI DAN DOSIS RAGI TERHADAP KADAR BIOETANOL PADA FERMENTASI LIMBAH TAPIOKA PADAT KERING

Mahyu Danil

Dosen Fakultas Pertanian UISU, Program Studi Teknologi Hasil Pertanian

### ABSTRAK

Industri tapioka merupakan salah satu industri pangan yang terdapat di Indonesia. Bahan baku industri ini adalah umbi ketela pohon (*Manihot utilissima*) yang diolah menjadi tepung tapioka. Limbah padat (onggok) telah banyak dimanfaatkan, yaitu sebagai pakan ternak, pembuatan kompos dan sebagainya. Upaya minimalisasi limbah dari proses pembuatan tepung ubi kayu salah satunya dengan memanfaatkan kembali limbah. Etanol dapat diperoleh melalui konversi biomasa seperti sereal, umbi akar dan molase dengan menggunakan teknologi fermentasi dan oleh aktivitas mikroba. Limbah onggok ketela pohon sebagai sisa pembuatan tepung tapioka dianggap kurang berguna bagi masyarakat, karena nilai ekonomisnya yang masih rendah dan pemanfaatannya belum optimal. Masih adanya beberapa kandungan nutrisi di dalam limbah onggok, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut sebagai bahan alternatif pembuatan alkohol. Metode Penelitian : Model rancangan yang digunakan pada penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL) faktorial, yang terdiri atas dua faktor utama yaitu : Faktor I : Waktu Fermentasi (W) yang terdiri dari 3 taraf yaitu  $W_1 = 5$  hari,  $W_2 = 7$  hari,  $W_3 = 9$  hari. Faktor II : Dosis Ragi (D) yang terdiri dari 4 taraf yaitu :  $D_0 = 0g/500g$ ,  $D_1 = 10g/500g$ ,  $D_2 = 20g/500g$ ,  $D_3 = 30g/500g$ , dengan penelitian menggunakan 3 ulangan. Hasil penelitian secara umum menunjukkan bahwa waktu fermentasi dan dosis ragi terhadap kadar alkohol pada fermentasi limbah tapioka padat kering berpengaruh terhadap parameter yang diamati. Kadar air terbaik 10,79% (70°C) dan 10,30% (3 jam). Kadar etanol terbaik diperoleh pada waktu fermentasi selama 9 jam sebesar 25,017% dan dosis ragi 30/150gr sebesar 27,433%. Rendemen terbaik diperoleh

pada waktu fermentasi selama 9 jam sebesar 0,634% dan dosis ragi 30/150gr sebesar 0,687%.

**Kata kunci** : Fermentasi, Ragi, Bioetanol, Limbah, Tapioka

### PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraris, kehidupan sebagian besar masyarakat ditopang oleh hasil-hasil pertanian. Proses pembangunan di Indonesia mendorong tumbuhnya industri-industri yang berbahan baku hasil pertanian (Agroindustri). Salah satu dampak negatif dari adanya industri adalah timbulnya pencemaran terhadap lingkungan yang berasal dari limbah industri. Industri tapioka merupakan salah satu industri pangan yang terdapat di Indonesia. Bahan baku industri ini adalah umbi ketela pohon (*Manihot utilissima*) yang diolah menjadi tepung tapioka. Tepung tapioka merupakan suatu bahan baku maupun bahan pembantu untuk keperluan industri tekstil, industri kertas dan lain-lain.

Industri tepung tapioka mempunyai efek samping yang berupa limbah padat dan cair. Untuk satu industri dengan kapasitas 3-5 ton perhari menghasilkan limbah cair 4.500 – 6.000 liter per hari. Sumber limbah cair tersebut berasal dari proses pencucian bahan baku, penyaringan bubur singkong (ekstraksi) dan pengendapan pati. Limbah padat (onggok) telah banyak dimanfaatkan, yaitu sebagai pakan ternak, pembuatan kompos dan sebagainya. Ampas ketela pohon ini masih berguna sebagai sumber karbohidrat. (Anonim, 2006).

Selain digunakan sebagai bahan pembuatan tapioka, ketela pohon dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan etil alkohol. Beberapa manfaat yang diperoleh dari alkohol yaitu: 1) sebagai bahan baku dalam pembuatan

senyawa-senyawa organik misalnya asam asetat, eter dan khloroform, 2) pelarut dalam pembuatan pernis dan sebagai pelarut bahan organik lainnya seperti minyak wangi, 3) bahan bakar setelah didenaturasikan terlebih dahulu, dan 4) salah satu komponen dalam kosmetik (Restiani, 2005).

Upaya minimalisasi limbah dari proses pembuatan tepung ubi kayu salah satunya dengan memanfaatkan kembali limbah. Teknologi biokonversi merupakan konversi bahan secara enzimatik melalui fermentasi yang dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan nilai ekonomi ongkok.

Perkembangan bioteknologi melalui pemanfaatan mikroba dengan proses fermentasi dapat mengkonversi bahan secara enzimatik, misalnya ongkok dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan nilai ekonomisnya dan mengurangi pencemaran udara atau gas yang terjadi. Untuk berlangsungnya proses fermentasi oleh suatu mikroba perlu adanya medium fermentasi yang mengandung nutrisi untuk pertumbuhan, bahan pembentuk sel dan biosintesis produk-produk metabolisme (Rahman, 1989).

*Saccharomyces cerevisiae* merupakan khamir yang banyak digunakan dalam industri fermentasi alkohol sebagai industri modern, khamir tersebut dalam bioteknologi konvensional telah digunakan untuk memproduksi beberapa pangan tradisional seperti : bir, anggur, wiski, sake, pengembangan roti, tempe dan sebagainya. Dalam teknologi modern khamir tersebut telah digunakan jasad inang eukariotik untuk memproduksi protein-protein heterolog seperti : vaksin hepatitis B yang telah ada di pasaran, hemoglobin, serum albumin dan glisin betain (Rahmawati, 2004).

Etanol dapat diperoleh melalui konversi biomassa seperti sereal, umbi akar dan molase dengan menggunakan teknologi fermentasi dan oleh aktivitas mikroba. Etanol sebagai sumber energi banyak menarik perhatian seluruh dunia, ongkos produksinya lebih murah dan proses produksinya lebih sederhana dari pada bensin. Saat ini sedang dintensifkan penelitian untuk mencapai mikroba fermentasi yang efisien, substrat dengan harga murah dan kondisi yang optimum untuk fermentasi.

Limbah ongkok ketela pohon sebagai sisa pembuatan tepung tapioka dianggap kurang berguna bagi masyarakat, karena nilai ekonomisnya yang masih rendah dan pemanfaatannya belum optimal. Masih adanya beberapa kandungan nutrisi di dalam limbah ongkok, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut sebagai bahan alternatif pembuatan alkohol.

Limbah padat dari produksi tapioka disebut ampas tapioka atau ongkok yang merupakan hasil sampingan industri tapioka berbentuk padat yang berasal dari unit ekstraksi. Pada proses ekstraksi ini hasil parutan ketela pohon ditambahkan air lalu disaring dengan menggunakan kain saring, sehingga diperoleh suspensi pati sebagai filtratnya dan ampas yang tertinggal di kain saring. Komponen penting yang terdapat dalam ongkok adalah kandungan zat organik berupa pati dan serat kasar (Sosrosoedirdjo, 1992).

Ongkok sebagai limbah padat dari pabrik tapioka apabila dibiarkan akan mengganggu masyarakat, terutama yang ada disekitar lokasi pabrik. Ongkok merupakan limbah padat dari industri tapioka yang masih mengandung kadar pati yang cukup tinggi. Oleh sebab itu ongkok masih cukup potensial digunakan untuk dibuat suatu produk. Selama ini ongkok dimanfaatkan untuk pakan ternak (konsentrat), dan digunakan dalam industri tempe sebagai campuran (Restiani, 2005).

Hasil fermentasi dipengaruhi oleh teknologi yang dipakai. Pemilihan mikroorganisme biasanya didasarkan pada jenis karbohidrat yang digunakan sebagai medium. Misalnya untuk memproduksi alkohol dari pati dan gula dipergunakan *Saccharomyces cerevisiae* (Said, 1987).

Khamir banyak terdapat pada buah-buahan, dan lain-lain dalam cairan yang mengandung gula, khamir dapat mengubah gula menjadi alkohol. Jenis khamir dapat mengubah gula menjadi alkohol, salah satunya adalah galur *Saccharomyces* (Tjitrosoepomo, 1991) *Saccharomyces cereviceae* merupakan khamir yang penting pada fermentasi yang utama dan akhir, karena mampu memproduksi alkohol dalam konsentrat tinggi dan fermentasi spontan (Sudarmaji, 1982). Tujuan Penelitian : Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh

waktu fermentasi dan dosis ragi terhadap kadar bioetanol pada fermentasi limbah tapioka padat kering.

### BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian UISU Medan. Alat dan Bahan penelitian yang digunakan adalah limbah tapioka padat kering, ragi, timbangan kasar, timbangan analitik, mangkuk besar, erlenmeyer, toples, mortar, panci, seperangkat alat distilasi, pipet 1ml, tabung reaksi, beker glass, piknometer 5ml,  $H_2SO_4$ , NaOH, Aquadest. Model rancangan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial, yang terdiri atas dua faktor utama yaitu : Faktor I : Waktu Fermentasi (W) yang terdiri dari 3 taraf yaitu  $W_1 = 5$  hari,  $W_2 = 7$  hari,  $W_3 = 9$  hari. Faktor II : Dosis Ragi (D) yang terdiri dari 4 taraf yaitu :  $D_0 = 0g/500g$ ,  $D_1 = 10g/500g$ ,  $D_2 = 20g/500g$ ,  $D_3 = 30g/500g$

#### Pelaksanaan penelitian

##### 1. Pembuatan fermentasi onggok

- Onggok ditimbang sebanyak 500 g untuk masing-masing perlakuan (ada 12 perlakuan jadi onggok yang dibutuhkan 6000 g untuk setiap ulangan)
- Onggok dicampur dengan air dengan perbandingan 1:5 dan ditambahkan  $H_2SO_4$  8%
- Campuran direbus dalam panci dengan api sedang dan diaduk secara terus menerus sampai campuran berwarna kecokelatan
- Adonan didinginkan selama 1 sampai 2 jam hingga suhu kamar.
- Setelah dingin, bahan dinetralkan dengan penambahan NaOH,

setelah itu pH diturunkan kembali dengan menggunakan  $H_2SO_4$  sampai pH 4,5-5,5

- Starter dibuat menggunakan air gula sebanyak 16% dari dosis ragi yang telah ditentukan (0g, 10g, 20g, 30g) kemudian dicampurkan pada ragi.
  - Bahan dicampur dengan ragi tape yang sudah dibuat starter, masing-masing dengan dosis yang telah ditentukan (0g, 10g, 20g, 30g)
  - Bahan dimasukkan ke dalam toples kemudian ditutup dengan plastik
  - Bahan difermentasikan masing-masing selama 5, 7, 9 hari.
- ##### 2. Distilasi alkohol
- Sampel dimasukkan ke dalam alat distilasi air.
  - Alkohol didistilasi dengan cara memanaskan cairan ampas umbi ketela pohon hasil fermentasi sampai mendidih pada suhu  $78^{\circ}C - 79^{\circ}C$ .
  - Uap hasil distilasi diembunkan dan ditampung dalam tabung penampung (erlenmeyer).
  - Bila uap sudah tidak menetes lagi, maka hasil distilasi diambil dan disimpan dalam botol.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dan uji statistik, secara umum menunjukkan bahwa waktu fermentasi dan dosis ragi terhadap kadar alkohol pada fermentasi limbah tapioka padat kering berpengaruh terhadap parameter yang diamati. Data rata-rata hasil pengamatan pengaruh waktu fermentasi dan dosis ragi terhadap masing-masing parameter dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Pengaruh waktu fermentasi terhadap parameter yang diamati

Waktu Fermentasi (W)	Kadar Etanol (%)	Densitas (gr/ml)	Rendemen (%)
$W_1 = 5$ Hari	11.433 cC	0.251 cC	4.533 cC
$W_2 = 7$ Hari	19.433 bB	0.459 bB	5.655 bB
$W_3 = 9$ Hari	25.017 aA	0.634 aA	6.980 aA

Tabel 2. Pengaruh dosis ragi terhadap parameter yang diamati

Dosis Ragi (D)	Kadar Etanol (%)	Densitas (gr/ml)	Rendemen (%)
D <sub>0</sub> = 0/500 gr	0.000 dD	0.000 dD	0.000 dD
D <sub>1</sub> = 10/500 gr	22.767 cC	0.520 cC	5.477 cC
D <sub>2</sub> = 20/500 gr	24.311 bB	0.582 bB	6.155 bB
D <sub>3</sub> = 30/500 gr	27.433 aA	0.687 aA	6.889 aA

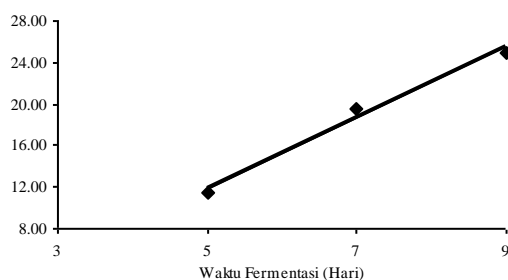
Dari Tabel 1 dapat dilihat semakin lama waktu fermentasi yang dilakukan terhadap limbah tapioka padat kering maka kadar etanol, densitas dan rendemen semakin meningkat. Dari Tabel 2 dapat dilihat dengan semakin meningkat dosis ragi yang diberikan menyebabkan terjadinya peningkatan pada kadar etanol, densitas dan rendemen.

#### Pengaruh waktu fermentasi dan dosis ragi terhadap kadar etanol

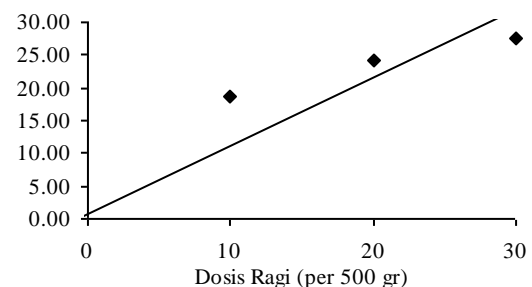
Waktu fermentasi dan dosis ragi berpengaruh berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap kadar etanol pada fermentasi limbah tapioka padat kering. Kadar etanol semakin meningkat seiring dengan lamanya waktu fermentasi dan dosis ragi yang diberikan pada limbah tapioka padat kering. Hal ini disebabkan semakin lama waktu fermentasi maka semakin banyak pati yang dirubah menjadi gula akibatnya gula yang dirombak menjadi etanol pun semakin banyak sehingga kadar etanol meningkat seiring dengan lamanya waktu fermentasi. Menurut Hidayat, *et all.*,

(2006), fermentasi merupakan perubahan gradual oleh enzim yang dihasilkan oleh khamir, yaitu meliputi perubahan pati menjadi gula, dan gula menjadi alkohol dan karbondioksida. Menurut Asngad dkk (2011), semakin lama proses fermentasi dan semakin banyak dosis ragi yang diberikan maka volume bioetanol semakin meningkat. Volume bioetanol yang tertinggi diperoleh pada waktu fermentasi 9 hari dan dosis ragi 30/500 gr. Hal ini menunjukkan bahwa pada waktu tersebut aktivitas khamir *Saccaromyces cerevisiae* bekerja secara optimal serta kegiatan enzimatik tidak terhambat. Waktu fermentasi berpengaruh terhadap hasil perolehan bioetanol di mana semakin lama waktu fermentasi maka perolehan bioetanol akan meningkatkan. Setyohadi (2006), semakin tinggi jumlah ragi dan semakin lama waktu fermentasi, mikroorganisme yang terdapat pada bahan semakin tinggi. Hal ini berarti semakin besar jumlah mikroba perombak glukosa menjadi alkohol, sehingga kadar alkohol yang dihasilkan akan semakin tinggi.

Kadar Etanol



Kadar Etanol



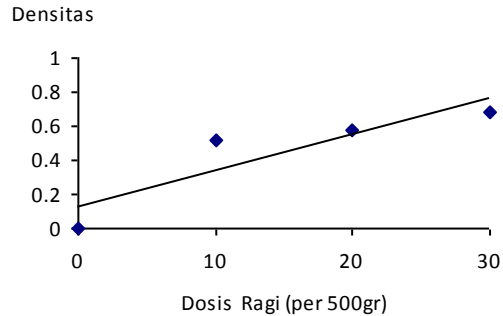
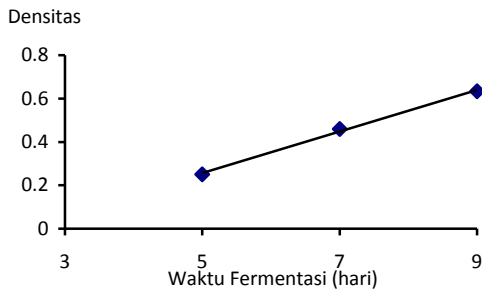
#### Pengaruh waktu fermentasi dan dosis ragi terhadap densitas bioetanol

Waktu fermentasi dan dosis ragi berpengaruh berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap densitas bioetanol pada fermentasi limbah tapioka padat kering. Densitas bioetanol semakin

meningkat seiring dengan lamanya waktu fermentasi dan dosis ragi yang diberikan pada limbah tapioka padat kering. Densitas adalah massa dari suatu zat dalam setiap satuan volume. Semakin banyak jumlah ragi yang diberikan dan semakin lama waktu fermentasi maka

densitas bioetanol yang diperoleh juga semakin besar, hal ini menunjukkan bahwa jumlah ragi dan waktu fermentasi pada saat fermentasi sangat berpengaruh terhadap densitas bioetanol yang dihasilkan di mana pada kondisi ini bakteri lebih aktif bekerja untuk mengubah glukosa menjadi bioetanol (Anonim, 2007). Dari Tabel 1 dan 2 dapat dilihat

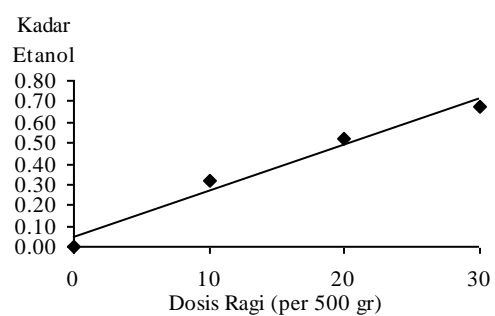
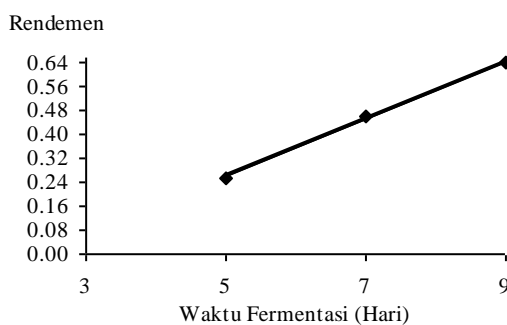
bahwa densitas bioetanol tertinggi diperoleh pada dosis ragi 30/500 gram (27.433%) dengan waktu fermentasi 9 hari (25.017%). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengaruh dosis ragi dan waktu fermentasi yang terbaik yaitu pada dosis ragi 30/500 gram dengan waktu fermentasi 9 hari.



**Pengaruh waktu fermentasi dan dosis ragi terhadap rendemen**

Waktu fermentasi dan dosis ragi berpengaruh berbeda sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap rendemen pada fermentasi limbah tapioka padat kering. rendemen semakin meningkat seiring lamanya waktu fermentasi pada limbah tapioka padat kering. Hal ini disebabkan lamanya waktu fermentasi terhadap limbah tapioka padat kering memberikan kesempatan pada khamir untuk lebih banyak merombak pati dan menghasilkan lebih banyak alkohol sehingga rendemen yang dihasilkan semakin tinggi. Menurut Setyohadi (2006), semakin tinggi jumlah ragi dan semakin lama fermentasi, ragi khamir yang terdapat pada bahan semakin tinggi. Hal ini berarti semakin besar jumlah pati yang dihidrolisis menjadi glukosa, dan ragi khamir perombak

glukosa menjadi alkohol semakin banyak jumlahnya, karena waktu fermentasi yang semakin lama sehingga kadar alkohol yang dihasilkan semakin tinggi. rendemen semakin meningkat seiring dengan semakin banyaknya dosis ragi yang diberikan pada limbah tapioka padat kering. Hal ini disebabkan semakin bertambahnya dosis ragi maka pertumbuhan khamir semakin banyak sehingga alkohol yang dihasilkan dari perombakan glukosa semakin meningkat dan mempengaruhi rendemen. Menurut Desrosier (1989), semakin banyak jumlah glukosa yang terdapat pada bahan, semakin tinggi jumlah alkohol yang dihasilkan dari perombakan glukosa tersebut. Semakin besar jumlah pati yang dihidrolisis menjadi glukosa, dan semakin banyak mikroba perombak glukosa menjadi alkohol, akibatnya alkohol yang dihasilkan semakin tinggi.



### KESIMPULAN

1. Kadar etanol terbaik diperoleh pada waktu fermentasi 9 hari (25,017%) dengan dosis ragi 30/500 gr (27,433%).
2. Densitas etanol terbaik diperoleh pada waktu fermentasi 9 hari (0,634 gr/ml) dengan dosis ragi 30/500 gr (0,687 gr/ml).
3. Rendemen terbaik diperoleh pada waktu fermentasi 9 hari (6,980%) dengan dosis ragi 30/500 gr (6,889%).

### DAFTAR PUSTAKA

- Crueger, W. dan Crueger, A. 1984. *Biotechnologi. A Textbook Of Industri Micrologi.* Sunderlan Sinaver Associates. Inc
- Cotton, F. Albert dan Wilkinson Geoffery. 1989. *Dasar- Dasar Kimia Anorganik.* Penerjemah Suharto pendamping R. A. Koestor. UI-Press, Jakarta.
- Desrosier, 1988. *Teknologi Pengawetan Pangan.* Penerjemah M. Mulyohardjo. UI-Press. Jakarta.
- Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan.* Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Rahman, A. 1989. *Pengantar Teknologi Fermentasi.* PAU IPB . Bogor.
- Rahmad, Rukmana dan Yuniarsih. 2001. *Aneka Olahan Ubi Kayu.* Kanisius. Yogyakarta.
- Rahmawati, Dewi. 2004. *Uji Kemampuan Fermentasi Star Haploid (Saccharomyces cerevisiae) Hasil Rekayasa pada Cairan Buah Belimbing Manis (Averhoa carambola).* Skripsi FKIP Biologi. UMS. Surakarta.
- Restiani, Erna Swesti. 2005. *Perancangan Pabrik Etil Alkohol dan Tapioka Kapasitas 70.000 ton pertama.* Skripsi Teknik Kimia. UMS. Surakarta.
- Said, Gumbiro. 1987. *Bioindustri Penerapan Teknologi Fermentasi Edisi 1.* Mediatama Sarana Perkasa. Jakarta.
- Schlegel, H. G. 1994. *Mikrobiologi Umum.* Universitas Gadjahmada press. Yogyakarta.
- Sosrosoedirdjo, R. S. 1992. *Bercocok Tanam Ketela Pohon.* Yasaguna. Bogor.
- Tarwotjo, Soejoeti. 1998. *Dasar-Dasar Gizi Kuliner.* Grasindo. Jakarta.
- Widianarko, Budi. 2002. *Teknologi Nutrisi dan Keamanan Pangan.* PT. Gramedia Widasarana Indonesia. Jakarta.
- Zubaidah, E. 1998. *Teknologi Pangan Fermentasi.* Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.