

**POTENSI LIMBAH KULIT PISANG KEPOK (*Musa paradisiaca*)
SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN ASAM ASETAT
MENGUNAKAN BERBAGAI MACAM *STARTER***

Ilham, Itnawita, Andi Dahliaty

**Mahasiswa Program Studi S1 Kimia
Bidang Kimia Analitik Jurusan Kimia
Bidang Biokimia Jurusan Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Kampus Binawidya Pekanbaru, 28293, Indonesia
*ilham.chem@gmail.com***

ABSTRACT

Kepok banana (*Musa paradisiaca*) peel waste contain sugar that can be changed to acetic acid using Effective Microorganism (EM-4), *kombucha* (KO), cassava yeast (RT) and instant yeast (RI) (commercial *starter*). The Commercial *starter* contains variety of bacteria and yeasts with different content of microorganism that will influence the amount of ethanol produced. The aim of this study to determine the potential of kepok banana peel waste used as the main material in synthesis of acetic acid using commercial *starter*. Based on the fermentation results using the four starter, cassava yeast has a good ability to be fermented. The acetic acid formation was obtained under condition which substrate and *starter* amount are 80% w/v and 5 grams respectively and fermentation time 4 day. Based on these conditions it was found that the amount of organic acid total determined by titrimetric method is $4.712 \pm 0.066\%$ and acetic acid formed which was determined by Ion Chromatography method is $0.7507 \pm 0.0538\%$.

Keyword : Acetic acid, EM-4, kepok banana peels waste, *kombucha*, ragi

ABSTRAK

Limbah kulit pisang kepok (*Musa paradisiacal*) mengandung gula yang memungkinkan untuk diurai menjadi asam asetat dengan menggunakan *starter Effective Microorganism 4* (EM-4), *Kombucha* (KO), Ragi tape (RT) dan Ragi instan (RI) (disebut *starter* komersil). *Starter* komersil mengandung berbagai macam mikroorganisme dengan jumlah dan jenis yang berbeda-beda sehingga mempengaruhi jumlah etanol yang terbentuk. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan potensi limbah kulit pisang kepok yang digunakan sebagai bahan utama pembuatan asam asetat menggunakan beberapa *starter* komersil. Berdasarkan hasil fermentasi menggunakan keempat *starter* diperoleh ragi tape memiliki kemampuan yang baik untuk fermentasi. Fermentasi pembentukan asam asetat, diperoleh dengan kondisi optimum diantaranya jumlah substrat sebesar

80% b/v, jumlah *starter* 5 gram dan waktu fermentasi selama 4 hari. Berdasarkan kondisi tersebut dihasilkan kadar asam total yang terukur dengan metoda titrimetri adalah $4,712 \pm 0,066\%$ dan asam asetat yang terbentuk ditentukan dengan metoda kromatografi ion adalah $0,7507 \pm 0,0538\%$.

Kata kunci: Asam asetat, EM-4, *kombucha*, limbah kulit pisang kapok, ragi

PENDAHULUAN

Tanaman pisang (*Musa paradisiaca*) merupakan tanaman buah berupa herba yang berasal dari kawasan di Asia Tenggara termasuk Indonesia. Beberapa jenis buah pisang banyak digemari secara langsung sebagai buah atau diolah menjadi produk makanan lain seperti, kripik pisang, pisang goreng dan lain sebagainya. (Prabawati *et al.* 2008). Buah pisang yang diolah menjadi produk makanan biasanya akan menghasilkan limbah berupa kulit pisang, pisang busuk dan bonggol pisang (Dewati 2008). Limbah kulit pisang kepok yang dihasilkan masih belum dimanfaatkan secara maksimal oleh penduduk kota Pekanbaru, melainkan hanya sebagai limbah tak berguna. Kulit pisang sebagai salah satu biomasa merupakan sumber potensial karena secara umum mengandung karbohidrat sebesar 18,50% yang merupakan sumber gula (Sharrock dan Lusty, 1999). Menurut Dewati (2008), kulit pisang dapat dimanfaatkan menjadi etanol, asam asetat, nata, obat tradisional dan kerupuk. Asam asetat yang dihasilkan merupakan hasil dari proses fermentasi dua tahap menggunakan *starter* dengan proses dua macam kultur sekaligus (*simultaneous inoculation process*).

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan produksi asam asetat berdasarkan proses fermentasi melalui penentuan kandungan gula pereduksi dan jumlah limbah kulit pisang dalam proses fermentasi, menentukan jenis *starter* yang paling baik dalam menghasilkan produk asam asetat melalui pembentukan etanol serta jumlah *starter* optimum. Optimalisasi waktu pembentukan asam asetat.

Menurut Higa (1998), larutan EM-4 mengandung sekitar 80 jenis mikroorganisme yang terdiri dari bakteri asam laktat, ragi, jamur fermentasi dan *actinomyces*. Jamur *kombucha* terdiri dari beberapa jenis jamur dan bakteri diantaranya adalah *Saccharomyces cerevisiae*, *S. Ludwigii*, *Acetobacter acety*, *A. Xylinum*, *Pichia fermentans* dan lain-lain (Naland 2008). Ragi terdiri dari berbagai bakteri dan fungi (khamir dan kapang), yaitu *Rhizopus*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Amylomyces*, *Endomycopsis*, *Saccharomyces*, *Hansenula anomala*, *Lactobacillus*, *Acetobacter* dan sebagainya (Dilip *et al.*, 1991).

Mekanisme pembentukan asam asetat yaitu bakteri asam asetat dapat menggunakan oksigen sebagai penerima elektron, urutan reaksi oksidasi biologis mengikuti perpindahan hidrogen dari

substrat etanol. Enzim etanol dehidrogenase dapat melakukan reaksi ini karena mempunyai sistem sitokrom yang menjadi kofaktornya. Bakteri-bakteri asam asetat, khususnya dari genus *Acetobacter* adalah mikroorganisme aerobik yang mempunyai enzim intraselular yang berhubungan dengan sistem bio-oksidasi menggunakan sitokrom sebagai katalisatornya (Suhartono, 1989).

METODE PENELITIAN

a. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Centrifuge Centrilic Model 228, Centrifuge Refrigerator HERMLE 2.400-K, seperangkat alat destilasi, buret 25 mL skala 0,05 mL, pipet *Effendorf* Bio-Rad 1000 dan 5000 μ L, alkoholmeter, pH meter Orion 210D, *Analytical Balance*, seperangkat *Blender*, Pemanas (*Oven*), Autoklaf ALLAMERICAN, Spektrofotometer THERMO Scientific Genesys 10S UV-Vis, Kromatografi Ion ICS-3000 DC DIONEX Thermo Fhiser Scientific, Ultrasonik, Vortex Fisher Genie 2, corong buchner, kertas saring whatman no. 42, kertas milipore ukuran 0,45 μ m, desikator dan peralatan gelas yang umum digunakan.

Bahan-bahan yang digunakan dalam ini adalah limbah kulit pisang kepok yang diperoleh dari penjual pisang kipas kuantan di jalan kuantan raya kota Pekanbaru, *starter* EM-4, *starter* jamur

Kombucha, ragi instan (*instant yeast*), ragi tape, glukosa anhidrat, gula merah, gula pasir, teh celup, Aseton, H₂SO₄ pekat, K-Na-tartarat, Kalium Hidrogen Pthalat, NaOH, indikator Phenolptalein, metanol *chromatography grade*, eluen 5 mM TBAOH (*Tert Buthyl Amino Hydroxyd*) dan 1 mM *Octane Sulfonic Acid*, larutan standar asam organik, Na₂CO₃ anhidrat, Na₂SO₄ anhidrat, CuSO₄.5H₂O anhidrat, ammonium molibdat tetrahidrat, disodium hidrogen arsenat.

Penelitian fermentasi pembentukan asam asetat dari limbah kulit pisang kepok dilakukan dalam beberapa tahapan diantaranya yaitu :

b. Tahap I (Persiapan dan Peremajaan *Starter*)

1. Persiapan ragi

Adapun prosedur tersebut adalah ragi digerus hingga berbentuk tepung kemudian masing-masing ragi disimpan dalam wadah yang bersih dan kering. Ragi disimpan kedalam lemari pendingin jika belum digunakan sebagai *starter*

2. Peremajaan *starter*

Peremajaan EM-4 dilakukan dengan menambahkan larutan EM-4, larutan gula merah sebagai nutrisi untuk mikroorganisme yang ada didalam larutan EM-4, dan air. Perbandingannya adalah 10 mL larutan EM-4, 10 mL larutan gula merah dan 1000 mL air. Ketiga bahan tersebut dicampurkan lalu

diinkubasi selama 24 jam pada suhu ruang, agar semua mikroorganisme menjadi aktif.

Prosedur peremajaan *Kombucha* adalah air dididihkan sebanyak 1 liter lalu gula pasir ditambah sebanyak 10 gram. Kemudian dididihkan kembali selama 5 menit. Bubuk teh dicelupkan pada larutan gula sampai warna teh menjadi pekat. Wadah dibilas menggunakan larutan teh yang masih dalam keadaan panas. Kemudian larutan teh dipindahkan kedalam wadah lalu didiamkan selama 2 hari agar suhunya mencapai 24°C. Setelah larutan teh dingin kemudian koloni *Kombucha* dimasukkan sebanyak 50 mL, lalu ditutup dengan kain kasa. Larutan diinkubasi selama 10 hari dan akan terbentuk lapisan baru dari koloni *Kombucha*.

c. Tahap II (Persiapan dan Analisis Sampel Limbah Kulit Pisang Kepok)

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini merupakan limbah kulit pisang kepok yang dikumpul dari penjual pisang goreng kuantan di jalan Kuantan Raya kota Pekanbaru. Kulit pisang dikompositkan, selanjutnya kulit pisang dibersihkan dari bonggol pisang, kemudian direndam dalam air lalu ditiriskan. Selanjutnya kulit pisang kepok kembali direndam di dalam air hangat sambil dibolak-balik, lalu ditiriskan diatas penyaring hingga sedikit kering. Kemudian sampel disimpan dalam wadah plastik ukuran 5 kg kemudian wadah plastik diikat. Sampel

disimpan dalam lemari pendingin. Dalam kondisi dingin sampel dapat bertahan selama 1-2 minggu untuk digunakan pada penelitian berikutnya.

1. Penentuan kurva standar gula pereduksi

Larutan glukosa 100 ppm dipipet sebanyak 5, 10, 15, 20 dan 25 mL. Masing-masing larutan dimasukan kedalam labu ukur 50 mL. Kedalam masing-masing labu ditambah akuades sampai garis miniskus, lalu masing-masing larutan dikocok sampai homogen. Dari pembuatan larutan tersebut diperoleh deretan konsentrasi 10, 20, 30, 40 dan 50 ppm. Tiap-tiap larutan standar dipipet sebanyak 1 mL, lalu dimasukan kedalam tabung reaksi (larutan standar). Akuades dipipet sebanyak 1 mL lalu dimasukan kedalam tabung reaksi (larutan blanko). Tiap-tiap larutan ditambah reagen Nelson-Somogyi sebanyak 1 mL. Masing-masing larutan dipanaskan selama 20 menit dengan menggunakan penangas air. Masing-masing tabung diangkat lalu didinginkan sampai suhu 24°C. Kedalam masing-masing larutan standar ditambah reagen Arsenomolibdat sebanyak 1 mL, lalu dikocok sampai endapan Cu_2O larut kembali. Masing-masing larutan ditambah akuades sebanyak 7 mL, lalu divortex selama 10 detik. Larutan blanko digunakan untuk standarisasi absorbansi larutan standar dan merupakan larutan standar dengan konsentrasi 0 ppm. Pengukuran larutan standar dilakukan pada saat kestabilan warna tercapai dan

panjang gelombang optimum. Kurva standar diperoleh dari hasil plot antara absorbansi dengan konsentrasi.

2. Penentuan gula pareduksi pada sampel

Sampel limbah kulit pisang kepok ditimbang sebanyak 100 gram, lalu dipotong kecil-kecil kemudian dimasukkan kedalam tabung blender. Kedalam tabung ditambah akuades sebanyak 150 mL, lalu diblender sampai berbentuk bubur yang halus. Bubur kulit pisang kepok ditimbang sebanyak 5 gram lalu ditambah akuades sebanyak 10 mL dan diaduk sampai homogen. Kemudian larutan disentrifuse selama 10 menit dengan kecepatan 2000 rpm. Ekstrak diambil sebanyak 1 mL lalu dimasukkan kedalam labu ukur 100 mL. Akuades ditambah sampai garis miniskus lalu dikocok hingga homogen. Perlakuan ini diulang sebanyak 3 kali. Sampel diambil sebanyak 1 mL lalu dimasukkan kedalam tabung reaksi (larutan sampel). Akuades dipipet sebanyak 1 mL lalu dimasukkan kedalam tabung reaksi (larutan blanko). Kedalam masing-masing larutan ditambah reagen Nelson-somogyi sebanyak 1 mL lalu dikocok sampai homogen. Masing-masing tabung dipanaskan selama 20 menit menggunakan penangas air. Setelah itu masing-masing larutan didinginkan sampai suhu 24°C. Masing-masing tabung ditambah reagen Arsenomolibdat lalu dikocok sampai endapan Cu_2O larut kembali. Masing-masing tabung ditambah akuades sebanyak 7 mL lalu

divortex selama 10 detik. Larutan blanko digunakan untuk melakukan standarisasi absorbansi larutan sampel. Masing-masing larutan diukur absorbansinya saat tercapai pita kestabilan warna dan pada panjang gelombang optimum.

d. Tahap III (Penetapan Jenis *Starter* Optimum)

1. Persiapan substrat

Sampel limbah kulit pisang kepok ditimbang sebanyak 100 gram, lalu dipotong kecil-kecil kemudian dimasukkan kedalam tabung blender. Air ditambah sebanyak 150 mL. Sampel diblender sampai menjadi bubur yang halus dan homogen (Substrat), perlakuan ini diulang sebanyak 3 kali untuk tiap-tiap substrat yang digunakan dalam fermentasi penetapan jenis *starter* optimal. Masing-masing substrat dimasukkan kedalam labu erlenmeyer 500 mL, lalu ditutup dengan aluminium foil. Masing-masing substrat disterilisasi menggunakan autoklaf selama 20 menit. Kemudian tiap-tiap substrat didiamkan selama 2 hari pada suhu kamar.

2. Penetapan jenis *starter* optimum

Starter (EM-4, KO, RT, dan RI) masing-masing ditimbang sebanyak 10 gram. Tiap-tiap *starter* dimasukan dalam wadah substrat berbeda. Tiap-tiap wadah ditutup dengan kertas koran. Larutan diinkubasi pada suhu 24-34°C selama 3 hari. Setelah 3 hari sampel didestilasi sampai terkumpul destilat sebanyak 50 mL. Kandungan etanol ditentukan

menggunakan metoda alkoholmeter. Jenis *starter* optimal ditunjukkan dengan hasil pengukuran kandungan etanol paling tinggi (*Starter X*). Perlakuan ini diulang sebanyak 3 kali.

e. Tahap IV (Penetapan Kondisi Pembentukan Asam Asetat Optimum)

1. Penetapan jumlah substrat optimal

Dalam penentuan jumlah substrat optimal adapun prosedur yang dilakukan adalah persiapan substrat yang digunakan. Sampel limbah kulit pisang kepok segar ditimbang masing-masing sebanyak 25, 50, 75 dan 100 gram. Masing-masing sampel dipotong kecil-kecil lalu ditambah air sebanyak 100 mL, kemudian diblender sampai menjadi bubur yang halus (substrat). Masing-masing substrat dimasukkan kedalam erlenmeyer 500 mL, lalu ditutup dengan aluminium foil. Setelah itu tiap-tiap substrat disterilisasi menggunakan autoklaf selama 20 menit. Kemudian tiap-tiap substrat didiamkan selama 2 hari pada suhu kamar. Dari pencampuran substrat dan air diperoleh konsentrasi substrat adalah 25, 50, 75 dan 100% (w/v). Perlakuan ini diulang sebanyak 3 kali.

Starter X ditimbang sebanyak 5 gram, lalu dimasukan kedalam tiap-tiap variasi kandungan substrat. Campuran ditutup dengan kertas koran, lalu diinkubasi pada suhu 24-34°C selama 3 hari. Setelah 3 hari sampel didestilasi sampai terkumpul destilat sebanyak 50 mL, lalu kandungan etanol ditentukan

menggunakan metoda alkoholmeter. Kandungan substrat optimal ditunjukkan dari kandungan etanol hasil fermentasi yang paling tinggi.

2. Penetapan jumlah *starter x* optimal

Setelah diperoleh jumlah substrat optimal maka selanjutnya penentuan jumlah *starter x* juga perlu dilakukan. Sampel limbah kulit pisang kepok ditimbang sebanyak jumlah optimal dan perlakuan ini diulang sebanyak 5 kali. Masing-masing sampel kulit pisang yang telah ditimbang lalu dipotong kecil-kecil. Masing-masing sampel ditambah air sebanyak 100 mL lalu diblender sampai menjadi bubur yang halus (substrat). Kemudian masing-masing dimasukkan kedalam erlenmeyer 500 mL, lalu ditutup dengan aluminium foil. Kemudian tiap-tiap substrat disterilisasi menggunakan autoklaf selama 20 menit. Setelah itu masing-masing substrat didiamkan selama 2 hari pada suhu kamar. Perlakuan ini diulang sebanyak 3 kali.

Starter X ditimbang masing-masing sebanyak 2, 3, 5 dan 5 gram. Kemudian masing-masing *starter* dimasukkan kedalam wadah substrat, lalu ditutup dengan kertas koran. Kemudian masing-masing diinkubasi pada suhu 24-34°C selama 3 hari. Setelah 3 hari larutan didestilasi sampai terkumpul destilat sebanyak 50 mL. Kandungan etanol ditentukan menggunakan alkoholmeter. Berat *starter X* optimal ditunjukkan dengan kandungan etanol maksimal.

3. Penetapan waktu optimal pembentukan asam asetat

Penentuan waktu optimal dilakukan dengan cara menggunakan limbah kulit pisang kepok dengan jumlah substrat dan *starter* x optimal yang diperoleh dari penelitian tahap sebelumnya. Limbah kulit pisang kepok ditimbang sebanyak jumlah optimal. Perlakuan ini diulang sebanyak jumlah variasi waktu fermentasi (1 sampai 14 hari). Tiap-tiap sampel yang telah ditimbang lalu dipotong kecil-kecil. Masing-masing sampel ditambah air sebanyak 100 mL, lalu diblender sampai menjadi bubur yang halus dan homogen (substrat). Tiap-tiap substrat dimasukkan kedalam Erlenmeyer 500 mL, lalu ditutup dengan aluminium foil. Tiap-tiap substrat disterilisasi menggunakan autoklaf selama 20 menit. Kemudian masing-masing substrat didiamkan selama 2 hari pada suhu kamar. *Starter* X ditimbang sebanyak jumlah optimal (perlakuan ini diulang sebanyak jumlah variasi waktu fermentasi) lalu masing-masing *starter* dimasukkan kedalam masing-masing substrat kemudian ditutup dengan kertas koran. Masing-masing sampel diinkubasi pada suhu 24-34°C dengan masing-masing variasi waktu. Perlakuan variasi waktu fermentasi ini diulang sebanyak 2 kali.

4. Analisis kandungan asam asetat metoda titrasi

Tiap-tiap sampel yang telah mencapai waktu fermentasi kemudian disentrifus pada suhu 20°C dengan

kecepatan 1000 rpm selama 20 menit. Ekstrak dipipet sebanyak 5 mL, kemudian dimasukkan kedalam labu ukur 50 mL. Akuades ditambah hingga miniskus lalu dikocok hingga homogen. Sampel dipipet sebanyak 10 mL lalu dimasukkan kedalam labu erlenmeyer 50 mL. Indikator PP ditambah sebanyak 2 tetes kedalam sampel lalu diaduk secara perlahan hingga homogen. Sampel dititrasi dengan menggunakan larutan NaOH 0,1N sampai terjadi perubahan warna dari tidak berwarna menjadi pink. Perlakuan ini diulang sebanyak 4 kali.

5. Analisis kadar asam asetat metoda kromatografi ion

Sampel hasil fermentasi optimal disentrifus pada suhu 15°C dengan kecepatan 1000 rpm selama 30 menit. Lapisan cairan dipipet sebanyak 10 mL lalu dimasukkan kedalam vial. Metanol ditambahkan sebanyak 1 mL kedalam larutan sampel. Larutan sampel disaring menggunakan kertas saring whatman 0,45 µm dengan menggunakan pompa vakum. Larutan sampel diambil sebanyak 1 mL lalu dimasukkan kedalam labu ukur 10 mL. Akuades ditambah hingga garis miniskus lalu dikocok hingga homogen. Larutan sampel diinjeksikan kedalam instrumen *ion chromatography*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis gula pereduksi dengan menggunakan metoda Nelson-Somogyi diperoleh sebesar 2.183±0,0058% b/b. Kandungan gula pereduksi tersebut

dapat digunakan sebagai bahan utama yang digunakan oleh *S. cerevisiae* dan *A. acety* yang ada pada *starter* EM-4, KO, RI dan RT untuk diubah menjadi asam asetat. Gula pereduksi merupakan hasil metabolisme karbohidrat yang digunakan untuk aktivitas pertumbuhan dan pembentukan metabolit sekunder oleh mikroba (Nur, 2009).

Jenis *starter* optimal yang diperoleh dari uji pendahuluan

digunakan untuk tahap selanjutnya, yaitu pembentukan asam asetat. Persentase kadar etanol terhadap penggunaan *starter* komersil yang digunakan memiliki kemampuan menghasilkan etanol dengan jumlah optimum adalah ragi tape dan hal ini berbeda nyata ($p < 0,05$) terhadap *starter* lainnya (Tabel 1).

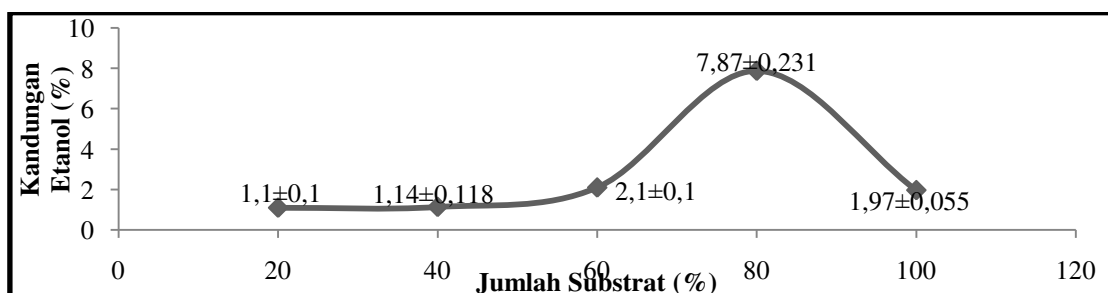
Tabel 1. Analisis kandungan etanol terhadap penggunaa *starter* komersil.

<i>Starter</i>	Kandungan etanol (%)
EM-4	2,03±0,058 ^b
Kombucha	1,00±0,000 ^c
Ragi nstan	1,13±0,115 ^c
Ragi tape	3,93±0,115 ^a

Perbedaan etanol yang dihasilkan jika dilihat dari aspek penggunaannya, Ragi tape umum digunakan untuk pembuatan tape sehingga dapat menghasilkan etanol yang cukup tinggi, EM-4 digunakan dalam bidang pertanian untuk pengomposan sampah-sampah organik, *Kombucha* digunakan sebagai minuman yang berkhasiat sebagai obat, ragi instan sering digunakan dalam industri makanan sebagai pengembang roti.

Berdasarkan hasil penelitian tahap penentuan jenis *starter* optimal, diperoleh *starter* yang optimal dalam fermentasi limbah kulit pisang kepok adalah Ragi Tape. Sehingga *starter* tersebut digunakan pada tahap penentuan jumlah substrat optimal.

Jumlah substrat optimal ditentukan berdasarkan etanol yang terbentuk dari porses fermentasi selama 3 hari. Hasil analisis kandungan etanol pada penetapan jumlah substrat optimal dapat dilihat pada Gambar 1.

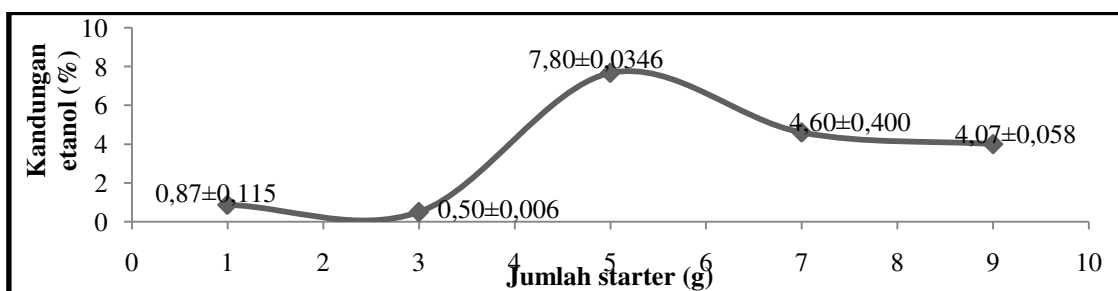


Gambar 1. Kandungan etanol hasil fermentasi pada variasi kandungan substrat

Rendahnya kadar etanol yang dihasilkan pada jumlah substrat 20-40% dikarenakan tidak seimbangnya jumlah ketersediaan karbon dengan jumlah mikroorganisme yang ada. Menurut Wulan pada tahun 2010 menjelaskan bahwa substrat yang sedikit akan menghasilkan gula yang sedikit pula dan hal tersebut berakibat terhadap kurangnya sumber karbon yang dibutuhkan oleh *S. Cerrevisiae* untuk menghasilkan etanol dalam jumlah yang besar. Pada saat jumlah substrat 100% terjadi penurunan secara signifikan, menurut Elevri dan Putra pada tahun 2006, konsentrasi substrat yang terlalu

tinggi akan mengurangi jumlah oksigen terlarut. Walaupun dalam jumlah oksigen yang sedikit namun masih tetap dibutuhkan oleh *S. Cerrevisiae* untuk pembentukan energi yang berupa Adenin Trifosfat (ATP) dalam proses glikolisis dan fosforilasi oksidatif.

Penetapan jumlah *starter* optimal berdasarkan kadar etanol yang terukur pada fermentasi dengan jumlah substrat optimal (80% b/v) dan menggunakan variasi jumlah *starter* (1, 3, 5, 7 dan 9 g). Hasil penetapan jumlah *starter* optimum pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2.



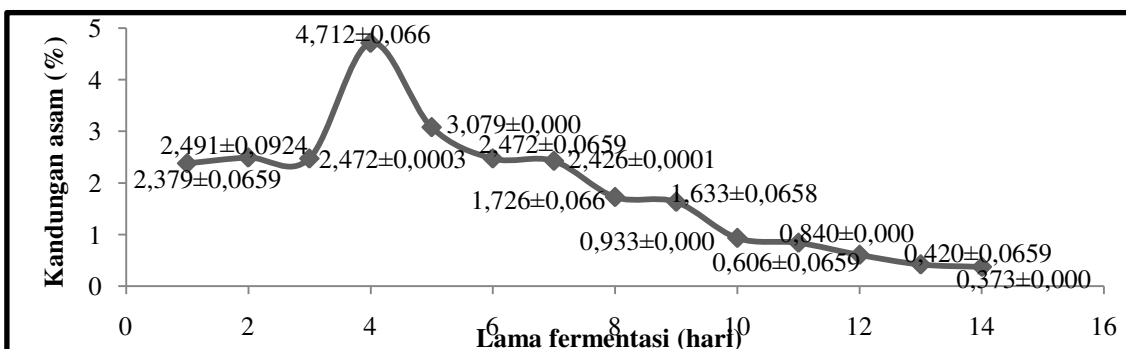
Gambar 2. Kandungan etanol hasil fermentasi pada variasi jumlah *starter*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi penurunan kadar etanol yang dihasilkan pada saat menggunakan *starter* sebanyak 3 gram, hal tersebut dikarenakan jumlah substrat yang lebih banyak, sehingga dalam hal ini *starter* menjadi jenuh dan menurunkan aktivitas enzim *piruvat dekarboksilase* dan enzim *alkohol dehidrogenase*. namun terjadi kenaikan hasil yang sangat drastis pada saat menggunakan *starter* sebanyak 5 g. Kadar etanol kembali menurun pada saat *starter* yang digunakan sebanyak 7 dan 9 g. Hal tersebut terjadi karena tidak seimbangnya antara jumlah substrat dan

starter. Jumlah *starter* yang terlalu tinggi diprediksikan jumlah mikroorganisme semakin banyak pula, sehingga jumlah glukosa sebagai sumber karbon banyak digunakan untuk pembelahan sel.

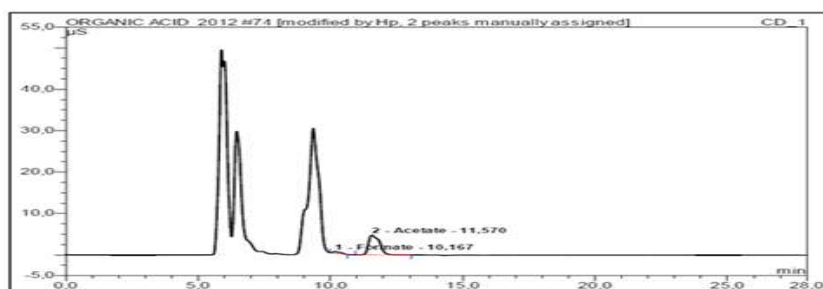
Waktu fermentasi optimum pembentukan asam asetat digunakan jumlah substrat 80 gram dan jumlah *starter* 5 gram kemudian analisis penentuan kandungan asam organik yang terbentuk dilakukan dengan metoda titrimetri kemudian dilakukan analisis asam asetat dengan menggunakan kromatografi ion. Hasil analisis

kandungan asam organik yang terbentuk pada Gambar 4. dengan metoda titrimetri dapat dilihat



Gambar 3. Kandungan asam organik dengan metoda titrimetri pada variasi waktu fermentasi

Produk fermentasi yang kromatografi ion dapat dilihat pada dianalisis menggunakan metoda Gambar 4.



Gambar 4. Kromatogram asam asetat ditentukan dengan metoda kromatografi ion

Berdasarkan hasil analisis asam asetat menggunakan metoda kromatografi ion, diperoleh hasil asam asetat adalah $0,75 \pm 0,05\%$ b/b. Nilai tersebut memiliki perbandingan yang sangat berbeda karena pada saat analisis menggunakan metoda titrimetri. Hal tersebut terjadi karena pada saat analisis menggunakan metoda titrimetri yang terukur adalah asam total. Peristiwa tersebut terjadi karena menurut Sá *et al.* tahun 2011, pada proses fermentasi maka akan dihasilkan sejumlah asam-asam organik seperti asam asetat, asam propionat, asam

isobutirat dan asam butirat. Sehingga perlu dilakukan proses pemisahan terlebih dahulu dengan menggunakan kromatografi ion untuk menentukan jumlah asam asetat yang sebenarnya.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa limbah kulit pisang kepok dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan asam asetat. Kandungan gula pereduksi pada limbah kulit pisang kapok segar adalah $2.183 \pm 0,0058\%$ b/b,

starter komersil optimal dalam fermentasi limbah kulit pisang kepek adalah ragi tape, jumlah limbah kulit pisang kepek optimal dalam pembentukan asam asetat adalah 80% b/v, jumlah *starter* optimal yang dibutuhkan adalah 5 gram dan waktu fermentasi optimal adalah 4 hari dengan jumlah asam asetat yang terbentuk adalah 0,75±0,05% b/b.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Ibu Dra. Hj. Itnawita, M. Si dan Ibu Dra. Hj. Andi Dahliaty, M. S yang telah membimbing penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Prabawati, S., Suyanti dan Setyabudi, D.A. 2008. *Teknologi Pascapanen dan Teknik Pengolahan Buah Pisang*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian (BPPP), Yogyakarta.
- Dewati, R. 2008. Limbah Kulit Pisang Kepok Sebagai Bahan Baku Pembuatan Etanol. *Skripsi*. UPN Veteran, Surabaya.
- Dilip, K.A., Ajello, L. dan Mukerji, K.G. 1991. *Handbook of Applied Mycology : Food and Feed*. CRC Press, India.
- Elevri, P.S. dan Putra, S.R. 2006. Produksi Etanol Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* yang Diamobilisasi dengan Agar Batang. *Jurnal Akta Kimindo*, 1 (2): 105-114.

- Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan I*. Gedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Harahap, H. 2003. Produksi Alkohol. *Karya Ilmiah*. Fakultas Teknik USU, Medan.
- Higa, T. 1998. *An Eart Saving Revolution*. 2nd Ed. Sunmark Publishing Inc, Tokyo.
- Naland, H. 2008. *Kombucha Teh Dengan Seribu Khasiat*. PT Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Nur, H.S. 2009. Suksesi Mikroba dan Aspek Biokimiawi Fermentasi Mandai dengan Kadar Garam Rendah. *MAKARA SAINS*, 13 (1): 13-16.
- Sá, L.R.V., Oliveira, M.A.L., Cammarota, M.C., Matos, A. dan Ferreira-Leitão, V.S. 2011. Simultaneous Analysis of Carbohydrates and Volatile Fatty Acids by HPLC for Monitoring Fermentative Biohydrogen Production. *International Journal of Hydrogen Energy*, 36 : 15177-15186.
- Sharrock dan Lusty. 1999. *Use of Musa*. In INIBAP Annual Report Montpellier, Prancis.
- Suhartono. 1989. *Enzim dan Bioteknologi*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Wulan, P.D.K., Dianursanti dan Amsal, T. 2010. Pemanfaatan Limbah Pisang untuk Pembuatan Etanol. *Proses Kimia Ramah Lingkungan*. ISSN 1410-9891