

**KUALITAS BIOETANOL LIMBAH TAPIOKA PADAT
KERING DENGAN PENAMBAHAN RAGI DAN H₂SO₄
PADA LAMA FERMENTASI YANG BERBEDA**

SKRIPSI
Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Guna Mencapai Derajat Sarjana S-1
Jurusan Pendidikan Biologi



Oleh:

TRIYANI

A420 050 050

FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2009

PERSETUJUAN

KADAR BIOETANOL LIMBAH TAPIOKA PADAT KERING DENGAN PENAMBAHAN RAGI DAN H₂SO₄ PADA LAMA FERMENTASI YANG BERBEDA

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :

TRIYANI
A 420 050 050

Disetujui untuk dipertahankan dihadapan
Dewan Penguji Skripsi S.1

Pembimbing I

Pembimbing II

Dra. Hj. Suparti, M.Si

Dra. Hj. Aminah Asngad, M.Si

PENGESAHAN

KADAR BIOETANOL LIMBAH TAPIOKA PADAT KERING DENGAN PENAMBAHAN RAGI DAN H₂SO₄ PADA LAMA FERMENTASI YANG BERBEDA

Yang dipersiapkan dan disusun oleh :

TRIYANI
A 420 050 050

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
pada tanggal : 18 Mei 2009

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat.

Susunan Dewan Penguji

1. Dra. Hj. Suparti, M.Si ()
2. Dra. Hj. Aminah Asngad, M.Si ()
3. Drs. Djumadi, M.Kes ()

Surakarta, 18 Mei 2009.

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
Dekan

Drs. Sofyan Anif, M.Si
NIK. 547

PERNYATAAN

Dengan ini, saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila ternyata kelak dikemudian hari terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas, maka saya akan bertanggung jawab sepenuhnya.

Surakarta, Mei 2009.

TRİYANI
A. 420 050 050

MOTTO

*Katakanlah: Sesungguhnya sembahyangku , ibadahku, hidupku dan matiku,
semuanya bagi Allah Tuhan Semesta alam
(Qs. Al – An 'am : 162)*

*Sesungguhnya Allah tidak akan merubah keadaan suatu kaum sehingga mereka
merubah keadaan yang ada pada mereka sendiri
(Q..S. Ar Raad : 11)*

PERSEMBAHAN

Segala puji hanya untuk Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayahNya, merubah yang tidak mungkin menjadi mungkin, merubah sulit menjadikan mudah. Sujud syukur kepadaMu ya Allah SWT atas kemudahan dan rizkiMU dengan hasil karya kecil ini penulis persembahkan kepada:

Bapak dan ibu tercinta yang tiada pernah henti memberikan kasih sayang, nasehat, perhatian, dorongan, materi dan kesabaran serta do'a yang selalu terucap mengalir untuk penulis sehingga skripsi ini terselesaikan.

Kakakku tercinta Mas Hadhy dan mas Danang engkau bagian dari hidupku, kebersamaan dan kasih sayang kita akan selalu ada sampai kapanpun, terimakasih atas doa, semangat, motivasi dan kemanjaan.

Untuk seseorang yang senantiasa memberikan kasih sayangnya untukku terima kasih yach...dukunganmu adalah kekuatan bagiku. Semoga hanya karena Allah SWT kita bertemu dan saling menyayangi.

Sobat dan temen-temenku (Angelia, Apri, Rina, Nurul, Piet) terima kasih atas persahabatan dan waktunya untuk saling berbagi, serta temen-temen biologi '05 yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Kuarga besar Bu Cipto serta teman2 kost Tantri, Ajeng, Tina, Lina, Lita (kekon yolan kalian senyum bagi ku), fika, Siwi, Leni, Putri, Rini, Sofi, Wiji, wi2, Lala terima kasih persahabatan dan semangatnya ya...

Almamaterku Tercinta.....

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum wr. Wb.

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur hanya untuk-Mu ya Raab penguasa raga dan jiwa ini dan yang telah memberikan keteguhan hati serta semangat sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul "Kadar Bioetanol Limbah Tapioka Padat Kering dengan Penambahan Ragi dan H_2SO_4 pada Lama Fermentasi yang Berbeda". Penulisan skripsi ini ditujukan untuk memenuhi syarat guna mencapai gelar sarjana S-I Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan meski dengan kekurangan dan keterbatasan pengalaman.

Dalam menyelesaikan skripsi ini banyak pihak yang telah memberikan perhatian, bantuan, bimbingan, motivasi dan arahan serta nasehat kepada penulis. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Ibu Dra. Hj. Suparti, M.Si. selaku Pembimbing I yang telah berkenan memberikan petunjuk, bimbingan, dorongan dan nasehat dengan penuh keikhlasan dan kesabaran dalam penyusunan skripsi ini.
2. Ibu Dra. Hj Aminah Asngad, M.Si. selaku Pembimbing II yang dengan sabar dan keikhlasannya memberi motivasi, bimbingan dan pengarahan serta meluangkan waktunya sejak awal sampai terselesaikan skripsi ini.
3. Bapak Drs. Djumadi, M.Kes. selaku dosen penguji III yang telah meluangkan waktunya untuk menguji skripsi dan selaku Pembimbing Akademik yang telah berkenan memberikan bimbingan dan pengarahan selama kuliah.

4. Seluruh Dosen Program Studi Pendidikan Biologi FKIP UMS yang telah mendidik dan mengajarkan ilmunya dari semester awal hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini..
5. Teman-temanku satu tim penelitian (Rina, Nurul, Septina, Sumi, Marlinda, Purwanti, Musrifah, Tatik dan Ilma). yang telah memberi arti sebuah kerja sama, persahabatan dan persaudaraan serta kekeluargaan..
6. Teman-teman biologi '05 terima kasih atas persahabatan, kebersamaan, kekompakan dan kerja samanya.
7. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tak mungkin disebutkan satu persatu.

Semoga amal baik yang telah mereka berikan senantiasa mendapat ridlo dari Allah SWT. Amin.

Sebesar apapun kemampuan yang penulis curahkan tidak akan bisa menutupi kekurangan dan keterbatasan dari skripsi ini. Oleh karena itu segala kritik yang membangun dan saran yang bermanfaat selalu penulis harapkan dengan senang hati agar skripsi ini lebih bermanfaat bagi pembaca umumnya dan bagi penulis khususnya. Amiin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Surakarta Mei 2009

Penulis

TRIYANI

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN MOTTO.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
ABSTRAK.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Pembatasan Masalah	5
C. Perumusan Masalah.....	6
D. Tujuan Penelitian.....	6
E. Manfaat Penelitian.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Ketela Pohon	8
B. Sekilas Tentang Tapioka	10
C. Karbohidrat.....	15

	D. Fermentasi.....	16
	E. Alkohol.....	18
	F. Khamir	19
	G. <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	21
	H. Asam sulfat (H ₂ SO ₄)	22
	I. Kerangka Pemikiran.....	25
	J. Hipotesis	25
BAB III	METODE PENELITIAN	
	A. Tempat dan Waktu Penelitian.....	27
	B. Alat dan Bahan Penelitian.....	27
	C. Pelaksanaan Penelitian	27
	D. Rancangan percobaan.....	30
	E. Metode Pengumpulan Data	31
	F. Analisis Data	32
BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
	A. Hasil Penelitian	36
	B. Pembahasan.....	39
BAB V	PENUTUP	
	A. Kesimpulan.....	46
	B. Saran	46
	DAFTAR PUSTAKA	
	LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Daftar Susunan Zat Gizi dalam 100 g Ketela Pohon	10
3.1 Kombinasi Perlakuan Pada Limbah Tapioka Padat Kering	30
3.2 Format Data Perlakuan Kadar ALkohol (%).	31
4.1 Pengamatan Kadar Alkohol Fermentasi Limbah Tapioka Padat Kering....	36
4.2 Hasil Uji Anava Dua Jalur Kadar Bioetanol Hasil Fermentasi Limbah Tapioka Padat Kering.....	37
4.3 Hasil Uji Ducan's (DMRT) Kadar Alkohol Limbah Tapioka Padat Kering.....	38

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Kerangka Berpikir	25
4.1 Histogram Kadar Biotanol Hasil Fermentasi Limbah Tapioka Padat Kering.....	40

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

1. Hasil Kadar Alkohol Menggunakan Anva Dua Jalur
2. Hasil Uji DMRT
3. Foto Alat Bahan dan Hasil Penelitian
4. Tabel F
5. Tabel Duncans Multipel Range Tests
6. Surat Kesediaan Menjadi Konsultan
7. Surat Perijinan Riset
8. Hasil Uji Kadar Alkohol Limbah Tapioka Padat Kering dengan Penambahan Ragi dan H_2SO_4 dari Laboratorium Kimia Fakultas Kesehatan Universitas Muhammadiyah Surakarta

KADAR BIOETANOL LIMBAH TAPIOKA PADAT KERING DENGAN PENAMBAHAN RAGI DAN H₂SO₄ PADA LAMA FERMENTASI YANG BERBEDA

Oleh :

TRİYANI. A. 420 050 050. Jurusan Pendidikan Biologi. Fak ultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Universitas Muhammadiyah Surakarta. 2009. 46 halaman.

ABSTRAK

Onggok merupakan bahan pangan sumber energi yang masih mengandung serat kasar dan pati. Nilai ekonomisnya masih rendah dan dapat mengakibatkan polusi, sehingga perlu adanya upaya penanganan limbah onggok yaitu diproses dengan cara fermentasi dan destilasi sehingga dapat menghasilkan bioetanol. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu fermentasi dan dosis ragi pada perlakuan yang dapat memberikan hasil optimum terhadap kadar alkohol yang dihasilkan pada fermentasi limbah tapioka padat kering dengan penambahan H₂SO₄ sebagai katalisator. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap pola faktorial dengan dua faktor yaitu faktor 1 waktu fermentasi dengan perlakuan 5hari, 7hari, 9hari faktor 2 dosis ragi dengan perlakuan 0g, 25g, 50g, 75g. Dari kedua faktor perlakuan diperoleh 12 macam kombinasi. Data dianalisis menggunakan Uji Anava dua jalur dan dilanjutkan dengan uji DMRT (Duncan's Multiple Range Test) yang berupa data yang menunjukkan kadar alkohol pada fermentasi limbah tapioka padat kering sesuai dengan perlakuan. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar alkohol tertinggi 16,90 %. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa perlakuan waktu fermentasi 9 hari dan dosis ragi 75g dapat memberikan pengaruh optimum terhadap kadar alkohol pada fermentasi limbah tapioka padat kering.

Kata kunci : limbah padat tapioka, waktu fermentasi, dosis ragi, kadar alkohol

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

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). Perkembangan industri pangan ini banyak mendatangkan keuntungan bagi masyarakat maupun pemerintahan, namun juga diiringi dengan timbulnya beberapa permasalahan baru diberbagai sektor. 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 (ekstrasi) 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. Analisa nutrisi : 18.3% air, 0.8% protein, 78% bahan ekstrak tanpa N, 2.2% lemak dan 2.5% abu serta nilai Mp adalah 76 (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).

Nilai jual onggok masih rendah yaitu Rp. 55,00 per kg. Onggok merupakan bahan pangan sumber energi yang masih mengandung serat kasar dan pati selain digunakan sebagai pakan. Nilai ekonomisnya masih rendah dan dapat mengakibatkan polusi, sehingga perbaikan metode penanganan limbah pabrik tapioka diharapkan dapat menghindarkan masalah pencemaran lingkungan, dapat meningkatkan nilai ekonomis onggok dan peningkatan efisiensi proses pengolahan tapioka (Winarno, 1988).

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 onggok. Perkembangan bioteknologi melalui pemanfaatan mikroba dengan proses fermentasi dapat

mengkonversi bahan secara enzimatik, misalnya onggok 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 dipasaran, hemoglobin, serum albumin dan glisin betain (Rahmawati, 2004).

Dalam proses pemecahan (cracking) suatu senyawa (tepung/pati) dapat ditambahkan bahan tertentu sebagai katalis untuk mempercepat jalannya reaksi, terutama reaksi yang menggunakan suhu dan tekanan rendah. Dalam proses pemecahan senyawa (pati/ tepung) dapat digunakan asam sulfat atau H_2SO_4 . Asam sulfat pekat merupakan sebuah katalis asam yang biasa digunakan dan dapat menimbulkan banyak reaksi sampingan. Katalis ini tidak hanya bersifat asam, tetapi juga merupakan agen pengoksidasi yang kuat (Anonim, 2007).

Proses sakarifikasi dapat dilakukan dengan menggunakan enzim amilase atau asam. Hidrolisis pati dengan asam (HCL atau H_2SO_4) memiliki kelemahan yaitu senyawa asam tersebut bersifat korosif. Pemberian senyawa asam akan membentuk senyawa lain yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba dan glukosa yang dihasilkan sedikit. Etanol umumnya diproduksi melalui tiga tahapan meliputi : hidrolisis pati (pembuatan bubur pati), liquifikasi, sakarifikasi dan fermentasi etanol (Crueger dan Crueger, 1984).

Etanol dapat diperoleh melalui konversi biomasa 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.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Khoridha (2006), setelah dilakukan pengujian terhadap kadar alkohol pada hasil fermentasi ampas umbi ketela pohon, maka hasil penelitian menunjukkan kadar alkohol terendah adalah 11,70% pada waktu fermentasi 9 hari dan dosis ragi 2g. Sedangkan kadar alkohol tertinggi adalah 41,67% pada waktu fermentasi 15 hari dan dosis ragi 8g. Hal ini menunjukkan semakin lama waktu fermentasi dan banyaknya dosis ragi yang diberikan maka semakin banyak kadar alkohol yang didapatkan.

Dalam penelitian Tatik (2008), setelah dilakukan pengujian terhadap kadar alkohol pada hasil fermentasi tepung umbi ketela pohon (*Manihot utilissima* Pohl) dengan penambahan H_2SO_4 , maka hasil penelitian menunjukkan kadar alkohol tertinggi adalah 30,60 % pada waktu fermentasi 7 hari dengan dosis ragi 100 g. Sedangkan kadar alkohol terendah adalah 13,13 % pada waktu fermentasi 7 hari dengan dosis ragi 50 g. Hal ini menunjukkan semakin lama waktu fermentasi dan banyaknya dosis ragi yang diberikan maka semakin banyak kadar alkohol yang didapatkan.

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.

Berdasarkan latar belakang di atas dilakukan penelitian tentang “KUALITAS BIOETANOL LIMBAH TAPIOKA PADAT KERING DENGAN PENAMBAHAN RAGI DAN H_2SO_4 PADA LAMA FERMENTASI YANG BERBEDA”.

B. Pembatasan Masalah

Untuk menghindari adanya perluasan permasalahan maka dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Subyek dalam penelitian adalah waktu fermentasi (5, 7, 9 hari) dan dosis ragi (25 g, 50 g, 75 g)
2. Obyek penelitian adalah kadar alkohol pada fermentasi limbah tapioka padat kering dengan penambahan H_2SO_4 sebagai penghasil bioetanol.
3. Parameter penelitian adalah pengukuran kadar bioetanol.

C. Perumusan Masalah

Berdasarkan pembatasan masalah di atas maka dapat diasumsikan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh waktu fermentasi, dosis ragi dan penambahan H_2SO_4 terhadap kadar alkohol pada fermentasi limbah tapioka padat kering.
2. Berapa kadar alkohol tertinggi yang dapat diperoleh dari hasil perbandingan waktu fermentasi, dosis ragi dan penambahan H_2SO_4 pada fermentasi limbah tapioka padat kering.

D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang ingin dicapai ialah:

1. Untuk mengetahui pengaruh waktu fermentasi, dosis ragi dan penambahan H_2SO_4 terhadap kadar alkohol pada fermentasi limbah tapioka padat kering.

2. Untuk mengetahui kadar alkohol tertinggi yang diperoleh dari hasil perbandingan waktu fermentasi, dosis ragi dan penambahan H_2SO_4 pada fermentasi limbah tapioka padat kering.

E. Manfaat Penelitian

Penelitian yang penulis lakukan diharapkan dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan masyarakat umumnya. Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat mengembangkan pemikiran ilmiah dalam memanfaatkan bahan yang tidak berguna menjadi berguna.
2. Memberikan informasi mengenai keefektifan perbandingan waktu fermentasi, dosis ragi dan H_2SO_4 .
3. Memberikan sumbangan ilmu pengetahuan tentang pemanfaatan limbah padat tapioka untuk digunakan sebagai bahan alternatif industri pembuatan alkohol.
4. Meningkatkan nilai ekonomis limbah pada t tapioka.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Ketela Pohon

Menurut Steenis (2005), ketela pohon mempunyai klasifikasi sebagai berikut :

Divisio	: Spermatophyta
Subdivisio	: Angiospermae
Classis	: Dicotyledonae
Ordo	: Euphorbiales
Famili	: Euporbiaceae
Genus	: Manihot
Species	: <i>Manihot utilissima</i> Pohl

Ketela pohon merupakan tanaman perdu yang tidak bercabang atau bercabang sedikit, tinggi dapat mencapai 3 – 5 m tergantung keadaan lingkungan pertumbuhannya. Tanaman ini termasuk tanaman tahunan, karena bisa hidup hingga beberapa tahun. Pohonnya kecil, akar-akarnya dapat menebal (merupakan umbi/tempat menyimpan cadangan makanan) yang banyak mengandung zat tepung. Batangnya berkayu tetapi mudah patah. Di dalam batang ini berisi semacam gabus yang berwarna putih, daunnya serupa jari tangan manusia (helaian daun berbelah dalam). Jumlah belahan helaian daun ada 59 buah tiap jenis mempunyai jumlah maksimum tertentu. Warna daun bagian atas hijau tua, bagian bawah hijau muda. Warna tangkai daunnya

ada yang merah tua, merah muda atau hijau. Tanaman ini jarang berbunga. Bunga merupakan satu malai, tapi seolah-olah berdiri sendiri (malai terlepas). Ketela pohon merupakan tanaman bunga berumah satu, bunga jantan dan betina terdapat malai yang berbeda. Biji serupa dengan biji jarak, hanya saja lebih kecil dan warnanya lebih muda (Sosrosoedirdjo, 1992).

Ketela pohon merupakan umbi yang banyak dikonsumsi masyarakat. Ketela pohon mengandung glikosida yang jumlahnya bervariasi. Bila kadar glikosida lebih dari 70 mg/kg ketela pohon, jenis ini disebut pahit. Bila kurang dari 70mg/kg ketela pohon termasuk jenis manis. Glikosida ini menyebabkan rasa pahit dan bila dimakan di dalam perut berubah menjadi asam hidrosian. Asam tersebut dapat mempengaruhi pernafasan sehingga orang dapat mati karena kekurangan O₂ atau disebut keracunan (Tarwotjo, 1981).

Ketela pohon mempunyai nama lain yaitu: ubi kayu, ubi jenderal, ubi Inggris (Indonesia), Telo pohong, kaspé, bodin, telo jenderal (Jawa), Sampea, singkong, huwi dangdeur, huwi jenderal (Sunda), kasbek (Ambon) dan ubi Perancis (Padang). Ketela pohon merupakan bahan makanan yang sangat penting terutama dimusim paceklik atau daerah-daerah yang keadaan makanannya sangat kurang terutama beras. Umbinya juga dapat digunakan sebagai bahan ekspor yaitu dijadikan gaplek, tepung dan sebagainya. Tanaman ini selain digunakan umbiunnya, daunnya juga dapat digunakan untuk sayur atau makanan ternak. Sebelum dimakan sebaiknya direbus terlebih dahulu karena mengandung racun HCN yang mudah hilang atau berkurang dengan

jalan direbus atau dilayukan dahulu karena ikatan HCN nya tidak begitu kuat seperti pada umbinya. Batangnya digunakan sebagai bahan bakar (Sosrosoedirdjo, 1992).

Tabel 2.1 Daftar susunan zat gizi dalam 100 gram ketela pohon

Komponen	Ketela pohon mentah	Ketela pohon kukus
Energi (kal)	154	153
Protein (gr)	1.0	1.2
Lemak (gr)	0.3	0.3
Karbohidrat (gr)	36.8	36.4
Serat (gr)	0.9	1.3
Abu (gr)	0.5	0.6
Ca (gr)	0.077	56
Phosphor (gr)	0.24	22
Besi (gr)	0.0011	0.4
Vitamin B1 (Si)	0.06	0
Vitamin C (gr)	0.031	20.6
Air (gr)	61.4	61.5

Direktorat Bina Gizi Masyarakat (1990) dalam Siti Zulaikah (2002).

B. Sekilas Tentang Tapioka

1. Bahan Baku Tepung Tapioka

Bahan baku tepung tapioka adalah singkong atau ubi kayu (*Manihot utilissima* Pohl. Ubi kayu menghasilkan umbi yang mengandung pati. Pada ubi kayu mengandung racun asam sianida. Pada ubi kayu manis kandungan asam sianida pada umbi sangat rendah sehingga tidak menimbulkan efek keracunan bagi yang mengkonsumsinya. Sedangkan ubi kayu pahit kandungan asam sianida sangat tinggi sehingga dapat menimbulkan keracunan bagi yang mengkonsumsinya. Panjang ubi berkisar antara 30 - 50 cm dengan garis tengah 5 - 10 cm.

Ubi kayu dapat ditanam di dataran rendah sampai dataran tinggi yang kurang dari 1(1300 mdpl). Tanaman ini membutuhkan udara hangat dengan suhu rata-rata 20⁰C dan curah hujan 500 - 5.000 mm.

Saat ini ubi kayu banyak ditanam di Indonesia, India Selatan, Thailand, Malaysia dan Brazilia. Umbi ubi kayu dapat diolah menjadi tapioka, gamplek dan beraneka ragam makanan (Hasbullah, 2000).

2. Produk Tapioka

Tapioka adalah pati yang diperoleh dari umbi tanaman ubi kayu (*Manihot utilissima poh*). Dalam perdagangan lebih dikenal sebagai “*tapioka flour*” atau tepung tapioka. Nama lain dari tapioka adalah pati kanji, pati ubi kayu, pati cassava, pati singkong, pati pohong sesuai dengan sebutan untuk ubi kayu di beberapa daerah. Pati merupakan polisakarida yang tersusun oleh molekul glukosa yang terdiri dari molekul amilosa dan amilo pektin. Seperti pati antara lain berbentuk makromolekul, tidak bermuatan, berbentuk granula yang padat dan tidak larut dalam air dingin, jika dipanaskan akan mengalami gelatinasi dalam keadaan kering berwarna putih dan dalam bentuk gelatin berwarna opak (Mulyoharjo, 1987).

Di tinjau dari segi penggunaan tapioka menunjukkan bahwa tapioka ini dapat digunakan sebagai bahan baku untuk keperluan, baik untuk keperluan industri makanan maupun industri lainnya. Untuk industri makanan misalnya sebagai bahan baku dalam pembuatan : mutiara pati,

biji pati, lempeng (*flake*), grits atau makanan bayi, pudding, kembang gula, krupuk. Sedangkan untuk industri non makanan misalnya untuk keperluan industri kertas sebagai *sizing agent* (bahan penghalus kertas). Industri kayu sebagai perekat dan lem. Industri kimia sebagai alkohol dan dekstrin industri tekstil sebagai *sizing agen* (bahan penghalus kain). Penggunaan tapioka dalam industri dapat meningkatkan perekonomian pada umumnya dan dapat mendorong peningkatan produksi ubi kayu dan peningkatan kesejahteraan petani ubi kayu pada khususnya (Mulyoharjo, 1987).

3. Proses Pembuatan Tapioka

Teknologi pembuatan tapioka pada industri kecil adalah sebagai berikut :

- a. Pengupasan kulit dilakukan oleh tenaga manusia dengan menggunakan pisau.
- b. Pencucian dilakukan dengan cara menyenprotkan air bersih.
- c. Pamarutan dilakukan secara mekanis yang digerakkan dengan mesin diesel. Hasil parutan adalah bubur ketela. Pada tahap ini air ditambah agar pamarutan lebih lancar pemerasan dan penyaringan (pengekstrakan) dapat dilakukan dengan cara :
 - 1) Pengekstrakan pati dilakukan dengan tenaga manusia, di atas kain kasa. Dari atas dialirkan air sedikit demi sedikit menggunakan gayung yang dikerjakan tangan manusia. Pengekstrakan dilakukan

secara mekanis, yaitu menggunakan saringan bergetar. Saringan berupa kasa halus. Di atas saringan bergetar tersebut air disemprotkan melalui pipa-pipa. Untuk memberikan tekanan yang tinggi digunakan pompa yang digerakkan dengan mesin diesel.

- 2) Pengendapan pati dilakukan di dalam bak-bak pengendapan. Bak pengendapan biasanya terbuat dari kayu, pasangan batu bata yang dilapisi porselin, bahkan ada bak pengendap yang alasnya dilapisi oleh kaca atau kayu. Lama pengendapan yang baik adalah empat jam dan pembuangan air tidak boleh lebih dari satu jam. Karena setelah lima jam sudah mulai terjadi pembusukan.
- d. Setelah pengendapan dianggap cukup, air yang di atas dibuang sebagai limbah cair dan tepung tapioka diambil. Beberapa pengrajin menambah bak pengendap lagi untuk mengendapkan limbah cair sebelum dibuang. Hasil buangan dinamakan lindur atau pelet yaitu pati yang kualitasnya jelek. Cara ini dapat menekan beban pencemaran.
- e. Setelah pati diambil, diletakkan pada tampi-tampi bambu, kemudian dijemur di bawah sinar matahari.
- f. Pati hasil pengeringan masih kasar, sehingga perlu digiling dan dilakukan penyaringan untuk menghasilkan tapioka halus. Rendaman pati biasaya berkisar antara 19% - 25% (Ashari, 2003).

4. Limbah Industri Tapioka

Limbah yang dihasilkan dari proses pembuatan tapioka ini termasuk limbah biologis atau organik, karena ditimbulkan sebagai sisa dari pengupasan ketelapohon yang merupakan salah satu bahan biologi atau organik, ada tiga macam limbah ya itu, limbah cair, limbah padat dan limbah gas. Limbah cair industri banyak mengandung pati terlarut, asam hidrosinat (HCN) yang mudah terurai menjadi sianida, nitrogen, fosfor dan senyawa organik. Menurut Mahida (1995), pada prinsipnya penanganan limbah industri pangan adalah mereduksi kandungan bahan organik yang terlarut berdasarkan penanganan secara fisika, kimia dan biologis.

a. Limbah padat.

Limbah padat terdiri dari dua jenis yaitu :

- 1) Limbah kulit yang didapatkan dari proses pembersihan singkong.

Adapun penanganannya dengan dijual kepada konsumen untuk pakan ternak.

- 2) Limbah dari ampas atau onggok yang didapat dari proses pamarutan dan pengepresan. Adapun penanganannya juga sama seperti limbah kulit yaitu dijual kepada konsumen untuk dijadikan bahan baku pakan ikan dan ternak (pellet).

b. Limbah cair.

Limbah cair ini dihasilkan dari proses pencucian bahan sebelum pamarutan , air hasil kerja separator yang memisahkan pati kental dari

air pelarutnya maupun dari pembersihan peralatan. Masalah yang ditimbulkan dari limbah cair ini adalah pencemaran bau dan keasaman.

C. Karbohidrat

Menurut Warsito (2004), karbohidrat sering disebut sakarida yaitu senyawa dapat didefinisikan Polihidroksialdehida/ keton yang mempunyai rumus empiris $(CH_2O)_n$. Karbohidrat tersebut luas ke beberapa jaringan tumbuh-tumbuhan maupun binatang. Pada tumbuhan karbohidrat merupakan hasil fotosintesis, misalnya amilum yang terdapat dalam sel tumbuhan dan selulosa sebagai kerangka tumbuhan.

karbohidrat dibagi menjadi 4 golongan yaitu:

1. Monosakarida atau gula sederhana, merupakan karbohidrat yang tidak dapat dihidrolisa dalam bentuk yang lebih sederhana tanpa kehilangan 4 golongan. Contoh : triosa, pentose, heksosa dan heptosa.
2. Disakarida adalah karbohidrat yang apabila dihidrolisa dihasilkan 2 molekul yang sama/ berbeda dari monosakarida. Contoh maltosa, sukrosa dan laktosa.
3. Oligosakarida adalah karbohidrat yang apabila dihidrolisa menghasilkan 3-10 unit monosakarida. Contoh : trisakarida (tersusun 3 molekul monosakarida) misalnya pada raffinosa, bila dihidrolisa menghasilkan glukosa, fruktosa dan galaktosa.

4. Polisakarida adalah karbohidrat yang apabila dihidrolisa menghasilkan lebih dari 10 molekul monosakarida. Contoh : amilum, dekstrin, glikogen, selulosa, inulin, pentosan, lignin, glukoprotein, galaktan dan pektin.

Menurut Fessenden (1997), karbohidrat adalah sumber energi utama manusia kebanyakan karbohidrat yang kita makan adalah tepung/ pati/ amilum yang ada dalam gandum, jagung, beras, kentang, dan padi-padian lainnya buah serta sayuran.

Menurut Lechninger (1994), karbohidrat sebagai media tumbuh bakteri. Karbohidrat dalam bentuk gula pati merupakan bagian utama kalori yang dikonsumsi manusia dan hewan serta berbagai organisme. Karbohidrat merupakan senyawa hidrat polihidroksiketon. Sifat kimia dari kedua gugusan fungsional yaitu gugus hidroksil dan karbonil.

D. Fermentasi

Fermentasi adalah proses terjadinya dekomposisi gula menjadi alkohol dan karbondioksida. Proses fermentasi ini dimanfaatkan oleh para pembuat bir, roti, anggur, bahan kimia, para ibu rumah tangga dan lain-lain. Alkohol dapat dibuat dari bahan penghasil karbohidrat apa saja yang dapat difermentasi oleh khamir. Apabila padi-padian seperti jagung dan karbohidrat kompleks yang lain dipergunakan sebagai bahan mentah, maka pertama-tama bahan tersebut perlu dihidrolisis menjadi gula sederhana yang dapat difermentasikan (Pelczar dan Chan, 1988).

Fermentasi didefinisikan sebagai perombakan aerob karbohidrat yang menghasilkan pembentukan produk fermentasi yang stabil. Contoh produk fermentasi oleh mikroorganisme yang dapat dimanfaatkan meliputi barang-barang etil alkohol, asam laktat, asam asetat, gliserol, butilen, glikol, aseton, butanol dan asam butirat. Selain itu banyak fungsi digunakan untuk produksi asam organik komersial seperti asam sitrat, asam fumarat, asam malat dan asam suksinat (Volk dan Wheeler, 1993).

Pembuatan alkohol dengan cara fermentasi biasanya dengan bantuan mikroorganisme atau mengenal bahan dasarnya yang dapat dipakai untuk membuat alkohol dengan cara fermentasi ini pada dasarnya bahan yang mengandung pati atau glukosa, misalnya: singkong, beras ketan dan tetes tebu. *Aspergillus*, *Saccharomyces cerevisiae* akan mengubah glukosa menjadi alkohol. Untuk memisahkan alkohol dari air dapat dilakukan penyulingan atau destilasi bertingkat, sehingga dapat diperoleh alkohol dengan kadar lebih kurang 90% (Fesenden dan Fessenden, 1991).

Menurut Rukmana dan Yuniarsih (2001), berdasarkan produk yang difermentasi digolongkan menjadi dua macam yaitu sebagai berikut:

1. Fermentasi alkoholis yaitu fermentasi yang menghasilkan alkohol sebagai produk akhir disamping produk lainnya, misalnya pada pembuatan wine, cider dan tape.

2. Fermentasi nonalkoholis yaitu fermentasi yang tidak menghasilkan alkohol sebagai produk akhir selain bahan lainnya, misalnya pada pembuatan tempe, antibiotika dan lain-lain.

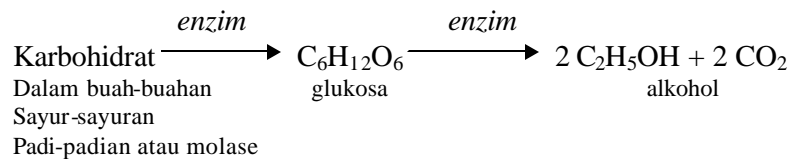
Hasil fermentasi dipengaruhi oleh teknologi yang dipakai. Pemilihan mikroorganisme biasanya didasarkan pada jenis karbohidrat yang digunakan sebagai medium. Misalnya untuk memproduksi alkohol dari pati dan gula dipergunakan *Saccharomyces cerevisiae* dan kadang-kadang digunakan untuk bahan-bahan laktosa dari whey (air yang ditinggalkan setelah susu dibuat keju) menggunakan *Candida pseudotropicalis*. Seleksi tersebut bertujuan didapatkan mikroorganisme yang mampu ditumbuhkan dengan cepat dan mempunyai toleransi terhadap konsentrasi gula yang tinggi, mampu menghasilkan alkohol dalam jumlah banyak dan tahan terhadap alkohol tersebut (Said, 1987).

E. Alkohol

Alkohol bukan hal yang asing lagi bagi kita. Alkohol sering didefinisikan dengan pembersih luka dengan kadar 90% atau 70%. Selain itu juga kita mengenal dengan minuman beralkohol, bahkan ada jenis-jenis makanan dengan mengandung alkohol. Tape juga terbuat dari singkong mengandung alkohol. Alkohol yang sering kita jumpai sebenarnya merupakan senyawa etanol dengan rumus molekul C_2H_5OH . Sifat khas senyawa ini bisa

mempengaruhi susunan saraf pusat yang diminum dalam jumlah banyak, akan membuat kita tidak sadar atau mabuk (Widianarko, 2002).

Menurut Wresniwiro(1999), alkohol merupakan cairan bening, mudah menguap, mudah bergerak, tidak berwarna, bau khas, rasa panas, alkohol mudah terbakar dengan memberikan nyala berwarna biru dan tak berasap. Nama lain dari alkohol adalah Aethanol, etanol, ethil alkohol. Etanol/Etil alkohol/alkohol ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) tak berwarna, cair, larut dalam air, kadang disebut alkohol padi-padian (grant) karena dapat diperoleh dengan cara fermentasi dari padi-padian. Sebenarnya fermentasi dari semua bahan yang mengandung karbohidrat seperti anggur, molase, dan kentang juga padi menghasilkan etanol.



Etanol yang dipakai untuk minuman dan gasohol masih dibuat secara fermentasi. Etanol yang dipakai sebagai pelarut dibuat dengan hidrasi dari etilen dari suatu zat petrokimia yang didapat dari reaksi pemecahan minyak bumi (Fessenden, 1997).

F. Khamir

Khamir adalah organisme bersel tunggal dengan ukuran antara 5-20 mikron. Biasanya berukuran 5-10 kali lebih besar dari bakteri. Terdapat

bermacam-macam bentuk khamir tergantung pada lama pembelahan selnya. Khamir tak bergerak karena tidak memiliki struktur tubuh dibagian luarnya. Beberapa jenis khamir dapat mengubah karbohidrat menjadi etil alkohol dalam pembuatan minuman keras. Khamir mempunyai peranan dalam industri makanan, khamir banyak dimanfaatkan dalam pembuatan bir, anggur, miras, roti dan produk makanan fermentasi. Galur *Saccharomyces* hingga saat ini yang paling banyak diinginkan untuk keperluan industri makanan fermentasi (Volk dan Wheeler, 1993).

Khamir ragi dapat dipakai untuk membuat adonan atau ramuan yang digunakan untuk perubahan bahan makanan dan minuman seperti tempe, oncom, tape, roti, anggur, bir, brem dan lain-lain. Ragi untuk tape merupakan campuran populasi terhadap spesies-spesies dari genus *Aspergillus*, *Saccharomyces*, *Candida* dan *Hansenulla*, serta bakteri *Acetobakte*. Genus-genus tersebut hidup bersama-sama secara sinergetik. *Aspergillus* dapat menyederhanakan amilum, sedangkan *Saccharomyces*, *Candida* dan *Hansenulla* dapat menguraikan gula menjadi alkohol dan berbagai macam zat organik lainnya. *Acetobakter* menumpang untuk mengubah alkohol menjadi asam cuka (Tarigan, 1988).

Khamir banyak terdapat pada buah-buahan, lendir, 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)

G. Saccharomyces cerevisiae

Menurut Schlegel (1994), produksi utama alkohol adalah ragi, terutama dari strain *Saccharomyces cerevisiae*. Ragi-raji, seperti yang juga kebanyakan fungi merupakan organisme yang bersifat aerob. Dalam lingkungan terisolasi dari udara, organisme ini meragikan karbohidrat menjadi etanol dan karbon dioksida. Ragi sendiri adalah organisme aerob pada kondisi anaerob. Dengan mengalirkan udara, maka peragian dapat dihambat sempurna dengan memasukkan banyak udara.

Saccharomyces cerevisiae merupakan khamir yang penting pada fermentasi yang utama dan akhir, karena mampu memproduksi alkohol dalam konsentrasi tinggi dan fermentasi spontan (Sudarmaji, 1982).

Galur-galur *Saccharomyces cerevisiae* yang dipilih untuk memproduksi ragi roti secara komersil memiliki kemampuan untuk memfermentasi gula dengan baik didalam adonan dan tumbuh dengan cepat. Karbondioksida yang dihasilkan selama fermentasi itulah yang membuat adonan mengembang. Mutu produk bergantung kepada seleksi khamir yang baik, keadaan inkubasi, dan pemilihan bahan mentah (Pelczar dan Chan, 1988).

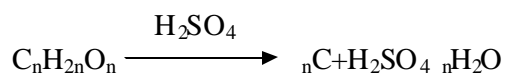
Sel-sel bundar, lonjong, memanjang atau seperti benang dan menghasilkan Pseudomiselium. Berkembang biak secara vegetatif dengan cara penguncupan multilateral. Konjugasi isogami atau heterogami dapat mendahului atau dapat setelah pembentukan askus. Dapat berbentuk tonjolan-

tonjolan. Setiap askus dapat mengandung satu sampai empat spora dengan berbagai bentuk. Spora dapat berkonjugasi. Desimilasi berlangsung dari oksidatif yang disukai sampai pada fermentasi yang dominan. Dalam pembiakan cair biasanya terjadi pertumbuhan di dasar. Cincin dan partikel dapat terbentuk dengan waktu yang lebih panjang. Senyawa-senyawa gula yang umum biasanya difermentasikan dengan kuat, nitrat tidak diasimilasikan. Kebanyakan khamir industri tergolong dalam genus *Saccharomyces*, contohnya adalah *Saccharomyces cerevisiae* (Pelczar dan Chan, 1988).

H. Asam sulfat (H_2SO_4)

Asam sulfat (H_2SO_4) sangat penting dalam industri dan dibuat dalam jumlah yang jauh lebih besar dari pada asam lain. Pembuatannya mula-mula memerlukan pembakaran belerang menjadi SO_2 . Kemudian oksidasi SO_2 menjadi SO_3 harus dikatalis, baik secara homogen dengan oksidasi nitrogen (proses kamar timbal) atau secara heterogen dengan platina (proses kontak). Asam sulfat adalah cairan yang tidak berwarna, seperti minyak dan higroskopik, dengan berat jenis 1,838 gr/ml. asam pekat yang murni dan komersial adalah suatu campuran bertitik didih konstan, dengan titik didih 388% dan mengandung asam kira-kira 98%. Cairan dapat bercampur dengan air dalam semua perbandingan dengan melepaskan panas yang banyak sekali (Setiono dan Pudjaatmaka 1983).

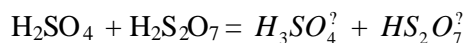
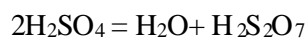
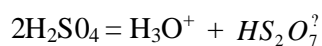
Asam sulfat bukanlah oksidator yang sangat kuat bagi karbohidrat dan zat organik lainnya. Seringkali memecahkan senyawa karbon menjadi unsur karbon.



Kesetimbangan H_2SO_4 murni cukup rumit. Selain ionisasi diri.



Ada juga kesetimbangan hidrasi/ dehidrasi seperti :



Dan sebagainya (Cotton dan Wilkinson, 1989).

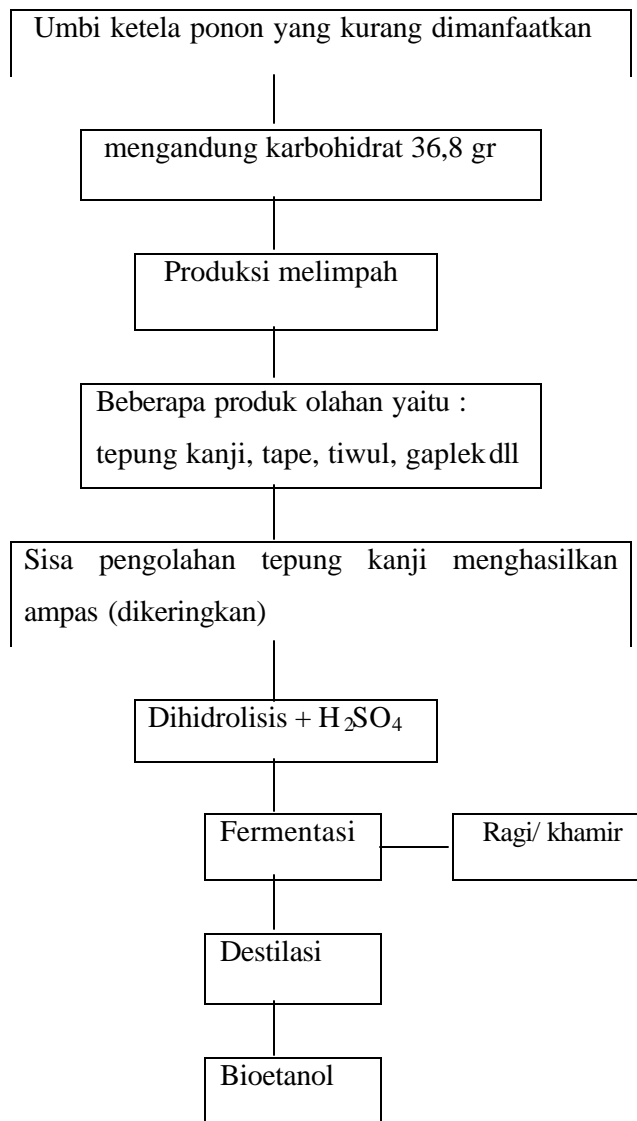
Asam sulfat mempunyai rumus H_2SO_4 , merupakan asam mineral yang kuat. Zat ini larut dalam air dengan semua kepekatan. Reaksi hidrasi asam sulfat adalah reaksi eksoterm yang kuat. Jika kita menambahkan air ke dalam asam sulfat pekat, maka akan mendidih. Hal tersebut disebabkan perpaduan isi antara kedua cairan. Jika air dimasukkan ke dalam asam sulfat, maka cenderung untuk terapung di atas asam. Asam sulfat merupakan agen pengeringan yang baik dan digunakan dalam pengolahan kebanyakan buah-buahan kering (Anonim, 2007).

Untuk pembuatan larutan asam sulfat (H_2SO_4), pembuatan dan perhitungan konversi dari persen ke normalitas analog seperti dalam HCL

akan tetapi valensi dari H_2SO_4 adalah dua sebab H_2SO_4 adalah 1,84 gram/ ml dengan berat molekul (BM) sebesar 98,07.

Larutan baku asam sulfat 0,1 N dibuat dengan mengencerkan 4,904 gram asam sulfat dengan air secukupnya hingga diperoleh 1000 ml larutan. Dengan mempertimbangkan berapa persen asam sulfat yang tersedia dan berat jenisnya maka dapat diketahui berapa ml asam sulfat yang setara dengan 4,904 gram asam sulfat. Cara pembakuan larutan baku asam sulfat dilakukan dengan cara yang sama dengan pembakuan asam klorida (Mursyidi, 2006).

I. Kerangka Berfikir



Gambar 2.1 Kerangka Berpikir

Dari gambar atau bagan di atas dapat dijelaskan bahwa, saat ini ketela pohon saat ini kurang dimanfaatkan secara maksimal oleh masyarakat dan mempunyai nilai jual yang rendah, sangat menguntungkan apabila dapat mengubah ketela pohon menjadi suatu produk yang mempunyai nilai ekonomi

untuk diubah menjadi produk mempunyai nilai guna dan nilai ekonomi untuk diubah menjadi produk baru bermutu tinggi.

Dari produk yang dihasilkan suatu sisa yang berupa ampas yang sudah dikeringkan dapat menghasilkan etanol dengan cara sederhana melalui proses fermentasi. Ampas kering dihidrolisis dengan cara direbus menjadi bubur dan dalam proses ini ditambahkan H_2SO_4 sebagai katalis karbohidrat yang masih terkandung di dalam ampas kering akan diubah menjadi glukosa dan gula yang akan dijadikan alkohol. Tinggi rendahnya alkohol ditentukan oleh aktivitas khamir/ragi dengan substrat gula yang terfermentasi. Untuk menghasilkan alkohol diperlukan proses destilasi yang dilakukan setelah proses fermentasi selesai yaitu pemisahan antara air dengan alkohol yang nantinya akan menghasilkan bioetanol.

J. Hipotesis

Berdasarkan latar belakang permasalahan dan kajian teori, dapat dirumuskan hipotesa sebagai berikut:

“Ada pengaruh waktu fermentasi dan dosis ragi terhadap kadar bioetanol pada fermentasi limbah tapioka padat kering dengan penambahan H_2SO_4 ”.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

1. Tempat penelitian
 - a. Destilasi di Laboratorium Kimia Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta.
 - b. Pengujian kadar alkohol di Laboratorium Kimia Fakultas Ilmu Kedokteran Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Waktu penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari sampai Februari 2009.

B. Alat dan Bahan

1. Alat

Pisau, parut, timbangan kasar, timbangan analitik, mangkuk besar, kain, plastik, toples, karet, panci, seperangkat alat destilasi, pipet 1 ml, tabung reaksi, alkoholmeter, waterbath, spektrofotometer.
2. Bahan

Limbah padat tapioka padat dikeringkan, air, ragi jenis NKL, H₂SO₄.

C. Pelaksanaan penelitian

1. Pembuatan fermentasi ketela pohon
 - a. Mengupas, membersihkan dan memarut umbi ketela pohon

- b. Memisahkan antara ampas dan sari umbi ketela pohon dengan cara memeras hasil parutan tersebut dengan kain, kemudian mengeringkan limbah atau ampas yang diperoleh tersebut.
- c. Menimbang ampas umbi tersebut sebanyak 500 g untuk masing-masing perlakuan (ada 12 perlakuan jadi ampas yang dibutuhkan 6000 g)
- d. Mencampurkan ampas ketela pohon dengan air dengan perbandingan 1:5 dan menambahkan H_2SO_4 8%
- e. Merebus campuran pada panci dengan api sedang dan mengaduknya secara terus-menerus sampai campuran berwarna kecokelatan
- f. Mendinginkan adonan 1 sampai 2 jam hingga benar-benar dingin.
- g. Setelah dingin, bahan dinetralkan dengan penambahan NaOH, setelah itu pH diturunkan kembali dengan menggunakan H_2SO_4 sampai pH 4,5-5,5
- h. Membuat starter yaitu dengan menggunakan air gula sebanyak 16% dari dosis ragi kemudian dicampur pada ragi.
- i. Mencampur bahan dengan ragi tape merk NKL yang sudah dibuat starter, masing-masing dengan dosis yang telah ditentukan (25g, 50g, 75g)
- j. Memasukkan bahan ke dalam toples kemudian menutup toples dengan plastik
- k. Menginkubasi bahan masing-masing selama 5, 7, 9 hari.

2. Destilasi alkohol
 - a. Mengambil sampel atau fermentasi cairan ampas umbi ketela pohon kemudian memasukkan kedalam alat destilasi air.
 - b. Mendestilasi alkohol dengan cara memanaskan cairan ampas umbi ketela pohon hasil fermentasi sampai mendidih pada suhu $78^{\circ} - 79^{\circ}\text{C}$.
 - c. Mengembunkan uap hasil destilasi tersebut dan menampungnya kedalam tabung penampung (erlenmeyer).
 - d. Bila uap sudah tidak menetes lagi, maka mengambil hasil destilasi tersebut dan menyimpannya kedalam botol.
3. Uji kadar alkohol
 - a. Menyiapkan larutan alkohol dari hasil destilasi fermentasi ampas umbi ketela pohon.
 - b. Menuangkan alkohol pada tabung reaksi dan mengukurnya dengan *alkoholmeter*.
 - c. Memasukkan larutan alkohol kedalam tabung reaksi yang telah diberi kalium karbonat, kalium dikarbonat dan etanol.
 - d. Memasukkan tabung reaksi tersebut kedalam *waterbath* selama 2 jam untuk menginkubasi larutan alkohol tersebut.
 - e. Setelah diinkubasi selama 2 jam, kemudian diuji pada *spektrofotometer* dan membaca kadar alkohol yang tertera.

D. Rancangan Percobaan

Dalam penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) pola faktorial yang terdiri dari 2 faktor dengan 12 kombinasi perlakuan dan masing-masing perlakuan menggunakan 3 kali ulangan. Adapun faktor perlakuan adalah sebagai berikut:.

Faktor 1: Waktu Fermentasi (W)

W_1 = Waktu fermentasi 5 hari

W_2 = Waktu fermentasi 7 hari

W_3 = Waktu fermentasi 9 hari

Faktor 2: Dosis Ragi (D)

D_0 = Tanpa dosis ragi

D_1 = Dosis ragi 25/500 g

D_2 = Dosis ragi 50/500 g

D_3 = Dosis ragi 75/500 g

Tabel 3.1 Kombinasi Perlakuan Pada Limbah Tapioka Padat Kering

D \ W	D_0	D_1	D_2	D_3
W_1	W_1D_0	W_1D_1	W_1D_2	W_1D_3
W_2	W_2D_0	W_2D_1	W_2D_2	W_2D_3
W_3	W_3D_0	W_3D_1	W_3D_2	W_3D_3

Keterangan :

W_1D_0 : Waktu fermentasi 5 hari tanpa penambahan ragi

W_1D_1 : Waktu fermentasi 5 hari dengan dosis ragi 5%

W_1D_2 : Waktu fermentasi 5 hari dengan dosis ragi 10%

W_1D_3 : Waktu fermentasi 5 hari dengan dosis ragi 15%

W_2D_0 : Waktu fermentasi 7 hari tanpa penambahan ragi

W_2D_1 : Waktu fermentasi 7 hari dengan dosis ragi 5%

W_2D_2 : Waktu fermentasi 7 hari dengan dosis ragi 10%

W_2D_3 : Waktu fermentasi 7 hari dengan dosis ragi 15%

W_3D_0 : Waktu fermentasi 9 hari tanpa penambahan ragi

W_3D_1 : Waktu fermentasi 9 hari dengan dosis ragi 5%

W_3D_2 : Waktu fermentasi 9 hari dengan dosis ragi 10%

W_3D_3 : Waktu fermentasi 9 hari dengan dosis ragi 15%

Tabel 3.2 Format Data Perlakuan Kadar ALkohol (%)

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-rata	Standar Deviasi
	1	2	3			
W ₁ D ₀						
W ₁ D ₁						
W ₁ D ₂						
W ₁ D ₃						
W ₂ D ₀						
W ₂ D ₁						
W ₂ D ₂						
W ₂ D ₃						
W ₃ D ₀						
W ₃ D ₁						
W ₃ D ₂						
W ₃ D ₃						

E. Metode Pengumpulan Data

Dalam melaksanakan penelitian ini metode pengumpulan data yang digunakan terdiri dari 3 macam yaitu :

1. Metode Eksperimen

Metode eksperimen dilakukan dengan melaksanakan penelitian sendiri, secara langsung sehingga dapat memperoleh hasil yang jelas tentang efektifitas waktu fermentasi dan dosis ragi terhadap kadar alkohol pada fermentasi limbah tapioka padat kering.

2. Metode dokumentasi

Metode dokumentasi ini berupa gambar atau foto yang mengacu pada penelitian efektifitas waktu fermentasi dan dosis ragi terhadap kadar alkohol pada fermentasi limbah tapioka padat kering.

3. Metode kepustakaan

Metode kepustakaan dilakukan dengan mempelajari buku literatur, referensi yang mendukung teori dalam penelitian.

F. Analisis Data

Dari hasil eksperimen dianalisis secara deskriptif kuantitatif dalam bentuk statistik dengan menggunakan analisis varian 2 jalur (Anava 2 jalur) untuk mengetahui perbedaan antara perlakuan. Adapun langkah-langkah analisis varian 2 jalur yaitu sebagai berikut:

1. Menghitung faktor korelasi (FK)

$$FK = \frac{(\sum X)^2}{r.a.b}$$

2. Menghitung jumlah kuadrat total (JK_T)

$$JK_T = \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{r.a.b}$$

3. Menghitung jumlah kuadrat perlakuan (JK_P)

$$JK_P = \frac{(\sum X_{ij})^2}{r} - FK$$

4. Menghitung jumlah kuadrat variabel A (JK_A)

$$JK_A = \frac{(\sum X_A)^2}{r.A} - FK$$

5. Menghitung jumlah kuadrat variabel B (JK_B)

$$JK_B = \frac{(\sum X_B)^2}{r.B} - FK$$

6. Menghitung jumlah kuadrat variabel A dan B (JK_{AB})

$$JK_{AB} = JK_P - JK_A - JK_B$$

7. Mencari jumlah kuadrat galat (JK_G)

$$JK_G = JK_T - JK_A - JK_B - JK_{AB}$$

8. Menghitung db_P

$$db_P = A \cdot B - 1$$

9. Menghitung db_A

$$db_A = A - 1$$

10. Menghitung db_B

$$db_B = B - 1$$

11. Menghitung db_T

$$db_T = N - 1$$

12. Menghitung db_{AB}

$$db_{AB} = db_A \times db_B$$

13. Menghitung db_G

$$db_G = db_T - db_A - db_B - db_{AB}$$

14. Menghitung kuadrat tengah perlakuan (KT_P)

$$KT_P = \frac{JK_P}{db_P}$$

15. Menghitung kuadrat tengah variabel A (KT_A)

$$KT_A = \frac{JK_A}{db_A}$$

16. Menghitung kuadrat tengah variabel B (KT_B)

$$KT_B = \frac{JK_B}{db_B}$$

17. Menghitung kuadrat tengah variabel A dan B (KT_{AB})

$$KT_{AB} = \frac{JK_{AB}}{db_{AB}}$$

18. Menghitung kuadrat tengah galat (KT_G)

$$KT_G = \frac{JK_G}{db_G}$$

19. Menghitung F_{hitung} variabel perlakuan (F_P)

$$F_{hitung P} = \frac{KT_P}{KT_G}$$

20. Menghitung F_{hitung} variabel A (F_A)

$$F_{hitung A} = \frac{KT_A}{KT_G}$$

21. Menghitung F_{hitung} variabel B (F_B)

$$F_{hitung B} = \frac{KT_B}{KT_G}$$

22. Menghitung F_{hitung} variabel AB (F_{AB})

$$F_{hitung AB} = \frac{KT_{AB}}{KT_G}$$

Untuk mengetahui perlakuan yang menunjukkan beda nyata dilakukan pengujian dengan uji *Duncan New Multiple Range Test* sebagai berikut:

1. Menyusun rata-rata dan perlakuan menurut rangkaiannya.
2. Menghitung standar error rata-rata perlakuan dengan rumus :

$$S = \sqrt{\frac{KTG}{N}}$$

Keterangan:

KTG = Rata-rata kelompok

N = Jumlah ulangan dikalikan perlakuan

3. Mencari angka K (p , u , dp , d) pada tabel Duncan

p = Jarak rata-rata

u = db = derajat bebas

d = Protection level sebanyak p perlakuan pada taraf signifikan 0,05

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan tentang kadar bioetanol hasil fermentasi limbah tapioka padat kering dengan penambahan H_2SO_4 data dapat disajikan sebagai berikut :

Tabel 4.1 Pengamatan Kadar Alkohol Fermentasi Limbah Tapioka Padat Kering

Perlakuan	Kadar alkohol (%)			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
W ₁ D ₀	0	0	0	0	0
W ₁ D ₁	3,2	5,8	2,9	11,9	3,97
W ₁ D ₂	4,1	3,6	6,8	14,5	4,83
W ₁ D ₃	5,3	6,7	4,4	16,4	5,47
W ₂ D ₀	0	0	0	0	0
W ₂ D ₁	5,8	6,2	4,3	16,3	5,43
W ₂ D ₂	6,9	5,5	7,2	19,6	6,53
W ₂ D ₃	10,7	12,2	11,8	34,7	11,57
W ₃ D ₀	0	0	0	0	0
W ₃ D ₁	8,4	7,5	8,2	24,1	8,03
W ₃ D ₂	10,2	8,8	9,3	28,3	9,43
W ₃ D ₃	15,5	18,3	16,9	50,7	16,90

Keterangan :

- W₁D₀ : Waktu fermentasi 5 hari tanpa penambahan ragi
- W₁D₁ : Waktu fermentasi 5 hari dengan dosis ragi 5%
- W₁D₂ : Waktu fermentasi 5 hari dengan dosis ragi 10%
- W₁D₃ : Waktu fermentasi 5 hari dengan dosis ragi 15%
- W₂D₀ : Waktu fermentasi 7 hari tanpa penambahan ragi
- W₂D₁ : Waktu fermentasi 7 hari dengan dosis ragi 5%
- W₂D₂ : Waktu fermentasi 7 hari dengan dosis ragi 10%
- W₂D₃ : Waktu fermentasi 7 hari dengan dosis ragi 15%
- W₃D₀ : Waktu fermentasi 9 hari tanpa penambahan ragi
- W₃D₁ : Waktu fermentasi 9 hari dengan dosis ragi 5%
- W₃D₂ : Waktu fermentasi 9 hari dengan dosis ragi 10%
- W₃D₃ : Waktu fermentasi 9 hari dengan dosis ragi 15%

Tabel4.2 Hasil Uji Anava Dua Jalur Kadar Bioetanol Hasil Fermentasi Limbah Tapioka Padat Kering

Sumber keragaman	db	JK	KT	F _{hitung}	F _{tabel 5%}
Perlakuan	11	840,31	76,39	77,16*	2,22
Waktu	2	636,41	318,205	321,42*	3,40
Dosis	3	114,01	38,003	38,39*	3,01
Interaksi	6	89,89	14,98	15,13*	2,51
galat	24	23,93	0,99		
total	35				

*Berbeda secara nyata pada taraf signifikansi 5%

Keputusan uji anava varia dua jalur adalah :

1. $F_{hitung} > F_{tabel}$ ($321,42 > 3,40$), artinya signifikan yaitu waktu fermentasi (5, 7, 9 hari) sangat berpengaruh terhadap kadar alkohol limbah tapioka padat kering.
2. $F_{hitung} > F_{tabel}$ ($38,39 > 3,01$), artinya signifikan yaitu dosis ragi yang berbeda (25, 50, 75 g) sangat berpengaruh terhadap kadar alkohol limbah tapioka padat kering.
3. $F_{hitung} > F_{tabel}$ ($15,13 > 2,51$), artinya signifikan yaitu interaksi antara waktu fermentasi dan dosis ragi sangat berpengaruh terhadap kadar alkohol limbah tapioka padat kering.

Setelah dilakukan uji anava dua jalur menunjukkan perbedaan yang nyata, maka dilakukan uji lanjut untuk melihat perlakuan mana saja yang berbeda nyata. Menurut Kemas (1994), ada dasar penentuan uji lanjut, yaitu :

1. Jika KK (Koefisien Keragaman) 10%-20%, uji lanjut yang digunakan sebaiknya uji Ducan's (DMRT).
2. Jika KK 5%-10%, uji yang lanjut yang digunakan sebaiknya Uji Beda Nyata Terkecil (BNT).

3. Jika $KK < 5\%$, uji lanjut yang digunakan sebaiknya Uji Beda Nyata Jujur (BNJ).

Atas dasar tersebut di atas maka dapat dicari Koefisien Keragaman sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 KK &= \frac{\sqrt{KTG}}{y} \times 100\% \\
 &= \frac{\sqrt{0,99}}{6,01} \times 100\% \\
 &= \frac{0,99}{6,01} \times 100\% \\
 &= 16,5\%
 \end{aligned}$$

Maka uji lanjut yang dilakukan adalah uji Ducan's (DMRT)

Tabel 4.3 Hasil uji Ducan's (DMRT) Kadar Alkohol Limbah Tapioka Padat Kering

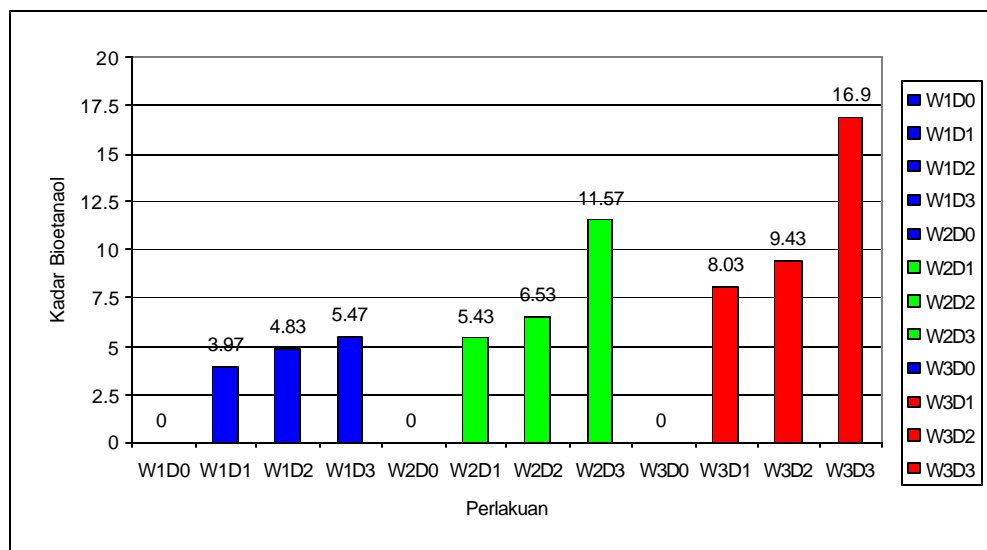
No	Perlakuan	Rerata hasil	Beda Jarak Nyata											Notasi
			2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	
1	W_1D_0	0,00												
2	W_2D_0	0,00	0,00											a
3	W_3D_0	0,00	0,00	0,00										ab
4	W_1D_1	3,97	3,97	3,97	3,97									abc
5	W_1D_2	4,83	0,86	4,83	4,83	4,83								cd
6	W_2D_1	5,43	0,60	1,46	5,43	5,43	5,43							de
7	W_1D_3	5,47	0,04	0,64	1,50	5,47	5,47	5,47						ef
8	W_2D_2	6,53	1,06	1,1	1,7	2,56	6,53	6,53	6,53					fg
9	W_3D_1	8,03	1,50	2,56	2,60	3,20	4,06	8,03	8,03	8,03				gh
10	W_3D_2	9,43	1,40	2,90	3,96	4,00	4,60	5,46	9,43	9,43	9,43			hi
11	W_2D_3	11,57	2,14	3,54	5,04	6,10	6,14	6,79	7,60	11,57	11,57	11,57		ij
12	W_3D_3	16,90	5,33	7,47	8,87	10,37	11,43	11,47	12,03	12,93	16,90	16,90	16,90	k
	Nilai $P_{0,05}$ pada db (24)		2,92	3,07	3,15	3,22	3,28	3,31	3,34	3,37	3,38	3,41	3,44	
	Nilai BJND _{0,05}		1,67	1,75	1,79	1,84	1,87	1,89	1,90	1,92	1,93	1,94	1,96	

Keterangan:

- Baris yang diikuti huruf sama berarti tidak berbeda nyata contoh : garis pertama dan kedua dari a berubah menjadi ab pada baris ke tiga karena nilai jarak nyata tidak berbeda ($0,000 < 1,67$) kemudian mulai berbeda nyata pada baris keempat dimana nilai $3,97 > 1,79$.
- Perlakuan terbaik adalah W_3D_3 dengan nilai jarak nyata terbesar $16,90 > 1,93$ pada taraf signifikan 5%.

B. Pembahasan

Berdasarkan analisis uji anava dua jalur yang dilakukan pada fermentasi limbah tapioka padat kering, menunjukkan bahwa ada perbedaan kadar alkohol pada fermentasi 5, 7 dan 9 hari. Hal ini ditunjukkan dari tabel 4.1 pada kadar alkohol menunjukkan bahwa kadar alkohol tertinggi terdapat pada W_3D_3 (9 hari/ 75 g) dengan kadar alkohol mencapai 16,90 %. Ditinjau dari segi waktu fermentasi (W) dan dosis ragi (D), limbah tapioka padat kering yang difermentasi selama 9 hari dan dosis ragi 75 g (W_3D_3) menghasilkan kadar alkohol yang tertinggi yaitu 16,90% dan terendah pada 5 hari dengan dosis ragi 25 g (W_1D_1) yaitu 3,97%. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar sebagai berikut :



Gambar 4.1. Histogram Kadar Bioetanol Hasil Fermentasi Limbah Tapioka Padat Kering

Perbedaan waktu fermentasi dan dosis ragi dapat menghasilkan perbedaan kadar alkohol pada tiap-tiap perlakuan. Tinggi rendahnya glukosa juga mempengaruhi kadar alkohol yang dihasilkan. Semakin lama waktu fermentasi maka semakin tinggi pula kadar alkohol yang dihasilkan. Proses perubahan glukosa menjadi alkohol dalam proses fermentasi ini dipengaruhi oleh aktivitas khamir. Dari hasil fermentasi yang dilakukan, didapatkan kadar alkohol yang tertinggi adalah pada waktu fermentasi 9 hari dengan dosis ragi 75 g. Hal ini dikarenakan adanya aktivitas khamir yang optimal, sedangkan pada fermentasi 5 hari dengan dosis ragi 25 g didapatkan kadar paling rendah. Hal ini karena khamir belum mampu memecah glukosa secara optimal.

Kadar alkohol yang dihasilkan dipengaruhi oleh waktu atau lama fermentasi. Dari lama fermentasi 5, 7 dan 9 hari dapat diketahui bahwa kadar alkohol yang dihasilkan pada setiap perlakuan berbeda. Perbedaan kadar

alkohol ditunjukkan dari hasil uji anava dua jalur tabel 4.2 menunjukkan bahwa $F_{hitung} > F_{tabel}$ ($321,42 > 3,40$) pada taraf signifikan 5%. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan waktu fermentasi 5, 7 dan 9 hari menghasilkan kadar alkohol yang berbeda pada fermentasi limbah tapioka padat kering.

Waktu yang lebih lama memberikan kesempatan kepada mikrobia (khamir) untuk melakukan penguraian yang lebih banyak terhadap limbah tapioka padat kering. Hasil pengukuran kadar alkohol pada fermentasi 9 hari adalah yang paling tinggi yaitu 16,90% dibanding dengan waktu fermentasi 5 hari dan 7 hari. Hal ini dapat disebabkan karena proses fermentasi pada limbah tapioka padat kering mencapai titik waktu yang optimum untuk menghasilkan alkohol paling tinggi pada hari ke 9.

Hasil pengujian uji anava dua jalur menunjukkan bahwa perbedaan dosis ragi sangat berpengaruh terhadap kadar alkohol limbah tapioka padat kering. Hasil perhitungan $F_{hitung} > F_{tabel}$ yaitu $38,39 > 3,01$ pada taraf signifikan 5%. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan dosis ragi 25, 50 dan 75 g menghasilkan kadar alkohol yang berbeda pada fermentasi limbah tapioka padat kering. Pada dasarnya penambahan ragi pada proses fermentasi yang berbeda pada setiap bahan juga akan berpengaruh besar terhadap kadar alkohol yang dihasilkan.

Interaksi antara perbedaan waktu fermentasi dan dosis ragi sangat berpengaruh terhadap kadar alkohol yang dihasilkan dari fermentasi limbah tapioka padat kering. Penghitungan $F_{hitung} > F_{tabel}$ yaitu $15,13 > 2,51$ pada taraf

signifikan 5%. Hal ini berarti bahwa perbedaan waktu fermentasi (5,7 dan 9 hari) serta dosis ragi (25, 50 dan 75 g) sangat menentukan kadar alkohol yang terbentuk pada limbah tapioka padat kering.

Menurut Budiyanto (2002), hasil fermentasi alkohol sangat dipengaruhi oleh teknologi produksi yang dipakai. Pemilihan mikroorganisme biasanya didasarkan pada jenis karbohidrat yang digunakan sebagai medium. Contoh : untuk memproduksi alkohol dari pati dan gula digunakan *Saccharomyces cerevisiae* atau kadang-kadang *Saccharomyces ellipsoide*. Dan untuk bahan baku laktosa dari whey menggunakan *Candida pseudotropicalis*. Seleksi tersebut bertujuan agar didapatkan mikroorganisme yang mampu tumbuh dengan cepat dan mempunyai toleransi terhadap konsentrasi gula yang tinggi serta mampu menghasilkan alkohol dalam jumlah banyak.

Pembentukan alkohol dilakukan dalam kondisi anaerob oleh *Saccharomyces cerevisiae* yang merupakan jenis mikroba fakultatif anaerob. Mikroba tersebut mempunyai dua mekanisme dalam mendapatkan energi. Jika ada energi/tenaga diperoleh melalui respirasi aerob dimana hal tersebut tidak digunakan dalam pembentukan alkohol melainkan untuk pertumbuhan dan perkembangan sel. Sedangkan tenaga yang diperoleh melalui respirasi anaerob sebagian digunakan untuk pembentukan alkohol (Judoamidjojo, 1990).

Saccharomyces cerevisiae merupakan galur terpilih yang biasanya digunakan untuk fermentasi alkohol sebab mempunyai toleransi yang tinggi terhadap alkohol. *Saccharomyces cerevisiae* dapat memfermentasi sukrosa menjadi etanol pada kondisi netral atau sedikit asam dalam kondisi anaerob.

pada kondisi 10% glukosa dapat direspirasi menjadi CO_2 dengan menghasilkan kadar etanol kurang dari 50% (Hawab, 2004).

Semakin tinggi kadar gula yang terlarut maka makin tinggi pula kadar alkohol yang dihasilkan, karena semakin banyak pula gula yang harus diubah menjadi etanol oleh khamir. Tetapi semakin lama fermentasi kadar glukosa yang semakin rendah dan kadar alkoholnya semakin tinggi. Keadaan seperti ini terjadi karena selama fermentasi glukosa yang terdapat dalam substrat (bahan) akan diubah oleh enzim zimase menjadi alkohol (Gumbiro, 1987).

Dari hasil penelitian uji kadar alkohol limbah tapioka padat kering dengan penambahan ragi dan H_2SO_4 dapat dilihat bahwa terdapat adanya perbedaan jumlah kadar alkohol yang dihasilkan. Selain dipengaruhi oleh waktu fermentasi dan dosis ragi yang digunakan dalam penelitian ini ditambahkan H_2SO_4 yang bersifat sebagai katalisator.

Menurut Anonim (2000), katalisator adalah zat yang ditambahkan ke dalam suatu reaksi dengan maksud memperbesar reaksi. Katalis kadang terlibat dalam reaksi tetapi tidak mengalami perubahan kimiawi yang permanen. Dengan kata lain pada akhir reaksi katalis akan dijumpai kembali dalam bentuk dan jumlah yang sama seperti sebelum reaksi. Fungsi katalis adalah memperbesar kecepatan reaksinya dengan jalan memperkecil energi pengaktifan suatu reaksi dan dibentuknya tahap-tahap reaksi yang baru. Dengan menurunnya energi pengaktifan maka pada suhu yang sama reaksi dapat berlangsung dengan cepat.

Aktivitas khamir banyak dipengaruhi oleh media dan kondisi lingkungan (suhu dan keasaman) dimana panas, konsentrasi ion hidrogen, air dan cahaya mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme. Tinggi rendahnya kadar alkohol yang diperoleh sangat dipengaruhi oleh cepat lambatnya sel ragi yang digunakan dalam fermentasi bahan. Optimalnya pertumbuhan khamir dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya komposisi media yang digunakan sebagai media pengembangbiakan mikroba mulai persiapan sampai fermentasi dapat berjalan optimum ketika pertumbuhan enzim maksimum dan ketersediaan substrat cukup.

Kisaran suhu di dalam lingkungan mikroba juga mempengaruhi sifat pertumbuhan mikroorganisme. Hampir sama dengan kapang, yakni suhu optimum 25°C - 30°C dan suhu maksimum 35°C - 47°C , tetapi beberapa khamir dapat tumbuh pada suhu 0°C . Kebanyakan khamir lebih cepat tumbuh pada pH 4,0-4,5 dan tidak dapat tumbuh dengan baik pada medium alkali, kecuali jika telah beradaptasi (Waluyo, 2004).

Menurut Tjahjadi (2007), kandungan air di dalam lingkungan mikroba juga dapat mempengaruhi sifat pertumbuhan mikroorganisme. Bila kandungan air di sekitar lingkungan tidak cukup, maka cairan di dalam sel mikroba mengalir keluar sehingga sel akan mengalami plasmolisis. Pada waktu plasmolisis metabolisme berhenti dan menyebabkan bahan yang terdapat dalam sel sangat pekat yang akhirnya akan menghambat aktivitas enzim, sehingga pertumbuhan khamir dapat beragam, ada yang cepat ada yang lambat.

Faktor lain yang dapat menghambat pertumbuhan khamir adalah kebersihan media, alat dan cara pengolahan fermentasi. Hal tersebut didukung oleh Heyne (1987), bahwa pencampuran ragi harus dilakukan dengan sendok kayu, oleh karena itu jika tersentuh tangan akan menjadi masam dan berwarna kemerah – merahan.

Alkohol mempunyai beraneka ragam kegunaan antara lain : sebagai bahan baku pembuatan senyawa organik lain seperti asam asetat yang merupakan hasil fermentasi alkohol oleh *Acetobater acety*, alkohol untuk membuat ester, alkohol digunakan dalam kesehatan sebagai anti beku, kemudian alkohol juga dapat digunakan sebagai bahan pelarut dalam minyak wangi (Budiyanto, 2002).

Menurut Schlegel (1994), etanol atau disebut sebagai etil alkohol dibidang industri dapat digunakan sebagai bahan bakar, alat pemanas, penerangan atau pembangkit listrik, pelarut bahan kimia, obat-obatan, deterjen, oli, lilin dan gasohol. Pembuatan alkohol dengan limbah tapioka padat kering secara fermentasi dalam skala kecil (industri rumah tangga) dapat digunakan sebagai bahan alternatif yang baik untuk dikembangkan. Untuk menghasilkan kadar alkohol yang lebih tinggi, dapat dilakukan dengan mendestilasi alkohol secara bertingkat.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Ada pengaruh antara waktu fermentasi dan dosis ragi terhadap kadar alkohol pada limbah tapioka padat kering dengan penambahan ragi dan H_2SO_4 .
2. Kadar bioetanol tertinggi 16,90 % pada waktu fermentasi 9 hari dengan dosis ragi 75 g.

B. Saran

1. Perlu adanya sosialisasi pemanfaatan limbah tapioka padat kering sebagai bahan alternatif pembuatan alkohol.
2. Perlu adanya destilasi bertingkat untuk mendapatkan kadar alkohol yang maksimum.
3. Perlu adanya penelitian lebih lanjut karena pada waktu 9 hari khamir masih aktif dalam menghasilkan alkohol dan dosis ragi 75 g dapat memperbanyak kadar alkohol.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Krisno Budiyanto. 2002. *Mikrobiologi Terapan*. Malang :Universitas Muhammadiyah Malang
- Azhari, Jamaludin A. L. 2003. *Evaluasi Pengelolaan Lingkungan Pabrik Tapioka*. <http://www.inawater.com/news/wmview.php?ArtID:338>
- Ahmad, Mursyidi. 2006. *Pengantar Kimia Farmasi Analisis. Volumetri dan Gravimetri*. Yogyakarta : Yayasan Farmasi Indonesia, Pustaka Pelajar
- Anonim. 2000. *Sponsor Pendamping Praweda Kimia*. <http://bebas.vlsm.org/v12/sponsor/kimia/0177%201-Se.htm> (diakses tanggal 5 februari 2009)
- _____. 2006. *Terminologi Bahan Pakan dari Hasil Industri Pangan*. <http://Manglayang.blogsome.com> (diakses tanggal 5 Desember 2008)
- _____. 2007. *Asam sulfat*. <http://id.wikipedia.org/wiki/> (diakses tanggal 3 November 2008).
- Crueger, W. dan Crueger, A. 1984. *Biotechnologi. Atextbook Of Industri Micrologi*. Sunderland Sinaver Associates. Inc
- Cotton, F. Albert danWilkinson Geoffery. 1989. *Dasar-Dasar Kimia Anorganik*. Penerjemah Suharto pendamping R. A. Koestor. Jakarta: UI- Press
- Fessenden dan Fessenden. 1991. *Kimia Organik Jilid I*. Jakarta : Erlangga
- Fessenden, R. J. dan Fessenden, J. S. 1997. *Dasar-Dasar Kimia Organik* . Jakarta : Binarupa Aksara
- Gembong, Tjiptosoepomo. 1991. *Taksonomi Tumbuhan* . Yogyakarta : Universitas Gadjahmada
- Heyne, K. 1987. *Tumbuhan Berguna Indonesia Jilid I*. Jakarta : Yayasan Sasana Wira Jaya
- Hawab. 2004. *Pengantar Biokimia*. Malang. banyumedia
- Hasbullah. 2000. *Teknologi Tepat Guna dan Agroindustri Kecil Sumatera Barat*. Sumatera Barat : Dewan Ilmu Pengetahuan, Teknologi dan Industri
- Judoamidjojo, R. Mulyono. 1990. *Biokonversi*. Bogor : Depdikbud. Dirjen Dikti Pusat Antar Universitas Bioteknologi

- Kemas, Ali Hanafiah. 1994. *Rancangan Percobaan Teori dan Aplikasi*. Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya Palembang : Rajawali Pers
- Khoridha, Ludfi, Anindita. 2006. *Pengaruh Waktu Fermentasi dan Dosis Ragi Terhadap Kadar Alkohol pada Ampas Umbi Ketela Pohon (Manihot utilissima Pohl)*. Jurusan Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Lechnering. 1994. *Dasar-Dasar Biokimia II*. Jakarta : Airlangga
- Mahida, U. N. 1995. *Pencemaran Air dan Pemanfaatan Limbah Industri*. Jakarta : Penerbit CV. Rajawali
- Mulyoharjo, M. 1987. *Teknologi Pengolahan Pati*. PAU Pangan dan Gizi. Yogyakarta : UGM
- Pelczar, M. dan Chan. 1988. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta : UI Press
- Purwoko, Tjahjadi. 2007. *Fisiologi Mikrobakteri*. Jakarta : Bumi Aksara
- Rahman, A. 1989. *Pengantar Teknologi Fermentasi*. Bogor : PAU IPB
- Rahmad, Rukmana dan Yuniarsih. 2001. *Aneka Olahan Ubi Kayu*. Yogyakarta : Kanisius
- Rahmawati, Dewi. 2004. *Uji Kemampuan Fermentasi Star Haploid (Saccharomyces cerevisiae) Hasil Rekayasa pada Cairan Buah Belimbing Manis (Averhoa carambola)*. Skripsi FKIP Biologi. Surakarta : UMS
- Restiani, Erna Swesti. 2005. *Perancangan Pabrik Etil Alkohol dan Tapioka Kapasitas 70.000 ton pertama*. Skripsi Teknik Kimia. Surakarta: UMS
- Sudarmaji, Slamet. 1982. *Prosedur Analisis Untuk Bahan Makanan*. Yogyakarta : Liberty
- Setiono, L. A. dan Handayana, P. 1985. *Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro Jilid II Edisi ke-5*. Jakarta : Media Pustaka
- Said, Gumbiro. 1987. *Bioindustri Penerapan Teknologi Fermentasi Edisi 1*. Jakarta : Mediatama Sarana Perkasa
- Schlegel, H. G. 1994. *Mikrobiologi Umum*. Yogyakarta : Gadjahmada Universitas Press
- Sosrosoedirdjo, R. S. 1992. *Berecok Tanam Ketela Pohon*. Bogor : Yasaguna

- Tarigan, Jeneng. 1988. *Pengantar Mikrobiologi*. Jakarta : Universitas Indonesia
- Tarwotjo, Soejoeti. 1998. *Dasar-Dasar Gizi Kuliner*. Jakarta : Grasindo
- Tatik, Kristyaningsih. 2008. *Kadar Glukosa dan Bioetanol pada Fermentasi Umbi Ketela Pohon (Manihot utilissima pohl) Dengan Penambahan H_2SO_4* . Skripsi Jurusan Biologi Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan. Surakarta: UMS
- Van Steenis. 2005. *Flora*. Jakarta : Pradnya Paramita
- Volk dan Wheeler. 1993. *Mikrobiologi Dasar*. Jakarta : Erlangga
- Winarno, F. G. 1988. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta : Gramedia
- Wresniworo. 1999. *Masalah Narkotika*. Yogyakarta : Mitra
- Widianarko, Budi. 2002. *Teknologi Nutrisi dan Keamanan Pangan*. Jakarta : PT. Gramedia Widasarana Indonesia
- Warsito, Agus. 2004. *Biokimia*. Surakarta : FKIP Biologi Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Waluyo, Lud. 2004. *Mikrobiologi Umum*. Malang : Universitas Muhammadiyah Malang
- Zulaikah, Siti. 2002. *Ilmu Bahan Makanan I*. Surakarta. Universitas Muhammadiyah Surakarta

LAMPIRAN 1

Hasil Uji Kadar Alkohol dengan Varian Anava Dua Jalur

Tabel satu arah dengan perlakuan kombinasi dua faktor

No	Perlakuan	Ulangan (%)			Jumlah	Rata-rata
		1	2	3		
1.	W ₁ D ₀	0	0	0	0	0
2.	W ₁ D ₁	3,2	5,8	2,9	11,9	3,97
3.	W ₁ D ₂	4,1	3,6	6,8	14,5	4,83
4.	W ₁ D ₃	5,3	6,7	4,4	16,4	5,47
5.	W ₂ D ₀	0	0	0	0	0
6.	W ₂ D ₁	5,8	6,2	4,3	16,3	5,43
7.	W ₂ D ₂	6,9	5,5	7,2	19,6	6,53
8.	W ₂ D ₃	10,7	12,2	11,8	34,7	11,57
9.	W ₃ D ₀	0	0	0	0	0
10.	W ₃ D ₁	8,4	7,5	8,2	24,1	8,03
11.	W ₃ D ₂	10,2	8,8	9,3	28,3	9,43
12.	W ₃ D ₃	15,5	18,3	16,9	50,7	16,90

Data tersebut kemudian dapat diringkas dalam tabel dua arah sebagai berikut:

Perlakuan	D ₀	D ₁	D ₂	D ₃	Jumlah	Rata-rata
W ₁	0	11,9	14,5	16,4	42,8	10,7
W ₂	0	16,3	19,6	34,7	70,6	17,65
W ₃	0	24,1	28,3	50,7	103,1	25,78
Jumlah	0	52,3	62,4	101,8	216,5	
Rata-rata	0	17,43	20,8	33,93		

Perhitungan:

- Menghitung jumlah kuadrat (JK)

$$\begin{aligned}
 \text{a. FK (Faktor Koreksi)} &= \frac{\sum X_T^2}{N} \\
 &= \frac{216,5^2}{36} \\
 &= \frac{46872,25}{36} \\
 &= 1302,01
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{b. JK}_T (\text{Jumlah Kuadrat Tengah}) &= \sum X^2 - \frac{(\sum X_T)^2}{N} \\
 &= (0)^2 + (3,2)^2 + (4,1)^2 + (5,3)^2 + (0)^2 + \dots + (16,9)^2 - \frac{216,5^2}{36} \\
 &= 0 + 10,24 + 16,81 + 28,09 + 0 + \dots + 285,61 - \frac{46872,25}{36} \\
 &= 11274,16 - 7885,44 \\
 &= 3388,72
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{c. JK}_P (\text{Jumlah Kuadrat Perlakuan}) &= \frac{\sum X_{AB}^2}{r} - \frac{(\sum X_T)^2}{N} \\
 &= \frac{0^2 + 11,9^2 + 14,5^2 + 16,4^2 + \dots + 50,7^2}{3} - \frac{216,5^2}{36} \\
 &= \frac{0 + 141,61 + 210,25 + 268,96 + \dots + 2570,49}{3} - \frac{46872,25}{36} \\
 &= \frac{6426,95}{3} - 1302,01 \\
 &= 2142,32 - 1302,01 \\
 &= 840,31
 \end{aligned}$$

$$\text{d. JK}_A (\text{Jumlah Kuadrat variabel A}) = \frac{\sum X_A^2}{r_A} - \frac{(\sum X_T)^2}{N} \rightarrow \text{waktu}$$

fermentasi

$$\begin{aligned}
 &= \frac{42,8^2 + 70,6^2 + 103,1^2}{3.4} - \frac{216,5^2}{36} \\
 &= \frac{1831,84 + 4984,36 + 10629,61}{12} - \frac{46872,25}{36}
 \end{aligned}$$

$$= \frac{17445,81}{12} - 1302,01$$

$$= 1453,82 - 1302,01$$

$$= 151,81$$

e. JK_B (Jumlah Kuadrat variabel B) = $\frac{\sum X_B^2}{r \cdot B} - \frac{\sum X_T^2}{N} \longrightarrow$ Dosis ragi

$$= \frac{0^2 + 52,3^2 + 62,4^2 + 101,8^2 + 216,5^2}{3 \cdot 3} - \frac{216,5^2}{36}$$

$$= \frac{0 + 2735,29 + 3893,76 + 10363,24 + 46872,25}{9} - \frac{46872,25}{36}$$

$$= \frac{16992,29}{9} - 1302,01$$

$$= 1888,03 - 1302,01$$

$$= 285,48$$

f. $JK_{AB} = JK_P - JK_A - JK_B$

$$= 840,31 - 151,81 - 586,02$$

$$= 102,48$$

g. JK_G (Jumlah Kuadrat Galat) = $JK_T - JK_P$

$$= 864,24 - 840,31$$

$$= 23,93$$

1. Menentukan jumlah derajat bebas (db)

a. $db_p = (W.D) - 1$

$$= 3 \cdot 4 - 1$$

$$= 12 - 1$$

$$= 11$$

$$\text{b. } db_A = \text{Macam waktu fermentasi} - 1$$

$$= 3 - 1$$

$$= 2$$

$$\text{c. } db_B = \text{Macam dosis ragi} - 1$$

$$= 4 - 1$$

$$= 3$$

$$\text{d. } db_{AB} = db_A \times db_B$$

$$= 2 \cdot 3$$

$$= 6$$

$$\text{e. } db_T = N - 1$$

$$= 36 - 1$$

$$= 35$$

$$\text{f. } db_G = db_T - db_A - db_B - db_{AB}$$

$$= 35 - 2 - 3 - 6$$

$$= 24$$

2. Menghitung kuadrat tengah (KT)

$$\text{a. } KT_P = \frac{JK_p}{db_p}$$

$$= \frac{840,31}{11}$$

$$= 76,39$$

$$\begin{aligned} \text{b. } KT_A &? \frac{JK_A}{db_A} \\ &= \frac{151,81}{2} \\ &= 75,91 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. } KT_B &? \frac{JK_B}{db_B} \\ &= \frac{586,02}{3} \\ &= 195,34 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d. } KT_{AB} &? \frac{JK_{AB}}{db_{AB}} \\ &= \frac{102,48}{6} \\ &= 17,08 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e. } KT_G &? \frac{JK_G}{db_G} \\ &= \frac{23,93}{24} \\ &= 0,99 \end{aligned}$$

3. Menghitung F-hitung (F_{hitung})

$$\begin{aligned} \text{a. } F\text{-hit}_p &= \frac{KT_P}{KT_G} \\ &= \frac{76,39}{0,99} \\ &= 77,16 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. F-hit}_A &= \frac{KT_A}{KT_G} \\ &= \frac{75,91}{0,99} \\ &= 76,68 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. F-hit}_B &= \frac{KT_B}{KT_G} \\ &= \frac{195,34}{0,99} \\ &= 197,31 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d. F-hit}_{AB} &= \frac{KT_{AB}}{KT_G} \\ &= \frac{17,08}{0,99} \\ &= 17,25 \end{aligned}$$

4. Mencari $F_{\text{tabel}} 5\%$

a. $F_{\text{Tabel}} \text{ Perlakuan} = (V_1=11 ; V_2=24) = 2,22$

b. $F_{\text{Tabel}} \text{ Waktu fermentasi (A)} = (V_1= 2 ; V_2= 24) = 3,40$

c. $F_{\text{Tabel}} \text{ Dosis ragi (B)} = (V_1= 3 ; V_2= 24) = 3,01$

d. $F_{\text{Tabel}} \text{ Interaksi (AB)} = (V_1= 6 ; V_2= 24) = 2,51$

Dari perhitungan diatas kemudian diringkas dalam tabel ANAVA dua jalur sebagai berikut:

Sumber Keragaman	db	JK	KT	Fhit	$F_{\text{tabel}} 5\%$
1. Perlakuan	11	840,31	76,39	77,16*	2,22
Waktu	2	151,81	75,91	76,68*	3,40
Dosis ragi	3	586,02	195,34	197,31*	3,01
Waktu*Dosis ragi	6	102,48	17,08	17,25*	2,51
2. Galat	24	23,93	0,99		
Total	35				

*Berbeda nyata pada taraf signifikan 5%

LAMPIRAN 2

Uji DMRT (Duncan's Multiple Range Test)

Atas dasar tersebut diatas maka dapat dicari koefisien keragaman sebagai berikut:

$$\begin{aligned} KK &= \frac{\sqrt{KTG}}{y} \times 100\% \\ &= \frac{\sqrt{0,99}}{6,01} \times 100\% \\ &= \frac{0,99}{6,01} \times 100\% \\ &= 16,5\% \end{aligned}$$

1. Rata-rata setiap perlakuan berdasarkan rangking

No	Perlakuan	Rata-rata
1.	W ₁ D ₀	0
2.	W ₂ D ₀	0
3.	W ₃ D ₀	0
4.	W ₁ D ₁	3,97
5.	W ₁ D ₂	4,83
6.	W ₂ D ₁	5,43
7.	W ₁ D ₃	5,47
8.	W ₂ D ₂	6,53
9.	W ₃ D ₁	8,03
10.	W ₃ D ₂	9,43
11.	W ₂ D ₃	11,57
12.	W ₃ D ₃	16,90

Menghitung standar error rata-rata perlakuan

$$\begin{aligned} S_x &? \sqrt{\frac{KTG}{r}}, & \text{dimana } KT_G &? \frac{JK_G}{db_G} = \frac{23,93}{24} \\ &= \sqrt{\frac{0,99}{3}} & &= 0,99 \\ &= \sqrt{0,33} \\ &= 0,57 \end{aligned}$$

3. Nilai RP (P,V) pada tabel Duncan's

P	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14
RP _{0,05} (P,24)	2,92	3,07	3,15	3,22	3,28	3,31	3,34	3,37	3,38	3,41	3,44

4. Menghitung SSD

$$SSD = RP \times S_x$$

P	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14
RP _{0,05} (P,24)	2,92	3,07	3,15	3,22	3,28	3,31	3,34	3,37	3,38	3,41	3,44
SSD	1,67	1,75	1,79	1,84	1,87	1,89	1,90	1,92	1,93	1,94	1,96

5. Membandingkan setiap perbedaan rata-rata perlakuan dengan SSD masing-masing

No	Perlakuan	Rerata hasil	Beda Jarak Nyata											Notasi	
			2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14		
1	W ₁ D ₀	0,00													
2	W ₂ D ₀	0,00	0,00												a
3	W ₃ D ₀	0,00	0,00	0,00											ab
4	W ₁ D ₁	3,97	3,97	3,97	3,97										abc
5	W ₁ D ₂	4,83	0,86	4,83	4,83	4,83									cd
6	W ₂ D ₁	5,43	0,60	1,46	5,43	5,43	5,43								de
7	W ₁ D ₃	5,47	0,04	0,64	1,50	5,47	5,47	5,47							ef
8	W ₂ D ₂	6,53	1,06	1,1	1,7	2,56	6,53	6,53	6,53						fg
9	W ₃ D ₁	8,03	1,50	2,56	2,60	3,20	4,06	8,03	8,03	8,03					gh
10	W ₃ D ₂	9,43	1,40	2,90	3,96	4,00	4,60	5,46	9,43	9,43	9,43				hi
11	W ₂ D ₃	11,57	2,14	3,54	5,04	6,10	6,14	6,79	7,60	11,57	11,57	11,57			ij
12	W ₃ D ₃	16,90	5,33	7,47	8,87	10,37	11,43	11,47	12,03	12,93	16,90	16,90	16,90		k
	Nilai P _{0,05} pada db (24)		2,92	3,07	3,15	3,22	3,28	3,31	3,34	3,37	3,38	3,41	3,44		
	Nilai BJND _{0,05}		1,67	1,75	1,79	1,84	1,87	1,89	1,90	1,92	1,93	1,94	1,96		

Keterangan:

- Baris yang diikuti huruf sama berarti tidak berbeda nyata contoh : garis pertama dan kedua dari a berubah menjadi ab pada baris ke tiga karena nilai jarak nyata tidak berbeda ($0,000 < 1,67$) kemudian mulai berbeda nyata pada baris keempat dimana nilai $3,97 > 1,79$.
- Perlakuan terbaik adalah W₃D₃ dengan nilai jarak nyata terbesar $16,90 > 1,93$ pada taraf signifikan 5%.

Lampiran 3

Foto Alat Bahan Hasil Penelitian



Alat-alat yang digunakan praktikum



Timbangan Analitik



Waterbath



Spektrofotometer



Alat Destilasi



Singkong



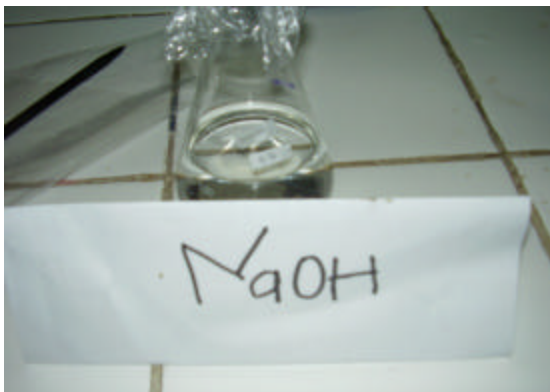
Ragi



Limbah Padat Kering



Limbah Padat Kering Setelah Dimasak



NaOH



Asam Sulfat H₂SO₄



Proses Peragian



Proses Fermentasi



Proses Destilasi



Hasil Destilasi

LAMPIRAN 5

Lampiran Daftar nilai baku P (Significant Studentized Ranges (R) x $Q_{\alpha, P}$) pada taraf kritis 5 dan 1 persen untuk Uji Jarak Nyata Duncan

v	Taraf kritis	P															
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20		
1	05	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	
	01	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	90,0	
2	05	6,09	6,09	6,09	6,09	6,09	6,09	6,09	6,09	6,09	6,08	6,09	6,09	6,09	6,09	6,09	
	01	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	
3	05	4,50	4,50	4,50	4,5	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	
	01	8,26	8,5	8,6	8,7	8,8	8,9	8,9	9,0	9,0	9,0	9,1	9,2	9,3	9,3	9,3	
4	05	3,93	4,02	4,01	4,02	4,02	4,02	4,02	4,02	4,02	4,02	4,02	4,02	4,02	4,02	4,02	
	01	6,51	6,8	6,9	7,0	7,1	7,1	7,2	7,2	7,3	7,3	7,4	7,4	7,5	7,5	7,5	
5	05	3,64	3,74	3,79	3,83	3,83	3,83	3,83	3,83	3,83	3,83	3,83	3,83	3,83	3,83	3,83	
	01	5,70	5,96	6,11	6,18	6,26	6,33	6,40	6,44	6,5	6,6	6,6	6,7	6,7	6,7	6,8	
6	05	3,46	3,58	3,64	3,68	3,68	3,68	3,68	3,68	3,68	3,68	3,68	3,68	3,68	3,68	3,68	
	01	5,74	5,51	5,65	5,73	5,81	5,88	5,95	6,00	6,0	6,1	6,2	6,2	6,3	6,3	6,3	
7	05	3,35	3,47	3,54	3,58	3,60	3,61	3,61	3,61	3,61	3,61	3,61	3,61	3,61	3,61	3,61	
	01	4,95	5,22	5,37	5,45	5,53	5,61	5,69	5,73	5,8	5,8	5,9	5,9	5,9	6,0	6,0	
8	05	3,26	3,39	3,47	3,52	3,55	3,56	3,56	3,56	3,56	3,56	3,56	3,56	3,56	3,56	3,56	
	01	4,24	5,00	5,14	5,23	5,32	5,40	5,47	5,51	5,5	5,6	5,7	5,7	5,8	5,8	5,8	
9	05	3,20	3,34	3,41	3,47	3,50	3,52	3,52	3,52	3,52	3,52	3,52	3,52	3,52	3,52	3,52	
	01	4,60	4,86	4,99	5,08	5,17	5,25	5,32	5,36	5,4	5,5	5,5	5,6	5,7	5,7	5,7	
10	05	3,15	3,30	3,37	3,43	3,46	3,47	3,47	3,47	3,47	3,47	3,47	3,47	3,47	3,47	3,48	
	01	4,48	4,73	4,88	4,96	5,06	5,13	5,20	5,24	5,28	5,36	5,42	5,48	5,54	5,54	5,55	
11	05	3,11	3,27	3,35	3,39	3,43	3,44	3,45	3,46	3,46	3,46	3,46	3,46	3,47	3,47	3,48	
	01	4,39	4,63	4,77	4,86	4,94	5,01	5,06	5,12	5,15	5,24	5,28	5,34	5,38	5,39	5,39	
12	05	3,08	3,23	3,33	3,36	3,40	3,42	3,44	3,44	3,46	3,46	3,46	3,46	3,46	3,47	3,48	
	01	4,72	4,55	4,68	4,76	4,81	4,92	4,96	5,02	5,07	5,13	5,17	5,22	5,24	5,26	5,26	
13	05	3,06	3,21	3,30	3,35	3,38	3,41	3,42	3,44	3,45	3,45	3,46	3,46	3,46	3,47	3,47	
	01	4,26	4,48	4,62	4,69	4,74	4,84	4,88	4,94	4,98	5,04	5,08	5,13	5,14	5,15	5,15	
14	05	3,03	3,18	3,27	3,33	3,37	3,39	3,41	3,42	3,44	3,45	3,46	3,46	3,47	3,47	3,47	
	01	4,21	4,42	4,55	4,63	4,70	4,78	4,83	3,87	4,91	4,96	5,00	5,04	5,06	5,07	5,07	
15	05	3,01	3,16	3,25	3,31	3,36	3,38	3,40	3,42	3,43	3,44	3,45	3,46	3,47	3,47	3,47	
	01	4,17	4,37	4,50	4,58	4,64	4,72	4,77	4,81	4,84	4,90	4,94	4,97	4,99	5,00	5,00	
16	05	3,00	3,15	3,23	3,30	3,34	3,37	3,39	3,41	3,43	3,44	3,45	3,46	3,47	3,47	3,47	
	01	4,13	4,34	4,45	4,54	4,60	4,67	4,72	4,76	4,79	4,84	4,88	4,91	4,93	4,94	4,94	
17	05	2,98	3,13	3,22	3,28	3,33	3,36	3,38	3,40	3,42	3,44	3,45	3,46	3,47	3,47	3,47	
	01	4,10	4,39	4,41	4,50	4,56	4,63	4,68	4,72	4,75	4,80	4,83	4,86	4,88	4,89	4,89	
18	05	2,97	3,12	3,21	3,27	3,32	3,35	3,37	3,39	3,41	3,43	3,45	3,46	3,47	3,47	3,47	
	01	4,07	4,27	4,38	4,46	4,53	4,59	4,64	4,68	4,71	4,76	4,79	4,82	4,84	4,85	4,85	
19	05	2,96	3,11	3,19	3,26	3,31	3,35	3,37	3,39	3,41	3,43	3,44	3,46	3,47	3,47	3,47	
	01	4,05	4,24	4,35	4,43	4,50	4,56	4,61	4,64	4,67	4,72	4,76	4,79	4,81	4,82	4,82	
20	05	2,95	3,10	3,18	3,25	3,30	3,34	3,36	3,38	3,40	3,41	3,44	3,46	3,46	3,47	3,47	
	01	4,02	4,22	4,33	4,40	4,47	4,53	4,58	4,61	4,65	4,69	4,73	3,76	4,78	4,79	4,79	
22	05	2,93	3,08	3,17	3,24	3,29	3,32	3,35	3,37	3,39	3,42	3,44	3,45	3,46	3,47	3,47	
	01	3,39	4,17	4,28	4,36	4,42	4,48	4,53	4,57	4,60	4,65	4,68	4,71	4,74	4,75	4,75	
22	05	2,93	3,08	3,17	3,24	3,29	3,32	3,35	3,37	3,39	3,42	3,44	3,45	3,46	3,47	3,47	
	01	3,99	4,17	4,28	4,36	4,42	4,48	4,53	4,57	4,60	4,65	4,68	4,71	4,74	4,75	4,75	
24	05	2,92	3,07	3,15	3,22	3,28	3,31	3,34	3,37	3,38	3,41	3,44	3,45	3,46	3,47	3,47	
	01	3,96	4,14	4,24	4,33	4,39	4,44	4,49	4,53	4,57	4,62	4,64	4,67	4,70	4,72	4,72	
26	05	2,91	3,06	3,14	3,21	3,27	3,30	3,34	3,36	3,38	3,41	3,43	3,45	3,46	3,47	3,47	
	01	3,93	4,11	4,21	4,30	4,36	4,41	4,46	4,50	4,53	4,58	4,62	4,65	4,67	4,69	4,69	
28	05	2,90	3,04	3,13	3,20	3,26	3,30	3,33	3,35	3,37	3,40	3,43	3,45	3,46	3,47	3,47	
	01	3,91	4,08	4,18	4,28	4,34	4,39	4,43	4,47	4,51	4,56	4,60	4,62	4,65	4,67	4,67	
30	05	2,89	3,04	3,12	3,20	3,25	3,29	3,32	3,35	3,37	3,40	3,43	3,44	3,46	3,47	3,47	
	01	3,89	4,06	4,16	4,22	4,32	4,36	4,41	4,46	4,48	4,54	4,58	4,61	4,63	4,65	4,65	
40	05	2,86	3,01	3,10	3,17	3,22	3,27	3,30	3,33	3,35	3,39	3,42	3,44	3,46	3,47	3,47	
	01	3,82	3,99	4,10	4,17	4,21	4,30	4,34	4,37	4,41	4,46	4,51	4,54	4,57	4,59	4,59	
60	05	2,83	2,98	3,08	3,14	3,20	3,24	3,28	3,31	3,33	3,37	3,40	3,43	3,45	3,47	3,47	
	01	3,76	3,92	4,03	4,12	4,17	4,23	4,27	4,31	4,34	4,39	4,44	4,47	4,50	4,53	4,53	

LAMPIRAN 6



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS ILMU KESEHATAN

Jl. A. Yani Tromol Pos I –Pabelan Kartasura Telp. (0271) 717417 Fax: 715448 Surakarta 57102

SURAT KETERANGAN

NO: 23/LK/10/09

Yang bertanda tangan di bawah ini, bagian Laboratorium Kimia Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Surakarta menerangkan bahwa mahasiswa di bawah ini:

Nama : Triyani
 NIM : A 420 050 050
 ProgdI : Pendidikan Biologi
 Jenjang : S-1

Benar-benar telah melakukan pemeriksaan tentang kadar biotanol pada fermentasi limbah tapioka, padat kering, pada tanggal 20, 22 dan 24 Januari 2009 dengan hasil sebagai berikut:

Tabel Data Perlakuan kadar alkohol

Perlakuan	Kadar alkohol (%)			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
W ₁ D ₀	0	0	0	0	0
W ₁ D ₁	3,2	5,8	2,9	11,9	3,97
W ₁ D ₂	4,1	3,6	6,8	14,5	4,83
W ₁ D ₃	5,3	6,7	4,4	16,4	5,47
W ₂ D ₀	0	0	0	0	0
W ₂ D ₁	5,8	6,2	4,3	16,3	5,43
W ₂ D ₂	6,9	5,5	7,2	19,6	6,53
W ₂ D ₃	10,7	12,2	11,8	34,7	11,57
W ₃ D ₀	0	0	0	0	0
W ₃ D ₁	8,4	7,5	8,2	24,1	8,03
W ₃ D ₂	10,2	8,8	9,3	28,3	9,43
W ₃ D ₃	15,5	18,3	16,9	50,7	16,90

Uji kualitas dengan alkoholmeter

W₁D₀ (5 hari/ tanpa ragi) → 0%
 W₁D₁ (5 hari/ 25 gr) → 3%
 W₁D₂ (5 hari/ 50 gr) → 4%
 W₁D₃ (5 hari/ 75 gr) → 5%
 W₂D₀ (7 hari/ tanpa ragi) → 0%
 W₂D₁ (7 hari/ 25 gr) → 5%
 W₂D₂ (7 hari/ 50 gr) → 6%
 W₂D₃ (7 hari/ 75 gr) → 11%
 W₃D₀ (9 hari/ tanpa ragi) → 0%
 W₃D₁ (9 hari/ 25 gr) → 8%
 W₃D₂ (9 hari/ 50 gr) → 9%
 W₃D₃ (9 hari/ 75 gr) → 16%

Surakarta, 24 Januari 2009
 Penguji

Siti Mardiyah