Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol Tape Ketan Hitam (*Oryza sativa* L var forma *glutinosa*) dan Tape Singkong (*Manihot utilissima* Pohl)

SKRIPSI

Diajukan Kepada: Universitas Islam Negeri Malang Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

> Oleh : HAFIDATUL HASANAH NIM. 03530008

JURUSAN KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
MALANG
2008

HALAMAN PERSETUJUAN

Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol Tape Ketan Hitam (*Oryza sativa* L var forma *glutinosa*) dan Tape Singkong (*Manihot utilissima* Pohl)

SKRIPSI

Oleh:

HAFIDATUL HASANAH
NIM. 03530008

Disetujui oleh:

Dosen Utama

Dosen Pendamping

Akyunul Jannah, S. Si, MP NIP. 150 368 798 Munirul Abidin, M.Ag NIP. 150 321 634

Mengetahui, Ketua Jurusan Kimia Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Malang

> <u>Diana Candra Dewi, M. Si</u> NIP. 150 327 251

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH LAMA FERMENTASI TERHADAP KADAR ETANOL TAPE KETAN HITAM (Oryza sativa L var forma glutinosa) DAN TAPE SINGKONG (Manihot utilissima Pohl)

SKRIPSI

Oleh: HAFIDATUL HASANAH NIM: 03530008

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

Tanggal 4 Agustus 2008

		Susunan Dewan Penguji 🥏	Tanda Tangar	1
1.	Penguji Utama	: <mark>Dia</mark> na <mark>Candra Dewi, M.Si</mark> NIP. 150 327 251)
		: Anton Prasetyo, M.Si NIP. 150 377 934	()
2.	Ketua Penguji	: Akyunul Jannah, S. Si, MP NIP. 150 368 798	()
3.	Sekr. Penguji	: A. Ghanaim Fasya. S. Si NIP. 150 377 943)
4.	Anggota Penguji	: Ach. Nashicguddin, MA NIP, 150 301 531	()

Mengetahui dan Mengesahkan Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

<u>Diana Candra Dewi, M. Si</u> NIP. 150 327 251 Kematian terjadi pada manusia dengan tiga cara:
pertama dia mati setiap saat oleh sifat dunia;
ketika kehendaknya menghilang, dia kembali mati;
dan yang terakhir ketika tubuh dan jiwanya terpisah
(Mahmus Syabistari).

Ya Allah, hanya pada Mu Kan ku abadikan hati dengan Iman Dan ketaqwaan Ya Allah, hanya pada Mu Ku serahkan diri tuntunlah aku kejalan kemuliaan Disilah aku terpaut antara ajal dan abadi Meniti seni di sudut hati dalam dua kalimah aku terkunc

PERSEMBAHAN

Sebagai Amal Ibadah Dan Rasa Syukurku Pada Allah SWT Sebagai Untaian Kasikku Kepada Nabi Muhammad SAW Buat Aba Dan Bunda Yang Selalu Ku sayang and Ku Kuvintai Adik-Adikku Yang Selalu Ku Kasih And Ku Cintai Saudara-Saudaraku Yang Selalu Ku Hormati Seseorang Yang Senantiasa Mendampingiku, Melindungiku And Menemaniku Dalam Setiap Helaan Nafasku.



Special thanks to:

Keluarga Besar Kímía

Kajurku ibu Diana Candra D., dosen pembimbing ibu Akyunul jannah & bapak A. ghanaim F yang senantiasa menuntunku tahap demi tahap selama penulisan skripsiku. Seluruh dosen kimia : ibu Elok kamilah H., ibu Eny Y. Ibu Himmatul B., ibu Rini NA., ibu rahmah, bapak Anton P., bapak Tri Kustono yang sedang menuntut ilmu. Mbak Nur aini, mas Taufik dan mas Nain selaku laboran kimia. Mahasiswa angkatan '03, angkatan '04, angkatan '05, angkatan '06 dan angkatan '07. selalu semangat untuk maju & selalu ingat bahwa kita disini karena Allah AWT.

Teman-Teman kímía '03

Selama kita terdampar di samudra akademis & bersama-sama berjuang agar bisa menggapai tepi pantai kesuksesan ada banyak canda , tawa, kesedihan & kekhilafan yang kita ukir bersama dilangit biru yang tidak akan pernah terhapus oleh waktu. Thanks to teman-temanku: A'yun, Susilowati, Khamdiyah, Dewi ATA, Dewi F, A. Wasil, Nur KH, ika AR, Kartika K, Lilik R, Halimatur R & teman-teman kimia '03 yang sudah alumni: Farah, Sho"irotul H, Lailatul M, Susi NK, Lilik MK, Dewi NR, Umi M, Taufik, Zulkarnain, Abi.

Teman-Teman Kos GAPIKA

Nyak yang super cuek tp baik buunanget, Jeng penni yang asyik dibuat curhat, Jeng siva yang suka iseng, Jeng ika yang lugu abiiiz, Devi yang crewetnya minta ampun

Teman-Teman terbaek

Kalian mengajarkan aku arti sebuah persahabatan tanpa membedakan golongan, umur dan kepercayaan, thanks to ssumua: Oby (UB), Andrey (UB), Gatut (UB), Anang (UB), Ghofur (UB), Iqbal (UM), Adit (UNMUH), UUI (akperjombang), Yustika (IKIP Kediri), Ony (UNAIR), Dhoweh and Ferry

Teman-Teman Akta Empat

Kalían yang mengajarkan aku arti sebuah persahabatan: Noval, Ozan, Affif, Penni, Dilla, Nida, Shofa, Rida, Susilowati, Rilla, Idho', Fatim, Luluk

ZWANI.COM

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim.

Segala keberhasilan dan kesuksesan manusia sebagai makhluk yang diciptakan tidak terlepas dari Sang Kholiq, maka puji syukur kehadirat Allah SWT. dengan segala taufiq dan hidayahNya serta inayahNya yang senantiasa terlimpahkan kepada hambaNya, sehingga penulisan skripsi dengan judul "Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol Tape Ketan Hitam (Oryza sativa L var forma glutinosa) danTape Singkong (Manihot utilissima Pohl)" dapat terselesaikan.

Sholawat dan salam semoga selalu tercurah limpahkan kepada pelita hati umat Islam, Nabi Muhammad SAW, yang dengan jiwa sucinya penuh pengorbanan dan keihklasan telah membimbing dan menuntun umatnya ke jalan yang benar dan di Ridhoi oleh Allah SWT.

Selesainya skripsi ini tidak terlepas dari kontribusi dari berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih yang tak hingga kepada:

- 1. Bapak Prof. DR. H. Imam Suprayogo, selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Malang yang teleh memberikan kesempatan kepada penulis untuk mengikuti proses belajar S-1.
- 2. Bapak Prof. Dr. Sutiman Bambang Sumitro, SU.D Sc selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Malang.
- 3. Ibu Diana Candra Dewi, M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Malang.
- 4. Ibu Akyunul Jannah, S.Si., MP., selaku dosen pembimbing utama yang tidak pernah mengenal kata lelah dalam mendampingi penulis dan selalu meberikan masukan serta saran guna kesempurnaan skripsi ini serta telah meluangkan waktu, tenaga dan pemikirannya sehingga skripsi ini dapat penulis selesaikan.
- Bapak A. Ghanaim Fasya, S.Si selaku konsultan yang telah dengan sabar memberikan bimbingan, petunjuk, nasehat dan dukungan selama penelitian dan penulisan skripsi ini.

- 6. Bapak Munirul Abidin, M.Ag selaku pembimbing agama yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam mengintegrasikan ilmu kimia dengan agama.
- 7. Ibu Diana Candra Dewi, M.Si, selaku dosen penguji yang senantiasa memberikan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan penulisan skripsi ini.
- 8. Bapak Anton prasetyo, M.Si selaku dosen penguji yang senantiasa memberi saran demi kesempurnaan penulisan skripsi ini.
- 9. Bapak Ach. Nashichuddin, MA, selaku dosen penguji agama (menggantikan bapak Munirul Abidin, M.Ag yang tidak bisa hadir dikarenakan studi ke Arab Saudi) yang senantiasa memberikan pengarahan demi kesempurnaan penulisan skripsi ini.
- 10. Ibu Rini Nafsiati Astuti, M.Pd, selaku Kepala Laboratorim Kimia UIN Malang yang telah membantu kelancaran dalam pelaksanaan penelitian ini.
- 11. Kepala Laboratorim Poli Teknik Negeri Malang yang telah memberikan kesempatan dalam menyelesaikan penelitian lanjutan.
- 12. Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Kimia Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Negeri Malang yang telah memberikan bimbingan dan banyak ilmu pengetahuan pada penulis selama mengikuti pendidikan S-1.
- 13. Abah H. Fauzi, Bunda Hj. Umi Saidah, Adikku Lya and Farid serta seluruh keluargaku yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materiil dan ketulusan kasih sayang serta untaian do'anya yang tak pernah terhenti.
- 14. Calon Imam dalam hidupku, siapapun kamu, seperti apapun kamu and dimanapun kamu. Aku akan selalu menunggu sampai nasib and takdir mempertemukan kita and menyatukan kita di dalam lingkaran kasih sayang Allah. Amin...
- 15. Yogha Wahyuhari Renggawinata yang selalu membantu dan memberikan motivasi selama menyelesaikan skripasi. Terima kasih sudah hadir dalam hidupku disaat dunia mulai menjauhiku.

- 16. Temen-temen GAPIKA (Nyak, Jeng Penny, Sieva, Mbak Ika and Ainy) thaks to semua doa and dukungan kalian. Meski kita terpisah jarak and waktu tapi aku merasakan persahabatan kita tetep nyata.
- 17. Temen-temenku yang selalu ada to aku (Mbak A'yun, Dewi F, Susilo, and Wasil) thanks to smua doa, dukungan and ketulusan kalian.
- 18. Teman-temanku senasib seperjuangan Kimia '03 yang telah banyak memberi masukan yang InsyaAllah bermanfat.
- 19. Serta semua pihak yang telah membantu penulis secara langsung maupun tidak langsung.

Teriring do'a semoga amal yang telah diberikan oleh seluruh pihak tersebut, menjadikan amal yang tiada putus pahalanya. *Amien*. Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini jauh dari kesempurnaan dan banyak kekurangan, untuk itu Penulis mengharapkan kritik dan saran dari segenap pembaca dan pemerhati guna penyempurnaan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya. *Amin Ya Rabbal Alamin*.

Malang, Agustus 2008
Penulis

Hafidatul Hasanah

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PERSETUJUAN	i
HALAMAN PENGESAHAN	
HALAMAN PERSEMBAHAN	
KATA PENGANTAR	
DAFTAR ISI	Х
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
HALAMAN ABSTRAK	xiv
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumu <mark>san Masalah</mark>	5
1.3. Tujuan P <mark>enelitian</mark>	5
1.4. Batasan Masalah	
1.5. Manfaat Penelitian	6
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Tape Ketan Hitam	7
2.1.1. Ketan Hitam (Oryza sativa L var forma glutinosa)	7
2.1.2. Pembuatan Tape Ketan Hitam	10
2.2. Tape Singkong	11
2.2.1. Singkong (Monihot utilissima Pohl)	11
2.2.2. Pembuatan Tape Singkong	13
2.3. Ragi	15
2.4. Fermentasi Tape	22
2.5. Faktor yang Mempengaruhi Fermentasi Alkohol	25
2.6. Alkohol (Etanol)	28
2.7. Destilasi	31

	2.8.	Identifikasi Kadar Alkohol Dengan Menggunakan Me	etode
		Kromatografi Gas (GC)	33
	2.9.	Makanan Dan Minuman yang Haram Disebutkan Dalam	
		Al-Qur'an	37
		2.8.1. Makanan yang Haram	37
		2.8.2. Minuman yang Haram	39
	2.10	. Pendapat MUI Terhadap Kadar Alkohol Yang Diperbolehkan	45
BAB III		CTODE PENELITIAN	
	3.1.	Waktu dan Tempat Penelitian	47
	3.2.	Alat Dan Bahan	47
		3.2.1. Alat	47
		3.2.2. Bahan	
		Jenis Peneltian	
	3.4.	Tahapan Penelitian	48
	3.5.	Pelak <mark>san</mark> aan Pen <mark>elitia</mark> n	
		3.5.1. Proses Pembuatan Tape Ketan Hitam	48
		3.5.2. Proses Pembuatan Tape Singkong	49
		3.5.3 Destilasi Alkohol Pada Tape	50
		3.5.3. <mark>1. De</mark> stilasi Alkohol Pada Tape Ketan Hitam	50
		3.5.3.1. Destilasi Alkohol Pada Tape Singkong	50
		3.6.4. Analisi Kadar Alkohol Pada Tape dengan Menggur	ıakan
		Metode Kromatografi Gas	51
		3.6.4.1. Proses Persiapan Alat Kromatografi Gas (GC)	51
		3.6.4.2. Pembuatan Kurva Baku Etanol	51
		3.6.4.3. Analisis Kadar Alkohol dengan Kromatografi	Gas
		(GC)	52
	3.8.	Teknik Analisis Data	53
BAB IV		SIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
	4.1.	Pembuatan Tape	54
		4.1.1. Pembuatan Tape Ketan Hitam	54
		4.1.2. Pembuatan Tape Singkong	55

4.2. Destilasi Tape Ketan Hitam dan Tape Singkong5/
4.3. Analisis Kadar Alkohol Pada Tape Ketan Hitam dan Tape Singkong
dengan Menggunakan Metode Kromatografi Gas (GC)58
4.4. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol Tape 60
4.4.1. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol Tape
Ketan Hitam60
4.4.2. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol Tape
Singkong
4.5.Perbedaan Kadar Alkohol Tape Ketan Hitam dan Tape Singkong 64
4.6. Analisis Hasil Penelitian Dalam Prespektif Islam
BAB IV. PENUTUP
5.1. Kesimpul <mark>an70</mark>
5.2. Saran
DAFTAR PUSTAKA
I AMDID AN

DAFTAR TABEL

No	Judul	Halaman
2.1	Kandungan Gizi Beras Ketan Hitam (per 100 gram)	9
2.2	Komposisi Kandungan Kimia Singkong (per 100 gram)	12
2.3	Kandungan Vitamin B pada Saccharomyces	21
2.4	Sifat Kimia Dan Fisika Alkohol	29
4.1	Hasil Rata-Rata Kadar Etanol Tape Ketan Hitam	61
4.2	Hasil Rata-Rata Kadar Etanol Tape Singkong	63



DAFTAR GAMBAR

No	Gambar	Halaman
2.1	Beras Ketan Hitam	9
2.2	Daun dan Bunga singkong	11
2.3	Akar Singkong	11
2.4	Saccharomyces cereviseae	17
2.5	Kurva Pertumbuhan Mikroba	19
2.6	Kurva Pertumbuhan Saccharomyces cereviseae	19
2.7	Reaksi Fermentasi Alkohol	23
2.8	Skema Jalur Fermentasi Alkohol Oleh Khamir	
2.9	Rangkaian Alat Destilasi	
2.10	Rangkaian Kromatografi Gas	35
2.11	Cara Mendeteksi Puncak (Bentuk Bel)	36
4.1	Reaksi Fermentasi alkohol Tape Ketan Hitam	55
4.2	Reaksi Fermentasi alkohol Tape singkong	56
4.3	Rata-rata Kadar Etanol Tape Ketan Hitam	61
4.2	Rata-rata Kadar Etanol Tape Singkong	63
4.3	Perbedaan Kadar Etanol Tape Ketan Hitam dan Tape Singkong	64

DAFTAR LAMPIRAN

	Lampiran	Halaman
Lampiran 1	Tahapan Penelitian	76
Lampiran 2	Diagram Alir Penelitian	77
Lampiran 3	Pembuatan Reagen Kimia	81
Lampiran 4	Gambar Kromatogram	83
Lampiran 5	Konsentrasi Alkohol dalam Tape Ketan Hitam dan	
	Tape Singkong Dengan Kromatografi Gas (GC)	89
Lampiran 6	Faktor Koreksi Antara Hasil Destilasi Dengan	
	Konsentrasi Etanol Tape Ketan Hitam dan Tape	
	Singkong Hasil Identifikasi Dengan Kromatografi Gas	
	(GC)	92
Lampiran 7	Gambar Ragi danTape	102
Lampiran 8	Gambar Alat Kromatografi Gas (GC)	106

Abstrak

Hasanah, H., 2008, Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol Tape Ketan Hitam (*Oryza sativa* L var forma *glutinosa*) dan Tape Singkong (*Manihot utilissima* Pohl).

Skripsi Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi (UIN) Malang.

Pembimbing Utama : Akyunul Jannah, S.Si, MP Pembimbing Agama : Munirul Abidin, M.Ag

Kata kunci: Fermentasi, Kadar Alkohol, Tape

Tape merupakan salah satu produk hasil fermentasi. Dari hasil kesepakatan MUI, makanan dan minuman yang mengandung alkohol tidak boleh melebihi 1 %, sehingga makanan/minuman yang mengandung kadar alkohol melebihi 1 % termasuk dalam katagori haram untuk dikonsumsi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama fermentasi terhadap kadar etanol tape ketan hitam dan tape singkong, untuk mengetahui perbedaan kadar etanol tape ketan hitam dengan tape singkong. Metode yang digunakan untuk memisahkan dua atau lebih komponen volatil dan non volatil dari tape adalah metode destilasi, untuk analisis kadar etanol menggunakan metode kromatografi gas (GC).

Pada penelitian ini sampel tape ketan hitam dan tape singkong yang telah difermentasi selama 24 jam, 48 jam, 72 jam, 96 jam dan 120 jam ditumbuk sampai halus dan ditambah aquades. Campuran yang diperoleh didestilasi, destilat yang dihasilkan dimasukkan dalam botol dan ditimbang dengan satuan gram. Destilat yang sudah ditimbang dianalisis menggunakan metode kromatografi gas. Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis varians (ANOVA) untuk menguji adanya perbedaan konsentrasi kadar (%) akohol tape ketan hitam dan tape singkong selama fermentasi. Apabila terjadi perbedaan yang signifikan maka dilanjutkan dengan uji BNT dengan taraf 1%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada pengaruh lama fermentasi terhadap kadar alkohol tape ketan ketan hitam dan tape singkong. Kadar etanol tape ketan hitam berturut-turut sebesar 0.388 %, 1.176%, 1.056%, 3.884% dan 7.581%. Lama fermentasi 96 dan 120 jam berpengaruh sangat nyata (p < 0,01) terhadap kadar etanol tape ketan hitam diantara lama fermentasi lainnya. Kadar etanol tape singkong berturut-turut sebesar 0.844%, 2.182%, 4.904%, 6.334%, dan 11.811%. Lama fermentasi 120 jam berpengaruh sangat nyata (p < 0,01) pada kadar etanol tape singkong di antara lama fermentasi lainnya. Dari uji BNT didapat perbedaan kadar etanol yang sangat signifikan antara tape ketan hitam dan tape singkong.

BABI

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Di abad 21 ini, polemik tentang produk makanan dan minuman yang diharamkan sedang mendapat perhatian dari masyarakat. Ketika teknologi pangan telah berkembang sedemikian rupa, berbagai produk makanan instan, makanan cepat saji, restoran sampai jajanan pasar merupakan makanan yang mudah didapat dan sangat rawan dicemari oleh jenis makanan yang tidak halal baik dari segi bahan atau prosesnya. Beberapa contoh makanan dan minuman haram dan berbahaya yang beredar dipasaran seperti MSG dari babi, tuak, bir dan sebagainya.

Islam telah memberikan batasan terhadap jenis makanan dan minuman yang halal untuk dikonsumsi, seperti sudah ditegaskan dalam firman Allah dalam Al-Qur'an Surat Al-Maaidah ayat 88:

88. Dan makanlah makanan yang halal lagi baik dari apa yang Allah Telah rezekikan kepadamu, dan bertakwalah kepada Allah yang kamu beriman kepada-Nya.

Ayat di atas dengan tegas telah memerintahkan kita untuk memakan makanan yang halal dan *toyyib* saja. Halal dan *toyyib* adalah dua kesatuan yang tidak bisa dipisahkan, yang dapat diartikan halal dari segi syariah dan *toyyib* dari segi kesehatan, gizi, estetika dan lainnya. Tetapi, masih banyak masyarakat yang

salah kaprah menanggapi makanan yang halal dan *toyyib*, seperti minuman *khamer*. Pada kenyataannya semua bangsa meminum *khamer*, di tanah Arab dikenal dengan *khamer*, di Negara barat disebut alkohol dan di Indonesia dikenal dengan arak, badeg atau tuak. Padahal Allah telah menegaskan keharaman *khamer* dalam Al-Qur'an Surat Al-Maidah ayat 90-91, yaitu:

90. Hai orang-orang yang beriman, Sesungguhnya (meminum) khamer, berjudi, (berkorban untuk) berhala, mengundi nasib dengan panah, adalah termasuk perbuatan syaitan. Maka jauhilah perbuatan-perbuatan itu agar kamu mendapat keberuntungan.

91.Sesungguhnya syaitan itu bermaksud hendak menimbulkan permusuhan dan kebencian di antara kamu lantaran (meminum) khamer dan berjudi itu, dan menghalangi kamu dari mengingat Allah dan sembahyang. Maka berhentilah kamu (dari mengerjakan pekerjaan itu).

Ayat di atas dengan tegas Islam memandang makanan dan minuman yang memabukkan dikatagorikan sebagai makanan dan minuman yang haram untuk dikonsumsi. Dari hasil kesepakatan MUI, makanan dan minuman yang mengandung alkohol tidak boleh melebihi 1 %, sehingga makanan dan minuman yang mengandung kadar alkohol melebihi 1 % termasuk dalam katagori haram untuk dikonsumsi (Apriyantono, 2006).

Makanan hasil fermentasi merupakan salah satu makanan yang sangat penting dalam menu susunan makanan di dunia, karena telah berabad-abad lamanya sebagian besar penduduk dunia menggunakan proses fermentasi sebagai salah satu cara yang paling murah, aman dan praktis dalam proses pembuatan makanan dan minuman seperti tempe, kecap, cuka apel, tape dan sebagainya.

Proses fermentasi tape melibatkan penambahan mikroorganisme untuk membuat singkong atau beras ketan menjadi produk yang diinginkan. Mikroorganisme yang biasanya digunakan adalah ragi. Ragi sebenarnya merupakan khamir (*Saccharomyces cerevisiae*) yang berfungsi untuk mengubah karbohidrat (pati) menjadi gula dan alkohol. Proses tersebut juga menyebabkan tekstur tape menjadi lunak dan empuk. Khamir adalah salah satu jenis mikroba yang sebenarnya banyak berperan dalam dunia pangan, tetapi kurang dikenal luas oleh masyarakat. Khamir memiliki peranan yang penting dalam proses pembuatan tape, yaitu mengubah pati pada singkong atau beras ketan menjadi gula, serta mengubah sebagian gula menjadi alkohol dan komponen *flavor*. Proses tersebut kemudian akan dihasilkan tape beralkohol dengan cita rasa tertentu sesuai dengan bahan baku yang digunakan.

Dari hasil penelitian S. Siembenhandl L.N., Lestario, D., Trimmel and E. Berghofer yang dilaporkan di jurnal ilmiah *international Journal of Food Sciences and Nutrion* volume 52 halaman 347-357 pada tahun 2001 menyebutkan hasil kadar etanol pada tape ketan hitam setelah didiamkan selama 2.5 hari (60 jam) dengan pembuatan tape secara tradisional mencapai 3.380 %. Dari data tersebut terlihat bahwa setelah 2.5 hari (60 jam) kadarnya mencapai 3.3 %, jika lebih dari 3 hari bisa dibayangkan berapa persen kadar etanol yang akan dicapai (Apriyantono, 2005^b).

Penjual tape ketan hitam atau tape singkong biasanya membuat tape dengan lama fermentasi 3 hari sampai 7 hari bahkan lebih. Padahal di dalam salah satu hadis Abu Hurairah yang diakui oleh Abu Daud, An-Nasa'i dan Ibnu Majah dimana Abu Hurairah menceritakan bahwa dia mengetahui Nabi berpuasa pada suatu hari. Menjelang berbuka dia mempersiapkan untuk Nabi perasan anggur yang diletakkannya dalam suatu bejana/tempat yang terbuat dari kulit. Tiba-tiba minuman itu mendidih (menghasilkan gas/gelembung) dan karenanya Nabi bersabda: Buanglah minuman keras ini. Ini adalah minuman orang-orang yang tidak beriman kepada Allah dan hari Akhir (Apriyantono, A., 2006). Terbentuknya gas/gelembung pada jus yang disimpan pada suhu ruang dan terbuka adalah ciri-ciri terjadinya fermentasi alkohol dan ini biasanya terjadi setelah jus disimpan pada suhu ruang dan terbuka selama lebih dari 2 hari.

Setelah dilakukan tes menghitung kadar alkohol perasan anggur yang lebih dari dua hari tersebut, kadar alkohol yang didapat sebanyak 1 %. Dengan adanya patokan 1 % ini, maka akan mudah bagi kita untuk memilih dan menentukan apakah suatu produk makanan dan minuman bisa dikatakan berpotensi memabukkan seperti minuman keras (*khamer*) atau tidak (Didinkaem, 2006).

Makanan dan minuman yang memiliki kandungan alkohol yang berlebihan akan menyebabkan kahilangan kesadaran sementara (mabuk/teler) bila dikonsumsi terlalu banyak. Dijelaskan oleh Umar bin Khattab seperti diriwayatkan oleh Bukhori dan Muslim sebagai berikut:

"Kemudian daripada itu, wahai manusia! Sesungguhnya telah telah diturunkan hukum yang mengharamkan khamer. Ia terbuat dari salah satu unsur: anggur, korma, madu, jagung dan gandum".

Berangkat dari permasahan di atas, maka perlu dilakukan penelitian tentang Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol Tape Ketan Hitam (Oryza sativa L var forma glutinosa) dan Tape Singkong (Manihot utilissima Pohl).

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas dapat diambil rumusan masalah yaitu:

- 1. Adakah pengaruh lama fermentasi terhadap kadar etanol pada tape ketan hitam?
- 2. Adakah pengaruh lama fermentasi terhadap kadar etanol pada tape singkong?
- 3. Adakah perbed<mark>aan kadar etanol tape ketan hitam deng</mark>an tape singkong?

1.3. Tujuan

Dari rumusan masalah di atas, maka tujuan penilitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh lama fermentasi terhadap kadar etanol pada tape ketan hitam dan tape singkong serta untuk mengetahui perbedaan kadar etanol tape ketan hitam dengan tape singkong.

1.4. Batasan Masalah

Batasan dalam penelitian ini adalah penulis melakukan penelitian pada:

1. Ketan hitam yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Lawang.

- 2. Singkong yang digunakan dalam penelitian ini adalah singkong yang mempunyai warna putih dan berusia 3 bulan.
- 3. Analisis kadar etanol menggunakan metode Kromatografi Gas (GC).

1.5. Manfaat

1.5.1. Bagi Penulis

- Merupakan partisipasi penulis dalam memberikan kontribusi terhadap pengembangan keilmuan, khususnya dalam bidang ilmu Kimia.
- 2. Sebagai bentuk aplikasi ilmu yang telah penulis dapatkan selama belajar di bangku kuliah.
- 3. Sebagai suatu permulaan bagi penulis untuk mengaitkan Kimia dengan kehidupan nyata yang merupakan kebutuhan manusia.
- 4. Sebagai salah satu bahan referensi dalam menambah pengetahuan dalam kimia fermentasi.

1.5.2. Bagi Pembaca

Sebagai informasi kepada masyarakat yang memproduksi tape ketan hitam dan tape singkong agar dapat membuat tape dengan kadar etanol yang sesuai dengan kesepakatan MUI.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tape Ketan Hitam

2.1.1. Ketan Hitam (Oryza sativa L var forma glutinosa)

Ketan merupakan salah satu vareitas dari padi yang merupakan tumbuhan semusim. Tumbuhan ini mempunyai lidah tanaman tumbuh kuat yang panjangnya 1 sampai 4 mm dan bercangkap 2. Helaian daun berbentuk garis dengan panjang 15 sampai 50 cm, kebanyakan dengan tepi kasar. Mempunyai malai dengan panjang 15 sampai 40 cm yang tumbuh ke atas yang akhir ujungnya menggantung. Malai ini bercabang-cabang dan biasanya cabangnya kasar. Pada tumbuhan ini bulirnya mempunyai panjang 7 sampai 10 mm dengan lebar 3 mm. Pada waktu masak, buahnya yang berwarna ada yang rontok dan ada yang tidak. Buah yang dihasilkan dari tanaman ini berbeda ada yang kaya pati dan ini disebut beras, sedangkan buah kaya perekat disebut ketan.

Menurut Steenis (1988), ketan adalah sejenis beras yang diklasifikasikan sebagai berikut:

Divisio : Spermatophyta

Kelas : *Angiospermae*

Ordo : Graminales

Famili : Graminea

Genus : Oryza

Spesis : *Oryza sativa L*.

Varietas : Oryza sativa L var forma glutinosa

Beras ketan hampir seluruhnya terdiri dari pati (*starch*). Pati merupakan zat tepung dari karbohidrat dengan suatu polimer senyawa glukosa yang terdiri dari dua komponen utama, yaitu amilosa dan amilopektin. Amilosa terdiri atas 250-300 unit D-glukosa, polimer linier dari D-glukosa membentuk amilosa dengan ikatan 1,4-glukosidik. Sedangkan amilopektin terdiri lebih dari 1000 unit glukosa, polimer amilopektin adalah terbentuk dari ikatan 1,4-glukosidik dan membentuk cabang pada ikatan 1,6- glukosidik (Poedjiadi, A., 1994).

Amilosa bersifat sangat *hidrofilik*, karena banyak mengandung gugus hidroksil. Maka, molekul amilosa cenderung membentuk susunan paralel melalui ikatan hidrogen. Kumpulan amilosa dalam air sulit membentuk gel, meski konsentrasinya tinggi. Karena itu, molekul pati tidak mudah larut dalam air. Berbeda dengan amilopektin yang strukturnya bercabang, pati akan mudah mengembang dan membentuk koloid dalam air (Afrianti, H. L., 2007).

Daya rekat beras ketan jauh lebih besar dari beras, hal ini sesuai dengan amilopekin yang lekat. Beras ketan memiliki kadar amilosa di bawah 1 % pada pati berasnya. Patinya didominasi oleh amilopektin, sehingga jika ditanak sangat lekat. Menurut Mulyadi dalam Prihatiningsih (2000), senyawa selain pati yang terdapat pada ketan adalah protein yang disebut *oryzain*. Kadar lemak dalam beras ketan tidak terlalu tinggi yaitu rata-rata 0.7 % dan kandungan asam lemak yang terbanyak adalah asam oleat dan asam palmitat serta untuk kandungan vitamin dan minerat sangat rendah. Vitamin yang terkandung dalam beras ketan adalah Tiamin Riboflavin dan Niasin. Sedangkan mineral yang terkandung dalam beras ketan adalah besi, kalsium, fosfor, dan lain sebagainya. Beras ketan dibedakan

berdasarkan warnanya terdapat dua macam yaitu beras ketan hitam dan beras ketan putih.



Gambar 2.1. Beras Ketan Hitam

Ketan hitam mempunyai komposisi kandungan kimia (per 100 gram) dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Kandungan Gizi Beras Ketan Hitam (per 100 gram)

- 110 01 - 110 1 - 110		
Kandungan Gizi	Jumla h	
Kalori	356 kal.	
Protein	2.02 gram	
Lemak	0.9 gram	
Karbohidrat	21.09 gram	
Kalsium	2 mgr	
Fosfor	8 mgr	
Besi	0.14 mg	
Vitamin B1	2.0 mcg	
Air	76.63 mg	

Sumber: Anynomous, 2008^c

2.1.2. Pembuatan Tape Ketan Hitam

Tape pada prinsipnya dapat dibuat dari berbagai bahan baku sumber karbohidrat seperti beras ketan putih, beras ketan hitam dan singkong. Tape ketan hitam merupakan salah satu jenis makanan yang dibuat melalui proses fermentasi dengan menggunakan ragi tape. Tape beras ketan umumnya dibuat untuk sajian dan sekarang banyak dibuat untuk dikonsumsi dan dijual.

Pada pembuatan tape ketan hitam secara tradisional, ketan dicuci kemudian direndam semalam, kemudian ditanak. Setelah dingin dicampur dengan ragi komersial, dimasukkan dalam wadah yang dilapisi daun pisang dan difermentasi selama 1 sampai 3 hari pada suhu kamar. Terjadilah proses fermentasi yang mengubahnya menjadi tape. Pada saat peragian ini, terjadi perubahan bentuk dari pati menjadi glukosa yang pada akhirnya menghasilkan alkohol.

Menurut Winarno (1984) makanan yang mengalami fermentasi biasanya mempunyai nilai gizi yang lebih tinggi dari bahan asalnya. Tape ketan hitam mempunyai nilai gizi yang lebih tinggi dari pada bahan aslinya, hal ini disebabkan oleh aktivitas mikroba memecah komponen-komponen kompleks menjadi zat-zat yang lebih sederhana sehingga lebih mudah untuk dicerna. Disamping itu mikroba juga dapat mensintesa beberapa vitamin dan faktor-faktor pertumbuhan badan lainnya, misalnya Riboflavin, vitamin B12, dan provitamin A.

2.2. Tape Singkong

2.2.1. Singkong (*Manihot utilissima* Pohl)

Singkong yang juga dikenal sebagai ketela pohon atau ubi kayu, dalam bahasa Inggris bernama *cassava*, adalah pohon tahunan tropika dan subtropika dari keluarga *Euphorbiaceae*. Umbinya dikenal luas sebagai makanan pokok penghasil karbohidrat dan daunnya sebagai sayuran. Tumbuhan ini merupakan

umbi atau akar pohon yang panjang dengan fisik rata-rata bergaris tengah 2-3 cm dan panjang 50-80 cm, tergantung dari jenis singkong yang ditanam. Daging umbinya berwarna putih atau kekuning-kuningan. Singkong tidak tahan simpan meskipun ditempatkan di lemari pendingin. Gejala kerusakan ditandai dengan keluarnya warna biru gelap akibat terbentuknya asam sianida yang bersifat racun.



Adapun Singkong dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Deputi Menegristek Bidang Pendayagunaan dan Pemasyarakatan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, 2005): Kerajaan : Plantae

Divisio : Spermatophyta atau tumbuhan berbiji Kelas : Dicotyledoneae atau biji berkeping dua

Ordo : Euphorbiales

Familia : Euphorbiaceae

Genus : Manihot

Spesies : *M. esculenta*

Nama binomial : *Manihot esculenta Crantz*

Singkong mempunyai komposisi kandungan kimia (per 100 gram) dapat dilihat pada tabel 2.2 (Anonymous, 2007).

Tabel 2.2 Komposisi kandungan kimia singkong (per 100 gram)

Kandungan Kimia	J <mark>u</mark> mlah 💮
Kalori	146,0 <mark>0</mark> kal
Protein	1,20 gram
Air	62,50 gram
Phospor	40,00 mg
Karbohidrat Karbohidrat Karbohidrat Karbohidrat	38,00 gram
Lemak	0,30 gram
Hidrat arang	34,7 gram
Kalsium	33,00 mg
Zat besi	0,7 mg
Vitamin B1	0,06 mg

Sumber : Deputi Menegristek Bidang Pendayagunaan dan Pemasyarakatan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi

Singkong merupakan sumber energi yang kaya karbohidrat namun sangat miskin protein. Sumber protein yang bagus justru terdapat pada daun singkong karena mengandung (per 100 gram): Vitamin A 11000 SI, Vitamin C 275 mg, Vitamin B1 0,12 mg, Kalsium 165 mg, Kalori 73 kal, Fosfor 54 mg, Protein 6,8 gram, Lemak 1,2 gram, Hidrat arang 13 gram, Zat besi 2 mg, asam amino metionin dan 87 % bagian daun dapat dimakan. Buah singkong mengandung (per 100 gram): Vitamin B1 0,06 mg, Vitamin C 30 mg dan 75 % bagian buah dapat

dimakan. Sedangkan Kulit batang singkong mengandung tanin, enzim peroksidase, glikosida dan kalsium oksalat (Anonymous, 2007).

Singkong juga banyak mengandung glukosa dan dapat dimakan mentah. Rasanya sedikit manis, ada pula yang pahit tergantung pada kandungan racun glukosida yang dapat membentuk asam sianida. Singkong yang rasanya manis menghasilkan paling sedikit 20 mg HCN per kilogram singkong yang masih segar, dan 50 kali lebih banyak pada singkong yang rasanya pahit. Pada jenis singkong yang manis, proses pemasakan sangat diperlukan untuk menurunkan kadar racunnya.

2.2.2. Pembuatan Tape Singkong

Singkong merupakan salah satu bahan makanan yang kaya karbohidrat (sumber energi). Pada proses pembuatan tape, karbohidat mengalami proses peragian oleh mikroba atau jasad renik tertentu, sehingga sifat-sifat bahan berubah menjadi lebih enak dan sekaligus mudah dicerna (Deputi Menegristek Bidang Pendayagunaan dan Pemasyarakatan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, 2005).

Pada pembuatan tape singkong secara tradisional, singkong kupas lalu dicuci, kemudian ditanak. Setelah dingin dicampur dengan ragi komersial, dimasukkan dalam wadah yang dilapisi daun pisang dan difermentasi selama 1 sampai 3 hari pada suhu kamar. Terjadilah proses fermentasi yang mengubahnya menjadi tape. Pada saat peragian ini, terjadi perubahan bentuk dari pati menjadi glukosa yang pada akhirnya menghasilkan alkohol.

Pada hakekatnya semua makanan yang mengandung karbohidrat bisa diolah menjadi tape. Tetapi sampai sekarang yang sering diolah adalah ketan dan singkong (berdaging putih atau kuning). Tape dari singkong yang berdaging kuning lebih enak dari pada yang berwarna putih, karena singkong berwarna kuning dagingnya lebih halus tanpa ada serat-serat yang kasar. Menurut Bambang Admadi Harsojuwono dalam Arixs (2005) daging singkong yang berwarna kuning bukan hanya lebih enak tetapi mempunyai kandungan vitamin A yang cukup tinggi.

Proses fermentasi tape singkong harus dilakukan secara optimal. Selain memilih bahan dasar singkong yang baik, proses pembuatan tape singkong harus benar. Ragi yang digunakanpun harus bermutu tinggi, karena ragi merupakan bahan utama dalam proses pembuatan tape. Kesterilan ragi dan bahan dasar pembuatan tape singkong ketika akan digunakan sangat penting. Hal ini bertujuan agar tidak dicemari bakteri lain. Karena jika dalam proses pembuatan tape singkong dicemari bakteri lain maka proses fermentasi akan terhambat. Sehingga tape akan mengeluarkan bakteri yang sering mengeluarkan racun yang berbahaya bagi kesehatan manusia.

2.3. Ragi

Menurut Buckle *et.all*. (1985) proses fermentasi merupakan hasil kegiatan beberapa jenis mikroorganisme yang memfermentasi bahan pangan, untuk menghasilkan perubahan yang diinginkan dapat dibedakan dari mikroorganismemikroorganisme yang menyebabkan kerusakan dan penyakit yang ditularkan

melalui makanan. Dari mikroorganisme-mikroorganisme yang paling penting adalah bakteri pembenbentuk asam laktat, bakteri pembentuk asam asetat dan beberapa jenis khamir penghasil alkohol.

Ragi tape adalah bahan yang dapart digunakan dalam pembuatan tape, baik dari singkong dan beras ketan. Menurut Dwijoseputro dalam Tarigan (1988) ragi tape merupakan populasi campuran yang tediri dari spesies-spesies genud Aspergilius, Saccharomyces, Candida, Hansenulla, dan bakteri Acetobacter. hidup bersama-sama secara Genus tersebut sinergis. Aspergillus menyederhanakan tepung me<mark>n</mark>jadi glukosa serta memproduksi enzim glukoamilase yang akan memecah pati dengan mengeluarkan unit-unit glukosa, sedangkan Saccharomyces, Candida dan Hansenulla dapat menguraikan gula menjadi alkohol dan bermacam-macam zat organik lain sementara itu Acetobacter dapat merombak alkohol menjadi asam. Beberapa jenis jamur juga terdapat dalam ragi tape, antara lain Chlamydomucor oryzae, Mucor sp, dan Rhizopus sp.

Menurut Wanto dan Arif Subagyo dalam Maimuna, S (2004) Khamir merupakan fungi bersel tunggal sederhana, kebanyakan bersifat *saprofitik* dan biasanya terdapat dalam tumbuh-tumbuhan yang mengandung karbohidrat. Khamir dapat diisolasi dari tanah yang berasal dari kebun anggur, kebun buah-buahan dan biasanya khamir berada di dalam cairan yang mengandung gula, seperti cairan buah, madu, sirup, dan sebagainnya. Bentuk sel khamir biasanya bulat, oval, dan biasanya tidak mempunyai *flagella*. Pada umumnya khamir berkembang biak dengan bertunas, membelah diri dan pembentukan spora.

Sel-sel khamir mempunyai lapisan dinding luar yang terdiri dari polisakarida kompleks dan di dalamnya terletak membran sel. Khamir dapat tumbuh dalam media cair dan padat. Pembelahan sel terjadi secara aseksual dengan pembentukan tunas, suatu proses yang merupakan sifat khas dari khamir (Buckle *et.all.*, 1985).

Pada umumnya kisaran suhu pertumbuhan untuk khamir adalah sama dengan suhu optimum pada kapang sekaitar 25-30 °C dan suhu maksimum kira-kira 35-47 °C. Sementara itu pertumbuhan khamir pada umumnya lebih baik pada suasana asam dengan pH 4-4,5, dan tidak dapat tumbuh dengan baik pada medium alkali, kecuali jika telah beradaptasi. Khamir tumbuh pada kondisi aerobik, tetapi yang bersifat fermentatif dapat tumbuh secara anaerobik meskipun lambat (Fardiaz, S., 1992).

Khamir mempunyai kemampuan untuk memecah pangan karbohidrat menjadi alkohol dan karbondioksida. Proses ini diketahui sebagai fermentasi alkohol yaitu proses anaerob. Khamir mempunyai sekumpulan enzim yang diketahui sebagai *zymase* yang berperan pada fermentasi senyawa gula, seperti glukosa menjadi etanol dan karbondioksida. Reaksi yang terjadi dalam fermentasi alkohol sebagai berikut:

$$C_6H_{12}O_6 \longrightarrow 2 C_2H_5OH + 2 CO_2$$

Glukosa Etanol karbondioksida

Jika pemberian O₂ berlebihan, sel khamir akan melakukan respirasi secara aerobik, dalam keadaan ini enzim khamir dapat memecah senyewa gula lebih sempurna, dan akan dihasilkan karbondioksida dan air.

Jenis khamir yang biasanya dipakai dalam indutri fermentasi alkohol adalah jenis *Saccharomyces cereviseae*. *Saccharomyces cereviseae* adalah jenis khamir utama yang berperan dalam produksi minuman beralkohol seperti bir, anggur, dan juga digunakan untuk fermentasi adonan dalam perusahaan roti dan fermentasi tape. Kultur yang dipilih harus dapat tumbuh dengan baik dan mempunyai toleransi yang tinggi terhadap alkohol serta mampu menghasilkan alkohol dalam jumlah banyak (Irianto, K., 2006).



Gambar 2.4. Saccharomyces cereviseae

Adapun *Saccharomyces cereviseae* dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Muhtadi, 1997):

Kingdom : Fungi

Phylum : Ascomycota

Subphylum : Saccharomycotina

Kelas : Saccharomycetes

Order : Saccharomycetales

Famyli : Saccharomycetaceae

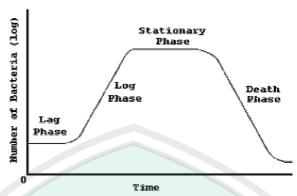
Genus : Saccharomyces

Spesies : S. cerevisiae

Nama binomial : Saccharomyces cerevisiae

Saccharomyces cereviseae berbentuk bulat, oval, atau memanjang, dan mungkin berbentuk pseudomiselium. Reproduksi khamir dilakukan dengan cara pertunasan multipolar, atau melalui pembentukan askospora. Askospora dapat terbentuk setelah terjadi konjugasi, atau berasal dari sel diploid.

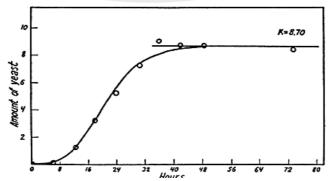
Pertumbuhan sel merupakan puncak aktivitas fisiologi yang saling mempengaruhi secara berurutan. Proses pertumbuhan ini sangat kompleks meliputi pemasukan nutrien dasar dari lingkungan ke dalam sel, konversi bahanbahan nutrien menjadi energi dan berbagai *constituent vital cell* serta perkembangbiakan. Pertumbuhan mikrobial ditandai dengan peningkatan jumlah dan massa sel serta kecepatan pertumbuhan tergantung pada lingkungan fisik dan kimia (Anonymous, 2008^a). Adapun kurva pertumbuhan mikroba secara umum dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5. Kurva Pertumbuhan Mikroba

Pada dasarnya pertumbuhan sel mikroba dapat berlangsung tanpa batas, akan tetapi karena pertumbuhan sel mikroba berlangsung dengan mengkonsumsi nutrien sekaligus mengeluarkankan produk-produk metabolisme yang terbentuk, maka setelah waktu tertentu laju pertumbuhan akan menurun dan akhirnya pertumbuhan berhenti sama sekali. Berhentinya pertumbuhan dapat disebabkan karena berkurangnya beberapa nutrien esensial dalam medium atau karena terjadinya akumulasi *aututuksin* dalam medim atau kombinasi dari keduanya (Ansori, A., 1989).

Adapun kurva pertumbuhan *Saccharomyces cereviseae* dapat dilihat pada Gambar 2.6 (Anonymous, 2008^b).



Gambar 2.6. Kurva Pertumbuhan Saccharomyces cereviseae

Dari gambar 2.5 menunjukkan pertumbuhan dari ragi Saccharomyces cereviseae yang mula-mula lambat, lalu cepat, dan akhirnya melambat saat mendekati nilai tertentu. Pada waktu ke 0-6 Saccharomyces cereviseae mvengalami fase adaptasi untuk menyesuaikan dengan substrat dan kondisi lingkungan disekitarnya. Pada waktu ke 7-11 Saccharomyces cereviseae mengalami proses membelah dengan kecepatan masih rendah karena baru selesai tahap menyesuaikan diri, fase ini disebut fase pertumbuhan awal. Pada waktu ke 12-42 Saccharomyces cereviseae membelah dengan cepat dan konstan. Pada waktu ini jumlah Saccharomyces cereviseae meningkat dengan kecepatan eksponensial, fase ini disebut fase logaritmik Pada waktu ke 43-168 memasuki fase stasioner dimana fase ini jumlah mikroba yang hidup sebanding dengan yang mati. Dengan demikian semakin berkurangnya jumlah nutrisi Saccharomyces cereviseae dan substrat, sehingga Saccharomyces cereviseae akan semakin menurun dengan bertambahnya waktu.

Saccharomyces cerevisiae merupakan spesies yang bersifat fermentatif kuat. Tetapi dengan adanya oksigen, Saccharomyces cerevisiae juga dapat melakukan respirasi yaitu mengoksidasi gula menjadi karbondioksida dan air. Kedua sistem tersebut menghasilkan energi, meskipun yang dihasilkan dari respirasi lebih tinggi dibandingkan dengan melalui fermentasi. Saccharomyces cerevisiae akan mengubah 70 % glukosa di dalam substrat menjadi karbondioksida dan alkohol, sedangkan sisanya tanpa ada nitrogen diubah menjadi produk penyimpanan cadangan. Produk penyimpanan tersebut akan

digunakan lagi melalui proses fermentasi *endogenous* jika glukosa di dalam medium sudah habis (Fardiaz, S., 1992).

Beberapa spesies khamir merupakan sumber vitamin, dan telah digunakan sebagai suplemen pada makanan manusia dan hewan. Beberapa spesies khamir juga mengandung pigmen karotenoid yang larut lemak dan pigmen-pigmen lainnya. Adapun kandungan vitamin pada *Saccharomyces cerevisiae* dapat dilihat pada tabel 2.3, yaitu:

Tabel 2.3 Kandungan Vitamin B pada Saccharomyces

Vitamin	Saccharomyces	
	Sa <mark>ccha</mark> ro <mark>myces ce</mark> revisiae	Spesies lain
	<mark>(μg/g)</mark>	(μg/g)
Thiamin	136.0	3.5
Riboflavin	29.0	35.6
Asam nicotinat	525.0	387.0
Piridoksin	40.0	29.0
Asam phentothenat	69.5	57.4
Asam folat	3.5	20.8
Biotin	1.0	0.53
Asam <i>p</i> -aminabenzoat	FR-5.0	11.0
Kholin	3800.0	2860.0
Inositol	3900.0	4500.0

Sumber: Pelczer et.all. (1977) dalam (Fardiaz, S., 1992)

Saccharomyces cerevisiae pada umumnya pertumbuhan berada dalam kultur murni. Ragi yang beredar dipasaran biasanya mengandung mikroba jenis yeast. Didalam ragi Saccharomyces cerevisiae dicampur dengan tepung beras dan

dikeringkan, biasanya berbentuk agak bulat dengan diameter 3 cm serta berwarna putih.

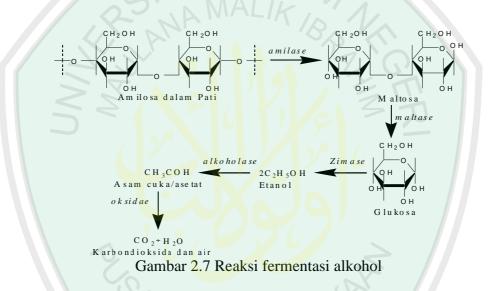
Pada dasarnya proses pembuatan ragi tape sangat sederhana dengan bahan-bahan yang mudah didapat dan pembuatannya tidak membutuhkan waktu yang cukup lama. Bahan-bahan yang digunakan adalah laos, tebu kuning atau gula pasir, ubi kayu dan jeruk nipis. Adapun proses pembuatannya yaitu bahan-bahan tersebut dikupas dan dicuci, kemudian dihaluskan lalu dicampur dengan tepung beras atau tepung malt, ditambah sedikit air sampai terbentuk adonan. Kemudian didiamkan dalam suhu kamar selama 3 hari dalam keadaan terbuka, sehingga adonan akan ditumbuhi kapang *Chlamydomucor oryzae* secara alami. kemudian dipisahkan kotorannya dan diperas untuk mengurangi airnya lalu dibuat bulatan-bulatan dan dikeringkan (Anonymous, 1980).

2.4. Fermentasi

Fermentasi berasal dari bahasa latin *ferfere* yang artinya mendidihkan, yaitu berdasarkan ilmu kimia terbentuknya gas-gas dari suatu cairan kimia yang pengertiannya berbeda dengan air mendidih. Gas yang terbentuk tersebut di antaranya karbondioksida (CO₂) (Afrianti, H. L., 2004).

Fermentasi sebenarnya mengaktifkan pertumbuhan dan metabolisme dari mikroba membentuk alkohol dan asam, dan menekan pertumbuhan mikroba proteolitik dan lipolitik. Beberapa hasil fermentasi terutama asam dan alkohol dapat mencegah pertumbuhan mikroba yang beracun didalam makanan, misalnya Clostridium botulinum (Winarno, 1984).

Apabila suatu mikroba ditumbuhkan dalam media pati, maka pati tersebut akan diubah oleh enzim *amilase* yang dikeluarkan oleh mikroba tersebut menjadi maltosa. Maltosa dapat dirombak menjadi glukosa oleh enzim *maltase*. Kemudian glukosa oleh enzim *zimase* dirombak menjadi alkohol, sedangkan alkohol oleh enzim alkoholase dapat diubah menjadi asam asetat. Asam asetat ini akan dirombak oleh enzim oksidase menjadi karbondioksida dan air (Tarigan, 1988). Proses ini secara singkat dapat dilihat dari reaksi berikut:



Menurut Leni Herliani Afrianti (2004) fermentasi berdasarkan kebutuhan O_2 , dapat dibedakan menjadi dua, yaitu:

1. Ferementasi aerob (proses respirasi), yaitu disimilasi bahan-bahan yang disertai dengan pengambilan oksigen. Semua organisme untuk hidupnya memerlukan sumber energi yang diperoleh dari hasil metabolisme bahan pangan, di mana organisme itu berada Bahan energi yang paling banyak digunakan mikroorganisme untuk tumbuh adalah glukosa. Dengan adanya oksigen maka mikroorganisme dapat mencerna glukosa menghasilkan air,

- karbondioksida dan sejumlah besar energi. Contoh : fermentasi asam asetat, asam nitrat, dan sebagainya.
- 2. Fermentasi anaerob, yaitu fermentasi yang tidak membutuhkan adanya oksigen, Beberapa mikroorganisme dapat mencerna bahan energinya tanpa adanya oksigen. Jadi hanya sebagian bahan energi itu dipecah, yang dihasilkan adalah sebagian dari energi, karbondioksida dan air, termasuk sejumlah asam laktat, asetat, etanol, asam volatil, alkohol dan ester. Biasanya dalam fermentasi ini menggunkan mikroba *yeart*, jamur dan bakteri.

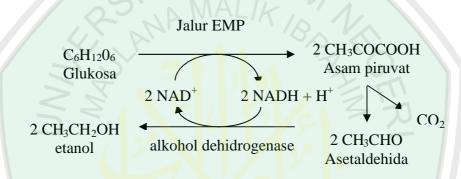
Pada umumnya proses pembutan tape menggunakan proses fermentasi anaerob, yaitu setelah bahan diragikan, dan dimasukkan kedalam kantong plastik atau dapat juga menggunakan daun pisang kemudian disimpan ditempat tertutup selama ± 2-3 hari pada temperatur 26-28 °C. Tape yang melalui fermentasi anaerob ini rasanya akan lebih manis dibandingkan dengan tape hasil fermentasi aerob, mikroba-mikroba yang terkandung di dalam ragi ini tidak dapat melakukan aktivitasnya dengan sempurna (Tarigan, 1988).

Fermentasi tipe anaerob menghasilkan sejumlah kecil energi, karbondioksida, air, dan produk akhir metabolik organik lain, seperti asam laktat, asam asetat, dan etanol serta sejumlah kecil asam organik volatil lainnya, alkohol dan ester tersebut (Buckle *et.all.*, 1985).

Pada proses fermentasi anaerob mula-mula glukosa dipecah menjadi asam piruvat yang melalui lintasan *Embden Meyerhoff Pamas* (EMP). Setelah itu terjadi dekarboksilasidehida asam piruvat menjadi asetaldehida. asetaldehida tereduksi menjadi etanol yaitu menerima elektron hasil oksidasi asam gliseraldehida *3*-

phosphat. Melalui proses fermentasi anaerob ini 90% glukosa akan dirubah menjadi etanol dan CO₂ (Ansori, R., 1989).

Reaksi pada Gambar 2.8 asetaldehida bertindak sebagai penerima hidrogen dalam fermentasi, di mana hasil reduksinya oleh NADH₂ menghasilkan etanol, dan NAD yang teoksidasi kemudian dapat digunakan lagi untuk menangkap hidrogen (Fardiaz, S., 1992).



Gambar 2.8 Skema jalur fermentasi alkohol oleh khamir

2.5. Faktor Yang Memprngaruhi Fermentasi Alkohol

Kemampuan mikroorganisme untuk tumbuh dan tetap hidup merupakan hal yang sangat penting dalam ekosistem pangan. Beberapa faktor utama yang mempengaruhi sisitem fermentasi alkohol oleh mikroorganisme meliputi: macam bahan (substrat), mikroba, derajat keasaman (pH), suhu, suplai makanan, waktu, air (H_2O), dan kesediaan oksigen (O_2).

1. Macam Bahan (substrat)

Menurut Buckle *et.all* (1987) mikroorganisme membutuhkan suplai makanan yang menjadi sumber energi dan menyediakan unsur kimia dasar untuk

pertumbuhan sel. Unsur dasar tersebut adalah karbon, oksigen, sulfur, fosfor, magnesium, zat besi dan sejumlah kecil logam lainnya.

Menurut Said (1987) dalam Ratri (2003) karbon dan nitrogen merupakan unsur yang dibutuhkan untuk pertumbuhan mikroorganisme. Karbon dibutuhkan untuk pertumbuhan dan sebagai sumber energi. Senyawa ini tersedia dalam bentuk gula, garam dari beberapa asam organik, gliserol, sterol dan sebagainya. Biasanya sebagai golongan karbohidrat yang digunakan adalah glukosa, fruktosa, galaktosa, sukrosa, laktosa, dan refinosa. Nitrogen diperoleh dalam bentuk amonium, gram amonia, peptida, pepton atau derivat protein lainnya, urea dan nitrat. Di antara sumber nitrogen tersebut yang umum digunakan adalah amonium dan garam amonia. Sebagai sumber fosfor biasanya ditambahkan amonium fosfat. Asam klorida ditambahkan pada proses fermentasi yang berfungsi untuk menguraikan semua pati menjadi gula monosakarida.

2. Mikroba

Mikroba memegang kunci berhasil tidaknya dalam fermentasi alkohol.

Dalam hal ini terdapat 3 karakteristik penting yang harus dimiliki oleh mikroba yang akan digunakan dalam prose fermentasi, yaitu:

- a. Mikroba harus mampu tumbuh dengan cepat dalam suatu substrat dan lingkungan yang cocok dan mudah untuk dibudidayakan dalam jumlah besar.
- b. Organisme harus dapat menghasilkan enzim-enzim esensial dengan mudah dan dalam jumlah yang besar agar perubahan-perubahan kimia yang dikehendaki dapat terjadi.

c. Kondisi lingkungan yang diperlukan bagi pertumbuhan dan produksi maksimum secara komparatif harus sederhana

3. Derajat Keasaman (pH)

pH dari substrat atau media fermentasi merupakan salah satu faktor yang menentukan kehidupan khamir. Salah satu dari sifat khamir adalah bahwa pertumbuhannya dapat berlangsung baik pada suasana asam. Pada umumnya khamir lebih baik tumbuh pada suasana asam dengan pH 4,0 – 4,5 (Fardiaz, S., 1992).

4. Suhu

Suhu adalah salah satu faktor lingkungan yang mempengaruhi kehidupan dan pertumbuhan organisme. Menurut sumber data Moat (1979) dalam Fardiaz (1992) suhu dibagi menjadi 3 golongan. Pertama adalah mikroba *spikofilig* adalah mikroba yang tumbuh pada temperatur minimum 0-5 °C, optimum 5-15 °C dan maksimum 15-20 °C. Kedua adalah mikroba *misfofilig* adalah mikroba yang dapat tumbuh pada temperatur minimum 25-45 °C, optimum 45-60 °C dan maksimum 60-80 °C. Pada umumnya kisaran suhu pertumbuhan untuk khamir adalah sama dengan suhu optimum pada kapang sekitar 25-30 °C dan suhu maksimum kira-kira 35-47 °C (Fardiaz, S., 1992).

5. Suplai Makanan

Bahan dasar yang dapat digunakan untuk fermentasi alkohol adalah bahan yang mengandung pati atau gula dalam jumlah tinggi.

6. Waktu

Menurut soebagyo (1980) dalam Maimuna, S (2004) fermentasi biasanya dilakukan selama 30-70 jam tergantung pada suhu fermentasi, pH, dan konsentrasi gula. Keberhasilan fermentasi biasanya ditandai terbentuknya alkohol setelah 12 jam.

7. Air (H₂O)

Menurut Buckle *et.all* (1985) Suatu organisme membutuhkan air untuk hidup. Air berperan dalam reaksi metabolik dalam sel dan merupakan alat pengangkut zat gizi atau bahan limbah kedalam dan luar sel. Jumlah air yang terdapat dalam bahan pangan dikenal aktivitas air (a_w). Bakteri tumbuh dalam perkembangbiakan hanya dalam media dengan nilai a_w tinggi (0,91), pada khamir (0,87-0,91), dan kapang (0,80-0,87).

8. Kesedian Oksigen (O₂)

Derajat *anaerobiosis* merupakan faktor utama mengendali fermentasi. Bila tersedia oksigen dalam jumlah besar, maka produksi sel-sel khamir terpacu. Akan tetapi bila produksi alkohol yang dikendaki, maka diperlukan penyediaan oksigen yang sangat terbatas (Desrosier (1988) dalam Maimuna, S (2004)).

2.6. Alkohol (Etanol)

Pada abad ke-19 kata alkohol dipergunakan untuk menyebut rasa *essence*, jadi alkohol adalah *essence* dari anggur. Akan tetapi kata alkohol secara umum digunakan untuk menyebut rasa anggur. Dalam ilmu kimia yang dimaksud alkohol adalah suatu senyawa organik yang mengandung gugus

hidroksil (-OH) sebagai gugus fungsionilnya (Arsyat, N, M., 2001). Sedangkan secara umum yang dimaksud dengan alkohol adalah etanol dengan rumus kimia C_2H_5OH .

Alkohol merupakan cairan yang tidak berwarna, jernih, mudah menguap, mudah terbakar dengan nyala biru yang tidak berasap, rasa panas membakar.

Tabel 2.4 Sifat kimia dan fisika Alkohol

Sifat Kimia dan Fisika	Keterangan
Berat molekul	46
Kepadatan	0.791 gram/ml
Titik lebur	- 117.3 °C
Titik Didih	78.3 °C
Titik bakar	21 °C
Titik nyala	372 °C
Batas ledak atas	19 % v/v
Batas ledak baw <mark>a</mark> h	3.5 % v/v

Sumber: Soebagyo, 1980

Proses pembuatan alkohol dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu:

- Cara sintesis yaitu dengan melakukan reaksi kimia elementer untuk mengubah bahan baku menjadi alkohol.
- 2. Cara ferementasi yaitu dengan menggunakan aktivitas mikroba. Mikroba yang berperan dalam pembuatan alkohol adalah ragi yaitu *Saccharomyces cerevisiae* (jenis utama) dan beberapa jenis lainnya seperti, *Saccharomyces anamesis*. Pada proses pembuatan alkohol harus dalam keadaan pH rendah (susunan asam), maka biasanya ada penambahan asam selama proses yaitu dengan asam sulfat. Sedangkan suhu diperlukan berkisar antara 30-37 ^oC. Alkohol yang dihasilkan dari proses fermentasi adalah etanol.

Etanol yang nama lainnya *aethanolum*, *etil alcohol*, adalah cairan yang bening, tidak berwarna, mudah mengalir, mudah menguap, mudah terbakar, *higroskopik* dengan karakteristik bau spiritus dan rasa membakar, mudah terbakar dengan api biru tanpa asap. Campur dengan air, kloroform, eter, gliserol, dan hampir semua pelarut organik lainnya. Penyimpanan pada suhu 8 -15 °C, jauh dari api dalam wadah kedap udara dan dilindungi dari cahaya. Bahan ini dapat memabukkan jika diminum. Etanol sering ditulis dengan rumus EtOH. Rumus molekul etanol adalah C₂H₅OH atau rumus empiris C₂H₆O (Mardoni, dkk., 2007).

Etanol dapat dibuat dengan beberapa cara sebagai berikut:

- 1. Etanol untuk konsumsi umumnya dihasilkan dengan proses fermentasi atau peragian bahan makanan yang mengandung pati atau karbohidrat seperti beras, dan umbi. Alkohol yang dihasilkan dari proses fermentasi biasanya berkadar rendah. Untuk mendapatkan alkohol dengan kadar yang lebih tinggi diperlukan proses pemurnian melalui penyulingan atau destilasi. Etanol untuk keperluan industri dalam skala lebih besar dihasilkan dari fermentasi tetes, yaitu hasil samping dalam industri gula tebu atau gula bit.
- 2. Melalui sintesa kimia yaitu antara reaksi gas etilen dan uap air dengan asam sebagai katalis. Katalis yang dipakai misalnya asam fosfat. Asam sulfat dapat juga dipakai sebagai katalis, namun dewasa ini sudah jarang dipakai.

Penggunaan etanol sebagai minuman atau untuk penyalahgunaan sudah dikenal luas. Karena jumlah pemakaian etanol dalam minuman amat banyak, maka tidak mengherankan keracunan akut maupun kronis akibat etanol sering terjadi.

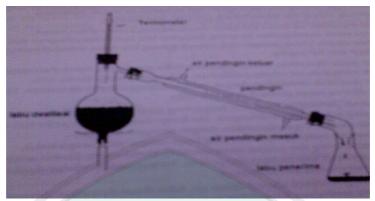
2.7. Destilasi

Dalam larutan terdapat dua komponen yaitu solute dan solvent, sehingga larutan didefinisikan sebagai campuran homogen solute dan solvent. Terbentuknya larutan karena adanya gaya tarik antara molekul solute dan solvent dalam proses kelarutan. Apabila solvent berupa air maka disebut proses hidrasi.

Dalam kimia, sering dihadapi masalah yang berhubungan dengan cara memisahkan solute atau solvent dari larutannya. Jika solute bukan volatil atau kurang volatil dibandingkan solventnya maka, solvent dapat dipisahkan dengan destilasi.

Dasar pemisahan destilasi adalah perbedaan dua titik didih dua cairan atau lebih. Jika campuran dipanaskan maka komponen yang titik didihnya lebih rendah akan menguap lebih dulu. Dengan megatur sushu secara cermat komponen larutan akan menguap dan mengembunkan komponen demi komponen secara bertahap. Proses pengembunan terjadi dengan mengalirkan uap ke tabung pendingin (S, Sukri., 1999).

Alat-alat yang digunakan dalam destilasi cukup sederhana. Pertama tempat sampel, berupa reservoar biasanya dipilih labu alas bulat, kondensor untuk mengembunkan uap dan tempat destilat. Pemanas yang digunakan dapat berupa kompor listrik atau *heating mantle* yang dapat diatur suhunya. Untuk mengontrol suhu uap, pada salah satu ujung labu dipasang termometer. Untuk memahami bagaimana proses destilasi berlangsung dapat dilihat dari diagram alat destilasi pada gambar 2.9 (S, Sukri., 1999).



Gambar 2.9 Rangkaian alat destilasi

Beberapa hal penting yang harus diperhatikan dalam destilasi adalah kondisi saat pemanasan labu didih. Dalam keadaan suhu dan tekanan tinggi, labu dapat mengalami ledakan yang dikenal sebagai *super heated*. Secara teknis, sebelum proses pemanasan, di dalam labu didih disertakan agen *anti bumping* seperti pecahan porcelain. Pori-pori porcelain dapat menyerap panas dan meratakan panas ke seluruh sistem. Metode destilasi digunakan pada larutan yang mempunyai titik didih moderat sekitar 100 °C. Apabila terdapat sampel dengan titik didih sangat tinggi, tidak disarankan menggunakan teknik pemisahan destilasi karena dua hal yaitu suhu dan tekanan tinggi rawan ledakan dan pada suhu tinggi senyawa dapat mengalami dekomposisi atau rusak. Terdapat berbagai macam distilasi, diantaranya (Arsyat, N, M., 2001):

- Destilasi sederhana : Penguapan suatu larutan dengan pemanasan dan uap diembunkan kembali oleh kondensor.
- 2. Destilasi Uap: Penyulingan senyawa-senyawa volatil yang kurang larut dalam air melalui semburan uap di atas campuran sehingga zat yang lebih volatil akan menyuling ke dalam uap dan diembunkan sebagai destilat. Karena senyawa kurang larut air, maka senyawa yang diinginkan dapat dengan mudah

- dipisahkan dari air yang ikut mengembun sebagai destilat. Destilasi uap digunakan dalam pembuatan parfum.
- Destilasi destruktif: disebut juga destilasi kering, suatu proses penyulingan dari sampel padat dengan pemanasan sampai menguap dan diembunkan kembali. Contoh destilasi batubara menjadi kokas.
- 4. Destilasi fraksional : Penyulingan yang dilakukan dengan refluks parsial karena luas permukaan dalam kolom fraksionasi yang digunakan memungkinkan terjadinya keseimbangan uap-cair. Uap hasil destilasi pertama akan mengembun kembali dan melewati sel berikutnya, menguap kembali. Proses ini berlangsung berulang-ulang. Semakin banyak kolom fraksionasi, maka pemisahan semakin sempurna. Senyawa yang berada pada puncak kolom adalah senyawa paling volatil/titik didih paling rendah. Contoh : pemisahan fraksi-fraksi dalam minyak bumi.

2.8. Identifikasi Kadar Alkohol Dengan Metode Kromatografi Gas (GC)

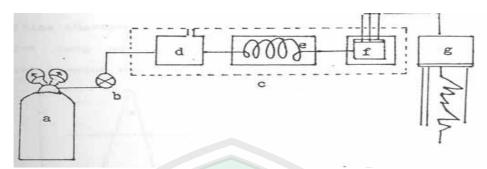
Kromatografi gas adalah teknik kromatografi yang bisa digunakan untuk memisahkan senyawa organik yang mudah menguap. Senyawa yang dapat dipisahkan dengan kromatografi gas sangat banyak, namun ada batasan-batasannya. Senyawa tersebut harus mudah menguap dan stabil pada temperatur pengujian, utamanya dari 50 - 300 °C. Jika senyawa tidak mudah menguap atau tidak stabil pada temperatur pengujian, maka senyawa tesebut bisa diderivatisasi agar dapat dianalisis dengan kromatografi gas (Mardoni, dkk., 2007).

Penentuan kadar etanol yang terdapat dalam sampel dapat dilakukan dengan menggunakan metode kromatografi gas (GC). Metode ini dapat digunakan karena metode ini mampu memisahkan zat-zat organik (berupa cairan komplek).

Untuk menghitung kadar etanol yang terdapat dalam sampel dapat digunakan kurva kalibrasi yang diperoleh dari sejumlah larutan standar yang komposisinya sama dengan analit dengan konsentrasi yang telah diketahui (dalam penelitian ini menggunakan larutan standar etanol). Kemudian setiap larutan standar etanol diukur dengan kromatografi gas sehingga diperoleh kromatogram untuk setiap larutan standar etanol. Selanjutnya diplot area atau tinggi peak sebagai fungsi konsentrasi larutan standar etanol. Plot data harus diperoleh garis lurus yang melalui titik koordinat karena pada bagian kurva ini area peak akan berbanding lurus konsentrasi etanol.

Pada kromatografi gas, fase geraknya berupa gas yang inert (tidak bereaksi), sedangkan fase diamnya dapat berupa dan zat padat atau zat cair. Pemisahan tercapai dengan partisi sampel antara fase gas bergerak dan fase diam berupa cairan dengan titik didih tinggi (tidak mudah menguap) yang terikat pada zat padat penunjangnnya (Khopkar, 2003)

Seperti yang telah kita ketahui gas selalu bergerak ke mana saja, tidak mau diam. Oleh karena itu untuk melakukan metode kromatografi gas diperlukan peralatan khusus. Untuk memahami bagaimana proses kromatografi gas berlangsung dapat dilihat dari diagram alat kromatografi gas pada gambar 2.10 (Bulan, R., 2004).



Gambar 2.10. Rangkaian Alat Kromatografi Gas

Keterangan

- a. Tangki gas pembawa
- b. Pengatur aliran dan pengatur tekanan gas
- c. Termostat untuk tempat injeksi cuplikan, kolom dan detektor.
- d. Tempat injeksi cuplikan
- e. Kolom
- f. Detektor
- g. Pencatat (recorder)

Mekanisme kerja kromatografi gas adalah sebagai berikut. Gas dalam silinder baja bertekanan tinggi dialirkan melalui kolom yang berisi fase diam. Cuplikan yang berupa campuran yang akan dipisahkan, biasanya dalam bentuk larutan, disuntikkan ke dalam aliran gas tersebut. Kemudian cuplikkan dibawah oleh gas pembawa ke dalam kolom dan didalam kolom terjadi proses pemisahan. Komponen campuran yang telah terpisahkan satu persatu meninggalkan kolom. Suatu detektor yang diletakkan di ujung kolom untuk mendeteksi jenis maupun jumlah tiap komponen campuran. Hasil pendeteksian direkam dengan recorder dan dinamakan kromatogram yang terdiri dari beberapa peak dan jumlah peak yang dihasilkan menyatakan jumlah komponen (senyawa) yang terdapat dalam campuran (Hendayana, S., 2006).

Kromatografi gas cair yang lebih dikenal dengan kromatografi gas (GC) mempunyai dasar pemisahan partisi cuplikan pada lapisan tipis fasa diam tersebut. Dengan menganggap bahwa waktu penahanan untuk setiap senyawa berbeda

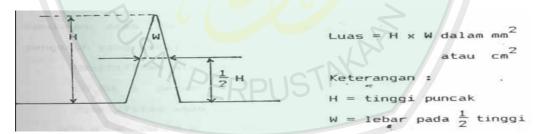
maka kromatografi gas ini dapat digunakan sebagai analisis kualitatif dan analisis kuantitatif.

1. Analisis kualitatif

Analisis kualitatif berdasarkan pada perbandingan waktu retensi yaitu waktu yang diperlukan untuk mengelusikan senyawa setelah diinjeksikan. Waktu retensi dibandingkan dengan waktu retensi senyawa standar dan metoda ini disebut metoda *spiking* yaitu dengan menambahkan senyawa cuplikan kepada senyawa yang akan dianalisis.

2. Analisis Kuantitatif

Pada analisis kuantitatif jumlah (%) suatu senyawa dihitung berdasarkan pada pengukuran luas puncak kromatogram. Puncak-puncak pada Kromatogram mirip seperti segitiga. Salah satu cara pengukuran luas puncak. yang sering digunakan dengan cara mendekatkan puncak (bentuk bel) sebagai segitiga adalah:



Gambar 2.11 Cara mendekatkan puncak (bentuk bel) (Bulan, R., 2004)

Persentase relatif salah satu senyawa (komponen) dalam cuplikan dapat dihitung dengan membandingkan luas komponen dengan jumlah luas semua cuplikan.

%
$$komponen = \frac{luas\ komponen}{jumlah\ luas\ semua\ cuplikan} \times 100\ \%$$

2.9. Makanan dan Minuman Haram yang Disebutkan Dalam Al-Qur'an

2.9.1 Makanan yang Haram

Sesungguhnya Allah Hanya mengharamkan bagimu bangkai, darah, daging babi, dan binatang yang (ketika disembelih) disebut (nama) selain Allah. tetapi barangsiapa dalam keadaan terpaksa (memakannya) sedang dia tidak menginginkannya dan tidak (pula) melampaui batas, Maka tidak ada dosa baginya. Sesungguhnya Allah Maha Pengampun lagi Maha Penyayang (QS. Al-Baqarah:173).

Dari ayat di atas jelaslah bahwa makanan yang diharamkan pada pokoknya ada empat, yaitu (Apriyantono, A.,2005):

1. Bangkai

Yang termasuk ke dalam kategori bangkai ialah hewan yang mati dengan tidak disembelih, termasuk kedalamnya hewan yang matinya tercekik, dipukul, jatuh, ditanduk dan diterkam oleh hewan buas, kecuali yang sempat kita menyembelihnya (QS. Al-Maaidah:3).

2. Darah

Darah disisi sering diistilahkan dengan darah yang mengalir (QS. Al-An'aam:145).

3. Daging Babi

Kebanyakan ulama sepakat menyatakan bahwa semua bagian babi yang dapat dimakan haram, sehingga baik dagingnya, lemaknya, tulangnya, termasuk produk-produk yang mengandung bahan tersebut, termasuk semua bahan yang

dibuat dengan menggunakan bahan-bahan tersebut sebagai salah satu bahan bakunya.

4. Binatang yang ketika disembelih disebut nama selain Allah.

Menurut HAMKA, ini berarti juga binatang yang disembelih untuk yang selain Allah. Tentu saja semua bagian bahan yang dapat dimakan dan produk turunan dari bahan ini juga haram seperti berlaku pada babi.

Di samping keempat kelompok makanan yang diharamkan tersebut, terdapat pula kelompok makanan yang diharamkan karena sifatnya yang buruk seperti dijelaskan dalam Al Qur'an Surat Al-A`raaf:157 ".....dan menghalalkan bagi mereka segala hal yang baik dan mengharamkan bagi mereka segala hal yang buruk.....". Apa-apa saja yang buruk tersebut agaknya dicontohkan oleh Rasulullah dalam beberapa Hadits, di antaranya Hadits Ibnu Abbas yang dirawikan oleh Imam Ahmad dan Muslim dan Ash Habussunan: Rasulullah saw telah melarang memakan tiap-tiap binatang buas yang bersaing (bertaring, penulis), dan tiap-tiap yang mempunyai kuku pencengkraman dari burung. Sebuah hadits lagi sebagai contoh, dari Abu Tsa`labah: Tiap-tiap yang bersaing dari binatang buas, maka memakannya adalah haram (perawi Hadits sama dengan Hadits sebelumnya).

Ada pula Imam yang tidak mengkategorikan makanan-makanan haram yang dijelaskan dalam Hadits sebagai makanan haram, tetapi hanya makruh saja. Pendapat ini dipegang oleh mazhab Maliki. Akan tetapi, dengan menggunakan common sense saja agaknya sudah dapat dirasakan penolakan untuk memakan binatang-binatang seperti binatang buas: singa, anjing, ular, burung elang, dsb.

Oleh karena itu, barangkali pendapat Mazhab Syafi`i lah yang lebih kuat yang mengharamkan makanan yang telah disebutkan di atas.

2.9.2 Minuman yang Haram

Dari semua minuman yang tersedia, hanya satu kelompok saja yang diharamkan yaitu khamer. Khamer dalam pengertian bahasa Arab (makna lughawi) berarti "menutupi". Disebut sebagai khamer, karena sifatnya bisa menutupi akal. Sedangkan menurut pengertian urfi (menurut adat kebiasaan) pada masa Nabi SAW, khamer adalah apa yang bisa menutupi akal yang terbuat dari perasan anggur. Sedangkan dalam pengertian syara', khamer adalah setiap minuman yang memabukkan (kullu syaraabin muskirin). Jadi khamer tidak terbatas dari bahan anggur saja, tetapi semua minuman yang memabukkan, baik dari bahan anggur maupun lainnya. Pengertian ini diambil berdasarkan beberapa hadits Nabi SAW. Di antaranya adalah hadits dari Nu'man bin Basyir RA bahwa Rasulullah SAW bersabda: "Sesungguhnya dari biji gandum itu terbuat khamer, dari jewawut itu terbuat khamer, dari kismis terbuat khamer, dari kurma terbuat khamer, dan dari madu terbuat khamer" (HR Jama'ah, kecuali An-Nasa'i) (Anonymous, 2006).

Dari Jabir RA, bahwa ada seorang dari negeri Yaman yang bertanya kepada Rasulullah SAW tentang sejenis minuman yang biasa diminum orang-orang di Yaman. Minuman tersebut terbuat dari jagung yang dinamakan *mizr*.

Rosulullah bertanya kepadanya: "*Apakah minuman itu memabukkan*? "*Ya*" jawabnya. Kemudian Rasulullah SAW menjawab : "*Setiap yang memabukkan itu*

adalah haram. Allah berjanji kepada orang-orang yang meminum minuman memabukkan, bahwa dia akan memberi mereka minuman dari thinah al-khaba"l. Mereka bertanya, "apakah thinah al-khabal itu?" Jawab Rasulullah, "Keringat ahli neraka atau perasan tubuh ahli neraka." (HR Muslim, An Nasa'i, dan Ahmad).

Imam Bukhari, Muslim, dan Ahmad meriwayatkan dari Abu Musa RA bahwa ia berkata, "Nabi SAW mengutusku ke negeri Yaman bersama-sama dengan Mu'adz bin Jabal. Aku bertanya kepada beliau, "Ya Rosulullah! Di negeri (tempat kami bertugas) ada dua macam minuman yang disebut "mizr" terbuat dari gandum, dan "bit'i" terbuat dari madu. Bagaimana itu? Wahyu yang turun kepada Rasulullah SAW telah lengkap dan sempurna, kemudian Rasulullah SAW menjawab, "Setiap minuman yang memabukkan, haram." (HR Bukhari, Muslim, dan Ahmad). (Daud, M.,0 1993)

301 NB 08 3 B2 N3 1 NB 08 3 B 302 PS É; 301 PS É;

Dari Ibnu Umar RA, Rasulullah SAW juga bersabda, "Setiap yang memabukkan itu khamr, dan setiap yang memabukkan itu haram. Siapa yang minum khamar di dunia lalu dia mati, sedangkan dia telah terbiasa dan belum tobat, maka dia tidak dapat meminumnya lagi di akhirat" (HR Muslim dan Daruquthni) (Daud, M,. 1993).

Dari hadist-hadist di atas jelas bahwa batasan *khamer* didasarkan atas sifatnya, bukan jenis bahannya, bahannya sendiri dapat apa saja. Dalam hal ini ada perbedaan pendapat mengenai bahan yang diharamkan, ada yang

mengharamkan *khamer* yang berasal dari anggur saja. Akan tetapi banyak pendapat ulama' yang mengharamkan semua bahan yang bersifat memabukkan, tidak perlu dilihat lagi asal dan jenis bahannya, hal ini didasarkan atas kajian.

"Khamer itu adalah sesuatu yang mengacaukan akal". Jadi sifat mengacaukan akal itulah yang dijadikan patokan. Sifat mengacaukan akal itu di antaranya dicontohkan dalam Al-Quran yaitu membuat orang menjadi tidak mengerti lagi apa yang diucapkan seperti dapat dilihat pada Surat An-Nisa: 43:

يَتَأَيُّا ٱلَّذِينَ ءَامَنُواْ لَا تَقْرَبُواْ ٱلصَّلَوٰةَ وَأَنتُمْ سُكَرَىٰ حَتَىٰ تَعْلَمُواْ مَا تَقُولُونَ وَلَا جُنبًا إِلَّا عَابِرِى سَبِيلٍ حَتَّىٰ تَغْتَسِلُواْ وَإِن كُنتُم مَّرْضَىٰ أَوْ عَلَىٰ سَفَرٍ أَوْ جَآءَ أَحَدُ جُنبًا إِلَّا عَابِرِى سَبِيلٍ حَتَّىٰ تَغْتَسِلُواْ وَإِن كُنتُم مَّرْضَىٰ أَوْ عَلَىٰ سَفَرٍ أَوْ جَآءَ أَحَدُ مِن اللهَ عَبِيلًا عَيبًا مِن اللهَ عَلَمْ تَجُدُواْ مَآءً فَتَيَمَّمُواْ صَعِيدًا طَيّبًا فَامَ مُحُواْ بِوُجُوهِكُمْ وَأَيْدِيكُمْ أَإِنَّ اللهَ كَانَ عَفُوًّا غَفُورًا ﴿

43.Hai orang-orang yang beriman, janganlah kamu shalat, sedang kamu dalam keadaan mabuk, sehingga kamu mengerti apa yang kamu ucapkan, (jangan pula hampiri mesjid) sedang kamu dalam keadaan junub, terkecuali sekedar berlalu saja, hingga kamu mandi. dan jika kamu sakit atau sedang dalam musafir atau datang dari tempat buang air atau kamu Telah menyentuh perempuan, Kemudian kamu tidak mendapat air, Maka bertayamumlah kamu dengan tanah yang baik (suci); sapulah mukamu dan tanganmu. Sesungguhnya Allah Maha Pema'af lagi Maha Pengampun".

Dengan demikian berdasarkan ilmu pengetahuan dapat diartikan sifat memabukkan tersebut yaitu suatu sifat dari suatu bahan yang menyerang syaraf yang mengakibatkan ingatan kita terganggu.

Dengan berpegang pada definisi yang sangat jelas tersebut di atas maka kelompok minuman yang disebut dengan minuman keras atau minuman beralkohol (*alcoholic beverages*) adalah tergolong *khamer*. Akan tetapi, masih

banyak orang mengasosiasikan minuman keras ini dengan alkohol saja sehingga yang diharamkan berkembang menjadi alkohol (etanol), padahal tidak ada yang sanggup meminum etanol dalam bentuk murni karena akan menyebabkan kematian (Apriyantono, A., 2006).

Etanol memang merupakan komponen kimia yang terbesar (setelah air) yang terdapat pada minuman keras, akan tetapi etanol bukan satu-satunya senyawa kimia yang dapat menyebabkan mabuk, banyak senyawa-senyawa lain yang terdapat pada minuman keras juga bersifat memabukkan jika diminum pada konsentrasi cukup tinggi. Secara umum, golongan alkohol bersifat narkotik (memabukkan), demikian juga komponen-komponen lain yang terdapat pada minuman keras seperti aseton, beberapa ester dll (Dewi, C. D., 2007).

Secara umum, senyawa-senyawa organik mikromolekul dalam bentuk murninya kebanyakan adalah racun. Oleh karena itu, kita tidak dapat menentukan keharaman minuman hanya dari alkoholnya saja, akan tetapi harus dilihat secara keseluruhan, yaitu apabila keseluruhannya bersifat memabukkan maka termasuk ke dalam kelompok *khamer*. Apabila sudah termasuk ke dalam kelompok *khamer* maka sedikit atau banyaknya tetap haram, tidak perlu lagi dilihat berapa kadar alkoholnya (Dewi, C. D., 2007).

Apabila yang diharamkan adalah etanol, maka dampaknya akan sangat luas sekali karena banyak sekali makanan dan minuman yang mengandung alkohol, baik terdapat secara alami (sudah terdapat sejak bahan pangan tersebut baru dipanen dari pohon) seperti pada buah-buahan, atau terbentuk selama pengolahan seperti kecap. Akan tetapi kita mengetahui bahwa buah-buahan segar

dan kecap tidak meyebabkan mabuk. Di samping itu, apabila alkohol diharamkan maka ketentuan ini akan bertentangan dengan penjelasan yang diberikan oleh Rasulullah saw. Tentang jus buah-buahan dan pemeramannya seperti tercantum dalam Hadits-Hadits berikut (Apriyantono, A., 2005^a):

- 1) "Minumlah itu (juice) selagi ia belum keras. Sahabat-sahabat bertanya:

 Berapa lama ia menjadi keras? Ia menjadi keras dalam tiga hari, jawab

 Nabi". (Hadits Ahmad diriwayatkan dari Abdullah bin Umar).
- 2) "Bahwa Ibnu Abbas pernah membuat juice untuk Nabi saw. Nabi meminumnya pada hari itu, besok dan lusanya hingga sore hari ketiga. Setelah itu Nabi menyuruh khadam menumpahkan atau memusnahkannya". (Hadits Muslim berasal dari Abdullah bin Abbas).
- 3) "Buatlah minuman anggur! Tetapi ingat, setiap yang memabukkan adalah haram". (Hadits tercantum dalam kitab Fiqih Sunah karangan Sayid Sabiq).

Pemeraman juice pada suhu ruang dan udara terbuka sampai dua hari jelas secara ilmiah dapat dibuktikan akan mengakibatkan pembentukan etanol, tetapi memang belum sampai pada kadar yang memabukkan, hal ini juga dapat terlihat pada pembuatan tape. Sebelum diperam pun juice sudah mengandung alkohol, juice jeruk segar misalnya dapat mengandung alkohol sebanyak 0.15%.

Dari pembahasan tersebut di atas jelaslah bahwa pendapat yang mengatakan diharamkannya alkohol lemah, bahkan bertentangan dengan Hadits Rasulullah saw. Apabila alkohol diharamkan, maka seharusnya alkohol tidak boleh digunakan untuk sterilisasi alat-alat kedokteran, campuran obat, pelarut (pewarna, *flavor*, parfum, obat, dll), bahkan etanol harus dihilangkan dari

laboratorium-laboratorium. Jelas hal ini akan sangat menyulitkan. Di samping itu ingatlah firman Allah dalam Surat Al-Maidah ayat 87:

87. Hai orang-orang yang beriman, janganlah kamu haramkan apa-apa yang baik yang Telah Allah halalkan bagi kamu, dan janganlah kamu melampaui batas. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang melampaui batas.

Ada pula yang berpendapat bahwa etanol itu haram, akan tetapi etanol dapat digunakan dalam pengolahan pangan asalkan pada produk akhir tidak terdeteksi lagi adanya etanol. Pendapat ini lemah karena dua hal pertama, berdasarkan hukum fiqih, apabila suatu makanan atau minuman tercampur dengan bahan yang haram maka menjadi haramlah ia (Ada pula yang berpendapat bahwa hal ini dibolehkan sepanjang tidak merubah sifat-sifat makanan atau minuman tersebut). Pendapat ini hasil *qias* terhadap kesucian air yang tercampuri bahan yang najis, sepanjang tidak merubah sifat-sifat air maka masih tetap suci. Kedua, secara saintifik (ilmu pengetahuan) tidak mungkin dapat menghilangkan suatu bahan sampai 100 persen apabila bahan tersebut tercampur ke dalam bahan lain, dengan kata lain apabila etanol terdapat pada bahan awalnya, maka setelah pengolahan juga masih akan terdapat pada produk akhir, walaupun dengan kadar yang bervariasi tergantung pada jumlah awal etanol dan kondisi pengolahan yang dilakukan. Hal ini dapat dibuktikan di laboratorium (Apriyantono, A., 2005^a).

Dengan demikian segala hal yang mengacaukan akal dan memabukkan seperti narkotika dan *ecstasy* adalah haram.

2.10. Pendapat MUI Terhadap Kadar Alkohol yang Diperbolehkan

Berkaitan dengan masalah alkohol, menurut hasil muzakarah MUI (dengan dihadiri oleh ahli fikih dari berbagai mazab, ahli pangan, ahli kimia dan lain-lain) tahun 1994, diputuskan bahwa yang haram adalah *alkhoholic beverage* (salah satu golongan khamar). Jadi bukan alkohol berdiri sendiri tetapi sudah menjadi minuman beralkohol. Karena tidak mungkin orang minum alkohol murni. Sesuai definisi, *khamer adalah yang bersifat memabukkan* (bisa minuman, ganja dan lain-lain). Didalam minuman alkohol itu sendiri isinya bukan hanya etanol tapi ada metanol (lebih toksik dibanding etanol) dan lain-lain. Sedangkan alkohol murni tidak najis dan tidak haram dipakai, sehingga biasanya digunakan untuk antiseptik dalam dunia medis dihalalkan (Anonymous, 2004).

Dari hasil Rapat Komisi Fatwa MUI bulan Agustus 2000 setelah melakukan kajian yang panjang (muzakarah tersebut dilakukan dalam waktu yang lama dan kajian yang dalam). Untuk minuman beralkohol, disepakati kadar alkohol dalam makanan/minuman < 1 %. Hal ini dengan landasan, Abu Hurairah yang diakui oleh Abu Daud, An-Nasa'i dan Ibnu Majah dimana Abu Hurairah menceritakan bahwa dia mengetahui Nabi berpuasa pada suatu hari. Menjelang berbuka dia mempersiapkan untuk Nabi perasan anggur yang diletakkannya dalam suatu bejana/tempat yang terbuat dari kulit. Tiba-tiba minuman itu mendidih (menghasilkan gas/gelembung) dan karenanya Nabi bersabda: *Buanglah minuman keras ini. Ini adalah minuman orang-orang yang tidak beriman kepada Allah dan hari Akhir* (Apriyantono, A., 2006).

Setelah dilakukan tes menghitung kadar alkohol perasan anggur yang lebih dari dua hari tersebut, kadar alkohol yang didapat sebanyak 1 %. Dengan adanya patokan 1 % ini, maka akan mudah bagi kita untuk memilih dan menentukan apakah suatu produk makanan/minuman bisa dikatakan berpotensi memabukkan seperti minuman keras (*khamer*) atau tidak. Pembatasan kadar alkohol ini sangat perlu dan tentunya dimaksudkan untuk pencegahan. Karena prinsip Islam itu adalah mencegah ke arah yang haram (Didinkaem, 2006)

Minuman keras atau sering disebut dengan minuman beralkohol tersebut diproduksi dari setiap bahan yang mengandung karbohidrat (pati) seperti bijibijian, umbi-umbian, atau pun tanaman palma (seperti legen, kurma). Adapun alkohol yang sering disebut sebagai konsen dari minuman keras ini sebenarnya adalah senyawa etanol suatu jenis alkohol yang paling popular digunakan dalam industri.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari sampai April 2008. Penelitian di Labotorium Jurusan Kimia Universitas Islam (UIN) Malang (Pada tahap pembuatan tape ketan hitam dan tape singkong serta proses destilasi) dan di Laboratorium Jurusan Kimia Politeknik Negeri Malang (Pada tahap analisis kadar etanol).

3.2. Alat dan Bahan

3.2.1. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian antara lain: erlenmeyer 250 mL, labu ukur 100 mL, pipet volum 25 mL, pipet volum 1 mL, pipet ukur 2 mL sampai 5 mL, timbangan analitik, gelas ukur, gelas arloji, mortar, seperangkat alat destilasi, seperangkat alat kromatografi gas (GC) merk *hp Newlett Packard* 5890° (3390° integrator) dengan menggunakan fase gerak He, kolom *porapak* dan detektor TCD, kompor, dandang, loyang, sendok, plastik, ember.

3.2.2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: ketan hitam, singkong, ragi merk NKL,_etanol/CH₃CH₂OH a.h (E. Merck), alumunium foil, aquades.

3.3. Jenis Dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini termasuk penelitian eksperimen dengan rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL), yang tediri dari dua faktor, yaitu:

Faktor 1 Sampel (T) : tape ketan hitam (T1) dan tape singkong

(T2).

Faktor 2 Lama fermentasi (L) : 24 jam (L1), 48 jam (L2), 72 jam, (L3), 96

jam (L4), dan 120 jam (L5).

Masing-masing perlakuan dilakukan dilakukan dalam tiga kali ulangan dengan kombinasi perlakuan sebagai berikut: T1L1, T1L2, T1L3, T1L4, T1L5, T2L1, T2L2, T2L3, T2L4, dan T2L5.

3.4. Tahapan Penelitian

- 1. Proses pembuatan tape
 - 1.1 Proses pembuatan tape ketan hitam
 - 1.2 Proses pembuatan tape singkong
- 2. Destilasi
 - 2.1 Destilasi tape ketan hitam
 - 2.2 Destilasi tape singkong
- 3. Analisis kadar alkohol dengan metode kromatografi gas (GC)

3.5. Pelaksanaan Penelitian

3.5.1. Proses Pembuatan Tape Ketan Hitam

Adapun proses pembuatan tape dari bahan dasar ketan hitam, yaitu pertama-tama timbang 500 gram beras ketan hitam dan ditampi untuk menghilangkan kotorannya dan dicuci dengan air sampai bersih lalu direndam

selama 6 jam. Langkah berikutnya beras ketan dimasukkan ke dalam dandang dan di tanak selama 60 menit. Setelah matang, diangkat atau ditiriskan dan didinginkan pada suhu ruangan selama ± 1 jam. Proses selanjutnya menimbang nasi ketan hitam dengan berat 100 gram sebanyak 5 kali/sampel. Dari 5 sampel tersebut kemudian masing-masing sampel diberi ragi sebanyak 0,85 gram/sampel. Proses terakhir ketan hitam yang sudah ditaburi ragi dibungkus dengan plastik, kemudian diikat rapat dengan karet dan disimpan selama 24 jam, 48 jam, 72 jam, 96 jam dan 120 jam pada suhu kamar. Mengulang tiap perlakuan diatas hingga didapatkan 3 kali ulangan (Maimuna, 2004).

3.5.2. Proses Pembuatan Tape Singkong

Adapun proses pembuatan tape dari bahan dasar singkong, yaitu pertamatama singkong dikupas kulitnya sampai bersih lalu ditimbang ± 500 gram. Kemudian dicuci dengan air sampai bersih. Langkah berikutnya singkong dimasukkan ke dalam dandang dan di tanak selama ± 30 menit. Setelah matang, diangkat atau ditiriskan dan didinginkan pada suhu ruangan selama ± 1 jam. Proses selanjutnya menimbang singkong dengan berat 100 gram sebanyak 5 kali/sampel. Dari 5 sampel tersebut kemudian masing-masing sampel diberi ragi sebanyak 0,85 gram/sampel. Proses terakhir, singkong yang sudah ditaburi ragi dibungkus dengan plastik, kemudian diikat rapat dengan karet dan disimpan selama 24 jam, 48 jam, 72 jam, 96 jam dan 120 jam pada suhu kamar. Mengulang tiap perlakuan diatas hingga didapatkan 3 kali ulangan.

3.5.3. Destilasi Alkohol Pada Tape

3.5.3.1. Destilasi Alkohol Pada Tape Ketan Hitam

Adapun proses destilasi alkohol pada tape ketan hitam, yaitu, pertamatama ditimbang 25 gram tape ketan hitam dan ditumbuk sampai halus dengan menggunakan mortar. Ditambah 25 mL aquades. Proses selanjutnya, campuran tesebut dimasukkan dalam labu alas bulat dan labu destilat dipasang pada alat destilasi dan ditetapkan pada suhu 78 °C. Didestilasi dan destilat hasil destilasi ditampung dalam erlenmeyer 250 mL. Destilasi dihentikan jika sudah tidak ada destilat yang menetes dalam erlenmeyer. Destilat yang didapat ditimbang dalam satuan gram, lalu dimasukkan dalam botol kecil dengan ukuran 10 ml dan ditutup rapat. Destilat yang disimpan dalam botol siap untuk dianalisis dengan menggunakan kromatografi gas (GC).

3.5.3.2. Destilasi Alkohol Pada Tape Singkong

Adapun proses destilasi alkohol pada tape singkong yaitu, pertama-tama ditimbang 25 gram tape singkong dan ditumbuk sampai halus dengan menggunakan mortal. Ditambah 25 mL aquades. Proses selanjutnya, campuran tesebut ditampung dalam labu alas bulat dan labu destilat dipasang pada alat destilasi dan ditetapkan pada suhu 78 °C. Didestilasi dan destilat hasil destilasi ditampung dalam erlenmeyer 250 mL. Destilasi dihentikan jika tidak ada destilat yang menetes didalam erlenmeyer. Destilat yang didapat ditimbang dalam satuan gram, lalu dimasukkan dalam botol kecil dengan ukuran 10 ml dan ditutup rapat.

Destilat yang disimpan dalam botol siap untuk dianalisis dengan menggunakan kromatografi gas (GC).

3.5.4. Analisis Kadar Alkohol Pada Tape Dengan Menggunakan Metode Kromatografi Gas (GC).

Untuk mengetahui hasil penelitian ini dilakukan analisis pada tape ketan hitam dan tape singkong. Pengujian kadar etanol dilakukan dengan menggunakan metode Kromatografi Gas (GC) dengan tahapan sebagai berikut:

- 1. Proses persiapan alat Kromatografi Gas (GC)
- 2. Pembuatan kurva baku etanol
- 3. Analisis kadar alkohol dengan Kromatografi Gas (GC)

3.5.4.1. Proses persiapan alat Kromatografi Gas (GC) (anonymous, _____)

Adapun proses persiapan alat Kromatografi Gas (GC) yaitu, dinyalakan power alat GC dengan prosedur standar. Diatur kondisi kerja alat sebagai berikut: suhu injektor 200 °C, suhu detektor 200 °C, suhu kolom 100-175 °C dengan kenaikan suhu bertahap (tiap 1 menit dinaikkan 5 °C), Detektor TCD, gas pembawa He, fase diam *porapak* (kecepatan 30 mL/menit). Alat siap digunakan.

3.5.4.2. Pembuatan kurva baku etanol

Pada proses pembuatan kurva baku etanol pertama-tama dibuat seri konsentrasi 1; 3; 5; 7; dan 9 %. Kurva baku etanol dibuat dengan mengambil (1µl) dari masing-masing konsentrasi disuntikkan ke dalam kolom. Luas puncak etanol

dari kromatogram dihitung. Kurva baku dibuat dengan memplotkan rasio luas puncak etanol dengan kadar etanol (% v/v). Persamaan kurva baku dengan regresi linear.

3.5.4.3. Analisis kadar alkohol dengan Kromatografi Gas (GC)

Adapun tahapan Analisis kadar alkohol dengan menggunakan Kromatografi Gas (GC) yaitu, diambil (1 µl) dari masing-masing larutan ketan hitam atau singkong dan disuntikkan ke dalam kolom melalui tempat injeksi. Luas puncak etanol dari kromatogram dihitung. Kadar etanol dalam tape ketan hitam atau tape singkong ditentukan dengan menggunakan persamaan kurva baku.

Faktor koreksi antara hasil destilasi dengan konsentrasi etanol tape ketan hitam dan tape singkong hasil identifikasi dengan Kromatografi Gas (GC) dapat dihitung dengan rumus:

$$\mathbf{M}_1 = \mathbf{M}_2 \times \frac{\mathbf{g}_2}{\mathbf{g}_1}$$

Keterangan:

 M_1 = konsentrasi etanol dalam tape (awal)

M₂ = konsentrasi etanol hasil identifikasi dengan GC

 g_1 = berat sampel awal/tape

 g_2 = berat sampel akhir/destilat

3.6. Teknik Analisi Data

Data yang telah di peroleh dalam penelitian ini meliputi data yang didasarkan pada analisa menggunakan alat Kromatografi Gas (GC) yang dihasilkan dari proses destilasi yang berupa kadar etanol. Sedangkan data yang diperoleh dianalisis dengan analisis varians (ANOVA) untuk menguji adanya perbedaan konsentrasi kadar (%) etanol tape ketan hitam dan tape singkong selama fermentasi. Apabila terjadi perbedaan yang signifikan maka dilanjutkan dengan uji BNT dengan taraf 1%.



BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini terdapat beberapa tahap perlakuan diantaranya pembuatan tape ketan hitam, pembuatan tape singkong, destilasi tape ketan hitam, destilasi tape singkong dan analisis kadar etanol tape ketan hitam dan tape singkong dengan menggunakan metode kromatografi gas.

4.1. Pembuatan Tape

4.1.1. Pembuatan Tape Ketan Hitam

Tape ketan hitam dibuat dengan komposisi nasi ketan hitam (media) dan ragi adalah 10 : 0,085. Ragi yang digunakan adalan ragi merk NKL yang biasa digunakan dipasaran. Campuran nasi ketan hitam (media) dan ragi dibungkus rapat, lalu disimpan selama 24 jam, 48 jam, 72 jam, 96 jam dan 120 jam pada suhu kamar. Proses pembungkusan dan penyimpanan ini dilakukan karena proses fermentasi tape menggunakan proses fermentasi anaerob. Tape yang melalui fermentasi anaerob ini rasanya akan lebih manis dibandingkan dengan tape hasil fermentasi aerob, mikroba-mikroba yang terkandung di dalam ragi ini tidak dapat melakukan aktivitasnya dengan sempurna (Tarigan, 1988). Gambar hasil fermentasi tape ketan hitam pada Lampiran 7.

Secara singkat perubahan biokimia selama fermentasi tape dapat ditulis sebagai berikut (Kuswanto dan Sudarmadji (1987) dalam Hambali (2001)):

Gambar 4.1. Reaksi Fermentasi Alkohol Tape Ketan Hitam

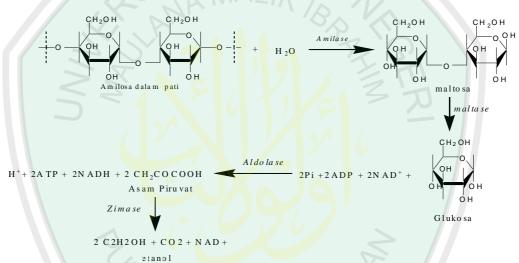
Sekumpulan genus yang terdapat di dalam ragi tape pada proses fermentasi akan merombak senyawa organik menjadi senyawa yang lebih sederhana. Hal ini dapat terlihat pada Gambar 4.1 genus Aspergillus menyederhanakan tepung dmenjadi glukosa serta memproduksi enzim glukoamilase yang akan memecah pati dengan mengeluarkan unit-unit glukosa. glukosa oleh Saccharomyces cerevisiae, Candida dan Hansenulla dapat menguraikan gula menjadi alkohol dan bermacam-macam zat organik lain. Sementara itu Acetobacter dapat merombak alkohol menjadi asam. Alkohol yang dihasilkan dari proses fermentasi tape ketan hitam kemudian dianalisis dengan menggunakan metode kromatografi gas (GC).

4.1.2. Pembuatan Tape Singkong

Pembuatan tape singkong pada dasarnya tidak jauh beda dengan pembuatan tape ketan hitam yaitu komposisi nasi ketan hitam (media) dan ragi adalah \pm 10 : 0,085. Ragi yang digunakan adalan ragi merk NKL yang biasa

digunakan dipasaran. Campuran singkong (media) dan ragi dibungkus rapat, lalu disimpan selama 24 jam, 48 jam, 72 jam, 96 jam dan 120 jam pada suhu kamar. Proses pembungkusan dan penyimpanan ini dilakukan karena proses fermentasi tape menggunakan proses fermentasi anaerob. Gambar hasil fermentasi tape singkong pada Lampiran 7.

Secara singkat perubahan biokimia selama fermentasi tape dapat ditulis sebagai berikut (Kuswanto dan Sudarmadji (1987) dalam Hambali (2001)):



Gambar 4.2. Reaksi Fermentasi Alkohol Tape Singkong

Pada reaksi diatas mula-mula pati dalam singkong akan diubah oleh enzim *amilase* yang dikeluarkan oleh mikroba tersebut menjadi maltosa. Maltosa dapat dirombak menjadi glukosa oleh enzim *maltase*. glukosa oleh enzim *zimase* dirombak menjadi alkohol. Alkohol yang dihasilkan dari proses fermentasi tape singkong kemudian dianalisis dengan menggunakan metode kromatografi gas (GC).

Pada fermentasi tape yang lebih lanjut alkohol oleh enzim *alkoholase* dapat diubah menjadi asam asetat, asam piruvat dan asam laktat. Terbentuknya

asam asetat, asam piruvat dan asam laktat karena adanya bakteri *Acetobacter* yang sering terdapat dalam ragi yang bersifat oksidatif. Buckle *et.all* (1985), menyatakan bahwa asam piruvat adalah produk yang terbentuk pada hidrolisis glukosa menjadi etanol. Asam piruvat dapat diubah menjadi etanol dan asam laktat. Asam-asam organik dari alkohol membentuk ester aromatik sehingga tape memiliki cita rasa yang khas

4.2. Destilasi Etanol Pada Tape Ketan Hitam Dan Tape Singkong

Proses destilasi etanol pada tape ketan hitam ataupun tape singkong, yaitu, pertama-tama ditimbang 25 gram tape dan ditumbuk sampai halus dengan menggunakan mortal. Penumbukan tape bertujuan untuk memudahkan etanol yand terkandung pada tape untuk menguap. Ditambah 25 mL aquades. Proses selanjutnya, campuran tesebut dimasukkan dalam labu alas bulat dan labu destilat dipasang pada alat destilasi dan ditetapkan pada suhu normal etanol dan air yaitu 78 °C – 100 °C. Didestilasi, pada proses ini senyawa yang menguap terlebih dahulu adalah etanol dan air karena mempunyai titik didih paling rendah yaitu 78 °C dan 100 °C dibandingkan dengan senyawa-senyawa yang lain seperti glukosa dengan titik didik 146 °C, dan asam asetat dengan titik didik 118,1 °C. Uap etanol yang keluar dari labu alas bulat akan keluar melewati pipa L dan diembunkan kembali dengan pendingin/kondensor, destilat yang sudah diembunkan ditampung dalam tempat terpisah (dalam penelitian ini menggunakan erlenmeyer 250 mL). Destilasi dihentikan jika sudah tidak ada destilat yang menetes dalam erlenmeyer.

dimasukkan dalam botol kecil dengan ukuran \pm 10 ml dan ditutup rapat agar senyawa etanol yang terdapat dalam destilat tidak menguap. Gambar destilat hasil destilasi tape ketan hitam dan tape singkong pada Lampiran 8. Dilakukan proses selanjutnya dengan menganalisis sampel yang berupa etanol tersebut dengan menggunakan metode kromatografi gas (GC). Dengan tujuan untuk mengetahui kadar etanol pada tape ketan hitam dan tape singkong.

4.3. Analisis Kadar Etanol Pada Tape Ketan Hitam Dan Tape Singkong Dengan Menggunakan Metode Kromatografi Gas (GC)

Analisis etanol hasil destilasi tape ketan hitam dan tape singkong menggunakan larutan standar etanol dilakukan dengan instrument kromatografi gas (GC). Gambar seperangkat alat kromatografi gas (GC) pada Lampiran 8. Kromatografi gas (GC) dihidupkan untuk memanaskan kondisi alat dan memprogram suhunya. Gas pembawa dialirkan ke seluruh bagian alat kromatografi gas (GC), agar semua bagian jenuh dengan gas pembawa. Dalam hal ini digunakan gas pembawa helium (He) sebagai gas pembawa. Karena gas ini bersifat inert, murni, tidak mudah terbakar dan mempunyai konduktifitas panas tinggi.

Setelah itu, diambil 1 µL dari masing-masing larutan ketan hitam atau singkong dengan *syring*. Kemudian cuplikan diinjeksikan melalui injektor, suhu injektor diprogram pada suhu 200 0 C untuk menguapkan fase cair menjadi fase gas. Filtrat cuplikan segera diubah menjadi fase gas dan dibawah oleh aliran gas pembawa menuju kolom.

Suhu kolom diprogram menggunakan mode pemograman suhu. Suhu kolom diprogram pada suhu rendah 100 °C agar pemisahan terjadi dengan baik serta untuk mencegah terjadinya kerusakan komponen dalam kolom, suhu maksimum kolom ini adalah 175 °C. Mode pemograman suhu digunakan agar komponen keluar dengan jarak dari satu peak ke peak yang lain tidak terlalu jauh. Jenis kolom yang dipakai adalah kolom porapak yang bersifat polar. Kolom ini dalam memisahkan sampel dengan kecepatan 30 ml/menit. Di dalam kolom inilah terjadi proses pemisahan senyawa-senyawa dalam cuplikan berdasarkan prinsip "like dissolve like", artinya senyawa-senyawa yang bersifat sama dengan kolom akan tertahan lebih lama, sedangkan untuk senyawa-senyawa yang berbeda dengan kolom akan diteruskan menuju detektor dan memiliki retensi yang lebih singkat. Senyawa etanol yang bersifat sama dengan kolom yakni polar akan tertahan lebih lama dalam kolom dan memiliki waktu retensi yang lebih lama dibandingkan dengan senyawa lain yang bersifat sangat polar.

Suhu detektor diprogram pada suhu 200 °C untuk mencegah kondensasi dari cuplikan setelah keluar dari kolom. Detektor yang digunakan adalah (*Thermal Conductifity Detector*), detektor jenis ini dapat mengukur kemampuan suatu zat dalam memindahkan panas dari daerah panas ke daerah dingin. Semakin besar daya hantar panas maka semakin cepat pula panas dipindahkan. Detektor ini terdiri dari filamen panas *tungsen-rhenium* yang ditempatkan pada aliran gas yang datang dari arah kolom (Hendayana, S.,2006). Gas pembawa yang mengalir ke detektor akan terionisasi oleh sumber radiaktif dan menghasilkan elektron, sehingga cuplikan dalam gas pembawa akan menangkap elektron itu dan

mengurangi arus listrik. Penurunan arus listrik ini diperkuat dan direkam oleh detektor TCD. Perubahan ini diubah oleh arus listrik yang akan digunakan untuk menghasilkan kromatogram. Kromatogram hasil kromatografi gas pada Lampiran 4 menunjukkan bahwa sampel hasil destilasi tape ketan hitam dan tape singkong mengandung 2 puncak dengan waktu retensi dan luas area yang berbeda.

4.4. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Alkohol Tape

Pada proses fermentasi, jumlah mikroba antara lain dipengaruhi oleh lama fermentasi yakni semakin lama fermentasi jumlah mikroba semakin banyak dan produksi etanol semakin tinggi. Proses ini akan terhenti jika kadar etanol sudah meningkat sampai tidak dapat ditolerir lagi oleh sel-sel khamir. Tingginya kandungan etanol akan menghambat pertumbuhan khamir dan hanya mikroba yang toleran terhadap alkohol yang dapat tumbuh (Ketchum (1988) dalam Hambali (2001)).

4.4.1. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Etanol Tape Ketan Hitam

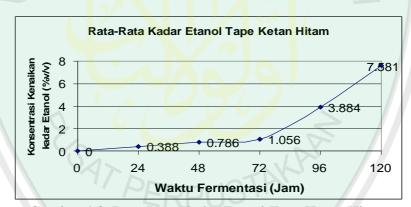
Berdasarkan perhitungan luas puncak etanol dari kromatogram. Kadar etanol dalam tape ketan hitam ditentukan dengan menggunakan persamaan kurva baku pada Lampiran 5. Kadar etanol (%) tape ketan hitam dengan perlakuan lama fermentasi dapat dilihat pada Lampiran 6.

Hasil rata-rata kadar etanol (%) tape ketan hitam dengan lama fermentasi dapat dilihat pada tabel 4.1.

Table 4.1. Hasil rata-rata kadar etanol tape ketan hitam

No	Lama fermentasi (L)	Rata-rata kadar etanol (%)
1	24 jam	0,388
2	48 jam	0,786
3	72 jam	1,056
4	96 jam	3,884
5	120 jam	7,581

Berdasarkan hasil analisis sampel tape ketan hitam dengan parameter lama fermentasi diperoleh kadar etanol tertinggi pada fermentasi selama 120 jam yakni 7;581 %, sedangkan pada fermentasi 24 jam kadar etanol sebanyak 0,388 %. Hasil analisis kadar etanol tape singkong menunjukkan kenaikan seiring dengan lamanya waktu fermentasi.



Gambar 4.3. Rata-Rata Kadar Etanol Tape Ketan Hitam

Berdasarkan Gambar 4.3. yang didapat dari perhitungan analisis ragam (Lampiran 6) menunjukkan semakin lama fermentasi berpengaruh sangat nyata (p < 0.01) pada kadar etanol tape ketan hitam. Uji BNT pada Lampiran 6 menunjukkan lama fermentasi 96 dan 120 jam berpengaruh sangat nyata (p < 0.01) terhadap kadar etanol tape ketan hitam diantara lama fermentasi lainnya.

Dari hasil penelitian ini diketahui kadar etanol tertinggi diperoleh pada hari kelima yaitu fermentasi berlangsung 120 jam. Menurut Prescot dan Daunn dalam Lailatul (2004) menunjukkan bahwa adanya pengaruh lama fermentasi terhadap kadar etanol dalam tape. Pada selang waktu 1-7 hari kadar etanol dalam tape terus meningkat, sedangkan setelah 7 hari kadar etanol dalam tape menurun. Hal ini dikarenakan pada hari ke 7 ragi *Saccharomyces cerevisiae* memasuki fase stasioner, fase ini jumlah mikroba yang hidup sebanding dengan jumlah mikroba yang mati. Dengan demikian semakin berkurang jumlah nutrisi *Saccharomyces cerevisiae* dan substrat, sehingga *Saccharomyces cerevisiae* akan semakin menurun dan tidak mampu memproduksi alkohol.

4.4.2. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Etanol Tape Singkong

Berdasarkan perhitungan luas puncak etanol dari kromatogram. Kadar etanol dalam tape singkong ditentukan dengan menggunakan persamaan kurva baku pada Lampiran 5. Kadar etanol tape singkong dengan perlakuan lama fermentasi dapat dilihat pada Lampiran 6.

Hasil rata-rata kadar etanol tape singkong dengan lama fermentasi dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2. Hasil rata-rata kadar *etanol* tape singkong

No	Lama Fermentasi (L)	Rata-rata kadar etanol (%)
1	24 jam	0,844
2	48 jam	2,182
3	72 jam	4,904
4	96 jam	6,334
5	120 jam	11,811

Berdasarkan hasil analisis sampel tape singkong dengan parameter lama fermentasi diperolah kadar etanol tertinggi pada fermentasi selama 120 jam yakni 11,811 %, sedangkan pada fermentasi 24 jam kadar etanol sebesar 0,844 %. Hasil analisis kadar etanol tape singkong menunjukkan kenaikan seiring dengan lamanya waktu fermentasi.



Gambar 4.4. Rata-Rata Kadar Etanol Tape Ketan Hitam

Berdasarkan Gambar 4.4. yang didapat dari perhitungan analisis ragam (Lampiran 6) menunjukkan semakin lama fermentasi berpengaruh sangat nyata (p < 0.01) pada kadar etanol tape singkong. Uji BNT pada Lampiran 6 menunjukkan lama fermentasi 120 jam berpengaruh sangat nyata (p < 0.01) pada kadar etanol tape singkong di antara lama fermentasi lainnya.

Dari hasil penelitian ini diketahui kadar etanol tertinggi diperoleh pada hari kelima yaitu fermentasi berlangsung 120 jam. Menurut Prescot dan Daunn dalam Lailatul (2004) menunjukkan bahwa adanya pengaruh lama fermentasi terhadap kadar etanol dalam tape. Dimana dalam selang waktu 1-7 hari kadar etanol dalam tape terus meningkat, sedangkan setelah 7 hari kadar etanol dalam tape menurun. Hal ini dikarenakan pada hari ke 7 ragi *Saccharomyces cerevisiae* memasuki fase stasioner, dimana fase ini jumlah mikroba yang hidup sebanding

dengan jumlah mikroba yang mati. Dengan demikian semakin berkurang jumlah nutrisi *Saccharomyces cerevisiae* dan substrat, sehingga *Saccharomyces cerevisiae* akan semakin menurun dan tidak mampu memproduksi alkohol.

4.5. Perbedaan Kadar Etanol Tape Ketan Hitam Dengan Tape Singkong

Berdasarkan perhitungan luas puncak etanol dari kromatogram. Kadar etanol dalam tape singkong yang ditentukan dengan menggunakan persamaan kurva baku dan hasil rata-rata kadar etanol tape ketan hitam dan tape singkong. Sehingga didapat perbedaan yang sangat signifikan antara kadar etanol tape ketan hitam dan tape singkong. Adapun perbedaan kadar etanol tape ketan hitam dan tape singkong dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5. Perbedaan kadar etanol tape ketan hitam dan tape singkong

Dari Gambar 4.3 dapat dilihat perbedaan kadar etanol yang sangat signifikan antara kadar etanol tape ketan hitam dan tape singkong. Berdasarkan analisis ragam (Lampiran 6) menunjukkan variasi sampel berpengaruh sangat nyata (p < 0.01) pada kadar etanol tape. Uji BNT pada Lampiran 6 menunjukkan kadar etanol tape singkong berbeda nyata dengan konsentrasi tape ketan hitam.

Dari sini dapat terlihat jelas perbedaan kadar etanol tape ketan hitam dan tape singkong. Hal ini dapat dipengaruhi oleh kandungan unsur kimia dasar untuk pertumbuhan sel yang terkandung diantaranya karbon, oksigen, sulfur, fosfor, magnesium, zat besi dan sejumlah kecil logam lainnya serta kandungan karbohidrat pada singkong lebih banyak dibadingkan dengan kandungan karbohidrat yang terdapat dalam ketan hitam. Ragi *Saccharomyces cerevisiae* didalam fermentasi tape singkong dapat mensuplai lebih banyak makanan yang menjadi sumber energi, sehingga pertumbuhan ragi *Saccharomyces cerevisiae* lebih cepat meningkat dan menghasilkan etanol lebih banyak.

4.6. Analisis Hasil Penelitian Dalam Prespektif Islam

Allah Swt menciptakan kenikmatan makanan dan minuman tidak lain supaya kita bersyukur atas segala nikmat-nikmatNya yang kita rasakan. Seperti dalam Surat Al-Maidah ayat 88, yaitu:

88. Dan makanlah makanan yang halal lagi baik dari apa yang Allah Telah rezekikan kepadamu, dan bertakwalah kepada Allah yang kamu beriman kepada-Nya.

Dari kandungan ayat tersebut Allah Swt mengharuskan Hamba-Nya untuk memakan makanan yang halal dan *toyyib* saja. Halal dan *toyyib* adalah dua kesatuan yang tidak bisa dipisahkan, yang dapat diartikan halal dari segi syariah dan baik dari segi kesehatan, gizi, estetika dan lainnya. Mengenai minuman disebutkan dalam surat Al- Maidah ayat 90-91, yaitu:

يَتَأَيُّا ٱلَّذِينَ ءَامَنُوۤا إِنَّمَا ٱلْخَمِّرُ وَٱلْمَيْسِرُ وَٱلْأَنصَابُ وَٱلْأَزْلَهُمُ رِجْسٌ مِّنَ عَمَلِ الشَّيْطَنِ فَٱجْتَنِبُوهُ لَعَلَّكُمْ تُفلِحُونَ ﴿ إِنَّمَا يُرِيدُ ٱلشَّيْطَنُ أَن يُوقِعَ بَيْنَكُمُ الشَّيْطَنِ فَٱجْتَنِبُوهُ لَعَلَّكُمْ تُفلِحُونَ ﴿ إِنَّمَا يُرِيدُ ٱللَّهِ وَعَنِ ٱلصَّلَوٰةِ لَعَدَاوَةَ وَٱلْبَغْضَآءَ فِي ٱلْخَمِّرِ وَٱلْمَيْسِرِ وَيَصُدَّكُمْ عَن ذِكْرِ ٱللَّهِ وَعَنِ ٱلصَّلَوٰةِ لَعَمَلَ أَنتُم مُّنتَهُونَ ﴿ وَٱلْمَيْسِرِ وَيَصُدَّكُمْ عَن ذِكْرِ ٱللَّهِ وَعَنِ ٱلصَّلَوٰةِ لَا فَهَلَ أَنتُم مُّنتَهُونَ ﴾

90. Hai orang-orang yang beriman, Sesungguhnya (meminum) khamer, berjudi, (berkorban untuk) berhala, mengundi nasib dengan panah, adalah termasuk perbuatan syaitan. Maka jauhilah perbuatan-perbuatan itu agar kamu mendapat keberuntungan.

91.Sesungguhnya syaitan itu bermaksud hendak menimbulkan permusuhan dan kebencian di antara kamu lantaran (meminum) khamer dan berjudi itu, dan menghalangi kamu dari mengingat Allah dan sembahyang; Maka berhentilah kamu (dari mengerjakan pekerjaan itu).

Ayat di atas dengan tegas Islam memandang makanan dan minuman yang memabukkan dikatagorikan sebagai makanan dan minuman yang haram untuk dikonsumsi. Dari hasil kesepakatan MUI, makanan dan minuman yang mengandung alkohol tidak boleh melebihi 1 %, sehingga makanan dan minuman yang mengandung kadar alkohol melebihi 1 % termasuk dalam katagori haram untuk dikonsumsi (Apriyantono, 2006).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diketahui kadar etanol tape ketan hitam berturut-turut sebesar 0,388 %, 1,176 %, 1,056 %, 3,884 % dan 7,581 %. Sedangkan kadar etanol tape singkong berturut-turut sebesar 0,844 %, 2,182 %, 4,904 %, 6,334 %, dan 11,811 %.

Tingkat kadar etanol tape ketan hitam yang mencapai 0,388 % sampai 7,581 % dan kadar alkohol tape singkong yang mencapai 0,844 % sampai 11.811 % tersebut kurang layak dan sebaiknya tidak dikonsumsi umat muslim.

Dapat diketahui pembuatan tape selama 3-5 hari dapat mengakibatkan terbentuknya etanol, tetapi memang belum dalam kadar yang memabukkan. Peningkatan kadar etanol dalam tape ketan hitam dan tape singkong didukung oleh salah satu hadist yang menceritakan waktu Rasulullah tidak mau minum jus yang dibiarkan dalam suhu ruang lebih dari 3 hari.

Pada dasarnya pembuatan tape masih jauh dari proses fermentasi sempurna yang menghasilkan *khamer*, bila belum berair. Sedangkan air tape, harus diperhatikan lebih teliti karena jenis ini menurut ahli *khamer internasional* (dalam konferensi standar mutu mereka) bisa menghasilkan minuman berkadar alkohol tinggi. Sekalipun air tape yang baru dibuat boleh saja diminum, namun kita harus meneladani Rasulullah saw dalam menyikapi jenis minuman seperti ini (Musa, L., 2008).

Pada dasarnya *khamer* mempunyai dampak negatif dan dampak positif. Dampak negatif *khamer* sebagai campuran obat dalam dunia kedokteran dengan kadar yang sudah ditentukan, sterilisasi alat-alat kedokteran, pelarut (pewarna, flavor, parfum, obat, dll) (Apriyantono, 2007). Sedangkan dampak negatif *khamer* adalah memabukkan, ketagihan, dan sangat berbahaya terhadap syaraf serta organ-organ tubuh lainnya yang dapat menyebabkan kematian (Abdushshamad, K.M., 2002). Karena antara dampak negatif dan dampak positif lebih besar dampak negatifnya maka *khamer* diharamkan. Hal ini tercantum dalam surat Al-Baqarah ayat 219, yaitu:

219. Mereka bertanya kepadamu tentang khamar dan judi. Katakanlah: "Pada keduanya terdapat dosa yang besar dan beberapa manfaat bagi manusia, tetapi dosa keduanya lebih besar dari manfaatnya". dan mereka bertanya kepadamu apa yang mereka nafkahkan. Katakanlah: "yang lebih dari keperluan." Demikianlah Allah menerangkan ayat-ayat-Nya kepadamu supaya kamu berfikir,

Melalui ayat 219 surat Al-Baqorah, qur'an secara obyektif bahwa *khamer* (dan judi) memiliki segi positif dan negatif, dan karena segi negatifnya lebih besar maka hukumnya haram. Pada ayat 90 surat Al- Maidah menyebutkan *rijs min'amal al-syaithan* (keji sebagai tindakan syaithan) (Ibrahim, Sa'ad, 2008). Rosulullah tidak melihat kepada materi yang digunakan untuk membuat *khamer*. Beliau melihat kepada pengaruh yang ditimbulkan, yaitu "memabukkan". Kaidah fiqih menyatakan:

301 Nai 362 Nai Nbóa 36

"Setiap yang memabukkan adalah khamar, dan setiap khamar adalah haram"

Berdasar ayat-ayat dan hadist di atas, dapat dinyatakan 'illat diharamkannya *khamer* adalah memabukkan. Jadi '*illat* (penyebabnya) bukan adanya alkohol didalamnya, karena jika '*illat* (penyebabnya) adanya alkohol, dalam buah buah-buahpun juga terdapat alkohol. Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa (Ibrahim, Sa'ad, 2008):

- Haram bagi siapa saja jika secara umum memabukkan, baik karena adanya alkohol, maupun tidak, misalnya Anggur obat, anggur kolesom, arak obat dan minuman-minuman sejenis.
- 2. Haram bagi orang-perorangan yang jika mengkonsumsi sesuatu, ia menjadi mabuk, misalnya durian, tetapi tidak bagi orang lain yang tidak mabuk, karena pada umumnya durian tidak memabukkan.

Hingga saat ini belum ada fatwah MUI yang menyebutkan bahwa makanan tape itu haram. Namun, sebagai seorang muslim kita harus berati-hati. Ketika suatu makanan tape telah bisa membuat seorang awam yang tidak pernah mabuk sebelumnya menjadi mabuk, maka makanan tape itu ditetapkan sebagai *khamer*. Ketika vonis sebagai *khamer* telah dijatuhkan, maka hukumnya menjadi haram untuk dimakan oleh perorangan tersebut, sedikit atau banyak. Hal ini dikarenakan pada umumnya tape tidak memabukkan.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Ada pengaruh lama fermentasi terhadap kadar etanol tape ketan hitam. Kadar etanol tape ketan hitam berturut-turut sebesar 0.388 %, 1.176%, 1.056%, 3.884% dan 7.581%. Lama fermentasi 96 dan 120 jam berpengaruh sangat nyata (p < 0,01) terhadap kadar etanol tape ketan hitam diantara lama fermentasi lainnya.
- 2. Ada pengaruh lama fermentasi terhadap kadar etanol tape singkong. Kadar etanol tape singkong berturut-turut sebesar 0.844%, 2.182%, 4.904%, 6.334%, dan 11.811%. Lama fermentasi 120 jam berpengaruh sangat nyata (p < 0,01) pada kadar etanol tape singkong di antara lama fermentasi lainnya.
- 3. Ada perbedaan yang sangat signifikan antara kadar etanol tape ketan hitam dan tape singkong. Berdasarkan analisis ragam (Lampiran 6) menunjukkan variasi sampel berpengaruh sangat nyata (p < 0,01) pada kadar etanol tape. Uji BNT pada Lampiran 6 menunjukkan kadar etanol tape singkong berbeda nyata dengan kadar etanol tape ketan hitam.

5.2 Saran

Untuk melengkapi dan menyempurnakan penelitian ini disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan sebagai berikut:

- Menggunakan variasi suhu dan variasi penambahan ragi yang diduga mempengaruhi kadar alkohol tape
- 2. Mengidentifikasi perubahan alkohol menjadi senyawa-senyawa lain yang terdapat dalam tape, seperti asam asetat dan senyawa ester alkohol yang diduga sebagai pembentuk cita rasa tape.
- 3. Bagi pedagang tape sebaiknya membuat tape dengan lama fermentasi 2 sampai 3 hari karena pada waktu fermentasi tersebut tidak menghasilkan kadar alcohol terlalu tinggi dan rasanyapun lebih enak, InsyaAllah halal dan *tayyib*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdusushshamad, K, M., 2002, *Mukjizat Ilmiah Dalam Al-Qur'an*, Jakarta: Akbar Media Eka Sarana, hal 264-269.
- Afrianti, H. L., 2004, *Fermentasi*, http://www.forumsains.com/index.php/topic, 783.msg2697.html diakses 22 oktober 2007.
 - , 2007, *Pati Termodifikasi Dibutuhkan Industri Makanan*,http://www.pikiran-rakyat.com/cetak/0704/15/cakrawala/penelitian.htm diakses 28 November 2007.
- Al-Jawi, S. M, 2006, *Alkohol Dalam Makanan, Obat, Dan Kosmetik: Tinjauan Fiqih Islam (Bagian 2-Selesai)*, http://www.kalbefarma.com/files/cdk/files/58_11_SuatuPercobaanPemilihanKadarEtanol.pdf/58_11_SuatuPercobaanPemilihanKadarEtanol.html diakses 27 Mei 2007.
- Anonymous, 1980, *Pembuatan Ragi Tape*, http://iptek.apjii.or.id/data/pangan/katalog_ipb.htm diakses 22 Januari 2008.
 - , 2004, *Makanan Beralkohol*, http://www.duniaibu.org/sharing/index.php?id=389 diakses 23 Juni 2007.
 - , 2006, Alkohol Dan Problematikanya, http://forum.kotasantri.com/viewtopic.php?t=82&postdays=0&postorder=asc&start=5&sid=d960 24eb43ca1a5787d999d3e156bea7toiut geocities.com/meteorkita/toiut.rtf Hasil Tambahan GH diakses 27 Mei 2007.
 - , 2007, *Umbi Kayu*, http://neocassava.blogspot.com/2007_06_01_ archive.html diakses 28 November 2007.
 - , 2008^a, *Fermentasi*, http://jajo66.files.wordpress.com/2008/03/6fermentasi.pdf-diakses 25 Mei 2008.
 - , 2008^b, On The Mechanism Of Competition In Yeast Cells, http://www.ggause.com/gfg04.htm diakses 29 April 2008.
 - , 2008°, *Ketan*, http://www.asiamaya.com/nutrients/ketan.htm diakses 26 Juni 2008.

- , , , , Petunjuk Praktikum, Malang: Laboratorium Jurusan Kimia Politeknik Negeri Malang.
- Apriyantono, A., 2005^a, *Masalah Halal: Kaitan Antara Syar'i, Teknologi Dan Sertifikasi*, http://forum.webgaul.com/archive/ thread/t-43151-p-1.html diakses 26 mei 2007.
 - , 2005^b, *Tape*, http://groups.yahoo.com/group/Halal-Baik-Enak/message/5632 diakses 26 Juni 2008.
 - , 2006, *Minuman Yang Diharamkan*, http://www.halalguide.info/content/view/280/38/ diakses 22 Oktober 2007.
- Arixs, 2005, Tape Menambah Kehangatan, http://www.cybertokoh.com/mod.php?mod=publisher&op=viewarticle&artid=301 diakses 28
 November 2007.
- Arsyat, N, M., 2001, *Kamus Kimia (Arti Dan Penjelasan Istilah)*, Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama, hal 11, 93 dan 94.
- Buckle, K.A., et.all, 1985, Ilmu Pangan, Jakarta: UI-Press, hal 31, 92, 93, dan 96.
- Bulan, Rumondang, 2004, Esterifikasi Patchouli Alkohol Hasil Isolasi Dari Minyak Daun Nilam (Patchouli Oil), http://www.library.usu.ac.id/modules.php?op=modload&name=Down...pdf diakses 20 Februari 2008.
- Daud. M., 1993, *Terjemah Hadis* "Shahih Muslim" jilid 1. Jakarta: F.a Widyajaya, hal 82 83.
- Deputi Menegristek Bidang Pendayagunaan dan Pemasyarakatan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi, 2005, *Ketela Pohon / Singkong (Manihot utilissima* Pohl), http://www.bebas.vlsm.org/v13/Data/bididayapertanian /PANGAN/SINGKONG.PDF diakses 28 oktober 2007.
- Dewi, C. D., 2007, *Rahasia Di Balik Makanan Haram*, Malang: UIN-Malang Press, hal 81-82.
- Didinkaem, 2006, *Menggugat Status Halal Obat Beralkohol*, http://www.halalguide.info/content/view/553/38/ diakses 23 Juni 2007.

- Fardiaz, S., 1992, *Mikrobiologi Pangan 1*, Jakarta: PT. Gramedia Utama Pustaka, hal 62, 105, 110, 245, 246, dan 235.
- Fitria, Lailatul, 2004, Pengaruh Lama Fermentasi Dan Pemberian Konsentrasi Zymomonas Mobilis Terhadap Produksi Etanol Dari Kulit Pisang Raja Sere, Malang: Skripsi tidak diterbitkan. Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Malang.
- Hanbali, M., 2001, *Pengaruh Lama Fermentasi dan Penambahan Karaginan Terhadap Aspek Kualitas Fisika-Kimia dan Organoleptik Tape Ubi Jalar.* Malang: Skripsi tidak diterbitkan. Jurusan Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang.
- Hendayana, Sumar, 2006, *Kimia Pemisaan (Metode Kromatografi dan Elektroforesis Modern)*, Bandung: PT. Remaja Rosadakarya, hal 32 dan 54.
- Ibrahim, Sa'ad, 2008, Alkohol Untuk Kosmetik, Obat, Makanan dan Minuman Dalam Perspektif Hukum Islam, Malang: Makalah disampaikan dalam Olimpiade Kimia Indonesia (OKI) IKAHIMKI Himpunan Mahasiswa Jurusan kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Malang pada tanggal 1 maret 2008 di Unuversitas Islam Negeri malang.
- Irianto, K, 2006, *Mikrobiologi: Menguak Dunia Mikroorganisme Jilid* 2, Bandung: CV. Yrama Widya, hal 214-215.
- Khopkar, S, M., 2003, Konsep Dasar Kimia Analitik, Jakarta: UI-Press, hal 160.
- Mardoni, dkk., 2007, Perbandingan Metode Kromatografi Gas Dan Berat Jenis Pada Penetapan Kadar Etanol Dalam Minuman Anggur, http://www.usd.ac.id/06/publ_dosen/far/mardoni.pdf-diakses 30 Oktober 2007.
- Maimuna, S., 2004, *Pengaruh Interaksi Variasi Suhu dan Lama Fermentasi Terhadap Kadar Glukosa dan Kadar Alkohol Tape Ketan Hitam*, Malang: Skripsi tidak diterbitkan. Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Malang.
- Muhtadi, T.R., 1997, *Teknologi Proses Pengolahan Pangan*, Bogor: Departement Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi Institut Pertanian Bogor.

- Musa, L., 2008, *Haramkah Makanan Tape Singkong?*, http://www.gaulislam.com/haramkah-makan-tape-singkong/ diakses 29 april 2008
- Prihatiningsi, 2000, *Perbedaan Kadar Alkohol Pada Tape Ketan Hitam Yang Dibuat secara Aseptik dan Tradisional*, Skripsi tidak diterbitka. Malang: Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Malang.
- Poedjiadi, A., 1994, Dasar-Dasar Biokimia, Jakarta: UI-Press, hal 35-37.
- Ratri, Ratnaningtiyas, 2003, *Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Produksi Etanol Dari Kulit Pisang Ambon Oleh Zymononas Mobilis*. Jember: Skripsi tidak diterbitkan. Politeknik Negeri Jember.
- Rahmad, A., 1989, *Pengantar Teknologi Fermentasi*, Bogor: Departemen Pendidikan Dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Pangan Dan Gizi Institut Pertanian Bogor, hal 29.
- Steenis, 1988, Flora Untuk Sekolah di Indonesia, Jakarta: PT Pradnya Pramita.
- Soebagyo, A., 1980, *Dasar-Dasar Mikrobiologi Industri*, Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan.
- Tarigan, J., 1988, *Pengantar Mikrobiologi Umum*, Jakarta: Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Proyek Pengembangan Lembaga Pendidikan Tenaga Pendidikan.
- Toha, A.H.A., 2001, Biokomia: Metabolisme Biomolekul, Manokwari: Alfabeta.
- Winarno, F.G. dkk., 1984, Pengantar Teknologi Pangan, Jakarta: PT Gramedia.

Lampiran 1: Tahapan Penelitian





Lampiran 2: Diagram Alir Penelitian

L.2.1. Pembuatan tape

L.2.1.1. Pembuatan ketan hitam

- ± 500 gram beras ketan hitam
- disortasi
- direndam selama 6 jam
- dimasak selama 60 menit, setelah matang
- ditiriskan dan didinginkan pada suhu ruangan selama ± 1 jam

Nasi ketan hitam

- ditimbang sebanyak 5 sampel dengan berat masing-masing 100 gram
- ditaburi ragi sebanyak 0,85 gram ragi (yang sudah dihaluskan)
- dibungkus dengan plastik dan diikat rapat
- disimpan selama 24 jam, 48 jam, 72 jam, 96 jam dan 120 jam pada suhu kamar

Tape ketan hitam

L.2.1.2. Pembuatan tape singkong

- ± 500 gram beras ketan hitam
- disortasi
- dimasak selama 60 menit, setelah matang
- ditiriskan dan didinginkan pada suhu ruangan selama ± 1 jam

Nasi ketan hitam

- ditimbang sebanyak 5 sampel dengan berat masing-masing 100 gram
- ditaburi ragi sebanyak 0,85 gram ragi (yang sudah dihaluskan)
- dibungkus dengan plastik dan diikat rapat
- disimpan selama 24 jam, 48 jam, 72 jam, 96 jam dan 120 jam pada suhu kamar

Tape ketan hitam

L.2.2 Destilasi

L.2.2.1. Destilasi Alkohol Pada Tape Ketan Hitam

gram tape ketan hitam ditumbuk sampai halus ditambah 25 ml aquades dimasukkan kedalam labu alas bulat dipasang labu alas bulat yang berisi campuran pada alat destilasi ditetapkan alat destilasi pada suhu 78 °C didestilasi ditampung destilat hasil destilasi dalam erlenmeyer 250 mL destilasi dihentikan jika sudah tidak ada destilat yang menetes dalam erlenmeyer Residu Destilat

L.2.2.2. Destilasi Alkohol Pada Tape Singkong

25 gram tape singkong ditumbuk sampai halus ditambah 25 ml aquades dimasukkan kedalam labu alas bulat dipasang labu alas bulat yang berisi campuran pada alat destilasi ditetapkan alat destilasi pada suhu 78 °C didestilasi ditampung destilat hasil destilasi dalam erlenmeyer 250 mL destilasi dihentikan jika sudah tidak ada destilat yang menetes dalam erlenmeyer Residu Destilat

L.2.3. Penentuan Kadar Alkohol Dengan Menggunakan Metode Kromatografi Gas (GC)

L.2.3.1. Proses persiapan alat Kromatografi Gas (GC)

Alat Kromatografi Gas (GC)

- dinyalakan power GC dengan prosedur standar

- diatur kondisi kerja alat dengan cara sebagai berikut:

Suhu injektor 200 °C

Suhu detector 200 °C

Suhu kolom 100-175 °C

Detector TCD

Kolom paropak (kecepatan 30 mL/menit)

Gas pembawa He

Hasil

L.2.3.2. Pembuatan kurya baku etanol

Larutan baku dari masing-masing konsentrasi

- diambil (1µ1)
- disuntikkan ke dalam kolom

Kromatogram

- dihitung luas puncak kromatogram etanol
- dicari rasio luas puncak etanol
- dibuat kurva baku dengan memplotkan rasio puncak etanol dengan kadar etanol (% v/v)
- dicari persamaan kurva baku dengan regresi linear

Kurva baku etanol

L.2.3.3. Analisis kadar Alkohol dengan Kromatografi Gas (GC)

Larutan tape ketan hitam dan tape singkong hasil destilasi

- diambil 1 μl dari masing-masing larutan ketan
- disuntikkan ke dalam kolom melalui tempat injeksi

Kromatogram

- dihitung luas puncak etanol dari kromatogram
- dicari rasio luas puncak etanol
- ditentukan kadar etanol dalam tape ketan hitam atau tape singkong dengan menggunakan persamaan kurva baku

Kadar etanol (%)

Lampiran 3: Pembuatan Reagen Kimia

1. Etanol 1%

1,00 ml etanol 99,9% dimasukkan dalam labu ukur 100 ml dan ditambahkan aquades sampai tanda batas.

$$V_{\text{etanol pekat (99,9\%)}} = (V_{\text{etanol akhir}}) \times (P_{\text{etanol pekat}})$$

$$= 100 \text{ ml} \times 1\%$$

$$99,9\%$$

2. Etanol 3% = 1,00 ml

3,00 ml etanol 99,9% dimasukkan dalam labu ukur 100 ml dan ditambahkan aquades sampai tanda batas.

$$V_{\text{etanol pekat (99,9\%)}} = (V_{\text{etanol akhir}}) \times (P_{\text{etanol akhir}})$$

$$= 100 \text{ ml} \times 3\%$$

$$99,9\%$$

3. Etanol 5% = 3.00 ml

5,00 ml etanol 99,<mark>9% dimasukkan dalam labu ukur</mark> 100 ml dan ditambahkan aquades sampai tanda batas.

$$V_{\text{etanol pekat (99,9\%)}} = (V_{\text{etanol akhir}}) \times (P_{\text{etanol akhir}})$$

$$P_{\text{etanol pekat}}$$

$$= 100 \text{ ml} \times 3\%$$

$$99,9\%$$

$$= 5,00 \text{ ml}$$

4. Etanol 7%

7,00 ml etanol 99,9% dimasukkan dalam labu ukur 100 ml dan ditambahkan aquades sampai tanda batas.

$$V_{\text{etanol pekat (99,9\%)}} = (V_{\text{etanol akhir}}) \times (P_{\text{etanol akhir}})$$

$$P_{\text{etanol pekat}}$$

$$= 100 \text{ ml} \times 3\%$$

$$99,9\%$$

$$= 7,00 \text{ ml}$$

5. Etanol 9%

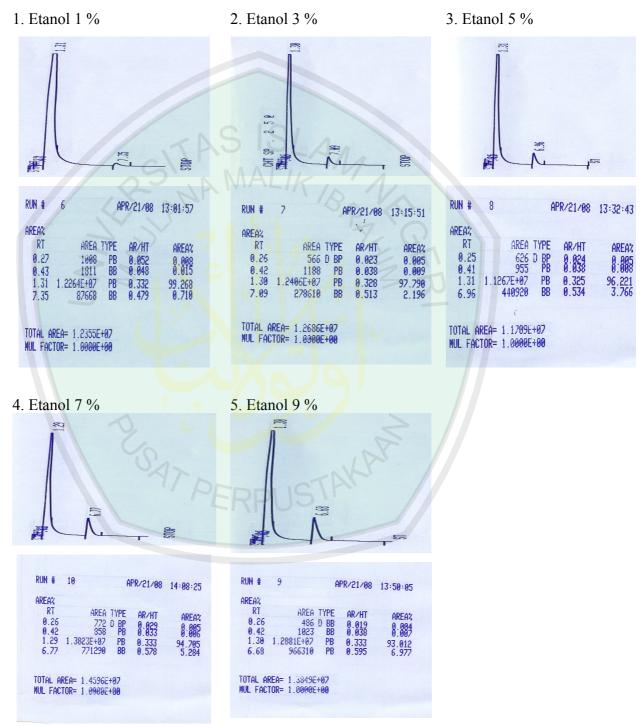
 $9,00~\mathrm{ml}$ etanol 99,9% dimasukkan dalam labu ukur $100~\mathrm{ml}$ dan ditambahkan aquades sampai tanda batas.

aquades sampai tanda batas.

$$V_{\text{ctanol pekat (99,9\%)}} = (V_{\text{etanol akhir}}) \times (P_{\text{etanol pekat}})$$
 $P_{\text{etanol pekat (99,9\%)}} = 100 \text{ ml} \times 3\%$
 $99,9\%$
 $= 9,00 \text{ ml}$

Lampiran 4. Gambar Kromatogram Tape

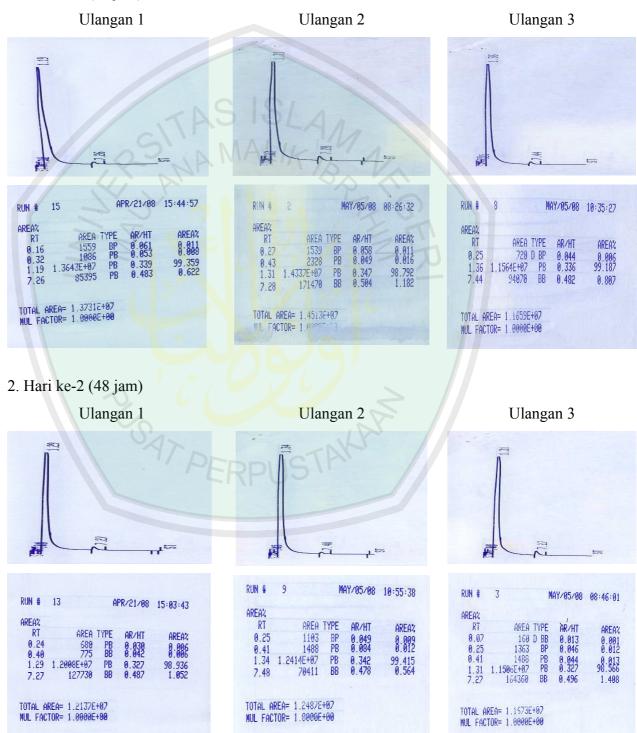
L.4.1. Kromatogram Larutan Baku Etanol



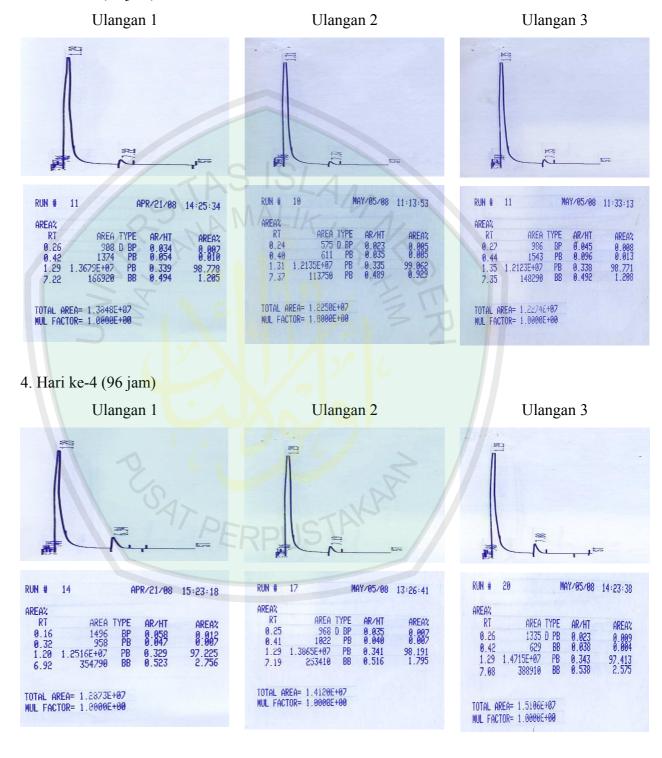
L.4.2. Kromatogram Tape

L.4.2.1 Kromatogram Tape Ketan Hitam

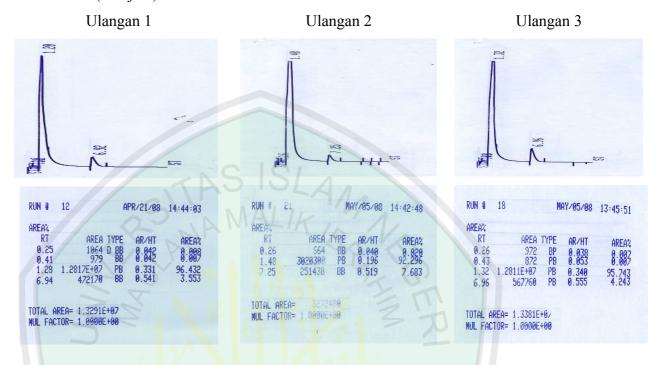
1. Hari ke-1 (24 jam)



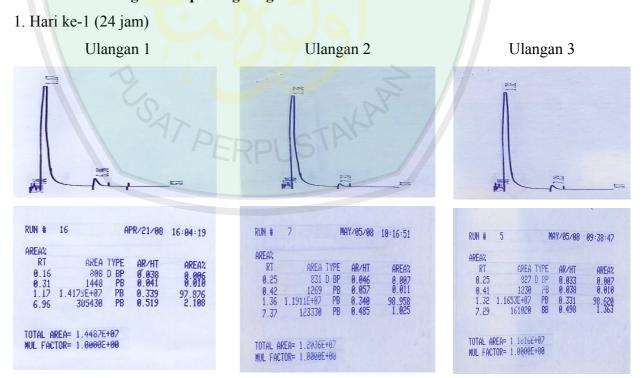
3. Hari ke-3 (72 jam)



5. Hari ke-5 (120 jam)



L.4.2.2. Kromatogram Tape Singkong

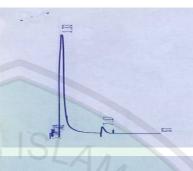


Lanjutan Lampiran 4 2. Hari ke-2 (48 jam)

Ulangan 1

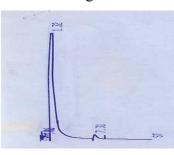
AREA%				
RT	AREA		AR/HT	AREA%
0.25	608	PB	0.026	9:005
0.41	999	BB		
1.29	1.3129E+07	PB	0.337	96.664
6.95	451530	88	0.538	3.324
	REA= 1.35826 TOR= 1.00006			

Ulangan 2





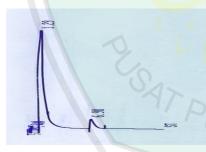
Ulangan 3



RUN #	6		111	AY/05/08	09:57:44
AREA%				4	
RT		AREA	TYPE	AR/HT	AREA%
0.26		A SHIP	D BP	0.032	9:007
0.42		880	PB	0.037	0.007
1.32	1.17	55E+07	PB	0.329	98.664
7.31		157510	PB	0.495	1.322
		1.1914E			

3. Hari ke-3 (72 jam)

Ulangan 1



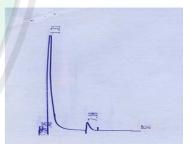
AREAZ				
RT RT	AREA	TYPE	AR/HT	AREA?
0.24	676		0.029	0.006
0.49	651	88	0.037	0.005
1.29	1.1666E+97	PB	0.324	96.729
6.98	393180	BB	0.527	3.268

Ulangan 2



AREA%			, ,	12:11:22
RT RT	AREA	TYPE	AR/HT	AREA%
0.25	727	D BP	0.025	0.006
0.41	541	PB	0.030	0.004
1.31	1.2104E+07	PB	0.331	96.873
7.00	493460	BB	0.34/	3.317
OTAL A	REA= 1.25998	+07		

Ulangan 3



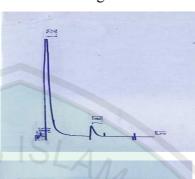
AREA% RT	AREA	TYPE	AR/HT	ADEAN
0.25	1320	A CONTRACTOR OF THE PARTY OF TH		AREA%
0.41	794	D BP PB	0.051 0.042	0.010 0.006
1.31	1.2288E+07		0.331	97.211
7.10	359489	PB	0.528	2.773

4. Hari ke-4 (96 jam)

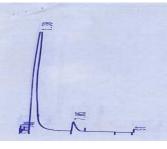
RUN # 20 APR/21/08 17:18:37

AREA2
RT AREA TYPE AR/HT AREA2
0.26 737 0 88 0.028 0.025
0.42 751 88 0.040 0.005
1.29 1.4124E+07 PB 0.337 96.149
6.89 564190 PB 0.554 3.841

Ulangan 2



Ulangan 3



REA%				
RT	AREA	TYPE	AR/HT	AREA%
0.25	791		0.032	0.007 0.005
0.41	619		0.035	
1.32	1.1710E+07		0.328	96.257
7.03	453900	PB	0.540	3.731

RUN # 15 MAY/05/08 12:48:25

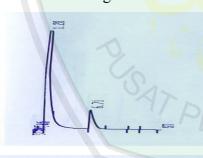
AREAX
RT AREA TYPE AR/HT AREAX
0.24 643 D BP 0.023 0.005
0.40 491 PB 0.028 0.004
1.30 1.1903E407 PB 0.329 96.682
7.05 410270 BB 0.535 3.309

TOTAL AREA= 1.2401E+07
MUL FACTOR= 1.0900E+00

5. Hari ke-5 (120 jam)

TOTAL AREA= 1.4690E+07 MUL FACTOR= 1.0000E+00

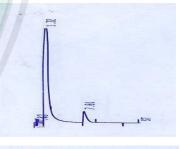
Ulangan 1



Ulangan 2



Ulangan 3



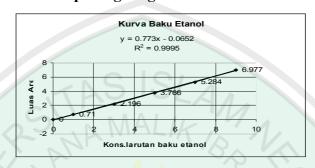
RUN #	19	Al	PR/21/08	17:01:23
AREA%				
RT	AREA	TYPE	AR/HT	AREAZ
0.25	384	D BP	0.034	
0.41	1913	PB	0.049	9:005
1.28	1.3705E+07	PB	0.337	94.080
6.71	860480	88	0.584	5.907
TOTAL AF	REA= 1.4567E	+07		
IUL FACT	FOR= 1.0000E	+88		

AREA	TYPE	AR/HT	AREA%
1042		0.023	9.998
1041	BB	0.064	0.008
1.3350E+07	PB	0.347	96.568
472420	PB	0.543	3,417
REA= 1.3824F	+87		
	1042 1041 1.3350E+87 472420 REA= 1.3824E	1041 BB 1.3350E+07 PB	1842 D PB

REA%			, 1	
RT	AREA	TYPE	AR/HT	AREA%
0.27	487	PB	0.024	0.004 0.005
0.43	685	88	0.039	0.005
1.32	1.2922E+07	PB	0.335	96,241
7.01	503610	88	0.548	3.751

Lampiran 5: Konsentrasi Alkohol Dalam Tape Ketan Hitam Dan Tape Singkong Dengan Kromatografi Gas (GC)

L.5.1. Kurva kalibrasi untuk menentukan konsentrasi alkohol dalam tape ketan hitam dan tape singkong



L.5.2. Konsentrasi alkohol dalam tape ketan hitam dengan Kromatografi Gas (GC)

1. Hari ke-1 (24 jam)

Ulangan 1:Ulangan 2:Ulangan 2:
$$y = ax - b$$
 $y = ax - b$ $y = ax - b$ $0,622 = 0,773x - 0,0652$ $1,182 = 0,773x - 0,0652$ $0,807 = 0,773x - 0,0652$ $0,6872 = 0,773x$ $1,2472 = 0,773x$ $0,8722 = 0,773x$ $x = 0,889$ $x = 1,613$ $x = 1,128$

2. Hari ke-2 (48 jam)

Ulangan 1: Ulangan 2: Ulangan 2:
$$y = ax - b$$
 $y = ax - b$ $y = ax -$

3. Hari ke-3 (72 jam)

Ulangan 1:Ulangan 2:Ulangan 2:
$$y = ax - b$$
 $y = ax - b$ $y = ax - b$ $1,205 = 0,773x - 0,0652$ $1,208 = 0,773x - 0,0652$ $0,929 = 0,773x - 0,0652$ $1,2702 = 0,773x$ $1,2732 = 0,773x$ $0,9942 = 0,773x$ $x = 1,643$ $x = 1,647$ $x = 1,286$

4. Hari ke-4 (96 jam)

Ulangan 1:Ulangan 2:Ulangan 2:
$$y = ax - b$$
 $y = ax - b$ $y = ax - b$ $2,756 = 0,773x - 0,0652$ $1,795 = 0,773x - 0,0652$ $2,575 = 0,773x - 0,0652$ $2,8212 = 0,773x$ $1,8602 = 0,773x$ $2,6402 = 0,773x$ $x = 3,650$ $x = 2,406$ $x = 3,416$

5. Hari ke-5 (120 jam)

Ulangan 1:	Ulangan 2:	Ulangan 2:
y = ax - b	y = ax - b	y = ax - b
3,553 = 0,773x - 0,0652	3,751 = 0,773x - 0,0652	3,417 = 0,773x - 0,0652
3,6182 = 0,773x	3,8162 = 0,773x	3,4822 = 0,773x
x = 4,681	$\mathbf{x} = 4,937$	$\mathbf{x} = 4,505$

L.5.3. Konsentrasi alkohol dalam tape singkong dengan Kromatografi Gas

(GC)

1. Hari ke-1 (24 jam)

Ulangan 1:Ulangan 2:Ulangan 2:
$$y = ax - b$$
 $y = ax - b$ $y = ax - b$ $2,108 = 0,773x - 0,0652$ $1,025 = 0,773x - 0,0652$ $1,363 = 0,773x - 0,0652$ $2,1732 = 0,773x$ $1,0902 = 0,773x$ $1,4282 = 0,773x$ $x = 2,811$ $x = 1,410$ $x = 1,848$

2. Hari ke-2 (48 jam)

Ulangan 1: Ulangan 2: Ulangan 2:
$$y = ax - b$$
 $y = ax - b$ $y = ax -$

3. Hari ke-3 (72 jam)

Ulangan 1:Ulangan 2:Ulangan 2:
$$y = ax - b$$
 $y = ax - b$ $y = ax - b$ $3,260 = 0,773x - 0,0652$ $3,917 = 0,773x - 0,0652$ $2,773 = 0,773x - 0,0652$ $3,3252 = 0,773x$ $3,9822 = 0,773x$ $2,8382 = 0,773x$ $x = 4,302$ $x = 5,152$ $x = 3,672$

4. Hari ke-4 (96 jam)

Ulangan 1:	Ulangan 2:	Ulangan 2:
y = ax - b	y = ax - b	y = ax - b
3,841 = 0,773x - 0,0652	3,731 = 0,773x - 0,0652	3,309 = 0,773x - 0,0652
3,9062 = 0,773x	3,7962 = 0,773x	2,3742 = 0,773x
x = 5,053	x = 4,911	x = 4,365

5. Hari ke-5 (120 jam)

Ulangan 1:	Ulangan 2:	Ulangan 2:
y = ax - b	y = ax - b	y = ax - b
5,907 = 0,773x - 0,0652	4,243 = 0,773x - 0,0652	7,683 = 0,773x - 0,0652
5,9722 = 0,773x	4,3082 = 0,773x	7,7482 = 0,773x
x = 7,726	x = 5,573	x = 10,024

Lampiran 6: Faktor Koreksi Antara Hasil Destilasi Dengan Konsentrasi Etanol Tape Ketan Hitam dan Tape Singkong Hasil Identifikasi Dengan Kromatografi Gas (GC)

Faktor koreksi antara hasil destilasi dengan konsentrasi alkohol (etanol) tape ketan hitam dan tape singkong hasil identifikasi dengan Kromatografi Gas (GC) dapat dihitung dengan rumus:

$$M_1 = M_2 \times \frac{g_2}{g_1}$$

 M_1 = konsentrasi alkohol (*etanol*) dalam tape (awal)

 M_2 = konsentrasi alcohol (*etanol*) hasil identifikasi dengan GC

 g_1 = berat sampel awal/tape

g₂ = berat sampel akhir/destilat

L.6.1 Konsentrasi (%) alkohol dalam 25 gram tape ketan hitam

1. Hari ke-1 (24 jam)

Ulangan 1
 Ulangan 2
 Ulangan 3

$$M_1 = M_2 \times \frac{g_2}{g_1}$$
 $M_1 = M_2 \times \frac{g_2}{g_1}$
 $M_1 = M_2 \times \frac{g_2}{g_1}$
 $M_1 = 0.889 \times \frac{7.42}{25}$
 $M_1 = 1.613 \times \frac{7.99}{25}$
 $M_1 = 1.128 \times \frac{8.52}{25}$
 $= 0.264$
 $= 0.516$
 $= 0.384$

2. Hari ke-2 (48 jam)

Ulangan 1Ulangan 2Ulangan 3
$$M_1 = M_2 \times \frac{g_2}{g_1}$$
 $M_1 = M_2 \times \frac{g_2}{g_1}$ $M_1 = M_2 \times \frac{g_2}{g_1}$ $M_1 = 1,445 \times \frac{14,21}{25}$ $M_1 = 1,905 \times \frac{13,99}{25}$ $M_1 = 0,814 \times \frac{14,39}{25}$ $= 0,822$ $= 1,067$ $= 0,469$

3. Hari ke-3 (72 jam)

Ulangan 1 Ulangan 2 Ulangan 3
$$M_{1} = M_{2} \times \frac{g_{2}}{g_{1}} \qquad M_{1} = M_{2} \times \frac{g_{2}}{g_{1}} \qquad M_{1} = M_{2} \times \frac{g_{2}}{g_{1}}$$

$$M_{1} = 1,643 \times \frac{17,25}{25} \qquad M_{1} = 1,647 \times \frac{17,43}{25} \qquad M_{1} = 1,286 \times \frac{17,15}{25} = 1,134 \qquad = 0,883$$

4. Hari ke-4 (96 jam)

Ulangan 1

$$M_1 = M_2 \times \frac{g_2}{g_1}$$

 $M_1 = M_2 \times \frac{g_2}{g_1}$
 $M_1 = 3,416 \times \frac{31,17}{25}$
 $M_2 = 4,430$
 $M_3 = 2,406 \times \frac{30,77}{25}$
 $M_4 = 2,406 \times \frac{30,77}{25}$
 $M_5 = 2,962$
 $M_7 = 3,416 \times \frac{31,17}{25}$
 $M_8 = 4,260$

5. Hari ke-5 (120 jam)

Ulangan 1

$$M_1 = M_2 \times \frac{g_2}{g_1}$$

 $M_1 = M_2 \times \frac{g_2}{g_1}$
 $M_1 = 4,680 \times \frac{38,42}{25}$
 $M_1 = 4,937 \times \frac{41,31}{25}$
 $M_2 = 4,505 \times \frac{41,02}{25}$
 $M_3 = 7,392$

6. Tabel data hasil analisis kadar alkohol (etanol)

Lama fermentasi		Kadar etanol (%)				
(L)	Kode	U1	U3	U3	Total	Rata-rata
24 jam	T1L1	0.264	0.516	0.385	1.165	0.388
48 jam	T1L2	0.822	1.067	0.469	2.358	0.786
72 jam	T1L3	1.134	1.149	0.883	3.166	1.056
96 jam	T1L4	4.430	2.962	4.260	11.652	3.884
120 jam	T1L5	7.193	8.157	7.392	22.742	7.581
Total	•	13.843	13.851	13.939	41.083	

FK =
$$Y^2 / rp$$

= $(41.083)^2 / 3 \times 5$
= 112.520

$$\begin{aligned} JK_{Total} &= \Sigma_i \, \Sigma_j \, Y^2 - FK \\ &= 0.264^2 + 0.516^2 + ... + 13.389^2 - 112.520 \\ &= 112.841 \end{aligned}$$

JK _{Perlakuan} =
$$\Sigma_{i} (\Sigma_{j} Y_{ij})^{2} / p - FK$$

= $1.165^{2} + 2.358^{2} + ... + 22.742^{2} / 3 - 112.520$
= 110.781

JK
$$_{Galat}$$
 = JK $_{Total}$ - JK $_{Perlakuan}$ = 112.850 - 110.781 = 2.069

Tabel analisis ragam satu arah

				F	
SK	db	JK	KT	Hitung	Tabel 1 %
Perlakuan	4	110.781	27.695	134.441	5.99
Galat percobaan	10	2.075	0.206		
Total	14	112. <mark>853</mark>			

Berdasarkan analisis ragam diatas F hitung > F tabel (4,10) maka dapat disimpulkan bahwa semakin lama fermentasi berpengaruh sangat nyata (p < 0,01) pada kadar *etanol* tape ketan hitam, sehingga dilakukan pengujian lebih lanjut dengan uji BNT untuk mengetahui perlakuan mana yang berpengaruh.

BNT
$$= t_{tabel}^{(0,01/2)} (25) \sqrt{2KTG/n}$$

$$= 3.169 \times \sqrt{(2 \times 0.206)/3}$$

$$= 1.172$$

Tabel Hasil Uji BNT

Perlakuan	Perlakuan dan nilai tengah						
dan nilai tengah	(24 jam)	(48 jam)	(72 jam)	(96 jam)	(120 jam)		
	0.389	0.786	1.056	3.884	11.371		
(24 jam) 0.389	-	0.397	0.667	3.495*	10.982*		
(48 jam) 1.179	-	-	0.270	3.098*	10.585*		
(72 jam) 1.056	-	-	-	2.828*	10.315*		
(96 jam) 3.884	-	-	-	-	7.487*		
(120 jam) 11.371	-	10/	-	-	-		

Keterangan: *) = berbeda nyata pada taraf 0,01

Jadi lama fermentasi 96 dan 120 jam berpengaruh sangat nyata (p < 0,01) terhadap kadar *etanol* tape ketan hitam diantara lama fermentasi lainnya.

L.6.2. Konsentrasi (%) alkohol dalam 25 gram tape singkong

1. Hari ke-1 (24 jam)

Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
$\mathbf{M}_1 = \mathbf{M}_2 \times \frac{\mathbf{g}_2}{\mathbf{g}_1}$	$\mathbf{M}_1 = \mathbf{M}_2 \times \frac{\mathbf{g}_2}{\mathbf{g}_1}$	$\mathbf{M}_1 = \mathbf{M}_2 \times \frac{\mathbf{g}_2}{\mathbf{g}_1}$
$M_1 = 2.811 \times \frac{10.53}{25}$	$M_1 = 1,410 \times \frac{10,11}{25}$	$M_1 = 1,847 \times \frac{10,53}{25}$
= 1,184	= 0,570	= 0,778

2. Hari ke-2 (48 jam)

Ulangan 1Ulangan 2Ulangan 3
$$M_1 = M_2 \times \frac{g_2}{g_1}$$
 $M_1 = M_2 \times \frac{g_2}{g_1}$ $M_1 = M_2 \times \frac{g_2}{g_1}$ $M_1 = 4,384 \times \frac{17,21}{25}$ $M_1 = 1,795 \times \frac{17,41}{25}$ $M_1 = 3,308 \times \frac{17,20}{25}$ $= 3,018$ $= 1,251$ $= 2,276$

3. Hari ke-3 (72 jam)

Ulangan 1 Ulangan 2 Ulangan 3
$$M_{1} = M_{2} \times \frac{g_{2}}{g_{1}} \qquad M_{1} = M_{2} \times \frac{g_{2}}{g_{1}} \qquad M_{1} = M_{2} \times \frac{g_{2}}{g_{1}}$$

$$M_{1} = 4,302 \times \frac{19,59}{25} \qquad M_{1} = 5,152 \times \frac{41,31}{25} \qquad M_{1} = 3,672 \times \frac{19,24}{25}$$

$$= 3,372 \qquad = 8,514 \qquad = 12,826$$

4. Hari ke-4 (96 jam)

Ulangan 1

$$M_1 = M_2 \times \frac{g_2}{g_1}$$

 $M_1 = M_2 \times \frac{g_2}{g_1}$
 $M_1 = 4,911 \times \frac{33,20}{25}$
 $M_1 = 4,365 \times \frac{33,02}{25}$
 $M_2 = 6,522$
 $M_3 = 4,911 \times \frac{33,20}{25}$
 $M_4 = 5,053 \times \frac{33,02}{25}$
 $M_5 = 6,522$
 $M_7 = 4,911 \times \frac{33,20}{25}$
 $M_7 = 5,053 \times \frac{33,02}{25}$

5. Hari ke-5 (120 jam)

Ulangan 1 Ulangan 2 Ulangan 3
$$M_{1} = M_{2} \times \frac{g_{2}}{g_{1}} \qquad M_{1} = M_{2} \times \frac{g_{2}}{g_{1}} \qquad M_{1} = M_{2} \times \frac{g_{2}}{g_{1}}$$
$$M_{1} = 7,726 \times \frac{37,96}{25} \qquad M_{1} = 5,545 \times \frac{38,06}{25} \qquad M_{1} = 10,024 \times \frac{38,06}{25}$$
$$= 11,732 \qquad = 8,442 \qquad = 15,261$$

6. Hasil perhitungan kadar alkohol tape singkong berdasarkan pengaruh lama fermentasi dalam 3 kali ulangan

Lama fermentasi		Kadar etanol (%)				
(L)	Kode	U1	U3	U3	Total	Rata-rata
24 jam	T2L1	1.184	0.570	0.778	2.532	0.844
48 jam	T2L2	3.018	1.251	2.276	6.545	2.182
72 jam	T2L3	3.372	8.514	2.826	14.712	4.904
96 jam	T2L4	6.714	6.522	5.766	19.002	6.334
120 jam	T2L5	11.732	8.442	15.261	35.435	11.811
Total		26.020	25.299	26.907	78.226	

FK =
$$Y^2 / rp$$

= $(78.226)^2 / 3 \times 5$
= 407.953
JK Total = $\Sigma_i \Sigma_j Y^2 - FK$
= $1.184^2 + 0.570^2 + ... + 15.261^2 - 407.953$
= 264.743

JK _{Perlakuan} =
$$\sum_{i} (\sum_{j} Y_{ij})^{2} / p - FK$$

= $2.532^{2} + 6.545^{2} + ... + 35.435^{2} / 3 - 407.953$
= 219.515

JK
$$_{Galat}$$
 = JK $_{Total}$ - JK $_{Perlakuan}$ = 264.743 - 219.515 = 45.225

Tabel Analisis Ragam Satu Arah

	1			F		
SK	db	JK	KT	Hitung	Tabel 1 %	
Perlakuan	4	219.515	54.879	12.134	5.99	
Galat percobaan	10	45.228	4.523			
Total	14	264.743				

Berdasarkan analisis ragam diatas F $_{\rm hitung}$ > F $_{\rm tabel}$ (4,10) maka dapat disimpulkan bahwa semakin lama fermentasi berpengaruh sangat nyata (p < 0,01) pada kadar etanol tape singkong, sehingga dilakukan pengujian lebih lanjut dengan uji BNT untuk mengetahui perlakuan mana yang berpengaruh.

BNT
$$= t_{tabel}^{(0,01/2)} (25) \sqrt{2KTG/n}$$

$$= 3.169 \times \sqrt{(2 \times 4.520)/3}$$

$$= 5.500$$

Tabel Hasil Uji BNT

Perlakuan		Perlakuan dan nilai tengah							
dan nilai tengah	(24 jam)	(48 jam)	(72 jam)	(96 jam)	(120 jam)				
	0.844	2.182	4.904	6.334	11.811				
(24 jam) 0.844	-	1.338	4.060	5.490	10.967*				
(48 jam) 2.182			2.722	4.152	9.629*				
(72 jam) 4.904	-	4	9_4	1.430	6.907*				
(96 jam) 6.334	-	A P A	4 - 7		5.477				
(120 jam) 11.811			- 3		-				

Keterangan: *) = berbeda nyata pada taraf 0,01

Jadi lama fermentasi 120 jam berpengaruh sangat nyata (p < 0,01) pada kadar *etanol* tape singkong di antara lama fermentasi lainnya.

L.6.3 Perbedaan Konsentrasi (%) Alkohol Tape Ketan Hitam dan Tape singkong

Sampel	Lama		Kad	ar etanol	(%)		
(T)	fermentasi	Kode	U1	U3	U3	Total	Rata-rata
	(L)	LRP	'CU'				
Tape	24 jam	T1L1	0.264	0.516	0.385	1.165	0.388
Ketan Hitam	48 jam	T1L2	0.822	1.067	0.469	2.358	1.176
(T1)	72 jam	T1L3	1.134	1.149	0.883	3.166	1.056
	96 jam	T1L4	4.430	2.962	4.260	11.652	3.884
	120 jam	T1L5	7.193	8.157	7.392	22.742	7.581
Tape	24 jam	T2L1	1.184	0.570	0.778	2.532	0.844
Singkong	48 jam	T2L2	3.018	1.251	2.276	6.545	2.182
(T2)	72 jam	T2L3	3.372	8.514	2.826	14.712	4.904
	96 jam	T2L4	6.714	6.522	5.766	19.002	6.334
	120 jam	T2L5	11.732	8.442	15.261	35.435	11.811
	Total		39.863	39.148	40.298	119.309	

FK =
$$Y^2 / rp$$

= $(119.309)^2 / 3 \times 5$
= 474.488

JK Total
$$= \sum_{i} \sum_{j} Y^{2} - FK$$

$$= 0.264^{2} + 0.516^{2} + ... + 15.261^{2} - 474.488$$

$$= 423.576$$
JK Perlakuan
$$= \sum_{i} (\sum_{j} Y_{ij})^{2} / p - FK$$

$$= 1.165^{2} + 2.358^{2} + ... + 35.435^{2} / 3 - 474.488$$

$$= 376.284$$

JK Galat = JK
$$_{Total}$$
 - JK $_{Perlakuan}$ = $423.576 - 376.284$ = 47.292

Tabel faktor sampel dan lama fermentasi

Sampel		Lama fermentasi					Rata-rata
	24	48	72	96	120	sampel	
Tape ketan hitam	1.165	2.358	3.166	11.652	22.742	41.083	8.216
Tape singkong	2.532	6.545	14.712	19.002	35.435	78.226	15.645
Total lama fermentasi	3.697	8.903	17.878	30.654	58.177		

JK _{sampel} =
$$((Jumlah sampel) / (lama fermentasi × ulangan)) - FK$$

= $((41.083^2 + 78.226^2) / (5 × 3)) - 474.488$
= 45.987

JK
$$_{lama\ fermentasil}$$
 = ((Jumlah sampel) / (jumlah sampel × ulangan)) – FK = ((3.697 2 + 8.903 2 + ... + 35.435 2) / (2 × 3)) – FK = 314.976

$$\begin{array}{ll} JK_{\text{ interaksi sampel dengan waktu}} &= JK_{\text{ Perlakuan}} \text{ - } JK_{\text{ sampel}} \text{ - } JK_{\text{ lama fermentasil}} \\ &= 376.284 \text{ - } 45.987 \text{ - } 314.976 \\ &= 15.321 \end{array}$$

Tabel ringkasan analisis ragam pengaruh lama fermentasi terhadap kadar *etanol* tape ketan hitam dan tape singkong

				F		
SK	db	JK	KT	Hitung	Tabel 0.01 %	
Perlakuan	9	376.284	41.809	17.685	3.45	
Sampel	1	45.987	45.987	19.448	8.10	
Lama fermentasi	4	314.976	78.744	33.309	4.43	
Interaksi	4	15.321	3.830	1.620	4.43	
Galat percobaan	20	47.292	2.364			
Total	29	423.576	Alla			

Dari ringkasan Anava, diperoleh F hitung untuk variasi sampel lebih besar dari F $_{tabel}$ pada taraf 0,01 maka dapat disimpulkan bahwa ada pengaruh sangat nyata (p < 0,01) variasi sampel terhadap kadar etanol, sehingga dilakukan pengujian lebih lanjut dengan uji BNT untuk mengetahui perlakuan mana yang berpengaruh.

BNT
$$= t_{tabel}^{(0,01/2)} (20) \sqrt{2KTG/lama fermentasi}$$
$$= 2.845 \times \sqrt{(2 \times 2.364)/5}$$
$$= 2.765$$

Tabel Hasil Uji BNT

Sampel	Nilai tengah							
	(Tape ketan hitam)	(Tape singkong)						
	8.216	15.645						
(Tape ketan hitam)	-	7.429*						
8.216								
(Tape singkong)	-	-						
15.645								

Keterangan: *) = berbeda nyata pada taraf 0,01

Jadi konsentrasi *etanol* tape singkong berbeda nyata dengan konsentrasi tape ketan hitam.

Dari ringkasan Anava, diperoleh F $_{\text{hitung}}$ untuk variasi lama fermentasi lebih besar dari F $_{\text{tabel}}$ pada taraf 0,01 maka dapat disimpulkan bahwa semakin lama fermentasi berpengaruh sangat nyata (p < 0,01) pada kadar etanol tape ketan hitam dan tape singkong, sehingga dilakukan pengujian lebih lanjut dengan uji BNT untuk mengetahui perlakuan mana yang berpengaruh.

BNT
$$= t_{tabel}^{(0,01/2)} (20) \sqrt{2KTG/lama fermentasi}$$
$$= 2.845 \times \sqrt{(2 \times 2.364)/2}$$
$$= 4.374$$

Tabel Hasil Uji BNT

Lama fermentasi	7	Lama fermentasi dan nilai tengah						
dan nilai tengah	(24 jam)	(48 jam)	(72 jam)	(96 jam)	(120 jam)			
	1.848	4.451	8.939	15.327	29.008			
(24 jam) 1.848	/	2.603	7.091*	13.479*	27.16*			
(48 jam) 4.451		-	4.488*	10.876*	24.557*			
(72 jam) 8.939		- 4		6.388*	20.069*			
(96 jam) 15.327	1			-	13.681*			
(120 jam) 29.008	-/ /	-	_	-	-			

Keterangan: *) = berbeda nyata pada taraf 0,01

Jadi konsentrasi *etanol* tape singkong berbeda nyata dengan konsentrasi tape ketan hitam.

Dari ringkasan Anava, diperoleh F hitung untuk interaksi lebih kecil dari F tabel pada taraf 0,01 maka dapat disimpulkan bahwa tidak ada interaksi yang nyata antara sampel dengan fermentasi, sehingga tidak perlu dilakukan pengujian lebih lanjut.

Lampiran 7. Gambar Ragi dan Tape

L.7.1. Ragi Tape

1. Ragi Merk NKL



2. Ragi Merk NKL tiap butir



L.7.2. Tape Ketan Hitam 1. Hari ke-1 (24 jam)



Ulangan 2



Ulangan 3



2. Hari ke-2 (48 jam) Ulangan 1



Ulangan 2



Ulangan 3









4. Hari ke-4 (96 jam) Ulangan 1



Ulangan 1

Ulangan 1

5. Hari ke-5 (120 jam) Ulangan 1

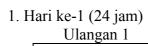






Lanjutan Lampiran 7 L.7.3. Tape Singkong







Ulangan 2



Ulangan 3



2. Hari ke-2 (48 jam) Ulangan 1



Ulangan 2



Ulangan 3



3. Hari ke-3 (72 j<mark>am)</mark> Ulangan 1



Ulangan 1



Ulangan 1









5. Hari ke-5 (120 jam) Ulangan 1







Lampiran 8. Gambar Alat Kromatografi Gas (GC)

1. Sampel tape ketan hitam hasil destilasi



2. Sampel tape singkong hasil destilasi



3. Penyuntik "Syringe"



4. Kromatografi Gas (GC) kondisi tertutup



5. Kromatografi Gas (GC) kondisi tertutup



6. Detektor



7. Termostat

