

**HUBUNGAN SALINITAS PERAIRAN
DENGAN KUANTITAS BIOETANOL YANG DIHASILKAN
OLEH NIPAH (*Nypa fruticans*) PADA BERBAGAI METODE**

SKRIPSI

OLEH:
ROSDIANA NATSIR



PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
JURUSAN ILMU KELAUTAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2013

ABSTRAK

Rosdiana Natsir Hubungan Salinitas Perairan Dengan Kuantitas Bioetanol Yang Dihasilkan Oleh Nipah (*Nypa fruticans*) Pada Berbagai Metode Dibawah bimbingan MUHAMMAD FARID SAMAWI dan ABDUL HARIS

Nipah merupakan tumbuhan yang sangat potensial sebagai bahan baku bioetanol. Keunggulannya adalah nipah bukan sumber utama pangan; penggunaannya tidak akan merusak ekologi; satu tangkai bunga nipah mampu memproduksi sekitar 3 liter nira perhari selama 20 hari (Riyadi, 2010).

Penelitian ini dilaksanakan untuk melihat hubungan antara salinitas perairan dengan kadar bioetanol yang dihasilkan oleh nira nipah. Pengambilan sampel air laut untuk penentuan stasiun dilaksanakan di Sungai Tello bersalinitas 5,5 ppt; 8 ppt; dan 15 ppt. Pengukuran kadar bioetanol dilakukan terhadap 3 metode, yaitu 0 hari, fermentasi tanpa dan dengan penambahan khamir..

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nipah yang tumbuh pada salinitas 5,5 ppt menghasilkan kadar bioetanol 4,66% dari metode 0 hari, 20,00% dari metode fermentasi tanpa khamir, dan 25,28% dari metode fermentasi dengan penambahan khamir. Nipah yang tumbuh pada salinitas 8 ppt menghasilkan kadar bioetanol 7,34% dari metode 0 hari, 23,48% dari metode fermentasi tanpa penambahan khamir, dan 28,14% dari metode fermentasi dengan penambahan khamir. Sedangkan nipah yang tumbuh pada salinitas 15 ppt menghasilkan kadar bioetanol 10,00% dari metode 0 hari, 17,85% dari metode fermentasi tanpa penambahan khamir, dan 15,67% dari metode fermentasi dengan penambahan khamir.

Salinitas perairan memiliki interaksi terhadap metode pembuatan bioetanol. Salinitas 8 ppt dan 5,5 ppt memiliki perbedaan yang signifikan dengan perbandingan rata-rata 19,6550% dan 14,5083%. Salinitas 8 ppt juga memiliki perbedaan yang signifikan terhadap salinitas 15 ppt dengan perbandingan rata-rata 19,6550% dan 16,6483%. Sedangkan salinitas 5,5 ppt dan salinitas 15 ppt tidak memiliki perbedaan yang signifikan dengan perbandingan rata-rata 16,6483% dan 14,5083%

Kata kunci: Bioetanol, Fermentasi, Salinitas, Nipah, (*Nypa fruticans*).

**HUBUNGAN SALINITAS PERAIRAN
DENGAN KUANTITAS BIOETANOL YANG DIHASILKAN
OLEH NIPAH (*Nypa fruticans*) PADA BERBAGAI METODE**

Oleh:
ROSDIANA NATSIR

Skripsi
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana
pada
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan



PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
JURUSAN ILMU KELAUTAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2013

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Hubungan Antara Salinitas Dengan Kuantitas Bioetanol Yang
Dihasilkan Oleh Nipah (*Nypa fruticans*)

Nama Mahasiswa : Rosdiana Natsir

Nomor Pokok : L 111 08 307

Program Studi : Ilmu Kelautan

Skripsi telah diperiksa
dan disetujui oleh:

Pembimbing Utama,

Pembimbing Anggota,

Dr.Ir. M. Farid Samawi, M.Si,
NIP.19650810 199103 1 006
001

Dr.Ir. Abdul Haris. M.Si
NIP.196512091992021

Mengetahui,

Dekan
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan

Ketua Program Studi
Ilmu Kelautan,

Prof. Dr. Ir. A. Niartiningih, MP
M.Si
NIP. 19611201 198703 2 002
196311201993031002

Dr. Ir. Amir Hamzah M,
NIP.

Tanggal Lulus: Mei 2013

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Kota Mamuju – Sulawesi Barat pada tanggal 09 Januari 1991 dari pasangan Muhammad Natsir Achmad (Alm) dan Maryam Abdullah. Penulis merupakan anak keempat dari lima bersaudara.

Jenjang pendidikan yang telah ditempuh oleh penulis adalah Sekolah Dasar Negeri Inpres Tanpatora (SDN Inpres Tanpatora) Mamuju, yang saat ini telah bernama Sekolah Dasar Negeri 1 Mamuju (SDN 1 Mamuju), Kabupaten Mamuju, Provinsi Sulawesi barat, lulus pada tahun 2002, Sekolah Menengah Pertama 1 Mamuju (SMPN 1 Mamuju), kabupaten Mamuju Provinsi Sulawesi Barat, lulus pada tahun 2005, dan Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Suppa (SMAN 1 Suppa) Kecamatan Suppa, Kabupaten Pinrang, Provinsi Sulawesi Selatan, lulus pada tahun 2008. Pada pertengahan tahun 2008, penulis mencoba peruntungan masuk ke perguruan tinggi dengan jalur SNMPTN dan Alhamdulillah diterima di Universitas Hasanuddin Makassar pada Jurusan Ilmu Kelautan.

Selama menjalani masa kuliah, penulis aktif mengikuti organisasi kampus yaitu anggota organisasi Senat Mahasiswa Kelautan pada tahun 2008, anggota muda organisasi selam Marine Science Diving Club pada tahun 2009. Penulis juga aktif mengikuti organisasi luar kampus antara lain Organisasi Daerah Kerukunan Mahasiswa Pinrang Universitas Hasanuddin menjabat sebagai Bendahara Umum periode 2010 – 2011.

Pada masa kuliah, penulis sempat menjadi salah satu asisten pada mata kuliah Oseanografi Kimia, Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, serta pernah bekerja sebagai tenaga pengajar di salah satu lembaga bimbingan belajar di Kota Makassar.

Penulis menyelesaikan tugas akhir dengan menyelesaikan Skripsi Penelitian dengan judul **“Hubungan Salinitas Perairan Dengan Kuantitas Bioetanol Yang Dihasilkan oleh Nipah (*Nypa fruticans*) Pada Berbagai Metode”**.

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah swt. Yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Hubungan Antara Salinitas Perairan Dengan Kuantitas Bioetanol Yang Dihasilkan Oleh Nipah (*Nypa fruticans*) ini tanpa menemui suatu kendala yang berarti. Salam, salawat dan taslim juga senantiasa tercurah kepada junjungan besar ummat Muslim, Baginda Rasulullah Muhammad saw.

Skripsi ini merupakan hasil penelitian yang dilakukan pada bulan Januari – Mei 2013. Skripsi ini juga merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan Dan Perikanan Universitas Hasanuddin. Selama melaksanakan penelitian dan penyusunan skripsi, banyak pihak yang turut berpartisipasi hingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan. Untuk itu, penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada para personalia di bawah ini:

1. Ibu, kakak serta adik tercinta yang selalu memberikan kasih sayang, dukungan dan doa kepada penulis.
2. Dr.Ir. M. Farid Samawi, M.Si selaku pembimbing I yang telah banyak meluangkan waktunya untuk membimbing, memberikan motivasi dan arahan kepada penulis bahkan tidak jarang menyisahkan waktu libur untuk tetap bertatap muka guna menyelesaikan skripsi ini.
3. Dr.Ir. Abdul Haris. M.Si selaku pembimbing II yang telah memberikan arahan, bantuan, dan bimbingannya selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi ini.
4. Drs. Sulaiman Gosalam, M.Si selaku penguji siding skripsi yang telah memberikan masukan dan arahan guna perbaikan isi dari skripsi ini.

5. Dr. Muhammad Lukman,. ST, M.Mar.sc selaku penguji sidang skripsi yang juga telah membimbing penulis saat melaksanakan kuliah dan magang, serta memberi arahan dan masukan yang sangat membangun guna perbaikan isi skripsi ini.
6. Prof.Dr.Ir.Hj. A. Niartiningih, MP selaku penguji ujian skripsi yang telah banyak memberi nasehat semasa kuliah, dan telah memberi masukan dan arahan guna perbaikan isi skripsi ini.
7. Dr. Supriadi, S.T, M.Si selaku panitia seminar Hasil Peneitian yang juga turut memberikan arahan dan bantuan kepada penulis pada proses penelitian dan menyelesaikan skripsi ini.
8. Ahriadi Susanto, Irma mas'udi, Firman mas'udi, yang telah membantu baik moril maupun materil, untuk kasih sayang dan keceriaannya.
9. Teman-teman seperjuangan, keluarga kecil yang terasa sangat besar angkatan 2008 (Mezeight) yang telah menjadi sahabat sekaligus saudara bagi penulis, yang senantiasa membantu dikala susah dan berbagi dikala suka.
10. Haska, Uswah, Rabuanah, Try Reskianti, Sulaeman Natsir, Nikanor, Mattewakkang, Arifuddin, Fikruddin, Andri Purnama, terimakasih atas bantuannya yang tak terhingga dan tidak dapat terbalaskan, serta dukungan selama kuliah hingga skripsi ini terselesaikan.
11. Teman-teman seperjuangan di Organda Kerukunan Mahasiswa Pinrang atas persaudaraannya dan bimbingannya dalam berorganisasi
12. Teman-teman yang senantiasa berjuang untuk rumah dan sekolah kita Senat Kelautan.
13. Analis Laboraturium Teknologi Bioproses, Bpk Sakius yang telah membimbing dan membantu penulis mulai dari penelitian hingga terselesaikannya skripsi ini.

14. Seluruh staf Jurusan Ilmu Kelautan dan staf Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin yang telah membantu penyelesaian berkas-berkas.

15. Berbagai pihak atas bantuan dan kerjasama yang diberikan selama proses penelitian dan penyusunan skripsi.

Kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi memperbaiki dan menyempurnakan skripsi baik di saat ini maupun di masa yang akan datang. Semoga skripsi ini dapat member manfaat bagi semua pihak.

Makassar, Juni 2013

Penulis,

Rosdiana Natsir

DAFTAR ISI

	HALAMAN
DAFTAR TABEL.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR LAMPIRAN.....	vi
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan dan Kegunaan Penelitian.....	3
C. Ruang Lingkup Penelitian.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Bioetanol.....	4
B. Khamir (<i>yeast</i>).....	7
C. Karakter Morfologi Nipah.....	10
1. Klasifikasi dan Deskripsi Nipah.....	11
2. Tempat Tumbuh dan Penyebaran Nipah.....	12
3. Manfaat Nipah.....	13
A. Hubungan Salinitas Perairan Dengan Kuantitas Nira Nipah.....	14
III. METODE PENELITIAN	
B. Waktu dan Tempat.....	16
C. Bahan dan Alat.....	17
D. Tahapan Penelitian	
1. Penentuan Stasiun.....	19
2. Standarisasi Etanol.....	19
3. Pengambilan Sampel.....	20
4. Pengukuran Kadar Etanol 0 Hari.....	20
5. Fermentasi Nira Nipah Tanpa Penambahan Khamir.....	21
6. Fermentasi Nira Nipah Dengan Penambahan Khamir.....	21
7. Destilasi.....	21
E. ANALISIS DATA	
1. Analisis Indeks Bias Dengan Refraktometer.....	22
2. Analisis Perbandingan Kadar.....	22
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23

A. Salinitas	23
B. Hubungan Antara Salinitas Perairan Dengan Kadar Bioetanol 0 Hari (sebelum Fermentasi).....	24
C. Hubungan Antara Salinitas Perairan Dengan Metode Fermentasi Tanpa Penambahan Khamir	27
D. Hubungan Antara Salinitas Perairan Dengan Metode Fermentasi Selama 4 Hari Dengan Penambahan Khamir.....	32
E. Hubungan Antara Salinitas Dengan Kadar Bioetanol	36
F. Prospek Produksi Bioetanol Dari Nira Nipah Pada Aspek Ekonomi	39

V. SIMPULAN

A. SIMPULAN	41
B. SARAN	42

DAFTAR TABEL

Nomor Halaman

1. Konversi Bahan Baku Tanaman Yang Mengandung Patih, Karbohidrat, Dan Tetes Menjadi Bioetanol	6
2. Rata-Rata Indeks Bias Hasil Pengenceran Etanol Murni.....	20
3. Hasil Pengukuran Salinitas Perairan	23
4. Total Biaya Produksi Pembuatan Bioetanol Dari Nira Nipah	40

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Hala
man	
1. Buah Nipah	11
2. Malai Nipah.....	13
3. Peta Lokasi Penelitian	16
4. Diagram Alir pembuatan Bioetanol.....	18
5. Kadar Bioetanol 0 Hari (Sebelum Fermentasi)	25
6. Kadar Bioetanol Hasil Fermentasi Selama 4 Hari Tanpa Penambahan Khamir	28
7. Kadar Bioetanol Hasil Fermentasi Selama 4 Hari Dengan Penambahan Khamir	33
8. Perbandingan Konsentrasi Bioetanol Pada Salinitas Dan Metode Fermentasi Yang Berbeda.....	36

DAFTAR LAMPIRAN

Standarisasi Etanol Dengan Indeks Bias	45
Analisis Konsentrasi Bioetanol	46
Analisis Two Way Annova	49
Uji Lanjut Tukey	50
Gambar Penelitian	51



I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki beragam jenis mangrove. Diperkirakan, luas mangrove di Indonesia sekitar 3,5 juta hektar (Spalding *et al.*, 1997) dari luas mangrove dunia $\pm 18,1$ juta hektar (Groombridge, 1992). Mangrove merupakan tumbuhan yang terdapat di daerah pasang surut (pantai dan muara sungai) yang memiliki struktur tanah berlumpur. Mangrove di Indonesia dapat ditemukan mulai dari tegakan *Avicennia marina* dengan ketinggian 1 - 2 meter pada pantai yang tergenang air laut, hingga tegakan campuran *Bruguiera*, *Rhizophora*, dan *Ceriops* dengan ketinggian lebih dari 30 meter (misalnya, di Sulawesi Selatan). Di daerah pantai yang terbuka, dapat ditemukan *Sonneratia alba* dan *Avicennia alba*, sementara itu di sepanjang sungai yang memiliki kadar salinitas yang lebih rendah umumnya ditemukan *Sonneratia caseolaris* dan *Nypa fruticans* (Rusila *et al.*, 1999). Mangrove jenis Nipah (*Nypa fruticans*) merupakan salah satu spesies utama penyusun hutan mangrove dengan komposisi 30% dari total luas are mangrove (Agushoe, 2009) atau sekitar 973.205,54 ha.

Nipah merupakan jenis mangrove yang banyak didapati di rawa-rawa air payau dan di depan muara-muara sungai (Hyene, 1987), pada ketinggian 0-200 m dpl, iklim basah dan mengandung cukup banyak bahan organik. Walaupun tergolong tumbuhan yang potensial, pemanfaatan nipah secara konvensional masih sangat jarang dilakukan. Hal ini dikarenakan kurangnya referensi dan pengetahuan masyarakat mengenai tumbuhan nipah dan cara pengelolannya.

Nipah telah dimanfaatkan oleh masyarakat dan sudah diusahakan secara turun temurun. Atap daun nipah banyak digunakan masyarakat Sumatera Selatan untuk atap rumah tradisional di kampung-kampung, untuk bedeng,

kandang ternak, atau untuk membuat gubuk di sawah. Tangkai daun dan pelepahnya juga dapat dimanfaatkan sebagai kayu bakar, dan pulp (bubur kertas). Lidinya dapat digunakan untuk pembuatan sapu lidi dan dapat digunakan sebagai anyaman dan tali (Alrasyid, 2001).

Dewasa ini, nipah diketahui dapat disadap niranya (cairan manis yang diambil dari tandan bunga yang belum mekar) untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan gula nipah (palm sugar), dari hasil oksidasinya dihasilkan cuka. Selain itu, pemanfaatan nipah yang paling banyak adalah sebagai bahan baku bioetanol.

Bioetanol adalah alkohol (etanol) yang berasal dari sumber nabati terbarukan. Bioetanol banyak dihasilkan oleh tumbuhan pangan antara lain: ubi kayu, ubi jalar, tebu, sorgum, sagu, aren, dan lontar (Sumaryono 2006) sehingga pemanfaatannya sebagai bahan baku etanol akan bersaing dengan kebutuhan pangan masyarakat. Bioetanol banyak digunakan sebagai bahan pelarut pada proses kimia, sebagai bahan bakar, dan sebagai sebuah stok industri untuk pembuatan formaldehid, asam etanoat, dan metal ester.

Keunggulan penggunaan nipah sebagai bahan baku pembuatan bioetanol antara lain karena nipah bukan sumber utama pangan sehingga tidak akan bersaing dengan kebutuhan pangan lainnya. Bagian yang digunakan sebagai bahan baku bioetanol adalah niranya sehingga tidak merusak ekologi, serta satu tangkai bunga nipah mampu memproduksi sekitar 3 liter nira perhari dan setiap tangkai dapat dipanen terus menerus selama 20 hari (Riyadi, 2010).

Untuk menghasilkan bioetanol yang maksimal dari tumbuhan nipah, perlu diketahui faktor-faktor lingkungan yang berpengaruh. Salah satu parameter lingkungan tempat tumbuhnya nipah yang belum terukur untuk menghasilkan nira terbaik sebagai bahan baku penghasil bioetanol adalah salinitas. Untuk itu, perlu

diadakan penelitian untuk mengetahui hubungan salinitas perairan terhadap kuantitas bioetanol yang dihasilkan dari bahan baku nipah.

B. Tujuan dan Kegunaan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1) Mengetahui kuantitas bioetanol yang dihasilkan oleh nira nipah (*Nypa fruticans*) dengan salinitas perairan yang berbeda
- 2) Mengetahui efektifitas metode 0 hari, fermentasi tanpa penambahan khamir dan dengan fermentasi dengan penambahan khamir terhadap nira nipah (*Nypa fruticans*) yang diambil berdasarkan salinitas perairan untuk mendapatkan kuantitas bioetanol terbanyak.

Kegunaan dari penelitian ini adalah sebagai informasi dalam pengelolaan wilayah pesisir.

C. Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini meliputi: Penentuan stasiun, pengambilan sampel nira nipah, proses fermentasi sampel menjadi bioetanol, destilasi, dan pengukuran hasil bioetanol.



II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Bioetanol

Bioetanol berasal dari sumber nabati terbarukan. Sumber nabati yang dapat dijadikan bahan baku bioetanol adalah bahan-bahan nabati yang dapat mengalami proses fermentasi untuk menghasilkan alkohol (etanol). Selain itu, bioetanol juga dapat diperoleh dari reaksi kimia dengan cara mereaksikan etilene dengan steam (Krisnamurthi, 2008).

Secara umum, bahan baku etanol dibagi menjadi tiga sumber utama, yaitu bahan yang mengandung pati, bahan yang mengandung glukosa, dan bahan yang mengandung serat atau lignoselulosa (Fardiaz, 1992).

Bioetanol merupakan istilah untuk etanol yang terbuat dari bahan baku nabati dan diproduksi oleh mikroorganisme melalui proses yang disebut dengan fermentasi. Etanol merupakan nama trival dari etil alcohol (C_2H_5OH), sering pula disebut alkohol saja. Bentuknya berupa cairan yang tidak berwarna dan mempunyai bau yang khas.

Etanol banyak digunakan sebagai pelarut, germisida, minuman, bahan anti beku, bahan bakar, dan senyawa sintetis antara senyawa-senyawa organik lainnya. Etanol sebagai pelarut banyak digunakan dalam industry farmasi, kosmetika, dan resin maupun laboratorium. Di Indonesia, industry minuman merupakan pengguna terbesar etanol, disusul berturut-turut oleh industry asam asetat, industry farmasi, kosmetika, rumah sakit, dan industry lainnya. Sebagai bahan baku, etanol digunakan untuk pembuatan senyawa asetaldehid, dietil eter, etil asetat, asam asetat, dan sebagainya (Paturau, 1981).

Jika dibakar, etanol menghasilkan karbondioksida dan air. Dengan mencampur etanol dan bensin, maka dapat dihasilkan bahan bakar campuran

yang dapat terbakar dengan sempurna dan dapat mengurangi emisi pencemaran udara (Ahring, 2007).

Menurut Hambali *et al.* (2007), bioetanol memiliki karakteristik yang lebih baik dibandingkan dengan bensin berbasis petrokimia karena beberapa hal:

1. Bioetanol mengandung 35% oksigen, sehingga dapat meningkatkan efisiensi pembakaran dan mengurangi emisi gas rumah kaca
2. Bioetanol memiliki nilai oktan yang lebih tinggi sehingga dapat menggantikan fungsi bahan aditif seperti metal tetra butyl eter dan tetra etil timbale.
3. Bioetanol memiliki nilai oktan (ON) 96-113, sedangkan nilai oktan bensin hanya 85-96.
4. Bioetanol bersibersifat ramah lingkungan, karena gas buangnya rendah terhadap senyawa-senyawa yang berpotensi sebagai karbon monoksida, nitrogen oksida, dan gas-gs rumah kaca.
5. Bioetanol mudah terurai dan aman karena tidak mencemari air.
6. Bioetanol dapat diperbaharui (*renewable energy*) dan proses produksinya relatif lebih rendah dibandingkan dengan proses produksi bensin.

Umumnya, penggunaan bioetanol masih dalam bentuk campuran dengan bensin pada konsentrasi 10% (E-10) yaitu 10% bioetanol dan 90% bensin. Campuran bioetanol dalam bensin disamping dapat menambah volume BBM, juga dapat meningkatkan nilai oktan sehingga mencapai poin ON 92-95. Selain itu, penambahan etanol dalam bensin juga dapat berfungsi sebagai pengganti MTBE (metal tetra butyl eter) yang sekarang ini banyak digunakan sebagai bahan aditif alam bensin (Hambali *et al.*, 2007).

Etanol dapat diperoleh dari hasil proses fermentasi. Fermentasi adalah suatu proses perubahan kimia pada substrat organik, baik karbohidrat, protein, lemak, atau lainnya oleh mikroba spesifik (Prescott dan Dunn, 1981).

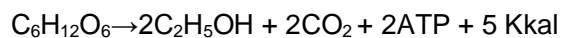
Mikroorganisme yang dipakai dalam fermentasi etanol umumnya adalah khamir. Khamir yang bisa digunakan untuk menghasilkan etanol adalah *Saccharomyces cereviceae*. Produk metabolit utama adalah etanol, CO₂, dan air, sedangkan beberapa produk lain dihasilkan dalam jumlah sedikit. Khamir ini bersifat fakultatif anaerobic (Oura, 1983).

Tabel 1. Konversi Bahan Baku Tanaman yang Mengandung Pati, Karbohidrat dan Tetes Menjadi Bio-Etanol

Bahan Baku		Kandungan Gula Dalam Bahan Baku	Jumlah Hasil Konversi	Perbandingan Bahan Baku dan Bioetanol
Jenis	Konsumsi (Kg)	(Kg)	Bioetanol (Liter)	
Ubi Kayu	1000	250-300	166,6	6,5 : 1
Ubi Jalar	1000	150-200	125	8 : 1
Jagung	1000	600-700	200	5 : 1
Sagu	1000	120-160	90	12 : 1
Tetes	1000	500	250	4 : 1

Sumber: (BPPT, 2005)

Proses produksi etanol terdiri dari tiga tahap, yaitu penyiapan bahan, fermentasi, dan pemurnian. Persiapan bahan mencakup penggilingan atau pemecahan bahan baku bioetanol sampai terbentuk gula sederhana (glukosa dan sebagian fruktosa). Tahap selanjutnya adalah fermentasi yang melibatkan enzim tertentu sesuai dengan bahan baku bioetanol yang digunakan. Selama proses fermentasi, glukosa atau gula diubah menjadi alcohol dan gas CO₂ menurut persamaan reaksi berikut (Oura, 1983):



Setiap mol glukosa terfermentasi menghasilkan dua mol etanol, CO₂ dan ATP. Oleh karena itu, secara teoritis gram glukosa memberikan 0,51gr etanol (Oura, 1983).

Penelitian mengenai produksi etanol dari nira nipah telah dilakukan sebelumnya oleh Antoni *et al.*, (2012) yang berjudul fermentasi nira nipah (*Nypa fruticans Wurmb*) menjadi bioetanol menggunakan kombinasi ragi *Pichia stipitis* dan *Saccharomyces cereviceae* dalam BIOFLO 2000 FERMENTOR. Dari penelitian tersebut didapatkan hasil bahwa dengan menggunakan kombinasi ragi *Pichia stipitis* dan *Saccharomyces cereviceae* pada konsentrasi glukosa 20% dan waktu fermentasi selama 48 jam, diperoleh konsentrasi bioetanol tertinggi yakni 12 % (v/v). Hasil ini berbeda dengan hasil yang didapatkan oleh Trisasiwi *et al.* (2009) pada penelitiannya yang berjudul pembuatan bioetanol dari nipah (*nypa fruticans*) menggunakan bakteri *zymomonas mobilis*. Pada penelitian tersebut, bioetanol tertinggi yaitu 6,7% (v/v) didapatkan pada waktu fermentasi selama 5 hari. Faktor utama yang membedakan hasil tersebut adalah jenis mikroba yang digunakan, karena kemampuan memfermentasi pada setiap mikroba berbeda-beda.

B. Khamir (Yeast)

Pada makanan, Khamir (*yeast*) merupakan jasad renik (mikroorganisme) yang pertama yang digunakan manusia dalam industri pangan. Orang-orang Mesir zaman dahulu telah menggunakan khamir dan proses fermentasi dalam memproduksi minuman beralkohol dan membuat roti pada lebih dari 5000 tahun yang lalu (Neyway, 1989).

Setelah ditemukannya mikroskop Louis Pasteur pada akhir tahun 1860 menyimpulkan bahwa yeast merupakan mikroba hidup yang bertindak sebagai agen dalam proses fermentasi dan digunakan sejak zaman dahulu untuk menaikan adonan roti. Tidak lama setelah penemuan tersebut, dilakukan upaya untuk mengisolasi yeast secara murni. Dengan kemampuan ini mulailah dilakukan

produksi yeast secara komersial untuk keperluan pembuatan roti (Neyway, 1989).

Menurut Reed dan Rehm (1983), *Saccharomyces cereviceae* sering dipakai pada fermentasi etanol karena menghasilkan etanol yang tinggi, toleran terhadap kadar etanol tinggi, mampu hidup pada suhu tinggi, tetap stabil selama kondisi fermentasi, dapat hidup pada salinitas yang cukup tinggi dan dapat bertahan hidup pada pH rendah. Secara umum fermentasi bioetanol dilakukan oleh *Saccharomyces cereviceae* yang dapat menghasilkan enzim zimase dan invertase. Enzim invertase berfungsi sebagai pemecah sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa. Enzim zimase mengubah glukosa menjadi bioetanol (Judoamidjojo, 1992).

Saccharomyces cereviceae dapat tumbuh dengan baik pada kondisi aerobik, namun alkohol yang dihasilkan rendah. Sebaliknya, pada kondisi anaerobik, pertumbuhan dari *Saccharomyces cereviceae* lambat dan piruvat dari jalur katabolik dipecah oleh enzim piruvat dekarboksilase menjadi asetilaldehid dan karbondioksida secara reduksi oleh enzim alcohol dehidogenase (Hartono, 1992).

Proses pertumbuhan mikroba merupakan proses yang memiliki batas tertentu. Pada saat tertentu, setelah melewati tahap minimum, mikroba akan mengalami fasa kematian. Faktor-faktor yang dapat menyebabkan berhentinya pertumbuhan mikroba antara lain (Oura, 1983):

1. Penyusutan konsentrasi nutrisi yang dibutuhkan dalam pertumbuhan mikroba karena habis dikonsumsi.
2. Produk akhir metabolisme yang menghambat pertumbuhan mikroba karena terjadinya inhibisi dan represi.

Pertumbuhan kultur mikroba umumnya dapat digambarkan dalam suatu kurva pertumbuhan. Pertumbuhan mikroba dapat terbagi dalam beberapa tahap seperti pada (Oura, 1983):

1. Fasa lag adalah fasa yang disebut fasa adaptasi/ lag phase. Pada saat ini mikroba lebih berusaha menyesuaikan diri dengan lingkungan dan medium baru daripada tumbuh ataupun berkembang biak. Pada saat ini mikroba berusaha merombak materi-materi dalam medium agar dapat digunakan sebagai nutrisi untuk pertumbuhannya. Bila dalam medium ada komponen yang tidak dikenal mikroba, mikroba akan memproduksi enzim ekstraselular untuk merombak komponen tersebut. Fasa ini juga berlangsung seleksi. Hanya mikroba yang dapat mencerna nutrisi dalam medium untuk pertumbuhannya lah yang dapat bertahan hidup.
2. Fasa pertumbuhan dipercepat adalah fasa dimana mikroba sudah dapat menggunakan nutrisi dalam medium fermentasinya. Pada fasa ini mikroba banyak tumbuh dan membelah diri sehingga jumlahnya meningkat dengan cepat.

Laju pertumbuhan $\mu = \frac{dx}{dt}$ meningkat mencapai nilai maksimalnya

μ = laju pertumbuhan mikroba (sel/detik)

X = jumlah mikroba hidup

3. Fasa eksponensial adalah akhir fasa pertumbuhan dipercepat. Pada fasa ini laju pertumbuhan tetap pada laju pertumbuhan maksimum (μ_{maks}). Nilai μ_{maks} ini ditentukan oleh konstanta jenuh/ saturasi substrat. Nilai μ_{maks} untuk setiap mikroba juga tertentu pada masing-masing substrat.
4. Fasa pertumbuhan diperlambat mulai pada akhir fasa eksponensial. Pertumbuhan mikroba yang begitu cepat tidak diimbangi tersedianya nutrisi yang cukup. Jika fermentasi dilakukan secara batch, dimana umpan nutrisi

dimasukkan hanya pada awal proses fermentasi, pada waktu tertentu saat jumlah mikroba yang mengkonsumsi nutrisi tersebut melebihi daya dukung nutrisi akan terjadi kekurangan nutrisi. Hal lain yang memperlambat pertumbuhan mikroba adalah terjadinya inhibisi ataupun represi yang terjadi karena terakumulasinya produk metabolit sekunder hasil aktifitas fermentasi mikroorganisme.

5. Fasa kematian terjadi apabila nutrisi sudah benar-benar tidak dapat lagi mencukupi kebutuhan mikroorganisme. Keadaan ini diperparah oleh akumulasi produk metabolit primer dan sekunder yang tidak dipanen sehingga terus menginhibisi ataupun merepresi pertumbuhan sel mikroorganisme. Selain itu umur sel juga sudah tua, sehingga pertahanan sel terhadap lingkungan yang berbeda dari kondisi biasanya juga berkurang.

C. Karakter Morfologi Nipah

Nipah adalah sejenis palem (palma) yang tumbuh dilingkungan hutan mangrove atau daerah pasang surut dekat tepi laut. Di beberapa negara lain, tumbuhan ini dikenal dengan nama Attap palm (Singapura), Nipa palm (Filipina), atau umumnya disebut Nipah palm. Nama ilmiahnya adalah *Nypa fruticans* Wurmb, dan diketahui sebagai satu-satunya anggota genus Nipah. Juga merupakan satu-satunya jenis palma dari wilayah mangrove. Fosil serbuk sari palma ini diketahui dari sekitar 70 juta tahun yang silam (Ditjenbun, 2006).

Batang pohon nipah membentuk rimpang yang terendam oleh lumpur. Akar serabutnya dapat mencapai panjang 13 m. Panjang anak daun dapat mencapai 100 cm dan lebar daun 4-7 cm. Daun nipah yang sudah tua berwarna kuning, sedangkan daunnya yang masih muda berwarna hijau. Banyaknya anak daun dalam tiap tandan mencapai 25-100 helai (Vernandos dan Huda., 2008).

Cairan manis yang dikandung nipah memiliki kadar gula (*sucrose*) antara 15-17%-brix (jumlah zat padat semu yang larut (dalam gr) setiap 100 gr larutan). Dengan kandungan itu, maka nira nipah berpotensi untuk dikembangkan menjadi bahan baku industri bioetanol. Satu tangkai bunga nipah mampu memproduksi sekitar 3 liter nira per hari, Setiap tangkai dapat dipanen terus menerus selama sekitar 20 hari. Setiap rumpun pohon Nipah mampu menghasilkan sekitar 4 tangkai pada waktu bersamaan. Dengan demikian, satu pohon nipah dapat menghasilkan 12 liter nira per hari (Riyadi, 2010).

Kelebihan nipah dibandingkan tanaman penghasil bioetanol yang lain antara lain tanaman nipah dapat memproduksi nira 20 ton/hektar atau 14.300 liter etanol per hektar dua kali lebih besar dibandingkan tebu (Smith,



2006). Gambar 1. Buah Nipah (Rusila *et al.*, 1999)

1. Klasifikasi dan Deskripsi Nipah

Klasifikasi nipah menurut Ditjenbun (2006):

Regnum : Plantae

Division : Magnnoliophyta

Classis : Liliopsida

Ordo : Arecales

Familia: Arecaceae

Genus : *Nypa*

Spesies : *Nypa fruticans*

Buah tipe buah batu dengan mesokarp bersabut, bulat telur terbalik dan gepeng dengan 2-3 rusuk, coklat kemerahan, 11 x 13 cm, terkumpul dalam kelompok rapat menyerupai bola berdiameter sekitar 30 cm (Steenis, 1981)

Struktur buah berbentuk bulat, warna coklat, kaku dan berserat. Pada setiap buah terdapat satu biji berbentuk telur. Ukuran: diameter kepala buah: sampai 45 cm. diameter biji: 4-5 cm (Rusila *et al.*, 1999).

2. Tempat Tumbuh dan Penyebaran Nipah

Tumbuhan nipah tumbuh pada substrat yang halus, pada bagian tepi atas dari jalan air. Memerlukan masukan air tawar tahunan yang tinggi. Jarang terdapat di luar zona pantai. Biasanya tumbuh pada tegakan yang berkelompok. Memiliki system perakaran yang rapat dan kuat yang tersesuaikan lebih baik terhadap pertumbuhan masukan air, dibandingkan dengan sebagian besar jenis tumbuhan mangrove lainnya. Serbuk sari lengket dan penyerbukan nampaknya dibantu oleh lalat *Drosophila*. Buah yang berserat serta adanya rongga udara pada biji membantu penyebaran mereka melalui air. Kadang-kadang bersifat vivipar. Distribusi nipah meliputi Asia Tenggara, Malaysia, seluruh Indonesia, Papua New Guinea, Filipina, ustralia, dan Pasifik barat (Rusila *et al.*, 1999).

Nipah adalah tumbuhan sejenis palma yang tumbuh di lingkungan hutan bakau atau daerah pasang-surut di daerah mangrove yang payau (*brackish*). Dalam zonasi kelompok mangrove, nipah tumbuh pada perairan agak ke dalam dan hidup di tepi-tepi sungai air tawar sehingga pengaruh salinitas sudah mulai berkurang (Alrasyid, 2001).

Nipah tumbuh di bagian belakang hutan bakau, terutama di dekat aliran sungai yang memasok lumpur ke pesisir. Palma ini dapat tumbuh di wilayah yang

berair agak tawar, sepanjang daerah tersebut masih terpengaruh pasang-surut air laut yang mengantarkan buah-buahnya yang mengapung. Di tempat-tempat yang sesuai, tegakan nipah membentuk jalur lebar tak terputus, kurang lebih sejajar dengan garis pantai. Nipah mampu hidup di atas lahan agak kering atau yang kering sementara air surut (Alrasyid, 2001).

3. Manfaat Nipah

Daun nipah juga dapat dianyam untuk membuat tikar, tas, topi dan aneka keranjang anyaman. Di Sumatra, pada masa silam daun nipah yang muda (dinamai pucuk) dijadikan daun rokok yaitu lembaran pembungkus untuk melinting tembakau setelah dikelupas kulit arinya yang tipis, dijemur kering, dikelantang untuk memutihkannya dan kemudian dipotong-potong sesuai ukuran rokok. Beberapa naskah lama Nusantara juga menggunakan daun nipah sebagai alas tulis, bukannya daun lontar (Heyne, 1987).



Gambar 2. Malai Nipah (Anonim, 2012)

Sirup manis dalam jumlah yang cukup banyak dapat dibuat dari batang nipah, jika bunga diambil pada saat yang tepat. Digunakan untuk memproduksi alcohol dan gula. Jika dikelola dengan baik, produksi gula yang dihasilkan lebih baik jika dibandingkn dengan gula yang dihasilkan dari tebu, serta memiliki kandungan sukrosa yang lebih tinggi. Daun digunakan untuk bahan pembuat payung, topi, tikar, keranjang dan kertas rokok. Biji dapat dimakan. Setelah

diolah, serat gagang daun juga dapat dibuat tali dan bulu sikat (Rusila *et al.*, 1999).

D. Nilai Ekonomi dan Fungsi Tumbuhan Nipah

Nira yang dihasilkan dari pohon nipah digunakan sebagai bahan baku pembuatan gula merah. Umumnya rata-rata produksi nira perhari satu tangkai bunga nipah mampu memproduksi sekitar 3 liter nira perhari dan setiap tangkai dapat dipanen terus menerus selama 20 hari (Riyadi, 2010). Rata-rata produksi nira per malai 48 – 60 liter per pohon untuk jangka penjadapan selama 3 bulan. Berdasarkan analisis laboratorium, nira segar memiliki komposisi : Brix 15 – 17%; Sukrosa 13 – 15 %; Gula reduksi 0,2 – 0,5 % dan abu 0,3 – 0,7% (Alrasyid, 2001).

Buah nipah yang dapat diproduksi ialah buah yang relatif masih mudah atau tidak terlalu tua karena mengandung isi masih lunak yang enak untuk dimakan secara langsung dengan rasa yang gurih seperti kelapa muda. Buah muda ini dapat diolah menjadi makanan ringan seperti manisan dan buah kaleng (Alrasyid, 2001).

E. Hubungan Salinitas Perairan dengan Kuantitas Nira Nipah

Salinitas merupakan senyawa yang mengandung unsur natrium yang merupakan unsur hara mikro esensial bagi tumbuhan. Peran utama natrium dalam tanaman adalah untuk menggantikan sebagian kalium yang dibutuhkan untuk pertumbuhan maksimum (Brownell, 1979 *dalam* Iswadi, 2004). Klor diserap oleh tanaman dalam bentuk ion Cl^- , merupakan unsur hara mikro yang dibutuhkan dalam proses fotosintesis. Fungsi klor berkaitan langsung dengan pengaturan tekanan osmosis di dalam sel tanaman (Novizan, 2002).

Pada kondisi garam tinggi, tumbuhan akan menghadapi dua masalah yaitu memperoleh air dari tanah yang potensial airnya negatif dan mengatasi konsentrasi ion tinggi natrium, karbonat dan klorida yang kemungkinan beracun (Salisbury dan Ross., 1995). Karena nipah mempunyai tempat tumbuh di perairan esturia yang masih terpengaruh oleh air laut (air asin), maka nira nipah yang dihasilkan kadang terasa asin (Bandini, 1996).

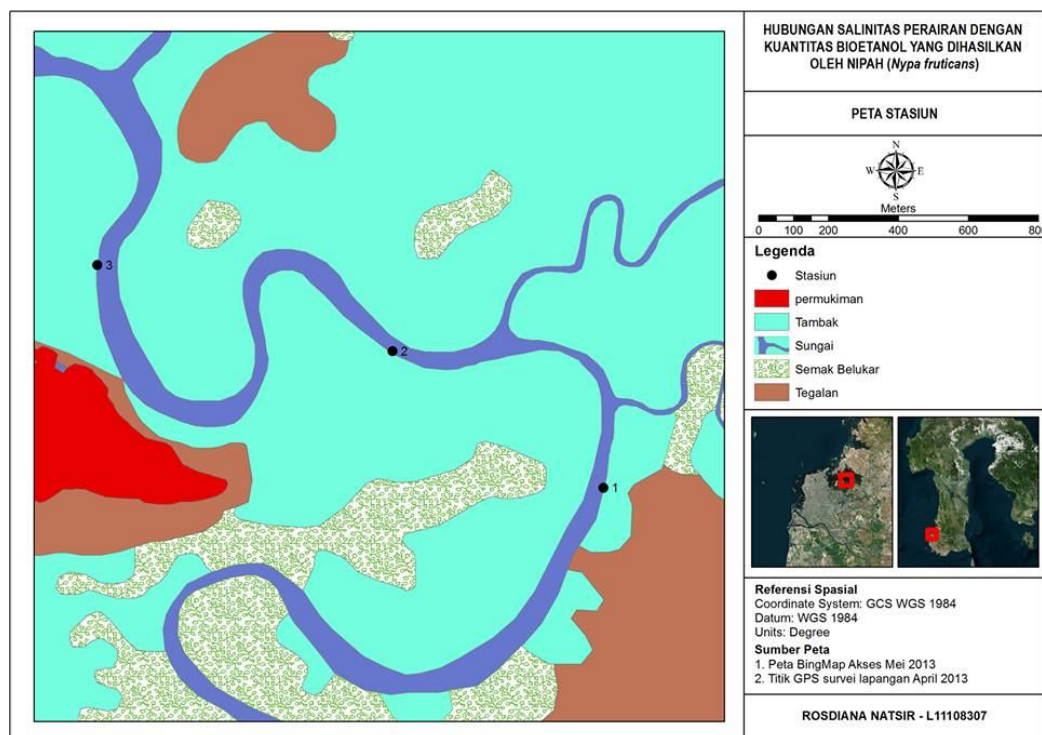
Nira nipah berbeda bergantung pada salinitas perairannya. Hal ini juga dipaparkan dari penelitian yang dilakukan oleh Trisasiwi *et al.* (2010) yang berjudul Pembuatan Bioetanol Dari Nira Nipah (*Nypa fruticans*) Menggunakan Bakteri *Zymomonas mobilis*. Pada analisis kimia nira nipahnya, didapatkan kadar garam yang terkandung dalam salinitas tersebut adalah 0,31 ppt. Data ini berbeda dengan hasil analisis kimia nira nipah pada penelitian yang dilakukan oleh Azima (1996) yang berjudul Pembuatan dan Evaluasi Mutu Gula Semut dan Nira Nipah. Pada penelitian tersebut, didapatkan kadar garam yang terkandung dalam nira nipah sebesar 2,79 ppt. Tingginya salinitas pada nira tersebut dijelaskan karena pengambilan nira dilakukan pada tumbuhan nipah yang terletak di dekat muara.

Hubungan antara salinitas perairan dengan salinitas nira nipah juga dibuktikan oleh Supriadi (1996) yang menjelaskan bahwa salinitas nira nipah tertinggi berbanding lurus dengan salinitas perairan. Semakin tinggi salinitas perairan, maka semakin tinggi pula salinitas niranya.

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini berlangsung pada bulan Januari 2013 hingga Mei 2013. Pengambilan sampel dilaksanakan di perairan Sungai Tallo, sedangkan pengukuran salinitas dilaksanakan di Laboratorium Oseanografi Kimia, Jurusan Ilmu Kelautan, Universitas Hasanuddin, dan analisis sampel dan fermentasi dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Bioproses, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Ujung Pandang. Titik lokasi pengambilan sampel air laut dan nira nipah ditampilkan pada gambar 3.



Gambar 3. Peta Lokasi Penelitian

B. Bahan dan Alat

1. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Nira nipah (*Nypa fruticans*), Etanol murni, aquades, khamir *Saccharomyces cerevisiae* (Fermipan), NPK, Urea, alat perekat, dan aluminium foil.

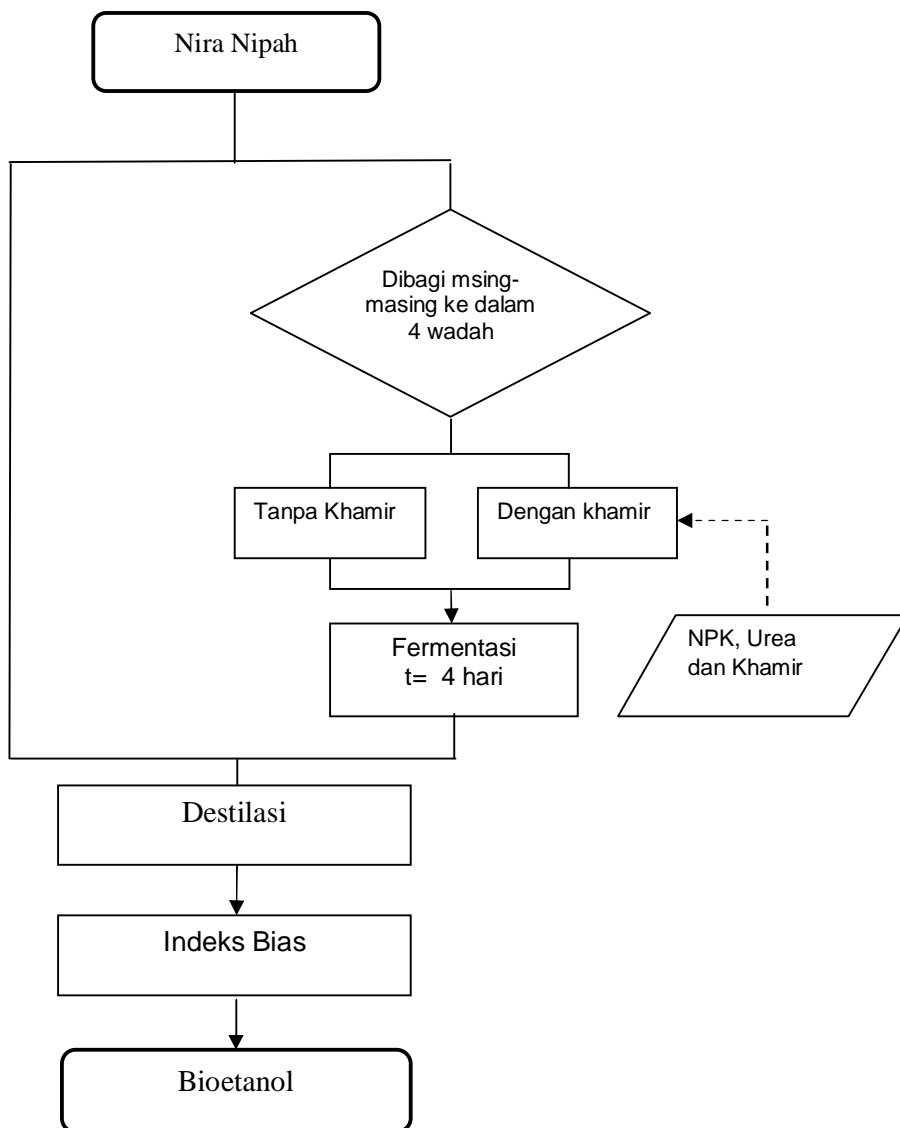
2. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah perahu motor, GPS, pisau *cutter*, botol 50 ml, labu takar, pipet skala, pipet tetes, gelas ukur, gelas piala, tabung fermentasi (Botol 500 mL), labu bulat 50 ml, sentrifuge, hendrefraktometer, *Heating mantle*, *Reflux condensor*, termometer, karet penutup botol yang dilengkapi dengan selang kecil, refrktometer dan botol plastik.

C. Tahapan Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian ini meliputi penentuan lokasi penelitian berdasarkan salinitas yang berbeda, pengambilan sampel nira nipah, pengukuran kadar etanol 0 hari, fermentasi nira nipah (dengan dan tanpa penambahan khamir), proses destilasi, serta pengukuran hasil destilasi (bioetanol) dengan refraktometer.

Tahapan penelitian ini diperlihatkan pada gambar 3.



Gambar 3. Tahapan Penelitian

1. Penentuan Stasiun

Penentuan stasiun pengambilan sampel nira nipah berdasarkan pada salinitas perairan. Salinitas perairan ditentukan sesuai dengan nilai rata-rata salinitas pasang dan surut di lokasi tersebut. Penelitian ini terdiri dari empat stasiun dan di setiap stasiun dilakukan dua kali pengulangan.

Rentan rata-rata salinitas yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- 1) Stasiun 1 = Salinitas rata-rata 5,5 ppt
- 2) Stasiun 2 = Salinitas rata-rata 8 ppt
- 3) Stasiun 3 = Salinitas rata-rata 15 ppt

2. Standarisasi Etanol

Standarisasi etanol ditentukan dari hasil pengenceran etanol murni (etanol 100%) dan penentuan angka indeks bias. Pembuatan standarisasi etanol dimaksudkan untuk menentukan konsentrasi bioetanol yang terdapat pada masing-masing sampel. Penentuan tersebut dilakukan dengan penghubungan indeks bias antara standarisasi etanol dengan indeks bias sampel.

Standarisasi dilakukan dengan mengencerkan etanol murni (100%) dengan akuades hingga volume campuran 5 ml. Perbandingan antara etanol murni dan akuades yang digunakan serta rata-rata hasil pengukuran indeks bias tersaji dalam tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata Indeks Bias Hasil Pengenceran Etanol Murni

Pengenceran	Etanol murni (mL)	aquades (mL)	index Bias
5%	0.25	4.75	1.3331
10%	0.5	4.5	1.3352
20%	1	4	1.3409
30%	1.5	3.5	1.3464

3. Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel nira nipah dilakukan dengan cara sebagai berikut:

a. Persiapan penyadapan di lapangan:

Dipilih pohon nipah yang siap disadap yaitu pohon yang ada buahnya yang belum masak secara fisiologis (untuk penghasil biji) dengan kondisi tandan berwarna coklat muda. Setelah itu pelepah yang kering dibersihkan agar pohon kelihatan bersih, kemudian digoyang secara horizontal ke kiri dan ke kanan.

b. Teknik Penyadapan

Malai (tangkai buah) nipah dikerat dengan pisau hingga buah terlepas. Pada bekas potongan atau sayatan dipasang kantong plastik sebagai penampung atau wadah nira.

4. Pengukuran Kadar Etanol 0 Hari (Sebelum Fermentasi)

Setelah melakukan proses pengambilan nira nipah, dilakukan pengukuran kadar etanol alami yang terdapat pada nira nipah tersebut. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kadar etanol 0 hari untuk selanjutnya dibandingkan dengan kadar etanol setelah fermentasi selama 4 hari mulai dari hari pengambilan nira nipah (Prescott dan Durn, 1959).

5. Pembuatan Bioetanol Tanpa Penambahan Khamir

Pembuatan bioetanol tanpa khamir ini dilakukan dengan tujuan untuk membandingkan kuantitas bioetanol yang dihasilkan tanpa khamir dan dengan menggunakan khamir. Sampel nira nipah dibagi berdasarkan stasiun (perbedaan salinitas), dan setiap stasiun dibagi menjadi dua kali ulangan (*simple duplo*). Media yang digunakan adalah botol plastik, dan disiapkan sebanyak 6 buah. Sampel dimasukkan ke dalam botol, lalu botol tersebut ditutup dengan karet yang telah dipasang selang kecil. Ujung selang tersebut dimasukkan ke dalam botol lain yang berisi air (Prescott dan Durn, 1959).

6. Proses Fermentasi dengan Penambahan Khamir (Nurlina, 2012)

Medium fermentasi dibuat dengan mencampur nira nipah dengan nutrisi untuk pertumbuhan yeast. Nutrisi yang dibutuhkan adalah urea (0,3 gr) dan NPK (0,5 gr). Media ini dibuat sebanyak 6 buah dengan variasi salinitas. Masing-masing media fermentasi yang telah dibuat ditambahkan ragi roti sebanyak 5% dari volume fermentasi, lalu difermentasi selama 4 hari. Botol fermentasi ditutup dengan menggunakan penutup karet yang telah dipasang selang. Ujung selang tersebut dimasukkan ke dalam botol lain yang berisi air (Nurlina, 2012).

7. Destilasi

Destilasi dilakukan untuk memisahkan cairan yang lebih mudah menguap (volatil) dari zat-zat yang sukar menguap (*non volatil*). Proses destilasi dilakukan dengan menggunakan rancangan alat sederhana. Alat-alat yang digunakan dalam proses destilasi adalah labu bulat sebagai wadah destilasi yang ditambahkan dengan dipanaskan dengan menggunakan *Heating mantle*, dan dilengkapi dengan termometer sebagai pengukur suhu. Hal ini dimaksudkan untuk menguapkan etanol yang ada pada labu bulat. Untuk mengubah bentuk etanol yang telah menguap menjadi cair, digunakan kondensor yang

dihubungkan dengan termostat. Hasil destilasi akan mengalir ke gelas ukur yang telah disambungkan dengan kondensor menggunakan selan kecil.

D. Analisis Data

1. Analisis Indeks Bias dengan Refraktometer

Analisis indeks bias dilakukan dengan membuat kurva standar dari larutan etanol murni yang dicampur dengan air sebagai pengencer. Selanjutnya hasil pengenceran dianalisis dengan menggunakan Abbe Refractometer untuk penentuan indeks biasnya.

2. Analisis Perbandingan Kadar

Analisis ini dilakukan dengan menggunakan analisis *Two-Way ANOVA* dengan faktor salinitas dan metode fermentasi. Apabila terdapat perbedaan nyata, maka analisis dilanjutkan dengan menggunakan uji Tukey. Analisis dilakukan dengan bantuan program SPSS ver 17



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Salinitas

Sungai Tallo merupakan salah satu sungai yang ada di Kota Makassar. Aliran Sungai Tallo meliputi dua wilayah yakni Kabupaten Gowa dan KotaMakassar. Daerah yang berada pada daerah aliran Sungai tersebut dan banyak ditemukan nipah (*Nypa fruticans*) meliputi Kantisan, Bontosungi, Kera-ker, Lakkang, dan disekitar jalan tol.

Langkah awal yang dilakukan pada penelitian ini adalah pengukuran salinitas perairan Sungai Tallo. Hal ini dilakukan untuk menentukan lokasi-lokasi pengambilan sampel nira nipah yang selanjutnya hasil dari pembuatan bioetanol dari nira nipah tersebut akan dibandingkan sesuai dengan salinitas perairan tempat pengambilan sampel.

Pengambilan data salinitas di Sungai Tello dilakukan pada bulan April 2013. Penentuan salinitas didasarkan pada rata-rata hasil pengukuran saat kondisi pasang dan surut. Hasil pengukuran disajikan dalam tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengukuran salinitas perairan Sungai Tello

Stasiun	I	II	III
Pasang	7 ppt	10 ppt	17 ppt
Surut	4 ppt	6 ppt	13 ppt
Rata-rata	5,5 ppt	8 ppt	15 ppt

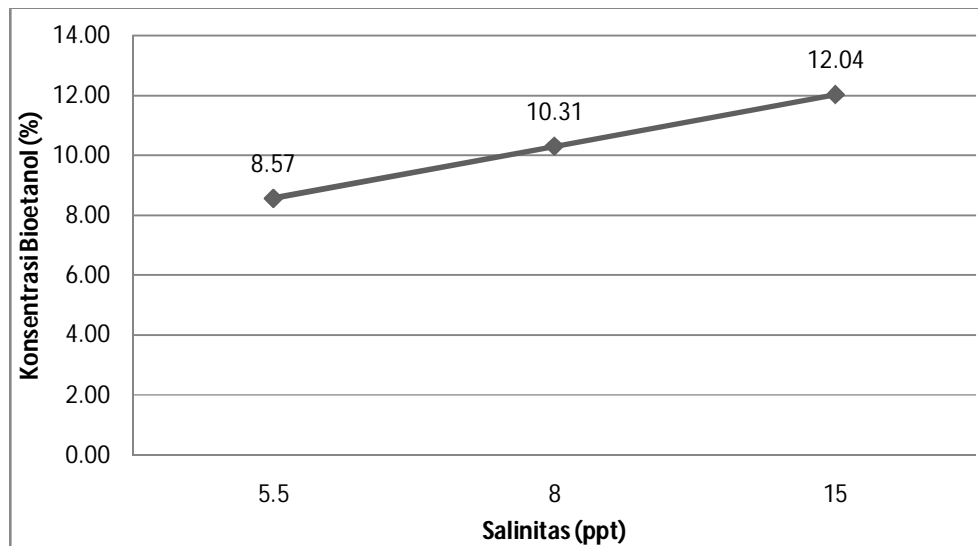
Dari pengukuran salinitas perairan Sungai Tallo, diketahui bahwa stasiun I pada saat pasang bersalinitas 7 ppt dan saat surut bersalinitas 4 ppt, sehingga rata-rata salinitas 5,5 ppt. Pada stasiun II pada saat pasang bersalinitas 10 ppt

dan saat surut bersalinitas 6 ppt, sehingga rata-rata salinitas stasiun II 8 ppt, dan stasiun III pada saat pasang bersalinitas 17 ppt dan pada saat surut bersalinitas 13 ppt, sehingga rata-rata salinitas stasiun III adalah 15 ppt. Hal ini disebabkan karena lokasi pengambilan sampel air merupakan lokasi pengambilan yang paling jauh dari hulu sungai, yaitu sekitar perairan Lakkang. Berbeda dengan stasiun I yang merupakan daerah pengambilan sampel air laut yang paling dekat dengan hulu sungai, sehingga salinitas yang didapatkan merupakan salinitas terendah dengan rata-rata salinitas 5,5 ppt. Stasiun I terletak di sekitar perairan Kera-kera. Selanjutnya, stasiun II yang terletak diantara stasiun I (perairan tempat pengambilan sampel yang paling dekat dengan muara sungai) dengan salinitas terendah dan stasiun III (perairan tempat pengambilan sampel yang paling dekat dengan muara sungai) dengan salinitas tertinggi pada saat pengambilan sampel bersalinitas 8 ppt.

Salinitas tertinggi pada setiap stasiun diperoleh dari pengukuran salinitas saat pasang. Hal ini disebabkan karena pada saat pasang, debit air laut berada pada pasang tinggi, sedangkan debit air sungai cukup kecil, sehingga debit aliran dari hulu sungai akan terdorong oleh air asin yang berasal dari laut ke arah hulu sungai. Terdorongnya air asin tersebut menyebabkan batas air payau semakin jauh ke dalam ke arah hulu sungai. Pernyataan yang sama juga dipaparkan oleh Gross (1987) bahwa perbedaan salinitas menyebabkan terjadinya proses pergerakan massa jenis air. Air asin yang memiliki massa jenis lebih besar daripada air tawar (payau) menyebabkan air asin mendorong air tawar (payau) ke hulu.

B. Hubungan Antara Salinitas Perairan dengan Kadar Etanol 0 Hari (Sebelum Fermentasi)

Perhitungan kadar etanol pada 0 hari dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya bioetanol yang terkandung di dalam salinitas nira nipah. Dari perhitungan kadar etanol 0 hari, didapatkan hasil bahwa indeks bias bioetanol 0 hari pada salinitas 5,5 ppt adalah 1,33463 dengan konsentrasi etanol 8,57%; indeks bias pada salinitas 8 ppt adalah 1,33557 dengan konsentrasi etanol 10,31%; dan indeks bias pada salinitas 15 ppt adalah 1,33650 dengan konsentrasi etanol 12,04% (lampiran 2). Hasil ini menunjukkan bahwa di dalam nira nipah tanpa perlakuan apapun telah memiliki kadar bioetanol meskipun dalam jumlah yang sedikit dibanding dengan jumlah bioetanol hasil fermentasi. Hubungan antara salinitas perairan tempat tumbuh nipah dengan konsentrasi bioetanol yang dihasilkan dari nira nipah diperlihatkan pada gambar 4.



Gambar 4. Kadar Bioetanol 0 Hari (Sebelum Fermentasi)

Data pada gambar 4 menunjukkan bahwa nira nipah yang tumbuh pada salinitas 15 ppt memiliki konsentrasi bioetanol yang lebih besar dibandingkan dengan nipah yang tumbuh pada salinitas 5,5 ppt dan 8 ppt. Perbedaan ini juga menunjukkan bahwa kadar garam nira nipah yang tumbuh pada salinitas 15 ppt lebih tinggi dibanding salinitas nira nipah yang tumbuh pada salinitas 5,5 ppt dan

8 ppt (lampiran 2). Semakin tinggi salinitas perairan tempat tumbuhnya nipah, maka semakin tinggi pula salinitas nira nipah juga dijelaskan oleh Supriadi (1996) yang merupakan hasil penelitiannya.

Di dalam nira nipah terdapat mikroba yang dapat tumbuh dengan adanya garam-garam mineral dan dapat menginversi sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa. Mikroba tersebut selanjutnya menghasilkan enzim katalis yang dapat mengubah glukosa menjadi etanol. Mikroba ini dapat tumbuh dengan adanya kadar garam (mineral) yang menjadi nutrisi bagi pertumbuhannya (Prescott dan Durn, 1959).

Sesuai dengan pernyataan tersebut, diduga tingginya kadar garam menyebabkan mikroba pada nira nipah yang tumbuh pada perairan bersalinitas 15 ppt semakin cepat menghasilkan enzim. Enzim inilah yang selanjutnya akan mengkatalisis glukosa menjadi bioetanol. Berbeda dengan nira nipah yang tumbuh pada salinitas 8 ppt dengan kandungan kadar garam yang lebih kecil memungkinkan mikroba menghasilkan enzim dalam jumlah yang lebih kecil dibandingkan dengan nira nipah yang tumbuh pada salinitas 15 ppt.

Kerja enzim semakin meningkat seiring dengan tingginya kadar garam. Hal ini dijelaskan oleh Shabib dan Nurhalim (1992). Menurutnya, salah satu faktor yang mempengaruhi kerja enzim katalis yang dihasilkan oleh mikroba adalah aktivator yaitu zat yang dapat mengaktifkan dan menggiatkan kerja enzim. Contohnya ion klorida, yang dapat mengaktifkan enzim amilase. Kofaktor dapat berbentuk ion-ion dari unsur H, Fe, Cu, Mg^{2+} , Mo, Zn, Co, atau berupa koenzim, vitamin, dan enzim lain.

Kofaktor yang merupakan ion pembentuk garam tersebut diduga banyak dikandung oleh nira nipah yang tumbuh pada salinitas 15 ppt dibanding salinitas lainnya. Banyaknya kofaktor yang dikandung juga dapat menyebabkan nira nipah yang tumbuh pada perairan bersalinitas 15 ppt pada 0 hari dengan cepat

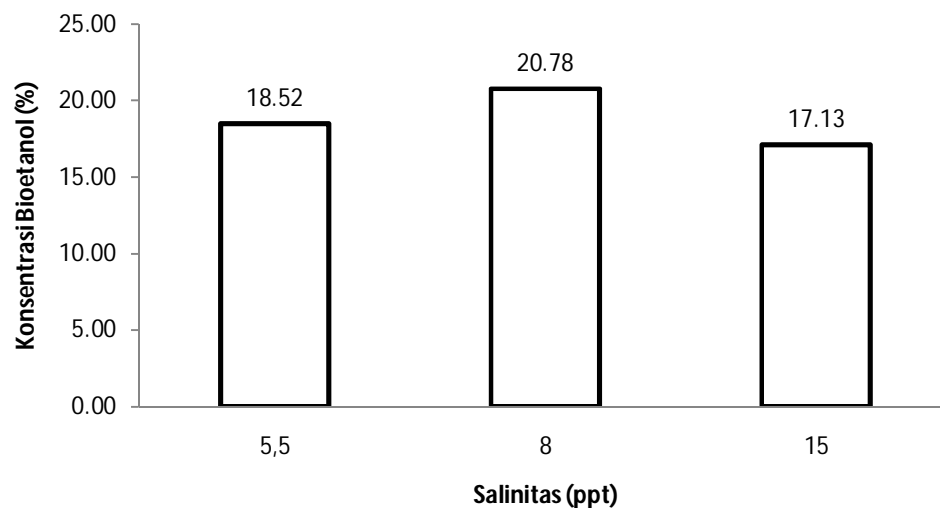
memulai fase fermentasi yaitu fase lag. Pada fase tersebut mikroba mulai beradaptasi dengan lingkungannya dan mulai membentuk enzim katalisator dengan cepat. Enzim yang dihasilkan oleh mikroba pada nira nipah yang tumbuh pada perairan bersalinitas 15 ppt tersebut menjadi lebih giat dengan banyaknya nutrisi yang tersedia. Hal ini menyebabkan bioetanol yang dihasilkan semakin besar.

Berbeda dengan nira nipah yang tumbuh pada perairan bersalinitas 8 ppt, diduga kofaktor yang dihasilkan lebih sedikit dibanding kofaktor yang dikandung oleh nira nipah yang tumbuh pada salinitas 15 ppt. Kadar kofaktor yang lebih rendah dapat menyebabkan enzim bekerja secara lambat dan proses pembentukan nira nipah (katalisis glukosa) menjadi bioetanol juga berlangsung lebih lambat (fase lag berlangsung lambat) dibandingkan dengan kerja enzim yang dikandung oleh nira nipah yang tumbuh pada perairan bersalinitas 15 ppt. Sedangkan pada salinitas 5,5 ppt, kofaktor yang dimiliki pada 0 hari diduga merupakan jumlah yang terkecil dibanding kofaktor yang dikandung oleh nira yang tumbuh pada perairan bersalinitas 8 ppt dan 15 ppt, sehingga kadar yang dihasilkan pun jauh lebih sedikit (lampiran 2).

C. Hubungan Salinitas dan Metode Fermentasi Selama 4 Hari Tanpa Penambahan Khamir

Fermentasi adalah suatu aktivitas mikroba baik aerob maupun anaerob untuk mendapatkan energi dimana terjadi perubahan atau transformasi kimiawi substrat organik (Rahman, 1989). Metode fermentasi tanpa penambahan khamir *Saccharomyces cereviceae* dilakukan selama 4 hari secara anaerob, sesuai dengan pernyataan Putarau (1991) yang menyatakan bahwa fermentasi etanol memakan waktu 30 – 72 jam, juga pernyataan Prescott dan Dunn (1981) bahwa waktu fermentasi etanol yang diperlukan adalah 3 – 7 hari.

Pada metode ini nira nipah menghasilkan kadar bioetanol yang cukup besar. Nipah yang tumbuh pada salinitas perairan 5,5 ppt menghasilkan bioetanol dengan konsentrasi 18,52%, dari nipah yang tumbuh pada salinitas perairan 8 ppt menghasilkan bioetanol dengan konsentrasi 20,78%, dan dari nipah yang tumbuh pada salinitas perairan 15 ppt menghasilkan bioetanol dengan konsentrasi 17,13 % (lampiran 2). Hubungan salinitas tempat nipah bertumbuh dengan bioetanol yang dihasilkan terlihat pada gambar 5.



Gambar 5. Kadar Bioetanol Hasil Fermentasi Tanpa Penambahan Khamir

Dari gambar 5, dapat diketahui bahwa perolehan konsentrasi bioetanol terbesar didapatkan dari nipah yang tumbuh pada salinitas 8 ppt dengan konsentrasi 23,48%. Ini disebabkan karena garam-garam mineral yang terkandung pada nira yang diambil pada salinitas 8 ppt tersebut diduga cukup untuk membantu proses fermentasi nira nipah, sehingga mikroba dapat menghasilkan enzim yang cukup untuk mengubah glukosa menjadi bioetanol. Hal ini sejalan dengan pernyataan Enzim diproduksi oleh mikroba (Winarno, 1986), serta merupakan biokatalisator yang sangat efektif yang akan

meningkatkan kecepatan reaksi kimia spesifik secara nyata, dimana reaksi ini tanpa enzim akan berlangsung lambat (Lehninger, 1995).

Hasil produksi bioetanol dari nira nipah yang diambil pada salinitas perairan 5,5 ppt lebih kecil dibanding nira nipah yang tumbuh pada salinitas 8 ppt (lampiran 5). Perbedaan konsentrasi ini dapat disebabkan karena kadar garam (mineral) yang dikandung oleh nira nipah yang diambil pada salinitas perairan 5,5 ppt tidak memadai bagi mikroba dalam proses perombakan nira menjadi bioetanol.

Diantara ketiga stasiun yang berbeda, sampel nira yang diambil pada salinitas 15 ppt menghasilkan kadar bioetanol terendah. Hal ini dapat disebabkan karena aktivitas enzim pada hari ke-0 untuk mengubah glukosa menjadi etanol sangat cepat, sehingga awal fase lag dimulai lebih dahulu dibanding nira nipah yang tumbuh pada salinitas 5,5 ppt dan 8 ppt. Mikroba yang hidup pada nira nipah yang tumbuh pada perairan bersalinitas 15 ppt tersebut juga kemungkinan akan berada pada fasa pertumbuhan diperlambat dan fasa kematian lebih dahulu dibanding sampel lainnya. Pernyataan yang sama juga dipaparkan oleh Saktiwansyah (2001) yang menegaskan bahwa peningkatan aktivitas enzim yang terlalu tinggi menyebabkan pemborosan karena aktivitas enzim mencapai maksimum pada konsentrasi tertentu. Selanjutnya dijelaskan pula oleh Lehninger (1995) bahwa setelah peningkatan mencapai maksimum, kecepatan reaksi tidak meningkat lagi karena enzim menjadi jenuh dengan substrat fermentasi. Kadar bioetanol yang dihasilkan oleh nira yang diambil pada salinitas 15 ppt ini tidak berbeda nyata dengan hasil yang didapatkan dari nira yang diambil pada salinitas 5,5 ppt

Apabila kadar unsur mikro tersebut terlalu besar dan melampaui ambang batas toleransi mikroba, diduga akan menghambat proses pertumbuhan mikroba serta menghambat proses fermentasi. Pernyataan ini dikuatkan oleh pernyataan

sebelumnya oleh Said (1998) yang menjelaskan bahwa beberapa nutrisi merupakan faktor pembatas pada pertumbuhan mikroba. Faktor pembatas tersebut merupakan sejumlah nutrisi yang harus ada dalam medium pertumbuhan dalam jumlah tertentu. Jika faktor pembatas kurang ataupun lebih dari yang dibutuhkan dalam pertumbuhan mikroba maka akan mengganggu proses metabolisme sel.

Metode pengukuran bioetanol 0 hari dengan Hasil Pengukuran dari metode fermentasi selama 4 hari tanpa penambahan khamir menunjukkan perbedaan yang signifikan (Lampiran 4). Hal ini disebabkan karena fermentasi dilakukan secara anaerob untuk menghasilkan produk fermentasi yaitu (bioetanol) dalam jumlah yang lebih banyak dibandingkan kadar bioetanol sebelum fermentasi. Hal ini juga dijelaskan oleh (Carmo, 1997) yang menyatakan bahwa pada kondisi anaerobik, mikroba menggunakan senyawa organik sebagai kseptor elektron terakhir pada jalur reaksi bioenerjik. Dalam hal ini yang digunakan adalah monosakarida dari substrat (media fermentasi) dengan hasil akhir perombakan berupa etanol.

Kadar bioetanol yang dihasilkan oleh nira nipah yang tumbuh pada salinitas 5,5 pp menunjukkan perbedaan antara hasil pengukuran bioetanol 0 hari (sebelum fermentasi) dengan konsentrasi 8,57 % dan bioetanol setelah fermentasi selama 4 hari dengan konsentrasi 18,52% (lampiran 3). Hasil yang di dapat juga menunjukkan adanya peningkatan fase. Peningkatan ini dapat disebabkan karena mikroba yang hidup pada nira nipah membutuhkan waktu yang cukup untuk beradaptasi, tumbuh, berkembang, dan merombak nira nipah (glukosa) menjadi bioetanol, sehingga pada hari ke-4 fermentasi mikroba telah merombak nira (glukosa) jauh lebih banyak dibanding hasil pengukuran pada 0 hari. Proses (tahapan) pertumbuhan ini secara lengkap dijelaskan oleh Oura, (1983):

1. Fasa lag adalah fasa yang disebut fasa adaptasi/ lag phase. Pada saat ini mikroba lebih berusaha menyesuaikan diri dengan lingkungan dan medium baru daripada tumbuh ataupun berkembang biak. Pada saat ini mikroba berusaha merombak materi-materi dalam medium agar dapat digunakan sebagai nutrisi untuk pertumbuhannya. Bila dalam medium ada komponen yang tidak dikenal mikroba, mikroba akan memproduksi enzim ekstraselular untuk merombak komponen tersebut. Fasa ini juga berlangsung seleksi. Hanya mikroba yang dapat mencerna nutrisi dalam medium untuk pertumbuhannya lah yang dapat bertahan hidup.
2. Fasa pertumbuhan dipercepat adalah fasa dimana mikroba sudah dapat menggunakan nutrisi dalam medium fermentasinya. Pada fasa ini mikroba banyak tumbuh dan membelah diri sehingga jumlahnya meningkat dengan cepat.

Laju pertumbuhan $\mu = \frac{dx}{dt}$ meningkat mencapai nilai maksimalnya

μ = laju pertumbuhan mikroba (sel/detik)

X = jumlah mikroba hidup

3. Fasa eksponensial adalah akhir fasa pertumbuhan dipercepat. Pada fasa ini laju pertumbuhan tetap pada laju pertumbuhan maksimum (μ maks). Nilai μ maks ini ditentukan oleh konstanta jenuh/ saturasi substrat. Nilai μ maks untuk setiap mikroba juga tertentu pada masing-masing substrat.
4. Fasa pertumbuhan diperlambat mulai pada akhir fasa eksponensial. Pertumbuhan mikroba yang begitu cepat tidak diimbangi tersedianya nutrisi yang cukup. Jika fermentasi dilakukan secara batch, dimana umpan nutrisi dimasukkan hanya pada awal proses fermentasi, pada waktu tertentu saat jumlah mikroba yang mengkonsumsi nutrisi tersebut melebihi daya dukung nutrisi akan terjadi kekurangan nutrisi. Hal lain yang memperlambat

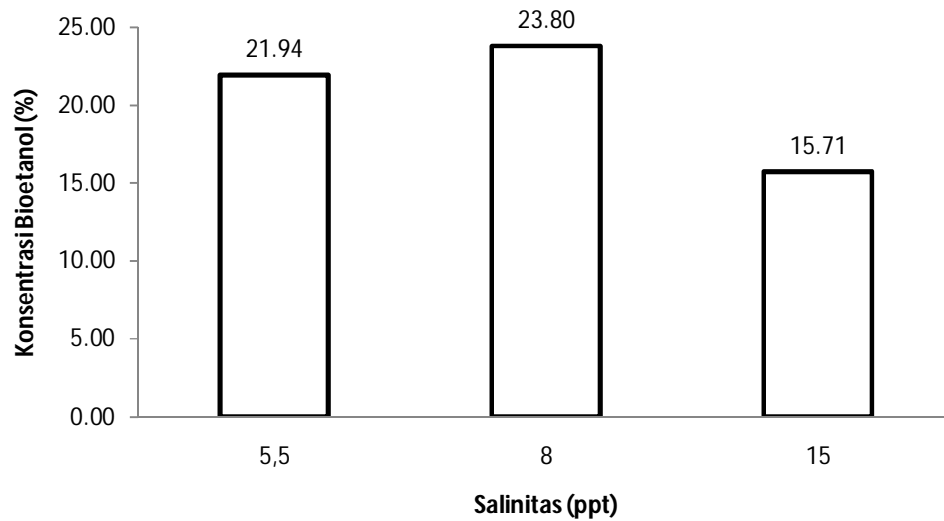
pertumbuhan mikroba adalah terjadinya inhibisi ataupun represi yang terjadi karena terakumulasinya produk metabolit sekunder hasil aktifitas fermentasi mikroorganisme.

5. Fasa kematian terjadi apabila nutrisi sudah benar-benar tidak dapat lagi mencukupi kebutuhan mikroorganisme. Keadaan ini diperparah oleh akumulasi produk metabolit primer dan sekunder yang tidak dipanen sehingga terus menginhibisi ataupun merepresi pertumbuhan sel mikroorganisme. Selain itu umur sel juga sudah tua, sehingga pertahanan sel terhadap lingkungan yang berbeda dari kondisi biasanya juga berkurang.

Hasil yang sama juga ditemukan pada nira yang diambil pada salinitas 15 ppt. Terlihat jelas bahwa perolehan kadar bioetanol pada 0 hari yaitu 12,04% sangat tinggi dan berbeda dengan kadar etanol setelah fermentasi selama 4 hari tanpa penambahan khamir yaitu 18,09 % (lampiran 4).

D. Hubungan Salinitas dan Metode Fermentasi Selama 4 Hari dengan Penambahan Khamir

Pada pembuatan bioetanol dari nira nipah dengan penambahan khamir *Saccharomyces cereviceae* dihasilkan konsentrasi bioetanol pada nira yang diambil pada salinitas 5,5 sebesar 25,28%, konsentrasi bioetanol pada nira yang diambil pada salinitas 8 ppt sebesar 28,14 %, dan konsentrasi bioetanol yang dihasilkan oleh nira dari nipah yang tumbuh pada salinitas perairan 15 ppt adalah 15,65 % (lampiran 2). Hasil analisis kadar bioetanol berdasarkan metode fermentasi dengan penambahan khamir ditampilkan pada gambar 6.



Gambar 6. Kadar Bioetanol Hasil Fermentasi Dengan Penambahan Khamir

Dari gambar 6 dapat dijelaskan bahwa bioetanol tertinggi dihasilkan oleh sampel nira yang tumbuh pada salinitas perairan 8 ppt, diikuti dengan perolehan konsentrasi bioetanol pada nira yang diambil pada salinitas 5,5 ppt. Dari kedua salinitas yang berbeda tersebut terlihat bahwa penambahan khamir semakin meningkatkan produksi bioetanol oleh enzim katalis. Hal ini disebabkan karena penambahan khamir dan nutrisi yang diduga cukup dan seimbang pada nira yang diambil pada salinitas 8 ppt dan 5,5 ppt sehingga penambahan tersebut diduga tidak memberi pengaruh buruk terhadap mikroba dan enzim katalis yang telah ada sebelumnya.

Penambahan khamir dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan proses perombakan nira nipah menjadi bioetanol sehingga bioetanol yang dihasilkan lebih banyak dibanding tanpa penambahan khamir. Pemilihan khamir *Saccharomyces cereviceae* dilakukan dengan alasan khamir tersebut tahan terhadap kadar garam yang tinggi dibanding khamir lainnya. Pernyataan ini mengacu pada pernyataan Menurut Reed dan Rehm (1983), *Saccharomyces cereviceae* sering dipakai pada fermentasi etanol karena menghasilkan etanol

yang tinggi, toleran terhadap kadar etanol tinggi, mampu hidup pada suhu tinggi, tetap stabil selama kondisi fermentasi, dapat hidup pada salinitas yang cukup tinggi dan dapat bertahan hidup pada pH rendah.

Dalam pertumbuhannya, khamir *Saccharomyces cereviceae* membutuhkan nutrisi untuk pertumbuhannya. Trisasiwi *et al.* (2009) pada penelitiannya yang berjudul pembuatan bioetanol dari nipah (*nypa fruticans*) menggunakan bakteri *zymomonas mobilis* dan Antoni *et al.*, (2012) yang berjudul fermentasi nira nipah (*Nypa fruticans Wurmb*) menjadi bioetanol menggunakan kombinasi ragi *Pichia stipitis* dan *Saccharomyces cereviceae* dalam BIOFLO 2000 FERMENTOR mengemukakan bahwa nutrisi yang dibutuhkan oleh khamir untuk pertumbuhannya dapat dipenuhi dengan penambahan pupuk urea dan NPK pada medium fermentasi.

Konsentrasi bioetanol yang dihasilkan dari metode fermentasi tanpa penambahan khamir dan metode fermentasi selama 4 hari dengan penambahan khamir tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan ($\text{sig} < 0,5$) (lampiran 4a). Tetapi, perbedaan terjadi berdasarkan salinitas perairan tempat pengambilan nira nipah (lampiran 4b)

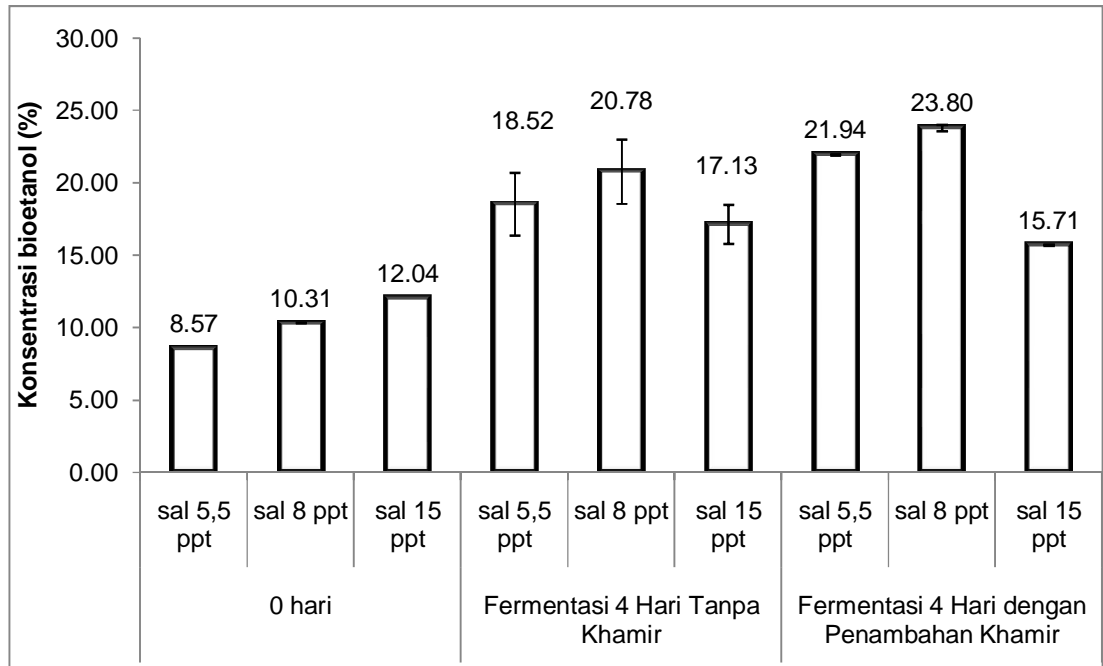
Kadar bioetanol yang diperoleh pada nira yang diambil pada salinitas 8 ppt dan 5,5 ppt berbeda nyata (lampiran 4b). Perolehan bioetanol tertinggi dihasilkan oleh nira yang diambil pada salinitas 8 ppt pada metode fermentasi tanpa penambahan khamir,. Hal ini semakin membuktikan bahwa perairan dengan salinitas 8 ppt mengandung kadar garam yang memenuhi bagi kebutuhan mikroba fermentor (khamir) dan merupakan media pertumbuhan yang baik bagi kelangsungan hidup mikroba. Dengan penambahan khamir serta penambahan nutrien berupa urea dan NPK yang seimbang, maka produktivitas mikroba semakin meningkat. Pernyataan ini sejalan dengan pernyataan yang telah dikemukakan sebelumnya oleh Halimatuddahlia (2003) yang menyatakan

bahwa dalam pertumbuhannya mikroba memerlukan nutrient. Nutrien yang dibutuhkan digolongkan menjadi dua yaitu nutrien makro dan nutrien mikro. Nutrien makro meliputi unsur C, N, P, K. Unsur C didapat dari substrat yang mengandung karbohidrat, unsur N didapat dari penambahan urea, sedang unsur P dan K dari pupuk NPK.

Berbeda dengan kadar bioetanol yang didapatkan pada nira yang diambil pada salinitas 15 ppt, hasil yang didapatkan merupakan perolehan kadar terendah dari ketiga stasiun (lampiran 2). Kadar yang didapatkan pada metode ini juga lebih rendah dibanding kadar bioetanol yang didapatkan pada metode fermentasi tanpa penambahan khamir. Hal ini disebabkan penambahan mikroba (khamir) dan penambahan nutrien pada medium fermentasi sehingga kadar garam pada medium tersebut bertambah banyak. Dengan adanya penambahan tersebut, media fermentasi yang telah berkadar garam tinggi menjadi semakin tinggi, sehingga terjadi peningkatan nutrien. Melimpahnya kadar nutrien pada media fermentasi diduga mengakibatkan pertumbuhan mikroba dan aktivitas enzim terhambat, sehingga menjadikan medium fermentasi semakin kurang baik untuk pertumbuhan khamir dan mikroba sebelumnya. Hal ini diduga dapat menyebabkan metabolisme mikroba menjadi tidak stabil, sehingga mikroba akan memasuki fasa pertumbuhan diperlambat dan bahkan memasuki fasa kematian lebih cepat.

E. Interaksi Antara Salinitas dan Kadar Bioetanol

Dari hasil uji *two way ANOVA* menunjukkan bahwa kadar bioetanol yang dihasilkan dari setiap nira berdasarkan salinitas dan metode fermentasi terdapat interaksi. Hasil interaksi antara salinitas dengan kadar bioetanol ini diperlihatkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Perbandingan Konsentrasi Bioetanol pada salinitas dan metode fermentasi yang berbeda

Dari Gambar 7 dapat diketahui bahwa perolehan bioetanol terbesar berdasarkan salinitas perairan dan metode yang digunakan terdapat pada salinitas perairan 8 ppt yang dihasilkan dari metode fermentasi dengan penambahan khamir. Konsentrasi perolehannya adalah sebesar 23,80% (lampiran 2). Tingginya kadar bioetanol yang dihasilkan oleh nira nipah yang diambil dari perairan dengan salinitas 8 ppt disebabkan kadar garam yang terkandung dalam nira tersebut diduga cukup untuk memenuhi pertumbuhan mikroba, serta aktivitas enzim lebih stabil dibanding nira nipah yang diambil dari

perairan bersalinitas 5,5 ppt dan 15 ppt, sehingga waktu untuk mencapai fasa pertumbuhan diperlambat dan fasa kematian mikroba cukup lama.

Lamanya waktu untuk mencapai fasa pertumbuhan diperlambat dan fasa kematian juga terjadi pada sampel yang diambil pada perairan bersalinitas 5,5 ppt. Namun, kadar garam yang paling menunjang adalah 8 ppt, sehingga nira nipah yang tumbuh pada salinitas 5,5 ppt menghasilkan bioetanol lebih sedikit jika dibandingkan pada nira yang diambil pada salinitas 8 ppt (lampiran 2).

Berbeda halnya dengan nira nipah yang tumbuh pada salinitas 15. Pada stasiun ini kadar garam (mineral) yang dikandung sangat tinggi sehingga diduga membuat aktivitas kerja enzim sangat tinggi hingga terjadi pemborosan. Pemborosan ini juga mengakibatkan cepatnya mikroba berada pada fasa kematian. Hal ini berbanding terbalik dengan yang terjadi pada nira nipah yang tumbuh pada salinitas 5,5 ppt, sehingga kadar etanol yang dihasilkan dari kedua salinitas tersebut tidak berbeda secara nyata (lampiran 4b)

Pengolahan data dengan analisis statistik *Two Way ANOVA* menunjukkan, rata-rata perolehan bioetanol pada salinitas 5,5 ppt sebesar 16.40%, salinitas 8 ppt sebesar 18.30%, dan salinitas 15 ppt sebesar 14.97%. Dari data tersebut, diketahui bahwa antara salinitas dengan perolehan kadar etanol terjadi interaksi, yaitu antara salinitas 5,5 ppt dan salinitas 8 ppt, serta salinitas 8 ppt dengan salinitas 15 ppt. Antara salinitas 5,5 ppt dengan salinitas 15 ppt tidak terjadi interaksi karena diantara kedua salinitas tersebut tidak terdapat perbedaan yang nyata (lampiran 4b).

Total rata-rata bioetanol dari nira nipah yang tumbuh pada perairan bersalinitas 8 ppt adalah 18,30%. Nilai tersebut apabila dibandingkan dengan nilai total rata-rata bioetanol dari nira nipah yang tumbuh pada salinitas 5,5 ppt berbeda. Perbedaan tersebut menunjukkan nilai yang signifikan. Total rata-rata bioetanol dari nira nipah yang tumbuh pada perairan bersalinitas 8 ppt bila

dibandingkan dengan nilai total rata-rata bioetanol dari nira nipah yang tumbuh pada salinitas 15 ppt juga menunjukkan nilai yang signifikan (lampiran 4b). Hal ini menunjukkan bahwa metode nira nipah yang tumbuh pada salinitas 8 ppt memiliki potensi lebih besar untuk menghasilkan kuantitas bioetanol yang lebih besar dibanding nira nipah yang tumbuh pada salinitas 5,5 ppt dan 15 ppt. Sedangkan potensi untuk menghasilkan bioetanol dari nira nipah yang tumbuh pada salinitas 5,5 dan 15 ppt adalah sama, dan kadar yang akan diperoleh jauh berbeda dibanding nira nipah yang tumbuh pada salinitas 8 ppt (lampiran 4b).

Dari hasil pengolahan data juga diketahui bahwa antara metode dengan bioetanol yang diperoleh juga terdapat interaksi. Interaksi tersebut terjadi antara metode pengukuran kadar etanol 0 hari (sebelum fermentasi) dengan metode fermentasi selama 4 hari tanpa penambahan khamir; metode pengukuran kadar 0 hari dengan metode fermentasi Selama 4 hari dengan penambahan khamir. Berbeda pada metode fermentasi tanpa penambahan khamir dengan metode fermentasi dengan penambahan khamir, pada kedua metode ini tidak terdapat interaksi (lampiran 4a).

Perbedaan pada metode tersebut menunjukkan bahwa metode yang paling efektif digunakan untuk pembuatan bioetanol dengan bahan baku nira nipah adalah metode fermentasi tanpa khamir dan metode fermentasi dengan penambahan khamir, serta nira nipah yang potensial digunakan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol adalah nira nipah yang tumbuh pada salinitas 8 ppt (lampiran 4a).

F. Prospek Produksi Bioetanol Pada Aspek Ekonomi

Pembuatan bioetanol dari bahan yang mengandung gula relatif lebih mudah dan murah dibandingkan bahan berpati dan berselulosa. Hal ini disebabkan karena pada bahan yang mengandung gula tidak perlu perlakuan

pendahuluan (Pretreatment) seperti proses liquifikasi, pemasakan, sakarifikasi dan hidrolisis.

Dari ketiga metode yang digunakan, konsentrasi bioetanol terbesar yang dihasilkan adalah dengan metode fermentasi selama 4 hari tanpa penambahan khamir dan dengan penambahan khamir (lampiran 2). Sesuai dengan analisis data *Two Way Annova*, kedua metode fermentasi selama 4 hari tersebut tidak menunjukkan perbedaan yang nyata sehingga, metode yang paling ekonomis digunakan adalah metode fermentasi selama 4 hari tanpa penambahan khamir (lampiran 4a).

Satu tangkai bunga nipah mampu memproduksi sekitar 3 liter nira perhari dan setiap tangkai dapat dipanen terus menerus selama 20 hari (Riyadi, 2010). Sebanyak 250 ml nira nipah mampu menghasilkan bioetanol sebesar 20,78% atau sebesar 51,95 ml, sehingga 1 liter nira nipah dapat menghasilkan 207,8 ml. Jika dalam 1 pohon diasumsikan terdapat 1 tangkai bunga (malai) nipah yang dapat disadap niranya sebanyak 3 liter/hari, maka kadar bioetanol yang dapat diproduksi perharinya adalah 623,4 ml/hari.

Untuk mendapatkan 1 liter bioetanol dibutuhkan bahan baku nira nipah sebanyak kurang lebih 5 liter. Harga nira nipah sekitar Rp. 500;/liter (Ramlan, 3013), sehingga Rp. 1500; harga nira nipah mampu menghasilkan bioetanol sebesar 1 liter.

Total biaya produksi pembuatan bioetanol dari nira nipah disajikan pada table berikut:

Jenis Bahan/Utilitas	Konsumsi		Biaya Pemakaian Bahan/Utilitas (Rp)
	Bahan/Utilitas per liter	Harga Satuan (Rp/unit)	
Bioetanol			

Bahan Baku: Nira			
Nipah/Liter	5 Liter	500	2.500

Utilitas:

- Air (L)	20,5	0,75	15,4
- Uap Air (Kg)	5,1	170	867
- Listrik (kwh)	1,3	150	195

Biaya Total			Rp 3.577;
-------------	--	--	-----------

Sumber : Balai Besar Teknologi Pati-BPPT

Biaya produksi tidak termasuk pajak dan keuntungan adalah Rp 3.577 + Rp. 976 = Rp. 4.553;. Harga ini lebih tinggi dibanding biaya produksi bioetanol perliter dari ubi kayu dengan harga produksi sebesar Rp. 3376; per liter (BPPT, 2005). Namun, produksi bioetanol dari ubi kayu ini sangat tergantung bahan baku karena sangat sensitif terhadap iklim, perdagangan sebagai bahan baku tepung tapioca dan lain-lain.



V. SIMPULAN

A. Simpulan

Dari hasil dan pembahasan penelitian yang telah dilaksanakan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Konsentrasi bioetanol yang dihasilkan oleh nira nipah yang tumbuh pada salinitas 5,5 ppt adalah 8,57% pada pengukuran 0 hari, 18,52% pada metode fermentasi tanpa khamir, dan 21,94% pada metode fermentasi dengan penambahan khamir; konsentrasi bioetanol yang dihasilkan oleh nira nipah yang tumbuh pada salinitas 8 ppt adalah 10,31% pada pengukuran 0 hari, 20,78% pada metode fermentasi tanpa khamir, dan 23,80% pada metode fermentasi dengan penambahan khamir; serta konsentrasi bioetanol yang dihasilkan oleh nira nipah yang tumbuh pada salinitas 15 ppt adalah 12,04% pada pengukuran 0 hari, 17,13% pada metode fermentasi tanpa khamir, dan 15,71% pada metode fermentasi dengan penambahan khamir.
2. Salinitas terbaik untuk bahan baku pembuatan bioetanol adalah nipah yang tumbuh pada rata-rata salinitas 8 ppt dan metode terbaik untuk menghasilkan kadar bioetanol adalah dengan metode fermentasi tanpa penambahan khamir dan metode fermentasi dengan penambahan khamir.

B. Saran

Untuk mengoptimalkan nipah (*Nypa fruticans*) menjadi sumber etanol, perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai:

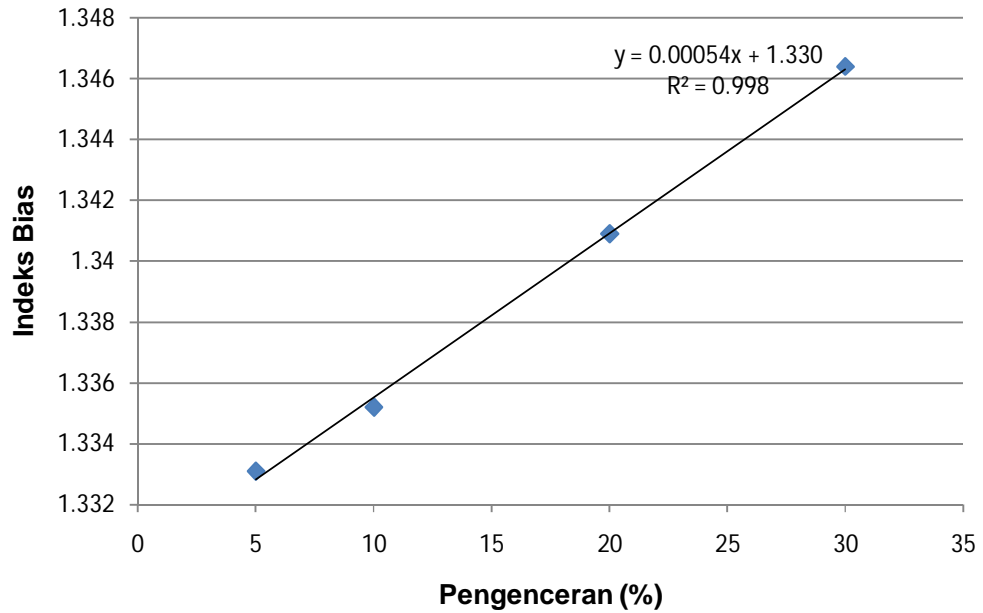
1. Identifikasi jenis mikroba fermentor yang hidup pada nira nipah serta tahapan pertumbuhan mikroba pada proses fermentasi nira nipah menjadi bioetanol.
2. Analisis kadar bioetanol yang dihasilkan oleh nira nipah yang tumbuh pada salinitas 0 ppt, serta rentan salinitas antara 5,5 ppt – 8 ppt, dan 8 ppt – 15 ppt.
3. Analisis kualitas nira nipah yang dihasilkan dari nipah yang hidup pada salinitas berbeda.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Standarisasi Etanol Dengan Indeks Bias

a. Grafik Hubungan Standarisasi Etanol Dengan Indeks Bias

Dari hasil penghubungan antara konsentrasi etanol murni dengan indeks biasnya didapatkan kurva standar dan rumus penentuan konsentrasi bioetanol sampel.



Sesuai data grafik diatas, dapat diketahui bahwa:

$$Y = 0,00031x + 1,333$$

Dengan Y = Nilai Indeks Bias Sampel, dan

X = Konsentrasi Etanol Sampel

Rumus tersebut merupakan rumus yang digunakan dalam penentuan konsentrasi bioetanol yang terdapat pada setiap sampel.

b. Tabel Pengenceran Etanol Murni Untuk standarisasi Bioetanol

No.	Kadar Etanol (%)	Rata-rata Indeks Bias
1	5	1.3331
2	10	1.3352
3	20	1.3409
4	30	1.3464

Lampiran 2. Analisis Konsentrasi Bioetanol

Metode	Salinitas (ppt)	Indeks bias		kadar bioetanol		
		Simplo	Duplo	Simplo	Duplo	Rata-rata
0 Hari	5,5	1.33463	1.33463	8.57	8.57	8,75
	8	1.33556	1.33558	10.30	10.33	10.31
	15	1.33650	1.33650	12.04	12.04	14.04
Fermentasi 4 Hari Tanpa Khamir	5,5	1.34037	1.34083	16.98	20.06	18.52
	8	1.33917	1.34207	19.20	22.35	20.78
	15	1.33873	1.33977	16.17	18.09	17.13
Fermentasi 4 Hari Dengan Khamir	5,5	1.34183	1.34187	21.91	21.98	25.28
	8	1.34277	1.34293	23.65	23.94	28.14
	15	1.3385	1.33847	15.74	15.69	15.65

Dari kurva standarisasi etanol indeks bias pada diperoleh persamaan regresi $y = 0,00054x + 1,330$ dengan memasukkan nilai $y =$ rata-rata indeks bias , maka diperoleh kadar bioetanol yaitu:

Lanjutan Lampiran 2.

a. Analisis Kadar Etanol 0 hari

$$Y_I = 0,00054x + 1,330$$

$$1,33463 = 0,00054x + 1,330$$

$$x = \frac{1,33463 - 1,330}{0,00054}$$

$$x = 8,57\%$$

$$Y_{II} = 0,00054x + 1,330$$

$$1,33557 = 0,00054x + 1,330$$

$$x = \frac{1,33557 - 1,330}{0,00054}$$

$$x = 10,31 \%$$

$$Y_{III} = 0,00054x + 1,330$$

$$1,33650 = 0,00054x + 1,330$$

$$x = \frac{1,33650 - 1,330}{0,00054}$$

$$x = 12,04\%$$

b. Analisis Kadar Bioetanol Hasil Fermentasi Tanpa Penambahan Khamir

$$Y_I = 0,00054x + 1,330$$

$$1,3400 = 0,00054x + 1,330$$

$$x = \frac{1,3400 - 1,330}{0,00054}$$

$$x = 18,52\%$$

Lanjutan Lampiran 2.

$$Y_{II} = 0,00054x + 1,330$$

$$1,34122 = 0,00054x + 1,330$$

$$x = \frac{1,34122 - 1,330}{0,00054}$$

$$x = 20,78\%$$

$$Y_{III} = 0,00054x + 1,330$$

$$1,33925 = 0,00054x + 1,330$$

$$x = \frac{1,33925 - 1,330}{0,00054}$$

$$x = 17,13 \%$$

c. Analisis Kadar Bioetanol Hasil Fermentasi Dengan Penambahan Khamir

$$Y_I = 0,00054x + 1,330$$

$$1,34185 = 0,00054x + 1,330$$

$$x = \frac{1,34185 - 1,330}{0,00054}$$

$$x = 21,94\%$$

$$Y_{II} = 0,00054x + 1,330$$

$$1,34285 = 0,00054x + 1,330$$

$$x = \frac{1,34285 - 1,330}{0,00054}$$

$$x = 23,80\%$$

Lanjutan Lampiran 2.

$$Y_{III} = 0,00054x + 1,330$$

$$1,33849 = 0,00054x + 1,330$$

$$x = \frac{1,33849 - 1,330}{0,00054}$$

$$x = 15,71\%$$

Lampiran 3. Analisis Two Way Anova

Dependent Variable:kadar

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	448,833 ^a	8	56,104	43,552	,000
Intercept	4932,562	1	4932,562	3829,018	,000
salinitas	33,533	2	16,766	13,015	,002
metode	352,784	2	176,392	136,928	,000
salinitas * metode	62,516	4	15,629	12,132	,001
Error	11,594	9	1,288		
Total	5392,989	18			
Corrected Total	460,427	17			

a. R Squared = ,975 (Adjusted R Squared = ,952)

Lampiran 4. Uji Lanjut Tukey

a. Hubungan Antara Metode dengan Kadar Etanol

kadar

Tukey HSD

(I) metode	(J) metode	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
0 hari	tanpa khamir	-8,4400*	,65529	,000	-10,2696	-6,6104
	Penambahan khamir	-10,1167*	,65529	,000	-11,9462	-8,2871
Fermentasi 4 Hari tanpa khamir	0 hari	8,4400*	,65529	,000	6,6104	10,2696
	Penambahan khamir	-1,6767	,65529	,072	-3,5062	,1529
Fermentasi 4 Hari dengan Penambahan khamir	0 hari	10,1167*	,65529	,000	8,2871	11,9462
	tanpa khamir	1,6767	,65529	,072	-,1529	3,5062

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 1,288.

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

kadar

Tukey HSD^{a,b}

metode	N	Subset	
		1	2
0 hari	6	10,3683	
tanpa khamir	6		18,8083
Penambahan khamir	6		20,4850
Sig.		1,000	,072

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 1,288.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 6,000.

b. Alpha = ,05.

b. Hubungan Antara Kadar Bioetanol dengan Salinitas

kadar

Tukey HSD

(I) salinitas	(J) salinitas	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Salinitas 5,5 ppt	salinitas 8 ppt	-1,8900*	,65529	,043	-3,7196	-,0604
	salinitas 15 ppt	1,4433	,65529	,124	-,3862	3,2729
salinitas 8 ppt	Salinitas 5,5 ppt	1,8900*	,65529	,043	,0604	3,7196
	salinitas 15 ppt	3,3333*	,65529	,002	1,5038	5,1629
salinitas 15 ppt	Salinitas 5,5 ppt	-1,4433	,65529	,124	-3,2729	,3862
	salinitas 8 ppt	-3,3333*	,65529	,002	-5,1629	-1,5038

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 1,288.

*. The mean difference is significant at the ,05 level.

kadar

Tukey HSD^{a,b}

salinitas	N	Subset	
		1	2
salinitas 15 ppt	6	14,9617	
Salinitas 5,5 ppt	6	16,4050	
salinitas 8 ppt	6		18,2950
Sig.		,124	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Based on observed means.

The error term is Mean Square(Error) = 1,288.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 6,000.

b. Alpha = ,05.

Lampiran 5. Gambar Penelitian



Proses Fermentasi



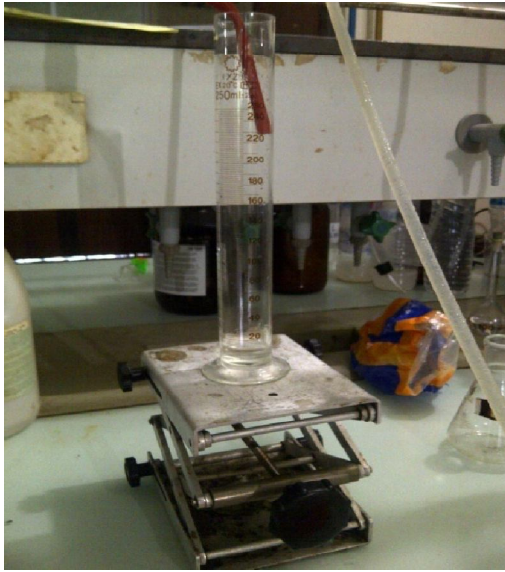
Sentrifugal



Labu Destilasi



Reflux Kondensor



Bioetanol Hasil Destilasi



Destilator

