

**EFEKTIVITAS LIMBAH PETERNAKAN ISI RUMEN SAPI CAIR
DALAM KULTUR *Thalassiosira* sp**

Skripsi

**Oleh
Muhammad Iqbal Ogara
1754111008**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

ABSTRACT

The EFFECTIVENESS of the SEWAGE FARMS of RUMEN CONTENTS of COWS LIQUID IN the CULTURE of *Thalassiosira* sp.

By

Muhammad Iqbal Ogara

The contents of the rumen of cows is one of the waste that comes from the slaughterhouse. The contents of the rumen of cattle liquid nitrogen content 111,4 ppm and the content of phosphorus by 401,79 ppm. However, generating the N/P ratio is small at 0.25:1 therefore, in this study, rumen fluid of cattle liquid enhanced the N/P ratio to 10:1 with the addition of NaNO₃. The content has a high potential to make beef rumen liquid as a fertilizer alternative. This study aims to assess the utilization of the contents of the rumen liquid cattle as a source of nutrients with different doses in the culture of the *Thalassiosira* sp. This study was conducted in CV. Krakatau Haura Baraka, Merak Belantung, South Lampung. The research design used was complete randomized design (CRD) with 5 treatments with 3 replications, namely (A) 1 ml of conwy /l sea water, (B) 1 ml of rumen contents of cows liquid /l sea water, (C) 10 ml of rumen contents of cows liquid/l sea water, (D) 1 ml of rumen contents of cows liquid + 0.4 grams of NaNO₃ /l of sea water, and (E) 10 ml of rumen contents of cows liquid + 0.4 grams of NaNO₃/l of sea water. The parameters of the observed population density *Thalassiosira* sp. the size of the diatoms, protein content and water quality. Data density *Thalassiosira* sp. tested using (ANOVA) with a confidence level of 95%. Shows the different real and continued with Duncan test with the results of treatment A (control) is the best treatment while the fourth treatment the contents of the rumen of cattle liquid not significantly different. But on day 3 the density of the treatment D and E were not significantly different with the Control treatment (A) So that it can be harvested on day 3. Measurement of protein content ranges of 9.9 – of 11.8% and the diameter of the diatom each treatment ranged from 5 - 10 µm. Water quality measurements media are at a temperature range of 24-26 ° c, the Value of pH 7 and salinity 32-34 ppt.

Keywords : *rumen contents of cows liquid, density, Thalassiosira sp.*

ABSTRAK

EFEKTIVITAS LIMBAH PETERNAKAN ISI RUMEN SAPI CAIR DALAM KULTUR *Thalassiosira* sp

Oleh

Muhammad Iqbal Ogara

Isi rumen sapi merupakan salah satu limbah yang berasal dari rumah potong hewan (RPH). Isi rumen sapi cair memiliki kandungan nitrogen 111,4 ppm dan kandungan fosfor sebesar 401,79 ppm. Namun menghasilkan N/P ratio yang kecil sebesar 0,25:1. Oleh karena itu, dalam penelitian ini cairan rumen sapi cair ditingkatkan N/P ratio menjadi 10:1 dengan penambahan NaNO_3 . Kandungan tersebut memiliki potensi yang tinggi untuk membuat rumen sapi cair sebagai pupuk alternatif. Penelitian ini bertujuan mengkaji pemanfaatan isi rumen sapi cair sebagai sumber nutrisi dengan dosis yang berbeda dalam kultur *Thalassiosira* sp. Penelitian ini dilaksanakan di CV. Krakatau Haura Baraka, Merak Belantung, Lampung Selatan. Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan 3 ulangan, yaitu (A) 1 ml *conwy* /l air laut, (B) 1 ml isi rumen sapi cair /l air laut, (C) 10 ml isi rumen sapi cair/l air laut, (D) 1 ml isi rumen sapi cair + 0,4 gr NaNO_3 /l air laut, dan (E) 10 ml isi rumen sapi cair + 0,4 gr NaNO_3 /l air laut. Parameter yang diamati kepadatan populasi *Thalassiosira* sp. ukuran diatom, kadar protein dan kualitas air. Data kepadatan *Thalassiosira* sp. diuji menggunakan (ANOVA) dengan tingkat kepercayaan 95%. Menunjukkan perbedaan nyata dan dilanjutkan dengan uji Duncan dengan hasil perlakuan A (kontrol) merupakan perlakuan terbaik sedangkan keempat perlakuan isi rumen sapi cair tidak berbeda nyata. Namun pada hari ke-3 kepadatan perlakuan D dan E tidak berbeda nyata dengan perlakuan A (kontrol) Sehingga dapat dipanen pada hari ke-3. Pengukuran kadar protein berkisar 9,9 – 11,8% dan diameter diatom setiap perlakuan berkisar 5 - 10 μm . Pengukuran kualitas air media berada pada kisaran suhu 24-26 °C, Nilai pH 7 dan salinitas 32-34 ppt.

Kata kunci : *isi rumen sapi cair, nutrisi, Thalassiosira* sp.

**EFEKTIVITAS LIMBAH PETERNAKAN ISI RUMEN SAPI CAIR
DALAM KULTUR *Thalassiosira* sp**

Oleh

Muhammad Iqbal Ogara

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERIKANAN**

**Pada
Jurusan Perikanan dan Ilmu Kelautan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : **EFEKTIVITAS LIMBAH PETERNAKAN
ISI RUMEN SAPI CAIR DALAM
KULTUR *Thalassiosira* sp.**

Nama Mahasiswa : **MUHAMMAD IQBAL OGARA**

Nomor Pokok Mahasiswa : 1754111008

Program Studi : **Budidaya Perairan**

Fakultas : **Pertanian**



Ir. Siti Hudaidah, M.Sc.
NIP. 19640215 199603 2 001

Limin Santoso, S.Pi., M.Si.
NIP. 19770327 200501 1 001

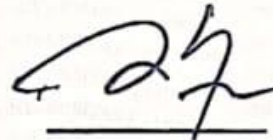
2. **Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan**

Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si.
NIP. 19700815 199903 1 001

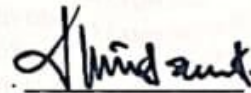
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

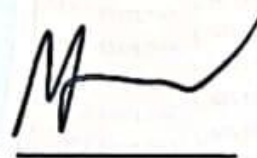
Ketua : Ir. Siti Hudaidah, M.Sc.



Sekretaris : Limin Santoso, S.Pi., M.Si



**Penguji
Bukan Pembimbing : Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP. 19610201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 14 Juli 2021

PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik Sarjana baik di Universitas Lampung maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Tim Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai referensi dengan disebutkan nama penulisnya kemudian dicantumkan dalam daftar Pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran atas karya tulis ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh ataupun sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Perguruan Tinggi ini.

Bandar Lampung, 30 Juli 2021



Muhammad Iqbal Ogara

Muhammad Iqbal Ogara
NPM. 1754111008

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung, pada 7 Agustus 1999, sebagai anak ke 4 dari 4 bersaudara, dari bapak Ir. Umardin dan Ibu Kulsumiati, SE. Pendidikan yang pernah ditempuh oleh penulis dimulai pada Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SD Kartika II-5 , Bandar Lampung pada tahun 2011. Dilanjutkan ke jenjang Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMPN 5 Bandar Lampung yang diselesaikan pada tahun 2014. Kemudian menempuh Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMAN 5 Bandar Lampung dan lulus pada tahun 2017. Pada tahun 2017, penulis diterima sebagai mahasiswa Program Studi Budidaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan UNILA melalui jalur SMMPTN. Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi asisten dalam beberapa mata kuliah seperti renang pada tahun 2019 dan manajemen pakan ikan pada tahun 20-20. Selain itu, penulis juga aktif dalam organisasi Himpunan Mahasiswa Perikanan dan Kelautan (HIMAPIK) sebagai anggota Bidang 4 Pengabdian Masyarakat pada tahun 2019-2020. Penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Sukadamai, Kecamatan Air Hitam, Kabupaten Lampung Barat, Lampung pada bulan Januari – Februari 2020 dan pada Juli- Agustus 2020 melaksanakan Praktik Umum di CV. Krakatau Hauara Baraka, Merak Belantung, Kalianda, Lampung Selatan.

PERSEMBAHAN

Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, Yang Ilmu-Nya tiada dapat dituliskan meskipun lautan dijadikan tintanya dan dedaunan dijadikan kertasnya. Skripsi ini dibuat dengan penuh dedikasi demi dipersembahkan kepada kedua orang tua saya, yaitu Bapak Ir. Umardin dan Ibu Kulsumiati, SE. Terimakasih atas segala pengorbanan, doa dan kasih sayang kalian, sehingga penulis dapat tetap berdiri di titik ini.

Kakakku Niken Septiani Ogara, Erik Sugiatna, Dwi Oktaviani Ogara dan Agung Setiawan Ogara serta tidak lupa kepada adik saya Hamzah dan Hamka yang senantiasa mendoakan saya.

Almamaterku tercinta, Universitas Lampung

MOTTO

“Katakanlah (Muhammad), “Seandainya lautan menjadi tinta untuk (menulis) kalimat-kalimat Tuhanku, maka pasti habislah lautan itu sebelum selesai (penulisan) kalimat-kalimat Tuhanku, meskipun Kami datangkan tambahan sebanyak itu (pula)”
(TQS. Al-Kahf: 109)

“Berbuatlah untuk dunia seakan hidup selamanya dan beramalah untuk akhirat seakan mati esok”
(Ali bin Abi-Tahlib RA)

SANWACANA

Puji syukur saya ucapkan atas kehadiran Allah karena berkat nikmat dan karunia Nya, saya mampu melaksanakan penelitian dan menyusun skripsi yang berjudul “Efektivitas Limbah Peternakan Isi Rumen Sapi Cair Dalam Kultur *Thalassiosira* sp”, dimana dapat diselesaikan tepat pada waktunya sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan di Universitas Lampung. Selain itu, penulis banyak mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak di bawah ini yang mendukung terselesaikannya studi penulis.

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si. selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
2. Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si. selaku Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
3. Ir. Siti Hudaidah, M.Sc.. selaku pembimbing akademik sekaligus pembimbing utama yang telah memberikan ilmu, kritik, arahan, waktu, dan motivasi untuk selalu belajar bagi saya selama berkuliah di Universitas Lampung;
1. Limin Santoso, S.Pi., M.Si. selaku pembimbing kedua yang telah memberikan ilmu baru, memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran, dukungan, saran dan motivasi dalam penyelesaian skripsi berjalan sebaik baiknya
2. Munti Sarida, S.Pi., M.Sc., Ph.D.selaku pembahas skripsi yang telah memberikan ilmu, kritik, saran, dan masukan membangun sehingga saya dapat dengan lebih baik menghasilkan karya ilmiah ini;
3. Segenap bapak-ibu dosen dan staf Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, yang telah banyak berkontribusi memberikan Ilmu dan segala upayanya bagi saya selama belajar disini hingga berhasil menyelesaikan studi.

4. Spesial untuk kedua orang tua saya yang selama ini memberikan upayanya, mendidik, mendoakan, dan memotivasi saya untuk selalu maju dan berkembang menjadi insan yang lebih baik.
5. Kakakku tercinta, yang menjadi pendorong bagi saya untuk menjadi adik teladan.
6. Teman-teman saya, dan segenap keluarga besar BDI 17 yang saya tidak dapat sebutkan satu-persatu;
7. Annisa Nur Fadhilah sebagai partner yang senantiasa memberikan pesan-pesan dukungannya bagi saya.

Semoga Allah SWT membalas dan memberikan keberkahan atas kebaikan bagi kita semua. Terakhir, penulis berharap kontribusi dalam penelitian ini dapat menginspirasi dan bermanfaat ke depannya.

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
LEMBAR PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
PERSEMBAHAN	viii
MOTTO	ix
SANWACANA	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Tujuan penelitian.....	2
1.3 Manfaat penelitian.....	2
1.4 Kerangka pikir penelitian	2
1.5 Hipotesis.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Klasifikasi dan morfologi <i>Thalassiosira</i> sp	6
2.2 Reproduksi dan keunggulan <i>Thalassiosira</i> sp.....	7
2.3 Kondisi lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan mikroalga.....	8
2.3.1 Derajat keasaman (pH).....	8
2.3.2 Salinitas	8
2.3.3 Suhu	9

2.4	Fase pertumbuhan mikroalga	9
2.4.1	Fase lag (istirahat).....	10
2.4.2	Fase logaritmik (log) atau eksponensial.....	10
2.4.3	Fase penurunan laju pertumbuhan	10
2.4.4	Fase stasioner	10
2.4.5	Fase kematian.....	11
2.5	Isi rumen sapi cair	12
2.6	Kebutuhan nutrisi <i>Thalassiosira</i> sp.....	13
III.	METODOLOGI PENELITIAN	15
3.1	Waktu dan tempat.....	15
3.2	Alat dan bahan.....	15
3.3	Rancangan penelitian	16
3.4	Prosedur penelitian.....	17
3.5	Parameter yang diukur	18
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1	Hasil.....	21
4.1.1	Kepadatan <i>Thalassiosira</i> sp.....	21
4.1.2	Kadar protein mikroalga.....	23
4.1.3	Ukuran diatom	24
4.1.4	Kualitas air.....	24
4.2	Pembahasan	25
V.	PENUTUP	30
5.1	Kesimpulan.....	30
5.2	Saran	30
	DAFTAR PUSTAKA	31
	LAMPIRAN	34

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pikir penelitian.....	4
2. Bentuk sel <i>Thalassiosira</i> sp	6
3. Kurva pertumbuhan mikroalga	11
4. Tata letak wadah kultur	17
5. Kepadatan mikroalga <i>Thalassiosira</i> sp.....	21
6. Fase eksponensial mikroalga <i>Thalassiosira</i> sp.....	26

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Hasil analisis isi rumen sapi cair.....	12
2. Alat yang digunakan selama penelitian	15
3. Bahan yang digunakan selama penelitian	16
4. Kadar protein diatom <i>Thalassiosira</i> sp.	23
5. Ukuran diameter diatom <i>Thalassiosira</i> sp	24
6. Parameter kualitas air selama kultur <i>Thalassiosira</i> sp.....	25

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Isi rumen sapi merupakan salah satu limbah yang berasal dari rumah potong hewan (RPH). Produksi limbah isi rumen sapi di Indonesia pada tahun 2012 mencapai 240 juta liter. Hasil penelitian (Berutu, 2007) jumlah sapi yang dipotong setiap tahun tidak kurang dari 1,75 juta ekor, dimana sekitar 1,5 juta ekor berasal dari sapi lokal dan sisanya adalah sapi impor. Jumlah cairan rumen sapi yang dihasilkan mencapai 31 liter/ekor, maka potensi cairan rumen sapi mencapai 54,25 juta liter/tahun. Selama ini isi rumen sapi cair sudah dimanfaatkan sebagai aktivator untuk fermentasi pembuatan pakan ternak, pembuatan pupuk organik dan untuk produksi biogas.

Fitoplankton merupakan pakan alami yang memegang peranan sangat penting sebagai dasar pemenuhan nutrisi pada awal kehidupan larva udang vaname. Salah satu jenis fitoplankton adalah mikroalga (*Thalassiosira* sp.) berpotensi dimanfaatkan sebagai pakan alami. Pada budidaya udang vaname diperlukan ketersediaan pakan alami yang berkesinambungan, sehingga perlu dilakukan kultur pakan alami. Kultur *Thalassiosira* sp. membutuhkan nutrisi (pupuk) yang cukup untuk pertumbuhannya (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995). Pupuk *conwy* merupakan salah satu jenis pupuk yang sering digunakan dalam kultur mikroalga. Harga pupuk *conwy* yang cukup tinggi menjadi kendala dalam produksi mikroalga. Berdasarkan hal itu diperlukan alternatif pupuk lain yang lebih ekonomis, salah satunya yaitu pemanfaatan isi rumen sapi cair. Isi rumen sapi cair berpotensi sebagai pupuk cair karena mengandung nutrisi yang tinggi dan belum dimanfaatkan secara luas. Menurut penelitian Fahmi (2020) pemberian rumen sapi berpengaruh nyata terhadap

kepadatan *Thalassiosira* sp. Hasil analisa di laboratorium, menunjukkan limbah ini kaya akan nutrisi nitrogen dan fosfor. Menurut Christi (2007) kandungan nitrogen (N) berfungsi untuk membentuk protein, lemak, dan berbagai senyawa organik lain, pertumbuhan serta pembentukan sel secara vegetatif. fosfor (P) berfungsi untuk metabolisme energi, sebagai stabilitor membran sel, pengaturan metabolisme alga, pengaturan produksi amilum, pembentukan karbohidrat, sangat penting dalam transfer energi, protein, dan sintesis asam amino. Isi rumen sapi cair memiliki kandungan nitrogen 111,4 ppm dan kandungan fosfor sebesar 401,79 ppm. Namun menghasilkan N/P ratio yang kecil sebesar 0,25:1 Oleh karena itu, dalam penelitian ini cairan rumen sapi cair ditingkatkan N/P ratio menjadi 10:1 dengan penambahan NaNO_3 . Menurut Subarijanti (1990) perbandingan N dan P untuk pertumbuhan fitoplankton yang baik 10:1, karena kandungan nutrisi yang sangat tinggi tersebut digunakan dalam penelitian ini dan akan diaplikasikan pada kultur mikroalga jenis diatom *Thalassiosira* sp. dengan dosis yang berbeda.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji penggunaan isi rumen sapi cair sebagai sumber nutrisi dengan dosis yang berbeda terhadap kepadatan, kandungan protein dan diameter *Thalassiosira* sp.

1.3 Manfaat Penelitian

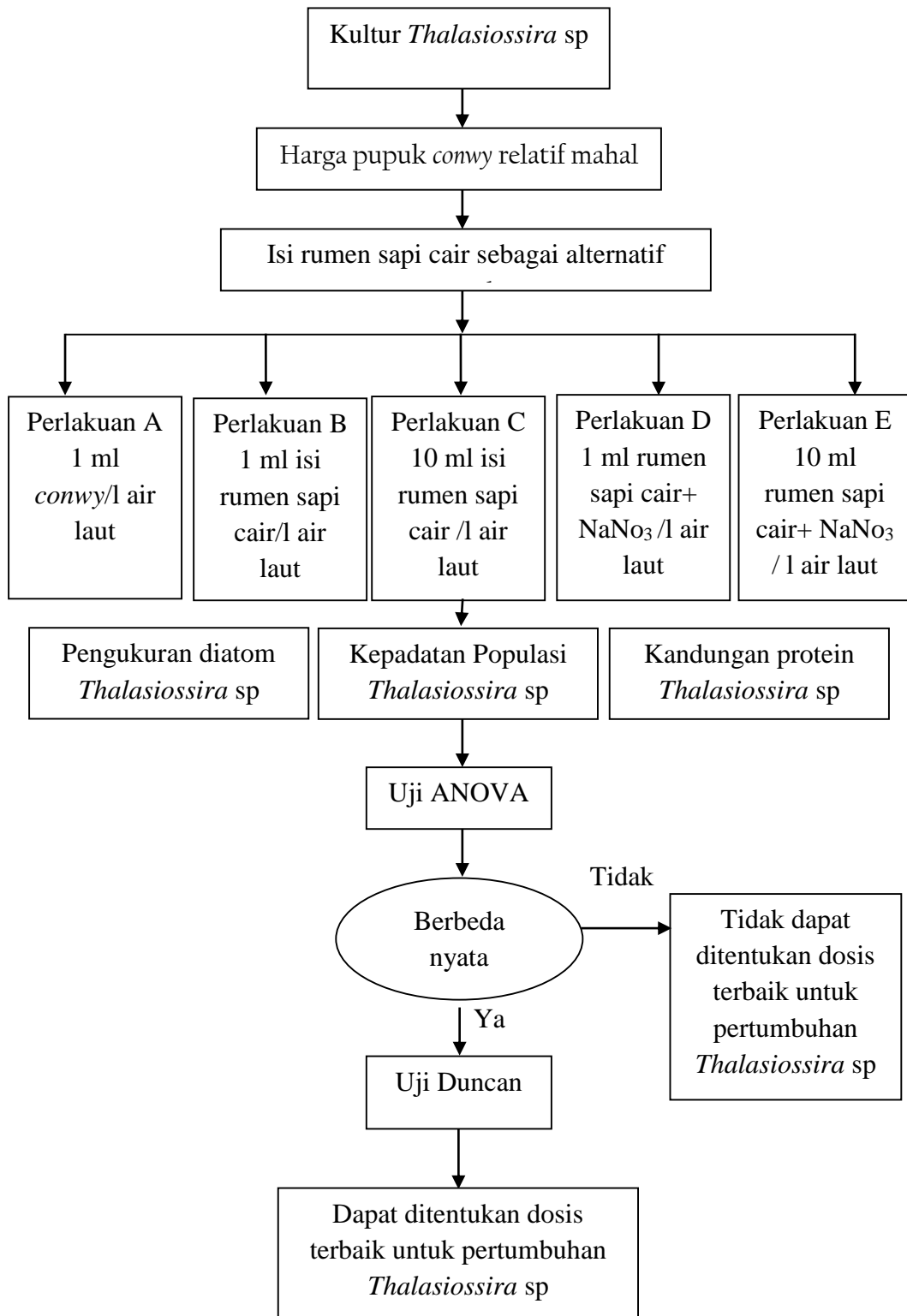
Manfaat penelitian ini adalah memberikan informasi tentang penggunaan isi rumen sapi cair sebagai alternatif sumber nutrisi dalam kultur *Thalassiosira* sp.

1.4 Kerangka Pikir Penelitian

Mikroalga *Thalassiosira* sp. merupakan salah satu jenis diatom yang memiliki banyak keunggulan antara lain mampu tumbuh dengan cepat, kandungan protein yang tinggi dan memiliki potensi sebagai sumber energi yang terbarukan di masa depan. Permintaan diatom ini terus meningkat untuk memenuhi kebutuhan pakan

alami dalam *hatchery* udang dan ikan. Harga produksi mikroalga ini cukup mahal karena harga pupuk *conwy* cukup tinggi, sehingga memerlukan alternatif pupuk lain, salah satunya ialah isi rumen sapi cair.

Isi rumen sapi merupakan salah satu limbah peternakan yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi bagi pertumbuhan mikroalga. Limbah ini memiliki potensi untuk menjadi alternatif pupuk karena kandungan N, P dan K yang cukup tinggi. Nutrisi ini salah satu bahan utama yang dibutuhkan dalam pertumbuhan mikroalga. Isi rumen sapi sudah sering digunakan sebagai pupuk pada beberapa jenis tanaman dan kultur mikroalga. Berdasarkan hal tersebut maka perlu dilakukan penelitian pemanfaatan isi rumen sapi cair sebagai pupuk alternatif kultur mikroalga. Pada penelitian ini rumen sapi cair akan dijadikan sebagai pengganti pupuk komersial sehingga dapat diketahui pengaruh perbedaan dosis dan dosis terbaik dalam kultur *Thalassiosira* sp. Kerangka pikir penelitian ini disajikan secara sistematis diagram alir (Gambar 1)



Gambar 1. Kerangka pikir penelitian.

1.5 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

$H_0 : \mu_i = 0$, = pengaruh penggunaan isi rumen sapi cair dengan dosis yang berbeda sebagai sumber nutrisi dalam kultur *Thalassiosira* sp. tidak berbeda nyata terhadap kepadatannya pada tingkat kepercayaan 95%

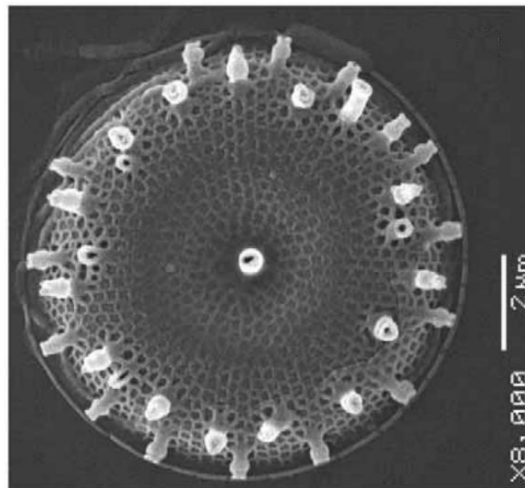
$H_1 : \mu_i \neq 0$, = Minimal ada satu pengaruh perlakuan isi rumen sapi cair dengan dosis berbeda dalam kultur *Thalassiosira* sp. terhadap kepadatannya pada tingkat kepercayaan 95%

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi dan Morfologi *Thalassiosira* sp.

Menurut Mitra, *et al.* (2013), klasifikasi dari *Thalassiosira* sp adalah sebagai berikut :

Divisi : Thallophyta
Kelas : Bacillariophyceae
Ordo : Centrales
Famili : Coscinodiscaeae
Genus : *Thalassiosira*
Spesies : *Thalassiosira* sp



Gambar 2. Bentuk sel *Thalassiosira* sp
Sumber : Mitra, *et al* (2013)

Morfologi umum *Thalassiosira* sp meliputi bentuk rantai dan *inmucilage* yang menempel pada koloni, benang benang kitin menghubungkan sel dalam rantai,

bentuk sel terlihat mengelilingi persegi dengan cekungan dalam pusat *valve*, sebuah *rimoportula* besar diantara muka *valve* dan mantel, sebuah lingkaran kecil yang diam dan dua atau tiga lingkaran *fultoportulae* dan susunan *areola* (Becerril *et al.*, 2009).

Thalassiosira sp memiliki bentuk persegi sampai berbentuk bulat katup berbentuk piringan, memiliki warna tubuh coklat dengan berukuran 40 – 50 mikron dan bersifat uniseluler. Diatom ini hidup sebagai individu sel tunggal yang soliter atau terhubung dengan sel lainnya yang membentuk koloni seperti rantai, dengan rangkaian antar selnya bervariasi sesuai jenisnya. Hubungan antara sel ini dapat berupa benang tunggal dari mukus (*mucus*) (Junda, *et al.*, 2012).

2.2 Reproduksi dan Keunggulan *Thalassiosira* sp.

Reproduksi *Thalassiosira* sp. terjadi dengan cara pembelahan sel dimana setengah *protoplasma* (yaitu *protoplasma* di dalam *epiteka*) dan *protoplasma* setengah lainnya (yang berada di *hipoteka*) menjadi *frustul* diatom baru (sel baru) dan kelak sel baru tersebut membelah lagi seperti cara diatas, sehingga makin lama terbentuklah individu-individu yang lebih kecil, sampai batas tertentu sehingga sel terkecil tadi tidak mampu membelah lagi (secara alami). Fase pembelahan terakhir (*frustul* terkecil) sel *Thalassiosira* sp. tidak lagi melakukan pembelahan seperti cara diatas, tetapi protoplasmanya membesar membentuk spora yang disebut *auxospora* yang mendesak cangkang menjadi terbuka sehingga *auxospora* meninggalkan cangkang. Demikian pula dengan *frustul* terkecil lainnya juga membentuk *auxospora*. Dua *auxospora* dapat menyatu (bergabung menjadi satu) dan mereka membesarkan diri sampai sebesar induknya terdahulu dan akhirnya terbentuk *frustul* baru (individu baru) yang bentuk, besar, dan sifat (karakternya) sama dengan sel indukannya dahulu (Amalia, 2019)

Keunggulan dari pakan alami *Thalassiosira* sp. adalah mudah dibudidayakan, cepat dicerna karna hanya memiliki satu inti sel dan tidak berantai dibandingkan dengan *Skeletonema costatum*, kendala terserang penyakit rendah, menghasilkan

sintasan yang lebih tinggi, memiliki kandungan nutrisi yang lebih tinggi dibandingkan *Chaetoceros calcitrans*, udang dapat melakukan metabolisme dengan baik, ukuran *Thalassiosira* sp. lebih besar yaitu 4 – 32 μm sehingga mudah ditangkap pada stadia larva yang lebih lanjut (Rebekah, 2009).

2.3 Kondisi Lingkungan yang Mempengaruhi Pertumbuhan Mikroalga

Pertumbuhan mikroalga dipengaruhi oleh beberapa faktor umum seperti faktor eksternal (lingkungan) yang biasa dikenal. Faktor-faktor lingkungan tersebut berpengaruh terhadap laju pertumbuhan dan metabolisme dari makhluk hidup mikro (Fachrullah, 2011). Menurut Irianto (2011) dan Fachrullah (2011) Faktor-faktor tersebut antara lain: pH, salinitas dan suhu.

2.3.1 Derajat Keasaman (pH)

Menurut Irianto (2011) dan Fachrullah (2011) derajat keasaman atau pH digambarkan sebagai keberadaan ion hidrogen. Variasi pH dalam media kultur mampu mempengaruhi metabolisme dan pertumbuhan dalam kultur mikroalga antara lain mengubah keseimbangan karbon anorganik, dan mengubah ketersediaan nutrisi dan mempengaruhi fisiologi sel. Kisaran pH untuk kultur alga biasanya antara 7-9, kisaran optimum untuk alga laut berkisar antara 7,8-8,5. Secara umum kisaran pH yang optimum untuk kultur mikroalga adalah antara 7-9.

2.3.2 Salinitas

Menurut Irianto (2011) dan Fachrullah (2011) kisaran salinitas yang berubah-ubah dapat mempengaruhi pertumbuhan dari mikroalga. Beberapa mikroalga dapat tumbuh dalam kisaran salinitas yang tinggi tetapi ada juga yang dapat tumbuh dalam kisaran salinitas yang rendah. Namun, hampir semua jenis mikroalga dapat tumbuh optimal pada salinitas sedikit lebih dibawah habitat asal. Pengaturan salinitas pada media yang diperkaya dapat dilakukan dengan pengenceran dengan

menggunakan air tawar. Kisaran salinitas yang paling optimum untuk pertumbuhan mikroalga adalah 25-35 ppt.

2.3.3 Suhu

Menurut Irianto (2011) dan Fachrullah (2011) suhu merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi pertumbuhan mikroalga. Perubahan suhu berpengaruh terhadap proses kimia, biologi dan fisika. Peningkatan suhu dapat menurunkan suatu kelarutan bahan dan dapat menyebabkan peningkatan kecepatan pertumbuhan metabolisme dan respirasi mikroalga di perairan . Secara umum suhu optimal dalam kultur mikroalga berkisar antara 20-30°C. Suhu dalam kultur diatur sedemikian rupa karena sangat bergantung pada media yang digunakan. Suhu di bawah 16°C dapat menyebabkan kecepatan pertumbuhan turun, sedangkan suhu di atas 36°C dapat menyebabkan kematian.

2.4 Fase Pertumbuhan Mikroalga

Menurut Irianto (2011) dan Fachrullah (2011) Pertumbuhan mikroalga dapat diamati dengan melihat pertumbuhan besar ukuran sel mikroalga atau dengan pertumbuhan jumlah sel dalam satuan tertentu. Cara kedua sering digunakan untuk mengetahui pertumbuhan mikroalga, yaitu dengan menghitung kelimpahan atau kepadatan dari sel mikroalga dari waktu ke waktu (Gunawan, 2010). Menurut Isnansetyo dan Kuniastuty (1995) terdapat dua cara penghitungan kepadatan mikroalga yaitu dengan menggunakan *Sedgwick rafter* dan menggunakan *haemocytometer*. Penggunaan *haemocytometer* lebih sering digunakan dibandingkan dengan *sedgwick rafter* karena kemudahan dalam penggunaannya. Selama pertumbuhan mikroalga dapat mengalami beberapa fase pertumbuhan menurut Becker (1994), Isnansetyo dan Kurniastuty (1995) yaitu:

2.4.1 Fase Lag (Istirahat)

Fase adaptasi merupakan proses penyesuaian diri dari inokulum yang baru saja dimasukkan ke dalam media kultur mikroalga. Fase ini dimulai setelah penambahan inokulan ke dalam media kultivasi hingga beberapa saat setelahnya. Metabolisme berjalan tetapi pembelahan sel belum terjadi sehingga kepadatan sel belum meningkat karena mikroalga masih dalam tahap adaptasi dengan lingkungannya. Pada fase ini sel inokulum ditransfer harus sama dengan fase pertumbuhan logaritmik agar fase ini dapat berjalan dengan cepat dan baik (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).

2.4.2 Fase Logaritmik (log) atau Eksponensial

Pada fase eksponensial inokulum sudah memanfaatkan nutrisi yang ada pada media tumbuh dan terjadi proses biosintesis sel, sehingga pada fase ini sel mampu tumbuh dan bereproduksi menjadi lebih banyak lagi. Fase ini dimulai dengan pembelahan sel dengan laju pertumbuhan yang meningkat secara intensif. Bila kondisi kultivasi optimum maka laju pertumbuhan pada fase ini dapat mencapai nilai yang maksimum. Pada fase ini merupakan fase terbaik memanen mikroalga untuk keperluan pakan ikan atau industri (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).

2.4.3 Fase Penurunan Laju Pertumbuhan

Fase ini terjadi sebelum fase eksponensial. Fase ini ditandai oleh pembelahan sel tetap terjadi, namun tidak seintensif pada fase sebelumnya sehingga laju pertumbuhannya pun menjadi menurun dibandingkan fase sebelumnya. Fase ini mengalami defisiensi enzim atau koenzim, sehingga harus disintesis terlebih dahulu guna berlangsungnya aktivitas biokimia sel selanjutnya (Madigan, *et al*, 2000).

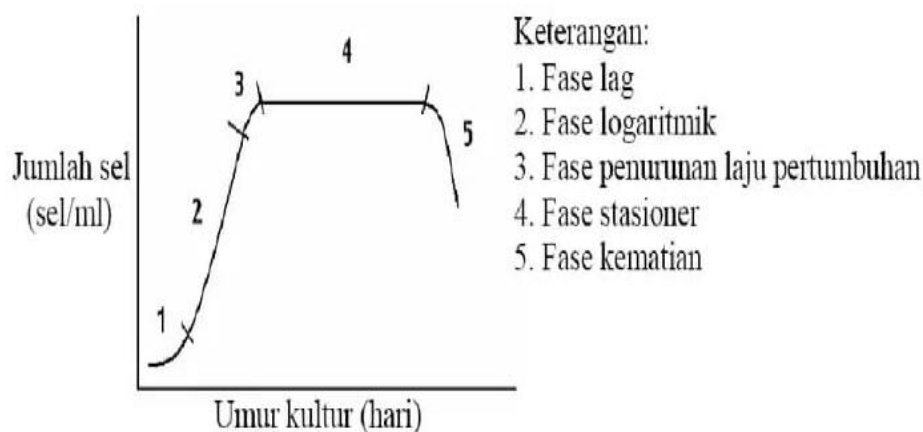
2.4.4 Fase Stasioner

Menurut Isnansetyo dan Kurniastuty (1995) fase stasioner merupakan fase pertumbuhan sel inokulum yang konstan. Pada fase ini konsentrasi biomassa akan dalam

kondisi maksimal sedangkan konsentrasi parameter lainnya masih mengalami peningkatan atau penurunan. Fase ini ditandai oleh laju reproduksi dan laju kematian relatif sama sehingga peningkatan jumlah sel tidak lagi terjadi atau tetap sama dengan sebelumnya (stasioner). Kurva kelimpahan yang dihasilkan dari fase ini adalah membentuk suatu garis datar, garis ini menandai laju produksi dan laju kematian sebanding.

2.4.5 Fase Kematian (Mortalitas)

Fase kematian merupakan fase akhir dari pola pertumbuhan fitoplankton. Fase ini ditandai dengan angka kematian yang lebih besar dari pada angka pertumbuhannya sehingga terjadilah penurunan jumlah kelimpahan sel dalam wadah kultivasi. Salah satu faktor mempercepat kematian ini adalah berkurangnya jumlah nutrisi dan semakin banyaknya metabolit sekunder diatom yang dapat menghambat pertumbuhan sel secara alami. Pada fase ini laju kematian lebih cepat dibandingkan laju reproduksi. Fase ini ditandai dengan perubahan kondisi media seperti warna, pH dan temperatur dalam medium. menurut Becker (1994), Gambar 2 adalah kurva pertumbuhan dari mikroalga.



Gambar 3. Kurva pertumbuhan mikroalga.
 Sumber : Isnansetyo dan Kurniastuty (1995)

2.5 Isi Rumen Sapi Cair

Isi rumen sapi cair merupakan salah satu bahan organik yang belum banyak dimanfaatkan dan hanya dibuang saja, sehingga jika tidak segera ditanggulangi dapat mencemari lingkungan. Isi rumen sapi adalah sisa sisa pencernaan yang terdapat dalam perut sapi yang mengandung bahan organik unsur hara N 2,56%, P 0,15% dan K 0,11% (Moehaimin,2017). Menurut Nuswantara, *et al*, (2006), rumen sapi memiliki konsentrasi NH₃ yang diperlukan untuk laju sintesis protein mikroba berkisar 3-8 mg/100 ml cairan rumen komposisi mineral endapan rumen sapi berdasarkan berat kering disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis isi rumen sapi

No	Mineral Padatan Rumen Sapi	Nilai
1	Na (%)	13,47
2	P (%)	2,27
3	Cl (%)	0,60
4	Mn (mg/kg)	14,65
5	Fe (mg/kg)	14,520
6	Beta-N (%)	11,66

Sumber : Wiharyanto dan Rizki (2015)

Isi rumen sapi cair mengandung karbon organik yang cukup tinggi. Menurut Rizki dan Wiharyanto (2015) kandungan TOC rumen sapi sebelum difermentasi sebesar 6,33 (padatan rumen) dan 6,02% (cairan rumen) sedangkan N sesudah fermentasi sebesar 0,73%. Isi rumen berpotensi sebagai pupuk karena mengandung mikroorganisme sehingga mampu meningkatkan nutrisi untuk pertumbuhan. Salah satu cara untuk meningkatkan pertumbuhan adalah mengandung nutrisi baik mikro maupun makro pada lingkungan budidaya. Kandungan nutrisi cukup tinggi karena belum terserap oleh usus halus sehingga nutrisi tidak berbeda dengan bahan bakunya, bahkan menandung asam amino esensial dari protein mikroba.

2.6 Kebutuhan nutrisi *Thalassiosira* sp.

Dalam budidaya mikroalga media kultur digunakan sebagai tempat untuk tumbuh dan berkembang biak. Menurut Suriawira (2002), susunan bahan baik bahan alami maupun bahan buatan yang digunakan untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan dinamakan media. Media yang digunakan dalam budidaya mikroalga berbentuk cair yang didalamnya terkandung beberapa 12 senyawa kimia yang merupakan sumber nutrient untuk keperluan hidupnya. Selanjutnya menurut Christi (2007), pertumbuhan dan perkembangan mikroalga memerlukan berbagai nutrien yang diabsorpsi dari luar (media). Secara garis besar kebutuhan unsur hara bagi kehidupan mikroalga dapat dibagi menjadi dua, yaitu unsur hara makro dan unsur hara mikro.

a) Unsur makro terdiri dari N, P, K, S, Na, Si, dan Ca. Unsur hara makro maupun mikro diberikan dalam bentuk senyawa. Unsur hara makro adalah unsur hara yang diperlukan tanaman dalam jumlah yang relatif banyak. Nitrogen (N) diberikan dalam bentuk NH_4NO_3 , NH_2PO_4 , NH_2SO_4 berfungsi untuk membentuk protein, lemak, dan berbagai senyawa organik lain, pertumbuhan serta pembentukan sel secara vegetatif. Fosfor (P), diberikan dalam bentuk KH_2PO_4 , berfungsi untuk metabolisme energi, sebagai stabilitor membran sel, pengaturan metabolisme alga, pengaturan produksi pati/amilum, pembentukan karbohidrat, sangat penting dalam transfer energi, protein, dan sintesis asam amino. Unsur kalium (K) memperkuat organ alga, memperlancar metabolisme dan memperlancar penyerapan makanan, unsur sulfur (S) berperan dalam pembentukan asam amino dan vitamin, unsur kalsium (Ca) berperan membantu menyusun dinding sel, dan mengatur permeabilitas membran. kalium (K), diberikan dalam bentuk KH_2PO_4 yang berfungsi untuk pemanjangan sel, memperkuat tubuh alga, memperlancar metabolisme dan penyerapan makanan. Unsur S merupakan unsur yang penting untuk pembentukan beberapa jenis protein, seperti asam amino dan vitamin B1.

b) Unsur mikro terdiri dari Fe, Zn, Mn, Cu, Mg, Mo, Co, dan B. Unsur mikro adalah unsur hara yang diperlukan mikroalga dalam jumlah yang sedikit namun harus ada dalam media pertumbuhannya. Unsur Fe biasanya diberikan dalam bentuk senyawa FeCl_3 , berfungsi sebagai penyangga kestabilan pH media dan berperan

dalam pembentukan klorofil. (Mn) berperan sebagai aktivator enzim, unsur (Zn) berperan sebagai aktivator enzim dan penyusun klorofil, unsur (Cu) berperan sebagai bagian enzim fenolase, laktase, dan askorbat oksidase, unsur (B) berfungsi dalam translokasi karbohidrat, sebagai aktivator dan inaktivator zat pengatur tumbuh, unsur (Cl) berperan sebagai ion yang berpengaruh terhadap aktivitas enzim, (Mo) berperan dalam membentuk enzim reduktase, sintesis asam askorbat dan ikut dalam metabolisme fosfor. magnesium (Mg) diberikan dalam bentuk $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ berperan dalam pembentukan klorofil, pembentukan karbohidrat, lemak, vitamin, dan untuk meningkatkan kandungan fosfat serta pembentukan protein. Menurut Vonshak, *et al.* (2004) dan Sanchez Luna, *et al.* (2006), kualitas kandungan nutrisi pada mikroalga berkaitan dengan komposisi nutrisi di media kultur dan parameter kualitas airnya. Perbedaan kualitas air dan media kultur diduga mengakibatkan perbedaan kandungan nutrisi pada mikroalga yang dihasilkannya. Hal ini berkaitan dengan kebutuhannya akan makro dan mikronutrien untuk kehidupannya. Selain itu mikroalga juga memerlukan mikro nutrisi organik berupa unsur vitamin yang mampu menunjang pertumbuhannya, antara lain cobalamin (B12), thiamin (B1) dan biotin. serta menurut Jati, *et al.* (2012), perbedaan media kultur sangat berpengaruh terhadap kandungan nutrisi yang dihasilkan.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari- Maret 2021 bertempat di CV. Krakatau Haura Baraka Merak Belantung, Kalianda, Lampung Selatan.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada saat penelitian disajikan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Tabel 2. Alat yang digunakan selama penelitian

No.	Nama Alat	Fungsi / Kegunaan
1.	Botol kaca	Wadah kultur mikroalga.
2.	Kertas saring	Menyaring sempel
3.	Blower	Suplai oksigen
4.	Instalasi Aerasi	Penyalur oksigen
5.	Termometer	Pengukuran suhu
6.	pH meter	Pengukuran Ph
7.	Erlenmeyer	Wadah pengukur sampel air
8.	Mikroskop	Mengamati mikroalga
9.	<i>Haemocytometer</i>	Penghitung kepadatan mikroalga
10.	Refraktometer	Mengukur salinitas
11.	Botol Film	Wadah sampel

Tabel 2. Lanjutan

No	Nama alat	Fungsi / Kegunaan
12.	Lampu TL 36 watt	Sumber cahaya
13.	Wadah penampungan	Tandon air
14.	Tissue	Untuk mengeringkan alat yang basah

Tabel 3. Bahan-bahan yang digunakan selama penelitian

No.	Nama Bahan	Keterangan
1.	Bibit <i>Thalassiosira</i> sp	Dengan kepadatan 10^4 ind/ml
2.	Air laut steril	Media pemeliharaan
3.	Isi rumen sapi cair	100 ml
4.	Pupuk <i>conwy</i>	50 ml
5.	Aquadest	5 liter
6.	Silikat sintesis	50 ml
7.	Alkohol	2 Liter

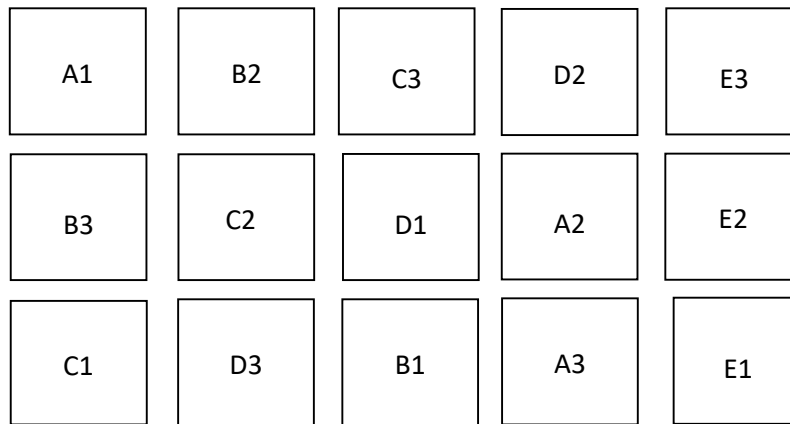
3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini dilakukan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL), terdiri atas tiga perlakuan dan tiga ulangan seperti berikut :

1. Perlakuan A : penambahan pupuk *conwy* (kontrol) 1 ml/l air laut.
2. Perlakuan B : penambahan isi rumen sapi cair 1 ml/l air laut.
3. Perlakuan C : penambahan isi rumen sapi cair 10 ml/l air laut.
4. Perlakuan D : penambahan isi rumen sapi cair 1 ml+0,4 gr NaNO_3 /l air laut.
5. Perlakuan E : penambahan isi rumen sapi cair 10 ml+0,4 gr NaNO_3 /l air laut.

Karena *Thalassiosira* sp., adalah diatom maka pada setiap perlakuan ditambahkan silika sebanyak 1 ml/l air laut.

Skema tata letak wadah kultur *Thalassiosira* sp. dapat dilihat pada gambar 4 sebagai berikut :



Gambar 4. Tata letak wadah kultur

3.4 Prosedur Penelitian

a. Sterilisasi alat dan bahan

Sterilisasi adalah proses untuk menginaktivasi total mikroba hidup (Bangun *et al.*, 2015). Peralatan kultur disterilisasi dengan cara dicuci menggunakan sabun sampai bersih lalu dikeringkan sampai benar-benar kering, kemudian disemprot dengan alkohol 70% dan dikeringkan kembali. Peralatan seperti selang aerasi setelah benar-benar kering dikukus selama ± 15 menit lalu dibiarkan mendingin dan kering baru digunakan.

Sterilisasi air laut menggunakan khlorin, dengan cara air laut disaring dengan kapas yang diletakkan dalam corong air, kemudian disterilkan dengan khlorin 60 ppm selama 24 jam. Air laut yang sudah steril disimpan dalam wadah yang tidak tembus cahaya dan tertutup rapat. Setelah sterilisasi, air laut kemudian direbus hingga mendidih selama 15 menit, didinginkan ± 24 jam, dan siap digunakan (Bangun *et al.*, 2015). Jika setelah sterilisasi terjadi peningkatan salinitas, dilakukan penurunan salinitas dengan menambahkan air tawar hingga salinitas yang dibutuhkan.

b. Persiapan isi rumen sapi cair sebagai media alternatif

1. Isi rumen sapi cair dikukus selama 15-20 menit
2. Dianalisis kandungan N dan P - nya
3. Isi rumen sapi siap digunakan

c. Persiapan starter *Thalassiosira* sp.

Starter *Thalassiosira* sp. diperoleh dari PT. Central Proteina Prima, Merak Belantung, Kalianda, Lampung Selatan. Selanjutnya *Thalassiosira* sp dikultur pada media *conwy*. Penyediaan ini bertujuan untuk stok penelitian *Thalassiosira* sp. Kultur dilakukan selama 2 hari untuk mencapai fase eksponensial. Pengukuran kepadatan awal diatom *Thalassiosira* sp. sebagai inokulum menggunakan mikroskop dan *haemocytometer*. Jika inokulum terlalu padat, maka dilakukan pengenceran (Jati *et al.*, 2012) dengan rumus sebagai berikut :

$$V1 = \frac{V2 \times N1}{N2}$$

Keterangan :

V1 : Volume bibit yang diperlukan untuk penebaran awal (ml)

V2 : Volume air media yang akan digunakan (ml)

N1 : jumlah stok *Thalassiosira* sp. (sel/ml)

N2 : jumlah *Thalassiosira* sp yang diinginkan (sel/ml)

3.5 Parameter yang diukur

1. Kepadatan *Thalassiosira* sp

Perhitungan kepadatan *Thalassiosira* sp dilakukan setiap hari pada pukul 10.00 WIB hingga hari akhir penelitian. Alat yang digunakan dalam penghitungan ialah mikroskop dan *haemocytometer*. Cara penggunaan dengan cara meneteskan sampel diatom diatas permukaan *haemocytometer* dan ditempel dengan kaca preparat

dengan perbesaran mikroskop 10x. dalam perhitungan menggunakan 4 bidang pandang menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{jumlah (sel/ml)} = \frac{n}{\text{jumlah bidang pandang}} \times 10^4$$

keterangan :

n = jumlah rata rata fitoplankton yang diperoleh dari hasil pengamatan

jumlah bidang pandang = 4

2. Kandungan Protein *Thalassiosira* sp

Analisis proksimat protein *Thalassiosira* sp dari setiap perlakuan dilakukan pada hari akhir penelitian. Metode yang digunakan ialah metode kjeldhal dengan cara titrasi yang dilakukan di Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian, Politeknik Negeri Lampung.

3. Pengukuran Diameter Diatom

Pengukuran diameter diatom dilaksanakan di hari akhir penelitian menggunakan mikroskop dan lensa objektif okuler dengan perbesaran 10x. Lensa objektif okuler dipasang lalu dikalibrasi, setelah dikalibrasi lalu teteskan sampel ke kaca pre-parat. yang dilakukan di Laboratorium Budidaya Perikanan, Jurusan Perikanan dan Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

4. Parameter Kualitas Air

Kualitas air yang diukur adalah suhu, pH, dan salinitas. Pengukuran suhu dilakukan menggunakan termometer, pengukuran pH dengan menggunakan pH paper, dan pengukuran salinitas menggunakan refraktometer. Pengukuran kualitas air dilakukan setiap hari pada pagi, siang dan sore hari.

5. Analisis Data

Data kepadatan *Thalassiosira* sp. diuji normalitas dan homogenitas. Jika data berdistribusi normal dan homogen dilanjutkan dengan uji sidik ragam (anova) dengan tingkat kepercayaan 95%. Jika terdapat hasil yang berbeda nyata, maka dilanjutkan dengan uji Duncan dengan menggunakan program SPSS.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Penggunaan cairan isi rumen sapi dengan penambahan NaNO_3 dosis berbeda sebanyak 1 ml/l air laut (perlakuan D) dan 10 ml/l air laut (perlakuan E) dapat digunakan sebagai sumber nutrisi pada hari ke-3 dalam kultur *Thalassiosira* sp. dan menghasilkan kandungan protein dan ukuran sel *Thalassiosira* sp yang dikultur menggunakan cairan isi rumen sapi hampir sama dengan perlakuan pupuk *conwy* .

5.2 Saran

Penggunaan cairan isi rumen sapi sebanyak 1 ml/l air laut yang ditambahkan NaNO_3 (perlakuan D) dan penambahan rumen sapi cair sebanyak 10 ml/l air laut yang ditambahkan NaNO_3 (perlakuan E) dipanen di hari ke-3.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Andersen, R. A. 2005. *Algal Culturing Technique*. Elsevier Academic Press. UK. 577 hlm.
- Bangun, H. H., Hutabarat, S., dan Ain, C. 2015. Perbandingan laju pertumbuhan *Spirulina platensis* pada temperatur yang berbeda dalam skala laboratorium. *Diponegoro Journal of Marine*, 4 (1) : 74–81.
- Balai Budidaya Laut. 2002. *Budidaya Fitoplankton dan Zooplankton*. Balai Budidaya Laut Lampung. 49 hlm.
- Beccerril, M.A. dan Moheimani, N.R. 2008. *Algae for Biofuel and Energy*. Springer. New York. 17-28 hlm.
- Becker, E.W. 1994. *Microalgae Biotechnology and Microbiology*. Cambridge University Press. Melbourne. 293 hlm.
- Bengtso S. 2003. Biodiesel dari mikroalgae laut: potensi dan tantangan. *Oseana*. 35 (2) : 15-24 .
- Chisti, Y. 2007. Biodiesel from microalgae. *Biotechnology Advances* 25 (3) :294-306.
- Darsono dan Siswandoko. 2011. *Manajemen Sumber Daya Manusia Abad 21*. Nusantara Consulting. Jakarta. 231 hlm.
- Fachrullah, M. R. 2011. *Laju Pertumbuhan Mikroalga Penghasil Biofuel Jenis *Chlorella sp.* dan *Nannochloropsis sp.* yang Dikultivasi Menggunakan Air Limbah Hasil Penambangan Timah di Pulau Bangka.*(Skripsi).Institut Pertanian Bogor.Bogor. 49 hlm.
- Gunawan. 2010. *Keragaman dan Karakterisasi Mikroalga dari Sumber Air Panas yang Berpotensi sebagai Sumber Biodiesel* Fakultas Matematika dan Pengetahuan Alam.(Skripsi). Institut Pertanian Bogor.Bogor.71 hlm.

- Irianto, D. 2011. *Pemanfaatan Mikroalga Laut Scenedesmus sp sebagai Penyerap Bahan Kimia Berbahaya Dalam Air Limbah Industri*. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor. 65 hlm.
- Junda, M., Hasrah., dan Yuli, H. 2012. Identifikasi genus fitoplankton pada salah satu tambak udang di Desa Bontomate'ne Kecamatan Segeri Kabupaten Pangkep. *Jurnal Bionature*. 13 (2): 108-115.
- Kurniastuty dan Isnansetyo, A. 1995. *Teknik Kultur Phytoplankton dan Zooplankton*. Kanisius. Yogyakarta. 240 hlm.
- Mitra, A., Kevin. B., dan Anton. G. 2013. *Introduction of Marine Plankton*. Daya Publishing House. New Delhi. 57 hlm.
- Muhaimin, M. 2011. Lipid production of *Nanochloropsis* under environmental stress. *Jurnal Penelitian Sains*. 14 (3) : 61-62.
- Nuswantara, L. K., M. Soejono, R. Utomo, B. P. Widyobroto, dan Hari, H. 2006. Parameter fermentasi rumen pada sapi peranakan *Friesian holstein* yang diberi pakan basal jerami padi dengan suplementasi sumber nitrogen dan energi yang berbeda. *Jurnal Pengembangan Peternakan Tropis*. 31 (2) :268-275.
- Panjaitan, A. S., Wahyu. H., dan Siti, H. 2014. Pemeliharaan larva udang dengan pemberian jenis fitoplankton yang berbeda. *Jurnal Manajemen Perikanan dan Kelautan*. 1 (1) : 1-12.
- Rosmaya, D. 2017. Produktivitas minyak dan kandungan asam lemak *Thalassiosira* sp. yang di kultivasi dengan makronutrien pupuk. *Jurnal Kimia dan Pendidikan*. 2 (2): 222-234.
- Sánchez Luna, L. D., R. P. Bezerra, M.C. Matsudo, S. Sato, Alex. C., dan Jacob. C. 2006. Influences of pH, temperature and urea molar flow-rate on *Arthrospira Platensis* fed-batch cultivation: a kinetic and thermodynamic approach. *Biotechnology and Bioengineering*. 96 (4): 702-711.
- Satyantini, W. H dan Edi. D. 2008. *Diktat Penuntun Praktikum Budidaya Pakan Alami*. Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga. Surabaya. 28 hlm.
- Suriawiria, U. 1987. *Biomassa Alga Peran dan Manfaat Chlorella*. Kursus Singkat Dasar Teknologi Fermentasi. PAU Bioteknologi ITB. Bandung. 145 hlm.
- Taw Nyan, D. R. 1990. *Petunjuk Pemeliharaan Kultur Murni dan Massal Mikro-mikroalga. Proyek Pengembangan Budidaya Udang*. United Nations Development Programme Food dan Agriculture Organization Of The United Nations. US. 34 hlm.

- Vonshak, A. S., Boussiba, Alex. A., dan Albert, R. 2004. Production of *Spirulina platensis* biomass: maintenance of monoalgal culture outdoors. *Biotech and Bioengineering*. 25(2): 293-341.
- Wiharyanto, dan Wahyu, S. 2002. *Biologi Fitoplankton. dalam Budidaya Fitoplankton dan Zooplankton*. Balai Budidaya Laut. Direktorat Perikanan Budidaya. 112 hlm.