

**PEMANFAATAN LIMBAH CAIR PT. PUPUK ISKANDAR MUDA (PIM)
TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN
BUAH NAGA (*Hylocereus Undatus*)**

SKRIPSI

Oleh:

DIANA ANGGRAEYANI
NIM. 140703024

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Biologi**



**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
DARUSSALAM – BANDA ACEH
TAHUN 2019 M / 1440 H**

**PEMANFAATAN LIMBAH CAIR PT. PUPUK ISKANDAR MUDA (PIM)
TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN
BUAH NAGA (*Hylocereus Undatus*)**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains
dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh**

Oleh:

DIANA ANGGRAEYANI
NIM. 140703024

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Biologi**



**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
DARUSSALAM –BANDA ACEH
TAHUN 2019 M / 1440 H**

PERSETUJUAN PEMBIMBING SKRIPSI

**PEMANFAATAN LIMBAH CAIR PT. PUPUK ISKANDAR MUDA (PIM)
TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN
BUAH NAGA (*Hylocereus undatus*)**

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains
dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh**

Oleh :

Nama : Diana Anggraeyani
Nim : 140703024
Program Studi : Biologi

Disetujui oleh :

Pembimbing I



Dr. Hasannuddin, M.Si
NIDN : 0017076402

Pembimbing II



Feizia Huslina, M.Sc
NIDN : 2012048701

PENGESAHAN TIM PENGUJI

**PEMANFAATAN LIMBAH CAIR PT. PUPUK ISKANDAR MUDA (PIM)
TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN
BUAH NAGA (*Hylocereus undatus*)**

**Telah Diuji Panitia Ujian Munaqasah Skripsi
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dan Dinyatakan Lulus
Serta Diterima sebagai Salah Satu Beban Studi Program
Sarjana (S - 1) dalam Ilmu Biologi**

Pada Hari / Tanggal

**Jum'at, 11 Januari 2019 M
05 Jumadil Awal 1440 H**

Panitia Ujian Munaqasah Skripsi

Ketua ,

**Dr. Hasanuddin, M.Si
NIDN : 0017076402**

Sekretaris,

**Ilham Zulfahmi, M.Si
NIDN :1316078801**

Penguji I,

**Lina Rahmawati, M.Si
NIDN : 2027057503**

Penguji II,

**Feizia Huslina, M.Sc.
NIDN : 2012048701**

Mengetahui,

**Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Ar-Raniry Banda Aceh**



**Dr. Azhar Amsal, M.Pd
NIDN : 2001066802**

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH / SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Diana Anggraeyani

NIM : 140703024

Program Studi : Biologi

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : Pemanfaatan Limbah Cair PT.Pupuk IskandarMuda (PIM)

Terhadap Pertumbuhan Tanaman Buah Naga (*Hylocereus undatus*)

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya :

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan.
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain.
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya.
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data.
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini.

Bila di kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat mempertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di fakultas sains dan teknologi UIN Ar-Raniry .

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.



Banda Aceh, 2019
Yang Menyatakan

(Signature)
(Diana Anggraeyani)

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah rabbil alamin, puji syukur kepada Allah Yang Maha Esa, yang telah memberikan rahmat, hidayah, nikmat dan kemudahan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir. Tak lupa pula selawat dan salam kepada Rasulullah SAW., karena beliau telah membawa kita kealam yang penuh dengan ilmu pengetahuan seperti sekarang ini. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan untuk menyelesaikan studi di Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh. Dengan judul tugas akhir yaitu, “**Pemanfaatan Limbah Cair PT. Pupuk Iskandar Muda (PIM) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Buah Naga (*Hylocereus undatus*).**”.

Penulis mengucapkan terima kasih tak terhingga kepada Bapak Dr. Hasanuddin, M.Si selaku Pembimbing I dan Ibu Feizia Huslina, M.Sc selaku Pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberi bimbingan dan arahan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Semoga selalu dalam lindungan Allah SWT.

Selanjutnya pada kesempatan ini penulis juga ingin menyampaikan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu kelancaran penulisan tugas akhir ini, yaitu kepada:

1. Bapak Adnan, S.Pd. selaku ayahanda dan ibu Nilawati, S.Pi selaku ibunda dari penulis, yang telah merawat, mendidik, membesarkan, mendoakan, memotivasi, memenuhi kebutuhan saya dengan penuh cinta dan kasih sayang, serta adik - adik tersayang yang selalu menyemangati penulis untuk segera menyelesaikan Tugas Akhir yaitu Desy Safrida, Deva Juliana Andilla dan Muhammad Qadavi, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh sebagai Bapak Dr. Azhar, S.Pd., M.Pd dan Wakil Dekan di lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry yang telah membantu penulis untuk mengadakan penelitian yang diperlukan dalam penulisan skripsi ini.

3. Ibu Lina Rahmawati, M.Siselaku Ketua Prodi dan Bapak Muslich Hidayat, M.Si selaku Sekretaris Prodi Biologi, serta para dosen dan staf Prodi Biologi yang telah banyak berjasa dalam proses perkuliahan sehingga penulis dapat menyelesaikan Pendidikan S1.
4. Bapak Budi Hasibuan, S.T, yang telah memberikan izin penelitian kepada penulis dan yang telah membantu penulis dalam pengumpulan data penelitian yang diperlukan dalam penulisan skripsi ini.
5. Seluruh karyawan yang telah membantu penulis menemukan rujukan-rujukan dalam menyelesaikan skripsi ini.
6. Teman-teman yang saya cintai, Aderika Arfia Fitri, Furqan Maghfiriadi, Delvia Rahmi, Mahyana, Nur Amalina Marfani, Maula Latifah, Elvia Sandi, Nurhayati, Sariwida, Fitria Nelda Fautama, Zikrina Rahmi, Yunina Rahmi, Muhammad Rizqan, Feri Sandria, Muhammad Anas, Mawardi Abdullah, Muhammad Raseuki, Muziarah, Januardi dan teman-teman angkatan 2014 lainnya yang tidak mungkin disebutkan satu persatu.

Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini bisa bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan penulis pada khususnya. Penulis menyadari bahwa dalam pengerjaan dan penulisan tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan. Karena itu, penulis menerima kritik dan saran yang membangun dari semua pihak untuk kesempurnaan tugas akhir ini. Akhir kata penulis sampaikan terimakasih.

Banda Aceh, 11 Januari 2019

Penulis,

Diana Anggraeyani

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	ii
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	7
C. Tujuan Penelitian	7
D. Manfaat Penelitian	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
A. Limbah Cair	9
1. Karakteristik Limbah Cair	12
2. Landasan Hukum Limbah Cair PT. PIM	18
3. Baku Mutu Limbah Cair PT. PIM.....	19
B. Tanaman Buah Naga	23
1. Deskripsi Tanaman Buah Naga	23
2. Klasifikasi Tanaman Buah Naga	25
3. Morfologi Tanaman Buah Naga.....	26
4. Kandungan dan Manfaat Tanaman Buah Naga.....	27
5. Syarat Tumbuh Tanaman Buah Naga	30
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	35
A. Tempat dan Waktu Penelitian.....	35
B. Alat dan Bahan Penelitian	35
C. Rancangan Penelitian	37
D. Desain Penelitian.....	37

E. Prosedur Penelitian.....	38
F. Parameter yang Diukur.....	39
G. Penyiraman Tanaman Buah Naga	40
H. Teknik Analisis Data	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	43
A. Data Hasil Pengamatan.....	43
B. Pembahasan	49
BAB V PENUTUP	54
A. Kesimpulan	54
B. Saran.....	54
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN	59
RIWAYAT HIDUP PENULIS	60

DAFTAR TABEL

Tabel	Hal
Tabel 2.1. Baku Mutu Air Limbah bagi Usaha dan atau Kegiatan Industri Pupuk	18
Tabel 2.2. Baku Mutu Limbah Cair PT. Pupuk Iskandar Muda.....	20
Tabel 2.3. Baku Mutu Konsentrasi Parameter Air Pendingin	20
Tabel 2.4. Baku Mutu Paling Tinggi Harian Air Limbah	21
Tabel 2.5. Baku Mutu Kualitas Air Laut.....	21
Tabel 3.1. Alat Alat Penelitian	35
Tabel 3.2. Bahan – Bahan Penelitian	36
Tabel 3.3. Desain Perlakuan.....	37
Tabel 4.1. Pertumbuhan Tinggi Batang Tanaman Buah Naga (<i>Hylocereus undatus</i>).....	43
Tabel 4.2. Analisis Sidik Ragam Pertumbuhan Tinggi Batang Tanaman Buah Naga (<i>Hylocereus undatus</i>)	44
Tabel 4.3. Uji BNt Pertumbuhan Tinggi Batang..	45
Tabel 4.4. Pertumbuhan Jumlah Cabang Tanaman Buah Naga (<i>Hylocereus undatus</i>).....	45
Tabel 4.5. Analisis Sidik Ragam Jumlah Cabang Tanaman Buah Naga (<i>Hylocereus undatus</i>).....	46
Tabel 4.6. Uji BNt Pertumbuhan Jumlah Cabang..	46
Tabel 4.7. Pertumbuhan Diameter Batang Tanaman Buah Naga (<i>Hylocereus undatus</i>).....	47
Tabel 4.8. Analisis Sidik Ragam Diameter Batang Tanaman Buah Naga (<i>Hylocereus undatus</i>).....	48
Tabel 4.9. Uji BNt Pertumbuhan Diameter Batang..	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Hal
Gambar 4.1. Grafik Pertumbuhan Tinggi Batang Tanaman Buah Naga (<i>Hylocereus undatus</i>).....	41
Gambar 4.2. Grafik Pertumbuhan Jumlah Cabang Tanaman Buah Naga (<i>Hylocereus undatus</i>).....	46
Gambar 4.3. Grafik Pertumbuhan Diameter Tanaman Buah Naga (<i>Hylocereus undatus</i>).....	48

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Hal
Lampiran 1. Tempat Pembuangan Limbah PT. Pupuk Iskandar Muda (PIM).....	59
Lampiran 2. Pengamatan Pertumbuhan Tanaman Buah Naga (<i>Hylocereus undatus</i>).....	60
Lampiran 3. Hasil Perhitungan Manual Pertumbuhan Tanaman Buah Naga <i>Hylocereus undatus</i>)	64

ABSTRAK

Nama : Diana Anggraeyani
NIM : 140703024
Program Studi : Biologi Fakultas Sains dan Teknologi (FST)
Judul : Pemanfaatan Limbah Cair PT. Pupuk Iskandar Muda (PIM) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Buah Naga (*Hylocereus undatus*)
Tanggal Sidang : 11 Januari 2019 / 5 Jumadil Awal 1440 H
Tebal Skripsi : 83 Halaman
Pembimbing I : Dr. Hasanuddin., M.Si
Pembimbing II : Feizia Huslina., M.Sc
Kata Kunci : PT. Pupuk Iskandar Muda (PIM), Limbah Cair, Tanaman Buah Naga (*Hyloceus undatus*)

PT. Pupuk Iskandar Muda (PIM) merupakan perusahaan pupuk urea yang memiliki hasil samping berupa limbah cair yang dapat mencemari lingkungan. Salah satu cara mengurangi limbah cair PT PIM adalah dengan memanfaatkan sisa urea untuk pertumbuhan tanaman buah naga (*Hylocereus undatus*) oleh para petani sebagai pengganti pupuk. Pertanyaan peneliti pada skripsi ini adalah apa pengaruh dari limbah cair PT. PIM terhadap pertumbuhan buah naga (*Hylocereus undatus*) dan berapa konsentrasi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan yang optimal tanaman buah naga (*Hylocereus undatus*). Penelitian ini menggunakan metode RAK (Rancangan Acak Kelompok) dengan 5 perlakuan dan 3 kali ulangan. Masing-masing perlakuan dengan dosis yang berbeda yaitu P0 sebagai kontrol (tanpa limbah), P1 sebanyak 150 ml, P2 sebanyak 300 ml, P3 sebanyak 450 ml, dan P4 sebanyak 600 ml. Percobaan ini dilakukan pada 15 tanaman. Perlakuan dilakukan setiap hari jam 08.00 WIB. Pengamatan dilakukan setiap 10 hari sekali dengan mengukur tinggi batang, diameter batang dan menghitung jumlah cabangnya. Penelitian dinyatakan selesai dengan munculnya bunga pada salah satu tanaman. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa tinggi batang, jumlah cabang dan diameter batang tanaman buah naga (*Hyloceus undatus*) mengalami pertumbuhan paling optimal pada konsentrasi 600 ml limbah cair. Sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi limbah cair semakin optimal pula pertumbuhan tanaman buah (*Hyloceus undatus*).

ABSTRACT

Nama : Diana Anggraeyani
NIM : 140703024
Program Studi : Biologi Fakultas Sains dan Teknologi (FST)
Judul : Pemanfaatan Limbah Cair PT. Pupuk Iskandar Muda (PIM) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Buah Naga (*Hylocereus undatus*)
Tanggal Sidang : 11 Januari 2019 / 5 Jumadil Awal 1440 H
Tebal Skripsi : 83 Halaman
Pembimbing I : Dr. Hasanuddin., M.Si
Pembimbing II : Feizia Huslina., M.Sc
Kata Kunci : PT. Pupuk Iskandar Muda (PIM), Limbah Cair, Tanaman Buah Naga (*Hyloceus undatus*)

PT. Pupuk Iskandar Muda (PIM) is an urea fertilizer company which has a by-product in the form of liquid waste which can pollute the environment. One way to reduce PT PIM's liquid waste is by utilizing the remaining urea for the growth of dragon fruit plants (*Hylocereus undatus*) by farmers as a substitute for fertilizer. The researcher's question in this thesis is what the effect of liquid waste from PT. PIM on the growth of dragon fruit (*Hylocereus undatus*) and how many concentrations are needed for optimal growth of dragon fruit plants (*Hylocereus undatus*). This study used the RAK method (Randomized Block Design) with 5 treatments and 3 replications. Each treatment with different doses, namely P0 as a control (without waste), P1 as much as 150 ml, P2 as much as 300 ml, P3 as much as 450 ml, and P4 as much as 600 ml. This experiment was carried out on 15 plants. Treatment is carried out every day at 08.00 WIB. Observations are carried out every 10 days by measuring stem height, stem diameter and counting the number of branches. The research was declared completed with the appearance of flowers on one of the plants. The results of this study prove that stem height, branch number and diameter of dragon fruit plant stems (*Hyloceus undatus*) experienced the most optimal growth at a concentration of 600 ml of liquid waste. So it can be concluded that the higher the concentration of liquid waste the more optimal the growth of fruit plants (*Hyloceus undatus*).

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

PT. Pupuk Iskandar Muda (PIM) adalah perusahaan penghasil pupuk urea yang menjadi anak perusahaan PT. Pupuk Indonesia (Persero) di bawah BUMN yang bergerak di bidang industri kimia. Kebutuhan pupuk urea di kawasan Indonesia bagian barat yang secara geografis termasuk kawasan pertanian menjadi tujuan dasar PT. PIM didirikan, setelah sebelumnya kebutuhannya dirintis oleh PT. Pusri Palembang. Kehadiran PT.PIM di wilayah Sumatera Utara dan beberapa wilayah lainnya (provinsi Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Riau, Kepulauan Riau, dan Kalimantan Barat) dapat memenuhi kebutuhan pupuk untuk petani dan perkebunan yang sangat luas¹.

PT. PIM yang berada di Provinsi Aceh terletak di Krueng Geukuh Kabupaten Aceh Utara pada koordinat geografis 5,0° LU and 97,03 °C BT. PT. PIM yang bergerak pada bidang usaha industri kimia, pupuk urea, dan ammonia telah diberi izin pertama kali oleh Menteri Perindustrian dan Perdagangan RI padatahun 1993². PT. PIM dan PT. *Asean Aceh Fertilizer*(AAF) memproduksi pupuk urea yang bahan baku utamanya berupa amoniak dan karbondioksida. Limbah yang dihasilkan diantaranya juga mengandung amoniak. Jika amoniak dibuang langsung ke dalam air laut akan menyebabkan pH air laut tinggi. Oleh

¹Sustainability Report. 2016. *Ikhtisar Kinerja Berkelanjutan*. Laporan Berkelanjutan Ini Memberikan Gambaran Yang Jelas, Positif Dan Benar Mengenai Perusahaan Sebagai Informasi Yang Perlu Diketahui Oleh Pihak Terkait.Pt. Pupuk Iskandar Muda. Hal.7.

²Ichsan Setiawan, Syarifah Meurah Yuni, Mariana, Yopi Ilhamsyah . 2017. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana (SNP) Unsyiah*, Banda Aceh, Indonesia. Hal.11

karena itu, sebelum dibuang ke dalam air laut amoniak tersebut terlebih dahulu direaksikan dengan asam sulfat (H_2SO_4) yang bertujuan untuk menurunkan pH limbah itu sendiri³.Limbah adalah bahan yang terbuang atau dibuang dari suatu aktivitas manusia atau proses alam yang tidak atau belum mempunyai nilai ekonomi, tetapi justru memiliki dampak negatif, yaitu proses penimbunan dan pembersihannya memerlukan biaya serta efeknya dapat mencemari lingkungan.

Hubungan manusia dengan lingkungan dijelaskan dalam Islam. Islam merupakan agama yang memandang tentang hubungan manusia dengan alam. Islam merupakan agama yang memandang lingkungan sebagai bagian tak terpisahkan dari keimanan seseorang terhadap Tuhan. Dengan kata lain, perilaku manusia terhadap alam lingkungannya merupakan manifestasi dari keimanan seseorang.

Allah SWT berfirman Q.S. Ar-Rum (30):41 :

جَعُونَ لَعَلَّهُمْ يَعْمَلُوا الَّذِي بَغَضَ نَبِيَّهُمْ إِلَيَّ النَّاسِ أُنْذِي كَسَبَتْ بِمَا وَالْبَحْرُ الْبَرِّ فِي الْفَسَادِ ظَهَرَ

Artinya: “Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)”⁴.

Firman Allah SWT di dalam surat Ar Ruum ayat 41 menekankan agar manusia berlaku ramah terhadap lingkungan (*environmental friendly*) dan tidak berbuat kerusakan di muka bumi ini. Untuk mengantisipasi potensi dampak tersebut, maka perlu upaya mengurangi limbah, baik dari aspek kebijakan pemerintah dalam rangka menekan jumlah air limbah domestik yang dihasilkan

³Ratna Unaida1. 2015. *Keragaman Plankton Di Lagun Pembuangan Limbah Cair Pabrik Pt.Pupuk Iskandar Muda (Pim) Dan PT. Asean Aceh Fertilizer (AAf)*. Issn: 2302-1705 Jesbio Vol. IV No. 2. Hal.34

⁴Departemen Agama RI, 1996:326. *Q.S. Ar-Rum (30):41*

maupun dari aspek ilmu pengetahuan dan teknologi guna mendapatkan berbagai alternatif teknologi pengolahan limbah yang efektif dan efisien.

Umumnya, limbah terdiri dari limbah padat, cair, dan gas⁵. Salah satu limbah yang sering didapat pada lingkungan adalah limbah cair. Limbah cair memiliki kandungan yang berbahaya bagi lingkungan, sehingga perlu diolah dengan baik. Salah satu jenis limbah cair adalah limbah yang berasal dari industri pupuk berupa limbah cair urea. Limbah cair urea adalah limbah buangan dari pabrik pembuatan pupuk urea dalam bentuk cair. Limbah cair pabrik pupuk urea terdiri dari urea dan amonium yang masing-masing mempunyai konsentrasi berkisar antara 1500-10000 ppm dan 400-3000 ppm⁶. Urea merupakan senyawa kimia berbasis nitrogen yang disintesis dari reaksi antara ammonia dengan karbondioksida pada kisaran temperatur dan tekanan tertentu. Produksi setiap ton urea dibutuhkan air sebanyak 12 m³ dan menghasilkan limbah cair sebesar 2,3 m³⁷.

Limbah cair yang dihasilkan pada suatu perusahaan penghasil pupuk yang mengandung amonium, karbondioksida dan urea. Biasanya di dalam aliran limbah, kandungan amonium berkisar antara 2–9% berat limbah, karbondioksida

⁵Wildan Djaja. 2008. *Langkah Jitu Membuat Kompos dari Kotoran Ternak & Sampah*. Jakarta: Agromedia.

⁶Darmadi. 2008. Pengolahan Limbah Cair Pabrik Pupuk Urea Menggunakan Advanced Oxidation Processes. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan* Vol. 10, No. 1, Hlm. 1 - 6, Juni 2014 ISSN 1412-5064.

⁷Swaminathan, B., Goshwani, M., Singh, A. K. 2005. *Water conservation in Indian fertilizer industry*, IFA Technical Committee Meeting, Egypt.

0,8–6% berat limbah dan urea 0,3–1,5% berat limbah⁸. Limbah ini berasal dari sejumlah unit yang terdapat dalam urea yang dibuang ke tempat penampungan dan pengolahan limbah. Limbah ini membutuhkan pengolahan agar tidak mencemari lingkungan⁹ dan dapat digunakan sebagai pengganti pupuk bagi tanaman.

Salah satu pupuk yang sering digunakan petani adalah pupuk urea. Pupuk urea merupakan salah satu kebutuhan dalam jumlah yang cukup besar bagi petani. Berdasarkan survei lapangan sering ditemukan distribusi pupuk urea pada masa tanam biasanya menghilang dari pasaran, sehingga para petani bercocok tanam hanya mengandalkan unsur hara yang masih tertinggal di dalam tanah. Akibatnya produksi yang dihasilkan semakin berkurang. Selain itu, harga pupuk urea semakin tinggi¹⁰.

Senyawa urea yang terkandung dalam pupuk mengandung unsur nitrogen yang merupakan bahan makanan bagi tanaman. Pembuatan pupuk urea menghasilkan limbah cair yang masih mengandung urea yang cukup tinggi, yaitu sekitar 10%¹¹. Selain urea cair, juga mengandung ammonia dan karbamat yang tidak stabil, dimana karbamat ini mudah sekali terdegradasi kembali menjadi

⁸Rahimpour, M. R., Mottaghi, H. R. 2010. Enhancement of urea, ammonia and carbon dioxide removal from industrial wastewater using a cascade of hydrolyser–Desorber Loops, *Chemical Engineering Journal*, 160, 594–606. Hal. 13

⁹*Ibid.* Hal. 17

¹⁰Hanafiah, K. 2005. *Dasar–Dasar Ilmu Tanah*. PT. Rajagrafindo Persada. Jakarta. Hal. 17.

¹¹Gusni Susanti. 2016. Analisis Pengaruh Limbah Cair Urea yang Diaplikasikan secara Langsung Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Cabai. *Jurnal Galung Tropika*. Vol.5, No.1. Hal.1.

ammonia dan CO₂¹². Oleh karena itu diperlukan pengelolaan limbah dengan memanfaatkannya sebagai pengganti pupuk bagi tanaman.

Setiap tanaman memerlukan jumlah hara dalam komposisi yang berbeda-beda, pengetahuan tentang pengaruh pH terhadap pola ketersediaan hara tanah dapat digunakan sebagai acuan dalam pemilihan tanaman yang sesuai pada suatu jenis tanah. Melalui berbagai penelitian telah diketahui bahwa tanaman tertentu mempunyai kisaran pH ideal tertentu pula. Begitu pula dengan tanaman buah naga (*Hylocereus undatus*).

Pemanfaatan limbah perlu dilakukan untuk mengurangi pencemaran lingkungan, seperti limbah cair yang dapat digunakan sebagai media pupuk organik. Pupuk dapat bermanfaat untuk kesuburan tanaman. Firman Allah dalam Al-Qur'an Surat Al- A'raaf ayat 58:

بِشْكُرُونَ قَوْمِ لَآ آيَاتِ نُصِرَفْ كَذَلِكَ ۚ نَكِدًا ۚ إِلَّا خُرْجِي لَا خَبِيَّتْ وَالَّذِي طَرَبَهُ بِإِذْنِ نَبَاتُهُ يَخْرُجُ الطَّيِّبُ وَالْبَدُّ

Artinya :

“Dan tanah yang baik, tanaman-tanamannya tumbuh subur dengan seizin Allah; dan tanah yang tidak subur, tanaman-tanamannya hanya tumbuh merana. Demikianlah kami mengulangi tanda-tanda kebesaran (kami) bagi orang-orang yang bersyukur”.

Berdasarkan ayat di atas, dijelaskan bahwa Allah telah menumbuhkan beranekaragam tumbuhan dipermukaan bumi, baik tumbuhan jenis batang berkayu, batang rumput dan batang basah maupun herbal. Salah satu tumbuhan adalah tanaman buah naga yang akan dijadikan objek penelitian.

Buah naga (*Hylocereus undatus*) merupakan salah satu tanaman sejenis kaktus yang tergolong baru di kalangan masyarakat Indonesia dan cukup populer

¹²*Ibid.* Hal. 8 – 13.

karena rasanya yang manis dan memiliki beragam manfaat untuk kesehatan. Buah naga memiliki beragam jenis diantaranya buah naga berdaging putih, berdaging merah, dan berdaging kuning. Buah naga adalah buah yang paling disukai dibandingkan buah naga lainnya karena rasanya yang manis dan warna daging buahnya yang menarik¹³.

Usaha perkebunan buah naga (*Hylocereus undatus*) yang masih terbatas, menyebabkan produksi buah naga masih rendah, dan hanya tersedia di pasar-pasar tertentu, seperti pasar swalayan. Terbatasnya ketersediaan buah naga menyebabkan harga jual buah ini cukup tinggi, sehingga tidak semua kalangan dapat menikmati manfaatnya¹⁴. Melihat dan mengamati perkembangan produksi dan penjualan di pasar swalayan yang masih sering terjadi kekosongan, maka dapat disimpulkan bahwa prospek buah naga ini sangat terbuka. Bahkan, Thailand dan Vietnam yang merupakan pemasok buah terbesar di dunia, hanya mampu memenuhi permintaan kurang dari 50 % permintaan pasar¹⁵.

Hingga saat ini pengembangan dan penanaman buah naga (*Hylocereus undatus*) di Indonesia masih terpusat di beberapa daerah seperti pulau Jawa, Sumatera, dan Kalimantan. Pengembangan dan penanaman buah naga sampai saat ini masih terpusat di daerah Jawa Timur, diantaranya Pasuruan, Jember, Mojokerto, dan Jombang. Kondisi ini menyebabkan tanaman buah naga belum

¹³Satria, A. 2011. *Pengaruh Beberapa Konsentrasi Atonik Pada Pertumbuhan Setek Buah Naga Berdaging Merah (Hylocereus costaricensis Britton & Rose)*. Skripsi. Universitas Andalas. Padang. Hal. 24.

¹⁴Andrina, Y., 2009. *Pengaruh Beberapa Zat Pengatur Tumbuh Terhadap Pertumbuhan Setek Tanaman Buah Naga Berdaging Merah (Hylocereus costaricensis (Web) Britton & Ross)*. Skripsi. Universitas Andalas, Padang. Hal.67.

¹⁵Hastuti, F., 2009. *Pengaruh Konsentrasi Pupuk Daun Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tabulampot Buah Naga (Hylocereus Undatus (Haw.) Britt.* IPB, Bogor. Hal. 29.

banyak dikenal oleh masyarakat luas, sehingga perlu adanya perkembangan dan budidaya tanaman buah naga dengan produksi yang lebih tinggi. Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan suatu pengujian untuk mengurangi penggunaan pupuk urea dengan memanfaatkan limbah cair dari PT. PIM yang masih mengandung sisa urea yang dibutuhkan bagi pertumbuhan tanaman. Limbah cair dimanfaatkan dengan menentukan konsentrasi yang sesuai bagi tanaman buah naga (*Hylocereus undatus*), sehingga pertumbuhan menjadi lebih optimal¹⁶.

B. Rumusan Masalah

1. Apakah limbah cair dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman buah naga (*Hylocereus undatus*)?
2. Berapakah konsentrasi limbah cair yang sesuai untuk pertumbuhan optimal tanaman buah naga (*Hylocereus undatus*)?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini ialah :

1. Untuk mengetahui pengaruh limbah cair PT. Pupuk Iskandar Muda (PIM) terhadap pertumbuhan tanaman buah naga (*Hylocereus undatus*).
2. Untuk mengetahui konsentrasi limbah cair yang sesuai terhadap pertumbuhan optimal tanaman buah naga (*Hylocereus undatus*).

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat khususnya bagi petani, dimana limbah pupuk cair urea dapat dimanfaatkan secara langsung tanpa proses lebih lanjut sehingga dapat membantu mengatasi permasalahan persediaan pupuk.

¹⁶Kristanto. 2008. *Buah Naga Pembudidayaan di Pot dan di Kebun*. Penebar Swadaya. Jakarta. Hal. 31.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Limbah Cair

Limbah adalah sebuah hasil dari buangan manusia yang sudah tidak terpakai baik berupa fisik, kimia, maupun biologis. Limbah dapat juga diartikan sampah yang jika dibiarkan akan menjadi masalah¹⁷. Pada umumnya, limbah terdiri dari limbah padat, cair, dan gas. Limbah cair mengandung zat-zat karbohidrat, protein, lemak dan mengandung unsur hara yaitu N, P, K, Ca, Mg, dan Fe¹⁸. Kandungan unsur hara dalam limbah berpotensi untuk dikembangkan sebagai pupuk cair, sebab hingga saat ini limbah cair belum banyak dimanfaatkan. Limbah cair dapat dijadikan alternatif baru yang digunakan sebagai pupuk karena di dalam limbah cair tersebut memiliki ketersediaan nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman¹⁹.

Air limbah, terutama yang mengandung ekskret manusia dapat mengandung bahan yang berbahaya. Oleh karena itu, limbah harus dikelola dan

¹⁷Wildan Djaja. 2008. *Langkah Jitu Membuat Kompos dari Kotoran Ternak & Sampah..* Jakarta: Agromedia. Hal. 27.

¹⁸Indahwati. 2008. *Pengaruh Pemberian Limbah Cair Tahu terhadap Pertumbuhan Vegetatif Cabai Merah (Capsicum Annuum. L) Secara Hidroponik dengan Metode Kultur Serabut Kelapa*. Skripsi . Malang: Program Studi Pendidikan Biologi Jurusan Pendidikan Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah. Hal. 49.

¹⁹Suharmiati dan Handayani, L., 2006, *Cara Benar Meracik Obat Tradisional*, 4-6, Agro Pustaka, Jakarta.

diolah dengan baik²⁰. Sekitar 3 milyar orang tidak memiliki akses terhadap sanitasi yang memadai dan sekitar lima juta orang meninggal setiap tahun karena kurangnya sanitasi yang memadai. Sebagian besar manusia hidup di sistem berkembang²¹.Limbah cair yang dibuang ke lingkungan secara langsung dapat mengganggu biota air, mengakibatkan terjadinya perubahan *Biological Oxygen Demand*(BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD) serta *Dissolve Oxygen*(DO).

Dampak pencemaran lingkungan juga dapat mempengaruhi secara psikologis yaitu berupa gangguan emosional, gaya hidup dan kecerdasan. Apabila air buangan mengandung kadar pH rendah atau bersifat asam maupun pH tinggi yang bersifat basa dapat mengakibatkan timbulnya kerusakan pada benda-benda yang dilaluinya. Walaupun limbah cair dapat menimbulkan pencemaran, namun limbah cair juga dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian limbah cair berpengaruh terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman kedelai yaitu tinggi tanaman dan jumlah daun²². Dari hasil pengamatan di lapangan, bahwa tanaman yang dialiri limbah cair ternyata tumbuh dengan subur seperti : pisang, nangka, kelapa, sukun dan lain-

²⁰Ahmad Muqorrobin, dkk. 2011. *Penerapan Taman Rawa sebagai Alternatif Pengelolaan Limbah Cair Rumah Tangga*. Bogor : Program Kegiatan Mahasiswa Universitas Institut Pertanian Bogor. Hal.6.

²¹World Health Organization (WHO). 2005. *Maternal Mortality*. Geneva : Departement Of Reproductive Health and Research. Hal. 98.

²²Anggit P, Setia. 2010. *Pemanfaatan Jerami Padi Dan Ampas Tahu Cair Sebagai Media Pertumbuhan Jamur Merang (*Volvariella volvaceae*)*. Skripsi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhamadiyah Surakarta. Hal. 37.

lain. Tetapi ada juga beberapa tanaman yang ternyata mati ketika diberikan limbah cair, seperti rumput, jati, dan rambutan²³.

Salah satu kandungan limbah cair yang dapat membantu pertumbuhan tanaman adalah urea. Urea adalah senyawa kimia berbasis nitrogen yang disintesis dari reaksi antara ammonia dengan karbon dioksida pada kisaran temperatur dan tekanan tertentu. Untuk memproduksi setiap ton urea dibutuhkan air sebanyak 12 m³ dan menghasilkan limbah cair sebesar 2,3 m³²⁴. Limbah cair yang dihasilkan ini mengandung amonium, karbondioksida dan urea.

Keberadaan urea dalam konsentrasi tertentu dapat menyebabkan peningkatan pertumbuhan alga (*blooming algae*)²⁵. Selain urea, kandungan ammonia berlebih dalam limbah dapat menyebabkan kematian organisme air. Oleh karena itu, diperlukan pengolahan yang tepat untuk mengurangi dampak negatif yang disebabkan oleh limbah industri khususnya industri pupuk urea.

Menurut Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup pada pasal 1 ayat 20 limbah adalah sisa suatu usaha dan/ atau kegiatan. Berdasarkan UUD No. 32 Tahun 2009 pada pasal 20 ayat 2, baku mutu lingkungan hidup meliputi:²⁶

²³Ernawati, P. 2003. Manfaat Limbah Cair Ampas Tahu Sebagai Pupuk Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai. *Jurnal Ilmiah Sains*. Universitas Semarang. Hal. 63.

²⁴Swaminathan, B., Goshwani, M., Singh, A. K. 2005. Water conservation in Indian fertilizer industry, *IFA Technical Committee Meeting*, Egypt. Hal. 31.

²⁵Hassani, Q., Adiwilaga, E.M., Pratiwi, N. 2012. The relationship between the Harmful Alga Blooms (HABs) phenomenon with nutrients at shrimp farms and fish cage culture sites in pesawaran district Lampung Bay, *Journal of Science*. Makara. Hal. 53.

²⁶Hukum.kompasiana.com. 2011. "Perdefinisi tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup Berdasarkan Ketentuan UU Nomor 32 Tahun 2009" Hal. 84.

- a. Baku mutu air adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi atau komponen yang ada atau harus ada, dan/atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya di dalam air.
- b. Baku mutu air limbah adalah ukuran batas atau kadar polutan yang ditenggang untuk dimasukkan ke media air.

Baku mutu air laut adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi atau komponen yang ada atau harus ada dan/atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya di dalam air laut.

1. Karakteristik Limbah Cair

Karakteristik air limbah cair terdiri atas tiga (3) sifat yang harus diketahui yaitu karakteristik fisika, kimia dan biologis

1) Karakteristik Fisika

Karakteristik fisika ini terdiri dari beberapa parameter, diantaranya :

a. Total Solid (TS)

Total Solid(TS) merupakan padatan di dalam air yang terdiri dari bahan organik maupun anorganik yang larut, mengendap, atau tersuspensi dalam air.

b. Total Suspended Solid (TSS)

Total Suspended Solid(TSS) merupakan jumlah berat dalam mg/l kering lumpur yang ada di dalam air limbah setelah mengalami penyaringan dengan membran berukuran 0,45 mikron²⁷. Total Suspended Solid atau Padatan tersuspensi adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan air,

²⁷Sugiharto, 1987, "Dasar-dasar pengelolaan air limbah", Universitas Indonesia, Jakarta

tidak terlarut dan tidak dapat langsung mengendap, terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari sedimen.

c. Warna

Air bersih pada dasarnya tidak berwarna, tetapi seiring dengan waktu dan meningkatnya kondisi anaerob, warna limbah berubah dari yang abu-abu menjadi kehitaman. Warna dalam air disebabkan adanya ion-ion logam besi dan mangan (secara alami), humus, plankton, tanaman air dan buangan industri. Warna air dibedakan atas dua macam, yaitu :

- Warna sejati (*true color*) yang diakibatkan oleh bahan-bahan terlarut.
- Warna semu (*apparent color*) yang selain disebabkan oleh bahan-bahan terlarut, juga karena bahan-bahan tersuspensi, termasuk diantaranya yang bersifat koloid.

d. Kekeruhan

Kekeruhan disebabkan oleh zat padat tersuspensi, baik yang bersifat organik maupun anorganik yang mengapung dan terurai dalam air. Kekeruhan menunjukkan sifat optis air, yang mengakibatkan pembiasan cahaya ke dalam air. Kekeruhan membatasi masuknya cahaya dalam air.

e. Temperatur

Temperatur merupakan parameter yang sangat penting dikarenakan efeknya terhadap reaksi kimia, laju reaksi, kehidupan organisme air dan penggunaan air untuk berbagai aktivitas sehari – hari. Naiknya suhu atau temperatur air akan menimbulkan akibat berikut :

- Menurunnya jumlah oksigen terlarut dalam air.

- Meningkatkan kecepatan reaksi kimia.
- Mengganggu kehidupan organisme air.

f. Bau

Bau disebabkan oleh udara yang dihasilkan pada proses dekomposisi materi atau penambahan substansi pada limbah. Sifat bau limbah disebabkan karena zat-zat organik yang telah berurai dalam limbah dan mengeluarkan gas-gas seperti sulfide atau amoniak yang menimbulkan penciuman tidak enak. Hal ini disebabkan adanya pencampuran dari nitrogen, sulfur dan fosfor yang berasal dari pembusukan protein yang dikandung limbah. Pengendalian bau sangat penting karena terkait dengan masalah estetika.

g. Minyak dan Lemak

Minyak dan lemak yang mencemari air sering dimasukkan ke dalam kelompok padatan, yaitu padatan yang mengapung di atas permukaan air. Minyak dan lemak merupakan bahan organik bersifat tetap dan sukar diuraikan oleh bakteri. Karena berat jenisnya lebih kecil dari pada air maka minyak tersebut membentuk lapisan tipis di permukaan air dan menutup permukaan yang mengakibatkan terbatasnya oksigen masuk ke dalam air.

2) Karakteristik Kimia

1. *Biological Oxygen Demand* (BOD)

BOD menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh organisme hidup untuk menguraikan atau mengoksidasi bahan-bahan

buangan di dalam air. Jadi nilai BOD tidak menunjukkan jumlah bahan organik yang sebenarnya, tetapi hanya mengukur secara relatif jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan-bahan buangan tersebut. Jika konsumsi oksigen tinggi, yang ditunjukkan dengan semakin kecilnya sisa oksigen terlarut didalam air, maka berarti kandungan bahan buangan yang membutuhkan oksigen adalah tinggi.

BOD dapat diterima bilamana jumlah oksigen yang akan dihabiskan dalam waktu lima hari oleh organisme pengurai aerobik dalam suatu volume limbah pada suhu 20⁰C. Hasilnya dinyatakan dengan ppm.

2. *Chemical Oxygen Demand* (COD)

COD merupakan jumlah kebutuhan oksigen dalam air untuk proses reaksi secara kimia guna menguraikan unsur pencemar yang ada. COD dinyatakan dalam ppm (*part per milion*) atau ml O₂/ liter²⁸. Pengukuran kekuatan limbah dengan COD adalah bentuk lain pengukuran kebutuhan oksigen dalam air limbah. Pengukuran ini menekankan kebutuhan oksigen akan kimia dimana senyawa-senyawa yang diukur adalah bahan-bahan yang tidak dapat dipecah secara biokimia.

Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat anorganik. Dalam laboratorium, pengukuran COD dilakukan sesaat dengan membuat pengoksidasi K₂Cr₂O₇ yang digunakan sebagai sumber oksigen.

²⁸Alaert G., dan S.S. Santika. 1984. *Metode Penelitian Air*. Usaha Nasional. Surabaya. Indonesia. Hal. 91.

3. *Dissolved Oxygen* (DO)

DO adalah kadar oksigen terlarut yang dibutuhkan untuk respirasi aerob mikroorganisme. DO di dalam air sangat tergantung pada temperatur dan salinitas. Keadaan DO berlawanan dengan keadaan BOD. Semakin tinggi BOD semakin rendah DO. Keadaan DO dalam air dapat menunjukkan tanda-tanda kehidupan organisme dalam perairan. Angka DO yang tinggi menunjukkan keadaan air yang semakin baik.

4. Derajat keasaman (pH)

Keasaman air diukur dengan pH meter. Keasaman ditetapkan berdasarkan tinggi- rendahnya konsentrasi ion hidrogen dalam air. pH dapat mempengaruhi kehidupan biologi dalam air. Bila terlalu rendah atau terlalu tinggi dapat mematikan kehidupan mikroorganisme. pH normal untuk kehidupan air 6 – 8.

5. Logam Berat

Air sering tercemar oleh berbagai komponen anorganik, diantaranya berbagai jenis logam berat yang berbahaya. Logam berat bila konsentrasinya berlebih dapat bersifat toksik sehingga diperlukan pengukuran dan pengolahan limbah yang mengandung logam berat.

Logam berat yang berbahaya dan sering mencemari lingkungan, yang terutama adalah Merkuri (Hg), Timbal (Pb), Arsenik (As), Kadmium (Cd), Tembaga (Cu), Kromium (Cr), dan Nikel (Ni). Logam- logam tersebut diketahui dapat mengumpul di dalam tubuh suatu organisme dan

tetap tinggal dalam tubuh dalam jangka waktu yang lama sebagai racun yang terakumulasi.

Tembaga dengan nama kimia *cupprum* dilambangkan dengan Cu. Unsur logam ini berbentuk kristal dengan warna kemerahan. Unsur tembaga di alam, dapat ditemukan dalam bentuk logam bebas, akan tetapi lebih banyak ditemukan dalam bentuk persenyawaan atau senyawa padat dalam bentuk mineral, seperti dari peristiwa pengikisan (erosi) dari batuan mineral.

Sesuai dengan sifat kelogamannya, Cu dapat membentuk alloy dengan bermacam-macam logam. Dalam bidang industri, senyawa Cu banyak digunakan, seperti pada industri cat sebagai antifoling, industri insektisida dan fungisida, dan lain-lain. Pada manusia, efek keracunan utama yang ditimbulkan akibat terpapar oleh debu atau uap logam Cu adalah terjadinya gangguan pada jalur penafasan sebelah atas.

Logam Cd mempunyai penyebaran yang sangat luas di alam, namun hanya satu jenis mineral Cd di alam, yaitu *greenockite* (CdS) yang selalu ditemukan bersamaan dengan mineral *spalerite* (ZnS). Logam ini bersifat lunak, *ductile*, berwarna putih seperti putih perak.

Prinsip utama dalam penggunaan cadmium adalah sebagai bahan "stabilisasi" sebagai bahan pewarna dalam industri plastik dan pada elektroplating. Namun sebagian besar dari substansi logam cadmium ini juga digunakan pada baterai.

Keracunan yang diakibatkan oleh Cd dapat bersifat akut dan kronis. Keracunan akut oleh logam Cd menimbulkan penyakit paru-paru. Sedangkan keracunan kronik yang diakibatkan logam Cd adalah kerusakan pada banyak sistem fisiologis tubuh.

3) Karakteristik Biologi

Karakteristik biologi digunakan untuk mengukur kualitas air terutama air yang dikonsumsi sebagai air minum dan air bersih. Parameter yang biasa digunakan adalah banyaknya mikroorganisme yang terkandung dalam air limbah. Limbah juga mempengaruhi benda tak hidup dan juga benda hidup yang bisa menimbulkan penyakit yang membahayakan. Bakteri yang digunakan sebagai indikator adalah *Escherichia coli* dimana bakteri yang hidup dalam kotoran manusia dan hewan ini bisa ditemukan dalam kotoran manusia dan hewan ini bisa ditemukan juga dalam limbah yang dianggap membahayakan dan mencemari.

2. Landasan Hukum Limbah Cair PT. Pupuk Iskandar Muda

Dasar hukum pengelolaan limbah cair PT. Pupuk Iskandar Muda mengacu pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup mengamanatkan bahwa air limbah industri harus dipantau secara berkala.

Berdasarkan Keputusan Bupati Aceh Utara Nomor 658.31 / 22/ KP2T-IPAL/ III/2012 tentang Izin Pembuangan Air Limbah dan Kegiatan PT. Pupuk Iskandar Muda Ke Air atau Badan Air Penerima pada tanggal 21 Oktober 2013. Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik

Indonesia Nomor Sk.625/Menlhk/Setjen/Pk11/8/2016 tentang Izin Pembuangan Air Limbah Ke Laut PT. Pupuk Iskandar Muda pada 9 Agustus 2016.

Adapun Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 tentang baku mutu adalah sebagai berikut :

Tabel 2.1 : Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan atau Kegiatan Industri Pupuk

PARAMETER	Pupuk Urea	Pupuk Nitrogen lain	Amoniak
	Beban Pencemaran Paling Tinggi (Kg/ton)	Beban Pencemaran Paling Tinggi (Kg/ton)	Beban Pencemaran Paling Tinggi (Kg/ton)
COD	3,0	3,0	0,30
TSS	1,5	3,0	0,15
Minyak dan lemak	0,3	0,30	0,03
NH ₃ -N	0,75	1,50	0,30
TKN	1,5	2,25	
PH	6,0 – 10	6,0 – 10	6,0 – 10
Debit air limbah paling tinggi	15 m ³ per ton produk	15 m ³ per ton produk	15 m ³ per ton produk

(PT.Pupuk Iskandar Muda, 2017)

Catatan :

1. Pengukuran beban air limbah dilakukan pada satu saluran pembuangan akhir.
2. Beban air limbah (kg per ton produk) = konsentrasi tiap parameter × debit air limbah.
3. Beban air limbah pabrik amoniak, berlaku pula untuk pabrik pupuk urea dan pupuk nitrogen lain yang memproduksi kelebihan amoniak.

3. Baku Mutu Limbah Cair PT. Pupuk Iskandar Muda

Baku mutu konsentrasi parameter limbah cair pada koordinat penataan air limbah adalah sebagai berikut :

1. Limbah Proses Utama

Tabel 2.2 : Baku Mutu Konsentrasi parameter air limbah proses utama

No.	Parameter	Beban Pencemaran Paling Tinggi (kg/ton)
	COD	3,0
	TSS	1,5
	Minyak dan Lemak	0,2
	NH ₃ -N	0,5
	TKN	0,75
	Ph	6,0 – 10
	Debit paling tinggi	15 M ³ / Ton Produk

(PT.Pupuk Iskandar Muda, 2017)

2. Air Pendingin

Tabel 2.3 : Baku Mutu Konsentrasi Parameter Air Pendingin

No.	Parameter	Satuan	Kadar Paling Tinggi
	Temperatur	°C	40
	Klorin Bebas	mg/L	0,5

(PT.Pupuk Iskandar Muda, 2017)

Debit paling tinggi harian air limbah yang diizinkan dibuang ke laut adalah sebagai berikut :

Tabel 2.4 : Baku Mutu Debit Paling Tinggi Harian Air Limbah

No.	Sumber Air Limbah	Lokasi Titik Penaatan	Debit Paling Tinggi Air Limbah / (m ³ /jam)
	KPPL	Outlet OES 2	107
	Air Pendingin	Outlet OES 1	189

(PT.Pupuk Iskandar Muda, 2017)

Tabel 2.5 : Baku Mutu Kualitas Air Laut

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu
Fisika			
	Kecerahan	M	>3
	Kebauan	-	Tidak berbau
	Padatan tersuspensi	mg/L	80
	Sampah	-	Nihil ¹⁽³⁾
	Suhu ⁸	°C	Alami ²⁽⁸⁾

	Lapisan minyak ⁴	-	Nihil ¹⁽⁴⁾
Kimia			
	PH ⁹	-	6,5 – 8,5 ^d
	Salinitas ¹⁰	%	Alami ²⁽¹⁰⁾
	Ammonia total (NH ₃ -N)	mg/L	0,3
	Sulfida	mg/L	0,03
	Hidrokarbon total	mg/L	1
	Senyawa fenol total	mg/L	0,002
	PCB total (poliklorbifenil)	mg/L	0,01
	Sulfaktan (tederjen)	mg/LMBAS	1
	Minyak dan lemak	mg/L	5
	TBT (tribultintin) ⁵	µg/L	0,01
Logam Terlarut			
	Raksa (Hg)	mg/L	0,003
	Kadmium (Cd)	mg/L	0,01
	Tembaga (Cu)	mg/L	0,05
	Timbal (Pb)	mg/L	0,05
	Seng (Zn)	mg/L	0,1
Biologi			
	Coliform (total) ¹¹	MPN/100 ml	1000

(PT.Pupuk Iskandar Muda, 2017)

Keterangan :

1. Nihil adalah tidak terdeteksi dengan batas deteksi alat yang digunakan (sesuai dengan metode yang digunakan).
2. Alami adalah kondisi normal suatu lingkungan, bervariasi setiap saat (siang, malam dan musim).
3. Pengamatan oleh manusia (visual)
4. Pengamatan oleh manusia (visual). Lapisan minyak yang diacu adalah lapisan tipis (thin layer) dengan ketebalan 0,01 mm.
5. TBT adalah zat antifouling yang biasanya terdapat pada cair kapal
6. Diperbolehkan terjadi perubahan sampai dengan <10% kedalaman *euphotic*.

B. Tanaman Buah Naga (*Hylocereus undatus*)

1. Deskripsi Tanaman Buah Naga (*Hylocereus undatus*)

Tanaman buah naga atau *dragon fruit* (*Hylocereus undatus*) merupakan jenis tanaman kaktus yang berasal dari Meksiko, Amerika Tengah, dan Amerika Selatan bagian Utara (Colombia). Tanaman ini awalnya dipergunakan sebagai

tanaman hias karena bentuknya unik, eksotik, serta tampilan bunga dan buahnya yang cantik²⁹.

Buah naga masuk ke Indonesia pada dekade 90-an, dan mulai dikembangkan masyarakat pada awal tahun 2000, khususnya di Pasuruan, Jember, Mojokerto, dan Jombang. Buah naga termasuk buah pendatang baru yang cukup populer karena warnanya yang mencolok, memiliki rasa asam manis dan segar³⁰.

Saat ini, buah naga di pasaran masih dijumpai sebagai buah impor dengan harga relatif mahal, utamanya bagi daerah-daerah yang jauh dari sentra produksi. Ini menunjukkan, pengembangan buah naga memiliki prospek yang cukup menjanjikan, khususnya untuk wilayah Indonesia yang beriklim tropis, seperti Sulawesi Tengah dan Aceh.

Permintaan di Banda Aceh terhadap buah naga mulai terasa sejak tahun 2007 lalu. Awalnya didominasi oleh warga keturunan Cina, namun setelah diketahui khasiatnya, buah ini kini juga mulai disukai kalangan pribumi, meski masih dari kalangan tertentu. Permintaan terhadap buah naga di Banda Aceh terus meningkat, dimana pembeli buah naga selalu ada setiap harinya. Bahkan ada yang membeli sebanyak lima kilogram sekaligus untuk dijadikan oleh-oleh. Paling sedikit masyarakat membeli dua buah atau sekilo lebih. Untuk buah naga putih dijual seharga Rp 25.000 per kilogram, sedangkan buah naga merah dijual dikisaran Rp 35.000 sampai Rp 40.000 per kilo. Harga ini ditetapkan sebesar

²⁹Hardjadinata, Sinatra. 2010. *Budidaya Buah Naga Super Red secara Organik*. Jakarta: Penebar Swadaya. Hal. 115

³⁰Kristanto. 2005. *Buah Naga Pembudidayaan di Pot dan di Kebun*. Penebar Swadaya. Jakarta. Hal. 28

20% dari ongkos pengiriman dan harga pembelian di distributor. Oleh karena itu sangat disayangkan hingga kini belum ada buah naga hasil budidaya lokal di Aceh yang dipasarkan pada tempat-tempat penjualan buah. Kalau ada yang menawarkan mereka bersedia membelinya dan tidak perlu memesan lagi di Medan sehingga menghemat ongkos kirim Rp 25.000/ kotaknya. Potensi pasar inilah yang sekarang sudah mulai dilirik oleh beberapa petani untuk berusahatani buah naga (*Hylocereus undatus*).

Buah naga (*Hylocereus undatus*) atau *dragon fruit* merupakan tanaman jenis kaktus yang umumnya tumbuh di daerah tropis dan subtropis. Pada iklim tersebut tanaman buah naga dapat tumbuh dengan baik sehingga mudah untuk dibudidayakan. Sebagaimana tanaman kaktus lainnya, buah naga merupakan tanaman yang mampu bertahan pada daerah kering dan harus cukup paparan sinar matahari³¹. Tampaknya kemudahan budi daya dan adaptasi yang tinggi menyebabkan tanaman ini mudah menyebar ke berbagai penjuru dunia. Saat ini, buah naga telah dibudidayakan sekurang-kurangnya di 22 negara tropis termasuk Indonesia³². Negara-negara produsen besar buah naga antara lain Vietnam, Thailand, Malaysia, Israel, Australia, Indonesia, China, Taiwan, Jepang, Colombia, Costa Rica, dan beberapa negara lainnya³³.

³¹Salim, Emil. 2011. *Mengolah Singkong Menjadi Tepung Mocaf Bisnis Produk Alternatif pengganti Terigu*. Yogyakarta: Lily Publisher. Hal. 81.

³²Warisno dan Dahana. 2010. *Peluang Usaha dan Budidaya Cabai*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama. Hal. 59.

³³*Loc.cit.* Hal. 40

2. Klasifikasi tanaman Buah Naga (*Hylocereusundatus*)

Tanaman buah naga mempunyai klasifikasi botani sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae,
Divisi	: Spermatophyta,
Subdivisi	: Angiospermae,
Kelas	: Dicotyledonae,
Ordo	: Cactales,
Famili	: Cactaceae,
Subfamili	: Hylocereanea,
Genus	: <i>Hylocereus</i> ,
Spesies	: <i>Hylocereusundatus</i> ³⁴ .

3. Morfologi Tanaman Buah Naga (*Hylocereusundatus*)

Secara morfologi, tanaman ini termasuk tanaman yang tidak lengkap karena tidak memiliki daun. Morfologi tanaman buah naga terdiri dari akar, batang, bunga, buah, dan biji³⁵. Perakaran buah naga bersifat epifit atau menempel dan merambat pada tanaman lain. Akar tanaman buah naga berupa akar-akar serabut yang terdapat pada pangkal batang yang tumbuh pada media tanah dan batang yang menempel pada media rambatan berupa tiang atau tanaman lain selama pertumbuhannya.

Sebagaimana tanaman kaktus lainnya, buah naga memiliki sistem perakaran tahan terhadap kekeringan dan tidak tahan kondisi air yang

³⁴Andoko, A. dan H. Nurrasyid. 2012. *5 Jurus Sukses Hasilkan Buah Naga Kualitas Prima*. Cetakan pertama. PT AgroMedia Pustaka. Jakarta. Hal.96.

³⁵*Op.cit.* Hal. 132..

berlebihan³⁶. Batang buah naga berbentuk siku atau segitiga dan mengandung air dalam bentuk lendir serta berlapis lilin bila sudah dewasa. Dari batang sampai tumbuh cabang memiliki warna yang sama, yakni hijau kebiru-biruan. Cabang berfungsi sebagai daun untuk proses asimilasi. Cabang juga mengandung kambium yang berfungsi untuk pertumbuhan tanaman³⁷.

Bunga buah naga berbentuk corong memanjang berukuran sekitar 30 cm. Bunga akan tumbuh pada bagian sisi batang dan berupa kuncup kecil kemudian berkembang dan biasanya akan mekar sempurna pada tengah malam. Warna mahkota bunga bagian dalam putih bersih dan dalamnya terdapat benang sari berwarna kuning dan akan mengeluarkan bau harum³⁸. Buah naga berbentuk bulat sedikit lonjong dan biasanya terletak dekat ujung cabang atau batang. Pada permukaan kulit terdapat sirip atau jumbai. Sewaktu masih muda kulit muda berwarna hijau dan berwarna merah menyala pada saat buah matang untuk jenis buah naga putih dan merah, berwarna merah gelap untuk buah naga hitam, dan berwarna kuning untuk buah naga kuning³⁹.

Biji buah naga berbentuk bulat, berwarna hitam, berukuran kecil dan keras. Biji dapat digunakan untuk memperbanyak tanaman secara generatif. Namun, cara ini jarang dilakukan karena memerlukan waktu yang lama hingga tanaman berproduksi. Bagi para peneliti biasanya memanfaatkan biji untuk

³⁶*Ibid.* Hal. 93

³⁷*Op.cit.* Hal.102.

³⁸Nurheti Yulianti. 2012. *1001 Khasiat Buah-Buahan*. Yogyakarta: C.V ANDI OFFSET. Hal. 48.

³⁹*Op.cit.* 102 hal.

memunculkan varietas baru yang lebih baik. Setiap buah mengandung lebih dari 1000 biji⁴⁰.

4. Kandungan Dan Manfaat Tanaman Buah Naga (*Hylocereusundatus*)

Buah naga memiliki banyak manfaat, antara lain menurunkan kolesterol, menyeimbangkan kadar gula darah, pencegah kanker, pelindung kesehatan mulut, mencegah kanker usus, menguatkan fungsi ginjal dan lain sebagainya⁴¹. Beberapa kandungan buah naga yang penting bagi kesehatan antara lain vitamin C, kalsium, posfor, serta serat⁴². Selain itu, setiap 100 gram daging buah naga mengandung 90 % air, karbohidrat 11,5 g, asam 0,139 g, protein 0,53 g, serat 0,71 %, kalsium 134,5 mg, posfor 8,7 mg, magnesium 60,4 mg, dan vitamin C 9,4 mg⁴³.

Buah naga memiliki kandungan gizi cukup lengkap. Setiap 100 g buah naga mengandung 83 g air, 0,61 g lemak, 0,22 g protein, 0,9 g serat, 11,5 g karbohidrat, 60,4 mg magnesium, vitamin B1, B2, C, mengandung asam fenolat yang lebih tinggi, dan bijinya mengandung asam lenoleat sebagai anti kanker. Selain dikonsumsi langsung, buah ini dapat digunakan sebagai jus, manisan, dan selai yang berkhasiat sebagai penyeimbang kadar gula darah, pelindung kesehatan mulut, penurun kolesterol, mencegah pendarahan, dan kanker usus⁴⁴.

⁴⁰Hardjadinata, Sinatra. 2012. *Budi Daya Buah Naga Super Red Secara Organik. Cetakan ke III*. Jakarta: Penebar Swadaya Group.

⁴¹*Ibid.* Hal.73.

⁴²Andoko, A. dan H. Nurrasyid. 2012. *5 Jurus Sukses Hasilkan Buah Naga Kualitas Prima*. Cetakan pertama. PT AgroMedia Pustaka. Jakarta. Hal.57.

⁴³Op.cit. Hal.67.

⁴⁴Kristanto. 2005. *Buah Naga Pembudidayaan di Pot dan di Kebun*. Penebar Swadaya. Jakarta. Hal. 56.

Secara keseluruhan, buah ini baik untuk kesehatan dan dapat memenuhi kebutuhan tubuh akan zat gizi sehari-hari. Buah naga putih sebagai salah satu tanaman tropis memiliki kandungan antioksidan yang cukup tinggi, diantaranya yaitu carotenoid, phenolic dan betalain. Ketiga zat aktif tersebut berperan dalam proses regenerasi sel yang kemudian juga dapat meningkatkan kesuburan pada pria⁴⁵. Hasil analisis laboratorium Taiwan Food Industry Develop and Research Authoritis yaitu : (1) Protein dari buah naga merah mampu melancarkan metabolisme tubuh dan menjaga kesehatan jantung; (2) Serat berfungsi mencegah kanker usus, penyakit kencing manis dan baik untuk diet; (3) Karoten berfungsi menjaga kesehatan mata, menguatkan otak dan mencegah penyakit; (4) Kalsium untuk menguatkantung; (5) Fosfor untuk pertumbuhan jaringan tubuh; (6) Zat besi untuk menambah darah; (7) Vitamin B1 untuk kestabilan suhu tubuh; Vitamin B2 untuk meningkatkan nafsu makan; Vitamin B3 untuk menurunkan kadar kolesterol; Vitamin C untuk menjaga kesehatan dan kehalusan kulit (8) Kandungan phenolic sebagai antioksidan yang dapat meningkatkan fertilitas pada pria⁴⁶.

Bagian-bagian lain (selain buah yang matang) dari tanaman buah naga juga dimanfaatkan untuk konsumsi manusia dan hewan. Buah naga yang belum masak dapat dibuat sup. Bunga buah naga dapat juga dikonsumsi sebagai sayur urap, digoreng, atau dapat dikeringkan untuk dijadikan minuman semacam teh.

⁴⁵Nurliyana, R., Zahir, I. S., Suleiman, K. M., Aisyah, M.R., dan Rahim, K. K., 2010, Antioxidant study of pulps and peels of dragon fruits: a comparative study, *International Food Research Journal*. Vol.17, No.3. Hal 71.

⁴⁶*Op.cit.* Hal.68.

Dahan atau cabang buah naga juga dapat dimakan dijadikan salad, urap, digoreng, dan dijadikan sup. Masakan dari dahan tumbuhan buah naga dipercaya dapat membuang racun dalam tubuh dan membersihkan pencernaan. Di Amerika Selatan, dahan buah naga dihancurkan untuk dijadikan makanan ternak kambing atau sapi. Pakan ternak dari dahan tersebut terbukti dapat meningkatkan kadar susu dan kualitas daging ternak⁴⁷.

Buah naga dapat menurunkan kadar kolesterol, menyeimbangkan gula darah, menguatkan fungsi ginjal dan tulang, serta meningkatkan kerja otak. Adapun zat fitokimia dalam buah ini dapat menurunkan risiko kanker. Buah naga juga sangat baik untuk sistem peredaran darah dan sangat efektif untuk mengurangi tekanan emosi dan menetralkan racun dalam darah. Buah naga mengandung 80 persen air, vitamin C, serat, kalsium, zat besi, dan fosfor yang bermanfaat untuk mengatasi penyakit darah tinggi.

5. Syarat Tumbuh Tanaman Buah Naga (*Hylocereusundatus*)

Saat ini buah naga sedang dibudidayakan secara luas di Indonesia. Pembudidayaannya menggunakan sistem organik yang bebas pestisida dan bahan sintetis lainnya. Tanaman ini dapat tumbuh didataran rendah, pada ketinggian 20-500 m di atas permukaan laut dengan kondisi tanah yang gembur, porous, banyak mengandung bahan organik yang mengandung unsur hara, dengan pH 5 – 7. Air harus cukup tersedia, karena tanaman ini peka terhadap kekeringan dan akan membusuk bila kelebihan air. Tumbuhan tanaman buah naga

⁴⁷Winarsi, H, 2007. *Antioksidan Alami dan Radikal Bebas*, Kanisius, Yogyakarta

membutuhkan penyinaran cahaya matahari penuh, untuk mempercepat proses pembungaan.

Faktor iklim dan tanah merupakan faktor dasar yang perlu mendapat perhatian. Persyaratan untuk menanam buah naga meliputi unsur-unsur iklim, yaitu ketinggian tempat, temperatur, curah hujan, intensitas cahaya, kelembapan udara, dan kecepatan angin. Sedangkan sifat tanah yang perlu diperhatikan antara lain, struktur tanah, tekstur tanah, kemasaman tanah (pH), salinitas, dan bahan organik⁴⁸.

Tanaman buah naga tumbuh optimal di dataran rendah, yakni 0-350 meter di atas permukaan laut (mdpl)⁴⁹. Buah naga tumbuh baik pada ketinggian kurang dari 300 mdpl. Tanaman buah naga cukup tahan terhadap suhu yang ekstrim. Tanaman ini masih mampu hidup pada suhu 00–400 . Namun, suhu udara yang terbaik dan perkembangan buah naga adalah antara 200 – 350 . Suhu yang terlalu rendah dan tinggi akan menghambat pembentukan bunga dan buah⁵⁰. Tanaman ini akan mengalami kerusakan pada suhu 20 °C dan mengalami kematian pada suhu - 40 C, sebaliknya suhu yang terlalu tinggi di atas 450 °C juga dapat menyebabkan tanaman rusak atau mati⁵¹.

Sebagai tanaman tropis, buah naga dapat beradaptasi dengan berbagai lingkungan tumbuh dan perubahan cuaca, seperti sinar matahari dan curah hujan.

⁴⁸*Op.cit.* Hal.47.

⁴⁹*Op.cit.* Hal.14.

⁵⁰*Op.cit.* Hal 74.

⁵¹*Op.cit.* Hal. 19.

Curah hujan yang ideal untuk pertumbuhan buah naga sekitar 60 mm/bulan atau 720 mm/tahun. Pada curah hujan di atas 720 - 1.300 mm/tahun buah naga masih bisa tumbuh, tetapi hasilnya kurang optimal⁵². Tanaman buah naga tidak tahan terhadap genangan air. Curah hujan atau pemberian air yang berlebihan akan menyebabkan bunga menjadi rontok, akar menjadi busuk dan dapat menyebabkan kematian⁵³.

Tanaman buah naga membutuhkan penyinaran matahari penuh dengan intensitas sinar matahari sekitar 70% - 80%⁵⁴. Kurangnya terkena sinar matahari pertumbuhan vegetatif dan generatifnya kurang baik sehingga tanaman menjadi kerdil dan tidak berbuah⁵⁵. Tidak seperti tanaman kaktus pada umumnya, tanaman buah naga membutuhkan kelembapan yang tinggi terutama pada saat pembungaan atau pembuahan. Kelembaban udara relatif yang diperlukan tanaman buah naga antara 70% - 95%. Kelembaban yang kurang akan menghambat proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Kelembaban dapat ditingkatkan dengan melakukan penyiraman terutama di musim kemarau⁵⁶. Kondisi tanah yang disukai tanaman buah naga adalah tanah yang porous, gembur, serta banyak mengandung bahan organik dan hara. Tanah tidak bersifat mutlak, artinya meskipun tidak sesuai, tetapi masih bisa dikelola hingga sesuai untuk penanaman

⁵²*Loc.cit.* Hal. 66

⁵³Nurheti Yuliarti. 2011. *1001 Khasiat Buah-Buahan*. Yogyakarta: C.V ANDI OFFSET. Hal. 8

⁵⁴*Ibid.* Hal. 7.

⁵⁵*Op.cit.* Hal. 36.

⁵⁶Warisno dan Dahana. 2010. *Peluang Usaha dan Budidaya Cabai*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

buah naga⁵⁷. Tanah yang dibutuhkan buah naga adalah tanah dengan struktur remah. Tanah-tanah seperti ini memiliki tingkat porositas tinggi. Tanah tanah dengan struktur yang terlalu liat sebaiknya dicampur dengan pasir dan pupuk organik⁵⁸.

Tekstur tanah merupakan perpaduan unsur liat, debu, dan pasir. Kombinasi ketiga unsur ini harus seimbang sehingga diperoleh tekstur tanah yang baik. Tekstur tanah yang paling cocok untuk tanaman buah naga adalah tekstur lempung berpasir. Tanah-tanah dengan tekstur lain dapat diubah ke dalam tekstur tersebut dengan menambahkan pasir, tanah liat, atau pupuk organik⁵⁹. Untuk tanaman dapat tumbuh dengan baik dan hasil buah yang optimal pada media tanah dengan derajat keasaman pH 5,5 – 6,5⁶⁰.

Tanah terlalu asam akan menyebabkan tanaman mengalami defisiensi hara. Sedangkan tanah terlalu basa akan menghambat pertumbuhan akar karena tanah menjadi keras, sehingga pada akhirnya tanaman juga akan mengalami defisiensi hara⁶¹. Tanah masam (pH <3,5) mengakibatkan akar tanaman menjadi pendek dan rusak. Akibatnya, akar tidak mampu menyerap hara dengan baik

⁵⁷Hardjadinata, Sinatra. 2012. *Budi Daya Buah Naga Super Red Secara Organik*. Cetakan ke III. Jakarta: Penebar Swadaya Group.Hal.72.

⁵⁸*Loc.cit.* Hal.51.

⁵⁹*Loc.cit.* Hal. 32

⁶⁰*Op.cit.* Hal 109

⁶¹*Loc.cit.* Hal. 29

sehingga tanaman kekurangan hara dan akhirnya pertumbuhan tanaman terhambat⁶².

Tanaman buah naga memiliki kemampuan adaptasi yang sangat baik sehingga mudah untuk dibudidayakan dan juga termasuk tanaman yang tahan banting asalkan terkecukupi kebutuhan unsur hara, air, dan sinar matahari. Kelebihan lain dari tanaman buah naga adalah mampu tumbuh dengan baik pada lahan dengan kadar garam cukup tinggi, sehingga dapat tumbuh dengan baik dilokasi dekat pantai yang memiliki kadar garam cukup tinggi dengan tingkat penyinaran hingga 80%⁶³.

Tanaman buah naga membutuhkan tanah dengan kandungan bahan organik yang memadai. Setidaknya, tanah yang digunakan sebagai lahan memiliki kandungan organik sebesar 5%. Untuk itu, sebaiknya pupuk organik diberikan secara rutin untuk memenuhi kebutuhan bahan organik⁶⁴. Bahan organik yang digunakan harus benar-benar matang karena berfungsi menyangga kation dan aktivitas mikroorganisme dan penyedia hara beberapa bahan yang digunakan antara lain pupuk kandang, kompos, dan sekam⁶⁵.

⁶²Hardjadinata, Sinatra. 2010. *Budidaya Buah Naga Super Red secara Organik*. Jakarta: Penebar Swadaya. Hal.47

⁶³*Op.cit.* Hal. 67

⁶⁴*Op.cit.* Hal. 75

⁶⁵*Op.cit.* Hal.12

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. Pupuk Iskandar Muda, Krueng Guekueh, Kabupaten Aceh Utara, pada 28 Juni 2018 hingga 16 Agustus 2018.

B. Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat dan bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini beserta fungsinya dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 3.1. Alat - Alat Penelitian

No.	Nama Alat	Fungsi
1	Timba	Sebagai media penyiraman tanaman buah naga (<i>Hylocereus undatus</i>) yang diambil dari tempat pembuangan limbah
2	Kamera	Mengambil gambar objek (Tanaman buah naga (<i>Hylocereus undatus</i>))
3	Buku tulis	sebagai media penyimpan point penting saat penelitian
4	Alat tulis (pensil dan penghapus)	Sebagai alat menulis dan mencatat
5	Meteran	Untuk mengukur benang yang ditandai pada pertumbuhan tanaman buah naga (<i>Hylocereus undatus</i>)
6	Gunting	Untuk memotong tali dan rumput
7	Tali	Untuk mengukur tanaman
8	Gayung	Mengambil limbah di tempat pembuangan
9	Botol sampel ukuran 50 ml	Mengukur volume limbah cair yang dibutuhkan pada setiap perlakuan
10	Sarung tangan	Menghindari kontaminasi langsung terhadap limbah cair dengan kulit

Tabel 3.2. Bahan-bahan Penelitian

No.	Nama Bahan	Fungsi
1	Limbah cair PT PIM (Pupuk Iskandar Muda)	Sebagai media membantu pertumbuhan tanaman buah naga (<i>Hylocereus undatus</i>) pengganti pupuk
2	Air murni	Sebagai media penyiraman tanaman buah naga (<i>Hylocereus undatus</i>)
3	Tanaman buah naga (<i>Hylocereus undatus</i>)	Sebagai media penyiraman limbah cair PT PIM (Pupuk Iskandar Muda)

C. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan penelitian faktorial dalam Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 5 taraf perlakuan, untuk setiap perlakuan terdiri atas 3 ulangan. Oleh karena itu, jumlah seluruh tanaman buah naga dalam percobaan ini adalah 15 tanaman.

D. Desain Perlakuan

Desain perlakuan dilakukan dengan membuat konsentrasi limbah cair. Konsentrasi limbah cair disesuaikan dengan masing - masing perlakuan. Limbah dicampur dengan air murni dengan maksimal memenuhi kadar 1000 ml, kecuali perlakuan sebagai kontrol (tanpa limbah cair).

P0 : tanpa pemberian limbah cair PT. PIM (kontrol) = 1000 ml air murni

P1 : pemberian limbah cair PT. PIM 150 ml + 850 ml air murni

P2 : pemberian limbah cair PT. PIM 300 ml + 700 ml air murni

P3 : pemberian limbah cair PT. PIM 450 ml + 650 ml air murni

P4 : pemberian limbah cair PT. PIM 600 ml + 400 ml air murni

Tabel 3.3. Desain Perlakuan

P0	P4	P3
P1	P1	P2
P2	P3	P1
P3	P2	P0
P4	P0	P4

E. Prosedur Penelitian

1. Pembersihan Areal

Areal yang digunakan dalam penelitian ini adalah areal yang sudah ditanam dengan tanaman buah naga yang berumur $\pm 1,5$ tahun, kemudian dibersihkan dari gulma, setelah bersih dilakukan pembumbunan di pangkal batang tanaman buah naga, pembumbunan bertujuan untuk memperluas wilayah tumbuh akar, sehingga daya tembus akar dan pembesaran rimpang lebih leluasa.

2. Persiapan tanaman

Tanaman yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanaman buah naga jenis *Hylocereus undatus* yang sudah berumur 1,5 tahun, pada setiap tajarnya tumbuh tiga cabang primer dilahan kebun percontohan budidaya tanaman perkebunan PT. PIM.

3. Pemberian Label

Masing – masing tanaman diberi label sesuai dengan perlakuannya. Penentuan letak label pada penelitian ini dilakukan dengan cara diundi.

4. Pemeliharaan

a. Penyiraman

Penyiraman dilakukan di sekeliling tanaman dengan menggunakan gembor. Penyiraman dilakukan pada pagi hari pukul 07.00 – 09.00 WIB dan sore hari 16.30 – 17.00 WIB tergantung cuaca ataupun kelembaban tanah. Hal yang penting dalam penyiraman adalah tanah tidak terlalu basah (menggenang) ataupun terlalu kering.

b. Penyiangan

Penyiangan ini dilakukan apabila ada gulma atau rumput yang tumbuh di sekitar tanaman dengan cara mencabut dan dengan cara menggunakan parang.

F. Penyiraman Tanaman Buah Naga (*Hylocereus undatus*)

Tanaman buah naga (*Hylocereus undatus*) disiram setiap hari menggunakan timba yang berisi limbah cair PT. PIM secara langsung sesuai konsentrasi yang telah ditentukan. Kemudian dilakukan pengamatan setiap 10 hari sekali dengan mengukur perubahan ukuran batang. Selanjutnya dibuat tabel dan dicatat sebagai data pertumbuhan pada masing-masing konsentrasi.

G. Parameter yang Diukur

Pengamatan dilakukan terhadap pertumbuhan sekunder buah naga yang di lapangan dengan parameter tinggi batang, diameter batang dan jumlah cabang.

1. Tinggi Batang Tanaman

Pengukuran tinggi tanaman dilakukan yaitu setiap 10 hari sekali hingga 10% populasi tanaman berbunga dengan menggunakan benang dan meteran. Tinggi tanaman diukur dari permukaan tanah (patok dasar) hingga ujung batang

tertinggi. Tinggi tanaman (cm), diukur pada setiap 10, 20, 30, dan 40 hari setelah perlakuan.

2. Jumlah Cabang Tanaman

Jumlah cabang dihitung berdasarkan jumlah cabang yang muncul setelah 10, 20, 30 dan 40 hari setelah perlakuan.

3. Diameter Batang Tanaman

Diameter batang (cm), diukur pada batang 10 cm di atas permukaan tanah.. Diameter batang diukur pada tiga bagian yaitu pada pangkal, tengah dan ujungnya.

4. Waktu Awal Berbunga

Waktu awal berbunga diamati hingga salah satu tanaman yang diamati telah muncul kuncup bunga.

H. Teknik Analisis Data

Analisis data adalah proses mencari dan menyusun secara sistematis data yang diperoleh dari hasil eksperimen dan dokumentasi. Analisis data menggunakan Analisis Varian (ANOVA), standar dalam pengambilan keputusan untuk menguji hipotesis yaitu sebagai berikut⁶⁶:

1. Apabila nilai *P-Value* (nilai signifikan) $> 0,05$ maka “ada pengaruh perlakuan terhadap pertumbuhan tanaman”.
2. Apabila nilai *P-Value* (nilai signifikan) $< 0,05$ maka “tidak ada pengaruh perlakuan terhadap pertumbuhan tanaman”.

⁶⁶Hanafiah dan Suhana. 2010. Konsep strategi Pembelajaran. Bandung :PT Refika Aditama. Hal. 93.

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + T_j + \Sigma_{ij}$$

Keterangan :

Y_{ij} = Variasi yang diukur

μ = Rata-rata umum

β_i = Efek ulangan ke i

T_j = Efek ulangan ke j

Σ_{ij} = Efek eksperimen dalam ulangan ke i

i = 1.2B (banyak ulangan)

j = 1.2A (banyak perlakuan)

Selanjutnya jika terdapat perbedaan nyata, maka dilanjutkan dengan uji lanjut dengan ketentuan:

1. Jika KK besar (minimal 10% pada kondisi homogen atau minimal 20% pada kondisi heterogen), jika uji lanjut yang digunakan sebaiknya adalah uji Jarak Nyata Duncan (JNTD), karena uji ini merupakan uji yang paling teliti.
2. Jika KK sedang (minimal 5-10% pada kondisi homogen atau antara 10-20% pada kondisi heterogen), uji lanjut yang akan digunakan adalah uji Beda Nyata Terkecil (BNT), karena uji ini dapat dikatakan beketelitian sedang.
3. Jika KK kecil (maksimal 5% pada kondisi homogen), uji lanjutan yang akan digunakan yaitu uji Beda Nyata Jujur (BNJ). Karena uji ini dapat dikatakan kurang teliti.

Pengujian hipotesis dilakukan pada taraf signifikan 0,05 (5%). Jika nilai F hitung \geq nilai F tabel, maka di antara perlakuan terdampak perbedaan yang nyata. Sebaliknya, jika nilai F hitung $<$ nilai F tabel, maka di antara perlakuan terdapat perbedaan yang tidak nyata. Dari hasil yang uji Analisis Ragam jika diperoleh hasil yang nyata maka, dilakukan uji lanjutan. Uji lanjutan yang digunakan berdasarkan nilai KK yang diperoleh dari hasil Analisis Ragam. Kriteria penggunaan uji lanjutan adalah sebagai berikut :

1. Apabila nilai KK $<$ 5% maka menggunakan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) - Apabila nilai KK 5% - 10 % maka menggunakan uji Beda Nyata Terkecil (BNT).
2. Apabila nilai KK $>$ 10% maka menggunakan uji Beda Jarak Nyata Duncan (BJND).

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Hasil Pengamatan

1. Pertumbuhan Tinggi Batang Tanaman Buah Naga (*Hylocereus undatus*)

Berdasarkan hasil pengamatan, rata-rata pertumbuhan tinggi batang tanaman buah naga setelah 30 hari perlakuan dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

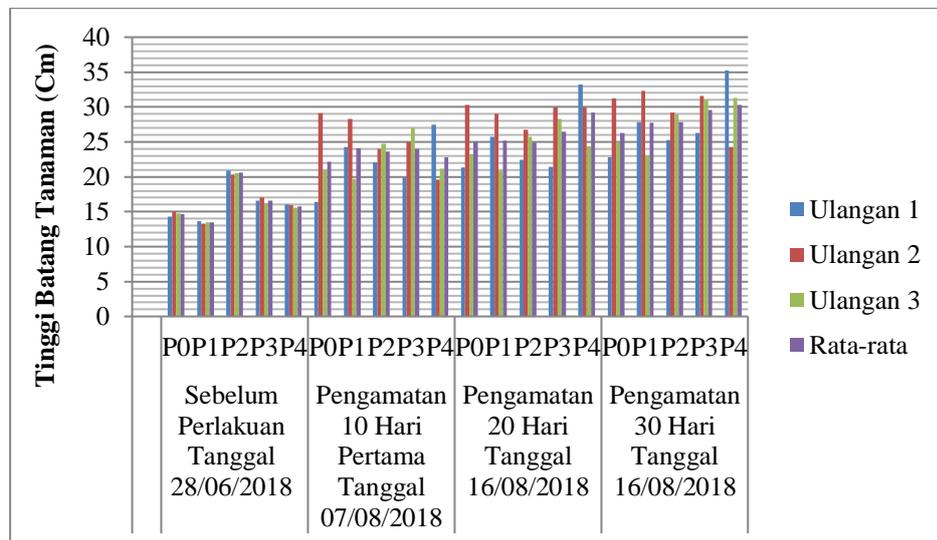
Tabel 4.1. Pertumbuhan tinggi batang tanaman buah naga (*Hylocereus undatus*) selama 30 hari pengamatan

Waktu Pengamatan	Perlakuan	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Jumlah	Rata-rata
Sebelum Perlakuan Tanggal 28/06/2018	P0	14,3	15	14,8	44,1	14,7
	P1	13,7	13,3	13,5	40,5	13,5
	P2	20,9	20,3	20,5	61,7	20,6
	P3	16,6	17	16,2	49,8	16,6
	P4	16	15,9	15,6	47,5	15,8
	Total	81,5	81,5	80,6	243,6	81,2
Pengamatan 10 Hari Pertama Tanggal 07/08/2018	P0	16,4	29,1	21	66,5	22,2
	P1	24,3	28,3	19,7	72,3	24,1
	P2	22,1	24	24,7	70,8	23,6
	P3	19,9	25	27	71,9	24
	P4	27,5	19,6	21,2	68,3	22,8
	Total	110,2	126	113,6	349,8	116,6
Pengamatan 20 Hari Tanggal 16/08/2018	P0	21,3	30,3	23,3	74,9	25
	P1	25,7	29	20,9	75,6	25,2
	P2	22,4	26,7	25,7	74,8	24,9
	P3	21,4	29,9	28,3	79,6	26,5
	P4	33,2	29,9	24,4		29,2
	Total	124	145,8	122,6	304,9	130,8
Pengamatan 30 Hari Tanggal 16/08/2018	P0	22,8	31,2	25	79	26,3
	P1	27,8	32,3	23,1	83,2	27,7
	P2	25,3	29,2	28,9	83,4	27,8
	P3	26,3	31,6	31	88,9	29,6
	P4	35,2	24,3	31,3	90,8	30,3

	Total	137,4	148,6	139,3	425,3	141,8
--	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Hasil pertumbuhan tinggi batang tanaman buah naga paling tinggi terjadi pada perlakuan P₄ dengan konsentrasi limbah sebanyak 600 ml, sedangkan pertumbuhan tinggi batang buah naga paling rendah terjadi pada perlakuan tanpa konsentrasi limbah cair PT. PIM yaitu dengan penyiraman 1000 ml air murni.

Pertumbuhan tinggi batang tanaman buah naga (*Hylocereus undatus*) setelah 30 hari perlakuan juga dapat dilihat pada grafik berikut ini :



Gambar 4.1. : Grafik pertumbuhan tinggi batang tanaman buah naga (*Hylocereus undatus*) setelah 30 hari perlakuan

Keterangan: P₀ : 1000 ml air murni (kontrol), P₁ : 150 ml limbah cair PT PIM + 850 ml air murni, P₂ : 300 ml limbah cair PT PIM + 700 ml air murni, P₃ : 450 ml limbah cair PT PIM + 650 ml air murni, P₄ : 600 ml limbah cair PT PIM + 400 ml air murni

Hasil analisis ANOVA pada pertumbuhan tinggi batang tanaman buah naga (*Hylocereus undatus*) dapat dilihat pada tabel sidik ragam berikut ini :

Tabel 4.2 : Analisis sidik ragam pertumbuhan tinggi batang tanaman buah naga (*Hylocereus undatus*)

<i>Source of Variation</i>	<i>SS</i>	<i>df</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>P-value</i>	<i>F crit</i>
Between Groups	47,8977778	2	23,94889	0,011095	0,988975	3,68232034
Within Groups	32378,1667	15	2158,544			
Total	32426,0644	17				

Hasil tabel ANOVA, membuktikan bahwa nilai $P - value$ adalah 0,98 yaitu lebih besar 0, 05 sehingga dapat dinyatakan bahwa limbah cair PT Pupuk Iskandar Muda (PIM) berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman buah naga (*Hylocereus undatus*). Karena uji ANOVA menunjukkan ada perbedaan yang nyata secara statistik, maka dilakukan uji lanjut BNT untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan antar tiap individu perlakuan. Berikut adalah tabel hasil uji BNT pada pertumbuhan tinggi batang tanaman buah naga (*Hylocereus undatus*).

Tabel 4.3. Tabel Uji BNT pertumbuhan tinggi batang

Perlakuan	Rata-rata
P0	26,3a
P1	27,7a
P2	27,8a
P3	29,6a
P4	30,3a

Berdasarkan hasil uji BNT terhadap pengaruh limbah cair PT. PIM pada pertumbuhan tinggi batang tanaman buah naga (*Hylocereus undatus*), tidak terdapat perbedaan yang signifikan dari masing-masing perlakuan. Hal ini disebabkan karena notasi yang ditunjukkan secara statistik sama.

2. Pertumbuhan Jumlah Cabang Tanaman Buah Naga (*Hylocereus undatus*)

Berdasarkan hasil pengamatan, rata-rata pertumbuhan tinggi batang tanaman buah naga setelah 30 hari perlakuan dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

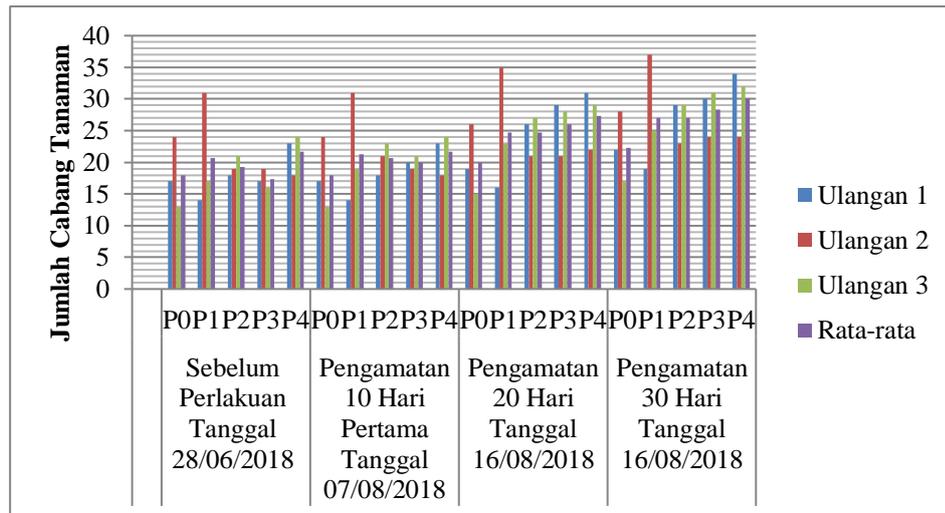
Tabel 4.4. : Pertumbuhan jumlah cabang tanaman buah naga (*Hylocereus undatus*) selama 30 hari pengamatan

Waktu Pengamatan	Perlakuan	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Jumlah	Rata-rata
Sebelum Perlakuan Tanggal 28/06/2018	P0	17	24	13	54	18
	P1	14	31	17	62	20,7
	P2	18	19	21	58	19,3
	P3	17	19	16	52	17,3
	P4	23	18	24	65	21,7
	Total	89	111	91	291	97
Pengamatan 10 Hari Pertama Tanggal 07/08/2018	P0	17	24	13	54	18
	P1	14	31	19	64	21,3
	P2	18	21	23	62	20,7
	P3	20	19	21	60	20
	P4	23	18	24	65	21,7
	Total	92	113	100	305	101,7
Pengamatan 20 Hari Tanggal 16/08/2018	P0	19	26	15	60	20
	P1	16	35	23	74	24,7
	P2	26	21	27	74	24,7
	P3	29	21	28	78	26
	P4	31	22	29	82	27,3
	Total	121	125	122	368	122,7
Pengamatan 30 Hari Tanggal 16/08/2018	P0	22	28	17	67	22,3
	P1	19	37	25	81	27
	P2	29	23	29	81	27
	P3	30	24	31	85	28,3
	P4	34	24	32	90	30
	Total	134	136	134	404	134,7

Hasil pertumbuhan jumlah cabang tanaman buah naga paling tinggi terjadi pada perlakuan P4 dengan konsentrasi 600 ml limbah cair PT PIM, sedangkan

pertumbuhan paling rendah terjadi pada perlakuan P₀ tanpa konsentrasi limbah cair atau 1000 ml air murni (kontrol).

Pertumbuhan jumlah cabang tanaman buah naga (*Hylocereus undatus*) setelah 30 hari perlakuan juga dapat dilihat pada grafik berikut ini :



Gambar 4.2. : Grafik pertumbuhan jumlah cabang tanaman buah naga (*Hylocereus undatus*) setelah 30 hari perlakuan

Keterangan: P₀ : 1000 ml air murni (kontrol), P₁ : 150 ml limbah cair PT PIM + 850 ml air murni, P₂ : 300 ml limbah cair PT PIM + 700 ml air murni, P₃ : 450 ml limbah cair PT PIM + 650 ml air murni, P₄ : 600 ml limbah cair PT PIM + 400 ml air murni

Hasil analisis ANOVA, pada jumlah cabang tanaman buah naga (*Hylocereus undatus*) dapat dilihat pada tabel sidik ragam berikut ini :

Tabel 4.5: Analisis sidik ragam pertumbuhan jumlah cabang tanaman buah naga (*Hylocereus undatus*)

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	1,77777778	2	0,888889	0,000453	0,999547	3,68232034
Within Groups	29452	15	1963,467			
Total	29453,7778	17				

Hasil tabel ANOVA, membuktikan bahwa nilai P – value adalah 0,99 lebih besar 0.05 sehingga dapat dinyatakan bahwa limbah cair PT. PIM berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman buah naga (*Hylocereus undatus*). Karena uji ANOVA menunjukkan ada perbedaan yang nyata secara statistik, maka dilakukan uji lanjut BNt untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan antar tiap individu perlakuan. Berikut adalah tabel hasil uji BNt pada pertumbuhan jumlah cabang tanaman buah naga (*Hylocereus undatus*).

Tabel 4.6. : Tabel Uji BNt pertumbuhan jumlah cabang

Perlakuan	Rata-rata
P0	22,3a
P1	27a
P2	27a
P3	28,3a
P4	30a

Berdasarkan hasil uji BNt terhadap pengaruh limbah cair PT. PIM pada pertumbuhan jumlah cabang tanaman buah naga (*Hylocereus undatus*) tidak terdapat perbedaan yang signifikan dari masing-masing perlakuan. Hal ini disebabkan karena notasi yang ditunjukkan secara statistik sama.

3. Pertumbuhan Diameter Batang Tanaman Buah Naga (*Hylocereus undatus*)

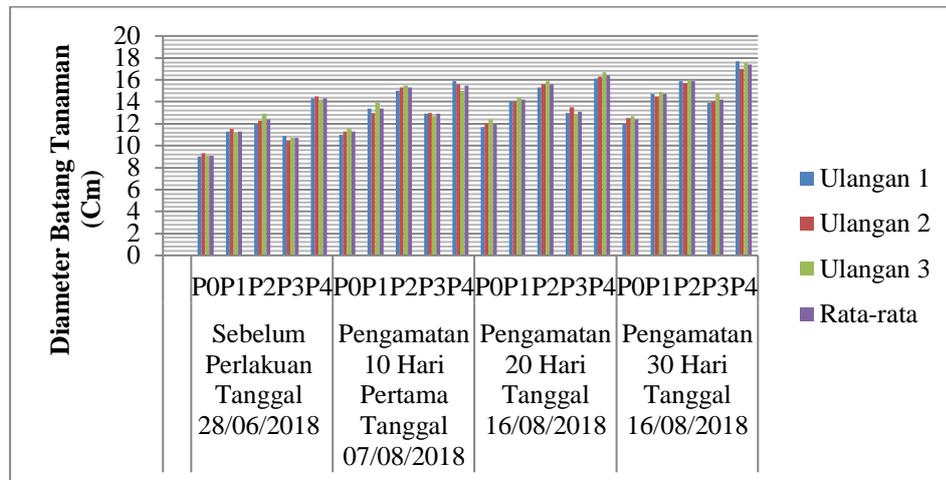
Berdasarkan hasil pengamatan, rata-rata pertumbuhan diameter batang tanaman buah naga setelah 30 hari perlakuan dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.7. : Pertumbuhan diameter batang tanaman buah naga (*Hylocereus undatus*) selama 30 hari pengamatan

Waktu Pengamatan	Perlakuan	Ulangan 1	Ulangan2	Ulangan 3	Jumlah	Rata-rata
Sebelum	P0	9	9,3	9,1	27,4	9,1

Perlakuan Tanggal 28/06/2018	P1	11,3	11,5	11,2	34	11,3
	P2	12	12,3	12,9	37,2	12,4
	P3	10,9	10,5	10,7	32,1	10,7
	P4	14,3	14,5	14,2	43	14,3
	Total	57,5	58,1	58,1	173,7	57,9
Pengamatan 10 Hari Pertama Tanggal 07/08/2018	P0	11	11,3	11,6	33,9	11,3
	P1	13,4	13	13,9	40,3	13,4
	P2	15	15,3	15,5	45,8	15,3
	P3	12,9	13	12,7	38,6	12,9
	P4	15,9	15,6	15	46,5	15,5
	Total	68,2	68,2	68,7	205,1	68,36 67
Pengamatan 20 Hari Tanggal 16/08/2018	P0	11,7	12	12,4	36,1	12
	P1	14,1	14	14,4	42,5	14,2
	P2	15,3	15,6	15,9	46,8	15,6
	P3	13	13,5	12,9	39,4	13,1
	P4	16,1	16,3	16,7	49,1	16,4
	Total	70,2	71,4	72,3	213,9	71,3
Pengamatan 30 Hari Tanggal 16/08/2018	P0	12	12,5	12,7	37,2	12,4
	P1	14,7	14,5	14,9	44,1	14,7
	P2	15,9	15,7	16	47,6	15,9
	P3	13,9	14	14,7	42,6	14,2
	P4	17,7	17	17,6	52,3	17,4
	Total	74,2	73,7	75,9	223,8	74,6

Hasil dari pertumbuhan diameter batang tanaman buah naga paling tinggi terjadi pada perlakuan P₄ dengan konsentrasi limbah cair 600 ml, sedangkan pertumbuhan paling rendah terjadi pada perlakuan P₀ tanpa konsentrasi limbah cair atau 1000 ml air murni (kontrol). Pertumbuhan diameter batang tanaman buah naga (*Hylocereus undatus*) setelah 30 hari perlakuan juga dapat dilihat pada grafik berikut ini :



Gambar 4.3. : Grafik pertumbuhan diameter batang tanaman buah naga (*Hylocereus undatus*) setelah 30 hari perlakuan

Keterangan: P₀ : 1000 ml air murni (kontrol), P₁ : 150 ml limbah cair PT PIM + 850 ml air murni, P₂ : 300 ml limbah cair PT PIM + 700 ml air murni, P₃ : 450 ml limbah cair PT PIM + 650 ml air murni, P₄ : 600 ml limbah cair PT PIM + 400 ml air murni

Hasil analisis ANOVA pada pertumbuhan diameter batang tanaman buah naga (*Hylocereus undatus*) dapat dilihat pada tabel sidik ragam berikut ini :

Tabel 4.8. : Analisis sidik ragam pertumbuhan diameter batang tanaman buah naga (*Hylocereus undatus*)

Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Between Groups	1,77333333	2	0,886667	0,001486	0,998515	3,68232034
Within Groups	8948,58667	15	596,5724			
Total	8950,36	17				

Hasil tabel ANOVA membuktikan bahwa nilai P – value adalah 0,99 lebih besar 0.05 sehingga dapat dinyatakan bahwa limbah cair PT. PIM berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman buah naga (*Hylocereus undatus*). Karena uji ANOVA menunjukkan ada perbedaan yang nyata secara statistik, maka dilakukan

uji lanjut BNt untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan antar tiap individu perlakuan. Berikut adalah tabel hasil uji BNt pada pertumbuhan diameter batang tanaman buah naga (*Hylocereus undatus*).

Tabel 4.9. : Uji BNt pertumbuhan diameter batang

Perlakuan	Rata-rata
P0	12,4a
P1	14,7c
P2	15,9d
P3	14,2b
P4	17,4e

Berdasarkan hasil uji BNt terhadap pengaruh limbah cair PT. PIM pada pertumbuhan diameter batang tanaman buah naga (*Hylocereus undatus*) terdapat perbedaan yang signifikan dari masing-masing perlakuan. Hal ini disebabkan karena notasi yang ditunjukkan secara statistik tidak sama.

B. Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diketahui bahwa tanaman buah naga (*Hylocereus undatus*) setelah disiram menggunakan limbah cair PT Pupuk Iskandar Muda (PIM) selama 30 hari mengalami pertumbuhan baik tinggi batang, jumlah cabang maupun diameter batang. Tanaman buah naga (*Hylocereus undatus*) diukur selama 10 hari sekali dan disiram setiap pagi hari pukul 08.30 WIB. Penyiraman terus dilakukan hingga tanaman buah naga menghasilkan bunga sebagai bukti telah berakhirnya pertumbuhan secara vegetatif. Fase atau tahap pembentukan bunga merupakan suatu tahapan perkembangan awal dari terbentuknya tunas generatif atau tunas primordia bunga

(*apeks meristem reproduksi*) hingga bunga mekar (*athesis*)⁶⁷. Bunga muncul pada hari ke 27 penelitian tanggal 24 Juli 2018, sehingga pengukuran terakhir dilakukan 27 Juli 2018.

Tinggi batang tanaman buah naga mengalami pertumbuhan paling tinggi pada perlakuan P₄ dengan konsentrasi 600 ml limbah cair dan pertumbuhan paling rendah terjadi paada perlakuan P₀ sebagai kontrol yaitu tanpa pengaruh limbah cair PT. PIM dengan menggunakan 1000 ml air murni. Hasil data yang diperoleh menunjukkan bahwa pertumbuhan tinggi batang tanaman buah naga mengalami lebih banyak penambahan ukuran cm selama penyiraman menggunakan limbah cair dibandingkan air murni. Tinggi batang dapat dilihat pada tabel analisis dimananalai F tabel lebih besar dari 0,05 yaitu 0,394. Hasil uji BNt membuktikan bahwa pengaruh limbah cair PT. PIM terhadap pertumbuhan tinggi batang tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Hal ini menyatakan bahwa limbah cair PT. PIM berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman buah naga, tetapi tidak terlalu signifikan. Hal tersebut sesuai dengan penelitian sebelumnya⁶⁸ yang menyatakan bahwa konsentrasi limbah tahu paling tinggi juga dapat mempengaruhi pertumbuhan pada tinggi tanaman Caisin. Hal ini dikarenakan tanaman dapat memanfaatkan unsur hara di dalam tanah yang meningkat akibat

⁶⁷Kurniawati Purwaka Putri dan Agus Astho Pramono. 2013. Perkembangan Bunga, Buah dan Keberhasilan Reproduksi Jenis Saga (*Adenantha pavonina L.*). Jurnal Penelitian Hutan Tanaman. Vol.10, No.3. Hal.151.

⁶⁸Ajeng Febrina Saraswati. Pemanfaatan Limbah Cair Tahu sebagai Bahan Amelioran Tanah dan Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Caisin (*Brassica juncea L.*). *Skripsi*. (Bogor : Departemen Ilmu Tanah dan Sumber Daya Lahan. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor, 2015). Hal. 11.

perlakuan limbah cair tahu. Aplikasi limbah cair tahu akan meningkatkan ketersediaan hara yang dibutuhkan tanaman untuk menunjang pertumbuhannya.

Jumlah cabang tanaman buah naga mengalami pertumbuhan paling tinggi pada perlakuan P₄ dengan konsentrasi 600 ml limbah cair dan pertumbuhan paling rendah terjadi pada perlakuan P₀ sebagai kontrol yaitu tanpa pengaruh limbah cair PT PIM dengan menggunakan 1000 ml air murni. Jumlah cabang tanaman juga mengalami pertambahan lebih banyak dengan perlakuan limbah cair dari pada perlakuan menggunakan air murni yang dapat dilihat pada tabel data analisis, dimana nilai F tabel lebih besar dari 0,05 yaitu 0,580. Hasil uji BNT membuktikan bahwa pengaruh limbah cair PT. PIM terhadap pertumbuhan jumlah cabang tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Hal ini menyatakan bahwa limbah cair PT. PIM berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman buah naga, tetapi tidak terlalu signifikan. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya⁶⁹ yang menyatakan bahwa semakin besar dosis limbah cair tahu yang diberikan ke dalam tanah maka semakin besar pula unsur hara yang disumbangkan, seperti hara nitrogen. Nitrogen merupakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman untuk pembentukan protein di dalam sel-sel vegetatif tanaman. Pemberian N yang banyak akan menyebabkan pertumbuhan vegetatif berlangsung baik. Ketersediaan unsur hara nitrogen di dalam tanah diduga penyebab meningkatnya jumlah cabang.

⁶⁹Ahmad Al Amin, Arnis En Yulia dan Nurbaiti. 2017. Pemanfaatan Limbah Cair Tahu Untuk Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Pakcoy (*Brassicarapa L.*). *JOM FAPERTA*. Vol.4, No.2. Hal. 4.

Diameter batang tanaman buah naga mengalami pertumbuhan paling tinggi pada perlakuan P₄ dengan konsentrasi 600 ml limbah cair dan pertumbuhan paling rendah terjadi pada perlakuan P₀ sebagai kontrol yaitu tanpa pengaruh limbah cair PT. PIM dengan menggunakan 1000 ml air murni. Diameter batang tanaman buah naga yang mengalami pertumbuhan lebih cepat dengan perlakuan penyiraman menggunakan limbah cair dari pada menggunakan air murni. Hal ini ditunjuki pada tabel hasil dimana nilai F tabel lebih besar dari 0,05 yaitu 162,624. Hasil uji BNt membuktikan bahwa pengaruh limbah cair PT. PIM terhadap pertumbuhan diameter batang terdapat perbedaan yang signifikan. Hal ini menyatakan bahwa limbah cair PT. PIM berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman buah naga, bahkan pengaruhnya sangat signifikan. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya⁷⁰ yang menyatakan bahwa limbah dapat mempengaruhi diameter batang tanaman yang disebabkan oleh unsur hara dalam limbah pupuk yang tersedia bagi tanaman merupakan salah satu faktor yang menunjang kegiatan fisiologis tanaman. Salah satu komponen yang terkandung dalam limbah pupuk adalah nitrogen. Nitrogen merupakan unsur yang sangat dibutuhkan tanaman. Nitrogen di dalam tanaman diubah menjadi -N, -NH, -NH₂. Bentuk reduksi ini kemudian diubah menjadi senyawa yang lebih kompleks dan akhirnya menjadi protein. Fosfor berperan dalam proses transfer energi, pembentukan biji, pertumbuhan akar dan sangat penting dalam proses fotosintesis. Kebutuhan tanaman terhadap kalium juga cukup tinggi. Adanya unsur kalium mengakibatkan pembukaan stomata lebih optimal. Pembukaan stomata yang

⁷⁰*Op. cit.* Hal. 5-6.

optimal akan mempengaruhi proses fotosintesis melalui peningkatan serapan gas CO₂. Meningkatnya CO₂ yang dapat diserap oleh tanaman akan mengakibatkan meningkatnya laju fotosintesis. Peningkatan laju fotosintesis akan mengakibatkan peningkatan bobot tanaman yang akan meningkatkan bobot produksi.

Hal ini membuktikan bahwa pengaruh limbah cair terhadap pertumbuhan tanaman buah naga baik tinggi batang, jumlah cabang maupun diameter batang tidak mengalami perbedaan yang terlalu signifikan. Konsentrasi limbah cair PT PIM paling optimal terhadap pertumbuhan tanaman buah naga adalah 600 ml. Ini dipengaruhi oleh faktor kandungan limbah cair dan tempat tanaman buah naga tumbuh.

Pertumbuhan tanaman buah naga selain dipengaruhi oleh kandungan 10% sisa pupuk organik yang ada dalam limbah cair juga dipengaruhi oleh keadaan lingkungan pabrik PT. PIM. Tanaman buah naga tumbuh disekitaran KPPL dan laut pembuangan limbah terakhir pabrik pupuk PT. PIM. Faktor lingkungan yang mempengaruhi keadaan pertumbuhan tanaman tersebut adalah pH, udara, suhu, keadaan tanah, bau dan salinitas air limbah.

Kandungan limbah cair PT Pupuk Iskandar Muda (PIM) terdiri dari 3 unsur utama yaitu NH₄, NO₃, dan NO₂. Frekuensi rata-rata jumlah NH₄ setelah 30 hari pengamatan adalah 258.79 ppm, sedangkan NO₃ sebanyak 0,384027778 ppm dan NO₂ berjumlah 176.69 ppb. Pengukuran pH limbah cair pada tanggal 26 Juli 2018 adalah 09.20, sedangkan COD adalah 140 ppm. Hal ini pula yang menjadikan limbah cair dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman buah naga.

Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya⁷¹ menyatakan bahwa limbah selain mengandung N dalam bentuk anorganik dan organik, yang dapat dipergunakan pada waktu cepat dan juga waktu yang lama. Limbah tahu dalam bentuk larutan lebih cepat diserap oleh tanaman karena terdapat senyawa N dalam bentuk N – organik, N- nitrit (NO₂), N- nitrat (NO₃), N amonium (NH₄)⁷². Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian limbah dengan dosis berbeda memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap laju pertumbuhan relatif populasi spirulina. Komponen terbesar dalam limbah yang bermanfaat bagi tanaman adalah nitrogen. Nitrogen merupakan penyusun utama protein dan sebagai bagian dari krikil yang mempunyai peranan penting pada fotosintesis⁷³ fotosintat yang dihasilkan dalam fotosintesis dapat digunakan tanaman untuk proses pembelahan sel tanaman sehingga tanaman mengalami pertumbuhan tinggi. N juga berfungsi untuk merangsang pertumbuhan secara keseluruhan khususnya batang, cabang dan daun yang dibutuhkan dalam jumlah yang banyak terutama saat pertumbuhan vegetatif.

⁷¹ Setyowati, W.A.E, dkk. 2014. Skrining Fitokimia dan Identifikasi Komponen Utama Ekstrak Metanol Kulit Durian (*Durio zibenthinus* Murr.) Varietas Petruk. *Jurnal Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia VI*. Vol.6, No.2. Hal. 273.

⁷² Sutedjo, M. 2010. *Pupuk Dan Cara Pemupukan*. Jakarta: Rineka Cipta. Hal.57.

⁷³ Havlin, J.L., J. P. Beaton., S.L. Tisdale., and W.L. Nelson. 1999. *Soil Fertility and Fertilizer. An Introduction to Nutrient Management*. Sixth ed. Prentice Hall. New Jersey. Hal.37.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Limbah cair PT. Pupuk Iskandar Muda dapat mempengaruhi pertumbuhan tinggi batang, jumlah cabang dan diameter tanaman buah naga.
2. Konsentrasi limbah cair PT. Pupuk Isakandar Muda yang paling optimal pada pertumbuhan batang, jumlah cabang, dan diameter batang tanaman buah naga adalah pada perlakuan P₄ yaitu 600 ml.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disarankan:

1. Diharapkan ada pengujian lebih lanjut terkait dampak negatif dari limbah cair PT.PIM terhadap pertumbuhan tanaman buah naga (*Hylocereus undatus*).
2. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat dilakukan dari awal penanaman hingga menghasilkan buah dengan menggunakan parameter yang lebih beragam, seperti pengamatan jumlah produksi tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Al Amin, Arnis En Yulia dan Nurbaiti. 2017. Pemanfaatan Limbah Cair Tahu Untuk Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.). *JOM FAPERTA*. Vol.4, No.2.
- Ahmad Muqorrobin, dkk. 2011. *Penerapan Taman Rawa sebagai Alternatif Pengelolaan Limbah Cair Rumah Tangga*. Bogor : Program Kegiatan Mahasiswa Universitas Institut Pertanian Bogor.
- Ajeng Febrina Saraswati. Pemanfaatan Limbah Cair Tahu sebagai Bahan Amelioran Tanah dan Pengaruhnya Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Caisin (*Brassica juncea* L.). *Skripsi*. (Bogor : Departemen Ilmu Tanah dan Sumber Daya Lahan. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor, 2015).
- Alaert G., dan S.S. Santika. 1984. *Metode Penelitian Air*. Usaha Nasional. Surabaya. Indonesia.
- Andoko, A. dan H. Nurrasyid. 2012. *5 Jurus Sukses Hasilkan Buah Naga Kualitas Prima*. Cetakan pertama. PT AgroMedia Pustaka. Jakarta.
- Andrina, Y., 2009. *Pengaruh Beberapa Zat Pengatur Tumbuh Terhadap Pertumbuhan Setek Tanaman Buah Naga Berdaging Merah (*Hylocereus costaricensis* (Web) Britton & Ross)*. Skripsi. Universitas Andalas, Padang.
- Anggit P, Setia. 2010. *Pemanfaatan Jerami Padi Dan Ampas Tahu Cair Sebagai Media Pertumbuhan Jamur Merang (*Volvariella volvaceae*)*. Skripsi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhamadyah Surakarta.
- Darmadi. 2008. Pengolahan Limbah Cair Pabrik Pupuk Urea Menggunakan Advanced Oxidation Processes. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan* Vol. 10, No. 1, Juni 2014 ISSN 1412-5064.
- Departemen Agama RI, 1996:326. *Q.S. Ar-Rum* (30):41
- Ernawati, P. 2003. Manfaat Limbah Cair Ampas Tahu Sebagai Pupuk Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kedelai. *Jurnal Ilmiah Sains*. Universitas Semarang.
- Gusni Susanti. 2016. Analisis Pengaruh Limbah Cair Urea yang Diaplikasikan secara Langsung Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Cabai. *Jurnal Galung Tropika*. Vol.5, No.1.
- Hanafiah dan Suhana. 2010. *Konsep strategi Pembelajaran*. Bandung :PT Refika Aditama.

- Hanafiah, K. 2005. *Dasar–Dasar Ilmu Tanah*. PT. Rajagrafindo Persada. Jakarta.
- Hardjadinata, Sinatra. 2012. *Budi Daya Buah Naga Super Red Secara Organik*. Cetakan ke III. Jakarta: Penebar Swadaya Group.
- Hardjadinata, Sinatra. 2010. *Budidaya Buah Naga Super Red secara Organik*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Hassani, Q., Adiwilaga, E.M., Pratiwi, N. 2012. The relationship between the Harmful Alga Blooms (HABs) phenolmenon with nutrients at shrimp farms and fish cage culture sites in pesawaran district Lampung Bay, *Journal of Science*. Makara.
- Hastuti, F., 2009. *Pengaruh Konsentrasi Pupuk Daun Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tabulampot Buah Naga (Hylocereus Undatus (Haw.) Britt.* IPB, Bogor.
- Havlin, J.L., J. P. Beaton., S.L. Tisdale., and W.L. Nelson. 1999. *Soil Fertility and Fertilizer. An Introduction to Nutrient Management*. Sixth ed. Prentice Hall. New Jersey.
- Hukum.kompasiana.com. 2011. “*Perdefinisi tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup Berdasarkan Ketentuan UU Nomor 32 Tahun 2009*”
- Ichsan Setiawan, Syarifah Meurah Yuni, Mariana, Yopi Ilhamsyah . 2017. *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana (SNP) Unsyiah*, Banda Aceh, Indonesia.
- Indahwati. 2008. *Pengaruh Pemberian Limbah Cair Tahu terhadap Pertumbuhan Vegetatif Cabai Merah (Capsicum Annuum. L) Secara Hidroponik dengan Metode Kultur Serabut Kelapa*. Skripsi . Malang: Program Studi Pendidikan Biologi Jurusan Pendidikan Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah.
- Kristanto. 2005. *Buah Naga Pembudidayaan di Pot dan di Kebun*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Kurniawati Purwaka Putri dan Agus Astho Pramono. 2013. Perkembangan Bunga, Buah dan Keberhasilan Reproduksi Jenis Saga (*Adenantha pavonina L.*). *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*. Vol.10, No.3.
- Nurheti Yuliarti. 2011. *1001 Khasiat Buah-Buahan*. Yogyakarta: C.V ANDI OFFSET.
- Nurliyana, R., Zahir, I. S., Suleiman, K. M., Aisyah, M.R., dan Rahim, K. K., 2010, Antioxidant study of pulps and peels of dragon fruits: a comparative study, *International Food Research Journal*. Vol.17, No.3.

- Rahimpour, M. R., Mottaghi, H. R. 2010. Enhancement of urea, amonia and carbon dioxide removal from industrial wastewater using a cascade of hydrolyser–Desorber Loops, *Chemical Engineering Journal*, 160, 594–606.
- Ratna Unaida1. 2015. *Keragaman Plankton Di Lagun Pembuangan Limbah Cair Pabrik Pt.Pupuk Iskandar Muda (Pim) Dan PT. Asean Aceh Fertilizer (AAf)*. Issn: 2302-1705 Jesbio Vol. IV No. 2.
- Salim, Emil. 2011. *Mengolah Singkong Menjadi Tepung Mocaf Bisnis Produk Alternatif pengganti Terigu*. Yogyakarta: Lily Publisher.
- Satria, A. 2011. *Pengaruh Beberapa Konsentrasi Atonik Pada Pertumbuhan Setek Buah Naga Berdaging Merah (Hylocereus costaricensis Britton & Rose)*. Skripsi. Universitas Andalas. Padang.
- Setyowati, W.A.E, dkk. 2014. Skrining Fitokimia dan Identifikasi Komponen Utama Ekstrak Metanol Kulit Durian (*Durio zibenthinus Murr.*) Varietas Petruk. *Jurnal Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia VI*. Vol.6, No.2.
- Sugiharto, 1987, "Dasar-dasar pengelolaan air limbah", Universitas Indonesia, Jakarta.
- Suharmiati dan Handayani, L., 2006, *Cara Benar Meracik Obat Tradisional*, 4-6, Agro Pustaka, Jakarta.
- Sustainability Report. 2016. *Ikhtisar Kinerja Berkelanjutan*. Laporan Berkelanjutan Ini Memberikan Gambaran Yang Jelas, Positif Dan Benar Mengenai Perusahaan Sebagai Informasi Yang Perlu Diketahui Oleh Pihak Terkait.Pt. Pupuk Iskandar Muda.
- Sutedjo, M. 2010. *Pupuk Dan Cara Pemupukan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Swaminathan, B., Goshwani, M., Singh, A. K. 2005. *Water conservation in Indian fertilizer industry*, IFA Technical Committee Meeting, Egypt.
- Warisno dan Dahana. 2010. *Peluang Usaha dan Budidaya Cabai*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Wildan Djaja. 2008. *Langkah Jitu Membuat Kompos dari Kotoran Ternak & Sampah*. Jakarta: Agromedia.
- Winarsi, H, 2007. *Antioksidan Alami dan Radikal Bebas*, Kanisius, Yogyakarta.
- World Health Organization (WHO). 2005. *Maternal Mortality*. Geneva : Departement Of Reproductive Health and Research.

LAMPIRAN

1. Tempat Pembuangan Limbah PT PIM (Pupuk Iskandar Muda)

	
<p>Limbah Yang Digunakan Untuk Penyiraman Tanaman Buah Naga</p>	<p>KPPL Utama PT. Pupuk Iskandar Muda</p>
	
<p>Penampakan Lebih Dekat Limbah Pembuangan Terakhir</p>	<p>Limbah Yang Digunakan Untuk Penyiraman Tanaman Buah Naga</p>

2. Pengamatan Pertumbuhan Tanaman Buah Naga

	
<p>Laut Pembuangan Limbah</p>	<p>Pengukuran Tinggi Batang, Jumlah Cabang dan Diameter Batang</p>
	
<p>Pengamatan Pertumbuhan Tanaman Buah Naga</p>	<p>Mencatat Hasil Pengamatan</p>
	
<p>Pemeliharaan Tanaman Buah Naga</p>	<p>Penyiraman Limbah Cair secara Langsung terhadap Tanaman Buah Naga</p>

	
<p>Mencabut Rumput Yang ada disekitaran Tanaman Buah Naga</p>	<p>Penampakan secara Keseluruhan Tanaman Buah Naga di PT Pupuk Iskandar Muda</p>
	
<p>Salah satu Tanaman Buah Naga yang melakukan Pembungaan (P₄ Ulangan 1</p>	<p>Tanaman Buah Naga</p>
	
<p>Tanaman Buah Naga P₃ Ulangan 1</p>	<p>Tanaman Buah Naga P₂ Ulangan 1</p>

	
<p>Tanaman Buah Naga P₁ Ulangan 1</p>	<p>Tanaman Buah Naga P₀ Ulangan 1</p>
	
<p>Tanaman Buah Naga P₀ Ulangan 2</p>	<p>Tanaman Buah Naga P₁ Ulangan 2</p>
	
<p>Tanaman Buah Naga P₂ Ulangan 2</p>	<p>Tanaman Buah Naga P₃ Ulangan 2</p>



Tanaman Buah Naga P₁ Ulangan 2



Tanaman Buah Naga P₀ Ulangan 2



Tanaman Buah Naga P₄ Ulangan 3



Tanaman Buah Naga P₃ Ulangan 3



Tanaman Buah Naga P₂ Ulangan 3



Tanaman Buah Naga P₁ Ulangan 3



Tanaman Buah Naga P₀ Ulangan 3



Tanaman Buah Naga P₄ Ulangan
1

3. Hasil perhitungan manual pertumbuhan tanaman buah naga

A. Tinggi batang tanaman buah naga setelah 30 hari penanaman

$$CF = (425,3)^2 / 15$$

$$= 18080,09 / 15$$

$$= 12058,67$$

$$\begin{aligned} SST &= (22,8)^2 + (27,8)^2 + (25,3)^2 + (26,3)^2 + (35,2)^2 + (31,2)^2 \\ &+ (32,3)^2 + (29,2)^2 + (31,6)^2 + (24,3)^2 + (25)^2 + (23,1)^2 + \\ &(28,9)^2 + (31)^2 + (31,3)^2 \end{aligned}$$

$$= 12256,43 - 12058,67$$

$$= 197,76$$

$$SSB = (137,4)^2 + (148,6)^2 + (139,3)^2 / 5 - 12058,67$$

$$= 60365,21 / 5 - 12058,67$$

$$= 12073,04 - 12058,67$$

$$= 14,372$$

$$SSP = (79)^2 + (83,2)^2 + (83,4)^2 + (88,9)^2 + (90,8)^2 / 3 - 12058,67$$

$$= 36266,65 / 3 - 12058,67$$

$$= 12088,88 - 12058,67$$

$$= 30,21$$

$$SSE = SST - SSB - SSP$$

$$= 197,76 - 14,372 - 30,21$$

$$= 153,18$$

Sumber Variasi	Df	SS	MS	F
Perlakuan	4	30,21	7,5525	0,394
Ulangan	2	14,37	7,185	0,375
Error	8	153,18	19,1475	
Total	14	197,76		

B. Jumlah cabang tanaman buah naga setelah 30 hari penanaman

$$\begin{aligned}
CF &= (404)^2 / 15 \\
&= 163216 / 15 \\
&= 10881,06 \\
SST &= (22)^2 + (19)^2 + (29)^2 + (30)^2 + (34)^2 + (28)^2 + (37)^2 + (23)^2 + \\
&\quad (24)^2 + (24)^2 + (17)^2 + (25)^2 + (29)^2 + (31)^2 + (32)^2 \\
&= 11316 - 10881,06 \\
&= 434,94 \\
SSB &= (134)^2 + (136)^2 + (134)^2 / 5 - 10881,06 \\
&= 54408 / 5 - 10881,06 \\
&= 10881,6 - 10881,06 \\
&= 0,54 \\
SSP &= (67)^2 + (81)^2 + (81)^2 + (85)^2 + (90)^2 / 3 - 10881,06 \\
&= 32936 / 3 - 10881,06 \\
&= 10978,66 - 10881,06 \\
&= 97,60 \\
SSE &= SST - SSB - SSP \\
&= 434,94 - 0,54 - 97,60 \\
&= 336,8
\end{aligned}$$

Sumber Variasi	Df	SS	MS	F
Perlakuan	4	97,60	24,4	0,57
Ulangan	2	0,54	0,27	0,0064
Error	8	336,8	42,1	
Total	14	434,94		

C. Diameter batang tanaman buah naga setelah 30 hari penanaman

$$\begin{aligned}
CF &= (223,8)^2 / 15 \\
&= 50086,44 / 15 \\
&= 3339,09 \\
SST &= (12)^2 + (14,7)^2 + (15,9)^2 + (13,9)^2 + (17,7)^2 + (12,5)^2 + \\
&\quad (14,5)^2 + (15,7)^2 + (14)^2 + (17)^2 + (12,7)^2 + (14,9)^2 + (16)^2 + \\
&\quad (14,7)^2 + (17,6)^2 \\
&= 3382,54 - 3339,09 \\
&= 43,45 \\
SSB &= (74,2)^2 + (73,7)^2 + (75,9)^2 / 5 - 3339,09 \\
&= 16698,14 / 5 - 3339,09 \\
&= 3339,62 - 3339,09 \\
&= 0,53
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{SSP} &= (37,2)^2 + (44,1)^2 + (47,6)^2 + (42,6)^2 + (52,3)^2 / 3 - 3339,09 \\
&= 10144,46 / 3 - 3339,09 \\
&= 3381,48 - 3339,09 \\
&= 42,39 \\
\text{SSE} &= \text{SST} - \text{SSB} - \text{SSP} \\
&= 43,45 - 0,53 - 42,39 \\
&= 0,528
\end{aligned}$$

Sumber Variasi	Df	SS	MS	F
Perlakuan	4	42,39	10,59	160,45
Ulangan	2	0,53	0,265	4,015
Error	8	0,528	0,066	
Total	14	43,448		

Tabel Distribusi Nilai F

Titik Persentase Distribusi F untuk Probabilitas = 0,05															
df untuk penyebut (N2)	df untuk pembilang (N1)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	161	199	216	225	230	234	237	239	241	242	243	244	245	245	246
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38	19.40	19.40	19.41	19.42	19.42	19.43
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	8.76	8.74	8.73	8.71	8.70
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	5.94	5.91	5.89	5.87	5.86
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	4.70	4.68	4.66	4.64	4.62
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	4.03	4.00	3.98	3.96	3.94
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	3.60	3.57	3.55	3.53	3.51
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	3.31	3.28	3.26	3.24	3.22
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	3.10	3.07	3.05	3.03	3.01
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	2.94	2.91	2.89	2.86	2.85
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90	2.85	2.82	2.79	2.76	2.74	2.72
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80	2.75	2.72	2.69	2.66	2.64	2.62
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71	2.67	2.63	2.60	2.58	2.55	2.53
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65	2.60	2.57	2.53	2.51	2.48	2.46
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59	2.54	2.51	2.48	2.45	2.42	2.40
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54	2.49	2.46	2.42	2.40	2.37	2.35
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49	2.45	2.41	2.38	2.35	2.32	2.31
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46	2.41	2.37	2.34	2.31	2.29	2.27
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42	2.38	2.34	2.31	2.28	2.26	2.23
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39	2.35	2.31	2.28	2.25	2.22	2.20
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37	2.32	2.28	2.25	2.22	2.20	2.18
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34	2.30	2.26	2.23	2.20	2.17	2.15
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32	2.27	2.24	2.20	2.18	2.15	2.13
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30	2.25	2.22	2.18	2.15	2.13	2.11
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28	2.24	2.20	2.16	2.14	2.11	2.09
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27	2.22	2.18	2.15	2.12	2.09	2.07
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25	2.20	2.17	2.13	2.10	2.08	2.06
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24	2.19	2.15	2.12	2.09	2.06	2.04
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22	2.18	2.14	2.10	2.08	2.05	2.03
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21	2.16	2.13	2.09	2.06	2.04	2.01
31	4.16	3.30	2.91	2.68	2.52	2.41	2.32	2.25	2.20	2.15	2.11	2.08	2.05	2.03	2.00
32	4.15	3.29	2.90	2.67	2.51	2.40	2.31	2.24	2.19	2.14	2.10	2.07	2.04	2.01	1.99
33	4.14	3.28	2.89	2.66	2.50	2.39	2.30	2.23	2.18	2.13	2.09	2.06	2.03	2.00	1.98
34	4.13	3.28	2.88	2.65	2.49	2.38	2.29	2.23	2.17	2.12	2.08	2.05	2.02	1.99	1.97
35	4.12	3.27	2.87	2.64	2.49	2.37	2.29	2.22	2.16	2.11	2.07	2.04	2.01	1.99	1.96
36	4.11	3.26	2.87	2.63	2.48	2.36	2.28	2.21	2.15	2.11	2.07	2.03	2.00	1.98	1.95
37	4.11	3.25	2.86	2.63	2.47	2.36	2.27	2.20	2.14	2.10	2.06	2.02	2.00	1.97	1.95
38	4.10	3.24	2.85	2.62	2.46	2.35	2.26	2.19	2.14	2.09	2.05	2.02	1.99	1.96	1.94
39	4.09	3.24	2.85	2.61	2.46	2.34	2.26	2.19	2.13	2.08	2.04	2.01	1.98	1.95	1.93
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12	2.08	2.04	2.00	1.97	1.95	1.92
41	4.08	3.23	2.83	2.60	2.44	2.33	2.24	2.17	2.12	2.07	2.03	2.00	1.97	1.94	1.92
42	4.07	3.22	2.83	2.59	2.44	2.32	2.24	2.17	2.11	2.06	2.03	1.99	1.96	1.94	1.91
43	4.07	3.21	2.82	2.59	2.43	2.32	2.23	2.16	2.11	2.06	2.02	1.99	1.96	1.93	1.91
44	4.06	3.21	2.82	2.58	2.43	2.31	2.23	2.16	2.10	2.05	2.01	1.98	1.95	1.92	1.90
45	4.06	3.20	2.81	2.58	2.42	2.31	2.22	2.15	2.10	2.05	2.01	1.97	1.94	1.92	1.89

Titik Persentase Distribusi F untuk Probabilitas = 0,05															
df untuk penyebut (N2)	df untuk pembilang (N1)														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
46	4.05	3.20	2.81	2.57	2.42	2.30	2.22	2.15	2.09	2.04	2.00	1.97	1.94	1.91	1.89
47	4.05	3.20	2.80	2.57	2.41	2.30	2.21	2.14	2.09	2.04	2.00	1.96	1.93	1.91	1.88
48	4.04	3.19	2.80	2.57	2.41	2.29	2.21	2.14	2.08	2.03	1.99	1.96	1.93	1.90	1.88
49	4.04	3.19	2.79	2.56	2.40	2.29	2.20	2.13	2.08	2.03	1.99	1.96	1.93	1.90	1.88
50	4.03	3.18	2.79	2.56	2.40	2.29	2.20	2.13	2.07	2.03	1.99	1.95	1.92	1.89	1.87
51	4.03	3.18	2.79	2.55	2.40	2.28	2.20	2.13	2.07	2.02	1.98	1.95	1.92	1.89	1.87
52	4.03	3.18	2.78	2.55	2.39	2.28	2.19	2.12	2.07	2.02	1.98	1.94	1.91	1.89	1.86
53	4.02	3.17	2.78	2.55	2.39	2.28	2.19	2.12	2.06	2.01	1.97	1.94	1.91	1.88	1.86
54	4.02	3.17	2.78	2.54	2.39	2.27	2.18	2.12	2.06	2.01	1.97	1.94	1.91	1.88	1.86
55	4.02	3.16	2.77	2.54	2.38	2.27	2.18	2.11	2.06	2.01	1.97	1.93	1.90	1.88	1.85
56	4.01	3.16	2.77	2.54	2.38	2.27	2.18	2.11	2.05	2.00	1.96	1.93	1.90	1.87	1.85
57	4.01	3.16	2.77	2.53	2.38	2.26	2.18	2.11	2.05	2.00	1.96	1.93	1.90	1.87	1.85
58	4.01	3.16	2.76	2.53	2.37	2.26	2.17	2.10	2.05	2.00	1.96	1.92	1.89	1.87	1.84
59	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.26	2.17	2.10	2.04	2.00	1.96	1.92	1.89	1.86	1.84
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04	1.99	1.95	1.92	1.89	1.86	1.84
61	4.00	3.15	2.76	2.52	2.37	2.25	2.16	2.09	2.04	1.99	1.95	1.91	1.88	1.86	1.83
62	4.00	3.15	2.75	2.52	2.36	2.25	2.16	2.09	2.03	1.99	1.95	1.91	1.88	1.85	1.83
63	3.99	3.14	2.75	2.52	2.36	2.25	2.16	2.09	2.03	1.98	1.94	1.91	1.88	1.85	1.83
64	3.99	3.14	2.75	2.52	2.36	2.24	2.16	2.09	2.03	1.98	1.94	1.91	1.88	1.85	1.83
65	3.99	3.14	2.75	2.51	2.36	2.24	2.15	2.08	2.03	1.98	1.94	1.90	1.87	1.85	1.82
66	3.99	3.14	2.74	2.51	2.35	2.24	2.15	2.08	2.03	1.98	1.94	1.90	1.87	1.84	1.82
67	3.98	3.13	2.74	2.51	2.35	2.24	2.15	2.08	2.02	1.98	1.93	1.90	1.87	1.84	1.82
68	3.98	3.13	2.74	2.51	2.35	2.24	2.15	2.08	2.02	1.97	1.93	1.90	1.87	1.84	1.82
69	3.98	3.13	2.74	2.50	2.35	2.23	2.15	2.08	2.02	1.97	1.93	1.90	1.86	1.84	1.81
70	3.98	3.13	2.74	2.50	2.35	2.23	2.14	2.07	2.02	1.97	1.93	1.89	1.86	1.84	1.81
71	3.98	3.13	2.73	2.50	2.34	2.23	2.14	2.07	2.01	1.97	1.93	1.89	1.86	1.83	1.81
72	3.97	3.12	2.73	2.50	2.34	2.23	2.14	2.07	2.01	1.96	1.92	1.89	1.86	1.83	1.81
73	3.97	3.12	2.73	2.50	2.34	2.23	2.14	2.07	2.01	1.96	1.92	1.89	1.86	1.83	1.81
74	3.97	3.12	2.73	2.50	2.34	2.22	2.14	2.07	2.01	1.96	1.92	1.89	1.85	1.83	1.80
75	3.97	3.12	2.73	2.49	2.34	2.22	2.13	2.06	2.01	1.96	1.92	1.88	1.85	1.83	1.80
76	3.97	3.12	2.72	2.49	2.33	2.22	2.13	2.06	2.01	1.96	1.92	1.88	1.85	1.82	1.80
77	3.97	3.12	2.72	2.49	2.33	2.22	2.13	2.06	2.00	1.96	1.92	1.88	1.85	1.82	1.80
78	3.96	3.11	2.72	2.49	2.33	2.22	2.13	2.06	2.00	1.95	1.91	1.88	1.85	1.82	1.80
79	3.96	3.11	2.72	2.49	2.33	2.22	2.13	2.06	2.00	1.95	1.91	1.88	1.85	1.82	1.79
80	3.96	3.11	2.72	2.49	2.33	2.21	2.13	2.06	2.00	1.95	1.91	1.88	1.84	1.82	1.79
81	3.96	3.11	2.72	2.48	2.33	2.21	2.12	2.05	2.00	1.95	1.91	1.87	1.84	1.82	

RIWAYAT HIDUP PENULIS

1. Nama : Diana Anggraeyani
2. Tempat / Tanggal Lahir : Banda aceh / 25 Mei 1996
3. Jenis Kelamin : Perempuan
4. Agama : Islam
5. Kebangsaan / suku : Indonesia
6. Alamat : Desa Keh Nibong
7. Nama Orang Tua
 - a. Ayah : Adnan S.Pd
 - b. Ibu : Nilawati S.Pi
8. Alamat Orang Tua : Desa Keh Nibong
9. Riwayat Pendidikan

Jenjang	Nama Sekolah	Bidang Studi	Tempat	Tahun Ijazah
SD	SD N 3 Keh Nibong	-	Nibong, Aceh Utara	2008
SMP	SMP N 1 Tanah Luas	-	Tanah Luas, Aceh Utara	2011
SMA	SMA N 3 Putra Bangsa Lhoksukon	IPA	Lhoksukon, Aceh Utara	2014

10. Karya Tulis :

No	Judul	Tahun	Penerbit
1.	Pewarnaan Menggunakan Jamblang	2016	Probiotik
2.	Pengujian Formalin Terhadap Ikan Asin di Pasar Tradisional Kota Banda Aceh	2017	Probiotik

Banda Aceh, 11 Januari 2019
Penulis,

Diana Anggraeyani
NIM. 140703024