



LAPORAN

KAJIAN TEKNIS

**PROGRAM SOSIAL PT PUPUK KALIMANTAN TIMUR
DALAM PENINGKATAN KONDISI SOSIAL, EKONOMI DAN
LINGKUNGAN SEKITAR**

**PROGRAM PEMANFAATAN LIMBAH
KEPITING RAJUNGAN SEBAGAI
PRODUK GROWTH PROMOTOR KITOSAN**

**KELURAHAN LOKTUAN, KECAMATAN BONTANG UTARA,
KOTA BONTANG**



2021

**DI SUSUN OLEH:
Dr. Ir. Abdul Kahar, S.T., M.Si.**

LAPORAN KAJIAN TEKNIS

**PROGRAM CSR PUPUK KALTIM dalam PENINGKATAN KONDISI SOSIAL,
EKONOMI DAN LINGKUNGAN SEKITAR
DI PROGRAM PEMANFAATAN LIMBAH KEPITING RAJUNGAN SEBAGAI
PRODUK GROWTH PROMOTOR KITOSAN
KELURAHAN LOKTUAN, KECAMATAN BONTANG UTARA, KOTA BONTANG**



**DISUSUN OLEH:
Dr. Ir. Abdul Kahar, S.T., M.Si.**

**Fakultas Teknik
Universitas Mulawarman
2021**

KATA PENGANTAR

Laporan kajian teknis program csr pupuk kaltim dalam peningkatan kondisi sosial, ekonomi dan lingkungan sekitar di Program Pemanfaatan Limbah Kepiting Rajungan Sebagai Produk Growth Promotor Kitosan Kelurahan Loktuan, Kecamatan Bontang Utara, Kota Bontang pada bidang Bina Wilayah Program Pemberdayaan Masyarakat.

Program ini merupakan komitmen PT Pupuk Kalimantan Timur untuk terus mengalokasikan sumber daya dan energi dalam hal menyelesaikan kebutuhan sosial, seperti kebutuhan untuk perkembangan usaha, peningkatan sumberdaya manusia dalam pengelolaan asset dan sumberdaya sekitar, serta peningkatan kapasitas masyarakat dalam interaksi sosial. Kelompok Cangkang Salona merupakan kelompok masyarakat yang memproduksi kitosan sebagai growth promotor dari limbah kepiting rajungan (*Portunus pelagicus*).

Pada kesempatan ini kami mengucapkan terimakasih kepada PT Pupuk Kalimantan Timur atas kepercayaan yang diberikan kepada kami untuk mendampingi program CSR bidang Bina Wilayah Program Pemberdayaan Masyarakat, semoga laporan kajian teknis inovasi sosial ini dapat dapat bermanfaat untuk pengembangan program-program selanjutnya.

Hormat Kami,
Ketua Tim

Dr. Ir. Abdul Kahar, S.T., M.Si.
Universitas Mulawarman

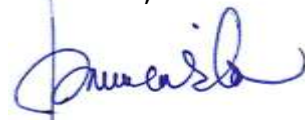
PENGESAHAN PENYUSUN

1. Kegiatan : LAPORAN KAJIAN TEKNIS PROGRAM CSR PUPUK KALTIM dalam PENINGKATAN KONDISI SOSIAL, EKONOMI DAN LINGKUNGAN SEKITAR DI PROGRAM PEMANFAATAN LIMBAH KEPITING RAJUNGAN SEBAGAI PRODUK GROWTH PROMOTOR KITOSAN KELURAHAN LOKTUAN, KECAMATAN BONTANG UTARA, KOTA BONTANG

2. Tim Kajian Teknis
 - 2.1. Ketua
 - a. Data Pribadi
 - i. Nama Lengkap : Dr. Ir. Abdul Kahar, ST, M.Si.
 - ii. NIP/Golongan : 19690615 200112 1 001/ IV-a
 - iii. Strata/ Jab. Fungsional : S3/ Lektor Kepala
 - iv. Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Kimia
 - v. Alamat Kantor : Fakultas Teknik Unmul Jl. Sambaliung No. 9
Kampus Gunung Kelua Samarinda 75119
 - vi. Telp./Faks/Email : (0541)736834/(0541)749315/dekan@ft.unmul.ac.id
 - vii. Alamat Rumah : Perum Navigasi Bengkuring Jl. TuriMerah 2 No. 61
RT. 11 Sempaja Utara Samarinda 75119
 - viii. HP/ Email : 081346305706/ kahar.abdul@gmail.com
 - 2.2. Anggota
 - a. Data Pribadi
 - i. Nama Lengkap : Ir. Muhammad Busyairi, S.T., M.Sc. IPM.
 - ii. NIP/Golongan : 198412102009121004/ III-d
 - iii. Strata/ Jab. Fungsional : Magister/ Lektor
 - iv. Fakultas/Jurusan : Teknik/ Teknik Lingkungan
 - v. Alamat Kantor : Fakultas Teknik Unmul Jl. Sambaliung No. 9
Kampus Gunung Kelua Samarinda 75119
 - vi. Telp./Faks/Email : (0541)736834/(0541)749315/dekan@ft.unmul.ac.id
 - vii. Alamat Rumah : Jl. Bung Tomo No.12 RT.19/III Kel. Baqa
Samarinda Seberang, Kota Samarinda
 - viii. HP/ Email : 08125398796/ busyairi22@gmail.com
 3. Pelaksanaan Kajian Teknis : Juli - September 2021
 4. Nama Perusahaan : PT. Pupuk Kalimantan Timur
 5. Jenis Industri : Pabrik Pupuk
 6. Lokasi Kegiatan : Kota Bontang, Provinsi Kalimantan Timur

Bontang, 20 September 2021

Ketua Tim,



Dr. Ir. Abdul Kahar, S.T., M.Si.
NIP. 19690615 200112 1 001

DAFTAR ISI

SAMPUL	
KATA PENGANTAR	2
PENGESAHAN PENYUSUN	3
DAFTAR ISI	4
DAFTAR GAMBAR	5
DAFTAR TABEL	6
1. PENDAHULUAN	7
1.1. Latar Belakang	7
1.2. Gambaran Umum	7
1.3. Tujuan Kajian	10
1.4 Manfaat Kajian	10
1.5. Limbah Rajungan (<i>Portunus pelagicus</i>)	11
1.6. Sifat dan Karakteristik Kitosan	12
1.7. Manfaat Kitosan	14
2. METODE KAJIAN	15
2.1. Waktu dan Tempat	15
2.2 Alat dan Bahan Penelitian	15
2.3 Tahap Persiapan	15
2.4. Prosedur Penelitian	15
2.5. Pembuatan Kitosan	15
2.6. Aplikasi Kitosan Cair Sebagai Pupuk Organik	16
2.7. Metode Pengumpulan Data	17
3. HASIL KAJIAN	17
3.1. Perbandingan Dengan Produk Lain	20
3.2. Aplikasi POC-Kitosan sebagai Growth Promotor	21
3.3. Capaian Yang Telah Diperoleh	27
3.3.1. Unsur Kebaruan	27
3.3.2. Perbaikan Lingkungan	29
3.3.3. Nilai Tambah	31
3.3.3.1. Inovasi Sistem	31
3.3.3.2. Penambahan Kualitas Layanan Produk/Jasa	32
3.3.3.3. Perubahan Perilaku	33
3.3.3.4. Value Chain: rantai nilai	33
DAFTAR PUSTAKA	36

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 1. Lokasi Kampung Selambai (<https://maps.app.goo.gl/iGAtd26jy6TnpDEz9>)
- Gambar 2. Ibu-ibu pengepul sedang memisahkan daging rajungan di Selambai, Bontang.
- Gambar 3. Lokasi rumah produksi POC-Kitosan (<https://maps.app.goo.gl/jgQ6Lehp5bjjrK2NA>)
- Gambar 4. Struktur organisasi Kelompok Cangkang Salona
- Gambar 5. Label Growth Promotor Kitosan Cangkang Salona
- Gambar 6. Rajungan (*Portunus pelagicus*) dan limbah Rajungan
- Gambar 7. Rumus struktur selulosa, kitin dan kitosan
- Gambar 8. Kitosan
- Gambar 9. Spektrum FTIR Kitosan
- Gambar 10. Produk-produk dari kitosan
- Gambar 11. Hubungan konsentrasi POC Kitosan dengan massa pakcoy
- Gambar 12. Hubungan konsentrasi POC Kitosan dengan Berat Bawang Dayak
- Gambar 13. Hubungan konsentrasi POC Kitosan dengan tinggi Bawang Dayak
- Gambar 14. Hubungan konsentrasi POC Kitosan dengan Panjang akar
- Gambar 15. Hubungan konsentrasi POC Kitosan dengan jumlah daun
- Gambar 16. Proses Produksi POC-Kitosan Kelompok Cangkang Salona
- Gambar 17. Alur produksi dan bahan baku
- Gambar 18. Diagram Alir Proses Produksi Kitosan menggunakan mesin (Sumber: PT Pupuk Kaltim, 2020).
- Gambar 19. Izin Lingkungan dari Walikotabatu Bontang
- Gambar 20. Diagram alir pengolahan limbah cair (Sumber: PT Pupuk Kaltim, 2020).
- Gambar 21. IPAL POC-Kitosan dari limbah rajungan (Sumber: PT Pupuk Kaltim, 2020).
- Gambar 22. Flow Diagram Produksi POC-Kitosan
- Gambar 23. Anggota Kelompok Cangkang Salona sedang menjemur limbah rajungan.
- Gambar 24. Rantai Nilai Cangkang Salona
- Gambar 25. Produk Growth Promotor Cangkang Salona yang dipasarkan di Ma'rifah Herbal
- Gambar 26. Produk Growth Promotor Cangkang Salona diaplikasikan kebun TOGA Ma'rifah Herbal

DAFTAR TABEL

- Tabel 1. Baku mutu kitosan
- Tabel 2. Baku mutu pupuk cair kitosan
- Tabel 3. Aplikasi Kitosan
- Tabel 4. Uji kitosan kepiting atau kitosan rajungan
- Tabel 5. Perbandingan hasil uji kitosan dengan standar mutu
- Tabel 6. Perbandingan hasil uji kitosan dengan standar mutu
- Tabel 7. Perbandingan POC Nasa dengan Kitosan
- Tabel 8. Konsentrasi POC Kitosan dengan massa pakcoy
- Tabel 9. Uji BNJ 5% Pengaruh dosis kitosan terhadap tinggi tanaman
- Tabel 10. Uji BNJ 5% Pengaruh dosis kitosan terhadap berat tanaman
- Tabel 11. Uji BNJ 5% Pengaruh dosis kitosan terhadap panjang akar
- Tabel 12. Uji BNJ 5% Pengaruh dosis kitosan terhadap jumlah daun
- Tabel 13. Hasil kajian teknis penentuan konsentrasi optimum POC-Kitosan untuk Tanaman Bawang Dayak
- Tabel 14. Produksi Kitosan Cangkang Salona
- Tabel 15. Jumlah Produksi dan Total nilai penjualan POC-Kitosan

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Bontang merupakan kota dengan wilayah laut yang luas. Hasil laut di kota ini pun juga melimpah. Diantara hasil laut yang ada, rajungan adalah salah satu primadona. Rajungan ini menjadi konsumsi masyarakat lokal bahkan sampai manca negara lewat kegiatan ekspor oleh pengusaha setempat. Terdapat 3 lokasi usaha pengolahan rajungan di Kota Bontang. Ketiga usaha tersebut diproyeksikan menghasilkan limbah cangkang sebanyak ± 200 kg/hari (Data dari Asosiasi Pengelolaan Rajungan Indonesia). Selama ini limbah tersebut hanya dibuang di laut sehingga menyebabkan masalah lingkungan berupa pendangkalan, pencemaran air laut dan udara.

PKT merupakan entitas bisnis yang berfokus pada produksi pupuk. PKT memiliki produk pupuk kimia dan pupuk hayati. Menyadari permasalahan tersebut, PKT melalui tim Proyek Kendali Mutu (PKM) inovator Chito membawa penyelesaian masalah lewat pemanfaatan limbah cangkang rajungan menjadi kitosan. Melalui proses demineralisasi, deproteinasi dan deasetilasi kitosan dapat dipisahkan dari kandungan protein dan mineral lainnya. Kitosan ini kemudian dihaluskan dan dapat dimanfaatkan untuk berbagai macam bahan utama seperti *growth promotor*, pengawet makanan dan bahan tambahan produk kecantikan.

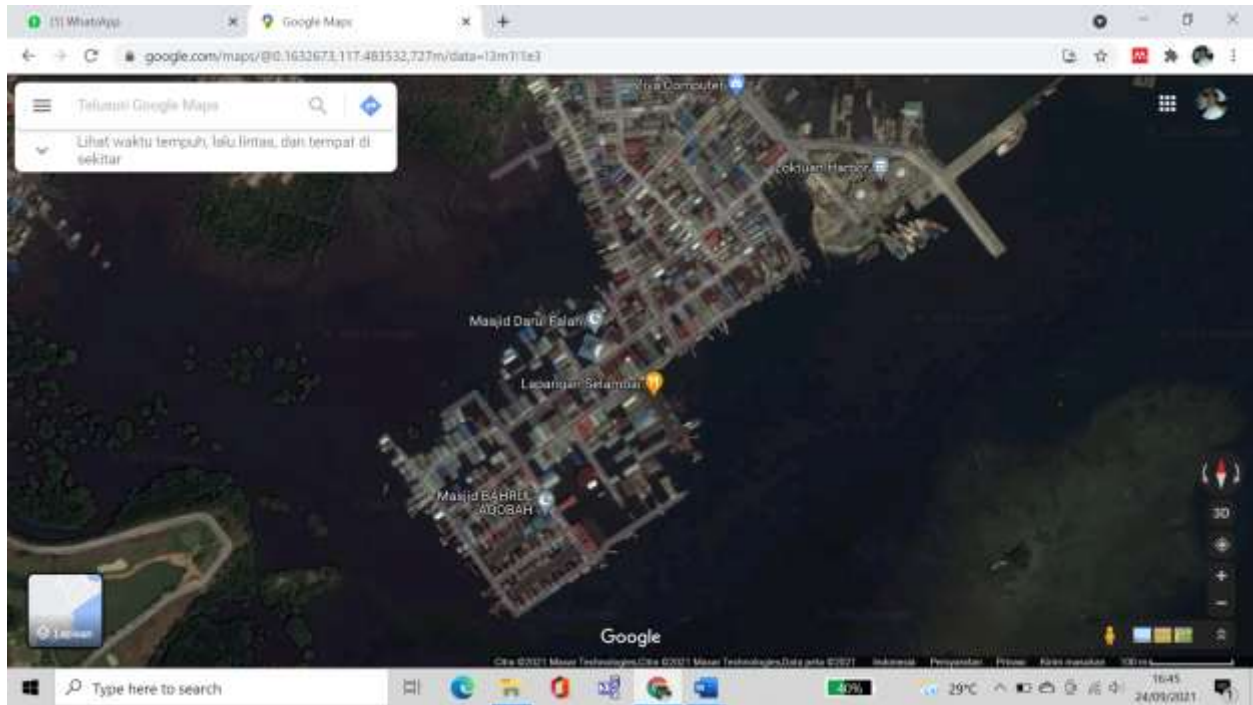
Produksi kitosan ini dilaksanakan melalui sebuah program *community development* dengan sasaran masyarakat Wilayah Selambai yang merupakan salah satu daerah penghasil rajungan. Masyarakat Selambai dipilih karena perusahaan menyadari perlunya membangun kesadaran masyarakat untuk menangani permasalahan sekaligus menjawab potensi yang ada. Mereka tergabung ke dalam sebuah kelompok usaha yang bernama Cangkang Salona.

Saat ini, setelah menerima *transfer knowledge* mengenai produksi kitosan, kelompok sudah melaksanakan proses produksi berkelanjutan skala *home industry* melalui sebuah mesin yang memang dirancang khusus untuk kegiatan ini. Selanjutnya kitosan yang dihasilkan diolah menjadi *growth promotor* yang disalurkan kepada kelompok binaan perusahaan lainnya seperti Makrifah Herbal, Green House TPST Bessai Berinta dan Kampung Aren.

Bahan utama kitosan untuk saat ini adalah capit dari rajungan, sehingga masih ada banyak bagian dari limbah yang belum dimanfaatkan. Di tahun 2021 bekerjasama dengan APRI kelompok mengolah cangkang besar menjadi tepung rajungan yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar untuk pembuatan amplang, empek-empek terasi dan lainnya. Tepung ini kemudian didistribusikan kepada mitra binaan perusahaan yang berfokus pada usaha produksi makanan.

1.2. Gambaran Umum

Limbah rajungan diperoleh dari pengepul yang berada di Kampung Selambai, Bontang. Biasanya setelah pengepul memisahkan daging dari kepiting rajungan maka setelah itu limbah rajungan, berupa cangkang, capit dan kaki-kaki rajungan akan di buang karena sudah tidak berguna dan tidak bernilai lagi.

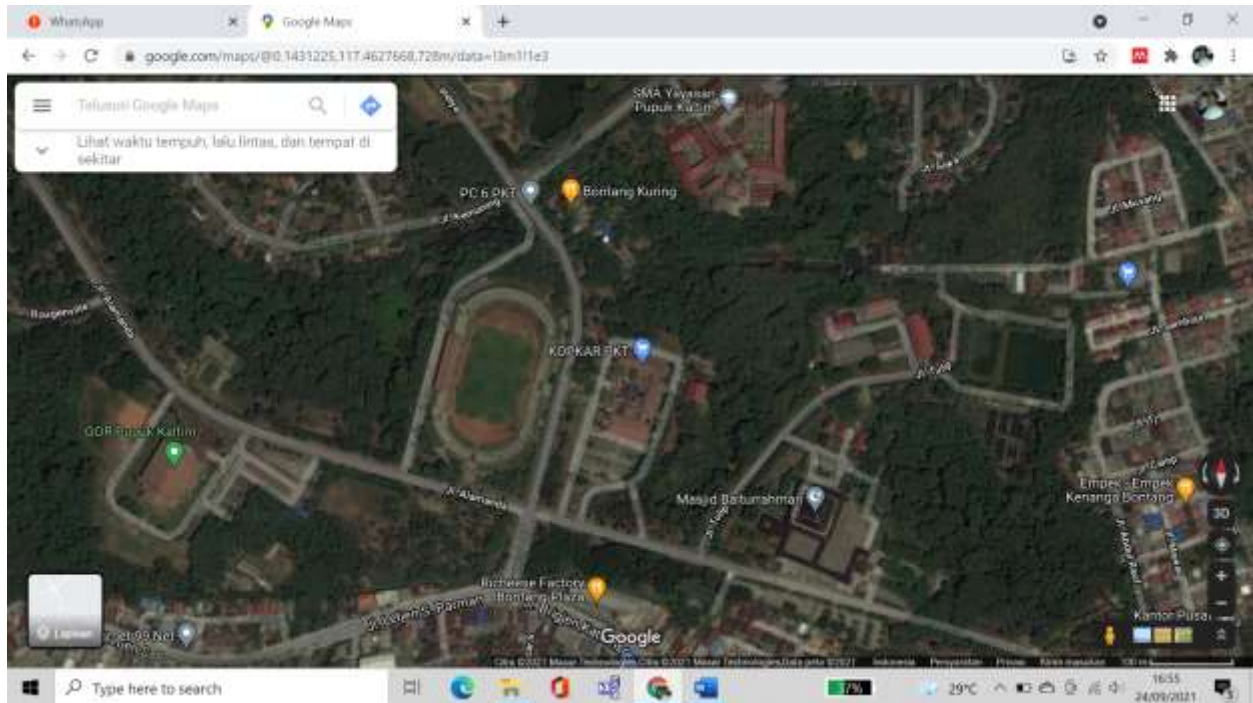


Gambar 1. Lokasi Kampung Selambai (<https://maps.app.goo.gl/iGAtd26jy6TnpDEz9>)

Alamat Cangkang Salona Demplot Selambai: RT 01 Selambai, Loktuan, Bontang Utara, Bontang.



Gambar 2. Ibu-ibu pengepul sedang memisahkan daging rajungan di Selambai, Bontang.



Gambar 3. Lokasi rumah produksi POC-Kitosan (<https://maps.app.goo.gl/jgQ6Lehp5bjjrK2NA>)



Gambar 4. Struktur organisasi Kelompok Cangkang Salona

Anggota Cangkang Salona berjumlah 10 orang. Berlokasi di Jalan Alamanda No. 1 Kompleks Kopkar PKT, Kelurahan Belimbing, Bontang Barat, Bontang sebagai lokasi Plant Chito, anggota

kelompok Cangkang Salona merupakan bagian dari Masyarakat Kampung Selambai yang berprofesi utama sebagai nelayan tangkap. Kelompok Cangkang Salona terdiri dari 10 anggota, 6 di antaranya adalah ibu rumah tangga dan 4 di antaranya pemuda yang belum bekerja. Kesepuluh anggota Cangkang Salona ini merupakan bagian dari kaum marjinal yang kesulitan akses untuk meningkatkan taraf hidup karena keterbatasan ekonomi dan kualitas sumber daya manusia. Para ibu-ibu yang terlibat dalam kelompok hanya bergantung pada penghasilan suami yang bekerja sebagai nelayan dengan penghasilan yang tidak menentu, sementara para pemuda merupakan lulusan SLTA yang tidak dapat melanjutkan kuliah karena keterbatasan ekonomi dan belum mendapat pekerjaan karena keterbatasan *skill* untuk bekerja. Program pemberdayaan masyarakat melalui produksi Kitosan memberikan kesempatan kepada kelompok Cangkang Salona untuk meningkatkan taraf hidup mereka dengan memanfaatkan limbah kepiting menjadi kitosan yang bernilai ekonomis. Dalam program pemberdayaan ini kelompok diberikan pengetahuan dan keterampilan yang memadai mengenai produksi kitosan.

Produk Label Growth Promotor Kitosan Cangkang Salona, sebagai terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Label Growth Promotor Kitosan Cangkang Salona

1.3. Tujuan Kajian

Berdasarkan pada latar belakang tersebut, maka tujuan dari kajian teknis inovasi produksi kitosan pada Kelompok Cangkang Salona adalah;

- 1) Mengetahui kesiapan sumberdaya untuk keberlanjutan produksi kitosan
- 2) Mengetahui kesiapan legalitas atau perizinan lini usaha produksi kitosan

1.4. Manfaat Kajian

Adapun manfaat dari kajian teknis inovasi produksia kitosan pada Kelompok Cangkang Salona adalah;

- 1) Memberikan informasi kesiapan teknis dan non teknis untuk menopang keberlanjutan produksi kitosan
- 2) Menjadi bahan evaluasi untuk perencanaan program pemberdayaan masyarakat diwaktu yang akan datang

1.5. Limbah Rajungan (*Portunus pelagicus*)

Limbah rajungan (*Portunus pelagicus*) sangat berpotensi menjadi produk yang lebih bernilai, yaitu kitin dan kitosan. Sumber utama kitin dan kitosan yang berasal dari laut ialah cangkang *crustaceae sp*, yaitu udang, lobster, kepiting, kerang-kerangan, rajungan dan hewan yang bercangkang lainnya (Sartika *et al.*, 2016).

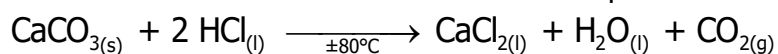


Gambar 6. Rajungan (*Portunus pelagicus*) dan limbah Rajungan

Kitosan yang digunakan sebagai pupuk organik cair berfungsi sebagai growth promotor, dengan penyediaan senyawa amino, yang dapat menstimulasi tahap pertumbuhan awal. Kitosan berdampak sangat positif terhadap pertumbuhan tanaman. Tanaman tumbuh lebih baik dengan kitosan pada akar dan tunas (El-Sawy *et al.*, 2010).

Tujuan penelitian ini adalah pemanfaatan limbah rajungan (*Portunus pelagicus*) untuk melakukan isolasi dan karakterisasi kitosan, selanjutnya kitosan digunakan sebagai pupuk organik cair.

Pengolahan rajungan menjadi kitosan melalui tiga tahap yaitu deproteisasi, demineralisasi dan deasetilasi. Tahap deproteisasi bertujuan menghilangkan sisa protein dari daging rajungan. Tahap demineralisasi bertujuan mengurangi kadar mineral (CaCO_3) dengan menggunakan asam konsentrasi rendah untuk mendapatkan kitin.



Selanjutnya, tahap deasetilasi untuk menghilangkan gugus asetil kitin dengan larutan alkali kuat konsentrasi tinggi pada temperature tertentu. Kitosan merupakan kitin yang telah mengalami deasetilasi dan menyisakan gugus asetil tidak lebih dari 40-45%.

Kitin dan kitosan yang merupakan senyawa biopolimer paling banyak kedua ditemukan di alam setelah selulosa, yang mengandung nitrogen (N) terbanyak yang ada di alam. Adanya N yang tinggi dalam biopolimer inilah yang membuat kitin dan kitosan sangat diminati industri. Kandungan nitrogen dan oksigen pada kitosan dapat membentuk kompleks dengan logam berat (Sartika *et al.*, 2016).

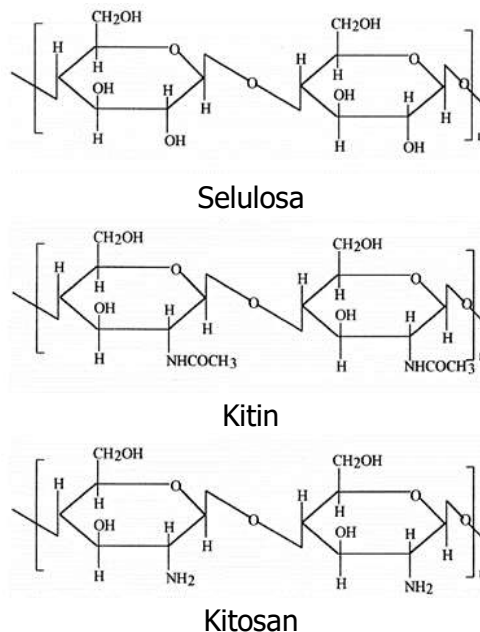
Kitosan merupakan kitin yang telah mengalami deasetilasi dan menyisakan gugus asetil tidak lebih dari 40-45%. Namun, di industri lazim digunakan batasan deasetilasi hingga 70%. Derajat deasetilasi merupakan parameter yang mempengaruhi karakteristik seperti kelarutan, reaktivitas kimia, dan biodegradabilitas kitosan yang diperoleh (Lamarque *et al.*, 2005). Derajat deasetilasi berkisar antara 30-95% tergantung pada sumber bahan baku dan proses pengolahannya (Martino *et al.*, 2005).

1.6. Sifat dan Karakteristik Kitosan

Secara struktural, kitosan merupakan polimer rantai lurus (*straight-chain polymer*) yang terdiri dari D-glukosamin dan N-asetil-D-glukosamin. Kitosan ($C_6H_{11}NO_4$)_n merupakan senyawa turunan kitin, memiliki struktur (1,4)-2-Amino-2-Deoksi-β-DGlukosa. Kitosan memiliki pKa 6,5 sehingga kitosan dapat larut dalam sebagian besar larutan organik yang bersifat asam dan memiliki pH kurang dari 6,5 termasuk format, asetat, tartarat, dan asam sitrat (LeHoux dan Grondin, 1993; Peniston and Johnson, 1980).

Kitosan merupakan polimer alami dengan struktur molekul yang menyerupai selulosa bedanya terletak pada gugus rantai C-2 dimana gugus hidroksi (OH) digantikan oleh amina (NH₂) (Muzzarelli, 1977; Hardjito, 2006).

Kitin yang telah dididihkan pada larutan basa (KOH atau NaOH) panas maka akan terjadi pelepasan gugus asetil (proses deasetilasi) yang terikat pada atom nitrogen menjadi gugus amino bebas yang disebut dengan kitosan (Zakaria, 2002).



Gambar 7. Rumus struktur selulosa, kitin dan kitosan

Kitosan merupakan padatan amorf berwarna putih kekuningan. Kitosan bersifat polielektrolit, larut dalam asam organik, pH berkisar 4-6,5 dan tidak larut pada pH lebih rendah atau lebih tinggi (Dompeipen *et al.*, 2016).

Kitosan merupakan polimer karbohidrat termodifikasi yang diperoleh dari deasetilasi kitin yang pemanfaatannya sangat luas. Kitosan memiliki sifat dan karakteristik yang biodegradable, biokompatibel, bioaktif, antimikroba dan non-toksik (Kumar, 2000; Rinaudo, 2006; El-Sawy *et al.*, 2010).

Adapun standar baku mutu kitosan yang dipakai sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) 7949 adalah sebagaimana pada Tabel 1 di bawah.

Tabel 1. Baku mutu kitosan

No	Parameter Uji	Satuan	Persyaratan
1	Warna	-	Coklat muda - putih
2	Kadar Air	%	Maks 12
3	Kadar Abu	%	Maks 5
4	Derajat Deasetilasi	%	Min 75
5	Kadar Nitrogen	%	Maks 5
6	Logam berat *		
	• Arsen	mg/kg	Maks 5
	• Pb	mg/kg	Maks 5
7	pH		7 - 8
8	Mikrobiologi *		
	• <i>Escherchia coli</i>	APM/g	< 3
	• <i>Salmonella</i>	Per 25 g	negatif
	• ALT	Koloni/g	Maks 1x10 ³

Catatan: *: jika diperlukan

Sedangkan standar baku mutu pupuk cair kitosan yang dipakai sesuai SNI 8267 adalah sebagaimana pada Tabel 2 di bawah.

Tabel 2. Baku mutu pupuk cair kitosan

No	Parameter Uji	Satuan	Persyaratan
1	Warna		Coklat muda – tua
2	Viskositas 1 %	cps	Min 5
3	Berat Jenis	g/cm ³	1,02 – 1,04
4	pH		3 - 5

Industri lazim digunakan batasan deasetilasi hingga 70%. Derajat deasetilasi merupakan parameter yang mempengaruhi karakteristik seperti kelarutan, reaktivitas kimia, dan biodegradabilitas kitosan yang diperoleh. Derajat deasetilasi berkisar antara 30-95% tergantung pada sumber bahan baku dan proses pengolahannya.

Karakterisasi kitosan meliputi penentuan derajat deasetilasi, kadar air, rendeman, kelarutan, pH dan viskositas. Spektrum infra merah digunakan untuk penentuan derajat deasetilasi kitosan yang terbentuk. Frekuensi yang digunakan berkisar antara 4000 cm⁻¹ - 400 cm⁻¹.

Kitosan yang diperoleh dianalisis dengan FTIR untuk mengetahui Derajat Deasetilasi (DD), dengan metode garis oleh Moore dan Robert, seperti ditunjukkan dalam persamaan.

Derajat deasetilasi dapat dihitung dengan metode baseline dengan cara:

$$\%DD = \left[1 - \left(\frac{A_{1655}}{A_{3450}} \times \frac{1}{1,33} \right) \right] \times 100\% \quad 1$$

Keterangan:

A₁₆₅₅ = nilai serapan pada 1655 cm⁻¹ untuk serapan gugus amida/asetamida (CH₃CONH⁺)

A₃₄₅₀ = nilai serapan pada 3450 cm⁻¹ untuk serapan gugus hidroksil/amina (OH⁻, NH₂⁻)

1,33 = perbandingan A₁₆₅₅ dengan A₃₄₅₀ pada derajat deasetilasi 100%.

Penetapan derajat deasetilasi kitosan ditentukan dari persentase banyaknya gugus asetil yang hilang dan berubah menjadi gugus amina. Hasil proses deasetilasi senyawa kitin adalah senyawa kitosan yang memiliki sifat dapat larut dalam asam asetat encer. Derajat deasetilasi ditentukan dengan menghitung serapan pada panjang gelombang 1655 cm^{-1} dan 3450 cm^{-1} .

Sintesis kitosan sangat dipengaruhi oleh kondisi operasi pembuatan, seperti temperature. Temperatur mempengaruhi derajat deasetilasi (DD) yang menentukan jumlah gugus amina bebas dalam rantai polimer kitosan. Kitosan mempunyai dua gugus yaitu gugus amina bebas dan gugus hidroksil (Husni *et al.*, 2020).

1.7. Manfaat Kitosan

Manfaat kitosan telah banyak dipelajari dan diteliti dalam bidang bioteknologi, water treatment, pertanian, farmasi, kosmetik, agroindustry, pangan dan industri makanan. Adanya gugus NH_2 pada kitosan menjadi alasan mengapa kitosan memiliki potensi yang lebih baik dibandingkan kitin pada berbagai aplikasi yang berbeda (Kumar, 2000; Rinaudo, 2006).

Kitosan dapat digunakan antara lain untuk pengolahan limbah cair sebagai resin penukar ion, adsorpsi logam-logam berat, koagulasi minyak/lemak, mengurangi kekeruhan dan penstabil minyak, rasa dan lemak dalam produksi industri pangan (Sartika *et al.*, 2016).

Tabel 3. Aplikasi Kitosan

Bidang	Kitin dan Kitosan
Pangan	Antimikrobia, Edible film, Nutrasetikal, senyawa penyerap lemak, Perisa, Emulsifier, Pembentuk tekstur, Penjernih minuman
Pharmaceutical	Pencegahan bakteri, Antitumor, Imune potensiator
BioMedis dan kosmetik	Mempercepat pengeringan luka, Kulit buatan, Mengobati luka, Lensa kontak, Membrane dialysis darah, Krim pelembab, produk perawatan rambut
Nutrisi	Suplemen serat, Hypokolestremik agen, Suplemen nutrisi
Bioteknologi	Imobilisasi sel, Poros beads bioreactor, Resin kromotografi, Membran
Pertanian	Coating bibit/benih, Aktifator sel tanaman, Pupuk dan fungisida
Lingkungan	Koagulan, adsorben logam berat, penjernih air
Lain-lain	Proses pembuatan kertas, Penyerap warna pada produk cat, Bahan tambahan pakan

Kemampuan kitosan untuk mengikat logam dengan cara mengkelat dihubungkan dengan kadar nitrogen yang tinggi pada rantai polimernya. Kitosan mempunyai satu kumpulan amino linier bagi setiap unit glukosa. Kumpulan amino ini mempunyai sepasang elektron yang dapat berkoordinasi atau membentuk ikatan-ikatan aktif dengan kation-kation logam. Unsur nitrogen pada setiap monomer kitosan dikatakan sebagai gugus aktif (Hutahaean, 2001).

2. METODE KAJIAN

2.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian mengenai pemanfaatan limbah rajungan (*Portunus pelagicus*) untuk memproduksi kitosan sebagai pupuk organik cair direncanakan dilakukan selama 4 bulan sejak bulan Juli hingga Oktober 2021 terhitung sejak tahap persiapan, tahap pelaksanaan, dan tahap analisis.

Lokasi Penelitian

Penelitian mengenai pemanfaatan limbah rajungan (*Portunus pelagicus*) untuk memproduksi POC-Kitosan sebagai growth promotor dilakukan di Jl. Alamanda No.1 PC-VI PKT, Kel. Belimbing, Kec. Bontang Barat Kota Bontang Kalimantan Timur. Sedangkan pengaplikasian POC-Kitosan, pengujian dan pengamatan sampel dilakukan di Kampung Toga Ma'rifah Herbal, Loktuan Bontang, Kalimantan Timur.

2.2. Alat dan Bahan Penelitian

Peralatan dan bahan-bahan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu spatula, oven, gelas ukur, neraca analitik, desikator, *beaker glass*, *magnetic stirrer*, pipet volume, *bulb*, corong kaca, labu *erlenmeyer*, mortar dan alu, botol *aquadest*, kertas saring, FTIR, pH Meter, *sprayer*, dan timbangan.

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu limbah rajungan, larutan NaOH cair 49%, larutan HCl 6%, HCl 32%, *Aquadest*, H₂O₂ 50%, asam asetat, kertas label, tanaman bawang dayak, dan *polybag*.

2.3. Tahap Persiapan

Pembuatan pupuk organik cair kitosan sebagai growth promotor dibagi menjadi 3 tahap yaitu tahap persiapan, tahap penelitian berupa pembuatan pupuk organik cair kitosan, dan pengaplikasian POC-Kitosan sebagai growth promotor. Selanjutnya tahap analisis data berupa analisis data hasil penelitian.

2.4. Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan isolasi kitosan dari cangkang rajungan (*Portunus pelagicus*) yang diambil di Pantai Kenjeran. Pengolahan cangkang menjadi kitosan dilakukan melalui beberapa tahap yaitu:

2.5. Pembuatan Kitosan

Untuk memperoleh kitosan, terdiri dari tahap-tahap sebagai berikut:

1. Persiapan Bahan Baku

Limbah Cangkang Kepiting atau Rajungan dicuci dan dibersihkan dengan menggunakan air sampai bersih, kemudian dikeringkan selama 2 jam di oven pada suhu 60°C atau dijemur di bawah sinar matahari selama 6 jam. Selanjutnya limbah tersebut dihancurkan dengan menggunakan penggiling atau penumbuk dengan ukuran 0,5 mm.

2. Proses Deproteinasi

Bahan Baku yang sudah hancur ditambahkan larutan NaOH 2 M dengan perbandingan larutan terhadap bahan baku adalah 15:1, kemudian dipanaskan pada suhu 80°C selama 2 jam sambil di aduk. Campuran didinginkan, kemudian saring untuk diambil residunya dengan menggunakan penyaring dengan ukuran mesh 100. Kemudian cuci residu yang dihasilkan dengan air sampai pH 7-8 dan dikeringkan selama 2 jam di oven pada suhu 60°C atau dijemur di bawah sinar matahari selama 6 jam.

3. Proses Demineralisasi

Residu yang dihasilkan dari proses deproteinasi di tambahkan larutan HCl 1 N dengan perbandingan 15:1 kemudian dipanaskan pada suhu 80°C selama 2 jam sambil di aduk. Campuran didinginkan, kemudian saring untuk diambil residunya dengan menggunakan penyaring mesh 100. Cuci residu yang dihasilkan dengan air sampai pH 7-8, kemudian keringkan residunya selama 2 jam di oven pada suhu 60°C atau dijemur di bawah sinar matahari selama 6 jam. Residu yang dihasilkan disebut kitin.

4. Proses Deasetilasi

Residu yang dihasilkan dari proses demineralisasi di tambahkan larutan NaOH 50 % dengan perbandingan 20:1 dengan dipanaskan pada suhu 100°C selama 2 jam sambil di aduk. Campuran didinginkan, kemudian saring untuk diambil residunya dengan menggunakan penyaring ukuran mesh 100, cuci residu yang dihasilkan dengan air sampai pH 7-8. Kemudian keringkan residunya selama 2 jam di oven pada suhu 60°C atau dijemur di bawah sinar matahari selama 6 jam. Residu yang dihasilkan disebut kitosan. Apabila hasil kitosan belum sesuai standar SNI maka semua proses diulangi kembali ke awal lagi (proses deproteinasi).

5. Identifikasi dengan FTIR (*Fourier Transform Infrared*)

Membuktikan terbentuknya kitin dan kitosan, hasil isolasi dianalisa dengan dibuat pellet dengan KBr dan selanjutnya diamati spektrum IR nya dengan FTIR.

6. Proses Pelarutan

Kitosan yang dihasilkan dilarutkan atau di tambahkan larutan asam asetat 2 % dengan perbandingan 100:1. Larutan kitosan diaduk sampai larut sempurna 1 jam. Larutan ini di sebut kitosan cair 1 % yang digunakan sebagai pupuk organik. Apabila hasil kitosan cair ini belum sesuai standar SNI maka semua proses diulangi kembali ke awal lagi (proses deproteinasi).

7. Aplikasi Kitosan Cair Sebagai Pupuk Organik

Selanjutnya untuk menguji efektifitas pupuk cair kitosan yang dihasilkan maka dilakukan aplikasi pada tanaman Pakcoy, dengan prosedur sebagai berikut:

1. Uji coba dilakukan menggunakan pupuk organik kitosan cair 1% yang dibuat dari cangkang kepiting atau rajungan dengan perbandingan berat 20:80.
2. Pupuk organik kitosan cair 1% campuran tersebut kemudian diencerkan dengan air hingga didapatkan variasi konsentrasi kitosan cair 20, 40, 60, 80, 100 ppm.
3. Aplikasi pupuk organik kitosan cair dilakukan pada masing-masing variasi konsentrasi termasuk kontrol (0 ppm) dengan tahapan perendaman biji, persemaian, dan penanaman.
4. Benih/biji tanaman direndam pada masing-masing konsentrasi selama 1 jam, termasuk pada tanaman kontrol.
5. Benih/biji tanaman diangkat dan dikeringanginkan.
6. Biji disemai pada media persemaian.
7. Benih tanaman yang telah cukup tinggi dipindahkan ke media tanam tanah pada poli bag.
8. Tanaman disemprot pupuk organik kitosan cair dengan menggunakan sprayer menurut perlakuannya seminggu sekali; yaitu pada 0, 7, 14, 21, 28 hari, selama ±1 bulan.
9. Tanaman Pakcoy yang dihasilkan dipanen dan ditimbang beratnya.

2.6. Metode Pengumpulan Data

Adapun variable bebas adalah:

1. Konsentrasi POC Kitosan, % (v/v)
2. Waktu t, hari.

Sedangkan Variabel terikat adalah:

1. Tinggi tanaman, cm
2. Berat tanaman, gram

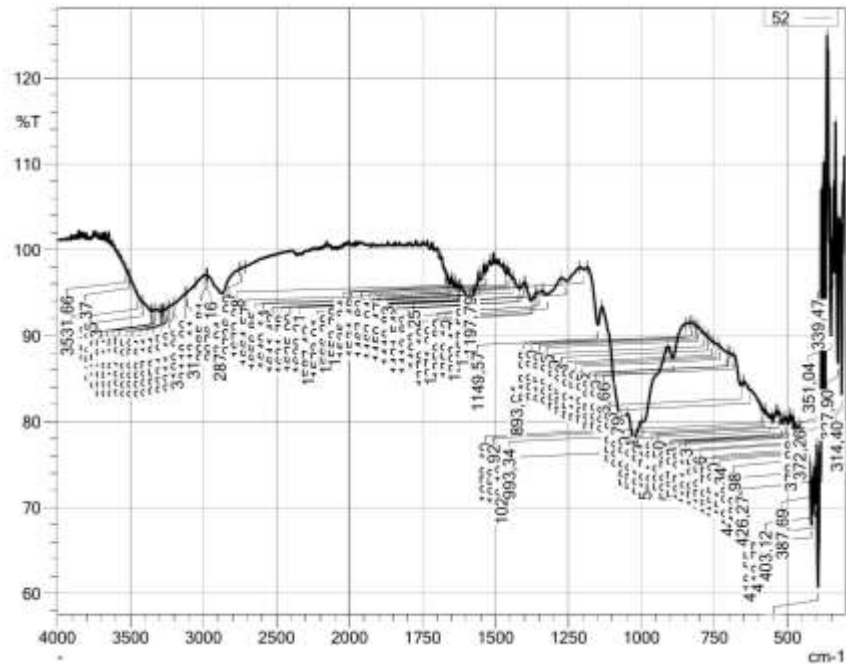
Adapun aplikasi POC Kitosan sebagai growth promotor; akan diberikan pada tanaman divariasikan sebagai berikut: 0 % (v/v); 20 % (v/v); 40% (v/v); 60% (v/v); 80% (v/v) dan 100% (v/v).

Sedangkan data yang dibutuhkan adalah berat tanaman (gram); tinggi tanaman (cm) yang diambil setiap 7 hari sekali yaitu pada ke 0, 7, 14, 21, 28. Sehingga total pengamatan yang dilakukan selama ± 1 bulan.

3. HASIL KAJIAN



Gambar 8. Kitosan



Gambar 9. Spektrum FTIR Kitosan

Warna kitosan yang diperoleh adalah coklat muda, sebagaimana yang terlihat pada Gambar 8. Pada gambar 9, menunjukkan karakterisasi spektrum FTIR untuk kitosan hasil isolasi dari rajungan. Dimana terlihat nilai serapan (A_{1655}) gugus hidroksil/amina (OH^- , NH_2^-) ditunjukkan pada puncak 3435,54 adalah 92,17% sedangkan nilai serapan (A_{3450}) gugus amida/asetamida (CH_3CONH^-) pada puncak 1654,67 adalah 91,16%.

Adapun hasil pengujian baku mutu sesuai SNI 7949 yang diperoleh pada percobaan ini untuk kitosan kepiting atau kitosan rajungan tertera pada Tabel 4 di bawah.

Tabel 4. Uji kitosan kepiting atau kitosan rajungan

No	Parameter Pengujian	Kitosan Kepiting	Kitosan Rajungan
1	Warna	Coklat muda	Coklat muda
2	Kadar Air (%)	0,35-12,00	1,07-12,00
3	Kadar Abu (%)	2,08-5,00	1,02-5,00
4	Derajat Deasetilasi (%)	75,00-84,09	75,00-79,35
5	Kadar Nitrogen (%)	4,89-5,00	4,70-5,00
6	Kelarutan (%)	99,95-99,00	99,80-99,00

Adapun hasil pengujian baku mutu sesuai SNI 8267 yang diperoleh pada percobaan ini untuk kitosan cair kepiting atau kitosan cair rajungan sebagai pupuk organik tertera pada Tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan hasil uji kitosan dengan standar mutu

No	Parameter Uji	Satuan	Persyaratan	Pupuk Kepiting	Pupuk Rajungan
1	Warna		Coklat muda – tua	Coklat muda	Coklat muda
2	Viskositas 1 %	cps	Min 5	5,00-23,00	5,00-22,00
3	Berat Jenis	g/cm^3	1,02 – 1,04	1,02-1,04	1,02-1,04

No	Parameter Uji	Satuan	Persyaratan	Pupuk Kepiting	Pupuk Rajungan
4	pH		3 - 5	3,81-5,00	3.56-5,00

Dari hasil pengujian pupuk organik cair kitosan jika disesuaikan dengan peraturan Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik Cair pada Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 261/KPTS/SR.310/M/4/2019. Sebagaimana terlihat pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Perbandingan hasil uji kitosan dengan standar mutu

No.	Parameter	Satuan	Standar Mutu	Hasil Kitosan	Keterangan
1.	C – Organik	% (w/v)	Minimum 10	3.19	Tidak Memenuhi
2.	Hara makro: N + P ₂ O ₅ + K ₂ O	% (w/v)	2 - 6	12.581	Memenuhi
3.	N – Organik	% (w/v)	Minimum 0,5	0.05	Tidak Memenuhi
4.	Hara mikro**				
	Fe total	ppm	90 - 900	7.8	Tidak Memenuhi
	Mn total	ppm	25 - 500	-	Tidak Memenuhi
	Cu total	ppm	25 - 500	-	Tidak Memenuhi
	Zn total	ppm	25 - 500	0.8	Tidak Memenuhi
	B total	ppm	12 - 250	5.4	Tidak Memenuhi
	Mo total	ppm	2 - 10	-	Tidak Memenuhi
5.	pH	-	4 - 9	3.8	Tidak Memenuhi
6.	<i>E.coli</i>	cfu/ml atau MPN/ml	< 1 x 10 ²	-	
	<i>Salmonella sp</i>	cfu/ml atau MPN/ml	< 1 x 10 ²	-	
7.	Logam berat				
	As	ppm	Maksimum 5,0	-	Memenuhi
	Hg	ppm	Maksimum 0,2	-	Memenuhi
	Pb	ppm	Maksimum 5,0	-	Memenuhi
	Cd	ppm	Maksimum 1,0	-	Memenuhi
	Cr	ppm	Maksimum 40	-	Memenuhi
	Ni	ppm	Maksimum 10	1.8	Memenuhi
8.	Unsur/Senyawa lain***				
	Na	ppm	Maksimum 2.000	-	
	Cl	ppm	Maksimum 2.000	-	

Catatan:

*) Dalam prosesnya tidak boleh menambahkan bahan kimia sintetis.

***) Minimum 3 unsur.

****) Khusus untuk pupuk organik hasil ekstraksi rumput laut dan produk laut lainnya.

Dari perbandingan tersebut diketahui jika parameter yang memenuhi hanya pada parameter unsur hara makro nilainya dapat dikatakan tinggi karena melebihi batas minimum. Unsur C-organik dan N-organik sebagai unsur penting dalam POC tidak mencapai standar mutu, sedangkan untuk unsur hara mikro walaupun minimal terdapat tiga unsur sudah terpenuhi namun unsur tersebut tidak mencapai standar mutu yang ditentukan. Pada parameter logam berat sudah memenuhi syarat dan dapat dikatakan aman. Pada hasil parameter pH larutan juga sangat rendah

dan tidak mencapai batas minimum maka perlu dilakukan pengkajian ulang. Hasil pengujian juga tidak menyebutkan adanya hasil uji untuk parameter unsur lain (Na dan Cl) sedangkan kitosan termasuk hasil produk laut.

3.1. Perbandingan Dengan Produk Lain

Berdasarkan perbandingan produk-produk kitosan lainnya dengan kandungannya masing-masing maka pupuk kitosan cangkang salona dapat diklaim sebagai pupuk cair atau organik cair karena dilengkapi unsur hara makro dan mikro walaupun unsur hara mikro tersebut sedikit, serta aman dari logam berat.



Gambar 10. Produk-produk dari kitosan

Dari perbandingan kandungan antara POC Nasa dengan Kitosan didapatkan jika pada parameter unsur hara makro (NPK) Kitosan lebih tinggi dibandingkan dengan POC Nasa, sedangkan macam unsur hara mikro pada kitosan lebih sedikit. Sebagaimana terlihat pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Perbandingan POC Nasa dengan Kitosan

No.	Parameter	Satuan	Standar Mutu	POC Nasa	Kitosan
1.	C – Organik	% (w/v)	Minimum 10		3.19
2.	Hara makro: N + P ₂ O ₅ + K ₂ O Ca Mg	% (w/v) ppm ppm	2 – 6	0.36 60.40 16.88	12.581
3.	N – Organik	% (w/v)	Minimum 0,5		0.05
4.	Hara mikro** Fe total Mn total Cu total Zn total B total Mo total S Si	ppm ppm ppm ppm ppm ppm ppm % %	90 - 900 25 - 500 25 - 500 25 - 500 12 - 250 2 - 10	12.89 2.46 0.03 4.71 60.84 0.2 0.12 0.01	7.8 - - 0.8 5.4 - -
5.	pH	-	4 - 9	7.5	3.8
6.	<i>E.coli</i> <i>Salmonella sp</i>	cfu/ml atau MPN/ml cfu/ml atau MPN/ml	< 1 x 10 ² < 1 x 10 ²	- -	- -
7.	Logam berat As Hg Pb Cd Cr Ni	ppm ppm ppm ppm ppm ppm	Maksimum 5,0 Maksimum 0,2 Maksimum 5,0 Maksimum 1,0 Maksimum 40 Maksimum 10	0.11 - - - 0.06 -	- - - - - 1.8
8.	Unsur/Senyawa lain*** Na Cl	ppm ppm	Maks. 2.000 Maks. 2.000	0.15 % 0.29 %	- -
9.	Hormon pertumbuhan Auksin Giberelin Kinetin Zeatin	mg/L mg/L mg/L mg/L			5,10 10,13 0,37 7,14

3.2. Aplikasi POC-Kitosan sebagai Growth Promotor

3.2.1. Aplikasi pada tanaman Pakcoy

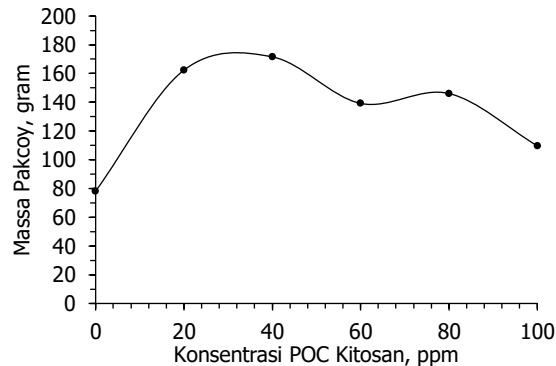
Uji coba pendahuluan aplikasi pupuk organik cair kitosan pada tanaman Pakcoy adalah seperti pada Tabel 8 dan Gambar 5.

Tabel 8. Konsentrasi POC Kitosan dengan massa pakcoy

Konsentrasi Kitosan (ppm)	Berat Panen Pakcoy (gram)
0	78,2
20	162,4
40	171,6
60	139,2

Konsentrasi Kitosan (ppm)	Berat Panen Pakcoy (gram)
80	146,1
100	109,7

Terlihat dari Tabel 5 di atas, penggunaan pupuk organik kitosan cair 20-100 ppm memberikan hasil berat panen Pakcoy lebih baik daripada kontrol. Berdasarkan pengamatan, penggunaan pupuk organik kitosan cair ini untuk tanaman Pakcoy lebih disukai pada konsentrasi 20-40 ppm.



Gambar 11. Hubungan konsentrasi POC Kitosan dengan massa pakcoy

Kandungan Produk Kitosan Cair:

Manfaat Kitosan Cair:

1. Meningkatkan kesehatan dan ketahanan tanaman terhadap serangan hama dan penyakit
2. Mudah diserap oleh permukaan daun batang dan akar tanaman
3. Meningkatkan hasil dan kualitas panen
4. Dapat digunakan untuk merendam biji bibit sehingga dapat lebih cepat berkecambah dan tumbuh seragam.
5. Mampu memperbaiki struktur dan kesuburan tanah
6. Meningkatkan daya serap unsur hara sehingga kualitas tanaman dan hasilnya bagus
7. Ramah lingkungan dan tidak berbahaya

3.2.2. Aplikasi pada tanaman Bawang Dayak

Hasil aplikasi pada tanaman Bawang Dayak, sebagaimana terlihat pada Tabel 9-12 dan Gambar

Tabel 9. Uji BNJ 5% Pengaruh dosis kitosan terhadap tinggi tanaman

Dosis Kitosan	Tinggi Tanaman (cm)				
	0 HST	7 HST	14 HST	21 HST	28 HST
0%	0.00 a	1.97 a	6.40 a	11.03 c	15.93 c
20%	0.00 a	1.77 a	7.07 a	15.13 bc	18.13 bc
40%	0.00 a	2.33 a	7.43 a	17.03abc	23.53 ab
60%	0.00 a	2.63 a	9.90 a	23.37 a	27.90 a
80%	0.00 a	1.97 a	9.03 a	21.83 a	25.73 a

Dosis Kitosan	Tinggi Tanaman (cm)				
	0 HST	7 HST	14 HST	21 HST	28 HST
100%	0.00 a	2.00 a	9.17 a	20.80 ab	25.40 a
KK %	0	43.3	16.2	13.1	11.5

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama berbeda tidak nyata pada uji BNJ 5%

Tabel 10. Uji BNJ 5% Pengaruh dosis kitosan terhadap berat tanaman

Dosis Kitosan	Berat Tanaman (gr)				
	0 HST	7 HST	14 HST	21 HST	28 HST
0%	6.00 a	5.33 a	6.67 a	8.33 a	9.33 a
20%	6.00 a	6.00 a	7.67 a	8.33 a	9.67 a
40%	6.00 a	5.33 a	7.67 a	9.00 a	10.00 a
60%	6.00 a	5.33 a	7.67 a	8.67 a	10.33 a
80%	6.00 a	5.67 a	6.67 a	8.00 a	9.67 a
100%	6.00 a	5.67 a	7.33 a	9.00 a	10.00 a
KK %	0	12	7.9	8.3	7.6

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama berbeda tidak nyata pada uji BNJ 5%

Tabel 11. Uji BNJ 5% Pengaruh dosis kitosan terhadap panjang akar

Dosis Kitosan	Panjang Akar (cm)				
	0 HST	7 HST	14 HST	21 HST	28 HST
0%	7.43 a	6.83 a	8.83 a	11.60 a	13.07 a
20%	6.27 a	7.30 a	8.37 a	9.43 a	10.70 a
40%	4.77 a	6.77 a	9.67 a	11.43 a	12.17 a
60%	7.77 a	8.70 a	9.60 a	11.13 a	15.03 a
80%	6.73 a	6.23 a	7.33 a	10.07 a	12.47 a
100%	5.00 a	6.00 a	7.33 a	9.97 a	11.80 a
KK %	33.8	28.6	26.2	23.3	17.4

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama berbeda tidak nyata pada uji BNJ 5%

Tabel 12. Uji BNJ 5% Pengaruh dosis kitosan terhadap jumlah daun

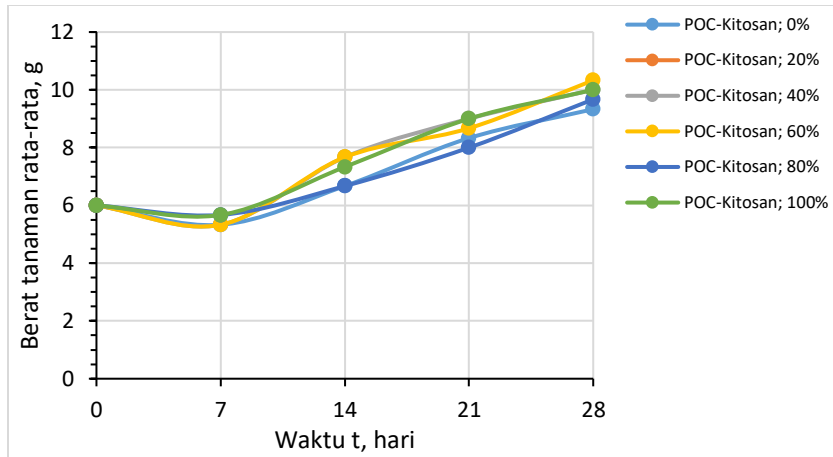
Dosis Kitosan	Jumlah Daun				
	0 HST	7 HST	14 HST	21 HST	28 HST
0%	0.00 a	1.00 a	1.33 a	2.33 a	2.33 a
20%	0.00 a	1.33 a	1.67 a	2.00 a	2.33 a
40%	0.00 a	1.33 a	2.00 a	3.67 a	4.00 a
60%	0.00 a	1.33 a	3.33 a	4.33 a	4.33 a
80%	0.00 a	1.33 a	2.00 a	2.33 a	3.00 a

Dosis Kitosan	Jumlah Daun				
	0 HST	7 HST	14 HST	21 HST	28 HST
100%	0.00 a	1.33 a	4.00 a	3.67 a	3.67 a
KK %	0	41.2	66.1	47.6	41.9

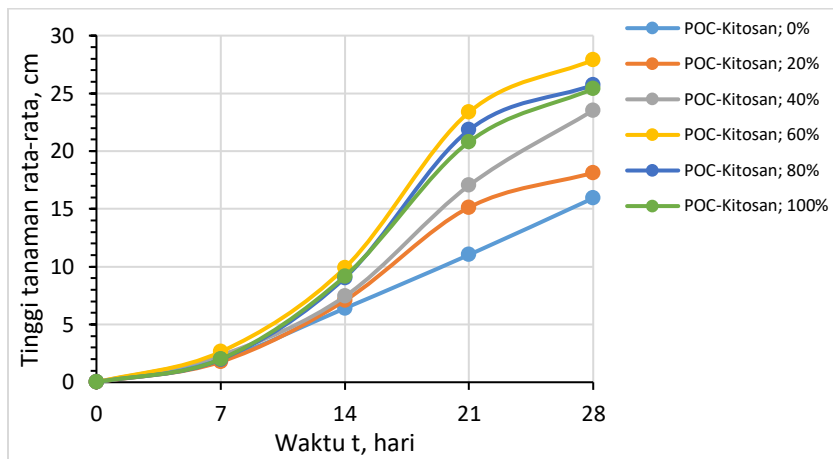
Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama berbeda tidak nyata pada uji BNJ 5%

Tabel 9. Hasil kajian teknis penentuan konsentrasi optimum POC-Kitosan untuk Tanaman Bawang Dayak

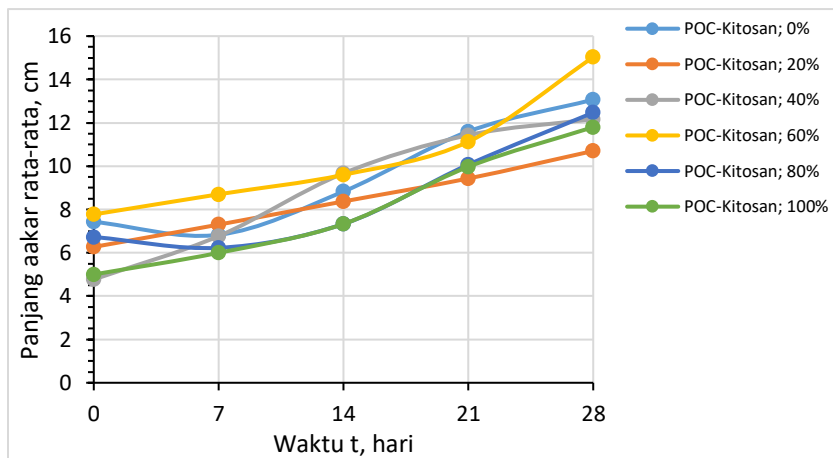
Konsentrasi POC-Kitosan, % (v/v)	Waktu t, hari	Berat tanaman			Berat tanaman rata-rata, g	Tinggi Tanaman			Tinggi tanaman rata-rata, cm	Panjang Akar			Panjang akar rata-rata, cm	Jumlah Daun			Jumlah daun rata-rata, lembar
		1	2	3		1	2	3		1	2	3		1	2	3	
0%	0	6	6	6	6,00	0	0	0	0,00	6,1	9,1	7,1	7,43	0	0	0	0
	7	5	5	6	5,33	1,5	2,5	1,9	1,97	7,2	9,1	4,2	6,83	1	1	1	1
	14	7	7	6	6,67	7	6,3	5,9	6,40	9,4	10,8	6,3	8,83	1	2	1	1
	21	9	8	8	8,33	12	11,5	9,6	11,03	12,3	13,1	9,4	11,60	3	2	2	2
	28	10	9	9	9,33	16,3	17,4	14,1	15,93	13,9	14,5	10,8	13,07	3	2	2	2
20%	0	6	6	6	6,00	0	0	0	0,00	3,2	7,5	8,1	6,27	0	0	0	0
	7	6	7	5	6,00	2	1,4	1,9	1,77	6,5	7,3	8,1	7,30	1	2	1	1
	14	7	8	8	7,67	8	7	6,2	7,07	7,5	9,1	8,5	8,37	1	3	1	2
	21	8	8	9	8,33	16,3	15,4	13,7	15,13	8,7	10,2	9,4	9,43	1	3	2	2
	28	10	9	10	9,67	19,3	18,3	16,8	18,13	10,3	11,2	10,6	10,70	2	3	2	2
40%	0	6	6	6	6,00	0	0	0	0,00	7	2,3	5	4,77	0	0	0	0
	7	5	5	6	5,33	3	2,5	1,5	2,33	7,8	8,3	4,2	6,77	1	2	1	1
	14	7	8	8	7,67	9	7	6,3	7,43	13	11	5	9,67	1	3	2	2
	21	8	9	10	9,00	12,7	17,2	21,2	17,03	14,8	12,3	7,2	11,43	2	4	5	4
	28	9	10	11	10,00	18,2	24,3	28,1	23,53	15,2	12,9	8,4	12,17	3	4	5	4
60%	0	6	6	6	6,00	0	0	0	0,00	10	4,8	8,5	7,77	0	0	0	0
	7	5	6	5	5,33	1,2	4,5	2,2	2,63	12	5,5	8,6	8,70	1	1	2	1
	14	8	8	7	7,67	9,7	9	11	9,90	12	7,2	9,6	9,60	1	5	4	3
	21	9	9	8	8,67	23,6	24,5	22	23,37	14,8	8,2	10,4	11,13	2	5	6	4
	28	10	11	10	10,33	27,3	29,5	26,9	27,90	16,3	13,5	15,3	15,03	2	5	6	4
80%	0	6	6	6	6,00	0	0	0	0,00	6,2	8	6	6,73	0	0	0	0
	7	6	6	5	5,67	1,5	2,5	1,9	1,97	6	7	5,7	6,23	1	1	2	1
	14	7	7	6	6,67	8	9,6	9,5	9,03	7,5	8	6,5	7,33	1	2	3	2
	21	8	9	7	8,00	25	19,5	21	21,83	12,5	9,2	8,5	10,07	2	2	3	2
	28	10	10	9	9,67	28	23,8	25,4	25,73	15,6	12,3	9,5	12,47	2	3	4	3
100%	0	6	6	6	6,00	0	0	0	0,00	5	7	3	5,00	0	0	0	0
	7	5	6	6	5,67	1,5	3	1,5	2,00	6	7	5	6,00	1	2	1	1
	14	7	7	8	7,33	6,5	10	11	9,17	7,3	7,8	6,9	7,33	1	5	6	4
	21	9	9	9	9,00	22,8	19,8	19,8	20,80	8,9	11,3	9,7	9,97	2	3	6	4
	28	10	11	9	10,00	27,9	24,8	23,5	25,40	11,8	12,9	10,7	11,80	2	3	6	4



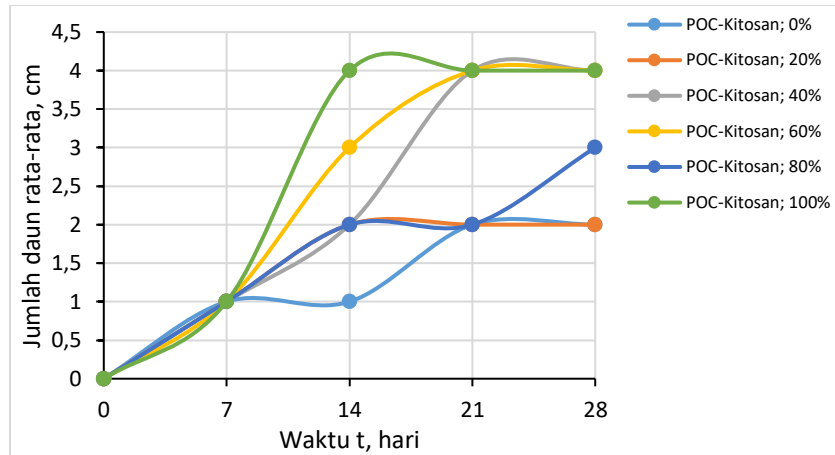
Gambar 12. Hubungan konsentrasi POC Kitosan dengan Berat Bawang Dayak



Gambar 13. Hubungan konsentrasi POC Kitosan dengan tinggi Bawang Dayak



Gambar 14. Hubungan konsentrasi POC Kitosan dengan Panjang akar



Gambar 15. Hubungan konsentrasi POC Kitosan dengan jumlah daun

3.3. Capaian Yang Telah Diperoleh

3.3.1. Unsur Kebaruan

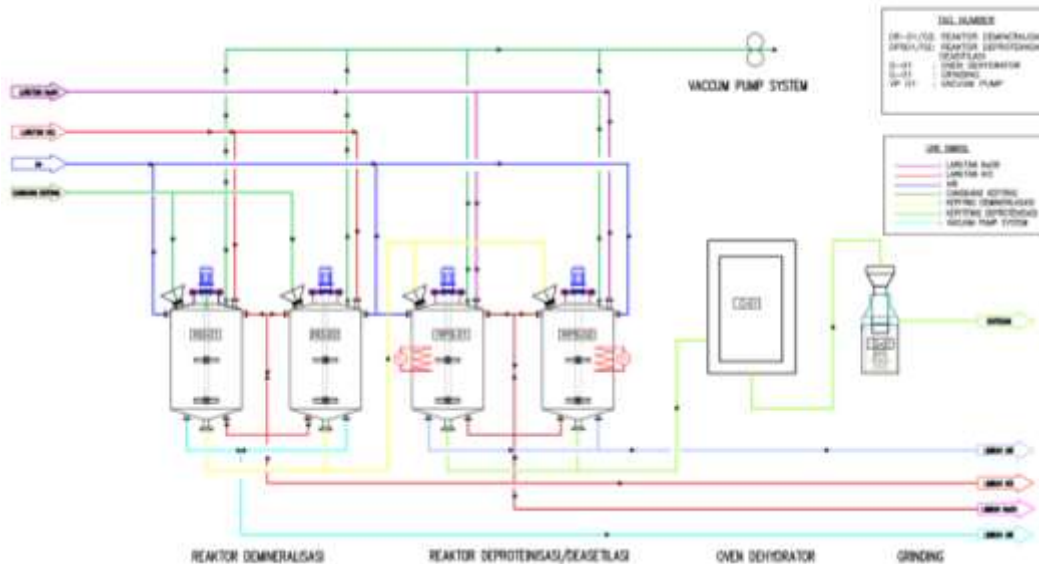
Pengolahan limbah rajungan menjadi POC-Kitosan merupakan hal baru, orisinal dan unik yang dilakukan di kawasan Bontang. Dimana masyarakat sekitar atau pengepul yang semula melakukan pembuangan limbah rajungan yang tidak bermanfaat dan tidak ada gunanya tersebut langsung ke lingkungan sekitar perairan. **“Program ini menjadi inisiator pertama dalam penggerak pemanfaatan limbah rajungan yang berfokus pada usaha pengolahannya menjadi kitosan di wilayah Kota Bontang.”**



Gambar 16. Proses Produksi POC-Kitosan Kelompok Cangkang Salona



Gambar 17. Alur produksi dan bahan baku



Gambar 18. Diagram Alir Proses Produksi Kitosan menggunakan mesin (Sumber: PT Pupuk Kaltim, 2020).

3.3.2. Perbaikan Lingkungan

Sampai dengan Agustus 2021, jumlah total kitosan yang dihasilkan adalah 127 kg kitosan. Dimana setiap 1 kg kitosan yang dihasilkan dibutuhkan bahan baku limbah cangkang rajungan kering sebanyak 7 kg. Artinya 7 kg bahan baku akan menghasilkan kitosan 1 kg. **"Sehingga jumlah limbah cangkang rajungan yang sudah direduksi pada tahun 2021 melalui pengolahan adalah 889 kg."** sebagaimana terlihat pada Tabel 9. Yang mana jika limbah tersebut tidak diolah akan menyebabkan pencemaran air dan udara bagi masyarakat Selambai.

Tabel 10. Produksi Kitosan Cangkang Salona

No	Bulan	Jumlah produksi Kitosan (kg)	Jumlah Cangkang yang sudah diolah, kg
1	Maret	21	147
2	April	11,5	80,5
3	Mei	11,5	80,5
4	Juni	21	147
5	Juli	32	224
6	Agustus	30	210
TOTAL		127	889

Guna mendukung kegiatan produksi yang berkelanjutan di masa depan, program juga telah mengantongi perizinan Upaya Pengelolaan Lingkungan Hidup (UKL) dan Upaya Pemantauan Lingkungan Hidup (UPL) dari Pemerintah Kota Bontang. Izin tersebut diterbitkan pada tanggal 22 Juli 2020 dengan kode KBLI Industri Pupuk Pelengkap.



PEMERINTAH REPUBLIK INDONESIA

IZIN LINGKUNGAN

Berdasarkan ketentuan Pasal 19 ayat (2) Peraturan Pemerintah Nomor 24 tahun 2018 tentang Pelayanan Perizinan Berusaha Terintegrasi Secara Elektronik, untuk dan atas nama Menteri, Pimpinan Lembaga, Gubernur, Bupati/Walikota, Lembaga OSS menerbitkan **Izin Lingkungan** yang telah memenuhi komitmen dan berlaku efektif kepada:

Nama Usaha : PT PUPUK KALIMANTAN TIMUR
Nomor Induk Berusaha : 8120106940765
Penanggung Jawab Proyek : Budi Wahyu Soesilo
Lokasi Yang Dimohon
a. Alamat : Jl. Alamanda No.1 PC-VI PKT
b. Desa/Kelurahan : Belimbing
c. Kecamatan : Bontang Barat
d. Kabupaten/Kota : Kota Bontang
e. Provinsi : Kalimantan Timur
f. Luas Lahan : 608 MP
Kode>Nama KBLI : 20127 / INDUSTRI PUPUK PELENGKAP

Izin Lingkungan ini telah memenuhi komitmen dan berlaku efektif berdasarkan persetujuan yang disampaikan oleh Walikota Kota Bontang terlampir sesuai dengan ketentuan perundang-undangan. Persetujuan sebagaimana dimaksud merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari Izin Lingkungan ini.

Diterbitkan tanggal : 22 Juli 2020 Oleh : Walikota Kota Bontang

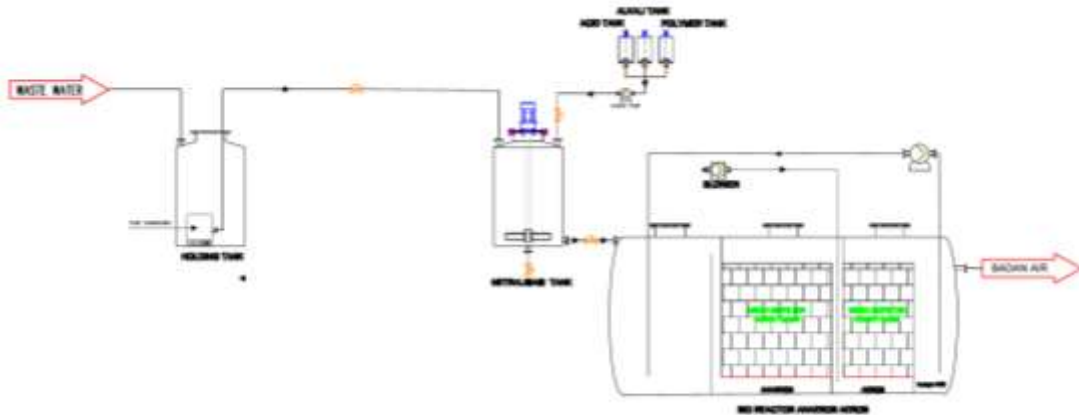


Dokumen ini diterbitkan melalui Sistem OSS dan dapat diakses melalui media. Referensi dan perubahan data data yang ditampikan dalam dokumen ini dan data yang terlampir dalam Sistem OSS menjadi tanggung jawab pemohon sesuai perundang-undangan.

Dibuat tanggal : 28 Juli 2020

Gambar 19. Izin Lingkungan dari Waliktota Bontang

Unit proses pengolahan limbah rajungan menjadi kitin dan kitosan menghasilkan banyakk limbah cair bersifat asam atau basa. Untuk itu, proses pengolahan juga telah memiliki instalasi pengolahan air limbah (IPAL) (PT Pupuk Kaltim, 2020) dan IPAL ini sudah melalui verifikasi akhir pemenuhan Izin Pembuangan Limbah Cair (IPLC). Sebagaimana terlihat pada Gambar 12 dan Gambar 13.



Gambar 20. Diagram alir pengolahan limbah cair (Sumber: PT Pupuk Kaltim, 2020).

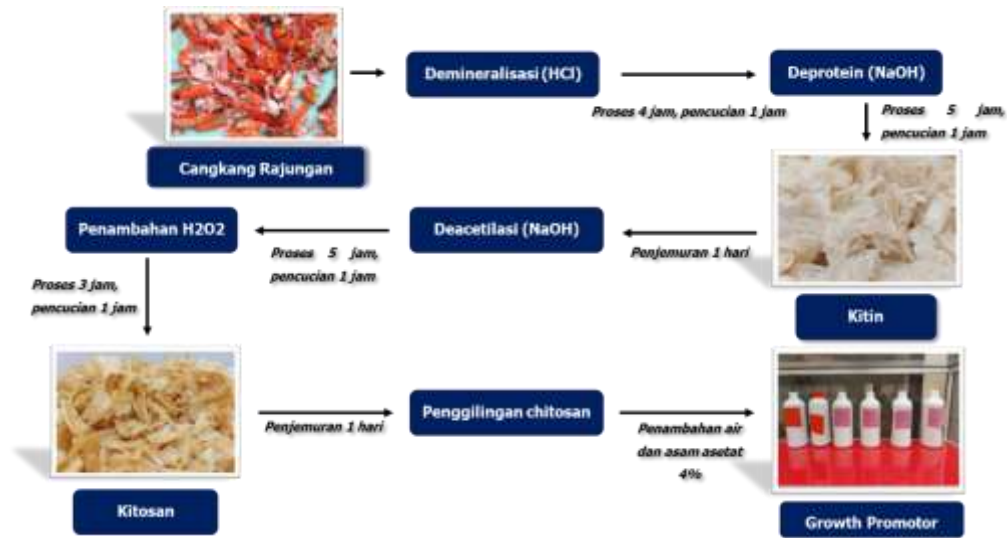


Gambar 21. IPAL POC-Kitosan dari limbah rajungan (Sumber: PT Pupuk Kaltim, 2020).

3.3.3. Nilai Tambah

3.3.3.1. Inovasi Sistem

Limbah cangkang sebelumnya tidak diolah dan hanya dibuang ke laut, sehingga menyebabkan masalah lingkungan. Dengan tujuan memanfaatkan limbah rajungan dan meningkatkan nilai tambah serta mengurangi permasalahan lingkungan, maka dilaksanakan **“Pembinaan terhadap Kelompok Cangkang Salona untuk memproduksi POC-kitosan menjadi *growth promotor*. Di mana kegiatan ini merupakan sebuah keseluruhan sistem baru dalam pengolahan limbah cangkang rajungan.”**



Gambar 22. Flow Diagram Produksi POC-Kitosan

3.3.3.2. Penambahan Kualitas Layanan Produk/Jasa

POC-Kitosan kini dimanfaatkan pada lahan pertanian sebagai *growth promotor*. Kedepannya kitosan dari limbah rajungan ini diharapkan dapat dimanfaatkan untuk pengawet makanan, pengawet produk perikanan dan lain-lain.

Diharapkan juga tercipta inovasi sistem berkelanjutan pada proses produksi kitosan dan pemanfaatan limbah rajungan ini. Sistem inovasi ini perlu dikembangkan sebagai upaya pengembangan potensi kelompok masyarakat. Dalam rangka mengoptimalkan pendayagunaan potensi masyarakat dalam hal ini Kelompok Cangkang Salona, dan mewujudkan produk inovasi dari hulu ke hilir. Maka basis produksi, distribusi dan pemanfaatannya perlu ditata dan dikembangkan secara sinergis dengan bertumpu pada potensi terbaik dan karakteristik lokal.

Hingga Bulan September 2021, kelompok berhasil menjual 37 liter produk growth promotor dengan penghasilan total sebanyak Rp 4.440.000. Sebagaimana terlihat pada Tabel 11 berikut.

Tabel 11. Jumlah Produksi dan Total nilai penjualan POC-Kitosan

Tahun	2021*	
Bulan	Jumlah Produk Terjual (Liter)	Nilai Penjualan (Rupiah)
Januari	-	-
Februari	8 L	960.000
Maret	-	-
April	2 L	240.000
Mei	3 L	360.000
Juni	15 L	1.800.000
Juli	2 L	240.000
Agustus	2 L	240.000
September	5 L	600.000

Tahun	2021*	
Bulan	Jumlah Produk Terjual (Liter)	Nilai Penjualan (Rupiah)
Total	37 L	4.440.000

3.3.3.3. Perubahan Perilaku

Belajar dari program ini, kini anggota Cangkang Salona yang berjumlah 10 orang, mulai menyadari pentingnya menjaga kelestarian lingkungan tempat tinggal mereka. Anggota Cangkang Salona yang sebelumnya abai terhadap keberadaan limbah cangkang rajungan kini secara rutin mengumpulkan limbah cangkang tersebut untuk diolah menjadi kitosan. Kelompok juga secara rutin mengenalkan kepada masyarakat mengenai manfaat cangkang rajungan menjadi kitosan sehingga proses *transfer knowledge* terus terjadi di lingkungan sekitar mereka.

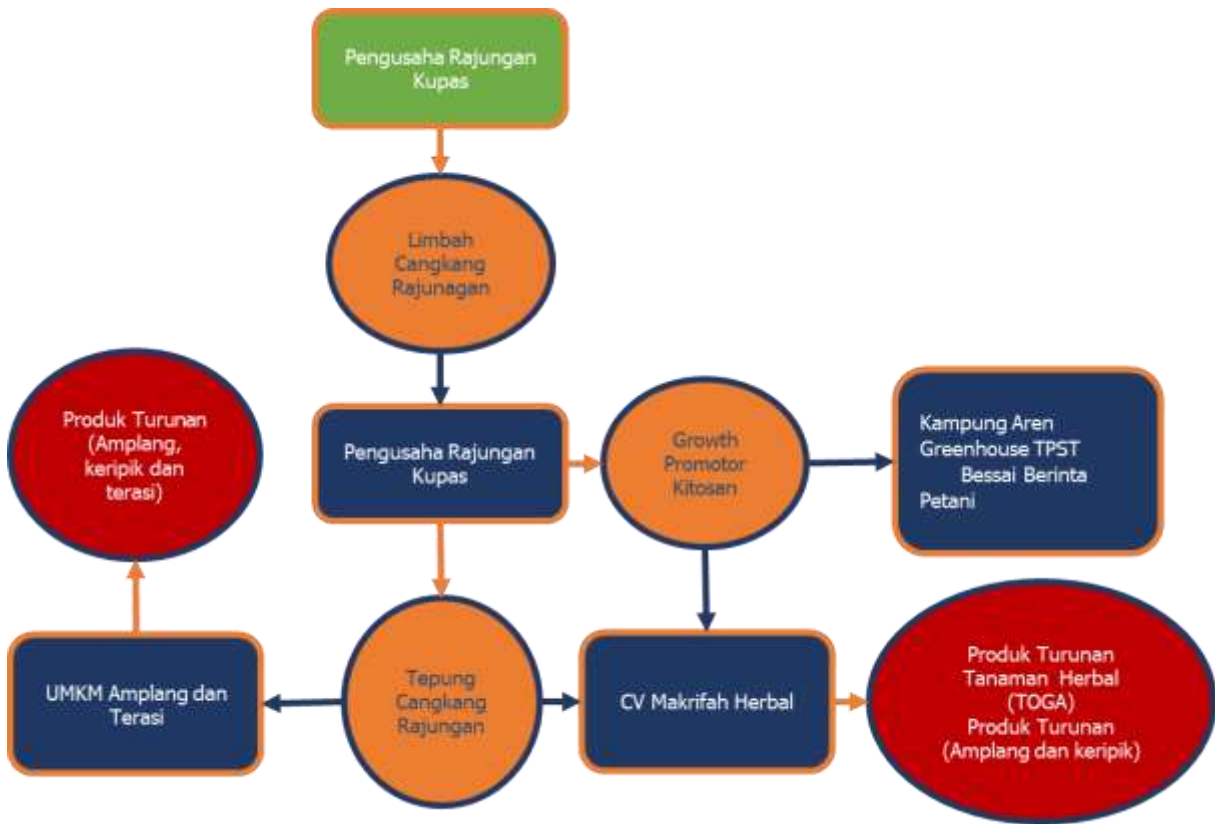


Gambar 23. Anggota Kelompok Cangkang Salona sedang menjemur limbah rajungan.

3.3.3.4. Value Chain: rantai nilai

Limbah rajungan dari perusahaan lokal yang sudah tidak dimanfaatkan dan hanya dibuang ke lingkungan. Untuk meningkatkan rantai nilai (Value Chain) maka TIM PKM Chito melakukan *sharing knowledge* kepada masyarakat selambai, sebagai sebuah bentuk kepedulian pada masyarakat. Manfaat yang diperoleh dengan adanya sharing pengetahuan pada Kelompok Cangkang Salona yaitu selain memperoleh pengetahuan, meningkatkan perilaku inovatif, dan memunculkan inovasi.

Kelompok Cangkang Salona memproduksi POC-Kitosan menjadi *growth promotor* yang selanjutnya digunakan di program Makrifah Herbal, TPST Besai Berinta, Kampunga Aren dan lain-lain. Kelompok cangkang salona juga mengolah cangkang menjadi tepung, yang dapat digunakan oleh kelompok usaha lain untuk memproduksi amplang, empek-empek dan terasi bubuk. Harga rajungan per kilo di Bontang = Rp. 65.000/kg. Sedangkan limbah cangkang rajungan diperoleh dari pengepul yang dikumpulkan oleh anggota Kelompok Cangkang Salona.



Gambar 24. Rantai Nilai Cangkang Salona



Gambar 25. Produk Growth Promotor Cangkang Salona yang dipasarkan di Ma'rifah Herbal



Gambar 26. Produk Growth PromotorCangkang Salona diaplikasikan kebun TOGA Ma'rifah Herbal

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, Moftah, Ani Mulyasuryani, and Akhmad Sabarudin. 2013. Adsorption of Cadmium by Silica Chitosan. *The Journal of Pure and Applied Chemistry Research*, 2 (2):62-66.
- Darjito, D., Purwonugroho, D., & Ningsih, R., 2014, The Adsorption of Cr (VI) Using Chitosan-Alumina Adsorbent. *The Journal of Pure and Applied Chemistry Research*, 3 (2)
- El-Sawy, N.M., Hassan A. Abd El-Rehim, Ahmed M. Elbarbary, El-Sayed A. Hegazy. 2010. Radiation-induced degradation of chitosan for possible use as a growth promoter in agricultural purposes. *Carbohydrate Polymers* 79 (2010) 555–562.
- Hanafy, M., Syahrul A., Efrina D., dan B. Suwandi,, 1999. Pemanfaatan Kulit Udang untuk Pembuatan Kitosan dan Glukosamin, LIPI Kawasan PUSPITEK, Serpong.
- Husni, P., Junaedi Junaedi, Dolih Gozali. 2020. Potensi Kitosan Bersumber dari Limbah Cangkang Rajungan (*Portunuspelagicus*) dalam Bidang Farmasi. *Majalah Farmasetika*, 5 (1) 2020, 32-38. e-ISSN: 2686-2506, <https://doi.org/10.24198/mfarmasetika.v5i1.23804>
- Matheis F.J.D.P. Tanasale, Amos Killay, dan Marsela S. Laratmase, 2011, Kitosandari Limbah Kulit Kepiting Rajungan (*Portunus sanginolentus L.*) sebagai Adsorben Zat Warna Biru Metilena. *Jurnal Natur Indonesia*, 14 (2): 165- 171.
- PT Pupuk Kaltim. 2020. Upaya Pengelolaan Lingkungan Hidup (UKL) Dan Upaya Pemantauan Lingkungan Hidup (UPL): Pembuatan Pupuk Kitosan Cair Skala Home Industri Dari Limbah Cangkang Kepiting/Lobster/Udang/Rajungan Serta Hewan Crustacea Lainnya Sebagai Growth Promotor Pada Tanaman Pangan Dan Holtikultura Kapasitas 100 Liter/Cycle Kelurahan Belimbing Kecamatan Bontang Barat Kota Bontang Provinsi Kalimantan Timur. PT. PUPUK KALIMANTAN TIMUR, BONTANG, 2020
- Rahayu, L.H., dan Purnavita, S., 2007, Optimasi Pembuatan Kitosan Dari Kitin Limbah Cangkang Rajungan (*Portunus pelagicus*) Untuk Adsorben Ion Logam Merkuri. *Reaktor*, Vol. 11 No.1, Juni 2007, Hal.: 45-49.
- Sartika, I.D., Moch. Amin Alamsjah, dan Noor Erma Nasution Sugijanto. 2016. Isolasi dan Karakterisasi Kitosan dari Cangkang Rajungan (*Portunus pelagicus*). *Jurnal Biosains Pascasarjana*, JBP Vol. 18, No. 2, Agustus 2016, p.98-112.
- Yuliusman dan Adelina, P.W., 2010, Pemanfaatan Kitosan dari Cangkang Rajungan pada Proses Adsorpsi Logam Nikel dari Larutan NiSO₄. *Prosiding Seminar Rekayasa Kimia dan Proses 2010*, ISSN: 1411- 4216.
- Zakaria, M.B., M.J. Jais., Wan-Yaacob Ahmad., Mohd Rafidi Othman dan Z. A. Harahap., 2002. Penurunan Kekeruhan Efluen Industri Minyak Sawit (EIMS) Oleh Koagulan Konvensional Dan Kitosan. *Prosiding Seminar Bersama UKM-ITB ke-5*. Universitas Kebangsaan Malaysia. Malaysia.