



Evaluasi Gugus Fungsi Dan Kristalografi Selulosa Hidroklorida Dari Rumput Laut *Ulva Lactuca* *Evaluation of Functional Groups and Crystallography of Cellulose Hydrochloride from *Ulva Lactuca* Seaweed*

Arfandi Karuba Loyang¹, Krisman Umbu Henggu^{2*}

^{1,2*} Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Universitas Kristen Wira Wacana Sumba
Jl. R. Suprpto, No. 35, Waingapu, Sumba Timur
Corresponding author: krisman@unkriswina.ac.id

ABSTRACT

Ulva Lactuca seaweed in Indonesia is spread in Sulawesi, Lombok, West Java, Lampung, Sulu, Sumba, Banda, and Solor. *Ulva Lactuca* is included in the Chlorophyta division and is commonly known as sea lettuce. The purpose of this study was to analyze the effect of using HCL (1%) and different concentrations of hydrochloric acid of 1%, 3%, and 5%. The benefits of this study provide information related to the utilization of *Ulva Lactuca* seaweed into cellulose with the influence of the use of NaOH and different hydrochloric acid. The data obtained for each test variable were carried out with assumptions including normality and homogeneity. Data that have met the assumptions, continued with a one-way variance hypothesis test (ANOVA) and Duncan's further test if there is a significant effect at a 0.05 95% confidence scale. The manufacture of cellulose from *Ulva Lactuca* seaweed, using three treatments with different HCL concentrations using an observational method and not using a measured experimental design. The cellulose content in treatment one was 68.57% while the content in treatment two was 65.55% and in treatment three it reached 57.59%. On the other hand, it shows that as the HCL concentration increases, this results in a decrease in the mass and content of the extracted cellulose. In addition, high acid concentrations can reduce the crystallinity of cellulose and increase its solubility, so that the amount of solid cellulose that is successfully separated is also reduced. The cellulose content from treatment one to treatment three has met the minimum standard of cellulose content required by the industry, which is $\geq 50\%$.

Keywords: *Ulva Lactuca*, Cellulose, and HCL.

ABSTRAK

Rumput laut *Ulva Lactuca* di Indonesia tersebar di daerah Sulawesi, Lombok, Jawa Barat, Lampung, Sulu, Sumba, Banda, dan Solor. *Ulva Lactuca* termasuk ke dalam divisi Chlorophyta dan biasa dikenal dengan nama selada laut. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh penggunaan HCL (1%) dan konsentrasi asam klorida 1%, 3%, dan 5% yang berbeda. Manfaat penelitian memberikan informasi terkait pemanfaatan rumput laut *Ulva Lactuca* menjadi selulosa dengan pengaruh penggunaan NaOH dan asam klorida yang berbeda. Data yang di peroleh masing- masing variabel pengujian di lakukan asumsi yang meliputi normalitas dan homogenitas. Data yang telah memenuhi asumsi, di lanjutkan dengan uji hipotesis ragam, (ANOVA) satu arah dan uji lanjut duncan jika terdapat pengaruh yang signifikan pada a 0,05 skala kepercayaan 95%. Pembuatan selulosa dari Rumput laut *Ulva Lactuca*, menggunakan tiga perlakuan dengan konsentrasi HCL yang berbeda dengan menggunakan metode secara observasi dan tidak menggunakan rancangan percobaan terukur. Kandungan selulosa pada perlakuan satu yaitu 68,57% sedangkan kandungan pada perlakuan dua yaitu 65,55 % dan pada perlakuan tiga tersebut mencapai 57,59%. Di sisi lain menunjukkan bahwa seiring kenaikan konsentrasi HCL, Hal ini mengakibatkan penurunan massa dan kandungan selulosa yang diekstraksi. Selain itu, konsentrasi asam yang tinggi dapat menurunkan kristalinitas selulosa dan meningkatkan solubilitasnya, sehingga jumlah selulosa padat yang berhasil dipisahkan juga berkurang. Pada kandungan selulosa dari perlakuan satu sampai dengan perlakuan tiga telah memenuhi standar minimum kandungan selulosa yang dibutuhkan oleh industri yakni $\geq 50\%$.

Kata kunci: *Ulva Lactuca*, Selulosa, dan HCL.



PENDAHULUAN

Ulva Lactuca merupakan salah satu jenis rumput laut hijau yang memiliki wilayah sebaran yang cukup luas di perairan Indonesia (Erlania *et al.* 2015). Rumput laut pada umumnya hidup di habitat laut, merupakan spesies multiseluler, namun tidak memiliki akar, batang atau daun yang nyata. *Ulva Lactuca* memiliki talus atau stipe yang fungsinya menyerupai akar dan batang. Secara umum alga dibagi atas lima divisi yaitu Chlorophyta (alga hijau), Rhodophyta (alga merah), dan *Phaeophyta* (alga coklat), *Chrysophyta* (alga keemasan), dan *Euglenophyta* (alga berflagel).

Chlorophyta (alga hijau) merupakan divisi terbesar dari semua divisi alga, ada sekitar 6500 jenis anggota divisi chlorophyta yang telah berhasil diidentifikasi, habitatnya 90% hidup di perairan tawar dan 10% hidup di perairan laut. Jenis rumput laut ini kaya akan polisakarida khususnya selulosa dan hemiselulosa dengan kandungan lignin yang rendah jika dibandingkan dengan tanaman darat, sehingga berpotensi untuk dikembangkan sebagai sumber biomassa alternatif sebagai sumber pakan dan bioenergi (Tabarsa *et al.*, 2012).

Komposisi kimia yang ada pada *Ulva Lactuca* mengandung karbohidrat 58%, protein 15%, serat 12%, lipid 1%, kadar abu 14%, hemiselulosa 16%, dan selulosa 22% (Rasyid 2017). Potensi pemanfaatan selulosa dapat memenuhi hampir seluruh aspek standar kebutuhan manusia, mulai dari bahan konvensional, seperti industri kayu dan kertas hingga material maju seperti sumber penyedia energi (Fernandas *et al.*, 2013). Selulosa merupakan salah satu biopolimer yang memiliki sifat kemampuan untuk digantikan oleh jaringan dari dalam (Biokompatibilitas, Biodegradable) sehingga cukup ekonomis (Amrillah *et al.*, 2022). Manfaat selulosa sebagai produksi kertas, plastik dan karton. Penggunaan lainnya sebagai serat tekstil yang bersaing dengan serat sintesis. Produk turunan selulosa tersebut dimanfaatkan antara lain sebagai bahan anti gumpal, emulsifer, stabilizer, dispersing agent (Coffey *et al.*, 2006).

Selulosa ($C_6H_{10}O_5$) merupakan polimer yang terdiri atas unit β -D-glukopiranosida yang terkait bersama-sama oleh ikatan (1,4)-glikosida, di mana n merupakan derajat polimerisasi selulosa (Klemen *et al.*, 2005). Menurut Chen (2014), selulosa mengandung karbon (14,44%), hydrogen (6,17%), dan oksigen (49,39%). Pada umumnya kandungan selulosa berkisar 40-50% dari berat kering bahan berlisnoselulosa variasi kandungan selulosa ini dipengaruhi oleh habitat, jenis biomassa, umur dan musim.

Ekstraksi selulosa dapat dilakukan dengan beberapa metode antara lain secara kimia, enzimatik dan fisik (Wan, 2006). Penggunaan bahan kimia sebagai katalis ekstraksi, lebih sering digunakan karena menghasilkan selulosa dengan rendemen yang tinggi serta kualitas yang baik dan prosesnya cepat (Hermata, 2010). Ekstraksi selulosa dari rumput laut *E. Cottoni* dilakukan dengan menggunakan pelarut NaOH 40% pada suhu ekstraksi 100°C menghasilkan rendemen selulosa 20,63% (Arizal *et al.*, 2017). Zulferiyanni dan Hidayat (2016) berhasil mengekstraksi selulosa dari limbah karagenan dengan pelarut NaOH 3% pada suhu 85°C. Habibah *et al.*, (2016) telah mengekstraksi maserasi menggunakan NaOH 0,01 M. Proses maserasi dilakukan selama 24 jam, kadar selulosa yang dihasilkan adalah 5,51%. Proses delignifikasi dilakukan menggunakan pelarut NaOH 0,5 M dengan Kadar selulosa yang dihasilkan 8,42%. Wandu *et al.*, (2019) telah mengekstraksi rumput laut *Gracilaria verrucosa* dengan metode ekstraksi maserasi pada larutan NaOH 4% selama 12 jam dengan kadar selulosa yang dihasilkan 7,7%. Hingga saat ini masih minim informasi terkait ekstraksi selulosa dari rumput laut *Ulva Lactuca*. Oleh sebab itu, penelitian ini difokuskan pada penggunaan NaOH dan konsentrasi asam klorida yang berbeda terhadap karakteristik selulosa dari rumput laut *Ulva Lactuca*.



Ulva Lactuca merupakan jenis rumput laut yang cukup banyak di Kabupaten Sumba Timur. Namun, hingga saat ini pemanfaatan *Ulva Lactuca* masih sangat rendah untuk dijadikan selulosa. Jenis rumput laut ini kaya akan polisakarida khususnya selulosa, oleh karena itu peneliti perlu mengkaji tentang penggunaan HCL dan konsentrasi Asam Klorida yang berbeda terhadap karakteristik selulosa rumput laut *Ulva Lactuca*.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh penggunaan HCL (1%) dan konsentrasi asam klorida 1%, 3%, dan 5% yang berbeda. Manfaat penelitian memberikan informasi terkait pemanfaatan rumput laut *Ulva Lactuca* menjadi selulosa dengan pengaruh penggunaan NaOH dan asam klorida yang berbeda.

MATERI DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret-Mei 2025 yang bertempat di labolaturium FST Universitas Kristen Wira Wacana Sumba.

Bahan dan Alat

Bahan-Bahan yang digunakan dalam penelitian : Rumput laut *Ulva Lactuca*, aquades, natrium hidroksida, hydrogen proksida 50% (bratachem), dan asam sulfat 97% (merck). Alat yang di gunakan dalam penelitian in adalah Timbangan analitik, loyang, oven, konfor digital, sendok, dandang, gelas enlemeyer, spatula, almunium foil, cawan porselen, dan kertas saring.

Prosedur Penelitian

Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel rumput laut *Ulva Lactuca* diambil dari Perairan Laut Mangili, Desa Tanamanang, Kecamatan Pahunga Lodu, Kabupaten Sumba Timur, kemudian sampel yang telah terkumpul di cuci menggunakan air tawar untuk menghilangkan garam atau epihytel, mikroorganisme, pasir, dan bahan-bahan lainnya. Selanjutnya di jemur atau di keringkan selama 1-2 hari menggunakan matahari, setelah sampel kering selanjutnya di bawah di labolaturium untuk di lakukan penelitian.

Pembuatan Selulosa

Proses ekstraksi selulosa di lakukan dalam beberapa tahap. Tahap pertama pencucian rumput laut hingga bersih, tahap kedua dikeringkan, tahap ketiga dilakukan depigmentasi menggunakan NaOCL 15% dengan rasio 1:5 (b/v) selama 2 jam, selanjutnya, tahap kelima dicuci bersih menggunakan akuades hingga netral (terbebas NaOCL), tahap keenam dilakukan delignifikasi menggunakan larutan NaOH 0,5 M selama 24 jam pada suhu 60°C, tahap ketuju sampel di netralkan dengan aquades hingga PH mencapai 6-8 (ph netral). Sampel yang telah netral kemudian di lakukan depolimerisasi menggunakan HCL 1%, 3%, 5%, selama 2 jam pada suhu 90°C, kemudian netral dan di keringkan untuk di analisis kandungan selulosa, FTIR, XRD.

Parameter Pengujian

Kandungan Selulosa

Analisisn kadar selulosa di awali dengan menentukan kadar *Acid Detergent Fiber* (ADF). Langka pengujian ADF di lakukan memasukan sampel sebanyak 1 g ke dalam gelas piala 600 ml, kemudian di tambah dengan ADF dan di panaskan selama 60 menit. Sampel kemudian di saring dengan cawan masir yang telah di timbang sebelumnya. Residu kemudian di bilas



menggunakan aseton dan air panas. Cawan masir dan residu kemudian di oven pada suhu 105°C sehingga berat konstan. Setelah beratnya konstan, sampel di dinginkan dalam desikator dan di timbang. Kadar ADF dapat di hitung menggunakan persamaan berikut.

Analisis FTIR

FTIR (fourier transform infrared) yang merupakan metode bebas raagen, tanpa menggunakan radioaktif dan dapat mengukur kadar hormon secara kualitatif dan kuantitatif. Prinsip kerja FTIR adalah mengenai gugus fungsi suatu senyawa dari absorbansi inframera yang di lakukan terhadap senyawa tersebut (Sjahfridi *et al.*, 2015). Pola absorbansi yang di serap oleh setiap-setiap senyawa berbeda-beda, sehingga senyawa-senyawa dapat di bedakan dan di kuantifikasikan (Sankari, 2010).

Tujuan dari pengujian menggunakan FTIR adalah untuk menginterpretasikan terjadinya proses substusi dopinglogam Co dalam sampel (Susulawai *et al.*, 2015)

Analisis XRD

Difrakasi sinar-x adalah metode yang nyaman untuk menentukan kurang rata-rata kristal nano dalam bahan curahan kristal nano, difrakasi sinar-x peka terhadap ukuran kristal di dalam partikel (Monsi *et al.*, 2012).

Spektroskopi XRD adalah satu cara analisis struktur kristal, pase dan minerθθθal pada suatu sampel. Prinsip kerja instmen XRD ialah dipenerapan prinsip prang yang mengengemukakan bahwa perbedaan lintas bebas difraksi sinar-x harus di kelipatan panjang gelombang:

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor perlakuan. Faktor perlakuan yang di gunakan dalam penelitian yaitu perbedaan konsentrasi DES. Model matematika rancangan acak lengkap (RAL) yang di gunakan adalah sebagai berikut:

Analisis Data

Data yang di peroroleh masing- masing variabel pengujian di lakukan asumsi yang meliputi normalitas dan homogenitas. Data yang telah memenuhi asumsi, di lanjutkan dengan uji hipotesis ragam, (ANOVA) satu arah dan uji lanjut duncan jika terdapat pengaruh yang signifikan pada a 0,05 skala kepercayaan 95%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Struktur utama dari tumbuhan tersusun atas berbagai jenis polimer seperti selulosa (Anindyawati *et al.*, 2010). selulosa merupakan polimer alami yang memiliki manfaat besar dalam dunia industri. Oleh karena itu, ketersediaan selulosa menjadi perhatian penting sebagai bahan baku industri (Mursalim *et al.*, 2019). Berdasarkan hasil analisis terhadap komposisi polimer *Ulva Lactuca*. dengan perlakuan konsentrasi NaOH yang berbeda, data di sajikan pada.

Tabel 1. Pengujian selulosa

Polimer	Perlakuan		
	NaOH 1%	NaOH 3%	NaOH 5%



Hemiselulosa(%)	8,37	7,32	10,15
selulosa (%)	68,57	65,55	57,59
lignin (%)	0,06	0,07	0,08

Hasil analisis pada Tabel 1 memperlihatkan bahwa kandungan hemiselulosa mengalami penurunan seiring dengan peningkatan konsentrasi NaOH (Larasati *et al.*, 2019). Sebaliknya, p1 atau p2 justru menunjukkan peningkatan terutama pada perlakuan NaOH 5% (P₃), yaitu 10,15%, lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan P₁ dan P₂. Dari tabel dapat dilihat bahwa perlakuan NaOH 1% menghasilkan selulosa tertinggi sebesar 68,57%, menunjukkan bahwa kondisi ini optimal dalam mengekstraksi selulosa dari *Ulva Lactuca*. Hasil ini melebihi rendemen dari beberapa penelitian sebelumnya yang hanya menghasilkan selulosa sekitar 49,8% menggunakan NaOH 1M (Rahmawati *et al.*, 2023). Oleh karena itu, kandungan selulosa hasil ekstraksi dari *Ulva Lactuca*. pada Tabel 1 telah memenuhi kriteria minimum untuk kebutuhan industri, yaitu minimal 50% (Rismana, 2019).

Fourier Transform Infraed Spectroscopy (FTIR)

Serapan cahaya inframerah terjadi akibat adanya interaksi antar molekul yang kemudian ditampilkan dalam bentuk persen transmisi (%T) (Sasria *et al.*, 2024). Pada analisis FTIR, vibrasi serapan selulosa dibagi ke dalam beberapa wilayah spektrum yang mewakili berbagai gugus fungsi, seperti gugus hidroksil, gugus karbonil, cincin aromatik (seperti gugus sinapil dan guaiasil), serta ikatan glikosidik (Mufliha, 2023). Distribusi dari spektrum vibrasi dan identifikasi gugus-gugus fungsi yang ada pada selulosa hasil ekstraksi dari *Ulva Lactuca*. dengan berbagai konsentrasi larutan NCL ditampilkan pada Tabel 2. Data ini memberikan gambaran mengenai perubahan struktur kimia selulosa akibat perlakuan kimia yang berbeda, serta mendukung hasil komposisi polimer sebelumnya dalam menunjukkan efektivitas perlakuan terhadap peningkatan kemurnian selulosa.

Tabel 2. Fourier Transform Infraed Spectroscopy (FTIR)

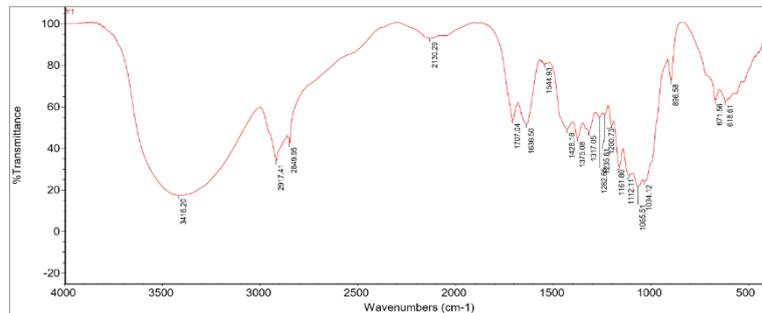
Perlakuan	Panjang gelombang	T%	Vibrasi	Reverensi
NaOH 1%	618,61	62,577	C-H stretching	Rafidah 2019
	671,56	63,261	C-O-C bending	Larissa 2019
	896,58	72,690	C-O-C Streching	Buong 2017
	1034,12	24,0390	C-O-C Streching	Aida 2020
	1065,51	21,658	C-H Bending	Latika 2023
	1112,11	26,994	C-O Streching	Poleto 2014
	1161,8	31,090	C-O Streching	Ali 2022
	1200,73	51,119	C-O-C Streching	Nelli 2020
	1235,81	56,152	C-O-C Asymetrik	Poleto 2014
	1262,65	54,954	C-N Streching	Edson 2013
	1317,05	47,879	C-H Bending	Edson 2013
	1375,08	44,928	C-H Bending	Almdar 2008
	1428,18	49,131	C-H Deformasi	vioala 2018
NaOH 3%	560,4	66.261	C-O-C Bending	Mukhamadeeva 1993
	610,51	66.184	O-H Wagging	Barera 2012



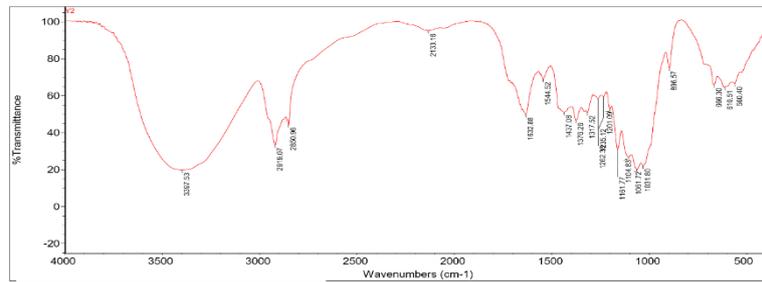
	666,3	29.379	O-H Bending	vivik dan Rajesh 2012
	896,57	23.973	C-O-C Streching	Buong 2017
	1031,8	23.979	C-O Streching	Kiplangat 2019
	1061,72	31.514	C-O Streching	Poleto 2014
	1104,83	34.700	C-O Streching	Amber 2008
	1161,77	28.201	C-O-C Asymetrik	Wang 2025
	1201,09	38.500	O-H Bending	Pin 2012
	1235,12	39.798	C-O Streching	Mamudu 2023
	1262,38	34.500	C-O Streching	Pappas 2022
	1317,52	31.611	C-H Wangging	Moran 2008
	1376,26	41.600	C-H Bending	Shang et.al 2025
	1437,08	45.050	Ch2 Bending	Adamu et.al 2025
	1544,52	46.001	C-N Streching	Lili et.al 2019
	560,37	64,306	C-O-C Bending	Mukhamadeeva 1993
	610,47	62,54	C-O-C Bending	Barera 2012
	666,14	63,456	O-H Wagging	Barera 2012
	719,02	74,108	O-H Bending	vivik dan Rajesh 2012
	896,61	72,645	C-O-C Streching	Buong 2017
	1031,58	21,949	C-O Streching	Kiplangat 2019
NaOH 5%	1061,78	20,234	C-O Streching	Poleto 2014
	1104,67	25,715	C-O Streching	Amber 2008
	1161,67	29,049	C-O-C Asymetrik	Wang 2025
	1201,05	48,912	O-H Bending	Pin at.al 2012
	1235,17	54,86	C-O Srteching	Mamudu 2023
	1262,14	54,302	C-O Srteching	Pappas 2022
	1317,41	46,059	C-H Wangging	Moran 2008

Vibrasi gugus –OH stretching terdeteksi pada rentang panjang gelombang $\geq 3000 \text{ cm}^{-1}$ (Rodhiyah, 2018). Vibrasi ini dapat dikenali dalam spektrum selulosa hasil perlakuan NCL dengan urutan nilai transmitansi: NCL 1% (P_1) sebesar 91,15%, NCL 3% (P_2) sebesar 84,54 %, dan NCL 5% (P_3) sebesar 95,43% (Setiabudi *et al.*, 2012). Dari data tersebut terlihat bahwa perlakuan NCL 3 % memiliki tingkat vibrasi paling rendah dibandingkan perlakuan lainnya, yang menunjukkan lebih banyaknya gugus –OH akibat proses hidrolisis yang terjadi. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi NCL, maka intensitas vibrasi –OH cenderung meningkat (Landakuri *et al.*, 2023). Wilayah antara $2000\text{--}3000 \text{ cm}^{-1}$ mencerminkan vibrasi gugus –CH pada selulosa. Dalam rentang ini, panjang gelombang masing-masing perlakuan adalah: 2917 cm^{-1} (P_1), 2850 cm^{-1} dan 2130 cm^{-1} (P_2), serta 2917 cm^{-1} dan 2850 cm^{-1} (P_3) (Priatmoko *et al.*, 2023). Di antara ketiganya, perlakuan NCL 5% (P_3) pada 2917 cm^{-1} menunjukkan transmitansi 46,24%, lebih rendah dibanding P_1 dan P_2 , yang berarti vibrasi tersebut lebih kuat (Rhezky *et al.*, 2023). Sementara itu, vibrasi pada daerah $2000\text{--}3000 \text{ cm}^{-1}$ juga dapat berasal dari gugus alifatik non-polar dalam cincin selulosa (Alief *et al.*, 2021). Sedangkan pada rentang $1000\text{--}2000 \text{ cm}^{-1}$, vibrasi yang umum berasal dari ikatan karbon–oksigen (C–O dan C–O–C). Pada wilayah ini, panjang gelombang utama hasil perlakuan NCL 1 % (P_1) muncul pada 1033.13 cm^{-1} , NCL 3% (P_2) pada 1033.27 cm^{-1} , dan NCL 5% (P_3) pada

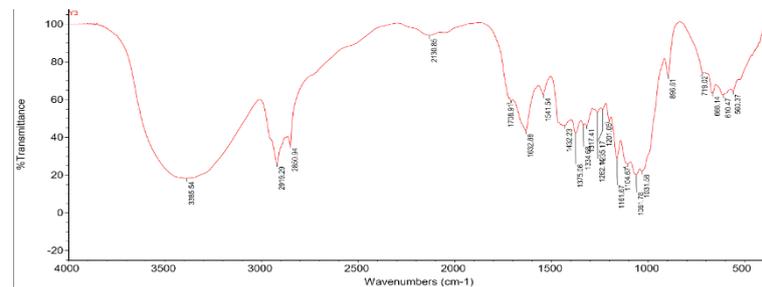
1032.05 cm^{-1} . Nilai transmitansi tertinggi terdapat pada P_3 (23,515%), yang menandakan intensitas vibrasi terkuat di titik tersebut, diikuti oleh P_1 dan P_2 (Setiabudi *et al.*, 2012). Selanjutnya, vibrasi antara 1000–500 cm^{-1} menunjukkan NCL 1 % (P_1) muncul pada 424,81 cm^{-1} , NaOH 3% (P_2) pada 425,54 cm^{-1} , dan NCL 5% (P_3) pada 413,04 cm^{-1} . gugus fungsional lain seperti getaran cincin glukosa. perlakuan NCL 6% menunjukkan transmitansi sebesar 96,437%, tertinggi di antara perlakuan lain, menandakan vibrasi pada gugus ini cukup dominan. Sementara vibrasi di bawah 500 cm^{-1} menunjukkan sedikit pergeseran dan penurunan intensitas (Purwawan *et al.*, 2012).



Gambar 1. Spektrum FTIR dengan pelakuan NCL 1%



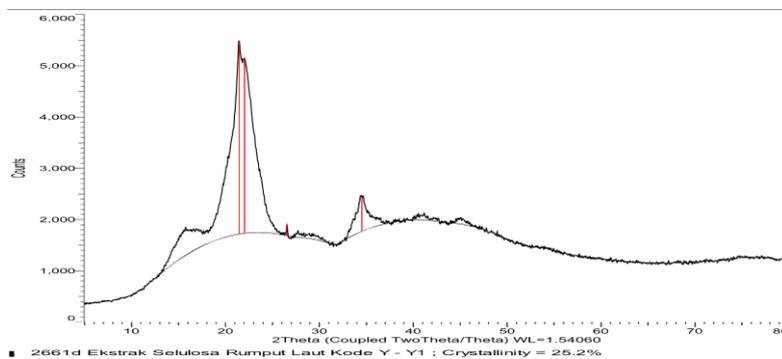
Gambar 2. Spektrum FTIR dengan pelakuan NCL 3%



Gambar 3. Spektrum FTIR dengan pelakuan NCL 5%

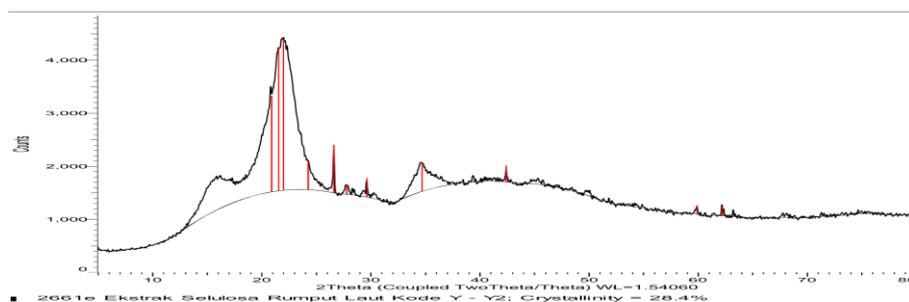
X-Ray Diffraction (XRD)

Karakterisasi XRD dilakukan untuk mengetahui kristalinitas dari mikrokrystal in selulosa serat kapuk. Karakterisasi XRD dilakukan di Universitas Gajah Mada dengan menggunakan alat Brooker D8 Advanced. Persentase kristalinitas mikrokrystalin selulosa dinyatakan dengan Persamaan, Dengan mengetahui besarnya intensitas relatif deretan puncak-puncak difraksi tersebut maka dapat diketahui senyawa penyusun material tersebut



Gambar 4. Spektrum XRD dengan pelakuan NCL 1%

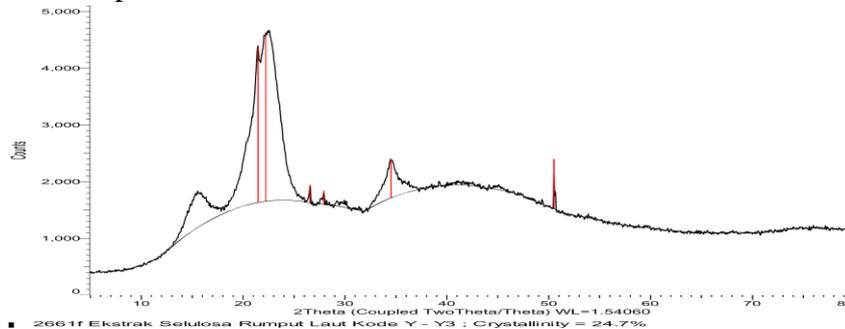
Berdasarkan hasil analisis XRD, terdapat empat puncak utama yang terdeteksi pada sudut 2θ sebesar $21,46^\circ$, $22,03^\circ$, $26,55^\circ$, dan $34,52^\circ$. Puncak paling dominan muncul pada sudut $21,46^\circ$ dengan d-spacing sebesar $4,1366 \text{ \AA}$ dan intensitas relatif 100%. Puncak ini sesuai dengan bidang kristal (002) dari struktur selulosa tipe I, yang umum ditemukan pada biomassa alam seperti rumput laut atau tanaman lainnya. Puncak kedua pada $22,03^\circ$ juga memperkuat keberadaan struktur selulosa tipe I dengan intensitas relatif sebesar 91,2%. Dua puncak ini menunjukkan bahwa material masih memiliki tingkat kristalinitas tinggi, serta menunjukkan keberhasilan proses ekstraksi dalam mempertahankan susunan kristalnya. Puncak tambahan pada sudut $26,55^\circ$ dan $34,52^\circ$ dapat menunjukkan keberadaan fasa minor, gugus fungsi tambahan, atau sisa senyawa seperti hemiselulosa atau lignin. Nilai FWHM yang konsisten sebesar 0,1 pada semua puncak menunjukkan bahwa struktur kristalin material tajam dan stabil, dengan distribusi ukuran kristalit yang relatif seragam. Secara keseluruhan, pola difraksi ini mengindikasikan bahwa sampel memiliki struktur kristalin selulosa tipe I yang dominan, dan ekstraksi yang dilakukan cukup efektif dalam menghasilkan bahan semi-kristalin berkualitas tinggi



Gambar 5. Spektrum XRD dengan pelakuan NCL 3%

Hasil analisis XRD pada sampel menunjukkan 11 puncak utama yang tersebar dari sudut $2\theta = 20,89^\circ$ hingga $62,23^\circ$. Puncak paling dominan ditemukan pada sudut $21,96^\circ$ dengan nilai d-spacing $4,043 \text{ \AA}$ dan intensitas relatif 100%. Puncak ini mengindikasikan keberadaan struktur kristalin selulosa tipe I, khususnya pada bidang (002). Puncak lain yang signifikan berada pada sudut $21,54^\circ$ dan $20,89^\circ$, dengan intensitas relatif masing-masing 96,4% dan 88,5%, yang mendukung identifikasi selulosa kristalin. Nilai FWHM sebesar 0,1 pada sebagian besar puncak menunjukkan bahwa struktur kristal cukup tajam dan terdefinisi dengan baik. Puncak tambahan dengan intensitas rendah seperti pada sudut $26,60^\circ$, $27,79^\circ$, dan $34,69^\circ$ diduga berasal dari fase

amorf, senyawa lain seperti hemiselulosa/lignin, atau orientasi kristal minor. Puncak ke-6 (FWHM = 0,218) memperkuat indikasi adanya fase amorf, yang dapat mempengaruhi karakteristik fisik dari produk akhir.



Gambar 6. Spektrum XRD dengan perlakuan NCL 5%

Berdasarkan hasil analisis XRD terhadap sampel, ditemukan enam puncak utama pada sudut 2θ antara $21,46^\circ$ hingga $50,52^\circ$. Puncak tertinggi terletak pada $22,225^\circ$ dengan nilai intensitas relatif 100% dan d-spacing sebesar $3,9967 \text{ \AA}$. Puncak ini, bersama dengan puncak pada $21,46^\circ$, mengindikasikan keberadaan struktur kristalin selulosa tipe I, yang umum ditemukan dalam hasil ekstraksi dari biomassa. Puncak lainnya, seperti pada $26,574^\circ$, $27,918^\circ$, dan $34,52^\circ$, memiliki intensitas yang lebih rendah dan mewakili kemungkinan fase minor seperti hemiselulosa atau residu lain. Puncak pada sudut $27,918^\circ$ memiliki FWHM sebesar $0,127^\circ$, menandakan adanya fasa amorf atau gugus tak teratur dalam struktur kristal adanya puncak tambahan pada sudut tinggi ($50,516^\circ$) menunjukkan kemungkinan keberadaan senyawa mineral atau impuritas dari bahan asal. Secara keseluruhan, pola difraksi memperlihatkan bahwa sampel memiliki tingkat kristalinitas yang baik, ditandai dengan puncak tajam dan kuat, serta masih mempertahankan struktur khas selulosa.

KESIMPULAN

Selulosa yang diekstraksi dari *Ulva Lactuca*. dengan konsentrasi HCL 1% merupakan perlakuan optimum. Hal ini karena kandungan selulosa hasil ekstraksi pada perlakuan tersebut mencapai 68,57%. Di sisi lain, menunjukkan bahwa seiring kenaikan konsentrasi NaOH, kandungan selulosa yang diperoleh cenderung menurun. Hasil analisis gugus fungsi menunjukkan vibrasi selulosa umumnya teridentifikasi pada selulosa yang dihasilkan dari perlakuan konsentrasi HCL 1%, 3%, 5% Namun, peningkatan konsentrasi HCL menjadi 3% atau 5% menyebabkan degradasi berlebih pada rantai selulosa karena asam yang lebih kuat memutus ikatan glikosidik dalam polimer selulosa. Hal ini mengakibatkan penurunan massa dan kandungan selulosa yang diekstraksi. Selain itu, konsentrasi asam yang tinggi dapat menurunkan kristalinitas selulosa dan meningkatkan solubilitasnya, sehingga jumlah selulosa padat yang berhasil dipisahkan juga berkurang.

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk melihat pengaruh pemberian konsentrasi NaOH yang berbeda terhadap rumput laut *Ulva Uactuca* dengan masa inkubasi yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

Amrillah, Z., Hanum, F. F., & Rahayu, A. (2022). Studi Efektivitas Metode Ekstraksi Selulosa dari Agricultural Waste. *Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ*, 8.



- <http://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnaslit%0AE-ISSN:2745-6080>
- Anindinda Prameswari Hastiza. (2016). *No Title No Title No Title*. 01, 1–23.
- Dewi, N. L. G. S., Admadi, B., & Hartiati, A. (2017). Karakteristik bioplastik alginat dari rumput laut *Ulva Lactuca* (tinjauan suhu dan lama gelatinisasi). *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 5(3), 66–73.
- Fitramadan, L., & Bundu, M. M. (2021). (*Ulva Lactuca*) Terhadap Karakteristik Mekanik Bioplastik Pati Singkong (*Manihot esculenta*) The Effect Of Green Seaweed (*Ulva Lactuca*) Addition On Mechanical Characteristics Of Cassava Starch (*Manihot esculenta*) Bioplastic. *Pengaruh Penambahan Rumput Laut Hijau (Ulva Lactuca) Terhadap Karakteristik Mekanik Bioplastik Pati Singkong (Manihot Esculenta)*, 2, 1–6.
- Mahmud, Iwan, et al. "Pemanfaatan Potensi Ganggang Hijau (*Ulva Lactuca*) sebagai Antioksidan Alami pada Pencegahan Infark Miokard Akut." Program Kreativitas Mahasiswa-Penelitian (2014).
- Mahmud, I., Pertiwi, R., Azis, N. R., & Reviana, D. N. (2014). Pemanfaatan Potensi Ganggang Hijau (*Ulva Lactuca*) sebagai Antioksidan Alami pada Pencegahan Infark Miokard Akut. Program Kreativitas Mahasiswa-Penelitian.
- Mahmud, Iwan, et al. Pemanfaatan Potensi Ganggang Hijau (*Ulva Lactuca*) sebagai Antioksidan Alami pada Pencegahan Infark Miokard Akut. Program Kreativitas Mahasiswa-Penelitian, 2014.
- Nanda, Syahfitri, L., Marwanti, D., & Pd, M. (2020). *Fortifikasi Rumput Laut Ulva Lactuca Pada Ogura Cake Sebagai Sumber Serat Untuk Milenial Lactuca*. 12–14.
- Prabowo, I., Sulistiono, & Mutamimah, D. (2020). Karakteristik Edible Film yang Diproduksi dari Kombinasi *Ulva Lactuca* dan Gelatin. *Jurnal Ilmu Perikanan Dan Kelautan*, 2(2), 81–92. <http://ejournal.unibabwi.ac.id/index.php/lemuru/article/view/1266/850>
- Pramananta, I. K., Harsojuwono, B. A., & Hartiati, A. (2019). Pengaruh Perbandingan Rumput Laut Segar *Ulva Lactuca* Dengan Larutan Asam Cuka Terhadap Karakteristik Bioplastik Alginat. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 7(3), 450. <https://doi.org/10.24843/jrma.2019.v07.i03.p12>
- Rahmi, D., Marpaung, M. T., Aulia, R. D., Putri, S. E., Aidha, N. N., & Widjajanti, R. (2020). Ekstraksi Dan Karakterisasi Mikroselulosa Dari Rumput Laut Coklat *Sargassum Sp.* Sebagai Bahan Penguat Bioplastik Film. *Jurnal Kimia Dan Kemasan*, 42(2), 57. <https://doi.org/10.24817/jkk.v42i2.6401>
- Syahrul Alaydin., Bhayu G. Bhernama., Muanmar Yuliani. Perbandingan Kadar Selulosa Dari Rumput Laut Merah Rhodophyta.
- Tarigan, N., & Rambu, Y. (2022). *Ulva Lactuca* On Feed On Growth Rate Of Carp (*Cyprinus Carpio*). *Effectiveness Of Fermented Ulva Lactuca On Feed On Growth Rate Of Carp (Cyprinus Carpio)*, 10(2), 1132–1140.