

**SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN
PENILAIAN KESEHATAN TANAH BERBASIS WEB MENGGUNAKAN METODE
SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING**

Oleh

Arief Kelik Nugroho¹⁾, Ipung Permadi²⁾, Nofiyati³⁾, Sri Hayyu Naufal Ulfa

Jurusan Teknik Informatika Universitas Jenderal Soedirman

Email :

ariefkeliknugroho@gmail.com¹, iipung@yahoo.com², nofibkm@gmail.com³, ulfanaufal@gmail.com⁴

ABSTRAK

Tanah merupakan faktor yang paling menentukan dalam pengelolaan pertanian, mengingat tanah merupakan pondasi bagi pertanian dan sebagai media pertumbuhan hampir seluruh tanaman penghasil pangan. Untuk mengukur dan memantau status kesehatan tanah, dapat dilakukan penilaian kesehatan tanah dalam pengelolaan lahan pertanian yang bertujuan untuk mengetahui apakah tanah yang sedang atau akan digunakan di suatu daerah dalam kondisi sehat dan dapat menjalankan fungsinya dengan baik. Hasil penilaian kesehatan tanah juga dapat digunakan sebagai acuan bagi pengelola lahan pertanian dalam membuat target perencanaan dan penerapan sistem untuk mempraktikkan pengelolaan kesehatan tanah dengan mengurangi kendala yang teridentifikasi, serta dapat membantu pengelola lahan dalam melakukan pencarian lahan pertanian. Penilaian kesehatan tanah secara komprehensif dapat dilakukan berdasarkan indikator-indikator kesehatan tanah yang terdiri dari sifat fisik, kimia, dan biologi tanah

Kata Kunci : SPK, Penilaian, Kesehatan, Tanah, SAW

ABSTRACT

Soil is the most crucial factor in the management of agriculture, since soil is the foundation for agriculture and as a medium for growth of almost all food crops. To measure and monitor soil health status, soil health assessments can be undertaken in the management of agricultural land that aims to determine whether the land is being or will be used in an area in a healthy condition and can perform its functions properly. The results of soil health assessments can also be used as a reference for agricultural land managers to set planning targets and implementing systems to practice soil health management by reducing identified constraints, and assisting land managers in searching agricultural land. Comprehensive soil health assessments can be undertaken based on soil health indicators which consist physical, chemical, and biological properties of the soil

Keywords: DSS, Assessment, Health, Soil, SAW

1. PENDAHULUAN

Dalam pengelolaan pertanian faktor yang paling menentukan ialah tanah mengingat tanah merupakan pondasi bagi pertanian dan sebagai media pertumbuhan hampir seluruh tanaman penghasil pangan. Tanah yang sehat, merupakan landasan produksi pangan sehat, oleh karena itu kesehatan tanah sangat penting bagi manusia untuk bertahan hidup. Menurut FAO (2015), kesehatan tanah yaitu kapasitas tanah untuk berfungsi sebagai sebuah sistem kehidupan. Tanah yang sehat akan menyediakan air, oksigen, nutrisi penting bagi tanaman,

serta sebagai penunjang akar yang dibutuhkan tanaman pangan agar dapat tumbuh dan berkembang. Selain itu, ia juga dapat mempertahankan keragaman komunitas organisme tanah yang membantupengendalian penyakit tanaman, serangga dan hama gulma, mendaur ulang nutrisi penting tanaman, memperbaiki struktur tanah yang berefek positif bagi air tanah dan kapasitasnya menyimpan nutrisi, yang pada akhirnya akan menjadi media produktif bagi pertumbuhan tanaman. Sebaliknya jika terjadi penurunan kesehatan tanah maka produktivitas tanah dan produksi pertanian menurun. Penilaian kesehatan tanah dalam pengelolaan lahan pertanian merupakan hal yang dibutuhkan untuk mengukur dan memantau status kesehatan tanah, yang bertujuan untuk mengetahui apakah tanah yang sedang atau akan digunakan di suatu daerah dalam kondisi sehat dan dapat menjalankan fungsinya dengan baik.

Hasil penilaian kesehatan tanah juga dapat digunakan sebagai acuan bagi pengelola lahan pertanian dalam membuat target perencanaan dan penerapan sistem untuk mempraktikkan pengelolaan kesehatan tanah dengan mengurangi kendala yang teridentifikasi. Selain itu dengan diketahuinya status kesehatan tanah pada suatu lahan, dapat mendorong pengelolahan agar lebih baik dalam melakukan pencarian lahan pertanian, atau untuk mengelola lahan pertanian berkelanjutan secara regeneratif supaya dapat menjaga produktivitas tanah serta produksi pertanian dalam jangka panjang. Penilaian kesehatan tanah secara komprehensif dapat dilakukan berdasarkan indikator-indikator kesehatan tanah yang terdiri dari sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Namun belum terdapat standar tetap dalam menilai kesehatan tanah, dan belum semua masyarakat khususnya pengelola lahan pertanian mengetahui dan memahami indikator kesehatan tanah. Banyaknya indikator dalam penilaian kesehatan tanah juga dapat menyulitkan peneliti dalam menilai kesehatan tanah di suatu daerah.

2. METODE PELAKSANAAN

Metode pengembangan sistem ini adalah waterfall. Waterfall merupakan sebuah metode pengembangan perangkat lunak dengan pendekatan sekuensial yang memiliki cakupan aktivitas rekayasa sistem dan analisis, analisis kebutuhan perangkat lunak, perancangan, pembuatan kode, pengujian, dan pemeliharaan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sistem Pendukung Keputusan Penilaian Kesehatan Tanah dibangun dengan menggunakan metode perhitungan SAW.

Konsep dasar metode SAW adalah mencari penjumlahan terbobot dari rating kinerja pada setiap alternatif pada semua atribut. Berikut adalah langkah-langkah perhitungan metode SAW yang diterapkan dalam sistem:

a) Analisis Perhitungan SAW

1. Menentukan kriteria-kriteria yang akan dijadikan acuan dalam pengambilan keputusan. Dalam menentukan indikator kesehatan tanah yang akan dijadikan kriteria pada sistem ini, digunakan acuan dari Kepala Laboratorium Riset Unsoed sehingga didapatkan 18 (delapan belas) kriteria yang dijabarkan pada tabel 1 :

Tabel 1 : Kriteria kesehatan tanah

Kode Kriteria	Keterangan
C1	Kadar air tanah
C2	Tingkat lereng
C3	Tekstur tanah
C4	Struktur tanah
C5	Erosi tanah
C6	Konsistensi tanah
C7	LCC (<i>legume cover crop</i>)
C8	Keragaan tanaman
C9	Populasi cacing tanah
C10	pH (H ₂ O)
C11	C-organik (%)
C12	N-total (%)
C13	C/N
C14	P2O ₅
C15	CEC / KTK (kapasitas tukar kation)
C16	K (me/100g tanah)
C17	Kejenuhan basa (%)
C18	Salinitas / DHL (daya hantar listrik)

Setiap kriteria di atas mempunyaibobot nilai yang berbeda-beda sesuai denganbesarnya pengaruhnya terhadap kesehatan tanah. Berikut skala bobot mulai dari 1sampai dengan 5 seperti yang tertera pada table 2

Tabel 2. Pemberian Bobot

Aspek	Indikator	Skor	Per- sen- tase (%)	
F I S I K A	Kadar air tanah (lembas)	< TLT (tanah kering)	1	5
		1/2 TLT - KL (tanah agak kering)	3	
		TLT - KL (tanah normal)	5	
		3/4 TLT - KL (tanah agak basah)	3	
		> KL (tanah basah)	1	
	Tingkat lereng	> 30% (bergunung)	1	5
		15,1 - 30,0% (berbukit)	2	
		8,1 - 15,0% (bergelombang)	3	
		3,1 - 8,0% (berombak)	4	
		0 - 3,0% (datar - agak datar)	5	
	Tekstur tanah	kasar (tanah bertekstur pasir, atau pasir berlempung)	1	5
		agak kasar (tanah bertekstur lempung berpasir kasar)	3	
		sedang (tanah bertekstur lempung berdebu, lempung berpasir halus, lempung, atau debu)	5	
		agak halus (tanah bertekstur lempung liat, lempung liat berdebu, atau lempung liat berpasir)	3	
		halus (tanah bertekstur liat berpasir, lempung/liat, atau lempung berdebu)	1	
	Struktur tanah	kolumnar	1	5
		tiang	2	
		gumpal	3	
		granular	4	
remah		5		
Erosi tanah	guley besar	1	5	
	guley kecil	2		
	alur	3		
	lembang	4		
	tidak ada erosi	5		
K I M I A	pH (H ₂ O)	< 4,5 (sangat asam)	1	5
		4,5 - 5,4 (masam)	2	
		5,5 - 6,5 (agak masam)	3	
		6,6 - 7,5 (netral)	5	
		7,6 - 8,5 (agak alkalis)	2	
		> 8,5 (alkalis)	1	
	C-Organik (%)	< 1,0	1	4
		1,0 - 2,0	2	
		2,1 - 3,0	3	
		3,1 - 5,0	4	
		> 5,0	5	
	N-Total (%)	< 0,10	1	5
		0,10 - 0,20	2	
		0,21 - 0,50	3	
		0,51 - 0,75	4	
		> 0,75	5	
	C/N ratio	< 5,0	1	4
		5,0 - 10,0	3	
		10,1 - 15,0	5	
		15,1 - 25,0	3	
> 25,0		1		
P ₂ O ₅ (ppm P)	P ₂ O ₅ Bray (untuk tanah masam)	< 4,0	1	5
		4,0 - 7,0	2	
		7,1 - 10,0	3	
		10,1 - 15,0	4	
		> 15,0	5	
	P ₂ O ₅ Olsen (untuk tanah netral-basa)	< 5,0	1	
		5,0 - 10,0	2	
		10,1 - 15,0	3	
		15,1 - 20,0	4	
		> 20,0	5	
CEC / KTK (kapasitas tukar kation) (me/100g tanah)	< 5,0	1	5	
	5,0 - 16,0	2		
	16,1 - 24,0	3		
	24,1 - 40,0	4		
	> 40,0	5		

2. Menentukan alternatif (A_i) yang dijadikan alternatif dalam penilaian kesehatan tanah, dengan contoh seperti pada tabel 3.

Tabel3.SAMPLE DATA KESEHATAN TANAH

Kode Tanah Kriteria	Tanah1	Tanah2	Tanah3
Kadar air tanah	> KL (tanah basah)	TLT-KL (tanah normal)	½ TLT – KL (tanah agak kering)
Tingkat lereng	5%	3,5%	2,5%
Tekstur tanah	Agak kasar	Sedang	Agak halus
Struktur tanah	tiang	granular	Remah
Erosi tanah	Lembar	Alur	Tidak ada erosi
Konsistensi tanah	Tanah basah : sangat lekat	Tanah lembab : gembur	Tanah kering : keras
LCC (<i>legume cover crop</i>)	60%	75%	90%
Keragaan tanaman	daun kuning, kerdil, terdapat cekaman unsur N	daun hijau, tumbuh normal, tidak ada cekaman unsur N	daun hijau, tumbuh agak tidak normal, tidak ada cekaman unsur N
Populasi cacing tanah (jumlah ekor cacing/m ²)	2	4	7
pH (H ₂ O)	6	7	6,5
C-organik (%)	2	5,5	2,8
N-total (%)	0,40	0,80	0,70
C/N	5	6,9	4
P ₂ O ₅	P ₂ O ₅ Bray : 10	P ₂ O ₅ Olsen : 18	P ₂ O ₅ Bray : 16
CEC / KTK (kapasitas tukar kation)	10	42	35
K (me/100g tanah)	0,3	1,2	0,9
Kejenuhan basa (%)	60,0	70,0	85,0
Salinitas / DHL (daya hantar listrik)	2	3,5	4,5

Dari data pada tabel 2, di dapat alternatif-alternatif (A_i) yaitu :

1. $A_1 = \text{Tanah1}$

2. A2 = Tanah2
3. A3 = Tanah3

Selanjutnya memberikan nilai setiap alternatif A_i pada setiap kriteria C_j yang sudah ditentukan.

Tabel 4. Nilai Setiap Alternatif (A_i) Pada Setiap Kriteria (C_j)

Kriteria (C_j)	Alternatif (A_i)		
	A1	A2	A3
C1	1	5	3
C2	4	4	5
C3	3	5	3
C4	2	4	5
C5	4	3	5
C6	3	3	5
C7	2	4	4
C8	2	5	4
C9	2	3	5
C10	3	5	3
C11	2	5	3
C12	3	5	4
C13	2	2	1
C14	3	4	5
C15	2	5	4
C16	2	5	4
C17	3	4	5
C18	2	4	5

3. Membuat matriks keputusan X berdasarkan kriteria (C_j), kemudian melakukan normalisasi matriks yang disesuaikan dengan jenis atribut sehingga diperoleh matriks ternormalisasi R.

Matrik X =

Alternatif	Kriteria													
		1	4	32	4	32	2	2	3	23	2	32	2	3
	5	4	54	3	34	5	3	5	55	2	45	5	4	4
	3	5	35	5	54	4	5	3	34	1	54	4	5	5

Melakukan normalisasi matriks keputusan dengan cara menghitung nilai rating kinerja ternormalisasi (r_{ij}) dari alternatif A_i pada kriteria C_j .

$$r_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij}}{M} & \text{jika } j \text{ adalah atribut} \\ \frac{M}{x_{ij}} & \text{keuntungan} \end{cases}$$

Berdasarkan hasil perhitungan di atas diperoleh matriks normalisasi sebagai berikut:

Matriks ternormalisasi R =

Kriteria

$$\begin{bmatrix} 0,2 & 0,8 & 0,60,4 & 0,8 & 0,60,5 & 0,4 & 0,4 & 0,6 & 0,40,6 & 1 & 0,60,4 & 0,4 & 0,6 & 0,6 \\ 1 & 0,8 & 1 & 0,8 & 0,6 & 0,6 & 1 & 1 & 0,6 & 1 & 1 & 1 & 0,8 & 1 & 0,8 & 0,8 \\ 0,6 & 1 & 0,6 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0,8 & 1 & 0,6 & 0,60,8 & 1 & 0,5 & 1 & 0,8 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

4. Memberikan nilai bobot (W) pada masing-masing kriteria

$$W = \{5, 5, 5, 5, 5, 5, 10, 10, 10, 5, 4, 5, 4, 5, 5, 4, 4, 4\}$$

5. Hasil akhir diperoleh dari setiap proses perankingan yaitu penjumlahan dari perkalian matriks ternormalisasi R dengan vector bobot (W) yang telah ditentukan sebelumnya.

$$\begin{aligned} A1 &= (0,2*5) + (0,8*5) + (0,6*5) + (0,4*5) + (0,8*5) + (0,6*5) + (0,5*10) + \\ &(0,4*10) + (0,4*10) + (0,6*5) + (0,4*4) + (0,6*5) + (1*4) + (0,6*5) + (0,4*5) + \\ &(0,4*4) + (0,6*4) + (0,4*4) \\ &= 1 + 4 + 3 + 2 + 4 + 3 + 5 + 4 + 4 + 3 + 1,6 + 3 + 4 + 3 + 2 + 1,6 + 2,4 + 1,6 \\ &= 52,2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A2 &= (1*5) + (0,8*5) + (1*5) + (0,8*5) + (0,6*5) + (0,6*5) + (1*10) + (1*10) + \\ &(0,6*10) + (1*5) + (1*4) + (1*5) + (1*4) + (0,8*5) + (1*5) + (1*4) + (0,8*4) + \\ &(0,8*4) \\ &= 5 + 4 + 5 + 4 + 3 + 3 + 10 + 10 + 6 + 5 + 4 + 5 + 4 + 4 + 5 + 4 + 3,2 + 3,2 \\ &= 87,4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A3 &= (0,6*5) + (1*5) + (0,6*5) + (1*5) + (1*5) + (1*5) + (1*10) + (0,8*10) + \\ &(1*10) + (0,6*5) + (0,6*4) + (0,8*5) + (0,5*4) + (1*5) + (0,8*5) + (0,8*4) + \\ &(1*4) + (1*4) \\ &= 3 + 5 + 3 + 5 + 5 + 5 + 10 + 8 + 10 + 3 + 2,4 + 4 + 2 + 5 + 4 + 3,2 + 4 + 4 \\ &= 85,6 \end{aligned}$$

Tabel 5. Tabel Hasil Perhitungan Saw

No	Kode Tanah	Hasil
1	Tanah1	52,2
2	Tanah2	87,4
3	Tanah3	85,6

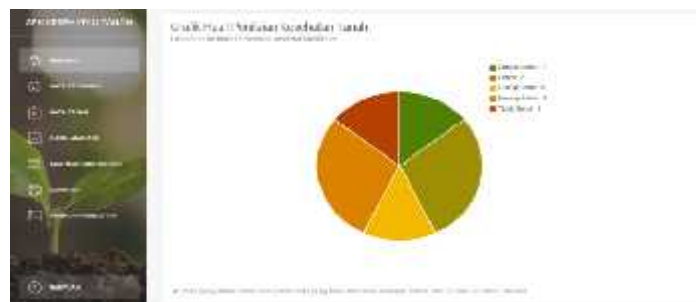
Kemudian apabila hasil perhitungan SAW tersebut diranking dan diurutkan skor hasilnya dari skor terbesar ke skor terkecil maka hasilnya seperti pada tabel VI berikut : Sehingga didapatkan data sebagai berikut :

Tabel 6. Hasil Perankingan

No	Kode Tanah	Hasil
1	Tanah2	87,4
2	Tanah3	85,6
3	Tanah1	52,2

b) Implementasi

Implementasi merupakan tahap penerjemahan desain sistem yang telah dibuat ke dalam bentuk perintah-perintah yang dimengerti oleh komputer dengan menggunakan bahasapemrograman melalui proses *coding*. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah PHP, untuk tampilan menggunakan HTML, CSS dan Javascript, sedangkan untuk basis datanya digunakan MySQL.



Gambar 1. Implementasi Grafik di Halaman Beranda

The image shows a screenshot of a data entry form titled "Form Data Pemeliharaan Kesehatan Tanah". At the top, there is a progress indicator with four steps: "Data Target", "Data Fisik Tanah", "Data Biologi Tanah", and "Data Kimia Tanah". The "Data Biologi Tanah" step is currently active. Below the progress bar, there are two text input fields with labels: "Merkulap hidrog tanah (pemerataan unsur (mg))" and "Merkulap hidrog tanah (pemerataan unsur (mg))". Below these fields, there is a section titled "Kecepatan aliran" with a list of radio button options: "Kecepatan aliran 1", "Kecepatan aliran 2", "Kecepatan aliran 3", "Kecepatan aliran 4", and "Kecepatan aliran 5". At the bottom right, there are two buttons: "Kembali" and "Simpan".

Gambar 2 : Data Biologi Tanah

Form Data Pencinan Kaschotan Tanah

1 Data Tanah 2 Data Fisika Tanah 3 Data Biologi Tanah 4 Data Kimia Tanah

pH (pH-SC)

C-Organik

N Total

C/N Ratio

K₂O

C/D (KTK (Kaschotan Tanah Kaku))

Si

Hajutuhan Basah

Salinitas DIL (Cayu /Kerak Liatin)

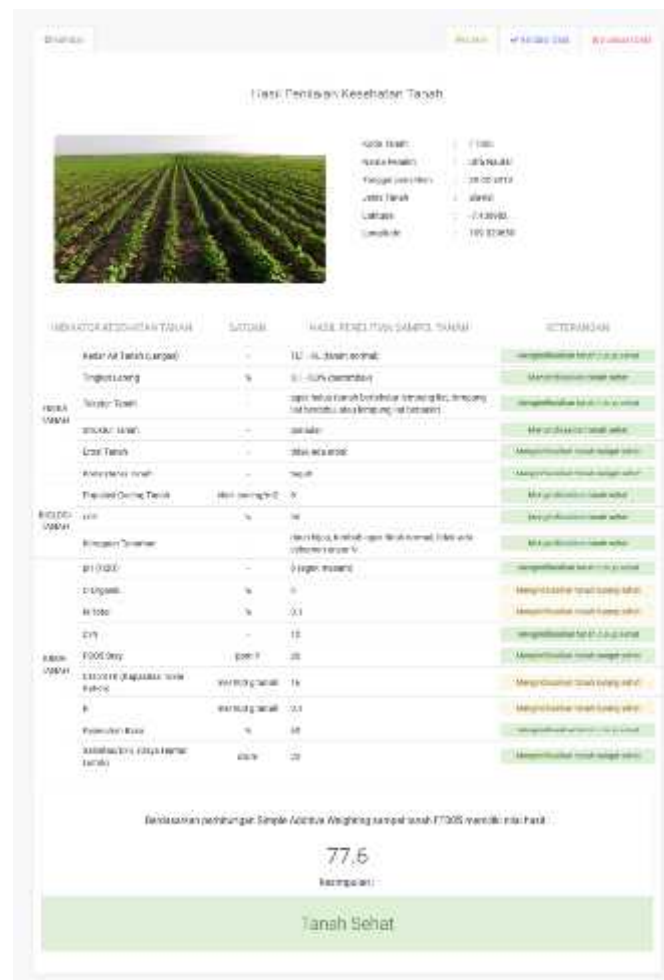
Kembali Simpan

Gambar 3. Data Kimia Tanah

Gambar 4. Data Fisik Tanah

No	No. Data	No. Fisik	No. Kimia	No. Mikrobiologi	Kondisi Tanah	Aksi
1	1001	1001/1	1001/2	1001/3	Sangat Baik	Aksi
2	1002	1002/1	1002/2	1002/3	Baik	Aksi
3	1003	1003/1	1003/2	1003/3	Cukup	Aksi
4	1004	1004/1	1004/2	1004/3	Kurang Baik	Aksi
5	1005	1005/1	1005/2	1005/3	Sangat Buruk	Aksi

Gambar 5. Hasil Analisis



Gambar 6. Hasil Analisis Tanah

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan bahwa telah berhasil dirancang dan dibangun Sistem Pendukung Keputusan Penilaian Kesehatan Tanah Menggunakan Metode *Simple Additive Weighting*. Dalam menentukan status kesehatan tanah di suatu daerah setelah dilakukan penilaian kesehatan tanah secara komprehensif melalui observasi di lapang dan pengujian indikator kesehatan tanah di laboratorium berdasarkan kriteria kesehatan tanah yang telah ditentukan.

5. REFERENSI

- [1] Balai Penelitian Tanah. 2012. *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk*. Balai Penelitian Tanah, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian. Bogor.
- [2] Chen, S., Hwang, C., Hwang, F.P. 1992. *Fuzzy Multiple Attribute Decision Making : Methods and Application*. Berlin Heidelberg : Springer-verlag.

- [3] Cunningham, W. P. dan Cunningham, M. A. 2015. *Environmental Science : A Global Concern, Thirteenth Edition*. New York : McGraw-Hill Education
- [4] Duckett, J. 2010a. *HTML & CSS: Design and Build Websites*. Indianapolis: John Wiley & Sons.
- [5] Duckett, J. 2010b. *Javascript & jQuery: Interactive Front-end Web Development*. Indianapolis: John Wiley & Sons.
- [6] FAO, 2015. *Tanah Sehat Merupakan Landasan Pangan Sehat*. <http://www.fao.org/3/b-i4405o.pdf> (diakses pada 07 Oktober 2017)
- [7] Fathansyah. 2012. *Basis Data*. Bandung : Informatika
- [8] Fathoni, A. 2006. *Metodologi Penelitian dan Teknik Penyusunan Skripsi*. Jakarta: PT Rineka Cipta
- [9] Idowu, J., van Es H., Schindelbeck, R.R., Abawi G., Wolfe D., Thies J., Gugino, B., Moebius B., Clune, D. 2006. *Soil Health Assessment and Management: The Concepts*.
- [10] Kadir, A. 2004. *Dasar Pemrograman Web Dinamis dengan JSP (Java Server Pages)*. Yogyakarta: Andi.
- [11] Ladjamudin, A. 2005. *Analisis dan Desain Sistem Informasi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [12] Moebius-Clune, B.N., D.J. Moebius-Clune, B.K. Gugino, O.J. Idowu, R.R. Schindelbeck, A.J. Ristow, H.M. van Es, J.E. Thies, H.A. Shayler, M.B. McBride, K.S.M Kurtz, D.W. Wolfe, dan G.S. Abawi. 2016. *Comprehensive Assessment of Soil Health – The Cornell Framework, Edition 3.2*, Geneva, NY : Cornell University.
- [13] Riwandi. 2010. *Identifikasi dan Interpretasi Indikator Kesehatan Tanah*. Seminar Nasional dan Kongres Masyarakat Konservasi Tanah dan Air Indonesia (MKTII). Jambi. 24-25 November 2010.
- [14] Riwandi. 2011. *Metode Cepat Penilaian Kesehatan Tanah Dengan Indikator Kinerja Tanah*. Prosiding Seminar Nasional dan Rapat Tahunan Dekan Bidang Ilmu-Ilmu Pertanian. Palembang. 23-25 Mei 2011.
- [15] Sarifuddin. 2004. *Mikrobia sebagai Indikator Kesehatan Tanah*. Makalah Pribadi Falsafah Sains. Institut Pertanian Bogor.
- [16] Sarwono, J. 2006. *Metode Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- [17] Sommerville, I. 2011. *Software Engineering 9th Edition*. Addison-Wesley
- [18] Supono, dan Putratama, V. 2016. *Pemrograman Web Dengan Menggunakan PHP dan Framework Codeigniter*. Yogyakarta : Deepublish.
- [19] Turban, E., Sharda, R., Delen, D. 2011. *Decision Support Systems and Business Intelligent Systems, 9th Edition*. New Jersey : Prentice Hall.

EFEK WAKTU MILLING TERHADAP MIKROSTRUKTUR KITOSAN NANOPOWDER

Oleh

**Kartika Sari^{1,2,*}, Edi Suharyadi², Roto³, Mashadi⁴, Evi Yulianti⁴
dan Kamsul Abraha^{1,*}**

¹Jurusan Fisika FMIPA UGM

²Jurusan Fisika FMIPA Unsoed

³Jurusan Kimia FMIPA UGM

⁴PSTBM BATAN Serpong – Indonesia

*Email : tikasari1571@gmail.com dan kamsul@ugm.ac.id

ABSTRAK

Pengaruh waktu milling terhadap kitosan nanopowder sudah dilakukan. Variasi waktu milling yang digunakan adalah 0, 120 dan 180 menit yang ditanda dengan CH0, CH120 dan CH180. Untuk kitosan mula-mula adalah CH0. Hasil FTIR menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan gugus fungsi yang dihasilkan dari perbedaan waktu milling yang telah dilakukan. Ukuran rata-rata kristalin dari kitosan nanopowder adalah 20 nm. Ukuran kristal akan berkurang selama waktu milling berlangsung tetapi tidak signifikan meningkatkan indeks polidispersitasnya. Sehingga dapat disimpulkan bahwa waktu milling dapat diaplikasikan untuk membuat kitosan nanopowder yang bertujuan untuk mengurangi ukuran partikel tetapi tidak mengubah struktur sehingga dapat digunakan untuk aplikasi pembuatan elektrolit padat baterai sekunder.

Keywords: *waktu milling, mikrostruktur, kitosan nanopowder*

ABSTRACT

The effect of milling time on microstructures of nanopowder chitosan was investigate is the main objective of this work. Variations of milling times were used 0,120 and 180 minutes as indicated by CH0, CH120 and CH180. For as-prepared chitosan is CH0. FTIR results showed there are no obvious different in the function groups of between and after ball milling treatment. The average crystallite size results of nanopowder chitosan are 20 nm. The milling process decrease crystallite size, but significantly to increase the Polydispersity Index. The crystalline structure of nano-sized chitosan was destroyed by the ball mill treatment. Both FTIR and XRD analysis indicate that the crystalline of nanopowder chitosan samples changed with the ball milling time. The crystalline structure of chitosan was destroyed by the milling, but did not change the chemical structure. It was concluded that the ball milling treatment can be applied to prepare nanopowder chitosan and to reduce the particle size. It also confirms that the ball mill treatment did not automatically alter the structural properties of nanopowder chitosan.

Keywords: *milling time, microstructure, nanopowder chitosan.*

PENDAHULUAN

Kitosan $[C_6H_{11}NO_4]_n$ adalah biopolimer organik, yang memiliki sifat-sifat non-toksik, biokompatibel, biodegradable, dan hidrofilik. Kitosan berasal dari cangkang hewan seperti kepiting, udang dan lobster. Kitosan terdiri dari amina dan hidroksil [1,2]. Sintesis nanopartikel kitosan menarik perhatian disebabkan partikel berukuran nano dan luas permukaan kecil sehingga mudah untuk dimodifikasi dengan bahan kimia lainnya. [3].

Salah satu jenis mekanik yang banyak digunakan untuk menghasilkan kitosan dalam ukuran nano adalah dengan menggunakan ball mill. Ball mill sudah terbukti efisien untuk mengubah ukuran partikel dan derajat kristalinitas beberapa bahan [4]. Ball mill disebut juga dengan high-energy milling (HEM). Ball mill dengan variasi waktu milling dapat menghasilkan partikel berukuran nano seperti pati, selulosa, dan chitosan [5,6]. Ukuran partikel kitosan berukuran nano banyak digunakan untuk penelitian lebih lanjut.

Waktu milling yang digunakan dalam ball mill bertujuan mengurangi kristalinitas dan meningkatkan daya serap kitosan yang dihasilkan sehingga dapat menyebabkan perubahan fasa dari polikristalin menjadi amorf [9]. Lama waktu milling akan mempengaruhi viskositas dan daya serap kitosan [10].

Hasil penelitian yang telah dilakukan menyatakan bahwa sintesis kitosan nanopowder dapat dilakukan dengan menggunakan ball mill dengan variasi waktu milling. Ini dilakukan untuk mendapatkan partikel yang lebih kecil, mengurangi ukuran butir dan modifikasi kitosan dengan bahan kimia lainnya. Sintesis kitosan berukuran nano dengan variasi waktu milling dilakukan karena prosesnya sederhana, biaya rendah, dan luas permukaan tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk sintesis kitosan berukuran nano dengan variasi waktu milling dan pengaruhnya terhadap mikrostruktur kitosan nanopowder.

METODE PENELITIAN

1. Persiapan pembuatan kitosan berukuran nano

Kitosan yang disiapkan (CH0) dibeli dari Biotech Surindo (Cirebon, Indonesia) dengan tingkat deasetilasi (DD) sekitar 85%. Hasil milling kitosan ditunjukkan oleh CH60, CH120 dan CH180 untuk waktu milling 60, 120 dan 180 menit. Alat yang digunakan adalah HEM 8000M SPEX Certiprep Mixer / Mill. Diameter bola kecil 0,5 mm. Waktu milling adalah 60, 120 dan 180 menit. Proses yang terjadi pada ball mill adalah ball mill diputar pada kecepatan konstan sebesar 1500 rpm untuk setiap percobaan. Ball mill diubah arah rotasinya setiap 1 jam dan 30 menit terus menerus.

Setelah milling, sampel yang dikeringkan selama 10 menit dan kemudian dilakukan pengujian. Sampel kitosan berukuran nano dengan variasi waktu milling siap digunakan untuk analisis berikutnya.

2. Analisis spektrum FTIR

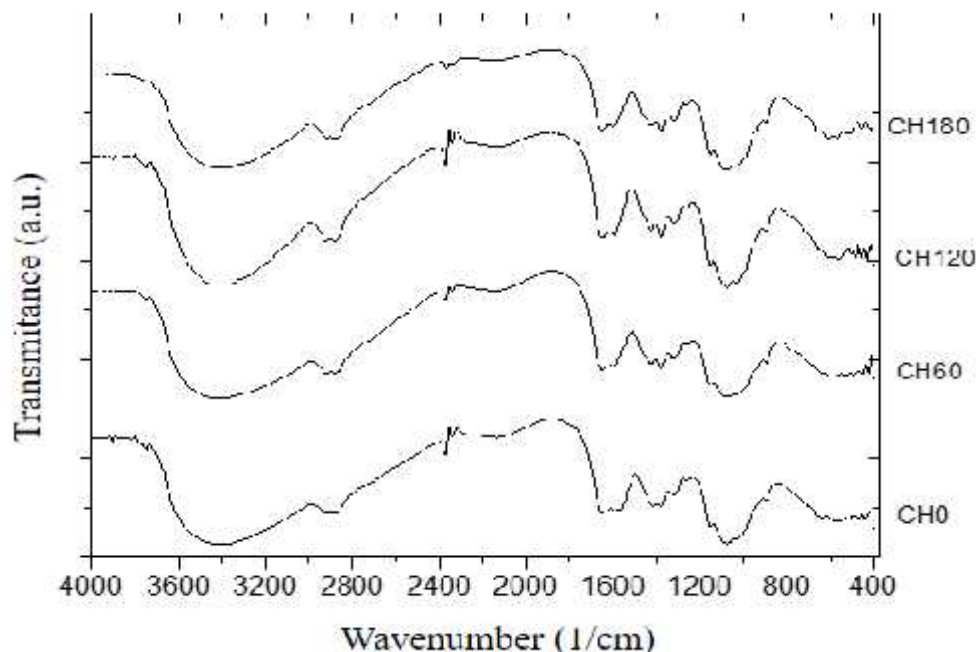
Fourier Transformasi Infrared (FTIR) menggunakan spektrofotometer FTIR Shimadzu 8201 PC dengan resolusi 1 cm^{-1} dalam mode transmisi dengan rentang bilangan gelombang dari 400 hingga 4000 cm^{-1} .

3. Analisis pola XRD

Pengujian XRD dilakukan menggunakan X-ray Diffraction (XRD) type Rigaku D/ max 2500 V difraktometer (Rigaku, Jepang) dengan radiasi Cu-K ($\lambda = 1,54060 \text{ \AA}$), 40 kV, 30 mA, celah divergensi / hamburan celah, 0,3 mm. Intensitas relatif direkam dalam kisaran sudut hamburan (2θ) dalam kisaran 10 - 80 dengan kecepatan pemindaian 0,0020/ menit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil spektra FTIR CH0, CH60, CH120 dan CH180 dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Spektra FTIR untuk CH0, CH60, CH120 dan CH180

Untuk lebih detail spektrum FTIR untuk CH0, CH60, CH120 dan CH180 seperti pada Gambar. 1. Puncak absorpsi terjadi pada 3371 cm^{-1} , 3417 cm^{-1} , $3750\text{-}3426 \text{ cm}^{-1}$ dan 3379 cm^{-1} merupakan -OH

vibrasi stretching. Puncak absorpsi teramati pada bilangan gelombang 2877 - 2924 cm^{-1} dan 2877 cm^{-1} karena gugus fungsi metilen dan metil vibrasi stretching. Pada bilangan gelombang 1381 cm^{-1} merupakan C-H asymmetric. Luas daerah absorpsi menunjukkan ikatan hidrogen intramolekul dalam struktur kuat. Ini berhubungan antara fase lebih amorf dengan struktur yang tidak teratur dihasilkan setelah ball milling dilakukan. Peak absorpsi pada bilangan gelombang 1651 cm^{-1} dan 1072 cm^{-1} berhubungan dengan vibrasi stretching C = O dan pembengkokan C-O. Peak absorpsi bilangan gelombang 1420 cm^{-1} dan 1381 cm^{-1} menunjukkan vibrasi stretching C-N karena adanya gugus asetil. Bilangan gelombang 1072 cm^{-1} menunjukkan getaran peregangan CN (H_2) karena terbentuknya gugus amina dan 1034 cm^{-1} menunjukkan vibrasi puncak simetris gugus fungsi C-O-C.

Pola XRD dari CH0, CH60, CH120 dan CH180 ditunjukkan pada Gambar. 2. Fase XRD dari CH0, CH60, CH120 dan CH360 yang diidentifikasi dengan JCPDS Card No. 39-1894. Puncak CH0 berada di sekitar 20.6° dan 10.9° karena merupakan bidang 001, 100 dan 101. Luas puncak pada 10.9° menyatakan fase amorf kitosan dan puncak tajam di 20.6° menyatakan fase kristal yang terbentuk karena ikatan hidrogen inter dan intramolekul. Pola XRD dari kitosan berbeda intensitas puncak dan sudut difraksinya karena perubahan struktur ikatan hidrogen. Ukuran kristal dan tingkat kristalin adalah $(20,75 \pm 9,21)$ nm dan 49%. Indeks polidispersitas adalah 44,39%. Puncak CH60 sekitar 20.6° dan 10.5° . Ukuran kristal dan tingkat kristal adalah (20.09 ± 7.63) nm dan 36%. Indeks polidispersitas adalah 36%. Pola XRD dari puncak CH120 sekitar 20.04° . Ukuran kristal dan tingkat kristalin adalah $(20,21 \pm 8,47)$ nm dan 49%. Indeks polidispersitas adalah 42%. Puncak CH180 adalah sekitar 20.17° . Ukuran kristal dan tingkat kristalin adalah (20.22 ± 9.51) nm dan 47%. Indeks polidispersitas adalah 47%.

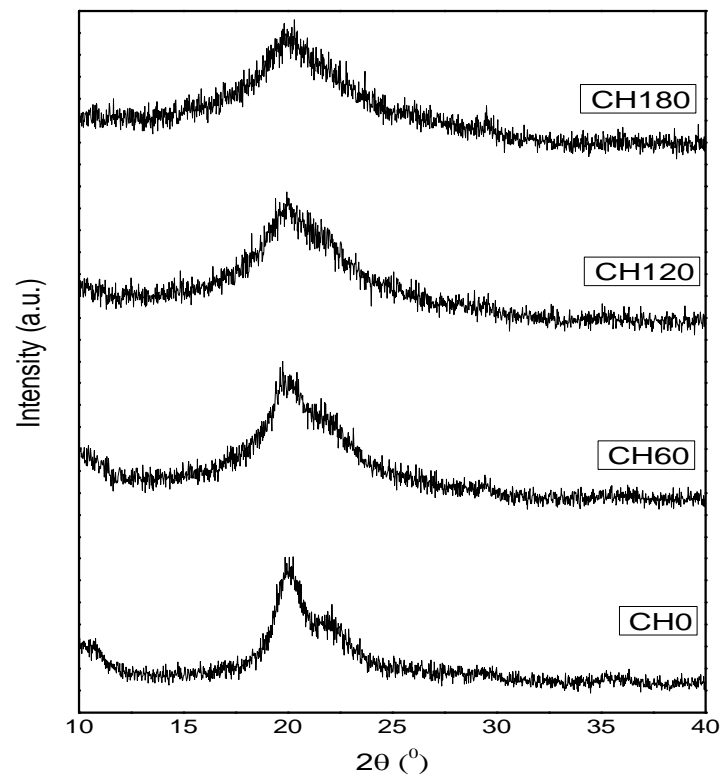


Fig. 2. XRD patterns of CH0, CH60, CH120 and CH180

KESIMPULAN

Metode ball milling adalah metode yang efektif untuk mensintesis kitosan nanopowder dan dapat diterapkan untuk mengurangi ukuran kristal. Struktur kristal kitosan nanopowder berubah dan homogenitas partikel meningkat. Ukuran partikel mengecil sehingga dapat mempengaruhi aplikasi pada elektrolit padat baterai sekunder dan layak untuk diteliti lebih lanjut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Universitas Gadjah Mada untuk Program Doktor tahun 2015. Penelitian ini didanai dari riset Penelitian Disertasi Doktor dengan nomor kontrak 059/SP2H/LT/DRPM/2018 dari Kementerian Ristek dan Dikti RI melalui Universitas Jenderal Soedirman.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] O. G. Abdullah, R. R. Hanna, and Y. A. K. Salman, "Structural, optical, and electrical characterization of chitosan: methylcellulose polymer blends based film," *J. Mater. Sci. Mater. Electron.*, vol. 28, no. 14, pp. 10283–10294, 2017.
- [2] A. Badawi, E. M. Ahmed, N. Y. Mostafa, F. Abdel-Wahab, and S. E. Alomairy, "Enhancement of the optical and mechanical properties of chitosan using Fe₂O₃ nanoparticles," *J. Mater. Sci. Mater. Electron.*, vol. 28, no. 15, pp. 10877–10884, 2017.
- [3] M. Barchuk *et al.*, "Structure and surface properties of chitosan/PEO/gelatin nanofibrous membrane," *J. Polym. Res.*, vol. 23, no. 2, pp. 1–7, 2016.
- [4] W. Zhang, J. Zhang, and W. Xia, "Effect of ball-milling treatment on physicochemical and structural properties of chitosan," *Int. J. Food Prop.*, vol. 17, no. 1, pp. 26–37, 2014.
- [5] Rochima, E., Azhary, S.Y., Prata, R.I., Panatarani, C., and Joni, I.M. Preparation and characterization of nano chitosan from crab shell waste by beads milling method. International conference on Food Science and Engineering. (2016) 193. <http://doi.org/10.1088/1757-899X/193/1/012043>.
- [6] Liu, T.Y., Ma, Y., Yu, S.F., Shi, J., and Xue, S. The effect of ball milling treatment on structure and porosity of maize starch granule. Innovative Food Science and Emerging Technologies, (2011) 586-593. <http://doi.org/10.1016/j.ifset.2011.06.009>.
- [7] Zhan, W., Zhang, J., and Xia, W. Effect of ball milling treatment on physicochemical and structural properties of chitosan. *International Journal of Food Properties*, (2014) 26-37. <http://doi.org/10.1080/10942912.2011.608175>.
- [8] Ker, W.L., Ward, SDW., McWatters, KH., and Resurreccion, AVA. Effect of milling and particle size on functionality and physicochemical properties of cowpea flour. American Association of Cereal Chemists Inc. Publication no. C-2000-0212-02R. (2000).
- [9] Lin, H., Qin, L., Hong, H., and Li, Q. Preparation of starch nanoparticles via high energy ball milling. (2016) 174-179. *Journal of Nano Research*. <http://doi.org/10.4028/www.scientific.net/JNanor.40.174>.
- [10] Mukhtar, NZF., Borhan, MZ., Rusop.M., and Abdullah, S. Effect of milling time on particle size and surface morphology of commercial zeolite by planetary ball mill. *Advanced Materials Research*, (2013) 711-715. <http://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.795.711>.
- [11] Leonel, EC., Nassar, EJ., Ciuffi, DJ., and Calefi, PS. Effect of high energy ball milling in the structural and textural properties of kaolinite. (2014) 267-272. *Ceramica* 60.
- [12] Laka, M., and Chernyavskaya, S., Preparation of chitosan powder and investigation of its properties. (2006) 78-84. *Proc. Estonian Acad. Sci. Chem.* Latvian State Institute of Wood Chemistry.
- [13] Bakshi, PS., Selvakumar, D., Kadirvelu, K., and Kumar, NS. Comparative study on antimicrobial activity and biocompatibility of N-selective chitosan derivatives. (2016) 149-155. *Reactive and Functional Polymers*. <http://doi.org/10.1016/j.reactfunctpolym.2018.01.016>.
- [14] Nadzirah, AS., Rusop, M., and Latif, IA. Effect of nano powder of polygonum minus by ball milling. (2015) 332-339. *Nanoscience, Nanotechnology and Nanoengineering: Fundamentals and Applications*. [Http://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.1109](http://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.1109).

**REMOVAL LIMBAH CAIR INDUSTRI BATIK DENGAN
METODE FITOREMEDIASI PADA SSF-WETLAND
MENGUNAKAN TANAMAN OBOR (*Typha Latifolia*) dan
TANAMAN TASBIH (*Canna Indica.L*)**

Ernastin Maria dan Cuti Winarti

Fakultas Teknik Industri, Institut Teknologi Yogyakarta
ernastinmaria@ity.ac.id

ABSTRAK

Industri batik merupakan industri yang berkembang pesat pada era globalisasi ini. Industri batik merupakan salah satu penghasil limbah cair yang berasal dari proses pewarnaan. Kandungan zat-zat warna yang digunakan konsentrasinya tinggi, selain itu limbah industri batik juga mengandung bahan-bahan sitetik yang sukar larut atau sukar didegradasi. Limbah yang dihasilkan dari industri batik adalah limbah cair yang mengandung kadar BOD, COD, TSS, zat warna, lemak dan minyak. Umumnya para pengrajin industri batik Desa Wijirejo membuang limbah produksi batik secara langsung ke saluran air (selokan) menuju aliran sungai Bedog tanpa pengolahan terlebih dahulu yang dapat menyebabkan penurunan kualitas air dan mempengaruhi ekosistem perairan sungai Bedog karena sifat logam berat yang sulit didegradasi sehingga mudah terakumulasi dalam lingkungan perairan. Penelitian ini bertujuan untuk menguji potensi tanaman air *Typha latifolia* dan *Canna Indica L.* dalam menurunkan kadar pencemar air limbah industri batik (BOD dan Crom) pada SSF-Wetland dengan media pasir dan kerikil selama 8 hari. Air limbah yang digunakan adalah efluen dari salah satu industri batik di Desa Wijirejo, Pandak, Bantul, dengan konsentrasi awal BOD sebesar 2875,52 mg/L dan Crom sebesar 3,776 mg/L. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi BOD dan Crom dalam air limbah pada SSF-wetland menurun seiring bertambahnya waktu tinggal hidraulik (*hydraulic retention time*). Selama delapan hari penelitian penurunan konsentrasi BOD dan Crom pada SSF-wetland dengan tanaman *Typha Latifolia*. masing-masing menjadi 214,56 mg/L dan 2,96 mg/L. Sedangkan yang menggunakan tanaman *Canna Indica L.* masing-masing menjadi 201,11 mg/L dan 2,94 mg/L.

Kata Kunci: SSF-Wetland, limbah cair batik, fotoremediasi, *canna indica.l.* *typha latifolia*

ABSTRACT

Batik industries is a fast growing industry in this globalization era. The batik industres is one of the producers of liquid waste that comes from the coloring process. The content of dyes used is high concentration, besides the batik indstry waste also contains synthetic ingredients that are difficult to dissolve or difficult to degrade. Waste generated from the batik industry is liquid waste which contains levels of BOD, COD, TSS, pigment, fats and oils. Generally batik industries craftsmen in Wijirejo village dispose of batik production waste directly into the water channel (ditch) to the Bedog river flow without processing in advance which can cause a decrease in water quality and affect the aquatic ecosystem Bedog river because of the

*nature of heavy metals that are difficult to degrade so that they are easily accumulated in the aquatic environment. The cause is easily accumulated in the aquatic environment. This study aims to examine the potential of water plants *Typha latifolia* and *Canna Indica L.* in reducing levels of pollutants of batik industrial wastewater (BOD and Crom) in SSF-Wetland with sand and gravel media for 8 days. The waste water used was effluent from one of the batik industries in Wijirejo Village, Pandak, Bantul, with an initial BOD concentration of 2875.52 mg / L and Crom of 3.776 mg / L. The research has show that BOD and Crom concentrations in wastewater in SSF-wetland decreased with increasing hydraulic retention time. During the eight days of the study decreased the concentration of BOD and Crom in SSF-wetland with *Typha Latifolia* plant. each became 214.56 mg / L and 2.96 mg / L. Whereas those using *Canna Indica L.* plants were respectively 201.11 mg / L and 2.94 mg / L.*

Keywords: *SSF-Wetland, Batik Waste, Photoremediation, Canna Indica.L. Typha Latifolia*

PENDAHULUAN

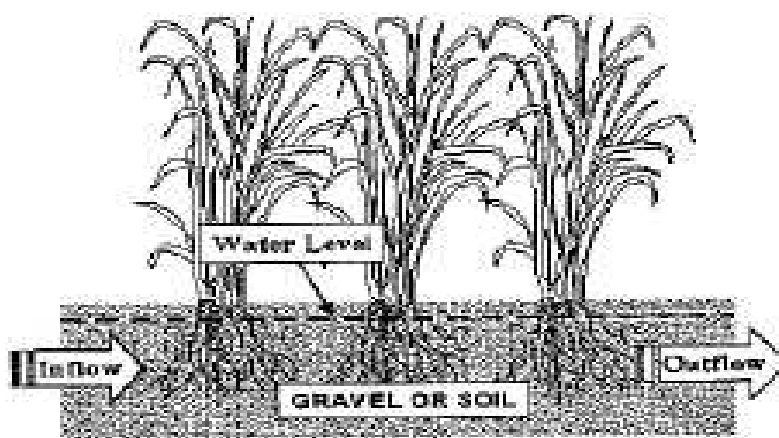
Perkembangan industri yang semakin pesat dewasa ini ditunjang dengan kemajuan teknologi yang bertujuan meningkatkan taraf hidup masyarakat. Hal tersebut tidak pernah lepas dari resiko negatif yang berakibat terjadinya perubahan lingkungan karena pencemaran yang ditimbulkan. Industri batik merupakan salah satu industri yang cukup potensial untuk dikembangkan, namun perkembangan industri ini kurang didukung dengan kesadaran akan efek dari kegiatan industri tersebut yakni limbah yang dihasilkan.

Industri batik merupakan salah satu penghasil limbah cair yang berasal dari proses pewarnaan. Kandungan zat-zat warna yang digunakan konsentrasinya tinggi, selain itu limbah industri batik juga mengandung bahan-bahan sitetik yang sukar larut atau sukar didegradasi. Limbah yang dihasilkan dari industri batik adalah limbah cair yang mengandung kadar BOD, COD, TSS, zat warna, lemak dan minyak. Karena polutan yang terkandung dalam limbah cair industri batik umumnya mengandung padatan tersuspensi, zat organik dan logam berat, jika dibuang secara langsung ke lingkungan tanpa pengolahan terlebih dahulu maka akan berpotensi menimbulkan pencemaran pada sungai, dapat menurunkan kualitas air dan mempengaruhi ekosistem setempat.

Salah satu industri batik penghasil limbah cair yang terdapat di Yogyakarta adalah industri batik Desa Wijirejo, Kecamatan Pandak, Kabupaten Bantul, merupakan sentra industri batik yakni batik cap, batik tulis maupun kombinasi. Umumnya para pengrajin industri batik Desa Wijirejo membuang limbah produksi batik secara langsung ke saluran air

(selokan) menuju aliran sungai Bedog tanpa pengolahan terlebih dahulu. Hal ini mempengaruhi kualitas air sungai Bedog karena pembuangan limbah cair batik dilakukan secara terus menerus setiap hari, hal ini berakibat menurunkan kualitas air dan mempengaruhi ekosistem persiran sungai Bedog karena sifat logam berat yang sulit didegradasi menyebabkan mudah terakumulasi dalam lingkungan perairan sehingga dapat membahayakan biota yang terdapat dalam perairan dan membahayakan kesehatan manusia bila mengkonsumsi air maupun biota tersebut. Oleh karena itu diperlukan suatu metode untuk dapat menanggulangi permasalahan yang ditimbulkan dari limbah cair industri batik.

Berdasarkan karakteristik limbah yang dihasilkan, maka metode pengolahan limbah yang dapat dilakukan salah satunya adalah Sistem Lahan Basah Aliran Bawah Permukaan (Sub Surface Flow-Wetlands) merupakan salah satu sistem pengolahan air limbah yang prinsip kerjanya memanfaatkan simbiosis antara tumbuhan air dengan mikroorganisme dalam media disekitar sistem perakaran tanaman (Supradata, 2005). Proses yang terjadi pada sistem ini adalah filtrasi, absorpsi oleh mikroorganisme dan absorpsi oleh akar-akar tanaman terhadap tanah dan bahan organik (Novotni dalam Subiyantoro, 2015) Wetland merupakan suatu lahan yang jenuh air dengan kedalaman air tipikal yang kurang dari 0,6 m yang mendukung pertumbuhan tanaman air emergent seperti Cattail, Bulrush, Umbrella plant, dan lain-lain, memiliki efisiensi penghilangan suspensi padat pada kolom air yang cukup besar yakni berbagai macam kontaminan, seperti nutrisi, logam berat, atau ikatan fisika atau kimia. Murahnya biaya konstruksi maupun biaya operasional dapat mendukung keberhasilan pengolahan air limbah secara berkelanjutan (Maria, 2015).

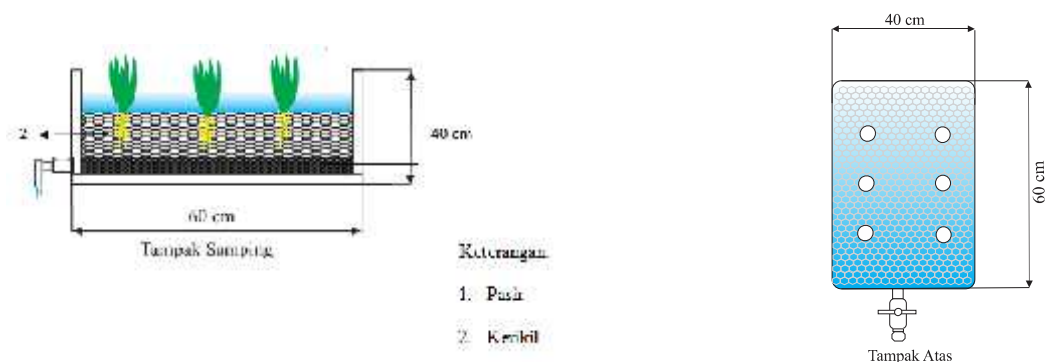


Gambar 1. Wetland artifisial sistem SSF

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui kemampuan tanaman obor (*Typha Latifolia*) dan tanaman Tasbih (*Canna Indica.L*) dalam menurunkan kandungan BOD dan logam berat Chrom (Cr) pada SSF-Wetland limbah cair industri batik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan variabel bebas terdiri dari 2 jenis tanaman yaitu *Typha latifolia* (Tanaman Obor) dan *Canna Indica L.* (Tanaman Tasbih) dengan lama tinggal 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 dan 8 hari. Sedangkan variabel terikat adalah kadar BOD dan Cr pada hari ke-0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 dan 8. Bahan dan peralatan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: Bak plastik dengan ukuran 60 cm x 40 cm, media (kerikil diameter 5-30 mm, pasir), tanaman (*Typha latifolia* dan *Canna Indica L.*), efluen air limbah industri batik dan bahan/aksesoris lainnya (Gambar 2).



Gambar 2. Rancangan alat penelitian SSF- wetland

Penelitian ini terdiri dari 2 bak (unit *wetland* artifisial SSF) yakni bak A (tanaman *Typha*) menggunakan media pasir setebal 8 cm dan kerikil setebal 22 cm dan bak B (*Canna*) menggunakan media pasir dengan ketebalan 8 cm dan kerikil setebal 22 cm merupakan bak. Tanaman yang digunakan telah didiamkan selama 7 hari untuk penyesuaian kondisi pada tempat penelitian (suhu, sinar matahari). Air limbah untuk sistem SSF-*wetland* artifisial pada penelitian ini diambil dari salah satu home industri batik melalui outlet dengan cara ditampung terlebih dahulu dengan ember, untuk kemudian dituang dengan cara genangan (*batch*) dengan volume 20 liter untuk setiap bak. Setelah semua bak siap dan sesuai dengan sistem yang direncanakan, dilakukan aklimatisasi. Untuk masa aklimatisasi, tanaman ditanam pada unit SSF-*wetland* dengan kerapatan $\pm 200 \text{ gr/cm}^2$, lalu diaklimatisasi selama 15 hari dengan rincian yaitu pada tahap awal semua bak digenangi dengan konsentrasi 100% air

bersih selama 3 hari kemudian dikosongkan dan diganti dengan campuran 25% air limbah (\pm 5 L) dan 75% air bersih (\pm 15 L) selama 3 hari kemudian dikosongkan kembali dan diganti dengan 50% air limbah (\pm 10 L) dan 50% air bersih (\pm 10 L) selama 3 hari kemudian dikosongkan lagi dan diganti dengan 25% air bersih (\pm 5 L) dan 75% air limbah (\pm 15L) selama 3 hari selanjutnya dikosongkan lagi untuk kemudian digenangi kembali dengan konsentrasi 100% air limbah (\pm 20L).

Tahap awal penelitian dilakukan dengan mengambil sampel limbah cair industri batik pada kondisi konsentrasi 100% air limbah dan diuji laboratorium untuk mengetahui kadar polutan sebagai kondisi awal (hari ke-0). Penelitian selanjutnya dilakukan dengan mengambil sampel dimasing-masing bak *wetland* artifisial A dan B pada hari ke 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 dan 8 untuk kemudian di bawa ke laboratorium untuk di uji kadar polutannya (BOD dan Crom) Observasi juga dilakukan untuk mengetahui pertumbuhan dan kondisi dari vegetasi.

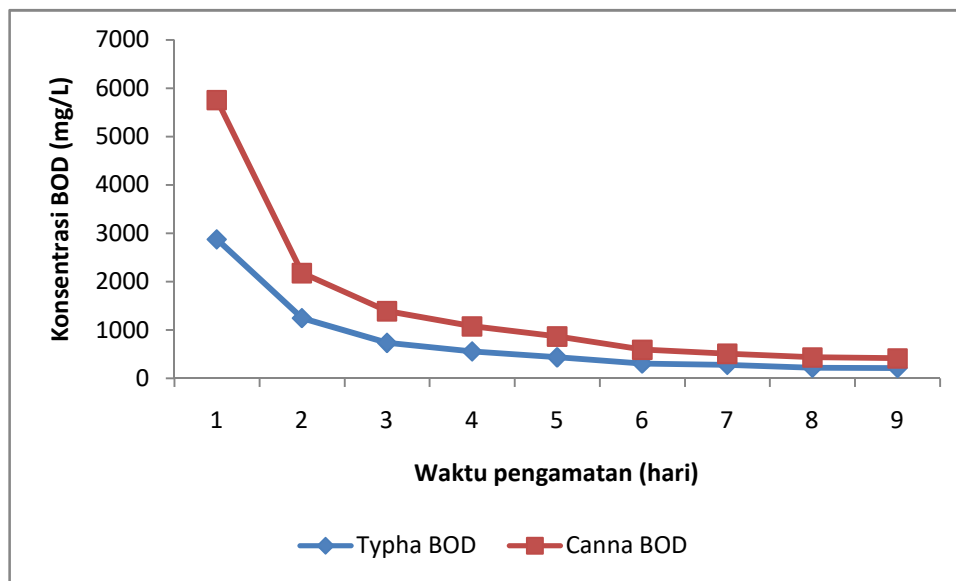
HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kondisi Fisik Tanaman

Secara signifikan limbah tidak mempengaruhi kenampakan morfologi pertumbuhan tanaman. Mulai hari ke-0 tanaman dapat tumbuh dengan baik hal ini ditunjukkan dengan daun tanaman yang tampak berwarna hijau, segar dan tidak layu. Anakan tanaman *Typha* yang tumbuh saat proses aklimatisasi terus bertumbuh hingga hari ke-8 penelitian anakan tanaman hampir sama dengan induknya. Pada tanaman *Canna* pertumbuhannya juga sangat baik, anakan tanaman yang tampak terlihat pada hari ke-2 terus bertumbuh dan bertambah besar sampai hari terakhir penelitian. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa baik tanaman *Typha* maupun tanaman *Canna* dapat beradaptasi dengan baik pada air limbah tersebut.

3.2. Fluktuasi BOD pada SSF-*wetland* dengan tanaman *Typha Latifolia* dan tanaman *Canna Indica L.*

Konsentrasi parameter BOD pada unit *wetland* artifisial sistem SSF dengan menggunakan tanaman *Typha* dan tanaman *Canna* dapat disajikan dalam bentuk grafik (Gambar 3) sebagai berikut:

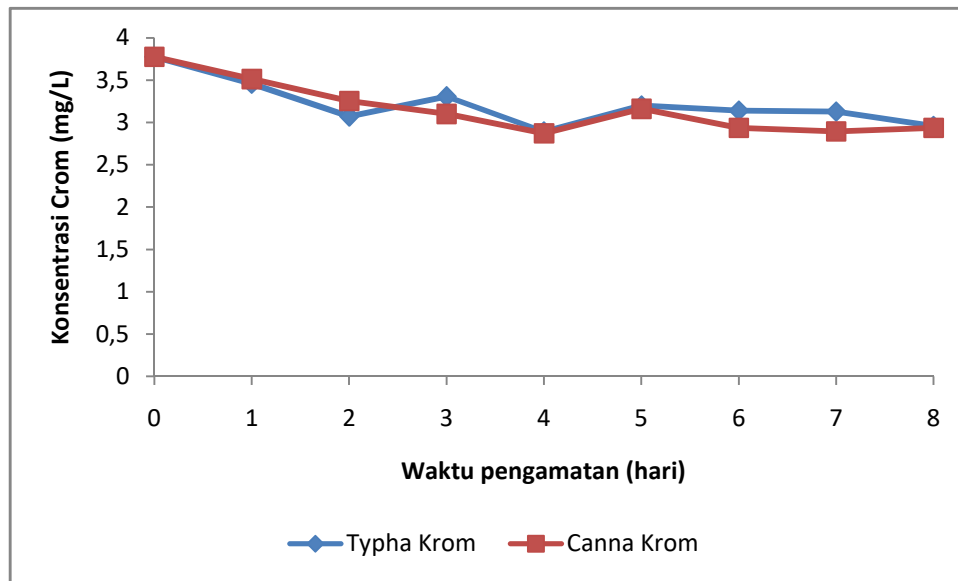


Gambar 3. Fluktuasi BOD tanaman *Typha latifolia* dan *Canna Indica L.*

Berdasarkan grafik pada gambar 3 terlihat konsentrasi BOD pada SSF-wetland dengan tanaman Typha maupun Canna mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya waktu tinggal, dari konsentrasi awal BOD 2875,52mg/L pada akhir penelitian turun menjadi 214,56 mg/L untuk tanaman Typha (efisiensi penurunan 92,5%), dan menjadi 201,11 mg/L untuk tanaman Canna (efisiensi penurunan 93%). Hal ini dikarenakan tanaman sudah dapat beradaptasi dengan baik dan aktifitas bakteri sudah memasuki masa *exponensial growth phase*, sehingga populasi bakteri yang bertambah mempercepat proses dekomposisi nutrisi yang nantinya diserap oleh tanaman. Sampai akhir penelitian pH cenderung stabil yakni berkisar antara 6 – 7 serta pertumbuhan kondisi ke dua tanaman cukup baik. Hal ini menunjukkan bahwa kadar keasaman air limbah pada ke dua bak reaktor hampir sama dan masih termasuk dalam rentang pH yang dapat ditolerir oleh mikroorganisme.

3.3 Fluktuasi Krom (Cr) pada SSF-wetland dengan tanaman *Typha latifolia* dan *Canna Indica.L*

Konsentrasi parameter Krom pada unit wetland artifisial sistem SSF dengan menggunakan tanaman Typha dan tanaman Canna dapat disajikan dalam bentuk grafik (Gambar 4) sebagai berikut:



Gambar 4. Fluktuasi Krom tanaman *Typha latifolia* dan *Canna Indica* L.

Berdasarkan gambar 4 di atas dapat dilihat Secara keseluruhan, penurunan konsentrasi Krom oleh unit wetland artifisial SSF dengan tanaman *Typha* dan *Canna* menggunakan media kerikil selama delapan hari penelitian terbilang cukup baik, sekalipun terlihat hasil penelitian untuk penurunannya belum signifikan namun fluktuasi konsentrasi Krom pada unit wetland artifisial untuk ke-2 tanaman cenderung lebih stabil mengalami penurunan seiring bertambahnya waktu tinggal, hal ini di akibatkan karena sifat dari logam berat yang sukar larut dalam air (sulit terdegradasi). Ketersediaan nutrisi yang cukup berlimpah sehingga tanaman dan mikroorganisme dapat berkembang dengan baik pada media menjadi faktor penunjang pengurangan konsentrasi limbah cair industri batik ini. Kedua tanaman pada sistem wetland dengan media kerikil menunjukkan efisiensi penurunan yang hampir sama. Tanaman *Typha* dapat menurunkan konsentrasi Crom dengan penurunan konsentrasi pada hari terakhir penelitian menjadi 2,96 mg/L (efisiensi penurunan 21,6%) begitu pula tanaman *Canna* dapat menurunkan konsentrasi krom pada akhir penelitian menjadi 2,93 mg/L (efisiensi penurunan 22,4%).

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode Fitoremediasi pada SSF-Wetland merupakan metode alternatif yang cocok dalam meremoval limbah cair industri batik karena sistem ini dapat menurunkan konsentrasi (mendegradasi) polutan dalam air limbah dengan sangat baik seiring bertambahnya waktu tinggal hidraulik (*hydraulic retention time*). Unit *wetland* artifisial SSF dengan tanaman *Typha latifolia* mengalami penurunan konsentrasi BOD menjadi 214,56 mg/L (efisiensi penurunan 92,5%) dan Krom menjadi 2,96 mg/L (efisiensi penurunan 21,6%), tanaman *Canna Indica L.* mengalami penurunan konsentrasi BOD menjadi 201,11mg/L (efisiensi penurunan 93%), dan Krom menjadi 2,93 mg/L (efisiensi penurunan 22,4%), sehingga ke dua tanaman tersebut efektif digunakan untuk meremoval limbah cair industri batik dengan menggunakan sistem SSF-Wetland.

DAFTAR PUSTAKA

- Maria, E., 2015, Penyisihan Limbah Fosfat, BOD dan COD dari Deterjen Air Buangan Cucian dengan Fitoremediasi pada *Wetland* Artifisial, *Tesis*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Subiyantoro. E, 2015, Penurunan Nutrient dan BOD-COD dari Efluen IPAL Komunal Dengan Fitoremediasi Pada *Wetland* Artifisial , *Tesis* UGM, Yogyakarta.
- Supradata, 2005, Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Tanaman Hias *Cyperus Alternifolius L.* dalam Sistem Lahan Basah Buatan Aliran Bawah Permukaan (SSF *Wetlands*), *Tesis*, UNDIP, Semarang.

EFEK PENAMBAHAN KITOSAN/PVA/LiOH TERHADAP STRUKTUR OPTIK MEMBRAN ELEKTROLIT PADAT BATERAI SEKUNDER

Oleh

Sunardi, Aris Haryadi dan Wihantoro
FMIPA Fisika Universitas Jenderal Soedirman
Email :Sunardi.unsoed@gmail.com

ABSTRAK

Pembuatan dan karakterisasi membran elektrolit padat kitosan/PVA/LiOH telah berhasil dilakukan. Membran elektrolit padat dibuat menggunakan metode casting. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh penambahan kitosan/PVA/LiOH terhadap struktur optik membran elektrolit padat. Karakterisasi struktur optik membran kitosan/PVA/LiOH menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) dan SEM (*Scanning Electron Microscopy*). Hasil FTIR menunjukkan adanya interaksi antara kitosan/PVA/LiOH. Gugus fungsi -OH terbentuk pada panjang gelombang 3500 nm dan ikatan bending antara gugus fungsi -OH dengan -NH₃ terbentuk pada 1500 - 945 nm. Hasil SEM menunjukkan agglomerasi partikel dan granula terdistribusi homogen teramati pada membran elektrolit padat kitosan/PVA/LiOH. Grain size yang dihasilkan sebesar (15,65 ± 0,27) nm. Hasil FTIR dan SEM menunjukkan bahwa terjadi interaksi molekul antar membran kitosan/PVA/LiOH sehingga dapat menghasilkan bahan konduktif sebagai elektrolit padat baterai sekunder.

Kata kunci : kitosan, PVA, LiOH, membran elektrolit padat, baterai sekunder

ABSTRACT

The synthesis and characterization of chitosan/PVA/LiOH solid electrolyte membrane was successfully carried out. Solid electrolyte membranes are made using the casting method. This study aims to determine the effect of the addition of chitosan/PVA/LiOH on the optical structure of solid electrolyte. Characterization of chitosan/PVA/LiOH membrane optical structures was using FTIR (Fourier Transform Infra Red) and SEM (Scanning Electron Microscopy). FTIR results indicated that the interaction between chitosan/PVA/LiOH. The -OH functional group is formed at a wavelength of 3500 nm and the bending bond between the -OH functional group with -NH₃ is formed at 1500-945 nm. The results of SEM showed that particle agglomeration and homogeneous distributed granules were observed on the chitosan/PVA/LiOH solid electrolyte membranes. The resulting. FTIR and SEM results

showed that there is in the interaction molecules of chitosan/PVA/LiOH membrane so that it can produce conductive material as a secondary battery solid electrolyte.

Keywords: *chitosan, PVA, LiOH, solid electrolyte membranes, secondary battery.*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi elektrolit padat baterai semakin pesat mengarah pada bentuk tipis dan yang mampu mengurangi kebutuhan energi bersih dan ramah lingkungan. Modifikasi pembuatan elektrolit padat yang sedang dikembangkan menggunakan bahan polimer dari alam. Salah satu polimer alam yang banyak digunakan adalah kitosan (Jin, dkk., 2004). Kitosan digunakan karena memiliki sifat stabilitas termal tinggi, memiliki gugus amino dan hidroksil yang dapat dimodifikasi dengan bahan kimia lainnya (Yusof, dkk., 2014). Agar membran berbasis kitosan dapat memiliki struktur dan ketahanan tinggi maka kitosan tersebut dimodifikasi dengan penambahan Polivinil Alkohol (PVA) dan LiOH (Ghufira, dkk., 2013).

Penambahan PVA dalam penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kekuatan membran (Kadir, dkk., 2010). Sedangkan penggunaan LiOH dalam pembuatan membran elektrolit padat bertujuan agar membran yang dihasilkan lebih bersifat konduktif sehingga dapat digunakan pada baterai sekunder (Shukur, dkk., 2013). Modifikasi membran kitosan/PVA/LiOH digunakan sebagai salah satu alternatif pengganti elektrolit cair dalam baterai (Navartman, dkk., 2015). Elektrolit padat memiliki kelebihan itu tidak mudah bocor karena berbentuk solid, lebih aman, lebih praktis dan dapat dibuat dengan ukuran yang lebih kecil dan tipis (Ammakutti, dkk., 2012).

Elektrolit padat yang banyak dikembangkan berbasis kitosan dan garam lithium bertujuan agar membran elektrolit tersebut dapat meningkatkan konduktivitas ionik sebagai transport muatan antara katoda anoda dalam baterai (Kim, dkk. 2015), . Adapun tujuan dari penelitian ini adalah menentukan pengaruh penambahan kitosan/PVA/LiOH terhadap struktur optik membran elektrolit padat baterai sekunder.

METODE PENELITIAN

1. Bahandan Alat yang digunakan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kitosan, asama setat (Merck), LiOH dan PVA (Sigma-Aldrich). Sedangkan alat yang digunakan adalah neraca Ohaus Galaxy TM 160, mikrometerskrup, desikator, cawan petri, beker gelas, stirrer beserta hot platedangelasukur.

2. Prosedur Penelitian

Sintesis membrankitosan/PVA/LiOH dilakukan dengan cara 3 gram kitosan dilarutkan kedalam 100 mL asam asetat sambil diaduk dengan menggunakan magnetic stirrer sehingga membentuk larutan homogen. Selanjutnya 3 gram PVA dicampur kedalam larutan kitosan dan diaduk selama 3 jam. Setelah homogen dimasukkan LiOH dengan konsentrasi 3% dan 5%. Kemudian dicetak kedalam cawan petri dan dikeringkan pada suhu 60 °C selama 2 hari. Membran yang sudah kering, siap dilakukan pengujian.

3. Karakterisasi membrankitosan/PVA/LiOH

Spektra FTIR kitosan/PVA/LiOH diperoleh dengan menggunakan Shimadzu 8201 PC FTIR spektrofotometer dan direkam dengan resolusi 1 cm⁻¹ dengan rentang bilangan gelombang dari 400 hingga 4000 cm⁻¹ untuk menentukan gugus fungsi. Struktur mikro dan distribusi grain size menggunakan Scanning Electron Microscopy (SEM) tipe JEOL, JSM-6510LA dengan pembesaran 1000x pada suhu kamar. Sampel dilapisi dengan emas selama 100 detik, dengan arus listrik I = 60 mA. Prosedur ini dilakukan untuk mendapatkan kualitas gambar yang lebih baik.

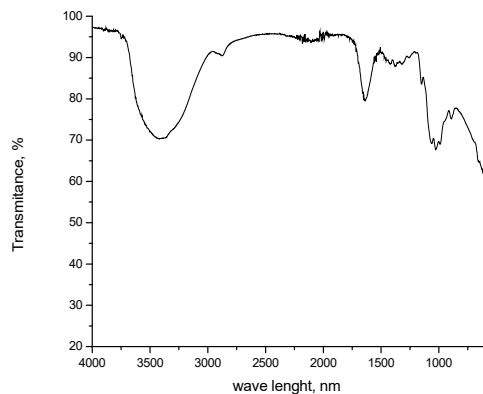
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Uji FTIR

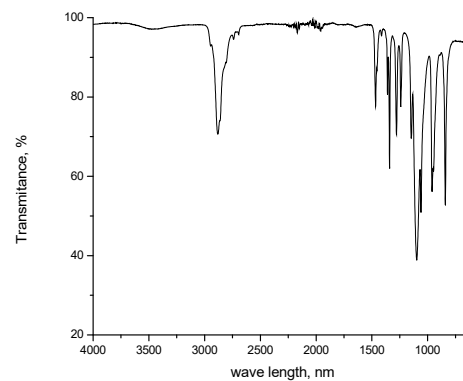
a. Kitosan dan PVA

Hasil FTIR dari kitosan murni dan PVA dapat dilihat pada Gambar 1 (a) dan (b). Pada Gambar 1(a) dan (b), daerah serapan terjadi pada bilangan gelombang 2000 – 1000 cm⁻¹. Daerah serapan juga terjadi pada bilangan gelombang 1700,89 cm⁻¹ yang menunjukkan gugus fungsi C=O asimetri dan pada 1429,65 cm⁻¹ terjadi gugus fungsi C=O simetri dari kitosan.

Daerah bilangan gelombang $2300,76\text{ cm}^{-1}$ gugus fungsi C-OH bending. Daerah bilangan gelombang $1650,78 - 600\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan gugus fungsi C=O, sedangkan daerah bilangan gelombang $3000 - 2500\text{ cm}^{-1}$ terbentuk gugus C-H bending. Pada puncak 3500 cm^{-1} terbentuk gugus fungsi O-H bending.



(a) Kitosan

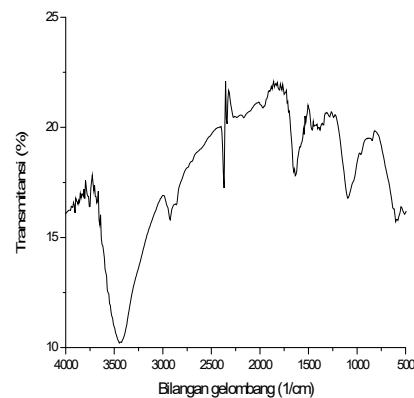
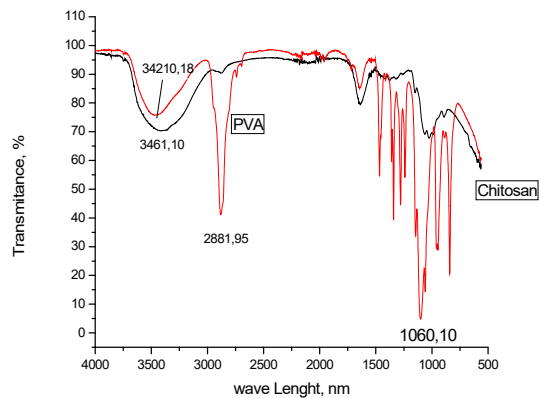


(b) PVA

Gambar 1. (a) Spektra FTIR Kitosan, (b) FTIR Kitosan/PVA

b. Kitosan/PVA dan Kitosan/PVA/LiOH

Gambar 2(a) dan (b). menunjukkan adanya interaksi antara kitosan dengan PVA dan LiOH yang kuat sehingga terbentuknya gugus fungsi yang baru. Pada bilangan gelombang $3000 - 2750\text{ cm}^{-1}$ terbentuk puncak baru yang menunjukkan gugus fungsi C-H bending dengan $-\text{CH}_2$ dan $-\text{CH}_3$. Pita serapan terjadi pada bilangan gelombang $1750,87 - 1475,45\text{ cm}^{-1}$ terbentuk gugus NH_2 bending. Dari hasil ketiga spektra IR tersebut menunjukkan adanya pergeseran, kenaikan, penurunan intensitas, dan terbentuknya gugus baru pada membran kitosan/PVA/LiOH.



(a) FTIR Kitosan/PVA

(b) FTIR Kitosan/PVA/LiOH

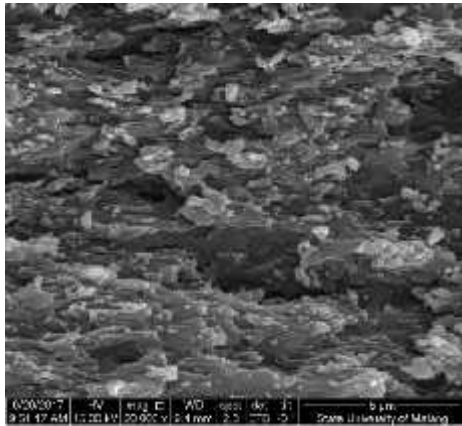
Gambar 2. (a) FTIR Kitosan-PVA, (b) FTIR Kitosan/PVA/LiOH

Terlihat bahwa pada spektra FTIR kitosan/PVA/LiOH pada bilangan gelombang 1550 – 544 nm terjadi bending antara –OH dan –NH₃. Bending dan stretching terjadi akibat adanya pola teratur dan dominan antara molekul pembentuk kitosan dan PVA .

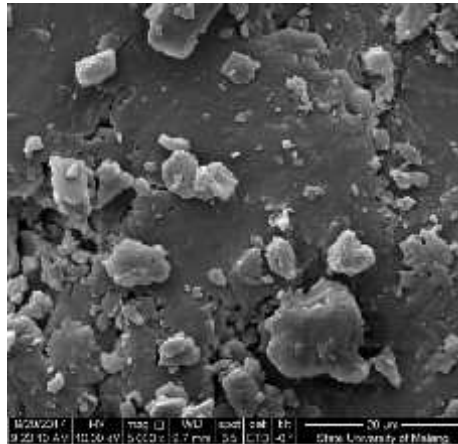
2. Analisis SEM

Hasil SEM pada membran kitosan, kitosan/PVA dan kitosan/PVA/LiOH dapat dilihat pada Gambar 3(a), (b) dan (4). Dari struktur morfologi permukaan membran yang dihasilkan tampak mulus dan terdiri dari butiran yang homogen yang menyebar merata di seluruh permukaan. Tidak terjadi agglomerasi serta cenderung berpori. Setelah dilakukan pengujian dengan SEM maka hasil SEM menggambarkan bahwa terjadi agglomerasi antara molekul-molekul penyusun kitosan, PVA dan LiOH. Semakin tinggi konsentrasi LiOH digunakan semakin banyak ion-ion pembawa muatan bebas bisa bergerak bebas.

a. Kitosan dan Kitosan/PVA



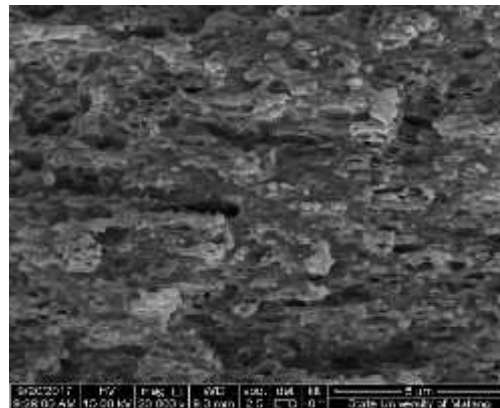
(a) Kitosan



(b) Kitosan/PVA

Gambar 3. SEM Kitosan (a), Kitosan/PVA (b)

b. Kitosan/PVA/LiOH



Gambar 4. SEM Kitosan/PVA/LiOH

Hasil SEM menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi yang ditambahkan pada membran akan menghasilkan ikatan antar atom yang semakin renggang/ tidak stabil dan menghasilkan bahan yang semakin konduktif.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Terjadi pembentukan gugus fungsi baru $-OH$ pada saat PVA/LiOH di panjang gelombang 3500 nm dan terjadi interaksi ikatan bending antara $-OH$ dan NH_3 pada panjang gelombang 1500 – 945 nm.

2. Kitosan/PVA/LiOH menghasilkan membran lebih fleksibel dan tidak bersifat higroskopis.
3. Kitosan/PVA/LiOH dapat digunakan sebagai bahan alternatif elektrolit padat baterai sekunder

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Universitas Jenderal Soedirman melalui Riset Peningkatan Kompetensi Tahun 2018.

DAFTAR PUSTAKA

- Ammakutti, N., K. Kauppasamy, S. Balakumar & X.Sahaya. 2012. *Structural and ionic conductivity studies on nanochitosan incorporated polymer electrolytes for rechargeable magnesium batteries*. Chemical Science Transactions 1(2), 311-316.
- Jin, J., Song, M. & Horuston, D. J. 2004. *Novel chitosan-based films cross linking by genipin with improved physical properties biomacromol*. 5(1): 162-168.
- Kadir, MFZ., S.R. Majid, & A.K. Arof. *Plasticized chitosan-PVA blend polymer electrolyte based proton battery*. Electrochimica Acta 55(2010) 1475-1482.
- Kim, Joo Go., B. Son, S. Mukherje & N. Schuppert. 2015. *A review of lithium and non-lithium based solid state batteries*. Journal of Power Sources 281(2015): 299-322.
- Navaratnam, S., K.Ramesh, S.Ramesh, A. Sanusi, WJ. Basirun & AK. Arof. 2015. *Transport mechanism studies of chitosan electrolyte systems*. Electromchimica Acta 175(2015):68-73.
- Shukur, MF., R.Ithin, HA. Illias & MFZ. Kadir. 2013. *Proton conducting polymer electrolyte based on plasticized chitosan-PEO blend and application in electrochemical devices*. Optical Materials 35(2013): 1834-1841.
- Y, Ghufira, S.P. Yudha, E. Triyogo & E. Fitrianiingsih. 2015. *Studi konduktivitas ionik polimer elektrolit PEO-bentonit-LiClO₄ dan PEO-getah damar-LiClO₄*. Seminar Nasional UNILA, 1(1): 143-147