

KAJIAN ADSORPSI ZAT PENGATUR TUMBUH NAPHTHALENE ACETIC ACID (NAA) TERHADAP BENTONIT ALAM

Nura Lailatussoimah, Pedy Artsanti dan Irwan Nugraha

Program Studi Kimia, FST, UIN Sunan Kalijaga, Yogyakarta
Jl. Marsda Adisucipto Yogyakarta 55281

ABSTRACT

The study of adsorption of plant growth regulators naphthalene acetic acid (NAA) by using natural bentonite aims to investigate the purification process of bentonite, determine the parameters that affect the ability of optimum adsorption and adsorption interactions of bentonite to NAA. Bentonite purification process is done by adding 30% H₂O₂ to oxidize organic compounds in the pores of the bentonite. Adsorption parameters in this study include the influence of the mass of adsorbent, contact time and adsorption capacity of bentonite nature of the NAA. Characteristics conducted in this study include analysis using UV-Vis spectrophotometer, infrared spectrophotometry (FTIR) and X-ray Diffraction (XRD). Bentonite adsorption capacity was determined using the model of Langmuir isotherm and Freundlich isotherm models. This study was showed that the amount of NAA more adsorpted by increase the mass of adsorbent in the adsorption process. The optimum contact time between NAA with natural bentonite is 4 hours on the condition of the masses as much as 0.5 grams of bentonite, pH 4.5 and in room temperature ($\pm 29^{\circ}\text{C}$) with adsorption capacity of 1.502×10^{-6} mol/g. The optimum adsorption capacity of bentonite to the NAA at 1.712×10^{-6} mol/g. NAA adsorption isotherms with natural bentonite included in the Freundlich adsorption isotherm which assumes the Van der Waals bonds so that the interaction between NAA with bentonite was physically and heterogeneous on the multilayer surface.

Keyword : Adsorption, plant growth regulators, Naphthalene Acetic Acid (NAA), Bentonite

PENDAHULUAN

Pemanfaatan material pembawa yang dipergunakan sebagai matriks pengimobilisasi dalam bidang pertanian dapat meningkatkan efektifitas zat pengatur tumbuh misalnya asam giberelin sebagai alternatif pengganti pupuk kimia sehingga lebih ramah lingkungan¹. Imobilisasi melalui metode adsorpsi fisika sampai saat ini

merupakan metode yang paling murah. Dalam metode ini, gaya interaksi yang terjadi antara material pembawa dan senyawa dapat merupakan ikatan hidrogen, gaya Van Der Waals serta interaksi hidrofobik².

Auksin terlibat dalam banyak proses fisiologi tanaman seperti menginduksi pemanjangan sel, fototropisme, gravitropisme, dominansi

apikal, inisiasi akar, produksi etilen, perkembangan buah, ekspresi seks dan pengendalian gulma³. IBA (*Indole-3-Butyric Acid*) dan NAA (*Naphthalene Acetic Acid*) merupakan dua macam auksin sintesis yang mempengaruhi pengakaran dan digunakan secara komersial untuk menstimulasi pengakaran adventif⁴. NAA memiliki sifat yang lebih tahan, lebih stabil, tidak mudah teroksidasi oleh enzim, tidak terdegradasi dan lebih murah⁵.

Pada teknik adsorpsi, material pembawa yang biasa digunakan sebagai adsorben diantaranya adalah arang aktif, *bottom ash*, zeolite, maupun mineral lempung. Mineral lempung umumnya ditemukan dalam beberapa kelompok besar, seperti kaolinit, mika, montmorilonit (bentonit), klorit, illit dan vermikulit⁵. Kelompok montmorilonit paling banyak menarik perhatian karena montmorilonit memiliki kemampuan untuk mengembang (*swelling*) bila berada dalam air atau larutan organik serta memiliki kapasitas penukar ion yang tinggi sehingga mampu mengakomodasikan kation dalam antarlapisnya dalam jumlah besar⁶.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui interaksi antara bentonit alam dengan zat pengatur tumbuh NAA dan merupakan penelitian awal untuk

mengkaji penggunaan bentonit alam sebagai *slow release material* dalam aplikasi pertanian.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Na bentonit dengan merk Driling Mud A3 yang diperoleh dari Semarang, kristal NAA (*Naphthalene Acetic Acid*) (Merk), NaOH (p.a), H₂O₂ 30% (teknis), HCl (teknis), akuabides dan akuades.

Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat-alat gelas kimia, *magnetic stirrer*, kertas pH, kertas saring millipore ukuran 0,4 mikron, ayakan 106 mikron, lumpang dan mortal agat, corong buchner dan pompa vakum, pengaduk listrik, , *oven* listrik (Heraeus UT 6120), pH meter (Orion 920A), seperangkat alat *sentrifuge*,. Instrumen analisis yang digunakan antara lain adalah spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu 1661), spektrofotometer *Fourier Transform Infrared* (FTIR) (Shimadzu Prestige-21), dan *X-Ray Diffraction* (XRD) (Shimadzu 6000).

PROSEDUR KERJA

Pemurnian Sampel

Sebanyak 100 g Na-Bentonit lolos ayakan dengan diameter 106 mikron dimasukkan ke dalam 1000 mL akuades sambil diaduk dengan pengaduk magnet selama kurang lebih 3 jam. Sejumlah \pm 700 mL larutan H₂O₂ 30% dimasukkan sedikit demi sedikit ke dalam campuran. Campuran diaduk selama semalam dan didiamkan sehingga bentonit mengendap, lalu bagian atas didekantir.

Hasil dekantir ditambahkan kembali akuades dan diaduk selama 1 jam, didiamkan kembali dan kemudian dikeringkan didalam oven pada temperatur 100 °C hingga kering. Perlakuan tersebut diulang sebanyak 3 kali untuk menghilangkan sisa H₂O₂. Setelah pengulangan yang ke-3, larutan bagian atas diambil dengan metode sifoning dan kemudian dilakukan sentrifugasi dengan kecepatan 4000 rpm selama 10 menit. Selanjutnya padatan dikeringkan dalam oven pada temperatur 100 °C selama kurang lebih 4 jam, sehingga diperoleh padatan Na-Bentonit kering. Kemudian padatan Na-Bentonit dianalisis dengan menggunakan FTIR dengan *range* bilangan gelombang 300-4000 cm⁻¹ dan XRD.

Optimasi Adsorpsi NAA dengan Bentonit

a. Kajian variasi massa bentonit

Kajian variasi massa bentonit dilakukan dengan disiapkannya bentonit dengan variasi massa sebanyak 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 dan 0,5 gram yang digunakan untuk mengadsorpsi 25 ml larutan NAA dengan konsentrasi 25 ppm. Selanjutnya, campuran bentonit-NAA diaduk dengan menggunakan pengaduk magnet selama waktu 4 jam pada suhu ruang (\pm 29°C) dan disaring menggunakan kertas saring Millipore dengan ukuran 0,4 mikron. Banyaknya larutan NAA yang tidak teradsorpsi diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum.

b. Kajian Variasi Waktu Kontak

Disiapkan sampel bentonit sebanyak masing-masing 0,5 gram digunakan untuk mengadsorpsi 25 ml larutan NAA dengan konsentrasi 25 ppm. Proses adsorpsi dilakukan dengan pengadukan menggunakan pengaduk magnet pada variasi waktu kontak 30; 60; 90; 120; 240; 360; 480; 960 dan 1440 menit. pada suhu ruang (\pm 29°C) dan disaring menggunakan kertas saring Millipore dengan ukuran 0,4 mikron. Banyaknya larutan NAA yang tidak teradsorpsi diukur absorbansinya

menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum.

c. Kajian Kapasitas Adsorpsi Pada Bentonit Terhadap Larutan NAA

Kajian kapasitas adsorpsi larutan NAA dilakukan dengan variasi konsentrasi larutan. Dibuat larutan NAA pada konsentrasi 10; 15; 20; 25; 30 dan 35 ppm sebanyak 25 mL, kemudian ditambahkan 0,5 gram bentonit. Selanjutnya diaduk dengan menggunakan pengaduk magnet selama waktu optimum sesuai dengan hasil variasi waktu kontak pada suhu ruang ($\pm 29^{\circ}\text{C}$) dan disaring menggunakan kertas saring Millipore dengan ukuran 0,4 mikron. Banyaknya larutan NAA yang tidak teradsorpsi diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum. Hasil absorbansi dihitung konsentrasinya untuk mengetahui kapasitas adsorpsi bentonit terhadap NAA dan dapat ditentukan isoterm reaksinya. Selanjutnya dilakukan karakterisasi bentonit yang telah dikontakkan dengan NAA menggunakan FTIR dengan *range* bilangan gelombang $300\text{-}4000\text{ cm}^{-1}$ dan XRD.

HASIL DAN PEMBAHASAN

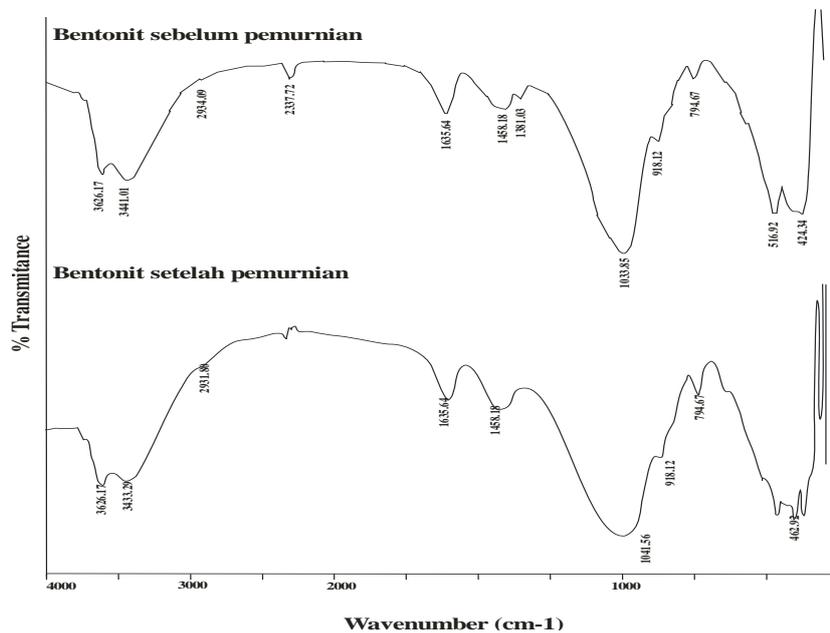
Pemurnian sampel

Kandungan pada bentonit terdiri dari kuarsa, pirofisit, kaolinit, dengan kandungan utama mineral smektit (montmorilonit) sebanyak 85-95% yang bersifat plastis dan koloidal tinggi. Bentonit dimurnikan dengan cara menambahkan H_2O_2 30% untuk menghilangkan zat-zat organik yang ditandai tidak adanya gelembung udara yang terbentuk pada bentonit yang telah dilarutkan⁷.

Metode pemurnian dilakukan dengan metode sedimentasi yang dilanjutkan dengan sifoning yang didasarkan pada hukum Stokes's. Metode siphoning didasarkan pada perbedaan berat jenis dari material-material yang terdapat pada bentonit, dimana material yang memiliki berat jenis yang relatif lebih besar akan mengendap lebih cepat daripada material yang memiliki berat jenis lebih kecil⁸.

Data spektroskopi FTIR dari sampel bentonit sebelum dan setelah pemurnian memberikan informasi jenis vibrasi gugus fungsional pada lempung dengan mengamati serapan-serapan yang muncul pada daerah bilangan gelombang $4000\text{-}400\text{ cm}^{-1}$. Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat puncak-puncak

penting untuk mengidentifikasi gugus fungsional yang terdapat pada bentonit .



Gambar 1. Spektra FTIR Bentonit Alam Sebelum Pemurnian (A) dan Bentonit Setelah Pemurnian (B)

Tabel 1. Puncak Serapan IR Bentonit Alam Sebelum Pemurnian dan Bentonit Alam Setelah Pemurnian

Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)		Serapan Gugus fungsi
Bentonit alam sebelum pemurnian	Bentonit alam setelah pemurnian	
3626,17	3626,17	Vibrasi ulur OH (Al-OH inter oktahedral)
3441,01	3433,29	Vibrasi regangan OH dari oktahedral dan atau H ₂ O
2934,09	2931,80	Vibrasi regangan CH alkana
2337,72	-	Material organic
1635,64	1635,64	Vibrasi tekuk OH dari H ₂ O
1458,18	1458,18	Vibrasi tekuk gugus metilen CH ₂
1381,03	-	Vibrasi tekuk gugus C-H dari CH ₃ (material organik)
1033,85	1041,56	Vibrasi regangan Si-O-Si
918,12	918,12	Vibrasi regangan Al-OH-Al
794,67	794,67	Vibrasi simetris Si-O-Si
516,92	-	Vibrasi Si-O-Al octahedral
424,34	462,92	Vibrasi ulur Si-O-Si

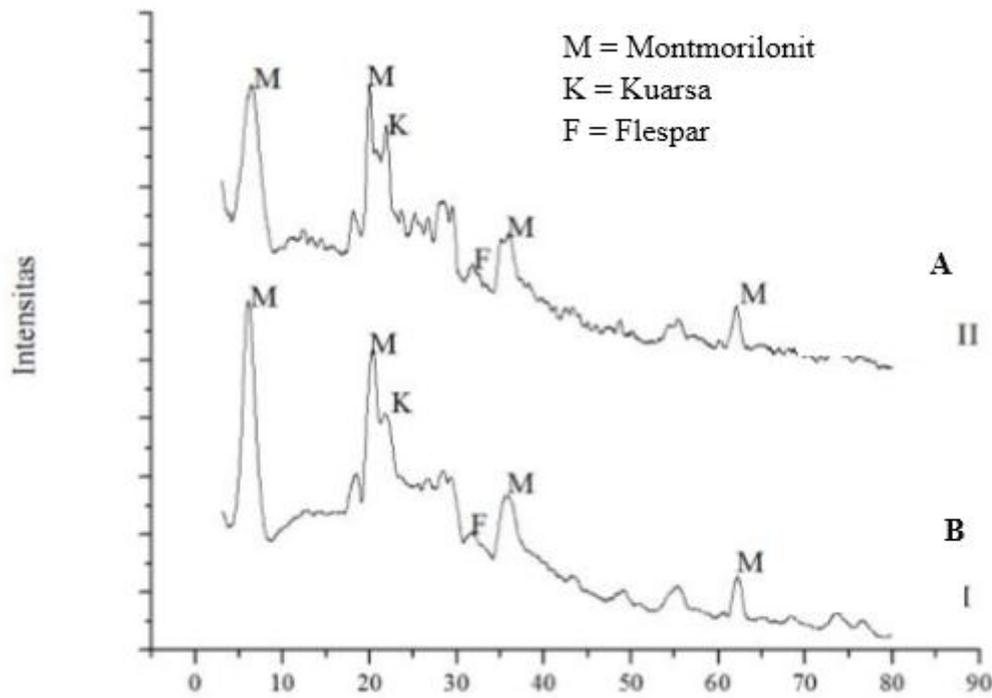
Pada Gambar 1 bahwa pita serapan antara bentonit alam sebelum pemurnian dengan bentonit alam setelah pemurnian mengalami perbedaan. Pada bentonit hasil pemurnian dengan H₂O₂ dapat dilihat bahwa telah berkurangnya senyawa organik yang terkandung

dalam bentonit alam sebelum pemurnian yang ditunjukkan oleh hilangnya bilangan gelombang 2337,72 cm⁻¹. Hal tersebut dikarenakan larutan H₂O₂ mengoksidasi senyawa organik yang berikatan di sekitar pori-pori pada bentonit . Terjadinya oksidasi senyawa

organik pada pori-pori bentonit ditandai dengan keluarnya gelembung yang membawa gas CO₂. Selain itu perbedaan yang terlihat antara bentonit alam sebelum pemurnian dan bentonit alam setelah pemurnian adalah terjadinya dealuminasi (pelepasan Al) pada lapisan oktahedral yang ditandai oleh hilangnya serapan pada bilangan gelombang 516,92 cm⁻¹ yang menyebabkan peningkatan rasio

perbandingan antara Si dan Al pada lapisan oktahedral⁹.

Analisis dengan menggunakan difraksi sinar-X dilakukan untuk mengetahui jenis mineral penyusun lempung bentonit yang ditunjukkan dengan munculnya puncak-puncak pada daerah 2 θ . Hasil analisis sampel bentonit alam dengan difraksi sinar-X disajikan pada Gambar 2.



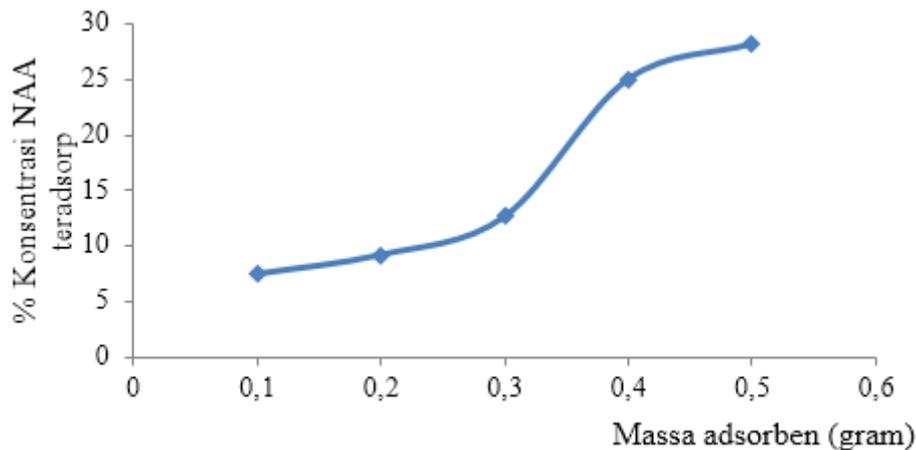
Gambar 2. Difraktogram XRD Bentonit Alam Sebelum Pemurnian (A) dan Bentonit Setelah Pemurnian (B)

Berdasarkan Gambar 2. dapat diamati adanya perubahan harga 2 θ dan *basal spacing* yang terjadi akibat bentonit alam dimurnikan dengan penambahan larutan H₂O₂ 30%. Difraktogram XRD bentonit alam setelah pemurnian menunjukkan puncak

2 θ = 6,400 dengan *basal spacing* sebesar 13,81 Å, 2 θ = 19,920 dengan *basal spacing* sebesar 4,45 Å, 2 θ = 35,920 dengan *basal spacing* sebesar 2,50 Å dan 2 θ = 62,01° dengan *basal spacing* sebesar 1,50 Å mengindikasikan adanya mineral

montmorillonit. Selanjutnya pada puncak $2\theta = 21,89^\circ$ dengan *basal spacing* sebesar $4,06 \text{ \AA}$ menunjukkan adanya mineral kuarsa, sedangkan pada puncak $2\theta = 31,750$ dengan *basal spacing* sebesar $2,82 \text{ \AA}$ menunjukkan adanya kandungan feldspar¹⁰. Kandungan yang terdapat dalam bentonit alam sebelum pemurnian dan bentonit alam setelah pemurnian dapat

dikatakan sama, yang membedakan hanyalah intensitas puncak yang menunjukkan bahwa metode pemurnian dengan menggunakan H₂O₂ terhadap bentonit dapat dikatakan tidak merusak struktur yang ada di dalam bentonit dan reaksi yang terjadi pada metode pemurnian menggunakan H₂O₂ hanya menurunkan kadar senyawa organik yang terdapat dalam bentonit¹¹.



Gambar 3. Hubungan Antara Konsentrasi NAA yang Teradsorp dengan Massa Adsorben

Optimasi Adsorpsi NAA dengan Bentonit

Variasi Massa Bentonit

Pengaruh massa (jumlah) adsorben merupakan parameter penting karena dapat menentukan kapasitas adsorben selama penambahan konsentrasi awal adsorbat. Massa bentonit sebagai adsorben berpengaruh terhadap persentasi konsentrasi NAA yang teradsorpsi. Persen konsentrasi NAA yang teradsorpsi semakin meningkat seiring dengan penambahan

massa adsorben yang digunakan. Persen terkecil terjadi pada proses adsorpsi menggunakan bentonit sebanyak 0,1 gram yaitu sebesar 7,48% dan persen terbesar terjadi pada proses adsorpsi menggunakan bentonit sebanyak 0,5 gram yaitu 28,22%. Peningkatan daya adsorpsi dapat terjadi dengan penambahan massa (jumlah) adsorben. Banyaknya NAA yang berinteraksi dengan bentonit, menandakan besarnya luas permukaan atau banyaknya situs aktif pada adsorben. Semakin banyak

massa adsorben yang tersedia, maka akan semakin banyak pula situs aktif yang dapat menyerap NAA, sehingga persentasi serapan pun semakin meningkat.

Penentuan Waktu Kontak Adsorpsi Bentonit Dengan NAA

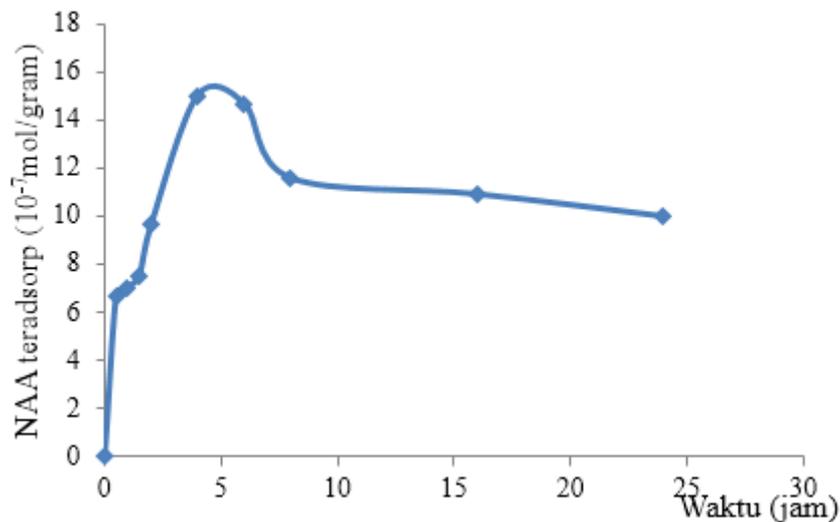
Adsorpsi merupakan proses penarikan molekul oleh permukaan suatu padatan. Parameter lain yang perlu dipelajari untuk mengkaji adsorpsi adalah penentuan waktu kontak optimum antar adsorbat dengan adsorben. Penentuan lama waktu kontak optimum pada saat adsorpsi ini dimaksudkan untuk menentukan berapa lama NAA teradsorps maksimal oleh bentonit untuk mencapai kesetimbangan dan keadaan jenuh. Proses penentuan waktu kontak optimum antara NAA dengan bentonit dilakukan pada pH 4,5 dengan konsentrasi NAA adalah 25 ppm pada variasi waktu kontak. Pada kondisi tersebut ion H^+ yang dihasilkan pada kondisi asam akan berpotensi untuk mendeprotonisasi gugus fungsi bentonit yaitu silanol (Si-OH) dan juga derajat ionisasi dari spesiasi adsorbat. Jika kondisi pH kurang dari 4,5 akan terjadi kompetisi dengan ion H^+ pada sisi tepi bentonit dan bermuatan negatif pada permukaan silikat. Hal tersebut menyebabkan berkurangnya luas

permukaan bentonit yang berakibat berkurangnya kemampuan adsorpsi¹². Selain itu jika kondisi pH lebih dari 4,5 permukaan bentonit menjadi semakin bermuatan negatif baik pada permukaan silikat maupun bagian permukaan bentonit, maka luas permukaan bentonit semakin besar. Namun disisi lain akan terjadi interaksi tolakan yang semakin besar antara muatan negatif pada permukaan bentonit dengan molekul NAA yang pada kondisi basa mulai terdisosiasi menghasilkan gugus COO^- , sehingga kemampuan adsorpsi melemah.

Penentuan waktu optimum adsorpsi dilakukan berdasarkan perhitungan nilai kapasitas adsorpsi (Q). Nilai kapasitas adsorpsi (Q) menyatakan jumlah tertentu adsorbat yang dapat diadsorps oleh suatu adsorben. Nilai kapasitas adsorpsi akan mengalami kenaikan hingga keadaan optimum (kesetimbangan) kemudian sedikit menurun setelah melewati waktu kesetimbangannya. Hal tersebut terjadi karena kondisi kesetimbangan, permukaan situs aktif adsorben sudah penuh berikatan dengan adsorbat sehingga adsorben mengalami titik jenuh. Pengadukan yang lama juga menyebabkan adsorbat terlepas kembali dan meninggalkan permukaan adsorben¹³.

Gambar 4. menunjukkan bahwa lama waktu kontak sangat berpengaruh terhadap adsorpsi NAA oleh bentonit. Terlihat bahwa waktu kontak selama 30 menit kapasitas adsorpsi bentonit terhadap NAA sebanyak $6,710 \times 10^{-7}$ g/L. Jumlah NAA yang teradsorp terus meningkat hingga waktu kontak selama 4 jam dengan kapasitas adsorpsi sebanyak $1,502 \times 10^{-6}$ g/L. Kemudian setelah 4 jam pengadukan kapasitas adsorpsi bentonit terhadap NAA menurun, hal ini dikarenakan interaksi

antara situs aktif bentonit dengan NAA yang lewat jenuh. Asumsi lain menyebutkan bahwa proses pengadukan juga akan mengakibatkan terjadinya tumbukan antara partikel adsorbat dengan partikel adsorben secara tepat dan kontinyu, sehingga ada kemungkinan adsorbat akan dilepaskan kembali oleh adsorben¹⁴. Berdasarkan hal tersebut waktu kontak optimum antara NAA dengan bentonit berlangsung selama 4 jam.



Gambar 4. Hubungan Antara NAA Teradsorp dengan Waktu

Penentuan Kapasitas dan Isoterm Adsorpsi Bentonit dengan NAA

Proses terjadinya adsorpsi NAA oleh adsorben bentonit, dapat dilihat dari nilai kapasitas adsorpsinya. Kemudian, dapat digambarkan model isoterm adsorpsi untuk mengetahui jenis adsorpsi yang terjadi antara adsorben dengan adsorbat, model pendekatan

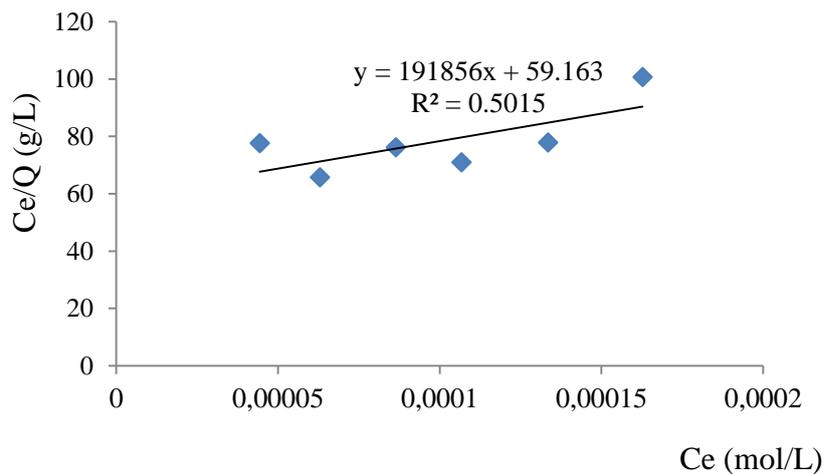
isoterm adsorpsi yang digunakan adalah isoterm adsorpsi Langmuir dan isoterm adsorpsi Freundlich. Isoterm adsorpsi merupakan adsorpsi yang terjadi pada suhu konstan.

Adsorpsi yang terjadi harus dalam keadaan kesetimbangan, dimana adsorpsi dan desorpsi berlangsung dalam laju yang relatif sama.

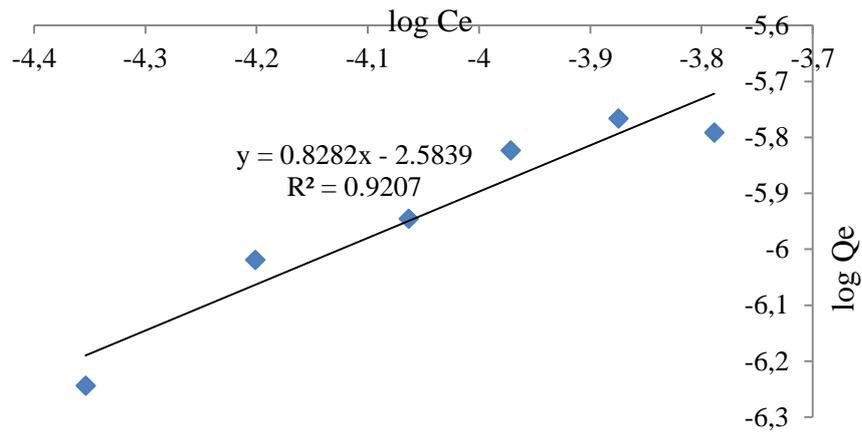
Kesetimbangan adsorpsi biasanya digambarkan dengan persamaan isoterm dimana parameter-parameternya menunjukkan sifat permukaan dan afinitas dari adsorben pada kondisi suhu dan pH yang tetap¹³. Penentuan nilai kapasitas adsorpsi dan isotherm adsorpsi dilakukan dengan mereaksikan bentonit sebanyak 0,5 gram dengan variasi konsentrasi NAA selama 4 jam pada kondisi pH 4,5 dan pada suhu ruang ($\pm 29^\circ\text{C}$). Model adsorpsi isoterm Langmuir merupakan suatu proses adsorpsi satu lapis (*monolayer*) artinya jumlah situs aktif yang ada dalam adsorben mengadsorpsi adsorbat dengan jumlah yang sama, interaksi antara adsorbat dengan adsorben dapat berupa kemisorpsi maupun fisisorpsi,

sedangkan model adsorpsi isoterm Freundlich menggambarkan suatu proses adsorpsi *multilayer* sehingga lebih berinteraksi secara fisisorpsi¹⁴. Kurva isoterm adsorpsi Langmuir dan Freundlich bentonit dengan NAA disajikan pada Gambar 5 dan Gambar 6.

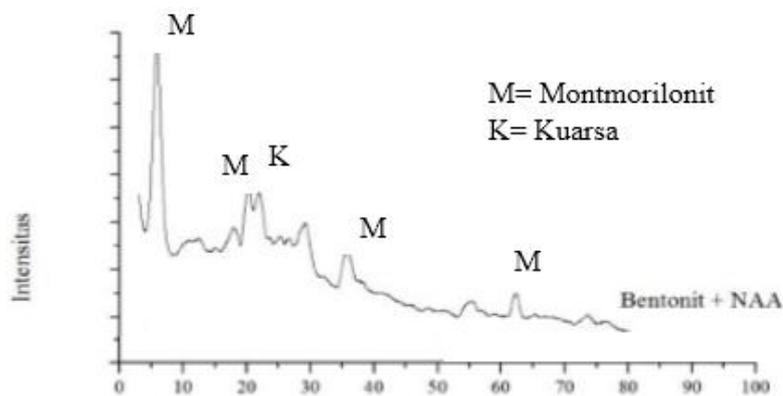
Berdasarkan kurva isoterm Langmuir diperoleh garis lurus $y = 191856x + 59,163$ dengan $R^2 = 0,5015$. Dari persamaan tersebut dapat dihitung kapasitas adsorpsi maksimal sebesar $5,212 \times 10^{-6}$ mol/g nilai konstanta Langmuir (KL) sebesar $3,2428 \times 10^3$ L/mol. Selanjutnya berdasarkan kurva isoterm Freundlich dapat diperoleh persamaan garis lurus $y = 0,8282x - 2,5839$ dengan $R^2 = 0,9207$. Dari persamaan isoterm Freundlich diatas,



Gambar 5. Grafik Isoterm Langmuir Bentonit dengan NAA



Gambar 6. Grafik Isoterm Freundlich Bentonit dengan NAA



Gambar 7. Difraktogram X-Ray Diffraction (XRD) Bentonit Alam Setelah Pemurnian dan Bentonit Alam Setelah Adsorpsi NAA

diperoleh nilai n sebesar 1,207 mol/g dan konstanta Freundlich (KF) sebesar $2,6068 \times 10^{-3}$ mol/g. Penentuan model isoterm adsorpsi yang sesuai dapat diketahui dengan melihat kurva linieritas yang mempunyai harga koefisien determinasi (R^2) $\geq 0,9$ (mendekati angka 1) dari kedua kurva isoterm adsorpsi¹⁵.

Berdasarkan koefisien determinasi (R^2) dari kedua model isoterm adsorpsi, diketahui bahwa model isoterm adsorpsi NAA terhadap bentonit cenderung

mengikuti model isoterm adsorpsi Freundlich daripada model isoterm adsorpsi Langmuir. Isoterm Freundlich menggambarkan interaksi yang terjadi antara adsorbat dengan adsorben didominasi oleh interaksi secara fisik dengan ikatan yang lemah antara adsorbat dengan adsorben dan hanya melibatkan interaksi Van der Waals¹⁶.

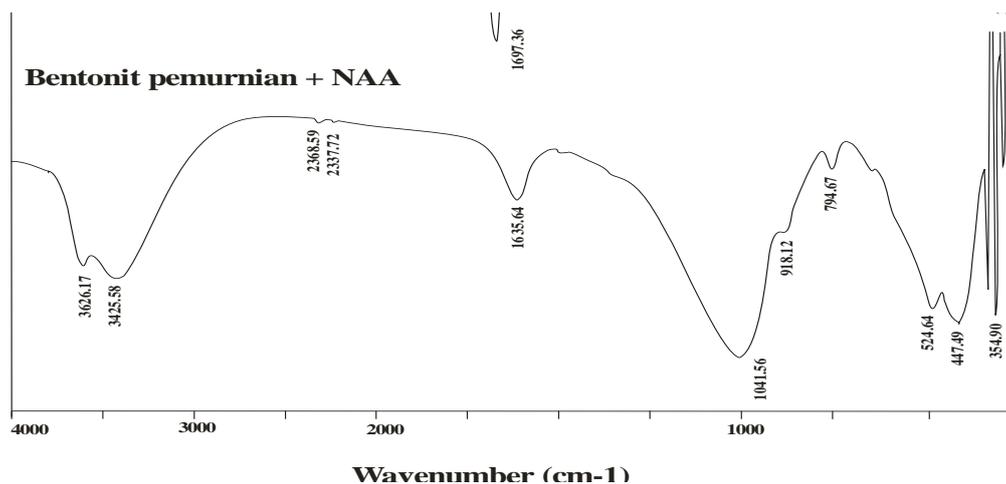
Proses adsorpsi yang terjadi akan membentuk *multilayer* yang bersifat heterogen pada lapisan kedua dan seterusnya pada bentonit dengan NAA.

Hal ini menunjukkan bahwa tidak semua permukaan pada lapisan bentonit alam terjadi proses adsorpsi¹⁷. Untuk memperkuat bahwa NAA telah masuk ke dalam *interlayer* bentonit dilakukan analisis dengan difraksi sinar-X.

Berdasarkan Gambar 7 dapat dilihat adanya pergeseran puncak, perbedaan intensitas dan terjadinya kenaikan *basal spacing* antara bentonit alam hasil pemurnian sebelum proses adsorpsi dengan bentonit alam hasil pemurnian setelah proses adsorpsi. Pergeseran puncak 2θ awalnya sebesar 6,40o menjadi 5,82o, sedangkan nilai *basal spacing* mengalami peningkatan yang awalnya sebesar 13,81 Å menjadi 15,18 Å. Peningkatan *basal spacing* setelah dilakukan

proses adsorpsi NAA menunjukkan bahwa molekul NAA yang teradsorpsi berada di dalam *interlayer* bentonit alam setelah pemurnian. Keberadaan molekul NAA di dalam *interlayer* menyebabkan jarak antar lapis menjadi lebih besar.

Bukti teradsorpsinya NAA oleh bentonit juga ditunjukkan dari hasil karakterisasi dengan FTIR, pada Gambar 8 spektra bentonit yang telah mengadsorpsi NAA muncul puncak serapan pada bilangan gelombang disekitar 2368,59 cm^{-1} ; 2337,72 cm^{-1} dan 354,90 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus senyawa organik yang terkandung dalam molekul NAA (berdasarkan bilangan gelombang pada FTIR NAA).



Gambar 8. Spektrum FTIR Bentonit yang telah Dikontakkan dengan NAA

Selain itu dapat pula dilihat pada spektra FTIR hasil adsorpsi bentonit dengan NAA tidak terbentuk gugus

baru. Hal tersebut memperkuat asumsi bahwa interaksi adsorpsi bentonit dengan NAA hanya melibatkan gaya

dipol-dipol yang secara kolektif disebut interaksi Van der Waals dan bersifat adsorpsi fisik.

KESIMPULAN

Proses pemurnian untuk memperoleh bentonit alam dengan kemurnian tinggi sebagai bahan *carrier material* untuk hormon auksin NAA (*Naphthalene Acetic Acid*) dapat dilakukan dengan menambahkan H₂O₂ 30% pada bentonit untuk mengoksidasi senyawa organik pada pori-pori bentonit. Interaksi adsorpsi bentonit terhadap hormon auksin NAA termasuk dalam model isoterm adsorpsi Freundlich yang mengasumsikan terjadinya ikatan Van der Waals pada permukaan *multilayer* yang bersifat heterogen, sehingga interaksi bentonit dengan NAA yang terjadi adalah adsorpsi fisik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sunardi, Arryanto Y., Sutarno. 2009. *Adsorption of Gibberellic Acid onto Natural Kaolin from Tatakan, South Kalimantan*. Indo. J. Chem.
- [2] Burn, R.G. 1986. *Interaction of Enzymes with Soil Minerals and Organic Colloids*, dalam Huang, P.M. and Schnitzer, M. (Ed). *Interactoin of Soil Materials with Natural Organics and Microbes*. Soil Science Society of America. Madison.
- [3] Arteca, R. N. 2006. *Introduction to Horticultural Science*. Thompson Delmar Learning, a part of the Thomson corporation. 514 p.
- [4] Zaer, J. S. and M. O. Mapes. 1985. *Action of growth regulators*, dalam Yentina, Ester. 2011. *Pengakaran Setek Batang Mawar Mini Menggunakan Kombinasi Konsentrasi Auksin (IBA dan NAA) yang Berbeda*. Institut Pertanian Bogor: Bogor.
- [5] Kim, H. Tan. 1982. *Dasar-Dasar Kimia Tanah*. Edisi Pertama. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta.
- [6] Ogawa, M., 1992, *Preparation of Clay-Organic Intercalation Compounds by Solid -solid Reaction and Their Application to Photo-Functional Material*, dalam Sekewael, Serly Jordan. 2008. *Karakterisasi Sifat Fisiokimia Komposit Besi Oksida-Montmorillonit Hasil Interkalasi Silikat Lempung Montmorillonit*. Chimica Acta: Indonesia.
- [7] Ekose, G.E. 2005. *Fourier Transform Infrared Spectrophotometry and X-ray Powder Diffractometry as Complementary Technique in Characterizing Clay Size Fraction of Kaolinite*, dalam Sunardi, Arryanto Y., Sutarno. 2009. *Adsorption of Gibberellic Acid onto Natural Kaolin from Tatakan, South Kalimantan*. Indo. J. Chem., 9 (3), 373 – 379.
- [8] Svarovsky, L. 2000. *Solid-Liquid Separation, Fourth Edition*. Butterworth-Heinemann. Oxford.
- [9] Lisa, Carlson, 2004. *Bentonit Mineralogy*. Posiva. Finland
- [10] Morris, M.C., McMurdie, H.F., Evans, E.H et al. 1981. *Standar X-ray Diffraction Powder Patterns Section 18 data for 58 Substances*. National Bureau of standards: Washington.
- [11] Ramirez, J.H., Vicente, M.A., and Madeira, L.M. 2010. *Heterogeneous photo-Fenton oxidation with pillared clay-based catalysts for wastewater treatment: A review*. Applied Catalysis B: Environmental 98. 10–26.
- [12] Gooowin, J.W. 2004. *Colloids and Interfaces with Surfactant and Polimer*. An Introduction. John Willey & son. Ltd.Sugsex. England.
- [13] Yuwanti, Riha., Erman N. 2010. *Keseimbangan Adsorpsi Pb (II) Pada Lempung Alam Desa Talania Kabupaten Kampar*. Universitas Riau. Riau.
- [14] Oscik, J. 1982. *Adsorption, Edisi 1*. Ellis Howard Limited Checister.
- [15] Atkins, P.W. 1993. *Kimia Fisika Jilid 2*, Edisi keempat. Terjemahan Kartohadiprojo. Penerbit Erlangga : Jakarta.

- [16] Thamzil Las, dkk. 2011. *Adsorpsi Unsur Pengotor Larutan Natrium Silikat Menggunakan Zeolit Alam Karangnunggal*. Valensi Vol. 2 No. 2, Mei 2011 (368-378) ISSN : 1978-8193.
- [17] Kristin. 2007. *Kinetika Adsorpsi Isotermal β -Karoten Olein Sawit Kasar Dengan Menggunakan Atapulgit*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor: Bogor.