

RINGKASAN

Nazris Nazaruddin, NIM 11312050056. Pemanfaatan Biomaterial Baru Sebagai Bahan Penyerap ion Cd^{2+} dan Zn^{2+} Dalam Air dibimbing oleh **Prof. Dr. Hj. Rahmiana Zein, Ph.D., Prof. Dr.H. Edison Munaf, M.Eng., Prof. Dr. Hamzar Suyani.**

Dengan bertambahnya jumlah penduduk di dunia ini menyebabkan terjadinya revolusi industri untuk menghasilkan semua material yang dibutuhkan untuk kelangsungan hidup manusia, akibatnya kualitas lingkungan terutama lingkungan perairan akan menurun disebabkan karena limbah cair industri yang belum sempurna diolah hingga dibenarkan untuk dibuang secara langsung ke badan air.

Untuk pengolahan limbah cair industri yang mengandung logam berat sudah banyak cara yang dilakukan namun masih membutuhkan biaya yang besar dan mahal diantaranya metoda pertukaran ion, filtrasi, teknologi membran dan metoda pengendapan. Salah satu cara untuk menurunkan konsentrasi ion logam berat dari limbah cair yang banyak mendapat perhatian dan dikembangkan saat ini adalah memanfaatkan kemampuan mengakumulasi logam-logam berat oleh biomaterial yang relatif lebih ekonomis dan mudah diperoleh. Beberapa biomaterial yang sudah pernah digunakan antara lain daun jagung, kulit buah manggis, kulit batang lokuat, kulit batang pohon pinang dan tangkai jagung dan lain-lain.

Biomaterial yang digunakan untuk mereduksi ion-ion logam berat pada penelitian ini adalah limbah kulit buah Atap (*Arenga pinnata*), kulit kacang Lima (*Phaseolus lunatus*), dan kulit buah Nipah (*Nypa fruticans*). Bahan-bahan biomaterial ini dapat melakukan penyerapan ion-ion logam $Cd(II)$ dan $Zn(II)$ disebabkan adanya gugus fungsi dalam biomaterial yang berperan untuk menurunkan konsentrasi ion-ion logam berat dalam limbah cair industri. Gugus fungsi yang terlibat dalam penyerapan dapat diidentifikasi dengan membandingkan gugus fungsi biomaterial sebelum dikontakkan dengan ion logam

dan biomaterial yang telah kontak dengan ion logam. Gugus fungsi kimia seperti karboksil, amida, hidroksil, dapat menjadi tempat berinteraksi ion logam

pH merupakan parameter yang sangat penting dalam proses penyerapan ion logam oleh biomassa. Hal ini dikarenakan pH dapat mempengaruhi kelarutan ion logam dalam larutan, kemampuan ion logam lain untuk mengikat pada permukaan biomassa, dan mempengaruhi muatan pada permukaan biomassa selama reaksi berlangsung. Nilai pH dapat mempengaruhi kesetimbangan kimia pada larutan maupun pada biomaterial. Dalam variasi pH ini kemungkinan terjadi ikatan kimia antara larutan dan biomaterial. Penentuan pH optimum dilakukan untuk mengetahui pH interaksi dimana biomassa menyerap logam secara maksimum. Proses penyerapan optimum ion Cd(II) dengan kulit buah Atap (*Arenga pinnata*) dan kulit kacang Lima (*Phaseolus lunatus*) dan kulit buah Nipah (*Nypa fruticans*) pada pH 5 dengan masing-masing kapasitas penyerapan 13,9 mg/g dan 16,170 mg/g dan persentase penyerapan masing-masing 81,083% dan 94,33%. Untuk ion Zn(II) penyerapan optimum dengan kulit buah Atap (*Arenga pinnata*), dan kulit buah Nipah (*Nypa fruticans*) terjadi pada pH 6 dengan kapasitas penyerapan masing-masing 15,801 mg/g dan 13,90 mg/g serta persentase penyerapan masing-masing 92,166% dan 81,08%. Sedangkan dengan kulit kacang Lima (*Phaseolus lunatus*) pada pH 5 dengan kapasitas penyerapannya 13,9 mg/g dan persentase penyerapan 81,10%.

Ukuran partikel biomaterial berhubungan dengan luas permukaan yang dapat berinteraksi dengan ion logam. Semakin kecil ukuran partikel semakin luas permukaannya sehingga kemampuan penyerapannya terhadap ion logam juga akan meningkat. Luas permukaan biomaterial akan mempengaruhi terhadap daya serap dari biomaterial, semakin banyak tempat terjadi interaksi antara biomaterial dengan ion logam, jumlah ion logam yang terserap semakin banyak. Dengan bertambahnya luas permukaan biomaterial maka gugus fungsi akan semakin banyak. Ukuran partikel kulit buah Atap (*Arenga pinnata*), kulit kacang Lima (*Phaseolus lunatus*), dan kulit buah Nipah (*Nypa fruticans*) berpengaruh dalam proses penyerapan ion Cd(II) dan ion Zn(II) terjadi pada 150 μm . Kapasitas penyerapan ion Cd(II) untuk biomaterial kulit buah Atap (*Arenga pinnata*), kulit kacang Lima (*Phaseolus lunatus*), dan kulit buah Nipah (*Nypa fruticans*) masing-

masingnya adalah 15,24 mg/g, 16,98 mg/g dan 15,12 mg/g. Dengan efisiensi penyerapan masing-masing adalah 88,90%, 99,05% dan 88,16%. Untuk kapasitas penyerapan ion Zn(II) dari biomaterial kulit buah Atap (*Arenga pinnata*), kulit kacang Lima (*Phaseolus lunatus*), dan kulit buah Nipah (*Nypa fruticans*) masing-masingnya adalah 16,85 mg/g dan 14,64 mg/g, dan 14,14 mg/g. Dengan efisiensi penyerapannya masing-masing 98,29%, 85,40%, dan 82,48%.

Konsentrasi ion logam sangat erat hubungannya dengan jumlah sisi aktif yang terdapat pada permukaan biomaterial, yang mampu mengikat ion logam tersebut. Bila jumlah sisi aktif cukup besar, dibanding dengan jumlah ion logam kapasitas penyerapan akan tinggi. Namun pada kondisi tertentu kapasitas penyerapan akan konstan bahkan terjadi penurunan karena telah terjadi kejenuhan pada material penyerap. Kapasitas penyerapan optimum ion Cd(II) untuk kulit buah Atap (*Arenga pinnata*), kulit kacang Lima (*Phaseolus lunatus*), dan kulit buah Nipah (*Nypa fruticans*) pada konsentrasi 50 mg/L masing-masing 2,401 mg/g, 1,636 mg/g dan 2,426 mg/g dengan persentase penyerapan masing-masing 16,808% , 11,452% dan 16,980%. Untuk kapasitas penyerapan ion Zn(II) untuk kulit buah Atap (*Arenga pinnata*), kulit kacang Lima (*Phaseolus lunatus*), dan kulit buah Nipah (*Nypa fruticans*) pada konsentrasi 50 mg/L masing-masing 2,693 mg/g , 1,455 mg/g dan 2,105 mg/g dengan persentase penyerapan masing-masing 18,850% , 10,186% dan 14,730%.

Pengaruh berat biomaterial terhadap kapasitas penyerapan dinyatakan bahwa penyerapan ion logam per satuan berat biomaterial akan menurun dengan meningkatnya berat biomaterial. Disisi lain efisiensi penyerapan meningkat dengan meningkatnya berat biomaterial. Ini dikarenakan pada berat biomaterial tertinggi luas permukaan juga meningkat. Berat optimum biomaterial buah Atap (*Arenga pinnata*), kulit kacang Lima (*Phaseolus lunatus*), dan kulit buah Nipah (*Nypa fruticans*) terhadap penyerapan ion Cd(II) pada 0,1g dengan masing-masing penyerapan sebesar 16,89 mg/g, 16,85 mg/g dan 17,10 mg/g, dengan persentase penyerapan 14,08%, 14,04% dan 14,25%. Untuk penyerapan ion Zn(II) biomassa kulit buah Atap (*Arenga pinnata*), kulit kacang Lima (*Phaseolus lunatus*), dan kulit buah Nipah (*Nypa fruticans*) masing-masing sebesar 17,05 mg/g, 15,70 mg/g

dan 16,98 mg/g terjadi pada 0,1 g dengan persentase penyerapan 14,20%, 13,08% dan 14,15%.

Penentuan waktu kontak penyerapan ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui waktu minimum yang dibutuhkan biomaterial untuk menyerap ion logam secara maksimal. Waktu kontak optimum ion Cd(II) pada kulit buah Atap (*Arenga pinnata*) 30 menit dengan kapasitas penyerapan 8,25 mg/g dengan persentase penyerapan 48,11% dan kulit kacang Lima (*Phaseolus lunatus*), kulit buah Nipah (*Nypa fruticans*) masing-masing 60 menit dengan penyerapannya 14,92 mg/g dan 15,91 mg/g dengan persentase penyerapan 87,03% dan 92,81%. Waktu kontak optimum untuk ion logam Zn(II) terhadap biomaterial kulit buah Atap (*Arenga pinnata*), kulit kacang Lima (*Phaseolus lunatus*), dan kulit buah Nipah (*Nypa fruticans*) masing-masing adalah 15 menit, 60 menit dan 30 menit. Dengan kapasitas penyerapan masing-masing 10,62 mg/g, 13,79 mg/g dan 15 mg/g dan persentase penyerapan 61,88%, 80,45% dan 90,41%.

Kecepatan pengadukan sangat mempengaruhi ion logam oleh biomaterial. Kapasitas penyerapan optimum terjadi pada proses pembentukan ikatan yang cepat pada proses pengadukan. Kecepatan pengadukan optimum ion Cd(II) kulit buah Atap (*Arenga pinnata*), kulit kacang Lima (*Phaseolus lunatus*) dan kulit buah Nipah (*Nypa fruticans*) masing-masing 150 rpm, 100 rpm dan 200 rpm dengan kapasitas penyerapan 6,83 mg/g, 16,39 mg/g dan 16,29 mg/g dengan persentase penyerapan masing-masing 39,85%, 95,61% dan 95,02%. Penyerapan optimum ion Zn(II) kulit buah Atap (*Arenga pinnata*), kulit kacang Lima (*Phaseolus lunatus*) dan kulit buah Nipah (*Nypa fruticans*) pada kecepatan masing-masing 100 rpm dan 150 rpm dengan kapasitas penyerapan 7,45 mg/g, 15,43 mg/g dan 16,15 mg/g dengan persentase penyerapan 43,45%, 90,01% dan 94,21%.

Biomaterial kulit buah Atap (*Arenga pinnata*) dapat digunakan sebagai material penyerap ion Cd(II) pada kondisi penyerapan optimum pada pH 5, ukuran partikel 150 μ m, konsentrasi larutan ion 50mg/L, massa 0,1g, waktu kontak 30 menit, dan kecepatan pengadukan 150 rpm dengan kapasitas penyerapan 11,508 mg/g. Untuk penyerapan optimum ion Zn(II) pada pH 6, ukuran partikel 150 μ m, konsentrasi larutan ion 50 mg/L, massa 0,1g, waktu

kontak 15 menit dan kecepatan pengadukan 100 rpm dengan kapasitas penyerapan 12,72 mg/g. Kulit Kacang Lima (*Phaseolus lunatus*) penyerapan optimum ion Cd(II) pada pH 5, ukuran partikel 150 μ m, konsentrasi larutan ion 50 mg/L, massa 0,1g, waktu kontak 60 menit dan kecepatan pengadukan 100 rpm dengan kapasitas penyerapan 15,130 mg/g. Untuk penyerapan optimum ion Zn(II) pada pH 5, ukuran partikel 150 μ m, konsentrasi larutan ion 50 mg/L, massa 0,1g, waktu kontak 60 menit dan kecepatan pengadukan 100 rpm dengan kapasitas penyerapan 13,980 mg/g. Kulit buah Nipah (*Nypa fruticans*) penyerapan optimum ion Cd(II) pada pH 6, ukuran partikel 150 μ m, konsentrasi larutan ion 50 mg/L, massa 0,1g, waktu kontak 60 menit, dan kecepatan pengadukan 200 rpm dengan kapasitas penyerapan 14,200 mg/g. Sedangkan untuk ion Zn(II) terjadi pada pH 6, ukuran partikel 150 μ m, konsentrasi larutan ion 50 mg/L, massa 0,1g, waktu kontak 30 menit dan kecepatan pengadukan 150 rpm kapasitas penyerapan 13,660 mg/g.

Dari data yang didapat di atas untuk penyerapan ion Cd(II) dan Zn(II) pada ketiga biomaterial telah dilakukan dengan metoda statis. Bila dibandingkan dengan metoda dinamis, metoda statis memberikan kapasitas penyerapan untuk kulit buah Atap (*Arenga pinnata*), kulit kacang Lima (*Phaseolus lunatus*) dan kulit buah Nipah (*Nypa fruticans*) untuk ion Cd(II) 11,508 mg/g, 15,130 mg/g dan 14,200 mg/g. Untuk metoda dinamis 1,220 mg/g, 1,305 mg/g. Untuk ion Zn(II) 12,720 mg/g, 13,980 mg/g dan 13,660 (statis). 1,651 mg/g dan 1,305 mg/g (dinamis).

Dari semua spektrum FTIR untuk ion Cd(II) dan Zn(II)} telah terjadi ikatan antara gugus fungsi O – H pada angka gelombang 3300-3600 cm^{-1} , gugus fungsi C=O pada angka gelombang 1650-1800 cm^{-1} .

Dari morfologi permukaan biomaterial kulit buah Atap (*Arenga pinnata*), kulit kacang Lima (*Phaseolus lunatus*), kulit buah Nipah (*Nypa fruticans*) yang didapat dari FE-SEM (*Field Emission Scanning Electron Miscroscope*) sebelum dan sesudah penyerapan, memperlihatkan biomaterial kulit buah Atap (*Arenga pinnata*), kulit kacang Lima (*Phaseolus lunatus*), kulit buah Nipah (*Nypa fruticans*) sebelum penyerapan ada lobang-lobang setelah ketiga biomaterial menyerap ion Cd(II) dan Zn(II) terlihat lobang tertutup .

Distribusi ion Cd(II) dan Zn(II) dalam larutan (antara fase cair dan fase padat) biomaterial dapat dilihat melalui model kesetimbangan biosorpsi. Data kesetimbangan penyerapan ion Cd(II) dan Zn(II) oleh kulit buah Atap (*Arenga pinnata*), kulit kacang Lima (*Phaseolus lunatus*), dan kulit buah Nipah (*Nypa fruticans*) dianalisa dengan Isotherm Langmuir dan Freundlich menunjukkan kedua isotherm ini terpenuhi dengan nilai r mendekati 1, untuk ketiga bioamterial.

Dari data analisis kapasitas penyerapan ion Cd(II) dan Zn(II) pada kulit buah Atap (*Arenga pinnata*), kulit kacang Lima (*Phaseolus lunatus*), kulit buah Nipah (*Nypa fruticans*) menunjukkan bahwa metoda Adsorptiv Stripping Voltametri lebih sensitif dari metoda Spektrofotometer Serapan Atom karena untuk ion Cd(II) dan Zn(II) dapat dilakukan secara serentak pada satu kali analisis, dengan faktor pengenceran 1000 kali, sehingga dapat menghemat waktu dan biaya. Sedangkan dengan Spektrofotometer Serapan Atom masing-masing ion Cd(II) dan Zn(II) hanya dapat dianalisis satu persatu dengan lampu yang berbeda.



SUMMARY

Nazris Nazaruddin, NIM 11312050056, Utilization of New Biomaterials as Absorbent on ion Cd^{2+} and Zn^{2+} in Wastewater advised by Prof. Hj.Rahmiana Zein, Ph.D., Prof.Dr.H. Edison Munaf, M.Eng., and Prof.Dr.Hamzar Suyani.

The increase of population in the world led to the industrial revolution to produce all the material needed for human survival, as a result the quality of the environment, especially the water environment will decline due to industrial wastewater rudimentary processed to be justified to be discharged directly into water bodies.

Wastewater treatment industry has done many ways but still costly and expensive methods including ion exchange, filtration, membrane technology and deposition method. One way to reduce heavy metals from waste water and developed a lot of attention now is take advantage of the ability to accumulate heavy metals by biomaterial relatively economical and easily obtained. Some biomaterials that have been used include corn leaves, the Mangosteen Merr shell, bark lokuat, nut tree bark and corn stalks.

The biomaterial used for removal of heavy metal ions in this study is a waste the *Arenga pinnata* Merr shell, *Phaseolus lunatus* shell, and *Nypa fruticans* Merr shell. The biomaterial materials to absorb metal ions $Cd(II)$ and $Zn(II)$ due to a functional group in a biomaterial that acts to reduce ions of heavy metals in industrial wastewater. The absorption mechanisms of heavy metal ions by biometerial occur because of the presence of other chemicals present, the compounds of cellulose and lignin, alcohols, aldehydes, ketones, carboxylic acid, phenol, and ether. Functional groups that play a role in the absorption of the metal.

Effect of pH is a very important parameter in the process of metal ion absorption by biomass, because the pH can affect the solubility of metal ions in solution, the ability to bind other metal ions on the surface of the biomass, and affect the charge on the surface of the biomass during the reaction. The pH value can affect the chemical equilibrium in the solution and the biomaterial. In this pH variation possibility of a chemical bond between the solution and the biomaterial.

The determination of the optimum pH is performed to determine the pH of interaction where the metal absorbs maximum biomass. Optimum absorption process ion Cd(II) with *Arenga pinnata* Merr *Phaseolus lunatus* Merr shell and *Nypa fruticans* Merr shell at pH 5 with each of the absorption capacity of 13.9 mg/g and 16.170 mg/g and the percentage of absorption of each 81.083% and 94.33%. For ion Zn(II) with optimum absorption *Arenga pinnata* Merr. and *Nypa fruticans* Merr shell occurs at pH 6 with the absorption capacity of each 15.801 mg/g and 13.90 mg/g and the percentage of absorption each -masing 92.166% and 81.08%. Whereas, with *Phaseolus lunatus* Merr shell at pH 5 with absorptive capacity of 13.9 mg/g and the percentage of absorption of 81.10%.

Effect of particle size of the material relates to the surface area that can interact with the metal ions. The smaller the particle size the more surface area so that the absorptive capacity of the metal ions will also increase. The surface area of biomaterials will influence the absorption of biomaterials, the more space there is interaction between biomaterials with metal ions, the amount of metal ions are absorbed more and more. By increasing the surface area of biomaterials, the group will function more and more. The particle size rind roof (*Arenga pinnata*), *Phaseolus lunatus* Merr shell, and the *Nypa fruticans* Merr shell affect the absorption of ion Cd(II) ions and Zn(II) occurs at 150 μm . Ion absorption capacity of Cd(II) for biomaterials *Arenga pinnata* Merr, *Phaseolus lunatus* Merr shell, and *Nypa fruticans* Merr shell respectively was 15.24 mg/g, 16.98 mg/g and 15.12 mg/g. With each of the absorption efficiency is 88.90%, 99.05% and 88.16%. For ion absorption capacity of Zn(II) of biomaterials *Arenga pinnata* Merr, *Phaseolus lunatus* Merr shell, and *Nypa fruticans* Merr shell respectively was 16.85 mg/g and 14.64 mg/g, and 14.14 mg/g. With the absorption efficiency respectively 98.29%, 85.40% and 82.48%.

Effect of metal ion concentration is closely related to the amount of the active contained on the surface of the biomaterial, which is capable of binding the metal ion. When the number of active side is quite large, compared with the amount of metal ion absorption capacity will be high. However, in certain circumstances absorption capacity remains constant even decreasing because of a saturation of the absorbent material. The absorption capacity of optimum ion Cd

(II) to *Arenga pinnata* Merr, *Phaseolus lunatus* Merr shell, and *Nypa fruticans* Merr shell at a concentration of 50 mg/L respectively 2,401 mg/g, 1.636 mg/g and 2.426 mg/g with the percentage of absorption of each 16.808%, 11.452% and 16.980%. For the absorption capacity of the ion Zn(II) to *Arenga pinnata* Merr, *Phaseolus lunatus* Merr shell, and *Nypa fruticans* Merr shell at a concentration of 50 mg/L respectively 2.693 mg/g, 1.455 mg/g and 2.105 mg/g with the percentage of absorption of each 18.850%, 10.186% and 14.730%.

A material effect on the absorption capacity is stated that the absorption of metal ions per unit weight of biomaterials will decrease with increasing weight of the biomaterial. On the other hand the absorption efficiency increases with increasing weight of the biomaterial. This is because the weight of the highest biomaterial surface area also increased. The optimum weight of fruit Biomaterial *Arenga pinnata* Merr, *Phaseolus lunatus* Merr shell, and the *Nypa fruticans* Merr shell against ion uptake of Cd(II) at 0.1 g with each absorption by 16.89 mg/g, 16.85 mg/g and 17.10 mg/g, the absorption percentage of 14.08%, 14.04% and 14.25%. For ion absorption of Zn(II) biomass *Arenga pinnata* Merr, *Phaseolus lunatus* Merr shell and *Nypa fruticans* Merr shell respectively by 17.05 mg/g, 15.70 mg/g and 16.98 mg/g occurred at 0.1g with the percentage of absorption of 14.20%, 13.08% and 14.15%.

Effect of contact time on the absorption of this is done in order to determine the minimum time required to absorb metal ions biomaterial optimally. The optimum contact time ion Cd(II) in *Arenga pinnata* Merr shell 30 minutes with the absorption capacity of 8.25 mg/g with a percentage of 48.11% and skin absorption *Phaseolus lunatus* Merr shell, *Nypa fruticans* Merr shell each 60 minutes with absorption 14.92 mg/g and 15.91 mg/g with the percentage of absorption of 87.03% and 92.81%. The optimum contact time for the metal ions Zn(II) of the biomaterial *Arenga pinnata* Merr, *Phaseolus lunatus* Merr shell and the *Nypa fruticans* Merr shell each is 15 minutes, 60 minutes and 30 minutes. With the absorption capacity of each 10.62 mg/g, 13.79 mg/g and 15 mg/g. dan absorption percentage of 61.88%, 80.45% and 90.41%.

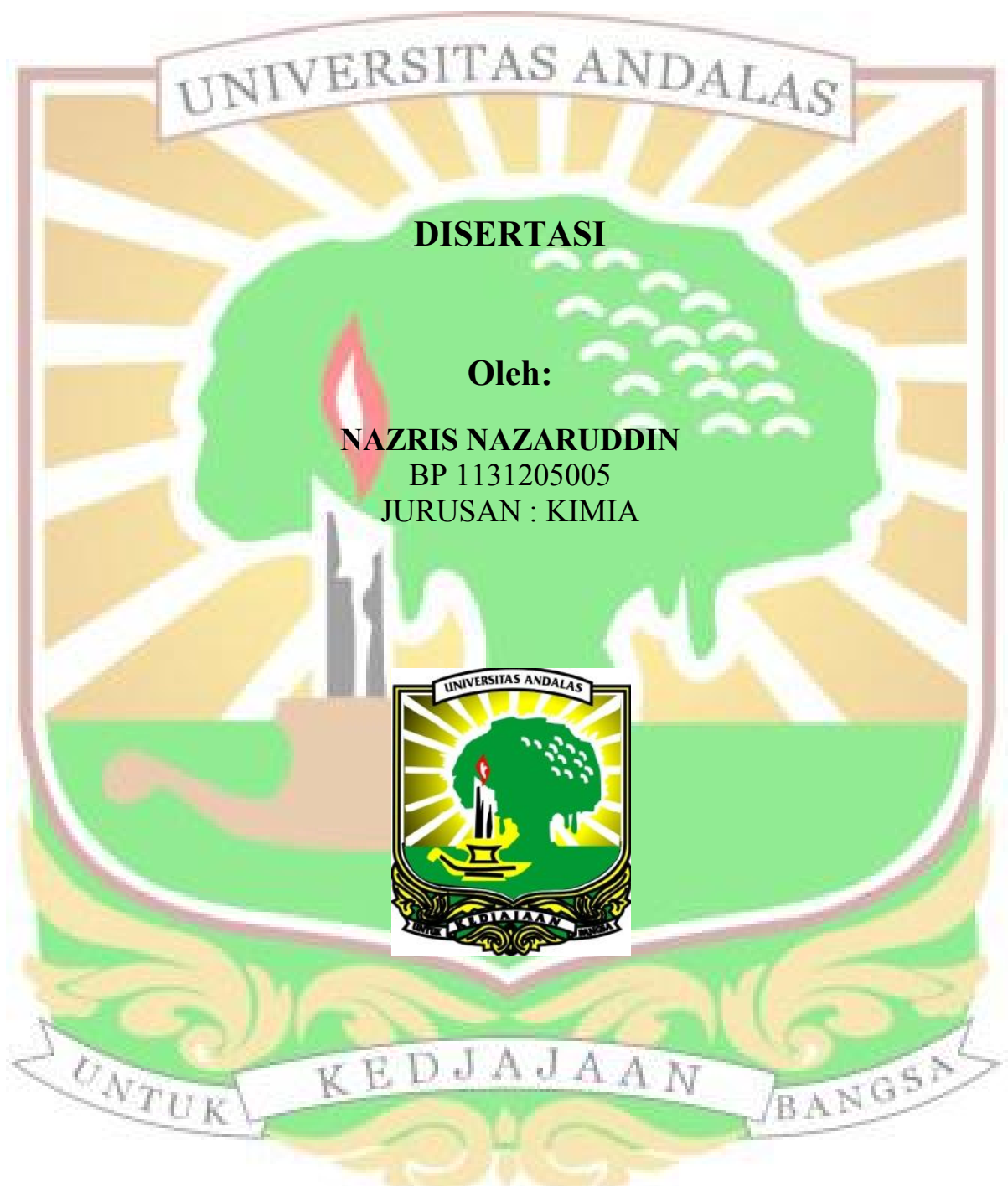
Effect of agitation speed greatly affect metal ions by biomaterials. The optimum absorption capacity occurs in the process of rapid bond formation in the

mixing process. The optimum mixing speed ion Cd(II) the roof of the fruit rind (*Arenga pinnata*), *Phaseolus lunatus* Merr shell and *Nypa fruticans* Merr shell respectively 150 rpm, 100 rpm and 200 rpm with the absorption capacity of 6.83 mg/g, 16.39 mg/g and 16.29 mg/g with the percentage of absorption respectively 39.85%, 95.61% and 95.02%. Ion optimum absorption of Zn(II) rind roof (*Arenga pinnata*), *Phaseolus lunatus* Merr shell and *Nypa fruticans* Merr shell at respective speeds of 100 rpm and 150 rpm with the absorption capacity of 7.45 mg/g, 15.43 mg/g and 16.15 mg/g with the percentage of absorption of 43.45%, 90.01% and 94.21%.

Biomaterials *Arenga pinnata* Merr shell can be used as an ion absorbent material Cd(II) at the optimum absorption conditions at pH 5, the particle size of 150 μ m, ion concentration of 50 mg/L, the mass 0,1g, contact time of 30 minutes, and the speed stirring 150 rpm with the absorption capacity of 11.508 mg/g. For optimum ion absorption of Zn(II) at pH 6, the particle size of 150 μ m, ion concentration of 50 mg/L, the mass 0,1g, contact time of 15 minutes and the stirring speed of 100 rpm with the absorption capacity of 12.72 mg/g. Leather Lima beans *Phaseolus lunatus* Merr shell ion optimum absorption of Cd(II) at pH 5, the particle size of 150 μ m, ion concentration of 50 mg/L, the mass 0,1g, 60 minutes contact time and speed stirring 100 rpm with the absorption capacity of 15.130 mg/g. For optimum ion absorption of Zn(II) at pH 5, the particle size of 150 μ m, ion concentration of 50 mg/L, the mass 0,1g, contact time of 60 minutes and the stirring speed of 100 rpm with the absorption capacity of 13.980 mg/g. *Nypa fruticans* Merr shell ion optimum absorption of Cd(II) at pH 6, the particle size of 150 μ m, ion concentration of 50 mg/L, the mass 0,1g, contact time of 60 minutes, and the stirring speed 200 rpm with the absorption capacity of 14.200 mg/g. As for the ion Zn(II) occurs at pH 6, the particle size of 150 μ m, ion concentration of 50 mg/L, the mass 0,1g, contact time of 30 minutes and the stirring speed of 150 rpm the absorption capacity of 13.660 mg/g.



**PEMANFAATAN BIOMATERIAL BARU SEBAGAI BAHAN
PENYERAP ION Cd^{2+} dan Zn^{2+} DALAM AIR**



DISERTASI

Oleh:

NAZRIS NAZARUDDIN

BP 1131205005

JURUSAN : KIMIA

PASCASARJANA UNIVERSITAS ANDALAS

2015

Judul Penelitian : PEMANFAATAN BIOMATERIAL BARU SEBAGAI BAHAN PENYERAP ION Cd^{2+} dan Zn^{2+} DALAM AIR

Nama Mahasiswa : NAZRIS NAZARUDDIN

Nomor Pokok : 1131205005

Program Studi : Ilmu Kimia

Disetujui ini telah diuji dan dipertahankan di depan sidang panitia ujian akhir Doktor Ilmu Kimia pada Program Pascasarjana Universitas Andalas dan dinyatakan lulus pada tanggal 22 Oktober 2015.

Menyetujui

1. Komisi Pembimbing

(Prof. Rahmiana Zein, Ph.D)

Ketua

(Prof .Dr. Edison Munaf, M.Eng)

Anggota

(Prof. Dr. Hamzar Suyani, M.Sc)

Anggota

2. Koordinator Pascasarjana FMIPA

3. Ketua Program Studi S3 Ilmu Kimia

(Prof. Dr. Hermansyah Aziz)

(Dr. Zulkarnain Chaidir)

Dekan FMIPA Universitas Andalas

(Prof . Dr. Syafrizal Sy, M.Si)