

**EFEKTIFITAS BAGLOG DENGAN ENKAPSULASI
ALGINATE GEL DALAM MENGADSORPSI ZAT WARNA
METHYLENE BLUE**



Sefti Wahyuni

Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan,

Universitas Islam Indonesia, Gedung M. Natsir (FTSP) Jl. Kaliurang KM 14,5 Yogyakarta

Email: sefti.wahyuni30@gmail.com

ABSTRAK

Methylene Blue adalah kontaminan air yang dihasilkan dari proses industri, terutama di industri batik. Limbah dari media tumbuh jamur (baglog) dari pertanian jamur digunakan sebagai adsorben untuk menghilangkan Methylene Blue. Produk biosorben yang akan digunakan adalah biosorben non-aktivasi, biosorben yang diaktifkan dengan menggunakan asam sitrat dan biosorben yang dienkapsulasi menggunakan alginate gel. Percobaan adsorpsi dilakukan dengan metode batch. Pengujian meliputi variasi massa 100-500mg, pH 3-9, waktu 15-120menit untuk biosorben non-aktivasi dan aktivasi, 1-24jam untuk biosorben terenkapsulasi. Kondisi optimum pada massa 100mg, pH 7, waktu 15menit (non-aktivasi dan aktivasi) dan 4jam (enkapsulasi). Model perhitungan Langmuir lebih baik digunakan daripada model perhitungan Freundlich dengan kapasitas adsorpsi biosorben non-aktivasi 121,74mg/g, biosorben aktivasi 132,2mg/g dan biosorben terenkapsulasi 130,81mg/g. Biosorben teraktivasi memiliki kemampuan yang lebih optimum daripada biosorben yang lain untuk menyerap Methylene Blue.

Kata kunci : alginate gel, asam sitrat, baglog, biosorben, Methylene Blue

ABSTRACT

Methylene blue dye is an important water contaminant resulting from industrial processes, especially in the batik clothing industry. Mushroom farming bio-waste from mushroom growing industry (baglog) was used as an adsorbent to remove methylene blue. Product of biosorbent are non-activated biosorbent, activated biosorbent and encapsulated biosorbent. Batch adsorption experiments were performed as experimental method. Variation of mass are 100-500mg, variation of pH are 3-9, variation of time are 15-120minutes (non-activated and activated) and 1-24hours (encapsulated). The optimum condition of mass is 100mg, pH is 7, time are 15min (non-activated and activated) and 4hours (encapsulated). Studies showed that the Langmuir adsorption model better fitted with the result than Freundlich with capacity of adsorption non-activated biosorbent 121,74mg/g, activated biosorbent is 132,2mg/g and encapsulated biosorbent is 130,81mg/g. The studies showed activated biosorbent was more favorable than others as well as in removing Methylene Blue.

Key words : alginate gel, baglog, biosorbent, citric acid, methylene blue

1. PENDAHULUAN

Pembuangan limbah dari berbagai industri, perusahaan jasa serta hotel secara terus menerus telah mengakibatkan mutu air di sungai menurun. Adapun penurunan kualitas sungai yang terjadi adalah sungai yang semula berwarna coklat muda berubah menjadi berwarna coklat kehitaman serta terdapat beberapa ikan yang mati. Sehingga warna menjadi parameter yang penting sebagai penilai suatu perairan tercemar atau tidak baik warna ataupun kekeruhannya.

Salah satu zat pewarna sintetis yang sering digunakan dalam industri batik adalah *Methylene Blue*. *Methylene Blue* adalah senyawa aromatik heterosiklik, yang biasa digunakan dalam pengobatan, farmasi, industri pewarna, dan kimia analitik. Zat pewarna jenis ini termasuk senyawa aromatik heterosiklik kationik (Uyar et al, 2015). Kehadiran *Methylene Blue* dalam air bahkan dalam kuantitas yang rendah menyebabkan terjadinya perubahan warna. Perubahan warna tersebut dapat mengganggu penetrasi sinar matahari yang masuk dalam perairan, menghambat fotosintesis, menghambat pertumbuhan biota perairan dan mengganggu kelarutan gas dalam air. Selain itu *Methylene Blue* memiliki beberapa efek pada kesehatan seperti menyebabkan luka bakar mata, yang mungkin menyebabkan cedera permanen untuk mata manusia dan hewan . Pada sistem pernafasan dapat menimbulkan bernapas cepat atau sulit bernapas, sementara konsumsi melalui mulut menghasilkan sensasi terbakar dan dapat menyebabkan mual, muntah, keringat banyak berlebihan dan methemoglobinemia (Hameed et al, 2006).

Sebagian zat warna sengaja dibuat supaya mempunyai ketahanan terhadap pengaruh lingkungan seperti pH, suhu dan mikroba. Sehingga apabila langsung dibuang begitu saja di lingkungan yang memiliki kemampuan terbatas dalam mendegradasi limbah zat warna akan menyebabkan pencemaran dan berbagai jenis penyakit mulai dari penyakit kulit hingga kanker kulit. Oleh karena itu, limbah zat warna perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke air permukaan.

Upaya dalam pengolahan limbah zat warna telah banyak digunakan seperti metode koagulasi. Namun dalam metode koagulasi dianggap kurang efektif karena menghasilkan banyak *sludge* setelah proses. Selain itu, metode lumpur aktif juga kurang efektif karena memerlukan waktu yang cukup lama sehingga dipilih metode biosorpsi dengan memanfaatkan limbah baglog. Biosorpsi merupakan salah satu teknik alternatif untuk pengolahan limbah, merupakan pengambilan logam-logam berat oleh materi biologi dari larutannya dalam air (Vieira & Volesky, 2000). Pemilihan metode pemanfaatan limbah *baglog* jamur sebagai biosorben ini merupakan penelitian lanjutan karena pada penelitian sebelumnya penggunaan HCl sebagai bahan aktivasi kurang efektif dalam meningkatkan kemampuan adsorpsi baglog. Untuk itu penggunaan asam sitrat sebagai bahan aktivasi yang memiliki gugus karboksil yang memiliki gugus negatif. Gugus inilah yang nantinya akan mengikat partikel *Methylene Blue* yang memiliki gugus positif.

Penggunaan *Alginate Gel* dalam tahapan enkapsulasi ini sebagai salah satu cara untuk memudahkan proses separasi serta diharapkan dapat lebih secara efektif menyerap limbah dan menjadi inovasi terbaru dalam pengolahan limbah agar mengurangi timbulan sampah yang biasanya dibuang begitu saja oleh petani jamur.

2. MATERIAL DAN METODE

Baglog dikumpulkan dari petani jamur di Desa Cangkringan, Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia. Bahan yang digunakan selain baglog adalah aquadest, asam sitrat ($C_6H_8O_7$) dari Merk, Pro Analyst *Methylene Blue* dari Merck dan *Sodium Alginate* dari Wako Pure Chemical Pro dan Kalsium Klorida ($CaCl_2$) dari Merk.

Baglog yang telah dikumpulkan dicuci untuk menghilangkan kotoran. Baglog dikeringkan dalam oven pada suhu $110^\circ C$ selama 2-3 hari. Baglog dihaluskan dan diayak dengan *sieve shaker* 100mesh. Bubuk baglog diaktifkan menggunakan $C_6H_8O_7$ (asam sitrat) selama 24jam kemudian dicuci dengan aquadest untuk mencapai pH 6 sampai 7. Modifikasi adsorben dengan asam paling

umum dilakukan dan terbukti sangat efektif dalam meningkatkan kapasitas dan efisiensi adsorben (Gufta 1998).

Analisis FTIR diaplikasikan untuk menentukan gugus fungsi yang bertugas menyerap *Methylene Blue* menggunakan NICOLET AVATAR 360 IR.

Percobaan adsorpsi batch untuk mengevaluasi kemampuan dari biosorben non-aktivasi, biosorben teraktivasi dan biosorben terenkapsulasi untuk menyerap *Methylene Blue*. Langkah pertama yang dilakukan adalah membandingkan produk biosorben non-aktivasi dan teraktivasi untuk selanjutnya dilakukan enkapsulasi terhadap produk yang memiliki kapasitas penyerapan optimum.

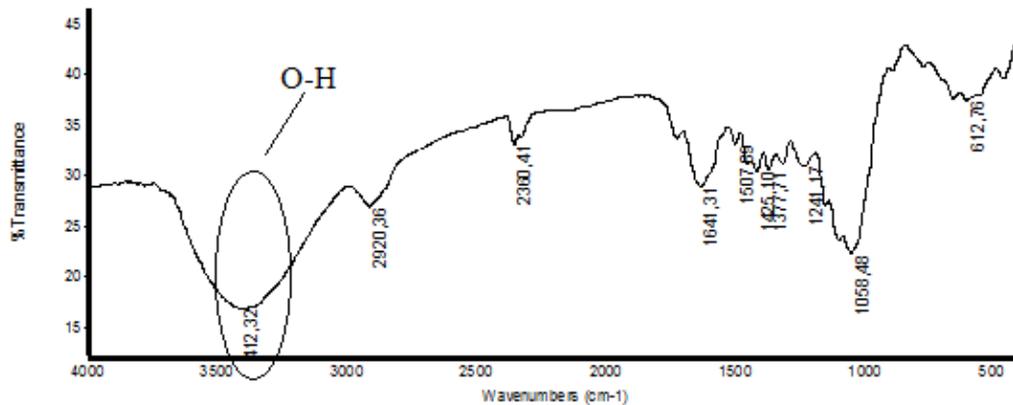
Variasi yang dilakukan untuk mengetahui kemampuan penyerapan biosorben non-aktivasi dan teraktivasi untuk variasi massa (50-400mg), variasi pH (3-8), variasi waktu (15-120menit), variasi konsentrasi *Methylene Blue* (100-1000ppm). Pengujian dilakukan dengan menggunakan erlenmeyer 250ml yang berisi 50ml larutan *Methylene Blue* dengan konsentrasi 150ppm untuk percobaan variasi massa, pH dan waktu. Erlenmeyer diaduk menggunakan *orbital shaker* selama 120menit dengan kecepatan 150 rpm. Untuk mengetahui adsorpsi konsentrasi zat warna dari *Methylene Blue* dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-VIS (Shimadzu UV-1700 PharmaSpec) dengan panjang gelombang 655 nm. Setelah diperoleh biosorben yang paling bagus maka dilakukan enkapsulasi dan langkah pengujian variasi waktu dengan range 1-24jam serta variasi konsentrasi 100-1000ppm dengan perlakuan yang sama.

Langkah pembuatan enapsulasi biosorben adalag dengan mencampurkan 30ml larutan *alginate gel* 3% dengan 2g biosorben teraktivasi. Larutan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* 1 jam kemudian bulir *alginate* dibentuk dengan meneteskan larutan *alginate* tadi kedalam larutan CaCl₂ 10% sambil diaduk menggunakan *magnetic stirrer*. Biarkan larutan CaCl₂ 10% dan bulir *alginate* teraduk selama 2jam. Lalu bulir *alginate* disaring dan dibilas menggunakan aquadest dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 70-80°C.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

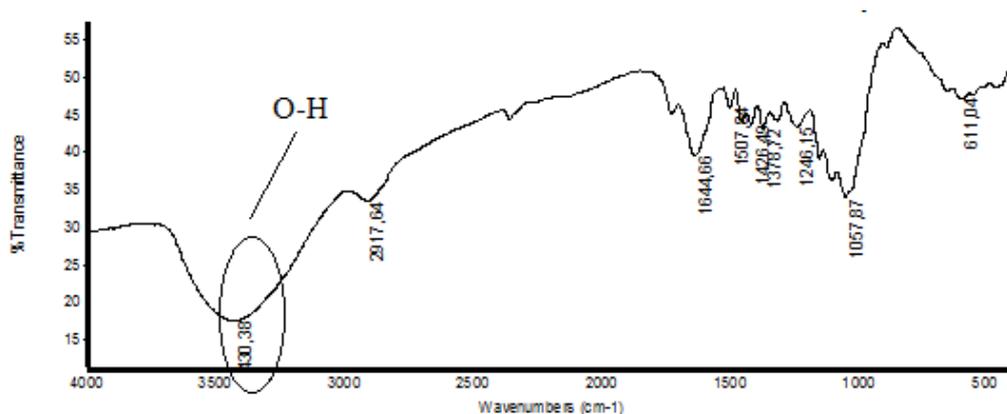
3.1 Karakterisasi FTIR

Pengujian menganalisis karakterisasi biosorben non-aktivasi Gambar 1 maupun biosorben teraktivasi menggunakan teknik *Fourier Transform Infrared* (FTIR) bertujuan untuk mengetahui gugus fungsional senyawa yang ada pada biosorben *baglog*. Pengujian menganalisis karakterisasi biosorben non-aktivasi maupun biosorben teraktivasi menggunakan teknik *Fourier Transform Infrared* (FTIR) bertujuan untuk mengetahui gugus fungsional senyawa yang ada pada biosorben *baglog*. Hasil dari analisis FTIR pada biosorben *baglog* yang tidak teraktivasi maupun yang tidak teraktivasi dapat dilihat pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2 dibawah ini.



Gambar 3.1 Analisis FTIR Biosorben Non-Aktivasi

Sumber : Data Primer, 2016



Gambar 3.2 Analisis FTIR Biosorben Teraktivasi

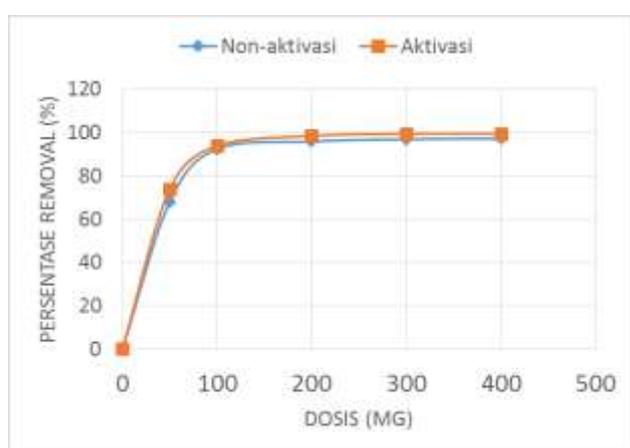
Sumber : Data Primer, 2016

Menurut Lambert, 1987 hasil pembacaan FTIR biosorben yang tidak teraktivasi maupun yang teraktivasi masing-masing menunjukkan frekuensi $3412,32 \text{ cm}^{-1}$ untuk biosorben tidak

teraktivasi dan $3430,38\text{ cm}^{-1}$ untuk biosorben teraktivasi yang menunjukkan bahwa terdapat gugus fungsi O-H dan NH_2 , dimana gugus O-H menunjukkan gugus hidroksil yang memiliki muatan negatif dan dapat melakukan pengikatan terhadap *Methylene Blue* yang memiliki gugus positif.

3.1. Variasi Massa

Variasi massa dilakukan terhadap produk biosorben non-aktivasi dan teraktivasi dengan hasil massa optimum yang diperoleh adalah 100mg. Semakin tinggi massa biosorben yang digunakan,



Gambar 3.3 Grafik Variasi Massa

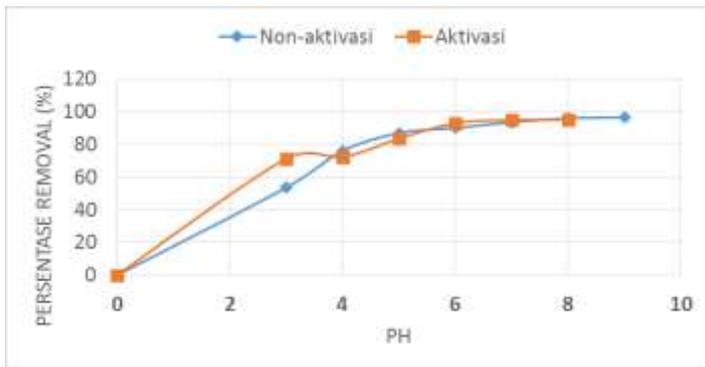
maka kemampuan removal biosorben untuk menyerap *Methylene Blue* semakin meningkat. Namun, peningkatan kemampuan penyerapan *Methylene Blue* tidak terlihat signifikan setelah massa 100mg baik untuk biosorben yang tidak teraktivasi maupun biosorben yang teraktivasi dikarenakan biosorben telah mengalami kondisi equilibrium pada massa tersebut. Pada massa

100mg, kemampuan removal biosorben non-aktivasi mencapai 90% sedangkan untuk biosorben yang teraktivasi mencapai 92%.

3.2. Variasi pH

Ketika pH larutan di bawah 3, permukaan biosorben bermuatan positif karena protonasi gugus amino menyebabkan gaya tolak elektrostatis antara situs aktif bermuatan positif pada adsorben dan molekul kationik *Methylene Blue* sehingga kapasitas adsorpsi terhadap ion *Methylene Blue* menurun. Namun, pada saat nilai pH menjadi 3 terjadi peningkatan kapasitas adsorpsi yang disebabkan interaksi antara adsorben dan adsorbat, karena ada gugus aromatik di permukaan biosorben dan *Methylene Blue*. Ketika pH larutan lebih dari 3, muatan permukaan adsorben menjadi negatif karena deprotonasi gugus fenolik di permukaan biosorben, dan efisiensi removal *Methylene*

Blue juga akan meningkat secara signifikan. Dari data tabel dan grafik diatas pH optimum yang akan digunakan untuk tahap percobaan selanjutnya adalah pada pH 7 baik non-aktivasi maupun

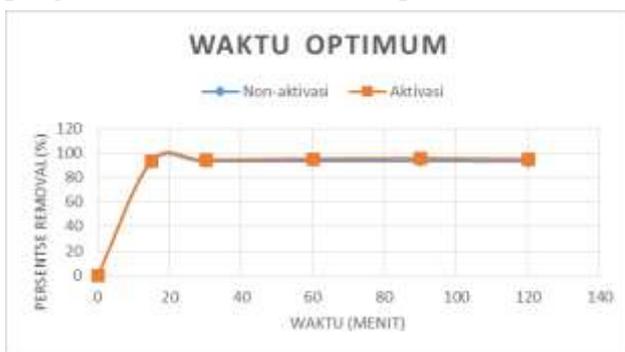


biosorben yang teraktivasi. Hal ini disebabkan pada pH 7 telah diperoleh presentase removal untuk biosorben yang tidak teraktivasi sebesar 94% dan teraktivasi sebesar 95%. Dengan kata lain pada pH 7 proses adsorpsi mengalami kesetimbangan sehingga pada

pH lebih dari 8 kapasitas adsorpsi untuk kedua jenis biosorben tidak mengalami kenaikan yang signifikan. Selain itu, pada pH tersebut *Methylene Blue* mengalami presipitasi.

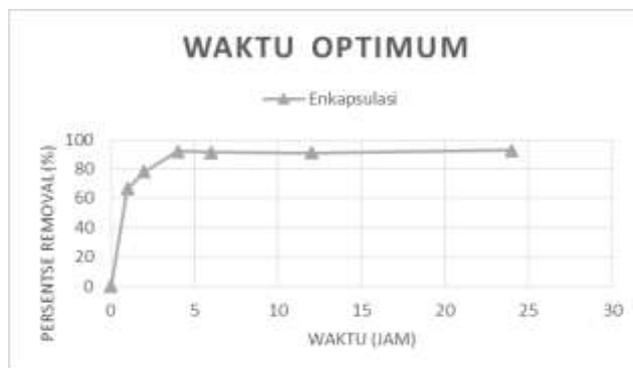
3.3. Variasi Waktu

Pada biosorben non-aktivasi dan biosorben teraktivasi terjadi peningkatan drastis pada waktu pengadukan 15menit namun pada waktu 30menit, 60menit dan 90menit kemampuan removal



Gambar 3.5 Grafik Variasi Waktu Non-Aktivasi dan Teraktivasi

terhadap *Methylene Blue* tidak meningkat secara signifikan. Sedangkan pada waktu 120 menit terjadi penurunan kemampuan removal yang mungkin disebabkan oleh proses desorpsi. Pada biosorben terenkapsulasi terjadi peningkatan drastis pada waktu 1jam menuju 4jam. Namun



Gambar 3.6 Grafik Variasi Waktu Terenkapsulasi

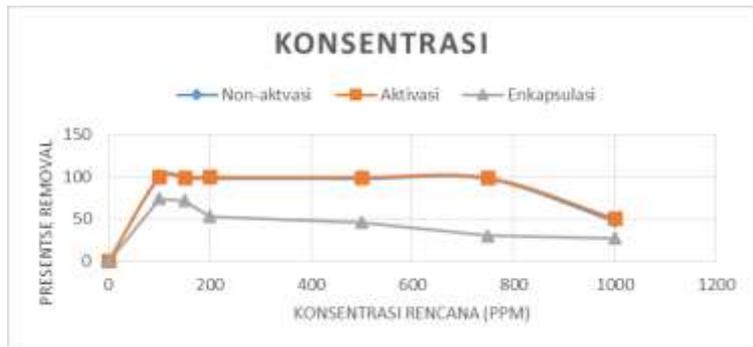
setelah 4jam kemampuan removal dari biosorben terenkapsulasi menurun sehingga mungkin pada waktu lebih dari 4jam biosorben terenkapsulasi mengalami proses desorpsi.

Kemampuan removal biosorben non-aktivasi pada waktu kontak 15menit adalah 92% sedangkan biosorben teraktivasi memiliki

kemampuan removal 93%. Untuk biosorben terenkapsulasi pada waktu kontak 4 jam kemampuan removal mencapai 92%.

3.4. Variasi Konsentrasi

Dari Gambar 3.7 dapat dilihat bahwa kemampuan penyerapan semakin menurun dengan meningkatnya konsentrasi *Methylene Blue*. Biosorben yang teraktivasi memiliki kemampuan



penyerapan yang paling efektif dibandingkan dengan produk biosorben lainnya.

Gambar 3.7 Grafik Variasi Konsentrasi

3.5. Isotherm

Model *isotherm* digunakan untuk proses adsorpsi antara *Methylene Blue* dengan biosorben baglog adalah *isotherm* langmuir dan *isotherm* freundlich, dengan melihat nilai R^2 yang lebih besar atau mendekati nilai 1 yang menunjukkan tingkat error yang rendah. Dengan memvariasikan konsentrasi *Methylene Blue* yang berkisar antara 100ppm hingga 1000ppm dengan kondisi massa, pH dan waktu yang sama pada tiap jenis biosorben non-aktivasi, teraktivasi dan terenkapsulasi.

Dari hasil nilai R^2 yang diperoleh pada keuda model *isotherm*, dapat disimpulkan model *isotherm* yang akan digunakan dalam model *isotherm* Langmuir dengan nilai R^2 hampir mendekati nilai 1.

Biosorbent	Langmuir			Freundlich		
	Qm (mg/g)	KL	R ²	KF	n	R ²
Non-activated	121,74	0,465	0,922	5,934	9,193	0,656
Activated	132,20	2,441	0,947	6,445	10,646	0,735
Encapsulated	130,81	0,015	0,997	3,006	2,768	0,951

Gambar 3.7 Grafik Variasi Konsentrasi

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka didapat kesimpulan :

- Massa optimum adalah 100mg, pH optimum adalah 7, waktu kontak optimum adalah 15menit untuk biosorben non-ktivasi dan aktivasi sedangkan untuk biosorben terenkapsulasi adalah 4jam.
- Model isotherm yang digunakan adalah model isotherm langmuir dengan nilai R^2 untuk biosorben non-aktivasi adalah 0,922, biosorben teraktivasi 0,947 dan biosorben terenkapsulasi 0,997
- Kapasitas adsorpsi untuk biosorben non-aktivasi adalah 121,74mg/g, biosorben teraktivasi 132,2mg/g dan biosorben terenkapsulasi adalah 130,81mg/g

DAFTAR PUSTAKA

- Gufta FK. 1998. **Utilization of bagasse fly ash generated in the sugar industry for removal and recovery of phenol and p-Nitrophenol from wastewater.** *Journal of Chemical Technology & Biotechnology.* Volume 71 Pages 180 – 186.
- Hameed B.H., Din A.T.M. & Ahmad A.L. 2006. **Adsorption of Methylene Blue onto bamboo-based activated carbon: Kinetics and equilibrium studies**
- Lambert J. B., Shurvell H.F & Cooks R.G. 1987. **Introduction to Organic Spectroscopy.** Macmillan Publ. N.Y
- Uyar G, Kaygusuz H & Erim F.B. 2015. **Methylene Blue removal by alginate–clay quasi-cryogel beads.** *Reactive and Functional Polymers.* Volume 106 Pages 1-7.
- Vieira, R. H. S. F. & Volesky, B., 2000, **Biosorption: a solution to pollution,** *International Microbiol.* Volume 3 Pages 17-24.