

PENGGUMPALAN AIR KERUH MENGGUNAKAN
BAHAN PENGGUMPAL BIJI *MORINGA OLEIFERA* DAN ALUM

DEYENDRA A/L BHASKAR

DISSERTASI INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI
SEBAHAGIAN DARIPADA SYARAT MEMPEROLEHI
IJAZAH SARJANA MUDA DENGAN KEPUJIAN

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PROGRAM KIMIA INDUSTRI
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

APRIL 2007



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: PENGAMMPALAN AIR KERUH MENGGUNAKAN BAHAN
PENGAMPAL BIJI MORINGA OLEIFERA DAN ALUM
Ijazah: SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEAUTIAN

SESI PENGAJIAN: 2004 200

Saya DEYENDRA A/L BHASKAR
(HURUF BESAR)

mengaku mbenarkan tesis (LPS/Sarjana/Doktor Falsafah)* ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:

1. Tesis adalah hak milik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. **Sila tandakan (/)

SULIT

(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD

(TANDATANGAN PENULIS)

Disahkan oleh

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Prof. Madya Dr. Marcus Jopony
Nama Penyclia

Lamat Tetap: BLOCK A II, 104, SECTION
WANGSA MAJU, SETAPAK,

3300 KUALA LUMPURTarikh: 19/4/2007

Tarikh: _____

TATATAN: * Potong yang tidak berkenaan.

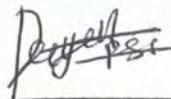
** Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.

@ Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan, atau disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



PENGAKUAN

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri
kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya
telah dijelaskan sumbernya.



APRIL, 2007

DEYENDRA A/L BHASKAR
HS 2004 - 4612

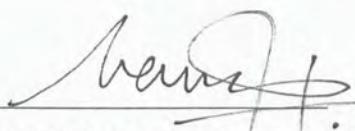


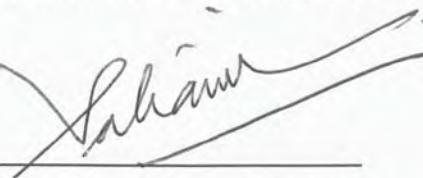
UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

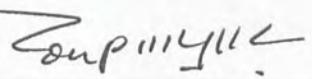
PENGESAHAN

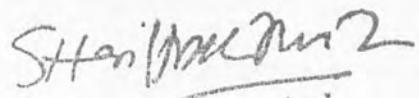
NAMA : DEYENDRA A/L BHASKAR

TAJUK: PENGGUMPALAN AIR KERUH MENGGUNAKAN BAHAN
PENGGUMPAL BIJI *MORINGA OLEIFERA* DAN ALUM


PROF. MADYA DR. MARCUS JOPONY


DR. SUHAIMI MD. YASIR


EN. MOH PAK YAN


DEKAN

APRIL, 2007



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENGHARGAAN

Pertama sekali, saya berasa bersyukur kepada Tuhan kerana dapat menyempurnakan segala kerja kajian ini dengan sempurna. Saya ingin merakamkan setinggi-tinggi terima kasih kepada penyelia saya Prof. Madya Dr. Marcus Jopony di atas segala bantuan, tunjuk ajar, komen serta cadangan yang diberikan oleh beliau di sepanjang kajian ini.

Saya juga merakamkan ucapan terima kasih saya kepada para pensyarah lain yang sentiasa memberikan bantuan dan tunjuk ajar dalam menyiapkan kajian ini. Segala bantuan dan tunjuk ajar mereka akan saya sentiasa hargai. Saya juga ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pembantu makmal terutamanya En.Sani yang sentiasa memberikan bantuan seperti menyediakan peralatan makmal bagi menjalankan analisis-analisis makmal dalam kajian ini.

Saya juga ingin merakamkan ucapan terima kasih kepada rakan seperjuangan saya yang turut membantu dalam menyempurnakan kajian ini. Akhirnya, saya juga merakamkan setinggi-tinggi penghargaan dan terima kasih kepada ibu bapa saya yang sentiasa memberikan dorongan dan galakan kepada saya.

DEYENDRA A/L BHASKAR

(HS 2004-4612)

ABSTRAK

Keupayaan *Moringa oleifera* sebagai penggumpal semulajadi untuk air keruh adalah dikaji menggunakan kaedah ‘jar test’. Parameter yang dikaji termasuk dos penggumpal, turbiditi awal, dan masa pengacauan. Nilai turbiditi diukur pada akhir setiap eksperimen. Sebagai perbandingan, eksperimen sama dijalankan menggunakan alum sebagai penggumpal. Pengaruh dos penggumpal untuk *Moringa oleifera* dan alum menunjukkan bahawa dengan penambahan dos akan mengurangkan turbiditi. Trend untuk kedua-dua penggumpal adalah sama. Dos yang optimum untuk kedua-dua penggumpal ialah 0.1 g. Manakala pengaruh turbiditi awal bagi *Moringa oleifera* menunjukkan peratus pengurangan yang tinggi berbanding alum yang menunjukkan peratus pengurangan yang rendah. Trend kedua-dua penggumpal adalah berbeza. Keadaan turbiditi awal yang optimum bagi kedua-dua penggumpal adalah berbeza dimana turbiditi awal optimum *Moringa oleifera* ialah rendah manakala turbiditi awal optimum bagi alum ialah tinggi. Pengaruh masa pengacauan untuk *Moringa oleifera* dan alum pula menunjukkan masa yang pendek diperlukan untuk proses penggumpalan berlaku. Masa optimum ialah 10 minit untuk alum dan *Moringa oleifera*. Trend dan optimum bagi kedua-dua ialah sama. Secara kesimpulannya, kedua-dua *Moringa oleifera* dan alum adalah efektif untuk proses penggumpalan dalam air keruh.



**COAGULATION IN TURBID WATER USING
MORINGA OLEIFERA SEEDS AND ALUM**

ABSTRACT

The ability of Moringa oleifera as a natural coagulant for turbid water was studied according to the jar test. The variables studied include dosage, initial turbidity and mixing time. The final turbidity was recorded at the end of each experiment. For comparison, a similar experiment was carried out using alum as the coagulant. The effect of dosage for Moringa oleifera and aluminum sulphate shows the increasing in dosage will decrease the residual turbidity. The trend for both coagulant Moringa oleifera and alum are same. The optimum dosage was 0.1g for both coagulants. The effect of initial turbidity for Moringa oleifera shows high percentage of turbidity reduction meanwhile aluminum sulphate shows low percentage of turbidity reduction. The trend for both coagulants is not similar. The optimum condition for both coagulants is different where Moringa oleifera optimum is at low initial turbidity meanwhile alum optimum is at higher initial turbidity. Moringa oleifera is a better coagulant than alum for initial turbidity. The effect of mixing time for Moringa oleifera and alum shows less mixing time is needed for coagulation to happen. The optimum mixing time for both coagulants is 10 minutes. The trend is decreasing for both the coagulants. As a conclusion, both Moringa oleifera and alum are effective for coagulation process in turbid water.

KANDUNGAN

Muka Surat

PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	x
SENARAI RAJAH	xi
SENARAI UNIT	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Pengenalan	1
1.2 <i>Moringa oleifera</i>	2
1.3 Objektif Kajian	3
1.4 Skop Kajian	3
BAB 2 ULASAN LITERATUR	4
2.1 Proses perawatan air	4
2.2 Proses sedimentasi	6
2.2.1 Mekanisma sedimentasi	6
2.2.2 Prinsip sedimentasi	7
2.3 Jenis penggumpal	10
2.3.1 Garam inorganik	10



2.3.2 Polimer sintetik	13
2.3.3 Penggumpal semulajadi	15
2.4 Faktor – faktor yang mempengaruhi penggumpalan	16
2.4.1 Pengaruh dos bahan penggumpal	16
2.4.2 Pengaruh nilai turbiditi awal	17
2.4.3 Pengaruh suhu	18
2.4.4 Pengaruh pH	19
2.5 <i>Moringa oleifera</i> sebagai bahan penggumpal	20
2.5.1 Ciri- ciri <i>Moringa oleifera</i>	20
2.5.2 Kajian terdahulu <i>Moringa oleifera</i> sebagai bahan penggumpal	21
BAB 3 BAHAN DAN KAEADAH	22
3.1 Sampel Kajian	22
3.1.1 Sampel biji <i>Moringa oleifera</i>	22
3.1.2 Sampel larutan alum, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$	23
3.1.3 Sampel ampaian kaolin	23
3.2 Alat Radas Proses Sedimentasi	23
3.3 Pengukuran Turbiditi	24
3.4 Eksperimen Sedimentasi	25
3.4.1 Pengaruh dos bahan penggumpal terhadap proses penggumpalan	25
3.4.2 Pengaruh turbiditi awal terhadap proses penggumpalan	26
3.4.3 Pengaruh masa pengacauan terhadap proses penggumpalan	27
3.5 Baki Turbiditi	28

BAB 4	KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	29
4.1	Pengaruh dos bahan penggumpal terhadap proses penggumpalan	29
4.2	Pengaruh turbiditi awal terhadap proses penggumpalan	32
4.3	Pengaruh masa pengacauan terhadap proses penggumpalan	35
BAB 5	KESIMPULAN	38
RUJUKAN		39

SENARAI JADUAL

No. Jadual		Muka surat
Jadual 2.1	Kualiti air minuman	5
Jadual 2.2	Kelebihan dan keburukan garam inorganik	11
Jadual 2.3	Baki turbiditi untuk dos bahan penggumpal yang berlainan	17
Jadual 2.4	Turbiditi awal yang berlainan diperlukan untuk dos penggumpal yang tetap	18
Jadual 2.5	pH berbeza untuk baki turbiditi akhir larutan	19
Jadual 2.5	Kajian terdahulu <i>Moringa oleifera</i> sebagai penggumpal	21
Jadual 3.1	Dos penggumpal yang bebeza terhadap proses penggumpalan	25
Jadual 3.2	Turbiditi awal yang berbeza pada dos penggumpal yang ditetapkan	26
Jadual 3.3	Masa pengacauan yang berlainan pada dos dan turbiditi yang ditetapkan	24
Jadual 4.1	Nilai untuk baki turbiditi pada dos penggumpal yang berbeza untuk penggumpal <i>Moringa oleifera</i> semasa proses penggumpalan	30
Jadual 4.2	Nilai untuk baki turbiditi pada dos penggumpal yang berbeza untuk penggumpal alum semasa proses penggumpalan	30
Jadual 4.3	Nilai peratus pengurangan turbiditi untuk penggumpal <i>Moringa oleifera</i> semasa proses penggumpalan	32
Jadual 4.4	Nilai peratus pengurangan turbiditi untuk penggumpal alum semasa proses penggumpalan	33
Jadual 4.5	Nilai baki turbiditi pada masa pengacauan yang berbeza untuk <i>Moringa oleifera</i> semasa proses penggumpalan	35
Jadual 4.6	Nilai baki turbiditi pada masa pengacauan yang berbeza untuk alum semasa proses penggumpalan	36

SENARAI RAJAH

No. Rajah		Muka Surat
Rajah 1.1(a)	Pokok <i>Moringa oleifera</i>	2
Rajah 1.1(b)	Bunga <i>Moringa oleifera</i>	2
Rajah 3.1	Biji <i>Moringa oleifera</i>	22
Rajah 3.2	Alat ‘Jar Tester’	24
Rajah 3.3	Alat Turbiditimeter	24
Rajah 4.1	Baki turbiditi pada dos <i>Moringa oleifera</i> dan alum yang berbeza	30
Rajah 4.2	Peratus pengurangan turbiditi untuk penggumpal <i>Moringa oleifera</i> dan alum pada turbiditi awal yang berbeza	32
Rajah 4.3	Baki turbiditi untuk <i>Moringa oleifera</i> dan alum pada masa yang berlainan	34



SENARAI UNIT

NTU	Nephelometric Turbidity Units
°C	Suhu darjah Celsius
g	gram
mg	miligram
ppm	bahagian per sejuta
mm	milimeter
min	minit
m	meter
l	liter
°K	Suhu darjah Kelvin
cm	sentimeter
ml	mililiter



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Salah satu proses utama dalam pemprosesan air ialah penjernihan air. Proses ini amnya bertujuan untuk mengasingkan pepejal atau zarahan terampai dengan cara mengumpulkan partikel-partikel saiz kecil menjadi flok bersaiz besar dengan ketumpatan tinggi supaya dapat termendap ke dasar air (Bhaskar & Hashim, 1996). Proses ini juga dikenali sebagai proses sedimentasi. Proses sedimentasi boleh berlaku secara semulajadi tetapi pada kadar yang perlahan maka lazimnya kadar sedimentasi dinaikkan secara proses penggumpalan (Bhaskar & Hashim, 1996).

Lazimnya, penggumpal yang digunakan untuk tujuan penjernihan air ialah penggumpal garam inorganik dan polimer sintetik (Grabow *et al.*, 1985). Namun kebelakangan ini penggumpal semulajadi seperti, chitosan (Huang & Chen, 1996), alga (Pieterse & Cloot, 1997) dan *Moringa oleifera* (Suleyman & Lilian, 1995) telah mendapat perhatian.

1.2 *Moringa oleifera*

Moringa oleifera ialah tumbuhan genus berasal daripada keluarga Morigacea dan terdapat 14 jenis spesis yang terkenal di bawahnya (Henrik, 2005), dan dikenali sebagai kelor di Malaysia. Tumbuhan *Moringa oleifera* asalnya ialah dari bahagian selatan India, dan sekarang ia digunakan di seluruh India. Tumbuhan ini selalunya tumbuh di kawasan yang lembab dengan kadar hujan tahunan sebanyak 3000mm. Tumbuhan ini juga lebih sesuai di kawasan berpasir atau tanah gembur dan tanah yang mempunyai pH lebih kurang 9. Di Malaysia, tumbuhan ini digunakan sebagai sumber makanan iaitu biji *Moringa oleifera* dimakan sebagai kacang dan daun *Moringa oleifera* digunakan sebagai salad dalam makanan kerana ia mengandungi vitamin A, B dan juga C (Henrik, 2005). Rajah 1.1 (a) dan (b) masing – masing menunjukkan pokok dan bunga *Moringa oleifera*.



(a)



(b)

Rajah 1.1 (a) Pokok *Moringa oleifera*, (b) Bunga *Moringa oleifera*

1.3 Objektif Kajian

Objektif dalam kajian ini adalah seperti berikut:

- a) Untuk menentukan pengaruh dos penggumpal, turbiditi awal, dan masa pemendakan ke atas proses penggumpalan.
- b) Untuk membandingkan kecekapan *Moringa oleifera* dan alum sebagai penggumpal dalam penyingkiran turbiditi.

1.4 Skop Kajian

Dalam kajian ini, serbuk biji *Moringa oleifera* adalah dinilai kebolehannya sebagai bahan penggumpal. Ujian balang (jar test) adalah dijalankan untuk menentukan pengaruh dos penggumpal, pengaruh turbiditi awal dan pengaruh masa pemendakan terhadap penggumpalan. Ampaian kaolin digunakan sebagai sampel air keruh dalam setiap eksperimen. Turbiditi adalah parameter utama yang diukur dalam setiap eksperimen.

BAB 2

ULASAN LITERATUR

2.1 Proses perawatan air

Secara konvensyennya, proses perawatan air untuk tujuan minum dijalankan di dalam loji perawatan air (WTP). Proses perawatan air ini melibatkan beberapa peringkat iaitu penapisan, pra – pengenapan, pengudaraan, pelembutan, flokulasi & penggumpalan, penurasan, penyahjangkitan, pengapuran dan pemfluoridaan (Kemmer, 1988).

Untuk memperolehi air yang sesuai diminum, air mentah yang keruh perlu dirawat untuk memperolehi kualiti yang diperlukan (Kemmer, 1988). Air untuk kegunaan domestik dan perbandaran seharusnya mematuhi piawaian kualiti air yang telah ditetapkan seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 2.1.

Jadual 2.1 Kualiti air minuman.

Parameter	Units	WHO, International Standard	
		Recommended	Maximum Permissible Level
Aluminum	mg/L	—	—
Arsenic	mg/L	—	0.05
Chloride	mg/L	200	600
Copper	mg/L	0.05	1.5
Fluoride	mg/L	—	0.6 – 1.7 ^a
Iron	mg/L	0.1	1.0
Lead	mg/L	—	0.1
Magnesium	mg/L	—	150 ^c
Manganese	mg/L	0.05	0.5
Mercury	mg/L	—	0.001
Nitrate	mg/L – N	—	—
Phosphorus	mg/L	—	—
Sodium	mg/L	—	—
Sulfate	mg/L	200	400
Zinc	mg/L	5	15
TDS	mg/L	500	1500
Total Hardness	mg/L CaCO ₃	100	500
Selenium	mg/L	—	0.01
Color	mgPt/L	5	50
Turbidity	TU	5	25
pH	units	7.0 – 8.5	6.5 – 9.2
Coliform	org/100mL	—	1
Foaming agents (MBAS)	mg/L	0.2	1.0

Sumber : Montgomery (1985).

2.2 Proses Sedimentasi

Kekeruhan air adalah disumbangkan oleh pepejal terampai dan dalam loji perawatan air bahan pencemar ini disingkirkan atau diasingkan dengan proses sedimentasi (Bhaskar & Hashim, 1996). Tujuan asas proses sedimentasi ialah untuk mengasingkan koloid atau pepejal terampai dan seterusnya menurunkan turbiditi. Proses sedimentasi terdiri daripada dua proses kecil, iaitu proses penggumpalan dan proses flokulasi (Bhaskar & Hashim, 1996).

2.2.1 Mekanisma Sedimentasi

Mekanisma sedimentasi secara amnya menerangkan bagaimana proses flokulasi berlaku. Partikel koloid dikelompok menjadi satu kelompok besar dikenali sebagai proses flokulasi. Bagi membolehkan berlakunya proses ini, partikel yang telah tergumpal dalam air yang dirawat dikacau secara perlahan – lahan untuk menggalakkan pembentukan kelompok besar untuk terenap secara graviti (Tillman, 1996). Biasanya, istilah flokulasi ini digunakan untuk pengelompokan berbalik partikel dalam mana daya – daya yang menentang partikel – partikel bersama adalah lemah dan koloid boleh terserak balik oleh penggoncangan (Tillman, 1996).

Sebenarnya, proses pengacauan secara perlahan – lahan itu akan menyebabkan penggumpalan partikel – partikel untuk mengumpul dan melekat bersama menjadi satu kelompok yang besar dan mudah terenap. Proses flokulasi ini diperlukan bagi membolehkan masa yang cukup dan peluang untuk berlakunya pelanggaran yang mencukupi disediakan (Tillman, 1996).

Pelanggaran sedemikian menggalakkan pembentukan flok berjisim besar yang mudah disingkirkan. Dengan meningkatnya saiz flok, ia berlanggar dan memerangkap lebih kelodak, alga, bakteria, dan virus, dengan itu meneruskan penyingkiran partikel sambil meningkatkan berat untuk penyingiran secara enapan (Tillman, 1996).

Konsep Hukum Stoke dan teori lapisan dubel elektrik adalah berguna dalam menerangkan kelakuan flok yang terbentuk semasa proses flokulasi. Konsep Hukum Stoke dan teori lapisan dubel elektrik diterangkan dalam bahagian prinsip sedimentasi (Tillman, 1996).

2.2.2 Prinsip Sedimentasi

Secara semulajadinya, proses ini adalah perlahan dan bergantung kepada saiz partikel (i.e Hukum Stoke), dan adalah perlu dipercepatkan dalam loji rawatan air (Tillman, 1996). Proses sedimentasi dalam air boleh dipengaruhi oleh ketebalan lapisan dubel elektrik (EDL).

Prinsip sedimentasi dapat ditunjukkan oleh Hukum Stokes. Hukum Stokes ialah:

$$V = \frac{g \cdot D^2 (\rho_1 - \rho_2)}{18\mu}$$

V = halaju pengenapan,

g = pemalar graviti,

2.3.3 Penggumpal semulajadi

Penggumpal semulajadi ialah penggumpal seperti kitosan, *Moringa oleifera*, alga, dan sebagainya (Henrik, 2005). *Moringa oleifera* kadangkala dikenali sebagai “drumstick” ataupun “horseradish tree” dengan sifat bijinya yang terbuka, bentuknya bagai mahkota payung, buahnya lurus dan akhir sekali pokoknya menghasilkan batang yang berakar tunjang. Buahnya akan bertukar menjadi hijau pekat, padat and juga sehingga 120cm panjang bergantung kepada jenisnya (Henrik, 2005). Kitosan pula diperolehi daripada proses “deacetylation” oleh kitin. Struktur kimia untuk kitosan terdiri daripada selulosa. Selulosa ialah polimer D-glukosa dan kitosan merupakan polimer D-glukoamina dimana kumpulan NH₂ menggantikan tempat kumpulan OH pada karbon-2 pada D-glukosa (Huang & Chen, 1996).

Kajian mengenai keberkesanannya *Moringa oleifera* terhadap pH dalam air keruh telah dijalankan (Jahn, 1986). Penjernihan air keruh dengan cara ini hanya untuk dos *Moringa oleifera* dalam skala yang kecil. (Jahn, 1986). Kebaikan kitosan sebagai penggumpal pula ialah kitosan paling berkesan pada pH diantara 7.0 hingga 7.5 dan keberkesanannya jatuh cepat pada nilai pH yang tinggi atau rendah (Jahn, 1986).

Penggumpal semulajadi diberi perhatian kerana biji penggumpal *Moringa oleifera* yang mempunyai jisim molekul yang rendah (protein yang larut dalam air), akan membawa cas positif. Bila biji yang dihancurkan ditambah kepada air keruh protein yang membentuk cas positif akan bertindak sebagai magnet dan menarik zarah yang cas negatif daripada semua bahan asing dalam air (Ravi & Sivasankara, 2001).

Proses penggumpalan akan berlaku apabila protein mengikat semua cas negatif untuk membentuk flok melalui penggumpulan semua zarah yang hadir dalam air. Flok ini mudah untuk disingkirkan melalui pemendakan dan penurasan. Bahan ini bukan sahaja boleh menjernihkan air dengan turbiditi yang tinggi tetapi juga air yang mempunyai turbiditi sederhana dan rendah (Jahn, 1986).

2.4 Faktor – faktor yang mempengaruhi penggumpalan

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi proses penggumpalan iaitu dos penggumpal, turbiditi, suhu, dan pH. (Jahn, 1986).

2.4.1 Pengaruh dos bahan penggumpal

Pengaruh dos bahan penggumpal ialah apabila penambahan dos penggumpal keberkesanan pengurangan turbiditi meningkat (Katayon *et al.*, 2006). Pada dos penggumpal rendah turbiditi akhir yang didapati ialah tinggi berbanding dengan dos penggumpal tinggi dimana turbiditi akhirnya ialah rendah. Dalam hal ini bahan penggumpal yang digunakan sebagai contoh ialah *Moringa oleifera* (Katayon *et al.*, 2006). Menurut Katayon *et al.*, (2006), terdapat pengurangan dalam turbiditi akhir pada dos yang tinggi semua kerana semua partikel air keruh diperangkap untuk membentuk flok yang memudahkan untuk menjernihkan air. Jadual 2.3 menunjukkan turbiditi akhir untuk dos bahan penggumpal yang berlainan (Katayon *et al.*, 2006).

Jadual 2.3 Menunjukkan turbiditi akhir untuk dos bahan penggumpal yang berlainan.

Turbiditi awal (NTU)	Isipadu (ml)	Berat penggumpal (g)	Masa pemendakan (min)	Turbiditi akhir (NTU)
50	500	0.1	60	26.5
50	500	0.2	60	25.8
50	500	0.3	60	24.3
50	500	0.4	60	23.9
50	500	0.5	60	23.2

2.4.2 Pengaruh nilai turbiditi awal

Pengaruh turbiditi awal ialah apabila turbiditi awal meningkat keberkesanan pengurangan turbiditi menurun. Pada turbiditi awal yang rendah peratus pengurangan turbiditi adalah tinggi berbanding dengan turbiditi awal yang tinggi dimana peratus pengurangan turbiditinya ialah rendah. Dalam hal ini bahan penggumpal yang digunakan sebagai contoh ialah *Moringa oleifera* (Ndabigengesere & Narasiah, 1998).

Menurut (Ndabigengesere & Narasiah, 1998), terdapat peratus pengurangan turbiditi pada turbiditi awal yang tinggi ialah kerana semua partikel sudah tepu dan tidak dapat bertindakbalas. Pada dos yang rendah semua partikel penggumpal telah dipenuhi dengan partikel air keruh menyebabkan peratus pengurangan turbiditi berkurang.

Jadual 2.3 menunjukkan baki turbiditi untuk dos bahan penggumpal yang berlainan.



Jadual 2.4 Turbiditi awal yang berbeza diperlukan untuk dos penggumpal yang tetap.

Turbiditi awal (NTU)	Isipadu (ml)	Dos penggumpal (g)	Masa Pemendakan(min)	Turbiditi akhir (NTU)	Peratus pengurangan turbiditi (%)
20	500	0.2	60	15.5	22.5
40	500	0.2	60	34.4	14.0
60	500	0.2	60	53.3	11.2

2.4.3 Pengaruh suhu

Pengaruh suhu ialah pada suhu yang rendah menyebabkan proses penggumpalan mengubah keterlarutan penggumpal, meningkatkan kelikatan air dan membantu kinetik tindakbalas hidrolisis untuk flokulasi partikel (Amirtharajah & Mills, 1982).

Pada suhu yang tinggi, menyebabkan penambahan flokulasi, proses sedimentasi pada kadar yang rendah akan berlaku (Amirtharajah & Mills, 1982). Ini adalah kerana keterlarutan penggumpal tidak akan berubah, menurunkan kelikatan air untuk menarik zarah daripada air dan meningkatkan tindakbalas kinetik untuk proses flokulasi. Tiada penggumpal yang secara spesifiknya digunakan untuk pengaruh suhu (Amirtharajah & Mills, 1982).

RUJUKAN

- Amirtharajah, A., and K.M., Mills. 1982. Rapid – mix design for mechanisms of alum coagulation. *Journal of American Water Works Association* 74(4), 210-216.
- Bernazau, F., Pierrone, P., Duguet, J.P. 1992. Interest in using a streamline current detector for automatic coagulant dose control. *Water Supply* 10(4) ms. 87 – 96.
- Bhaskar, S. G., and Hashim, M. A. 1996. Water Treatment Plants. Narosa Publishing House. *Sedimentation* (5) ms.107 – 123.
- Barefield, L.D., Judkins, J.F., and Weand, B.L. 1982. Process Chemistry for Water and Wastewater Treatment. United States of America. Prentice Hall INC, ms.20 – 25.
- Das, A., Raja, M., and Satyanarayana, C.S.S. 2005. Turbidity removal by *Moringa oleifera* – alum bend. *Journal of Civil and Environmental Engineering* 1(3), 17 – 26.
- Fladerer, F., Krist H., Rohowski G., Schneider W. 1995: A comparative study of methods of desinfecting drinking water in developing countries. *GTZ, Eschborn*, ms. 32 – 38.

Fornshell, G. 2001. Extension aquaculture educator, *University of Idaho, Western Regional Aquaculture Center*, ms. 1 – 5.

Grabow, W.O.K., Slabert, J.L., Morgan, W.S.G., and Jahn, S.A.A. 1985. Toxicity and nutagenicity evaluation of water coagulated with *Moringa oleifera* seed preparations using fish, protozoan, bacterial, enzyme and Ames *Salmonella* assays, *Water SA* 11, ms. 9 – 14.

Hearhoff, J. and Jourbert, H. 1997. Determination of Aggregation and Breakup Constant During Flocculation. *Water Science and Technology; the Role of Particle Characteristic in separation processes* 36(4), ms. 33 – 40.

Henrik, L. 2005. Use of sand filtration on river water flocculated with Moringa oleifera. *Lulea University, Department of Environmental and Civil Engineering*, ms. 1 – 6.

Huang, C. P. and Chen, Y. 1996. Coagulation of colloidal particles in water by Chitosan. *Journal Chemical Technology & Biotechnology* 66, 227-232.

Jahn, S. A. A. 1986. Proper use of African natural coagulants for rural water supplies, *Manual No. 191, GTZ, Eschborn*, ms. 40 – 47.

- Katayon, S., Megat Mohd Noor, M.J., Asma, M., Abdul Ghani, L.A., Thamer, A.M., Azni, I., Ahmad, J., Khor, B.C., and Suleyman, A.M. 2006. Effects of storage conditions of *Moringa oleifera* seeds on its performance in coagulation. *Journal of Bioresource Technology* **50**, 1455 – 1460.
- Kemmer, F. N. 1988. The Nalco Water Handbook. 2nd edition. United States of America. Mc Graw-Hill Book Company.
- Lickso , I. 2004. Coagulation mechanisms – nano and microprocesses. *Journal of WaterScience and Technology* **50** (12), 193 – 200.
- Ndabigengesere, A and Narasiah, K.S. 1998. Quality of water treated by coagulation using *Moringa oleifera* seed. *Journal of Water Research* **32**(3), 781 – 791.
- Pieterse, A.J.H. and Cloot, A. 1997. Algal cells and coagulation, flocculation, and sedimentation processes. *Journal of Water Science Technology*, **36**(4), 111 – 118.
- Ravi, D., and Sivansankara, V.N.P. 2001. Flocculation of kaolinite suspensions in water by chitosan. *Journal of Water Research*, **35**(16), 3904 – 3908.
- Suleyman, A.M. and Lilian, M.E . 1995. *Moringa oleifera* seeds for softing water. *Journal of Water Research* **29** (4), 1099 – 1105.

Sutherland, J.P., Folkard, G.K. and Grant, W.D. 1990. Natural coagulants for appropriate water treatment: a novel approach, *Waterlines* 8(4), ms. 30 – 32.

Tebbutt, T.H.Y. 1992. *Principle of Water Quality Control* 4th edition. Butterworth – Heinemann Ltd., Britian.

Tillman, G.M. 1996. *Water Treatment: Troubleshooting and Problem Solving*. Ann Arbor Press Inc., USA.

World Health Ogranization, 1993. Volume 1: *Guidelines for Drinking Water Quality*. Ed. Ke – 2. World Health Organization, Geneva.