

PROSES PENYAHJANGKITAN AIR DENGAN MENGGUNAKAN
KLORIN DAN SINARAN UV

ISMAIL BIN SUNU

FAKULTI SAINS DAN TEKNOLOGI
KOLEJ UNIVERSITI SAINS DAN TEKNOLOGI MALAYSIA

2005

4657

PROSES PENYAHJANGKITAN AIR DENGAN MENGGUNAKAN KLORIN
DAN SINARAN UV

Oleh

Ismail Bin Sunu

Laporan Penyelidikan ini diserahkan untuk memenuhi
Sebahagian keperluan bagi
Ijazah Sarjana Muda Teknologi (Alam Sekitar)

Pengarah Penyelidikan

Nama

Dep. Rasmal

Kolej Sains dan Teknologi

Kolej Universiti Sains dan Teknologi Malaysia

City Seremban

Jabatan Sains Kejuruteraan
Fakulti Sains dan Teknologi

KOLEJ UNIVERSITI SAINS DAN TEKNOLOGI MALAYSIA
2005



JABATAN SAINS KEJURUTERAAN
FAKULTI SAINS DAN TEKNOLOGI
KOLEJ UNIVERSITI SAINS DAN TEKNOLOGI MALAYSIA

PENGAKUAN DAN PENGESAHAN LAPORAN
PROJEK PENYELIDIKAN I DAN II

Adalah ini diakui dan disahkan bahawa laporan penyelidikan bertajuk:

PROSES PENYAHJANGKITAN AIR DENGAN MENGGUNAKAN KLORIN DAN
SINARAN UV

oleh ISMAIL BIN SUNU No. Matrik UK 7533 telah diperiksa dan semua pembetulan yang disarankan telah dilakukan. Laporan ini dikemukakan kepada Jabatan Sains Kejuruteraan sebagai memenuhi sebahagian daripada keperluan memperoleh IJAZAH SARJANA MUDA TEKNOLOGI (ALAM SEKITAR), Fakulti Sains dan Teknologi, Kolej Universiti Sains dan Teknologi Malaysia.

Disahkan oleh:

Penyelia Utama

Nama: PROF. MADYA IR AHMAD JUSOH
Ketua
Jabatan Sains Kejuruteraan
Fakulti Sains dan Teknologi
Kolej Universiti Sains dan Teknologi Malaysia
21030 Kuala Terengganu.

Tarikh: 13.4.05

Penyelia Kedua(jika ada)

Nama: SHAHRUL ISMAIL
PENSYARAH
Jabatan Sains Kejuruteraan
Fakulti Sains dan Teknologi
Kolej Universiti Sains dan Teknologi Malaysia

Tarikh: 14.4.05

Ketua Jabatan Sains Kejuruteraan

Nama: PM Ir Ahmad Bin Jusoh
Cop Rasmi:

Tarikh: 13.4.05

PENGHARGAAN

Syukur alhamdulillah saya ucapkan kepada Allah S.W.T kerana dengan limpah dan rahmat-Nya, akhirnya Projek Ilmiah Tahun Akhir (PITA) ini dapat disiapkan dengan jayanya. Di sini, saya ingin mengucapkan setinggi-tinggi penghargaan dan jutaan ribuan terima kasih kepada penyelia utama saya iaitu Prof. Madya Ir Ahmad Jusoh diatas jasa baik beliau dalam memberi tunjuk ajar, bimbingan, cadangan, teguran serta kritikan yang bernas sepanjang masa projek Ilmiah Tahun Akhir (PITA) ini di jalankan

Ucapan setinggi-tinggi penghargaan juga ingin saya berikan kepada penyelia bersama iaitu En. Shahrul Ismail diatas kerjasama serta sumbangan idea beliau sepanjang projek ini dijalankan. Tidak ketinggalan juga ucapan ribuan terima kasih ini ditujukan kepada Pn. Zalina selaku pembimbing yang juga merupakan pembantu makmal mikrobiologi diatas tunjuk ajar dan kerjasama yang telah di berikan terutamanya mengenai penggunaan radas dan teknik-teknik pengendalian amali yang berkaitan sepanjang projek ini dilaksanakan Kepada rakan-rakan seperjuangan, saya ucapkan setinggi-tinggi penghargaan diatas sokongan dan dorongan anda semua.

Kullas Jilid 1000

Ucapan setinggi-tinggi penghargaan di berikan kepada semua yang terlibat. Sekian.

JADUAL KANDUNGAN

| | Halaman |
|---------------------------------------|----------------|
| MUKA SURAT JUDUL | i |
| BORANG PENGESAHAN DAN KELULUSAN TESIS | ii |
| PENGHARGAAN | iii |
| JADUAL KANDUNGAN | iv |
| SENARAI JADUAL | viii |
| SENARAI RAJAH | ix |
| SENARAI PLAT | x |
| SENARAI SINGKATAN | xii |
| SENARAI LAMPIRAN | xiii |
| ABSTRAK | xiv |
| ABSTRACT | xv |
| | |
| BAB 1 PENDAHULUAN DAN OBJEKTIF | |
| 1.1 Penyahjangan Air | 1 |
| 1.2 Perspektif Sejarah | 2 |
| 1.3 Penyahjangan Masa Kini | 4 |
| 1.4 Penyataan masalah | 6 |
| 1.5 Objektif Kajian | 8 |
| 1.6 Skop kajian | 8 |

BAB 2 ULASAN BAHAN RUJUKAN

| | | |
|-------|---|----|
| 2.1 | Bakteria Penunjuk | 10 |
| 2.1.1 | <i>Bakteria Total Koliform</i> | 11 |
| 2.1.2 | <i>Bakteria Fekal Koliform</i> | 12 |
| 2.1.3 | <i>Bakteria Escherichia coli (E.coli)</i> | 13 |
| 2.2 | Bahan Penyahjangkit | 14 |
| 2.3 | Natrium Hipoklorit | 15 |
| 2.3.1 | <i>Tindak Balas Natrium Hipoklorit</i> | 18 |
| 2.3.2 | <i>Tindakan Natrium Hipoklorit Dalam Penyahjangkitan</i> <i>Proses Penyahjangkitan</i> | 19 |
| 2.3.3 | <i>Mekanisma Dan Kinetik Penyahjangkitan (NaOCl)</i> | 20 |
| 2.3.4 | <i>Kesan Natrium Hipoklorit Terhadap Organisma Akuatik</i> | 21 |
| 2.4 | Sinaran UV | 22 |
| 2.4.1 | <i>Mekanisma Dan Kinetik Penyahjangkitan Sinaran UV</i> | 25 |
| 2.5 | Faktor Keberkesanan Natrium Hipoklorit (NaOCl) | 26 |
| 2.5.1 | <i>Kehadiran Ammonia</i> | 26 |
| 2.5.2 | <i>Faktor Suhu Dan Nilai pH</i> | 28 |
| 2.5.3 | <i>Kepekatan Klorin</i> | 30 |
| 2.6 | Faktor Keberkesanan sinaran UV | 31 |
| 2.6.1 | <i>Kualiti Air</i> | 31 |
| 2.6.2 | <i>Masa Sentuhan</i> | 32 |
| 2.7 | Mekanisma Dan Kinetik Bahan Penyahjangkitan | 34 |

BAB 3 METODOLOGI

| | | |
|-------|--|----|
| 3.1 | Stesen Persampelan | 36 |
| 3.2 | Teknik Persampelan Dan Penyimpanan | 37 |
| 3.3 | Hitungan Bakteria Koliform Jangkaan | 38 |
| 3.3.1 | <i>Penyediaan Media Pengkulturan</i> | 41 |
| 3.3.2 | <i>Ujian Total Koliform (T.C) Jangkaan</i> | 43 |
| 3.3.3 | <i>Ujian Fekal Koliform Jangkaan</i> | 45 |
| 3.3.4 | <i>Ujian Pengesahan Bakteria E.coli</i> | 45 |
| 3.4 | Klorin Dalam Proses Penyahjangkitan | 47 |
| 3.4.1 | <i>Penyediaan Radas Dan Reagen</i> | 47 |
| 3.4.2 | <i>Penyediaan Bakteria Basuhan</i> | 49 |
| 3.4.3 | <i>Hitungan Kandungan Bakteria Sebelum Penyahjangkitan</i> | 50 |
| 3.4.4 | <i>Kaedah Plat Curahan</i> | 51 |
| 3.4.5 | <i>Penyediaan Larutan Stok Natrium Hipoklorit</i> | 52 |
| 3.4.6 | <i>Penentuan Keberkesanan Natrium Hipoklorit (NaOCl)</i> <i>Dalam Proses Penyahjangkitan</i> | 53 |
| 3.4.7 | <i>Penentuan Titik Minimum Natrium Hipoklorit (NaOCl)</i> | 54 |
| 3.4.8 | <i>Penentuan Faktor Keberkesanan Natrium Hipoklorit</i> <i>(NaOCl Dalam Proses penyahjangkitan)</i> | 54 |
| 3.5 | Sinaran UV Dalam Proses Penyahjangkitan | 55 |
| 3.5.1 | <i>Penentuan Keberkesanan Lampu UV</i> | 56 |

| | | |
|------------------------|--|-----|
| BAB 4 | KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN | |
| 4.1 | Kandungan Bakteria Dalam Sampel Air | 57 |
| 4.2 | Tahap Pencemaran Fekal | 60 |
| 4.3 | Perbandingan Keberkesanan Penyahjangkitan | 62 |
| 4.3.1 | <i>Penyahjangkitan Air dengan Natrium Hipoklorit (NaOCl)</i> | 62 |
| 4.3.2 | <i>Penentuan Titik Minimum Natrium Hipoklorit (NaOCl)</i> | 67 |
| 4.3.3 | <i>Penyahjangkitan Air Dengan Sinaran UV</i> | 69 |
| 4.4 | Faktor Keberkesanan Natrium Hipoklorit (NaOCl) | 71 |
| 4.4.1 | <i>Kehadiran Ammonia</i> | 71 |
| 4.4.2 | <i>Suhu Dan Nilai pH</i> | 74 |
| | | |
| BAB 5 | KESIMPULAN DAN CADANGAN | |
| 5.1 | Kesimpulan | 78 |
| 5.2 | Cadangan | 79 |
| | | |
| RUJUKAN | | 81 |
| LAMPIRAN | | 86 |
| VITAE KURIKULUM | | 100 |

SENARAI JADUAL

| No. Jadual | | Halaman |
|------------|---|---------|
| 2.1 | Jenis penyakit oleh mikroorganisma patogen | 16 |
| 2.2 | Peratus penggunaan klorin dalam sistem berbeza | 17 |
| 2.3 | Ketoksikan klorin terhadap organisma akuatik | 22 |
| 2.4 | Dos sinaran UV untuk tujuan memusnahkan mikroorganisma | 24 |
| 2.5 | Peratusan HOCl pada pH berbeza | 29 |
| 2.6 | Pengurangan bakteria (<i>E.coli</i>) pada ph dan suhu berbeza | 30 |
| 2.7 | Tahap piawai bahan bahan bahaya | 32 |
| 4.1 | Keputusan hitungan bakteria jangkaan | 58 |

SENARAI RAJAH

| No. Rajah | | Halaman |
|-----------|---|---------|
| 2.1 | Graf titik minimum bagi klorin | 27 |
| 3.1 | Peta lokasi persampelan | 37 |
| 3.2 | Carta aliran ujian andaian dan ujian pengesahan bakteria koliform | 39 |
| 3.3 | Carta aliran keseluruhan hitungan bakteria koliform jangkaan | 40 |
| 3.4 | Penyediaan pencairan pada sampel air | 52 |
| 4.1 | Graf peratus pengurangan bakteria pada kepekatan NaOCl 0.1 ppm | 64 |
| 4.2 | Graf peratus pengurangan bakteria pada kepekatan NaOCl 0.2 ppm | 65 |
| 4.3 | Graf peratus pengurangan bakteria pada kepekatan NaOCl 0.3 ppm | 66 |
| 4.4 | Graf keberkesanan NaOCl pada kepekatan berbeza | 67 |
| 4.5 | Graf titik minimum bagi NaOCl | 68 |
| 4.6 | Graf keberkesanan penyahjangkitan dengan lampu UV | 70 |
| 4.7 | Graf pengaruh ammonia terhadap keberkesanan NaOCl dalam penyahjangkitan air | 72 |
| 4.8 | Graf peratus pengurangan bakteria dengan kehadiran ammonia | 73 |
| 4.9 | Graf pengaruh pH terhadap keberkesanan NaOCl dalam penyahjangkitan air | 75 |
| 4.10 | Graf peratus pengurangan bakteria pada pH berbeza | 75 |
| 4.11 | Graf pengaruh suhu terhadap keberkesanan NaOCl dalam penyahjangkitan air | 77 |
| 4.12 | Graf peratus pengurangan bakteria pada suhu berbeza | 77 |

SENARAI PLAT

| No. Plat | | Halaman |
|----------|--|---------|
| 1 | Sampel air sungai untuk tujuan penyahjangkitan | 38 |
| 2 | Media pengkulturan LTB | 42 |
| 3 | Media pengkulturan EC-Medium | 42 |
| 4 | Media pengkulturan agar EMB | 42 |
| 5 | Alat <i>Autoclave</i> | 43 |
| 6 | Tiub kaldu dengan media LTB | 44 |
| 7 | Alat <i>Incubator</i> | 44 |
| 8 | Tiub kaldu dengan EC-medium | 45 |
| 9 | Proses coretan pada agar EMB | 46 |
| 10 | Bentuk coretan pada agar EMB | 46 |
| 11 | Pertumbuhan koloni hijau metalik (<i>E.coli</i>) pada agar EMB | 47 |
| 11 | Larutan penampan | 48 |
| 12 | larutan peneutralan | 49 |
| 13 | Alat <i>Centrifuge</i> | 50 |
| 14 | Bakteria basuhan | 50 |
| 15 | <i>Colony caunter</i> | 51 |
| 16 | Larutan stok Natrium Hipoklorit | 53 |
| 17 | Lampu UV | 56 |
| 18 | Keputusan positif ujian T.C jangkaan | 59 |

| | | |
|----|---|----|
| 19 | Keputusan positif ujian fekal jangkaan | 59 |
| 20 | Keputusan positif ujian pengesahan bakteria <i>E.coli</i> | 60 |

SENARAI SINGKATAN

Singkatan

| | |
|------------------|---|
| APHA | America Public Health Association |
| <i>E.coli</i> | <i>Escherichia coli</i> |
| EMB | <i>Eosin Methylene Blue</i> |
| F.C | Fekal Koliform |
| HOCI | Asid Hipoklorit |
| LTB | <i>Lauryl Tryptose Broth</i> |
| mg/L | Miligram per liter |
| MPN | Bilangan Paling Mungkin |
| MTP | <i>Multiple Test Tube fermentation Tube</i> |
| NaOCl | Natrium Hipoklorit |
| OCl ⁻ | Ion Hipoklorit |
| pH | Kepekatan Hidrogen |
| ppm | Part per million |
| T.C | Total Koliform |
| UPE | Unit Perancang Ekonomi |
| UV | Ultra-ungu |
| WHO | Perbadanan Kesihatan dunia |

SENARAI LAMPIRAN

Lampiran

- A Jadual MPN anggaran bilangan bakteria koliform jangkaan dalam air
- B DOE Interim Nasional kualiti Air Piawai untuk Malaysia
- C Kelas dan kegunaan Air di Malaysia
- D Tahap piawai air minuman oleh WHO
- E Keputusan penyahjangkitan air menggunakan NaOCl dan sinaran UV
- F Keputusan penyahjangkitan menggunakan faktor berbeza
- G Keputusan penentuan titik minimum bagi klorin (NaOCl)

ABSTRAK

Tujuan kajian ini adalah bertujuan untuk membandingkan keberkesanan klorin dalam bentuk natrium hipoklorit (NaOCl) dan juga sinaran UV dalam proses penyahjangkitan air. Sampel air diambil daripada Sungai Kuala Ibai. Bilangan kandungan bakteria penunjuk dalam sampel air ditentukan melalui kaedah Bilangan Paling Mungkin (MPN) berdasarkan kaedah piawai *America Public Health Association* (APHA, 1998). Keputusan menunjukkan bahawa sumber air di tempat persampelan mengalami tahap pencemaran fekal yang tinggi dengan anggaran bilangan bakteria Total Koliform (T.C.) dan bakteria fekal koliform 2,400 MPN / 100 ml. Berdasarkan keputusan penyahjangkitan menggunakan klorin (NaOCl) dan juga sinaran UV, didapati penggunaan klorin (NaOCl) dalam penyahjangkitan adalah lebih berkesan berbanding dengan sinaran UV dalam memusnahkan bakteria. Ini disebabkan oleh intensiti lampu yang digunakan sebagai bahan penyahjangkit adalah rendah dan tidak cukup untuk memusnahkan bakteria dimana kadar peratus pengurangannya hanya sekitar 70 % dalam masa 6 jam sahaja berbanding dengan kaedah pengklorinan yang mampu memusnahkan hampir 100 % bakteria dalam air dengan hanya memerlukan 25 saat. Di samping itu kehadiran faktor-faktor seperti kehadiran ammonia, perubahan suhu dan nilai pH dalam air mengurangkan kadar keberkesanan dalam proses penyahjangkitan.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate and to compare the effectiveness of chlorine in the form of sodium hypochlorite (NaOCl) and UV irradiation in water disinfection. A water sample was taken from Sungai Kuala Ibai. The number of bacteria indicators in the water sample was determined based on the *America Public Health Association* (APHA, 1998) standard methods of the Most Probable Number (MPN). The result shows that water resource in the sampling point is experienced high bacteria indicators more than 2400 MPN / 100 ml. Result show that NaOCl is more effective as a disinfectant compared to UV irradiation in water disinfection. This is because the intensity of irradiation lamp its to low that its not enough to destroyed the bacteria. It only can destroy the bacteria around 70 % compared the NaOCl that destroyed around 100 % bacteria in 25 second. The presence of ammonia could reduce the effectiveness of NaOCl in water disinfection.