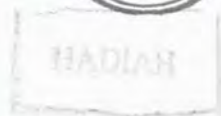


40000



**PENUKAR KARAT BERASASKAN ASID TANIK DAN ASID FOSFORIK**

**SUHAILA BINTI SAHABUDDIN**

**DISERTASI INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI SEBAHAGIAN  
DARIPADA SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA MUDA SAINS  
DENGAN KEPUJIAN**

PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

**PROGRAM KIMIA INDUSTRI  
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

2005  
PERPUSTAKAAN UMS



1400006587



**UMS**  
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: PENUKAR KARAT BERASASKAN ASID TANIK DAN  
ASID FOSFORIK.

Ijazah: IJAZAH SARJANA MUDA SAINS DENGAN KEPUJIAN

SESI PENGAJIAN: 2002-2005

Saya SUHAILA SAHA BUDDIN  
(HURUF BESAR)

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

1. Tesis adalah hakmilik 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

Disahkan oleh

  
(TANDATANGAN PENULIS)

\_\_\_\_\_  
(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: KS. TG. BATU  
DARAT, TAWAU, SABAH

EN. JAHIMIN ASIK  
Nama Penyelia

Tarikh: 31 MAC 2005

Tarikh: \_\_\_\_\_

CATATAN: \* 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.

31 MAC 2005



---

SUHAILA BINTI SAHABUDDIN

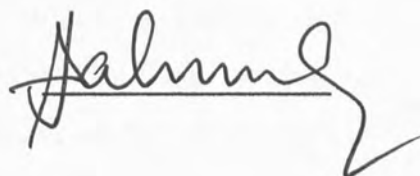
HS2002-3771



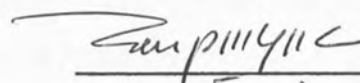
**DIPERAKUKAN OLEH****1. PENYELIA**

(EN. JAHIMIN ASIK @ ABD. RASHID)

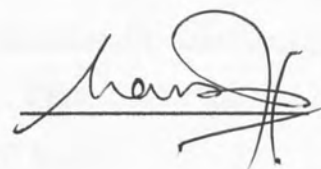
Tandatangan

**2. PEMERIKSA 1**

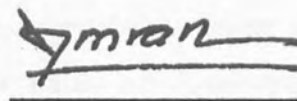
(EN. MOH PAK YAN)

**3. PEMERIKSA 2**

(PROF. MADYA DR. MARCUS JOPONY)

**4. DEKAN**

(PROF. MADYA. DR. AMRAN AHMED)





## PENGHARGAAN

DENGAN NAMA ALLAH YANG MAHA PEMURAH LAGI MAHA PENYAYANG

Terlebih dahulu setinggi-tinggi syukur kehadiran Allah S.W.T. kerana dengan limpah kurnia dan keizinannya dapatlah disertasi ini disiapkan. Setinggi-tinggi penghargaan dan terima kasih kepada En. Jahimin Asik@ Abd. Rashid selaku penyelia yang telah banyak memberikan bantuan, tunjuk ajar, panduan dan cadangan serta tunjuk ajar. Tidak lupa juga kepada pembantu-pembantu makmal kimia Sekolah Sains dan Teknologi dan pembantu makmal Institut Biologi Tropika Pemuliharaan Antarabangsa UMS di atas bantuan sepanjang saya menjalankan penyelidikan ini. Kepada bapa, En. Sahabuddin Salleh, ibu, Pn. Janiah Jantan, abang, En. Suhaimie Sahabuddin, adik, Suhaizam dan Suhaili serta ahli keluarga, terima kasih di atas doa dan sokongan yang diberikan. Kepada rakan-rakan dari kursus Kimia Industri, Carrol, Salfarina dan juga rakan-rakan lain yang telah banyak membantu dan memberi nasihat.

*Akhir sekali ribuan terima kasih ditujukan khusus buat saudara Mowe Dusun yang tidak putus-putus memberikan dorongan dan semangat untuk saya menyiapkan disertasi ini.*

SUHAILA BINTI SAHABUDDIN

31 MAC 2005



## ABSTRAK

Kajian penukaran karat oleh penukar karat yang berasaskan asid tanik dan asid fosforik telah dilakukan menggunakan plat besi yang telah menjalani pengaratan aruhan. Ciri-ciri sebatian pada permukaan yang dikaji digambarkan oleh spektroskopi inframerah (FTIR) dan mikroskop pengimbas elektron (SEM). Kajian mendapati bahawa karat yang terbentuk semasa pengaratan aruhan terdiri daripada sebatian  $\alpha$ -FeOOH (goetit),  $\gamma$ -FeOOH (lepidokrosit) dan  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (magnetit). Sebatian ini ditukar kepada ferik fosfat selepas tindakbalas dengan campuran asid tanik dan asid fosforik seperti yang ditunjukkan melalui analisis FTIR. Melalui analisis SEM pula, dapat diperhatikan permukaan besi yang berkarat adalah berbentuk butiran pasir. Pengaplikasian penukar karat kepada plat besi berkarat membentuk lapisan yang padat, sedikit merekah dengan kehadiran bonjolan dan partikel-partikel cerah pada permukaan besi berkenaan.



## ABSTRACT

The role of rust converter based on tannic and phosphoric acid is evaluated for steel plate. Characteristic of the steel plate is characterized by infrared spectroscopies (FTIR) and scanning electron microscope (SEM). It has been found that the rust is composed mainly by  $\alpha$ -FeOOH (goethite),  $\gamma$ -FeOOH (lepidocrocite) dan  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  (magnetite) compound. The compound was decreased in favour of the phosphates (ferric phosphates) formation which is shown by the FTIR analysis. SEM analysis shows a surface with sandy type morphology for the rusted steel plate while the application of the converter to the rusted steel surface forms an amorphous compact and cracked layer with bulging and the presence of bright particles.



## KANDUNGAN

Muka Surat

|   |          |
|---|----------|
| HALAMAN JUDUL                                       |          |
| PENGAKUAN   | ii       |
| PENGESAHAN PEMERIKSA                                | iii      |
| PENGHARGAAN   | iv       |
| ABSTRAK   | v        |
| ABSTRACT  | vi       |
| SENARAI KANDUNGAN                                   | vii      |
| SENARAI JADUAL                                      | ix       |
| SENARAI RAJAH                                       | x        |
| SENARAI FOTO  | xi       |
| SENARAI SIMBOL                                      | xii      |
| <b>BAB 1        PENDAHULUAN</b>                     | <b>1</b> |
| 1.1    PENGENALAN                                   | 1        |
| 1.2    OBJEKTIF KAJIAN                              | 2        |
| 1.3    SKOP KAJIAN                                  | 3        |
| 1.4    RASIONAL KAJIAN                              | 3        |
| <b>BAB 2        ULASAN LITERATUR</b>                | <b>4</b> |
| 2.1    SIFAT FIZIKAL DAN KIMIA BESI DAN TERBITANNYA | 4        |
| 2.1.1    Besi                                       | 4        |
| 2.1.2    Keluli                                     | 4        |
| 2.1.3    Keluli galvanik                            | 5        |
| 2.1.4    Keluli tahan karat                         | 6        |
| 2.2    KARAT BESI                                   | 6        |
| 2.2.1    Proses pengamatan                          | 6        |
| 2.2.2    Persamaan pengamatan                       | 7        |
| 2.2.3    Faktor pengamatan                          | 7        |
| 2.2.4    Jenis-jenis karat                          | 7        |
| 2.3    KAEDAH PENCEGAHAN KARAT                      | 8        |
| 2.4    PENUKAR KARAT                                | 9        |





|              |   |    |
|--------------|---|----|
| 2.4.1        | Asid tanik  | 10 |
| 2.4.2        | Asid fosforik   | 11 |
| 2.5          | CIRI-CIRI YANG MEMPENGARUHI TINDAKBALAS<br>PENUKAR KARAT                                | 12 |
| 2.6          | HASIL PENUKARAN KARAT OLEH ASID TANIK<br>DAN ASID FOSFORIK                              | 13 |
| <b>BAB 3</b> | <b>BAHAN DAN KAEDAH</b>   | 15 |
| 3.1          | BAHAN KIMIA   | 15 |
| 3.2          | ALAT RADAS  | 16 |
| 3.3          | KAEDAH  | 16 |
| 3.3.1        | Penyediaan larutan  | 16 |
| 3.3.2        | Penyediaan plat logam   | 17 |
| 3.3.3        | Analisis visual   | 18 |
| 3.3.4        | Analisis mikroskop pengimbas elektron<br><br><i>(Scanning Electron Microscope, SEM)</i> | 19 |
| 3.3.5        | Analisis spektrometer <i>Fourier Transform Infrared (FTIR)</i>                          | 19 |
| <b>BAB 4</b> | <b>KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN</b>   | 21 |
| 4.1          | KEPUTUSAN SECARA VISUAL   | 21 |
| 4.2          | MIKROSKOP PENGIMBAS ELEKTRON (SEM)  | 25 |
| 4.3          | SPEKTROKOPI INFRAMERAH (FTIR)   | 28 |
| <b>BAB 5</b> | <b>KESIMPULAN</b>   | 34 |
|              | RUJUKAN   | 35 |



**SENARAI JADUAL**

|  | <b>Mukasurat</b> |
|--|------------------|
| 3.1 Senarai bahan kimia yang digunakan | 15               |
| 3.2 Jadual komposisi penukar karat     | 17               |



**SENARAI RAJAH**

|   | Mukasurat |
|---|-----------|
| 2.1 Gambarajah struktur formula <i>gallotannin</i>  | 10        |
| 3.1 Carta alir bagi kaedah  | 20        |
| 4.1 Spektrum FTIR bagi plat yang dikaratkan dengan air suling   | 29        |
| 4.2 Spektrum FTIR bagi plat yang dikaratkan dengan air suling<br>setelah penyapuan penukar karat        | 30        |
| 4.3 Spektrum FTIR bagi plat yang dikaratkan dengan larutan NaCl<br>0.6M                                 | 31        |
| 4.4 Spektrum FTIR bagi plat yang dikaratkan dengan larutan NaCl<br>0.6M setelah penyapuan penukar karat | 32        |



**SENARAI FOTO**

|  | Mukasurat |
|--|-----------|
| 4.1 Gambar plat besi yang telah direndam di dalam air suling                                       | 22        |
| 4.2 Gambar plat besi yang telah direndam larutan NaCl 0.6M   | 23        |
| 4.3 Gambar plat besi dengan pengaratan menggunakan air suling setelah pengaplikasian penukar karat | 24        |
| 4.4 Gambar plat besi dengan pengaratan menggunakan NaCl 0.6M setelah pengaplikasian penukar karat  | 25        |
| 4.5 Fotomikrograf plat besi yang dikaratkan dengan NaCl 0.6M                                       | 26        |
| 4.6 Fotomikrograf plat besi yang dikaratkan dengan NaCl 0.6M setelah pengaplikasian penukar karat  | 28        |





**SENARAI SIMBOL**

|                                |                         |
|--------------------------------|-------------------------|
| M                              | kemolaran               |
| g                              | gram                    |
| mL                             | mililiter               |
| L                              | liter                   |
| %w/w                           | peratus berat per berat |
| mm                             | milimeter               |
| NaCl                           | natrium klorida         |
| $\alpha$ -FeOOH                | goetit                  |
| $\gamma$ -FeOOH                | lepidokrosit            |
| Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub> | magnetit                |



## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 PENGENALAN

Besi mempunyai hubungkait rapat dengan manusia. Kenderaan, pesawat udara, alatan makanan, komponen penyambungan perabot; semuanya diaplikasikan daripada campuran besi. Ini menunjukkan besi adalah sangat berharga kerana penggunaan besi adalah begitu meluas. Namun begitu, terdapat satu masalah utama yang sering mengganggu fungsi besi sebagai bahan logam terpenting yang banyak digunakan pada perkakas-perkakas di dalam kehidupan kita iaitu masalah pengaratan. Pengaratan menjadikan prestasi besi kurang memuaskan di dalam penggunaannya. Besi yang telah berkarat adalah rapuh kerana kakisan yang berlaku menyebabkan besi menjadi semakin nipis.

Pelbagai kaedah digunakan untuk mengurangkan besi daripada berkarat iaitu pengalioian besi dengan logam lain, penggunaan cat anti-karat, penggalvanian, penyaduran dengan logam lain, dan penggunaan anod pengorban (Kirk *et al.*, 1993). Walaupun kaedah-kaedah itu digunakan, masalah pengaratan masih juga berlaku. Oleh kerana masalah pengaratan tidak dapat diberhentikan, karat yang terdapat pada



besi perlu dirawat untuk membolehkan besi yang sama kekal digunakan tanpa menggantikan dengan besi yang baru.

Terdapat banyak kaedah perawatan besi berkarat. Pembuangan karat pada besi merupakan salah satu teknik merawat besi berkarat. Satu kaedah yang memberikan hasil terbaik dalam pembuangan karat ialah teknik pembagasan. Selain daripada kaedah pembagasan, terdapat juga teknik pembuangan karat secara elektrolitik dan juga pembersihan menggunakan laser (Wang *et al.*, 2002).

Teknik penukaran karat juga merupakan salah satu kaedah untuk merawat besi yang telah berkarat. Terdapat beberapa kajian yang telah dilakukan terhadap bahan penukar karat. Bahan yang memberikan hasil terbaik penukaran karat ialah campuran asid tanik dan asid fosforik disamping beberapa larutan lain untuk memberikan kecekapan penukaran karat yang lebih baik.

## **1.2 OBJEKTIF KAJIAN**

Objektif kajian ini dilakukan iaitu untuk memerhatikan potensi campuran asid tanik dan asid fosforik sebagai penukar karat

## **1.3 SKOP KAJIAN**

Skop bagi kajian ini ialah melakukan pemerhatian secara kualitatif terhadap hasil setelah penyapuan penukar karat.



## 1.4 RASIONAL KAJIAN

Terdapat beberapa rasional kenapa kajian ini dilakukan iaitu terdapat masalah dalam pengecatan keluli atau besi yang telah berkarat dimana cat anti karat yang disapukan kepada keluli atau besi berkarat berkenaan akan tanggal selepas beberapa bulan yang menyebabkan besi atau keluli berkenaan mengalami pengamatan semula.

Penggunaan penukar karat sebagai teknik perawatan besi berkarat pada masa kini tidak begitu meluas di kalangan kita. Oleh itu, melalui kajian ini diharapkan penukar karat dapat menjadi satu alternatif baru kepada teknik-teknik pembuangan karat dengan lebih meluas dimana ianya akan menukarkan karat kepada satu sebatian baru yang dapat menghalang tindakan seterusnya daripada berlaku





## BAB 2

### ULASAN LITERATUR

#### 2.1 SIFAT FIZIKAL DAN KIMIA BESI DAN TERBITANNYA

##### 2.1.1 Besi

Besi atau dengan nama saintifiknya ferum merupakan ahli kumpulan VIII unsur-unsur blok-d di dalam jadual berkala dengan nombor atom 26. Ia merupakan logam terpenting di antara semua logam. Sifat fizikal besi tulen ialah agak lembut, boleh ditempa, berkilau dan berwarna putih. Sifat kimia besi banyak dibincangkan dalam bentuk Fe(II) atau Fe(III) dan sedikit perbincangan berkenaan Fe(IV), Fe(V) dan Fe(VI). Secara umumnya besi tulen adalah reaktif dan sangat mudah berkarat. Pengaratan ferum membentuk oksida terhidrat  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  (Housecroft & Sharpe., 2001).

##### 2.1.2 Keluli

Keluli adalah diperbuat daripada besi dimana keluli merupakan ferum yang telah dialoikan dengan karbon. Terdapat tiga (3) jenis keluli karbon iaitu keluli karbon rendah, keluli karbon sederhana dan keluli karbon tinggi. Keluli karbon rendah



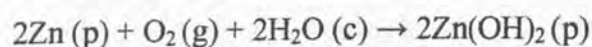
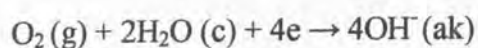
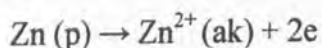
mengandung karbon diantara 0.03 dan 0.25% digunakan untuk membuat kepingan keluli sebagai contoh di dalam industri kenderaan motor. Keluli karbon sederhana dengan kandungan karbon sebanyak 0.25 hingga 0.70% diaplikasikan di dalam pembuatan paku dan skru. Keluli karbon tinggi merupakan keluli yang terkuat yang mengandungi 0.8 hingga 1.5% kandungan karbon dan digunakan dalam pembuatan gerudi dan bahan pemotong (Housecroft & Sharpe., 2001). Selain daripada pengaloiian dengan karbon, terdapat juga keluli yang dialoikan dengan mangan, titanium, vanadium, kobalt dan tungsten. Pengaloiian keluli dengan logam-logam yang berbeza bergantung kepada keperluan keluli berkenaan.

Oleh kerana keluli diperbuat daripada besi, maka keluli juga mempunyai ciri-ciri mudah berkarat seperti besi. Namun begitu, pengaratan keluli masih boleh disekat melalui penghasilan keluli galvani. Selain daripada keluli galvani, terdapat juga beberapa jenis keluli yang tidak mengalami proses pengaratan. Keluli ini dipanggil keluli tahan karat atau dalam bahasa inggeris *stainless steel*.

### 2.1.3 Keluli galvani

Keluli galvani ialah keluli dimana permukaannya disadurkan dengan satu lapisan logam zink. Proses ini boleh mencegah keluli daripada berkarat kerana zink mempunyai ciri-ciri penyekat pengaratan. Apabila permukaan penggalvani itu tercalar dan keluli didedahkan kepada udara lembap, zink yang akan dioksidakan kerana zink adalah lebih reaktif berbanding ferum. Zink yang terlarut akan bertindakbalas dengan hidroksida menghasilkan zink(II) hidroksida. Persamaan tindakbalas zink dengan air dan oksigen ialah:





#### 2.1.4 Keluli tahan karat

Keluli tahan karat adalah salah satu alternatif untuk memperbaiki ciri-ciri keluli agar tidak mengalami pengurangan. Keluli tahan karat terhasil daripada pengalioian besi dengan campuran karbon yang agak rendah, 13 hingga 18% kromium dan 8 hingga 12% nikel yang memberikan ciri-ciri penyekat pengurangan (Housecroft & Sharpe., 2001). Penghasilan keluli galvanis dan keluli tahan karat memerlukan kos yang agak tinggi berbanding penghasilan besi dan keluli yang menyebabkan penggunaan besi dan keluli masih meluas walaupun mempunyai masalah pengurangan.

## 2.2 KARAT BESI

### 2.2.1 Proses pengurangan

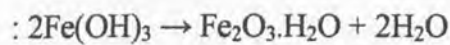
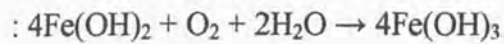
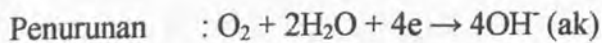
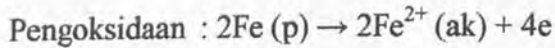
Karat terhasil daripada kakisan yang berlaku pada logam ferum dan keluli. Proses pengurangan adalah proses elektrokimia melibatkan tindakbalas pengoksidaan dan penurunan dan hanya berlaku dengan kehadiran oksigen dan air sebagai elektrolit membentuk besi (III) oksida terhidrat. Bilangan molekul air dalam besi (III) oksida adalah tidak tetap oleh itu ia diwakili oleh formula am  $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$  (Housecroft & Sharpe, 2001).





### 2.2.2 Persamaan pengaratan

Tindakbalas umum melibatkan penghasilan karat adalah:



### 2.2.3 Faktor pengaratan

Telah dinyatakan bahawa pengaratan besi dan keluli berlaku dengan kehadiran oksigen dan air. Kecekapan pengaratan bertambah sekiranya air berkenaan mengandungi sulfida ( $\text{SO}_2$ ) terlarut atau natrium klorida ( $\text{NaCl}$ ). Ocampo *et al.*, (2004) pula mendapati bahawa pengaratan yang berlaku hasil tindakbalas besi atau keluli hanya dengan kehadiran air dan oksigen memberikan darjah kontaminasi yang rendah jika dibandingkan dengan kehadiran ion sulfat dan ion klorida. Ini kerana ion sulfat dan ion klorida dapat meningkatkan kekonduksian air.

### 2.2.4 Jenis-jenis karat

Pengaratan besi atau keluli di atmosfera menghasilkan pembentukan besi oksihidroksida seperti goetit ( $\alpha\text{-FeOOH}$ ), lepidokrosit ( $\gamma\text{-FeOOH}$ ), akagonit ( $\beta\text{-FeOOH}$ ) dan bentuk besi oksida yang lebih perlindungan termasuk magnetit ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) dan magemit ( $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ) (Nasrazadani, 1997). Penghasilan karat kepada besi keluli





yang terdedah kepada atmosfera bergantung kepada pH, suhu dan dengan kehadiran atau ketidakhadiran bahan pencemar udara. Tanpa menghiraukan pH dan kehadiran atau ketidakhadiran bahan pencemar udara, magnetit, lepidokrosit dan goetit adalah bentuk karat utama yang terhasil dalam persekitaran normal.

### 2.3 KAEDAH PENCEGAHAN KARAT

Terdapat beberapa kaedah untuk mencegah atau mengurangkan pengurangan besi iaitu melalui penggunaan cat, penyalutan saduran perlindungan dan penggunaan logam pengorban (Kirk et al., 1993). Penggunaan cat pada besi dan keluli pada awalnya mampu menghalang pengurangan namun begitu setelah beberapa bulan, apabila cat telah tertanggal proses kakisan boleh berlaku dan menghasilkan karat. Penggunaan saduran perlindungan dimana logam besi disadur dengan logam lain yang lebih elektropositif juga hanya dapat bertahan buat sementara waktu sahaja. Apabila logam penyadur telah melarut sepenuhnya semasa proses pengoksidaan, logam besi atau keluli yang terdapat di bahagian dalam pula akan menyambung proses pengoksidaan dan menyebabkan besi atau keluli terkakis dan mengalami pengurangan.

Kita boleh mengurangkan proses pengurangan tetapi kita tidak dapat memberhentikannya daripada berlaku. Oleh itu, proses pengurangan akan tetap berlaku terhadap keluli biasa dan besi. Namun begitu, karat yang terdapat pada besi atau keluli boleh dibuang melalui beberapa kaedah seperti mengikis secara mekanikal dan kemudian menyapukan cat anti-karat terhadap besi atau keluli berkenaan. Namun begitu seperti yang telah dinyatakan, cat anti karat hanya mampu menghalang pengurangan buat sementara waktu sahaja. Satu kaedah terbaik untuk membuang karat



pada besi dan keluli ialah melalui proses pembagasan ataupun dalam bahasa inggerisnya *abrasive blasting* (Ocampo *et al.*, 2004). Walaubagaimanapun, proses ini tidak dapat diaplikasikan pada setiap masa kerana untuk melakukan proses pembagasan, terdapat banyak perkara yang perlu diambil kira. Diantaranya ialah lokasi untuk melakukannya adalah terhad, bergantung kepada keadaan kesihatan pekerja dan harga yang agak mahal untuk melakukannya (Ocampo *et al.*, 2004). Selain itu, teknik ini bukan sahaja membuang karat yang terdapat pada besi malahan juga membuang besi yang tidak berkarat. Selain daripada teknik pembagasan, terdapat juga kaedah pembuangan karat secara elektrolitik dimana permukaan besi berkarat ditukarkan semula kepada logam besi dan cebisan-cebisan karat dilonggarkan agar pembuangan karat mudah berlaku. Teknik pembersihan laser juga boleh digunakan untuk membuang karat. Menurut Wang *et al.* (2002), teknik ini bukan sahaja membersihkan permukaan besi, tetapi juga memperbaiki kekerasan besi dan ketahanannya menyekat pengaratan.

## 2.4 PENUKAR KARAT

Penukar karat adalah formulasi kimia dalam bentuk cecair yang boleh disapukan atau disemburkan kepada permukaan berkarat lalu bertindakbalas dan menukarkan karat berkenaan kepada satu sebatian baru yang menyebabkan karat itu menjadi pasif dan boleh menghalang pengaratan seterusnya (Barrero *et al.*, 2001). Terdapat banyak kajian yang telah dilakukan terhadap penukar karat. Formula utama yang biasa digunakan ialah asid fosforik, asid tanik atau campuran kedua-duanya. Formulasi utama yang digunakan dalam kajian ini ialah campuran asid fosforik dan asid tanik kerana daripada kajian literatur yang telah dijalankan, formula penukar karat yang



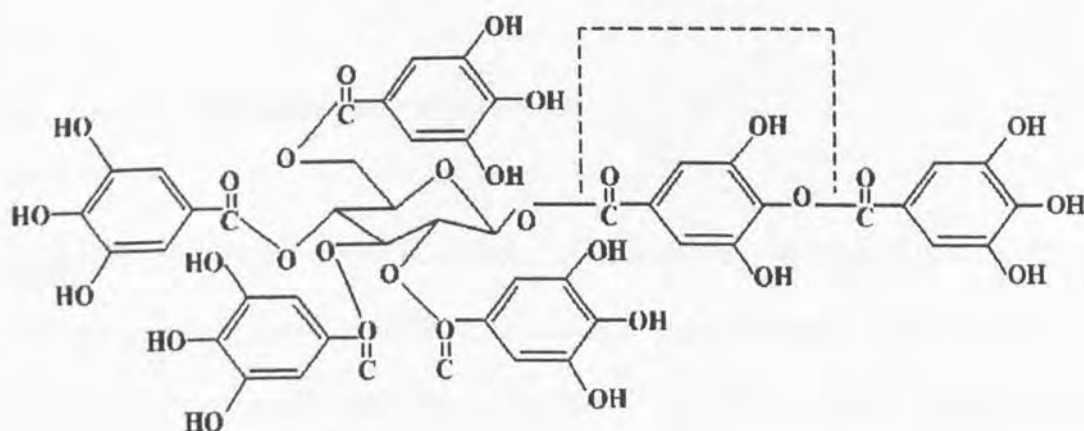


berdasarkan campuran kedua-dua asid memberikan hasil terbaik penukaran karat (Barrero *et al.*, 2001).

## 2.4.1 Asid tanik

### a. Sifat fizikal dan kimia asid tanik

Asid tanik atau secara amnya tanin adalah polifenol berasal daripada tumbuhan yang biasanya diekstrak daripada kulit kayu (Lemmens & Wulijarni-Soetjipto., 1991). Ianya adalah kelat secara semulajadi. Oleh kerana ianya adalah berasal daripada tumbuhan, maka asid tanik adalah selamat digunakan untuk tujuan penukaran karat. Tanin terbahagi kepada dua kumpulan utama iaitu *hydrolyzable tannins* dan *proanthocyanidins*. Asid tanik termasuk di dalam kumpulan *gallotannin* di dalam *hydrolyzable tannins*. Rajah 2.1 menunjukkan formula struktur *gallotannin*. Formula bagi asid tanik ialah  $C_{14}H_{10}O_9$  dan mempunyai berat molekul 321.22.



Rajah 2.1: Gambarajah formula struktur *gallotannin*

## b. Kesesuaian asid tanik sebagai penukar karat

Banyak kajian telah dilakukan tentang kesesuaian tanin atau asid tanik sebagai penukar karat. Menurut Nasrazadani (1997), asid tanik melarutkan lepidokrosit ( $\gamma$ -FeOOH) dan memendakkan ferik tanat. Kepekatan asid tanik yang tinggi mempercepatkan kadar pemelarutan lepidokrosit dan pemendakan ferik tanat. Favre *et al.*, (1998) menyimpulkan bahawa tanin bukan sekadar penukar karat tetapi juga penyahaktif karat. Selain itu, telah ditekankan bahawa tanin berkeupayaan menukar karat aktif kepada fasa perlindungan yang tidak reaktif (Favre *et al.*, 1998). Oleh itu, asid tanik adalah sesuai digunakan sebagai penukar karat. Dari segi keselamatan pula, asid tanik adalah selamat digunakan kerana ia mempunyai ketoksikan yang rendah dan diperolehi dari sumber yang boleh diperbaharui (Raman *et al.*, 1991). Oleh itu, adalah bersesuaian asid tanik digunakan sebagai bahan penukar karat.

### 2.4.2 Asid fosforik

#### a. Sifat fizikal dan kimia asid fosforik

Asid fosforik berasal daripada fosforus. Secara amnya, terdapat 6 jenis asid yang berasal daripada fosforus iaitu asid fosfinik, asid fosfonik, asid fosforik, asid hipofosforik, asid pirofosforik dan asid trifosforik. Asid hipofosforik, asid pirofosforik dan asid trifosforik adalah terbitan daripada asid fosforik. Asid fosforik yang juga dikenali sebagai asid ortofosforik mempunyai formula  $H_3PO_4$  adalah diperbuat





**RUJUKAN**

- Almeida, E., Pereira, D., Figueiredo., Lobo, V. M. M. dan Morcillo, M., 1997. The influence of the interfacial conditions on rust conversion by phosphoric acid. *Corrosion Science* **39** (9), 1561-1570.
- Balasubramaniam, R. dan Kumar, A. V. R., 2000. Characterization of Delhi iron pillar rust by X-ray diffraction, Fourier transform infrared spectroscopy and Mössbauer spectroscopy. *Corrosion Science* **42** (12), 2085-2101.
- Barrero, C. A., Ocampo, L. M. dan Arroyave, C. E., 2001. Possible improvements in the action of some rust converters. *Corrosion Science* **43**, 1003-1018.
- Butler, G. dan Beynon, J.G., 1967. The corrosion of mild steel in boiling salt solutions. *Corrosion Science* **7** (7), 385-404.
- Eller, K. R. dan Frederick, O. D., 1993. Composite materials to detergency., *Encyclopedia of chemical technology*, Volume 7. John Wiley & Sons, Inc., Canada.
- Favre, M., Landolt, D., Hoffman, K. dan Stratmann, M., 1998. Influence of gallic acid on the phase transformation in iron oxide layers below organic coatings studied with mossbauer spectroscopy. *Corrosion Science* **40** (40), 793-803.



- Feliu, S., Galván, J. C., Bastidas, J. M., Simancas, J., Morcillo, M. and Almeida, E. M., 2003. An electrochemical impedance study of the behavior of some pretreatments applied to rusted steel surfaces. *Corrosion Science* **35** (5-8), 1351-1358.
- Harvey, D., 2000. *Modern Analytical Chemistry*. McGraw-Hill Companies, Inc., United States.
- Housecroft, C. E. dan Sharpe, A. G., 2001. *Inorganic Chemistry*. Pearson Education Limited, England.
- Lemmens, R. H. M. J. dan Wulijarni-Soejipto, N. (pnyt.), 1991. *Plant Resources of South-east Asia: Dye and tannin-producing plant*, Volume 3. Pudoc Wageningen, Netherlands.
- Linhardt, P., Ball, G. dan Schlemmer, E., 2004. Electrochemical investigation of chloride induced pitting of stainless steel under the influence of a magnetic field. *Corrosion Science* **56**, 105-111.
- Meisel, W., Guttmann H. J. dan Gutlich, P., 1983. The influence of phosphoric acid on steel and on its corrosion products : a Mössbauer spectroscopic approach. *Corrosion Science* **23** (12), 1373-1379.



- Nasrazadani, S., 1997. The application of infrared spectroscopy to a study of phosphoric and tannic acids interactions with magnetite ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), goethite ( $\alpha\text{-FeOOH}$ ) and lepidocrocite ( $\gamma\text{-FeOOH}$ ). *Corrosion Science* **39** (10-11), 1845-1859.
- Nigam, A. N., Tripathi, R. P. dan Dhoot, K., 1990. The effect of phosphoric acid on rust studied by mössbauer spectroscopy. *Corrosion Science* **30** (8-9), 799-803.
- Ocampo, L. M., Margarit, I. C. P., Mattos, O. R., Córdoba-de-Torresi, S. I. dan Fragata, F. L., 2004. Performance of rust converter based in phosphoric and tannic acids. *Corrosion Science* **46**, 1515-1525.
- Raman, A., Kuban, B. dan Razvan, A., 1991. The application of infrared spectroscopy to the study of atmospheric rust systems- I. Standard spectra and illustrative applications to identify rust phases in natural atmospheric corrosion products. *Corrosion Science* **32** (12), 1295-1306.
- Wang, Z., Zeng, W. dan Huang, W., 2003. Parameters and surface performance of laser removal of rust layer on A3 steel. *Surface and coatings technology* **166** (1), 10-16.

