

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Korosi

Korosi adalah kerusakan atau degradasi logam akibat adanya interaksi antara logam dengan lingkungan yang korosif. Korosi dapat juga diartikan sebagai serangan yang merusak logam karena logam bereaksi secara kimia atau elektrokimia dengan lingkungan (Roberge, P. 1999).

Korosi dapat digambarkan sebagai sel galvanik yang mempunyai “hubungan pendek” dimana beberapa daerah permukaan logam bertindak sebagai katoda dan lainnya sebagai anoda, serta “rangkaiian listrik” dilengkapi oleh rangkaian elektron menuju besi itu sendiri.

Berdasarkan bentuk kerusakan yang dihasilkan, penyebab korosi, lingkungan tempat terjadinya korosi, maupun jenis material yang diserang, korosi terbagi menjadi, diantaranya adalah:

a. General/ Uniform corrosion

Merupakan korosi yang disebabkan oleh reaksi kimia atau elektrokimia yang terjadi secara seragam pada permukaan logam. Efeknya adalah terjadi penipisan pada permukaan dan akhirnya menyebabkan kegagalan karena ketidak mampuan untuk menahan beban. Korosi ini dapat dicegah atau dikendalikan dengan pemilihan material (termasuk *coating*), penambahan *corrosion inhibitor* pada fluida atau menggunakan *cathodic protection*.

b. Galvanic corrosion

Merupakan korosi yang disebabkan adanya beda potensial antara dua logam yang berada pada fluida atau media konduktif dan korosif. Akibatnya, dengan ketahanan terhadap korosi yang rendah akan mengalami laju korosi lebih tinggi dibandingkan dengan logam yang memiliki ketahanan terhadap korosi tinggi. Pencegahan korosi ini adalah dengan menggunakan satu jenis material yang sama atau menggunakan kombinasi beberapa material yang memiliki sifat galvanis yang mirip, menggunakan insulasi pada sambungan antara logam, serta mengurangi karakteristik korosi dari fluida dengan *corrosion inhibitor*.

c. *Crevice corrosion*

Merupakan korosi yang terjadi akibat adanya deposisi material pada celah-celah gasket, sambungan bertindih, sekrup-sekrup atau kelingan yang terbentuk oleh kotoran-kotoran endapan atau timbul dari produk-produk karat.

d. *Pitting corrosion*

Merupakan fenomena korosi dimana proses korosi terjadi pada suatu area pada permukaan logam yang akhirnya menyebabkan terjadinya lubang pada permukaan tersebut. Korosi ini biasanya disebabkan oleh *chloride* atau *ion* yang mengandung *chlorine*. Korosi ini dapat dicegah dengan pemilihan material yang sesuai dan memiliki ketahanan tinggi terhadap korosi.

e. *Erosion corrosion*

Merupakan korosi yang terjadi sebagai akibat dari tingginya pergerakan relatif fluida korosif terhadap permukaan logam. Proses ini umumnya berlangsung dengan adanya dekomposisi kimia atau elektrokimia pada permukaan logam.

f. *Stress corrosion*

Merupakan korosi yang terjadi akibat kombinasi antara beban/ stress pada logam dan media yang korosif. Korosi ini dapat terjadi apabila beban yang diterima oleh logam melebihi suatu *minimum stress level*.

g. *Selective leaching*

Korosi ini berhubungan dengan terlepasnya satu elemen dari campuran logam. Contoh yang paling mudah adalah *desinification* yang melepaskan *zinc* dari paduan tembaga (Denny A. Jones, 1997).

2.1.1 Faktor – faktor yang Mempengaruhi Proses Korosi

Beberapa faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi proses pengkorosian pada besi antara lain, yaitu:

a. Suhu

Kenaikan suhu akan menyebabkan bertambahnya kecepatan korosi. Hal ini terjadi karena makin tinggi suhu maka energi kinetik dari partikel – partikel yang bereaksi akan meningkat sehingga melampaui besarnya harga aktivasi dan

akibatnya laju kecepatan reaksi (korosi) juga akan semakin cepat, begitu juga sebaliknya (Fogler, 1992).

b. Kecepatan Alir Fluida atau Kecepatan Pengadukan

Laju korosi cenderung bertambah jika laju atau kecepatan aliran fluida bertambah besar. Hal ini karena kontak antara zat pereaksi dan logam akan semakin besar, sehingga ion-ion logam akan semakin banyak yang lepas dan logam akan mengalami kerapuhan (Kirk Othmer, 1965).

c. Konsentrasi Bahan Korosif

Hal ini berhubungan dengan pH atau keasaman dan kebasahan suatu larutan. Larutan yang bersifat asam sangat korosif terhadap logam dimana logam yang berada didalam media larutan asam akan lebih cepat terkorosi karena merupakan reaksi anoda. Sedangkan larutan yang bersifat basa dapat menyebabkan korosi pada reaksi katodanya karena reaksi katoda selalu serentak dengan reaksi anoda (Djaprie, 1995).

d. Oksigen

Adanya oksigen yang terdapat didalam udara dapat bersentuhan dengan permukaan logam yang lembab. Sehingga kemungkinan menjadi korosi lebih besar. Didalam air (lingkungan terbuka), adanya oksigen menyebabkan korosi (Djaprie, 1995).

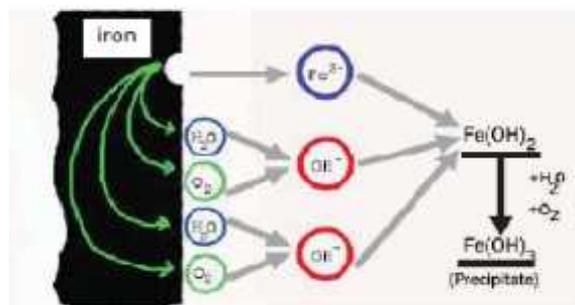
e. Waktu Kontak

Aksi inhibitor diharapkan dapat membuat ketahanan logam terhadap korosi lebih besar. Dengan adanya penambahan inhibitor kedalam larutan, maka akan menyebabkan laju reaksi menjadi lebih rendah, sehingga waktu kerja inhibitor untuk melindungi logam menjadi lebih lama.

2.1.2 Mekanisme Terbentuknya Korosi

Secara umum mekanisme korosi yang terjadi di dalam suatu larutan berawal dari logam yang teroksidasi di dalam larutan, dan melepaskan elektron untuk membentuk ion logam yang bermuatan positif. Larutan akan bertindak sebagai katoda dengan reaksi yang umum terjadi adalah pelepasan H_2 dan reduksi O_2 , akibat ion H^+ dan H_2O yang tereduksi. Reaksi ini terjadi dipermukaan logam yang

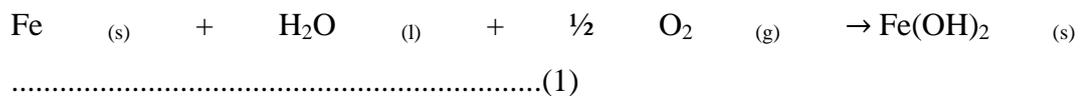
akan menyebabkan pengelupasan akibat pelarutan logam ke dalam larutan secara berulang-ulang (Alfin, 2011).



Sumber : Gogot haryono, 2010

Gambar 1. Mekanisme korosi

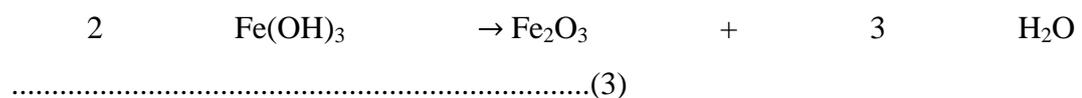
Mekanisme korosi yang terjadi pada logam besi (Fe) dituliskan sebagai berikut:



Fero Hidroksida [Fe(OH)₂] yang terbentuk merupakan hasil sementara yang dapat teroksidasi secara alami oleh air dan udara menjadi Ferri hidroksida [Fe(OH)₃], sehingga mekanisme reaksi selanjutnya adalah:



Ferri Hidroksida yang terbentuk akan berubah menjadi Fe₂O₃ yang berwarna merah kecoklatan yang biasa kita sebut karat (Vogel, 1979). Reaksinya adalah sebagai berikut:



2.2 Pengaruh Ion Klorida Terhadap Korosi

Korosi pada logam besi antara lain dipengaruhi oleh konsentrasi ion agresif seperti ion klorida (Cl^-). Konsentrasi ion klorida yang makin tinggi akan semakin meningkatkan kecenderungan terjadinya korosi. Ion klorida kebanyakan bertindak sebagai ion trigger atau ion agresif karena kemampuannya yaitu menghancurkan lapisan pasif pada permukaan logam besi dan mempercepat laju korosinya. Ketika terlarut di dalam air, maka ion klorida akan berubah menjadi asam hipoklorit (HClO) dan asam klorida (HCl), yang mana akan menurunkan nilai pH. Ion klorida dikenal memiliki efek perusak terhadap logam besi. Kebanyakan ion tersebut memiliki kemampuan untuk terserap di permukaan logam dan berinterferensi membentuk lapisan pasif.

Pitting corrosion merupakan jenis serangan utama yang terjadi akibat ion klorida. Area kecil dimana ion Cl^- terserap di permukaan logam merupakan daerah anodik menuju lapisan oksida pasif katodik yang luas. Logam besi akan terkorosi di dalam air yang mengandung klorida terutama dalam bentuk korosi *uniform* dibandingkan dalam bentuk *localized attack*. Pengaruh ion klorida terhadap laju korosi tergantung kation larutan konsentrasi garam. Adanya perbedaan laju korosi pada larutan garam seperti *lithium chloride* (LiCl), *Sodium chloride* (NaCl), dan *Potassium chloride* (KCl) dikarenakan perbedaan kelarutan oksigen pada masing-masing larutan garam. Jadi, pengaruh konsentrasi satu komponen dapat dipengaruhi oleh variabel lingkungan lainnya pada korosi *aqueous*.

2.3 Pencegahan Korosi

Pencegahan korosi dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu:

a. Pelapisan (*Coating*)

Dilakukan dengan memberikan suatu lapisan yang dapat mengurangi kontak antar logam dengan lingkungannya. Lapisan perlindungan yang sering dipakai adalah bahan metalik, anorganik ataupun organik yang relatif tipis.

b. Aliasi Logam

Pencegahan korosi dengan cara ini yaitu dengan cara mencampurkan logam satu dengan yang lainnya. Aliasi logam ini bertujuan agar mutu suatu logam akan meningkat.

c. Penambahan Inhibitor

Inhibitor adalah senyawa tertentu yang ditambahkan pada elektrolit untuk membatasi korosi bejana logam. Inhibitor terdiri dari anion atom ganda yang dapat masuk kepermukaan logam, dengan demikian dapat menghasilkan selaput lapisan tunggal yang kaya oksigen (Djaprie, 1995).

2.4 Pencegahan Korosi dengan Penambahan Inhibitor

Korosi dapat dikurangi dengan berbagai cara, salah satu caranya yang mudah dan murah yaitu dengan menggunakan inhibitor. Inhibitor adalah senyawa yang bila ditambahkan dengan konsentrasi yang kecil kedalam lingkungan elektrolit akan menurunkan laju korosi. Inhibitor dapat dianggap merupakan katalisator yang memperlambat (*retarding catalyst*). Pemakaian inhibitor dalam suatu sistem tertutup atau sistem resirkulasi, pada umumnya hanya dipakai 0,1% berat. Inhibitor yang ditambahkan akan menyebabkan:

- a. Meningkatnya polaritas anoda
- b. Meningkatnya polaritas katoda
- c. Meningkatnya bahan tahanan listrik dari sirkuit oleh pembentukan lapisan tebal pada permukaan logam.

Cara inhibitor mereduksi laju korosi adalah sebagai berikut:

- a. Memodifikasi polarisasi katodik dan anodik (*Slope Tafel*)
- b. Mengurangi pergerakan ion ke permukaan logam.
- c. Menambah hambatan listrik dipermukaan logam
- d. Menangkap atau menjebak zat korosif dalam larutan melalui pembentukan senyawa yang tidak agresif.

Mekanisme kerja inhibitor dapat dibedakan sebagai berikut :

- a. Inhibitor teradsorpsi pada permukaan logam, dan membentuk suatu lapisan tipis dengan ketebalan beberapa molekul inhibitor. Lapisan ini tidak dapat dilihat oleh mata biasa, namun dapat menghambat penyerangan lingkungan terhadap logamnya.

- b. Melalui pengaruh lingkungan (misal pH) menyebabkan inhibitor dapat mengendap dan selanjutnya teradsorpsi pada permukaan logam serta melindunginya terhadap korosi. Endapan yang terjadi cukup banyak, sehingga lapisan yang terjadi dapat teramati oleh mata.
- c. Inhibitor lebih dulu mengkorosi logamnya, dan menghasilkan suatu zat kimia yang kemudian melalui peristiwa adsorpsi dari produk korosi tersebut membentuk suatu lapisan pasif pada permukaan logam.
- d. Inhibitor menghilangkan konstituen yang agresif dari lingkungannya.

2.5 Karakteristik Karat Besi

Besi adalah logam yang berasal dari bijih besi (tambang) yang banyak digunakan untuk kehidupan manusia sehari - hari. Dalam tabel periodik, besi mempunyai simbol Fe dan nomor atom 26.



Gambar 2. Bentuk fisik besi

Besi juga mempunyai nilai ekonomis yang tinggi. Besi adalah logam yang paling banyak dan paling beragam penggunaannya. Hal ini dikarenakan beberapa hal, yaitu:

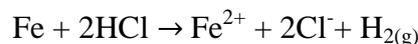
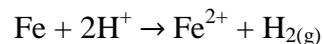
- a. Kelimpahan besi dikulit bumi cukup besar
- b. Pengolahannya relatif mudah dan murah, serta
- c. Besi mempunyai sifat - sifat yang menguntungkan dan mudah dimodifikasi.

Salah satu kelemahan besi adalah mudah mengalami korosi. Korosi menimbulkan banyak kerugian karena mengurangi umur pakai berbagai barang atau bangunan

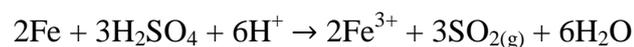
yang menggunakan besi atau baja. Besi membentuk dua deret garam yang penting, yaitu:

1. Garam besi (II) oksida yang diturunkan dari besi (II) oksida (FeO) Dalam kondisi larutan aqueous, garam besi tersebut mengandung kation Fe^{2+} (ion besi II) dapat dengan mudah dioksidasikan menjadi ion Fe^{3+} (ion besi III) dalam suasana netral, basa, atau bahkan dalam kondisi atmosfer yang mengandung oksigen tinggi.
2. Garam besi (III) oksida yang diturunkan dari besi (III) oksida (Fe_2O_3) Garam ini bersifat lebih stabil dibandingkan garam besi (II). Dalam kondisi *aqueous*, kation dari Fe^{3+} berwarna kuning muda, jika larutan mengandung klorida, maka warna kuning yang dihasilkan di permukaannya semakin kuat.

Reaksi antara baja dengan asam klorida menghasilkan garam-garam besi (II) dan gas hidrogen, reaksinya yaitu :



Sedangkan reaksi antara asam sulfat panas dan baja menghasilkan ion-ion besi (III) dan belerang dioksida. Reaksinya sebagai berikut :



Selain itu, endapan putih besi (II) hidroksida ($\text{Fe}(\text{OH})_2$) apabila bereaksi dengan atmosfer maka mudah bereaksi dengan oksigen yang pada akhirnya menghasilkan besi (III) hidroksida yang berwarna coklat-kemerahan. Pada kondisi biasa, $\text{Fe}(\text{OH})_2$

tampak seperti endapan hijau kotor.

2.6 Tanin

Pengertian Tanin secara umum didefinisikan sebagai senyawa polifenol yang memiliki berat molekul cukup tinggi antara 500-3000 gr/ml dan dapat membentuk kompleks dengan protein. Senyawa-senyawa kompleks yang tersebar luas dalam dunia tumbuh-tumbuhan terdapat dalam jumlah besar pada daun, buah dan batang. Campuran senyawa polifenol, semakin banyak jumlah gugus fenolik maka

semakin besar ukuran molekul tanin. Tanin berikatan kuat dengan protein & dapat mengendapkan protein dari larutan.

Tanin terdapat luas dalam tumbuhan berpembuluh, dalam *angiospermae* terdapat khusus dalam jaringan kayu. Menurut batasannya, tannin dapat bereaksi dengan protein membentuk *kopolimer* mantap yang tak larut dalam air. Dalam industri, tanin adalah senyawa yang berasal dari tumbuhan, yang mampu mengubah kulit hewan yang mentah menjadi kulit siap pakai karena kemampuannya menyambung silang protein.

2.7 Tanaman Belimbing

Belimbing manis (*Averrhoa Carambola L*) merupakan tanaman dengan habitus berupa pohon, tinggi 12 m. Batang berkayu, tegak, bulat, bercabang-cabang, coklat kotor. Daun majemuk, menyirip, bulat telur, ujung runcing, pangkal membulat, tepi rata, panjang 1,5-7,5 cm, lebar 1-4 cm, bertangkai pendek, anak daun dua belas, pertulangan menyirip, hijau. Buah bulat memanjang (lonjong) dengan tepi bergerigi lima rusuk. Buah belimbing mengandung 90% air, panjang buah 4-13 cm, biji lanset, pipih, masih muda putih setelah tua coklat kehitaman.

Pada ekstrak kental daun belimbing manis diketahui positif mengandung senyawa golongan flavonoid, alkaloid, saponin, protein, lemak, kalsium, fosfor, zat besi, serta vitamin A, B1 dan vitamin C yang semuanya memiliki efek farmakologis, dengan kandugn utamanya adalah flavonoid. Flavonoid adalah suatu kelompok senyawa fenol terbesar yang di temukan di alam. (Indrawati, dkk. 2013).

2.8 Tanaman Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi*)

Belimbing wuluh dikenal dengan berbagai daerah dengan nama yang berbeda, seperti: limeng, selimeng (Aceh), Selemeng (Gayo), asom belimbing, balimbingan (Batak), malimbi (Nias), balimbieng (Minangkabau), belimbing asam (Melayu), balimbing (Lampung), belimbing wuluh (jawa), calincing wulet Sunda), bhalingbhing bulu (Madura). Sedangkan dalam bahasa latin disebut *Averrhoa bilimbi*.

2.8.1 Klasifikasi Tanaman Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi*)

Klasifikasi ilmiah tanaman belimbing wuluh adalah (Dasuki, 1991)

Kingdom : Plantae (tumbuhan)

Subkingdom : Tracheobionta (berpembuluh)

Superdivisio : Spermatophyta (menghasilkan biji)

Divisio : Magnoliophyta (berbunga)

Kelas : Magnoliopsida (berkeping dua / dikotil)

Sub-kelas : Rosidae

Ordo : Geraniales

Familia : Oxalidaceae (suku belimbing-belimbingan)

Genus : *Averrhoa*

Spesies : *Averrhoa bilimbi* L

2.8.2 Morfologi Tanaman Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi*)

Belimbing wuluh pohonnya tergolong kecil, tinggi mencapai 10 m dengan batang tidak begitu besar, kasar berbenjol-benjol, dan mempunyai garis tengah hanya sekitar 30 cm. Percabangan sedikit, arahnya condong ke atas, cabang muda berambut halus seperti beludru berwarna coklat muda. Bentuk daun menyirip ganjil dengan 21-45 pasang anak daun. Bunga berukuran kecil dan berbentuk menyerupai bintang, warnanya ungu kemerahan. (Wijayakusuma, 2006).



Gambar 3. Belimbing Wuluh

Belimbing wuluh dapat tumbuh baik di tempat-tempat terbuka yang mempunyai ketinggian kurang dari 500 meter di atas permukaan laut. Tanaman ini tumbuh baik di daerah tropis dan di Indonesia banyak dipelihara di pekarangan atau kadang tumbuh liar di ladang atau tepi hutan. Tumbuhan belimbing wuluh menghasilkan buah berwarna hijau dan kuning muda atau sering juga disebut berwarna putih (Thomas, 1992)

2.8.3 Kandungan Kimia Tanaman Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi*)

Salah satu tanaman yang banyak ditanam di pekarangan dan dimanfaatkan oleh manusia dalam kehidupan sehari-hari baik sebagai obat, bumbu dapur, pemberi aroma adalah belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L). Tanaman belimbing wuluh ini baik daun, buah bahkan batangnya mempunyai manfaat dan khasiat. Kandungan kimia pada *A.bilimbi* adalah tanin, saponin, glukosida, sulfur, asam format, peroksida. Menurut Tan et al. (2005) meliputi asam amino, asam sitrat, senyawa fenolik, ion kalsium, cyanidin-3-O-h-D-glucoside, gula dan vitamin. Identifikasi golongan pada ekstrak etanol dari buah belimbing wuluh menunjukkan adanya senyawa flavonoid, triterpenoid (Latifah, 2008).

2.8.4 Manfaat Tanaman Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi*)

Tanaman belimbing wuluh ini baik daun, buah bahkan batangnya mempunyai manfaat dan khasiat. Kandungan kimia pada *A.bilimbi* adalah tanin, saponin, glukosida, sulfur, asam format, peroksida. Identifikasi golongan pada ekstrak etanol dari buah belimbing wuluh menunjukkan adanya senyawa flavonoid, triterpenoid (Latifah, 2008). Mukhlisoh dkk (2010) menyebutkan kandungan daun belimbing wuluh adalah tanin, flavonoid, dan terpenoid. Pelarut aseton :air (7:3) adalah pelarut yang terbaik untuk memperoleh ekstrak senyawa tanin pada daun belimbing wuluh, kadar tanin pada daun belimbing wuluh adalah 10,92% (Ummah, 2010).

1. Buah Belimbing Wuluh



Gambar 4. Buah Belimbing Wuluh

Buah belimbing wuluh mengandung banyak vitamin C alami yang berguna sebagai penambah daya tahan tubuh dan perlindungan terhadap berbagai penyakit. Belimbing wuluh mempunyai kandungan unsur kimia yang disebut asam oksalat dalam kalium (Iptek, 2007). Sedangkan berdasarkan hasil pemeriksaan kandungan kimia buah belimbing wuluh yang dilakukan Herlih (1993) menunjukkan bahwa buah belimbing wuluh mengandung golongan senyawa oksalat, minyak menguap, fenol, flavonoid, dan pektin. Flavonoid diduga merupakan senyawa aktif antibakteri yang terkandung dalam buah belimbing wuluh (Zakaria et al., 2007).

Hasil identifikasi Wong and Wong (1995) menunjukkan bahwa 47,8% total senyawa volatil yang terdapat dalam buah belimbing wuluh merupakan asam alifatik, asam heksadekanoat (20,4%), dan asam yang paling dominan adalah (Z)-9-oktadekanoat. Sedangkan senyawa ester dominan adalah butil nikotinat (1,6%) dan heksil nikotinat (1,7). Menurut Pino et al. (2004) dalam buah belimbing wuluh terkandung sekitar 6 mg/kg total senyawa volatil.

2. Bunga Belimbing Wuluh



Gambar 5. Bunga Belimbing Wuluh

Bunga belimbing wuluh dapat digunakan sebagai obat batuk dan juga sariawan. Zat kimia yang terkandung dalam bunga belimbing wuluh adalah saponin, dan flavonoida

3. Batang Belimbing Wuluh



Gambar 6. Batang Pohon Belimbing Wuluh

Batang pohon belimbing wuluh bermanfaat untuk obat penyakit gondongan. Batangnya mengandung alkaloida dan polifenol. 10 ranting

muda belimbing wuluh berikut daunnya dan 4 butir bawang merah setelah dicuci bersih lalu ditumbuk halus. Balurkan ketempat yang sakit.

4. Daun Belimbing Wuluh



Gambar 7. Daun Belimbing Wuluh

Kandungan kimia dari daun (*Averrhoa bilimbi* L) adalah saponin, tanin, sulfur, asam format dan perokside (LIPI-PDII,2007). Tanin yang terkandung dalam ekstrak daun belimbing wuluh bersifat astrigent yang dapat menghambat pelekatan S.

2.9 Ekstraksi

Ekstraksi adalah suatu proses pemisahan suatu zat berdasarkan perbedaan kelarutannya terhadap dua cairan tidak saling larut yang berbeda, biasanya air dan yang lainnya pelarut organik. Proses ekstraksi dapat berlangsung pada: Ekstraksi parfum, untuk mendapatkan kompaonen dari bahan yang wangi.

2.9.1 Tujuan Ekstraksi

Tujuan ekstraksi adalah untuk menarik semua komponen kimia yang terdapat dalam simplisia. Ekstraksi ini didasarkan pada perpindahan massa komponen zat padat ke dalam pelarut dimana perpindahan mulai terjadi pada lapisan antar muka, kemudian berdifusi masuk ke dalam pelarut.

Secara umum, terdapat empat situasi dalam menentukan tujuan ekstraksi:

1. Senyawa kimia telah diketahui identitasnya untuk diekstraksi dari organisme. Dalam kasus ini, prosedur yang telah dipublikasikan dapat diikuti dan dibuat

modifikasi yang sesuai untuk mengembangkan proses atau menyesuaikan dengan kebutuhan pemakai.

2. Bahan diperiksa untuk menemukan kelompok senyawa kimia tertentu, misalnya alkaloid, flavanoid atau saponin, meskipun struktur kimia sebetulnya dari senyawa ini bahkan keberadaannya belum diketahui. Dalam situasi seperti ini, metode umum yang dapat digunakan untuk senyawa kimia yang diminati dapat diperoleh dari pustaka. Hal ini diikuti dengan uji kimia atau kromatografik yang sesuai untuk kelompok senyawa kimia tertentu

3. Organisme (tanaman atau hewan) digunakan dalam pengobatan tradisional, dan biasanya dibuat dengan cara, misalnya Tradisional Chinese medicine (TCM) seringkali membutuhkan herba yang dididihkan dalam air dan dekok dalam air untuk diberikan sebagai obat. Proses ini harus ditiru sedekat mungkin jika ekstrak akan melalui kajian ilmiah biologi atau kimia lebih lanjut, khususnya jika tujuannya untuk memvalidasi penggunaan obat tradisional.

4. Sifat senyawa yang akan diisolasi belum ditentukan sebelumnya dengan cara apapun. Situasi ini (utamanya dalam program skrining) dapat timbul jika tujuannya adalah untuk menguji organisme, baik yang dipilih secara acak atau didasarkan pada penggunaan tradisional untuk mengetahui adanya senyawa dengan aktivitas biologi khusus. Proses pengekstraksian komponen kimia dalam sel tanaman yaitu pelarut organik akan menembus dinding sel dan masuk ke dalam rongga sel yang mengandung zat aktif, zat aktif akan larut dalam pelarut organik di luar sel, maka larutan terpekat akan berdifusi keluar sel dan proses ini akan berulang terus sampai terjadi keseimbangan antara konsentrasi cairan zat aktif di dalam dan di luar sel.

2.8.2 Prinsip ekstraksi

Prinsip Maserasi

Penyarian zat aktif yang dilakukan dengan cara merendam serbuk simplisia dalam cairan penyari yang sesuai selama tiga hari pada temperatur kamar terlindung dari cahaya, cairan penyari akan masuk ke dalam sel melewati dinding sel. Isi sel akan larut karena adanya perbedaan konsentrasi antara larutan di dalam

sel dengan di luar sel. Larutan yang konsentrasinya tinggi akan terdesak keluar dan diganti oleh cairan penyari dengan konsentrasi rendah (proses difusi). Peristiwa tersebut berulang sampai terjadi keseimbangan konsentrasi antara larutan di luar sel dan di dalam sel. Selama proses maserasi dilakukan pengadukan dan penggantian cairan penyari setiap hari. Endapan yang diperoleh dipisahkan dan filtratnya dipekatkan.

Prinsip Perkolasi

Penyarian zat aktif yang dilakukan dengan cara serbuk simplisia dimaserasi selama 3 jam, kemudian simplisia dipindahkan ke dalam bejana silinder yang bagian bawahnya diberi sekat berpori, cairan penyari dialirkan dari atas ke bawah melalui simplisia tersebut, cairan penyari akan melarutkan zat aktif dalam sel-sel simplisia yang dilalui sampai keadan jenuh. Gerakan ke bawah disebabkan oleh karena gravitasi, kohesi, dan berat cairan di atas dikurangi gaya kapiler yang menahan gerakan ke bawah. Perkolat yang diperoleh dikumpulkan, lalu dipekatkan.

Prinsip Soxhletasi

Penarikan komponen kimia yang dilakukan dengan cara serbuk simplisia ditempatkan dalam klonsong yang telah dilapisi kertas saring sedemikian rupa, cairan penyari dipanaskan dalam labu alas bulat sehingga menguap dan dikondensasikan oleh kondensor bola menjadi molekul-molekul cairan penyari yang jatuh ke dalam klonsong menyari zat aktif di dalam simplisia dan jika cairan penyari telah mencapai permukaan sifon, seluruh cairan akan turun kembali ke labu alas bulat melalui pipa kapiler hingga terjadi sirkulasi. Ekstraksi sempurna ditandai bila cairan di sifon tidak berwarna, tidak tampak noda jika di KLT, atau sirkulasi telah mencapai 20-25 kali. Ekstrak yang diperoleh dikumpulkan dan dipekatkan. · Prinsip Refluks Penarikan komponen kimia yang dilakukan dengan cara sampel dimasukkan ke dalam labu alas bulat bersama-sama dengan cairan penyari lalu dipanaskan, uap-uap cairan penyari terkondensasi pada kondensor bola menjadi molekul-molekul cairan penyari yang akan turun kembali menuju

labu alas bulat, akan menyari kembali sampel yang berada pada labu alas bulat, demikian seterusnya berlangsung secara berkesinambungan sampai penyarian sempurna, penggantian pelarut dilakukan sebanyak 3 kali setiap 3-4 jam. Filtrat yang diperoleh dikumpulkan dan dipekatkan. ·

Prinsip Destilasi Uap Air

Penyarian minyak menguap dengan cara simplisia dan air ditempatkan dalam labu berbeda. Air dipanaskan dan akan menguap, uap air akan masuk ke dalam labu sampel sambil mengekstraksi minyak menguap yang terdapat dalam simplisia, uap air dan minyak menguap yang telah terekstraksi menuju kondensor dan akan terkondensasi, lalu akan melewati pipa alonga, campuran air dan minyak menguap akan masuk ke dalam corong pisah, dan akan memisah antara air dan minyak atsiri.

Prinsip Rotavapor

Proses pemisahan ekstrak dari cairan penyarinya dengan pemanasan yang dipercepat oleh putaran dari labu alas bulat, cairan penyari dapat menguap 5-10° C di bawah titik didih pelarutnya disebabkan oleh karena adanya penurunan tekanan. Dengan bantuan pompa vakum, uap larutan penyari akan menguap naik ke kondensor dan mengalami kondensasi menjadi molekul-molekul cairan pelarut murni yang ditampung dalam labu alas bulat penampung.

Prinsip Ekstraksi Cair-Cair Ekstraksi

cair-cair (corong pisah) merupakan pemisahan komponen kimia di antara 2 fase pelarut yang tidak saling bercampur di mana sebagian komponen larut pada fase pertama dan sebagian larut pada fase kedua, lalu kedua fase yang mengandung zat terdispersi dikocok, lalu didiamkan sampai terjadi pemisahan sempurna dan terbentuk dua lapisan fase cair, dan komponen kimia akan terpisah ke dalam kedua fase tersebut sesuai dengan tingkat kepolarannya dengan perbandingan konsentrasi yang tetap.

Prinsip Kromatografi Lapis Tipis

Pemisahan komponen kimia berdasarkan prinsip adsorpsi dan partisi, yang ditentukan oleh fase diam (adsorben) dan fase gerak (eluen), komponen kimia bergerak naik mengikuti fase gerak karena daya serap adsorben terhadap

komponen-komponen kimia tidak sama sehingga komponen kimia dapat bergerak dengan kecepatan yang berbeda berdasarkan tingkat kepolarannya, hal inilah yang menyebabkan terjadinya pemisahan.

Prinsip Penampakan Noda

- Pada UV 254 nm

Pada UV 254 nm, lempeng akan berfluoresensi sedangkan sampel akan tampak berwarna gelap. Penampakan noda pada lampu UV 254 nm adalah karena adanya daya interaksi antara sinar UV dengan indikator fluoresensi yang terdapat pada lempeng. Fluoresensi cahaya yang tampak merupakan emisi cahaya yang dipancarkan oleh komponen tersebut ketika elektron yang tereksitasi dari tingkat energi dasar ke tingkat energi yang lebih tinggi kemudian kembali ke keadaan semula sambil melepaskan energi.

- Pada UV 366 nm

Pada UV 366 nm noda akan berfluoresensi dan lempeng akan berwarna gelap. Penampakan noda pada lampu UV 366 nm adalah karena adanya daya interaksi antara sinar UV dengan gugus kromofor yang terikat oleh auksokrom yang ada pada noda tersebut. Fluoresensi cahaya yang tampak merupakan emisi cahaya yang dipancarkan oleh komponen tersebut ketika elektron yang tereksitasi dari tingkat energi dasar ke tingkat energi yang lebih tinggi kemudian kembali ke keadaan semula sambil melepaskan energi. Sehingga noda yang tampak pada lampu UV 366 terlihat terang karena silika gel yang digunakan tidak berfluoresensi pada sinar UV 366 nm.

- Pereaksi Semprot H₂SO₄ 10%

Prinsip penampakan noda pereaksi semprot H₂SO₄ 10% adalah berdasarkan kemampuan asam sulfat yang bersifat reduktor dalam merusak gugus kromofor dari zat aktif simplisia sehingga panjang gelombangnya akan bergeser ke arah yang lebih panjang (UV menjadi VIS) sehingga noda menjadi tampak oleh mata.

2.8.3 Macam – macam Ekstraksi

Beberapa macam metode Ekstraksi :

1. Maserasi

Maserasi merupakan proses penyarian yang sederhana yaitu dengan cara merendam sampel dalam pelarut yang sesuai selama 3×5 hari.

Prinsip Maserasi :

Pelarut akan menembus ke dalam rongga sel yang mengandung zat aktif, sehingga akan larut karena adanya perbedaan konsentrasi antara larutan zat aktif di dalam sel dengan yang di luar sel, maka senyawa kimia yang terpekat didesak ke luar. Peristiwa tersebut berulang sehingga terjadi keseimbangan konsentrasi antara larutan di luar sel dan di dalam sel. Kecuali dinyatakan lain, dilakukan dengan merendam 10 bagian simplisia atau campuran simplisia dengan derajat kehalusan tertentu, dimasukkan kedalam bejana. Tambahkan pelarut sebanyak 70 bagian sebagai penyari, tutup dan biarkan 3-5 hari pada tempat yang terlindung cahaya. Diaduk berulang-ulang serta diperas, cuci ampas dengan cairan penyari secukupnya, hingga didapatkan hasil maserasi sbyk 100 bagian. Pindahkan kedalam bejana tertutup dan biarkan ditempat sejuk terlindung dari cahaya selama 2 hari.

Keuntungan metoda maserasi :

Teknik pengerjaan dan alat yang digunakan sederhana serta dapat digunakan untuk mengekstraksi senyawa yang bersifat termolabil.

2. Sokletasi

Sokletasi adalah metode penyarian secara berulang-ulang senyawa bahan alam dengan menggunakan alat soklet. Sokletasi merupakan teknik penyarian dengan pelarut organik menggunakan alat soklet. Pada cara ini pelarut dan sampel ditempatkan secara terpisah.

Prinsip Sokletasi :

Prinsipnya adalah penyarian yang dilakukan berulang-ulang sehingga penyarian lebih sempurna dan pelarut yang digunakan relatif sedikit. Bila penyarian telah selesai maka pelarutnya dapat diuapkan kembali dan sisanya berupa ekstrak yang mengandung komponen kimia tertentu.

Penyarian dihentikan bila pelarut yang turun melewati pipa kapiler tidak berwarna dan dapat diperiksa dengan pereaksi yang cocok.

Keuntungan metode sokletasi :

-Sampel terekstraksi secara sempurna, karena dilakukan berulang kali dan kontinu.

-Pelarut yang digunakan tidak akan habis, karena selalu didinginkan dengan kondenser dan dapat digunakan lagi setelah hasil isolasi dipisahkan.

-Proses ekstraksi lebih cepat (waktu singkat)

-Pelarut yang digunakan lebih sedikit.

Kelemahan Sokletasi :

-Tidak cocok untuk senyawa-senyawa yang tidak stabil terhadap panas (senyawa termobil), contoh : Beta karoten.

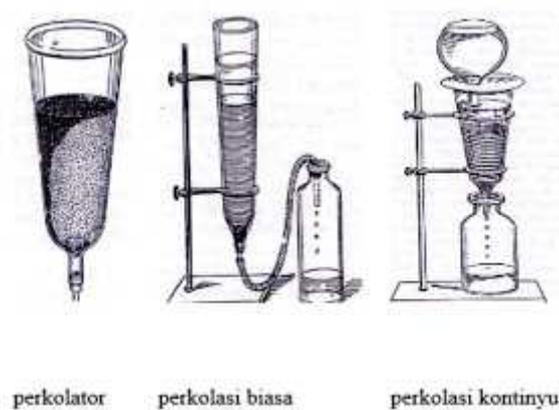
Cara mengetahui ekstrak telah sempurna atau saat sokletasi harus dihentikan adalah :

-Pelarutnya sudah bening atau tidak berwarna lagi

-Jika pelarut bening, maka diuji dengan meneteskan setetes pelarut pada kaca arloji dan biarkan menguap. Bila tidak ada lagi bercak noda, berarti sokletasi telah selesai.

-Untuk mengetahui senyawa hasil penyarian (kandungannya) ,dapat dilakukan dengan tes identifikasi dengan menggunakan beberapa pereaksi.

3. Perkolasi



Gambar 8. Metode Perkolasi

Merupakan teknik penyarian dengan pelarut organik yang sesuai secara lambat menggunakan alat perkolator.

Prinsip Perkolator :

1. Dilakukan dg merendam 10 bagian sampel dg derajat kehalusan tertentu dg cairan penyari sebyk 2,5- 5 bagian, perendaman sekurang-kurangnya selama 3jam dalam bejana tertutup.
2. Pindahkan masa sedikit demi sedikit ke dlm perkolator, sambil sesekali ditekan secara hati-hati, tuang dg cairan penyari secukupnya hingga cairan penyari menetes (bahan harus terendam cairan penyari).
3. Tutup perkolator biarkan selama 24 jam. Biarkan cairan menetes selam 1 ml/menit, tambahkan berulang-ulang cairan penyari secukupnya hingga diperoleh 100 bagian perkolat.
4. Tutup dan biarkan selama 2 hari ditempat sejuk dan terlindung dari cahaya.
5. Pada cara ini pelarut dialirkan melewati sampel sehingga penyarian lebih sempurna. Tapi metoda ini membutuhkan pelarut yang relatif banyak.

4. Digestasi

Digestasi adalah proses penyarian yang sama seperti maserasi dengan menggunakan pemanasan pada suhu 30-40oC. Metoda ini digunakan untuk simplisia yang tersari baik pada suhu biasa.

5. Dekokta

Proses penyarian dengan metoda ini hampir sama dengan infus, perbedaanya terletak pada lamanya waktu pemanasan yang digunakan. Dekokta membutuhkan waktu pemanasan yang lebih lama dibanding metoda infus, yaitu 30 menit dihitung setelah suhu mencapai 90oC. Metoda ini jarang digunakan karena proses penyarian kurang sempurna dan tidak dapat digunakan untuk mengekstraksi senyawa yang termolabil.

6. Infusa

Infusa adalah sediaan cair yang dibuat dengan menyari simplisia nabati dengan air pada suhu 90oC selama 15 menit, kecuali dinyatakan lain, dilakukan dengan cara sebagai berikut : simplisia dengan derajat kehalusan tertentu dimasukkan kedalam panci dan ditambahkan air secukupnya, panaskan diatas penangas air selama 15 menit, dihitung mulai suhu 90oC sambil sesekali diaduk, serkai selagi panas melalui kain flanel, tambahkan air panas secukupnya melalui ampas sehingga diperoleh volume infus yang dikehendaki.

7. Fraksinasi

Fraksinasi merupakan teknik pemisahan atau pengelompokan kandungan kimia ekstrak berdasarkan kepolaran. Pada proses fraksinasi digunakan dua pelarut yang tidak bercampur dan memiliki tingkat kepolaran yang berbeda

Tujuan Fraksinasi :

Tujuan fraksinasi adalah memisahkan senyawa-senyawa kimia yang ada di dalam ekstrak berdasarkan tingkat kepolarannya. Senyawa-senyawa yang bersifat non polar akan tertarik oleh pelarut non polar seperti heksan & pertolium eter. Senyawa yg semipolar seperti golongan terpenoid dan alkaloid akan tertarik oleh pelarut semi polar seperti etil asetat & DCM. Senyawa-senyawa yang bersifat polar seperti golongan flavonoid dan glikosida akan tertarik oleh pelarut polar seperti butanol dan etanol

2.9 Ekstraksi Daun Belimbing Wuluh

Ekstraksi merupakan metode pemisahan campuran dengan melarutkan bahan campuran dalam pelarut yang sesuai. Dasar metode pemisahan ini adalah perbedaan kelarutan bahan dalam pelarut tertentu. Tanin merupakan senyawa makromolekul dari golongan polifenol yang bersifat polar (Fengel dan Wegener, 1995), sehingga ekstraksi tanin dilakukan menggunakan pelarut polar.

Ekstraksi digolongkan ke dalam dua bagian besar berdasarkan bentuk fase yang diekstraksi yaitu ekstraksi cair-cair dan ekstraksi cair-padat. Ekstraksi cair-padat terdiri dari beberapa cara yaitu maserasi, perkolasi, dan ekstraksi sinambung. Untuk ekstraksi tanin ini digunakan cara maserasi. Maserasi merupakan metode ekstraksi yang sederhana.

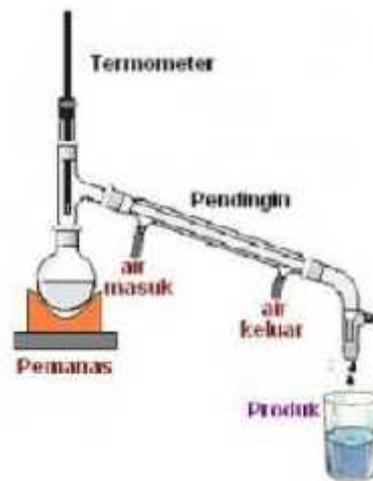


Gambar 9. Mekanisme maserasi

Maserasi dilakukan dengan cara merendam sampel dalam pelarut organik. Pelarut organik akan menembus dinding sel dan masuk ke dalam rongga sel yang mengandung zat aktif sehingga zat aktif akan larut. Karena adanya perbedaan konsentrasi antara larutan zat aktif di dalam sel, maka larutan yang terpekat didesak keluar. Keuntungan menggunakan metode ekstraksi ini, adalah metode dan peralatan yang digunakan sederhana dan mudah diusahakan (Cheong, dkk, 2005). Penekanan utama pada maserasi adalah tersedianya waktu kontak yang cukup antara pelarut dan jaringan yang diekstraksi (Guether, 1987).

2.10 Destilasi Daun Belimbing Wuluh

Destilasi atau penyulingan merupakan proses pemisahan campuran dengan penguapan yang diikuti pengembunan berdasarkan titik didih. Mula-mula campuran yang akan dipisahkan dipanaskan hingga di atas titik didih zat yang akan dipisahkan. Oleh karena zat yang akan dipisahkan memiliki titik didih yang lebih rendah daripada larutan, maka zat tersebut akan menguap terlebih dahulu. Uap yang terbentuk kemudian didinginkan sehingga menjadi cairan. Cairan yang dihasilkan selanjutnya ditampung dalam suatu wadah sebagai distilat.



Gambar 10. Mekanisme destilasi

Pemisahan dengan metode destilasi dilakukan dengan cara memanaskan campuran sampai menguap sehingga dihasilkan destilat dan residu. Untuk mendapatkan ekstrak tanin yang lebih pekat digunakan proses lanjut seperti proses destilasi.

2.11 Aplikasi Penggunaan Inhibitor Korosi pada Peralatan Industri

Salah satu masalah penting yang dihadapi oleh kelompok industri maju adalah korosi logam. Dari peristiwa korosi yang terjadi, dapat menimbulkan kerusakan yang mengakibatkan kerugian baik secara ekonomi ataupun keamanan. Industri yang sering terkena dampak korosi contohnya yaitu pada industri migas dan petrokimia. Dalam sebuah industri migas, korosi merupakan problematika yang sering terjadi. Berbagai macam cara dalam mengendalikannya. Salah satu metodenya adalah penggunaan inhibitor korosi. Saat ini penggunaan bio inhibitor

menjadi alternatif baru. Bio inhibitor berbahan alam ini dipilih sebagai alternatif karena sifatnya aman, bersifat biodegradable, biaya murah, ramah lingkungan dan mudah didapat. Berikut alat - alat industri migas dan petrokimia yang sering terkena korosi serta bagaimana cara pencegahannya dengan inhibitor korosi :

a. *Cooling tower*

Cooling tower sering terkena korosi dikarenakan langsung berhubungan dengan air sebagai pendingin. Korosi yang biasa terjadi pada sistem menara pendingin adalah korosi erosi dan korosi galvanik. Cara pencegahan korosi di *cooling tower* biasanya dengan menggunakan *corrosion inhibitor*.

b. Pipa

Pipa rentan sekali akan korosi karena pipa merupakan jalur transportasi bagi gas dan fluida yang akan masuk atau keluar dari proses. Korosi yang biasanya terjadi adalah korosi erosi pada dalam pipa dan korosi galvanik pada sambungan pipa. Cara pencegahan yang pertama adalah dengan cara *coating* pada sambungan dan juga pada luar pipa selain itu juga jika memungkinkan dan tidak merusak gas atau fluida yang terdapat didalam pipa ada baiknya menggunakan *corrosion inhibitor*.

c. Reaktor

Reaktor berpotensi cukup besar untuk terjadinya korosi dikarenakan pada reaktor terjadi reaksi antara 2 atau lebih fluida atau gas. Kemungkinan terjadinya korosi akan menjadi cukup besar. Korosi yang terjadi pada reaktor kemungkinan berupa korosi sumuran, korosi galvanik, korosi erosi, korosi seragam. Pencegahan korosinya adalah dengan cara menggunakan inhibitor dan juga menggunakan pelapisan atau *coating*. Pada tahap yang sudah mengkhawatirkan biasanya langsung mengganti alat.

2.12 Perhitungan Laju Korosi dan Efisiensi Inhibitor

2.12.1 Perhitungan Laju Korosi

Salah satu tujuan dari corrosion monitoring adalah dengan mengetahui laju korosi pada logam dari suatu struktur sehingga dari dengan mengetahui laju

korosi kita dapat memprediksi kapan dan berapa lama struktur itu dapat bertahan terhadap serangan korosi. Teknik monitoring korosi dapat dibagi menjadi beberapa metode yaitu kinetika (weight loss) dan elektrokimia (diagram polarisasi, linear polarization resistance, electrochemical impedance spectroscopy, potensial korosi, dan electrochemical noise) (Riastutui dkk, 2008). Metode weight loss atau kehilangan berat merupakan metode yang dapat digunakan untuk mendapatkan laju korosi. Prinsip dari metode ini adalah dengan menghitung banyaknya material yang hilang atau kehilangan berat setelah dilakukan pengujian rendaman (L. Caseres, 2007). Dengan menghitung massa logam yang telah dibersihkan dari oksida dan massa tersebut dinyatakan sebagai massa awal lalu dilakukan pada suatu lingkungan yang korosif seperti pada air laut selama waktu tertentu. Setelah itu dilakukan penghitungan massa kembali dari suatu logam setelah dibersihkan logam tersebut dari hasil korosi yang terbentuk dan massa tersebut dinyatakan sebagai massa akhir. Dengan mengambil beberapa data seperti luas permukaan yang terendam, waktu perendaman dan massa jenis logam yang di uji maka dihasilkan suatu laju korosi, persamaan laju korosi dapat ditunjukkan pada persamaan berikut:

$$\text{Corrosion Rate} = \frac{K \times W}{A \times T \times D}$$

Keterangan:

K : Konstanta, dilihat pada Tabel 1

T : *Time of exposure (hour)*

A : Luas permukaan yang direndam (Cm²)

W : Kehilangan berat (gram)

D : Density (ρ) = $\frac{m}{V}$, gr/cm³ (Bunga, 2008).

Tabel 1. Konstanta Perhitungan Laju Korosi Berdasarkan Satuannya

Satuan Laju Korosi / Corrosion Rate	Konstanta
Mils per year (mpy)	$3,45 \times 10^6$
Inches per year (ipy)	$3,45 \times 10^3$
Milimeters per year (mm/y)	$8,76 \times 10^4$
Micrometers per year ($\mu\text{m}/\text{y}$)	$8,76 \times 10^7$

Bunga, 2008

Tabel 2. Konversi Perhitungan Laju Korosi

	mA cm^{-2}	Mm year^{-1}	mpy	$\text{g m}^{-2} \text{day}^{-1}$
mA cm^{-2}	1	11,6	456	249
mm year^{-1}	0,0863	1	39,4	21,6
Mpy	0,00219	0,00219	1	0,547
$\text{G m}^{-2} \text{day}^{-1}$	0,00401	0,0463	1,83	1

Bunga, 2008