

0 B.14

ISBN No : 979-96880-3-5

Prosiding Seminar Nasional
HASIL PENELITIAN MIPA DAN PENDIDIKAN MIPA

28 Juni 2003, Hotel Sahid Raya, Yogyakarta

Bidang

Kimia dan Pendidikan Kimia

Tema :

Peluang dan Tantangan dalam Peningkatan Kualitas Penelitian MIPA dan Pendidikan MIPA di Era Globalisasi

**Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

**Prosiding Seminar Hasil Penelitian MIPA dan Pendidikan MIPA
28 Juni 2003, Hotel Sahid Raya , Yogyakarta**

Publikasi ini dibuat dan diterbitkan oleh
FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta (UNY)

Artikel-artikel dalam Prosiding ini telah dipresentasikan dalam Seminar
Nasional Hasil Penelitian MIPA dan Pendidikan MIPA pada 28 Juni 2003 di
Hotel Sahid Raya Yogyakarta

(Isi Artikel diluar Tanggung Jawab Editor dan Penerbit)

Ketua Panitia : Dr. Ariswan, MSi., DEA

Editor :

Bidang :

Kimia dan Pendidikan Kimia : Dr. Hari Sutrisno, MSi
Fisika dan Pendidikan Fisika : Supahar, MSi
Biologi dan Pendidikan Biologi : Yuni Wibowo, SPd
Matematika dan Pendidikan Matematika : Sahid, MSc

Alamat Redaksi :

Kampus Karangmalang, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta
Telp (0274) 548203, Fax. (0274) 540713

Gambar Sampul : Ruang Kuliah FMIPA, UNY

DAFTAR ISI

	Halaman
Sampul	i
Lembar Jenis Bidang Artikel	ii
Lembar Editor	iii
Sambutan-Sambutan	
Sambutan Ketua Panitia	iv
Sambutan Dekan FMIPA UNY	v
Sambutan Rektor UNY	vi
Daftar Isi	vii
Makalah Seminar Nasional	
Makalah Utama	
KECENDERUNGAN PENELITIAN PENDIDIKAN MIPA DALAM PERSPEKTIF PEMBELAJARAN MIPA DI MASYARAKAT (Prof. Dr. Wuryadi MSi)	U.1
Makalah Sidang Pararel	
1. PERSAMAAN KEADAAN TERPADU BENZENA CAIR DAN BENZENA PADAT (M. Utoro Yahya)	K.1
2. KAJIAN ADSORPSI FENOL MENGGUNAKAN ABU LAYANG TERDEKOMPOSISI (Is Fatimah)	K.7
3. PENENTUAN UREA SECARA SPEKTROFOTOMETRI DENGAN OPTIMASI MENGGUNAKAN REGRESI GANDA (Is Fatimah & Jaka Nugraha)	K.15
4. PENENTUAN KANDUNGAN Pb, Zn, Cr, DAN Cu PADA ENDAPAN SUNGAI DI KAWASAN INDUSTRI PULO GADUNG DENGAN SPEKTOFOTOMETRI SERAPAN ATOM (Allwar, Anika Hariani S & Agus Hariyawan)	K.23
5. STRUCTURAL STUDY OF COMPLEX COMPOUND CONTAINING COBALT(II) AND 3,5-BIS(PYRIDIN-2-YL)-1,2,4-TRIAZOLE IN DMF BY EXAFS SPECTROMETRY (Kristian H. Sugiyarto)	K.28
6. KARAKTERISASI GUGUS HIDROKSIDA DI PERMUKAAN MIKROGEL KOPOLIMER METAKRILAT DENGAN TEKNIK FTIR (Achmad Sjaifullah) ..	K.34
7. PEMANFAATAN CLAY LOKAL SEBAGAI ADSORBEN LOGAM TEMBAGA DALAM AIR LIMBAH INDUSTRI (Suharto)	K.42
8. UJI KEASAMAN PERMUKAAN PADA FILM PASIF DENGAN AMONIAK (Endang W Laksono)	K.52 ✓
9. ASPEK KRISTALOGRAFI LARUTAN PADAT β -Ca _{2-x} Sr _x SiO ₄ (Anti K. Prodjosantoso)	K.57

10. APLIKASI MEMBRAN KOMPOSIT POLISULFON - SELULOSA ASETAT UNTUK PEMISAHAN ZAT WARNA TEKSTIL (Heru Pratomo Al.)	K.67
11. AKTIVITAS KATALIS OKSIDA LOGAM GANDA TiO_2 - MoO_3 DALAM PENGEMBAN KARBON AKTIF PADA REAKSI CONVERSI METANOL MENJADI FORMALDEHID (Sunyono)	K.72
12. PENETAPAN BILANGAN IOD MINYAK GORENG DENGAN METODE WIJS BS 648-1958 DAN AOCS CD-25 (Soebiyanto)	K.81
13. SINTESIS DAN KARAKTERISASI POLIANILIN DAN POLI (ANILIN- <i>N,N</i> -DIMETILANILIN) SEBAGAI BAHAN SENSOR SUHU DAN TEKANAN (Suwardi & Crys Fajar Partana)	K.87
14. KAJIAN LINGKUNGAN KOORDINASI LOKAL TITANIUM DENGAN XANES DAN EXAFS (Hari Sutrisno)	K.96
15. PENENTUAN ELEKTRON VALENSI DAN TINGKAT OKSIDASI LOGAM TRANSISI DALAM SENYAWA KOMPLEKS BERDASARKAN FRAGMENTASI MODEL KOVALEN DAN IONIK (Hari Sutrisno)	K.104
16. IDENTIFIKASI ASAM LEMAK OMEGA DALAM DAGING BEKICOT (<i>Achatina fulica</i>) MENGGUNAKAN KG-SM (Susila Kristianingrum & Sri Handayani)	K.113
17. SINTESIS SENYAWA TURUNAN KURKUMIN NON SIMETRI DAN IDENTIFIKASINYA MELALUI NMR-2D (Agus Sundaryono)	K.118
18. SEMISINTESIS SENYAWA BENZOILFENILALANINA ESTER KALANON DARI SENYAWA ASAL KALANON DAN UJI TOKSISITASNYA TERHADAP LARVA UDANG ARTEMIA SALINA, LEACH (Moch. Chasani, Soleh Kosela & M. Hanafi)	K.123
19. PENDEKATAN SPEKTROMETRIK INFRAMERAH UNTUK UJI STABILITAS ERITROMISIN (Retno Arianingrum)	K.140
20. DAMPAK PROGRAM PEMANTAPAN KERJA GURU SEKOLAH JAUH (PKGSJ) TERHADAP KINERJA GURU-GURU MIPA SLTP DI PROPINSI LAMPUNG (H. Fuad Abd.Rachman)	K.156
21. PENERAPAN ASESMEN KINERJA PADA PERKULIAHAN KAPITA SELEKTA PENDIDIKAN KIMIA DI FMIPA UNY (Rr. Lis Permana Sari)	K.160
22. IDENTIFIKASI KONSEP-KONSEP KIMIA KELAS I, II, DAN III IPA YANG SULIT DIKUASAI SISWA DAN PENYEBABNYA DI SMU YOGYAKARTA (Das Salirawati, Heru Pratomo Al., dan Rr. Lis Permana Sari)	K.168
23. TERMOGRAM MINYAK KELAPA (Isana SYL dan Endang Widjajanti LFX) ..	K.176
24. EFEKTIVITAS BIOPOLIMER CHITOSAN SEBAGAI MATERIAL ALTERNATIF PENUKAR ION DAN REGENERASINYA (Endang Susiloningsih)	K.182

UJI KEASAMAN PERMUKAAN PADA FILM PASIF DENGAN AMONIAK

Endang W Laksono

Jurusan Pendidikan Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta

Abstrak

Sifat asam-basa permukaan pada film pasif yang terbentuk pada permukaan nikel dapat diuji menggunakan molekul amoniak. Pengamatan hasil adsorpsi amoniak pada permukaan tertentu dapat digunakan untuk mengetahui sifat asam-basa suatu permukaan. Adsorpsi amoniak pada permukaan sampel diamati menggunakan Spektroskopi photoelektron sinar-X (*X-ray Photo-electron Spectroscopy/XPS*). Terbentuknya lapisan oksida berlapis hidroksida di atas permukaan Ni(111) pada proses pasivasi secara elektrokimia menyebabkan permukaan bersifat asam Bronsted. Hasil pengamatan menunjukkan terbentuk spesi NH_4^+ pada permukaan film pasif, sebagai hasil reaksi antara amoniak dengan gugus OH dari permukaan yang bersifat asam Bronsted.

Kata Kunci : Asam Bronsted, XPS, Film pasif, spesi NH_4^+

Abstract

Acid-base properties of passive films formed on nickel surfaces have been investigated using ammonia. Ammonia adsorbed on the surface of Ni which is observed by XPS can be used to understand the acid-base properties on the surfaces. Oxide-hydroxide layers formed on the Ni(111) surfaces in the electrochemically passivation processes causes the Bronsted acidity of the surfaces. There is an indication of NH_4^+ formation on the passive film surface as a product of reaction between ammonia and OH^- groups.

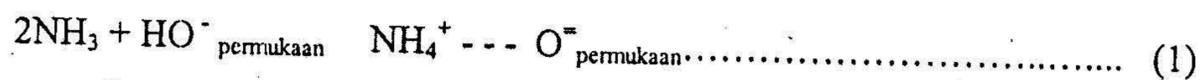
Keywords : Bronsted Acid, XPS, Passive film, NH_4^+ species

Pendahuluan

Komposisi kimia film pasif pada permukaan nikel (Marcus, P. et al, 1979: 64 dan Marcus P, V. Maurice, 2000: 132), struktur atomnya (D. Zuili, 1999: 7898) dan sifat elektroniknya telah dikemukakan secara detail. Dalam artikel-artikel tersebut dilaporkan bahwa reaktifitas dari pemasifan logam atau aliasnya tergantung pada sifat asam-basa permukaan, namun tidak didukung oleh data dari aspek tersebut. Endang Laksono (2002: 55) telah melaporkan pula bahwa lapisan tipis oksida pada permukaan nikel yang distabilkan oleh lapisan hidroksida akibat oksidasi pada suhu kamar, menggunakan metode infra merah mempunyai permukaan yang bertipe asam Bronsted, melalui spesi NH_2 dan H_2O yang dapat diinterpretasikan dari spektrum RAIRS (*Reflexion-absorption Infra Red Spectroscopy*)

Ada 3 teori asam basa yang telah dikenal luas, yaitu teori asam-basa dari Arrhenius, dari Brønsted-Lowry dan dari Lewis. Pada hakikatnya konsep tersebut tidak bertentangan, melainkan konsep yang satu lebih luas daripada teori yang lain. Namun teori asam-basa yang umum digunakan dalam kimia permukaan adalah konsep asam basa dari Bronsted-Lowry dan Lewis (Adriano Zecchina et al, 1998 :159).

Definisi asam dari Brønsted-Lowry menyebutkan bahwa asam adalah proton donor (Cotton dan Wilkinson, 1976 :169), seperti pada reaksi (1) :

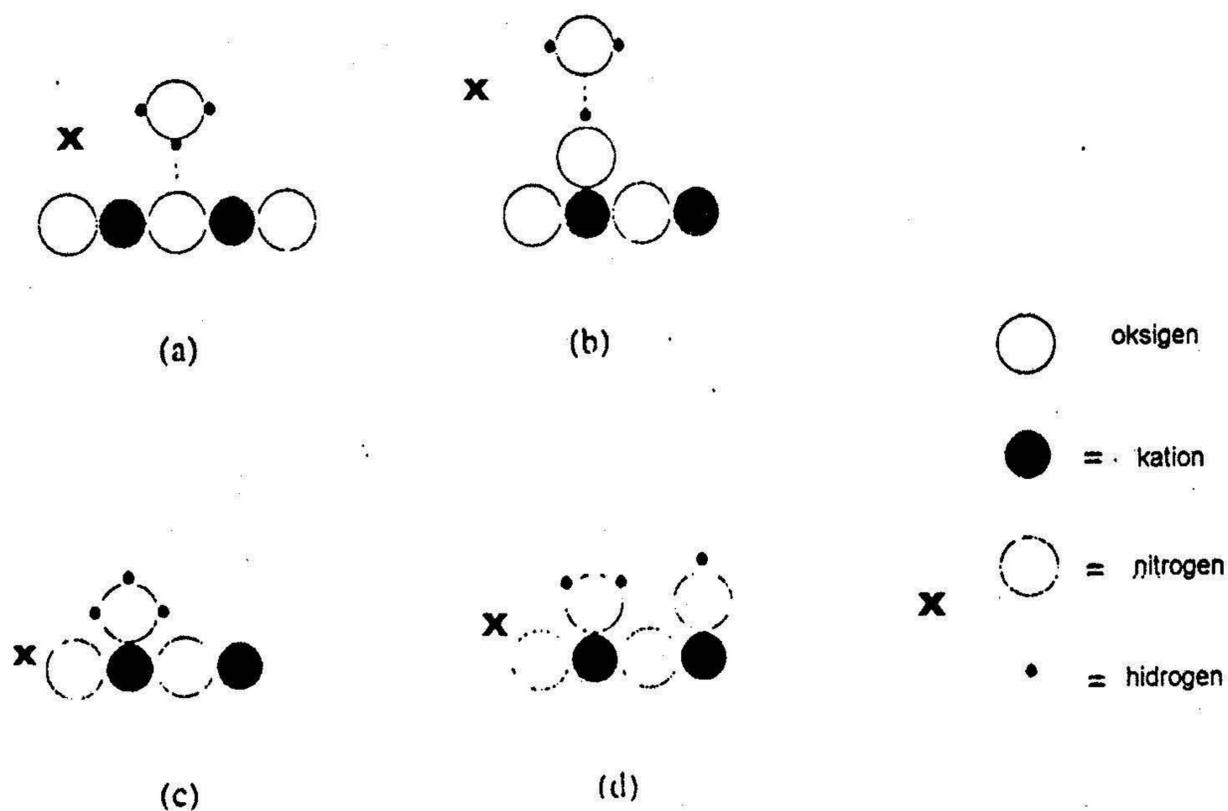


NH_4^+ adalah asam Brønsted-Lowry . Gugus OH^- yang terikat pada permukaan dan menghasilkan gugus NH_4^+ , maka dikatakan permukaan tersebut memiliki site asam Bronsted. Sedangkan Lewis mendefinisikan asam secara lebih luas atau umum sebagai akseptor pasangan elektron (Cotton dan Wilkinson:170), seperti contoh (2) berikut ini



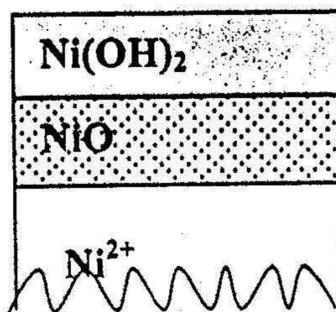
NH_3 adalah basa Lewis dan permukaan dikatakan mempunyai site asam Lewis, karena menerima pasangan electron dari NH_3 .

Dalam kimia permukaan sifat asam basa berperan dalam pembentukan ikatan antar muka, sebagai contoh dalam bidang katalitik sifat ini dibutuhkan untuk menganalisis kereaktifan dan selektivitas katalis-katalis (E. McCafferty, 1998: 549). Molekul yang umum digunakan untuk menguji sifat asam-basa permukaan, adalah CO (Adriano Zecchina et al, 1998:174). Namun interaksi antara amoniak dengan permukaan logam ternyata dapat pula digunakan untuk mengetahui sifat asam-basa permukaan yang terbentuk akibat pembersihan permukaan logam dalam larutan (M. Kaltchev, W.T. Tysoe, 1999: 29 dan H. Ma, 2002: 171). Menurut C. Noguera (1995 : 171) ada 4 macam kemungkinan amoniak bereaksi dengan permukaan oksida logam, kemungkinan pertama atom hidrogen dari amoniak membentuk ikatan hidrogen dengan oksigen permukaan (gambar 1a). Kemungkinan kedua (gambar 1b) terjadi transfer proton dari molekul hidrogen amoniak pada oksigen teradsorpsi yang berada di permukaan, oksigen teradsorpsi pada permukaan umumnya merupakan site asam bronsted. Kemungkinan ketiga (gambar 1c) memperlihatkan nitrogen amoniak berikatan dengan logam atau kation secara langsung, karena permukaan merupakan tipe asam Lewis, dan kemungkinan keempat (gambar 1d) terjadi bila permukaan memungkinkan terbentuknya adsorpsi disosiatif dari molekul amoniak.



Gambar 1. Ikatan antara amoniak dengan permukaan berdasarkan sifatnya

Menurut mekanismenya, tahap pertama pembersihan permukaan logam secara elektrokimia akan terjadi pembentukan hidroksida nikel pada permukaan, yaitu Ni(OH)₂ (P. Marcus et al : 1979: 64). Pada tahap berikutnya film oksida NiO akan terbentuk melalui deprotonasi, sebagai penghalang difusi dari ion-ion Ni²⁺ (1989:123). Dalam lingkungan asam, film pasif mempunyai komposisi lapisan kompak NiO dibagian dalam dan Ni(OH)₂ sebagai lapisan luar dan digambarkan sebagai model lapisan ganda seperti gambar (2) berikut:



Gambar 2. Struktur film pasif pada permukaan Nikel

H. Ma (2002:177) telah menentukan bahwa lapisan tipis anodik diatas Cr(110) bersifat site asam Bronsted, terhadap amoniak. Penelitian ingin mengetahui sifat permukaan yang dihasilkan pada pemasifan Ni(111) secara elektrokimia menggunakan molekul amoniak secara spektroskopi XPS. Penggunaan spektrometer XPS diharapkan dapat digunakan untuk menentukan spesi molekul yang diadsorpsi, sehingga dapat diketahui pula tipe site asam yang terbentuk pada permukaan tersebut.

METODOLOGI PENELITIAN

Logam nikel disiapkan dengan cara dibersihkan secara mekanik dan elektrokimia dengan larutan asam sulfat. Kemudian sampel dipasifkan selama 30 menit dalam suatu larutan yang ber pH =3 (0,05 M H₂SO₄ dan 0,095 M NaOH), pada potensial 950 mV_{EHS} dan 1150 mV_{EHS}. (EHS : elektrode hidrogen standar). Setelah pemasifan dilakukan analisis permukaan dengan XPS.

Penambahan amoniak sebagai penunjuk adanya jenis site pada permukaan dilakukan secara *ex-situ* pada tekanan 20 mbar pada temperatur 300K (kamar) dalam reaktor sirkulasi dilakukan sebagai fungsi waktu alir (3 menit, 20 menit, 2 jam, 3jam, 10 jam dan 10 jam). Setelah pengaliran amoniak, dilakukan analisis dengan XPS

Analisis XPS yang dilakukan menggunakan spektrofotometer VG ESCALAB Mark II, dengan sumber sinar-X Al K_α dengan energi 20 eV. Komposisi film pasif yang terbentuk dan spesi amoniak pada permukaan setelah adsorpsi ditentukan dari spektra XPS yang dihasilkan menggunakan program ECLIPS.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

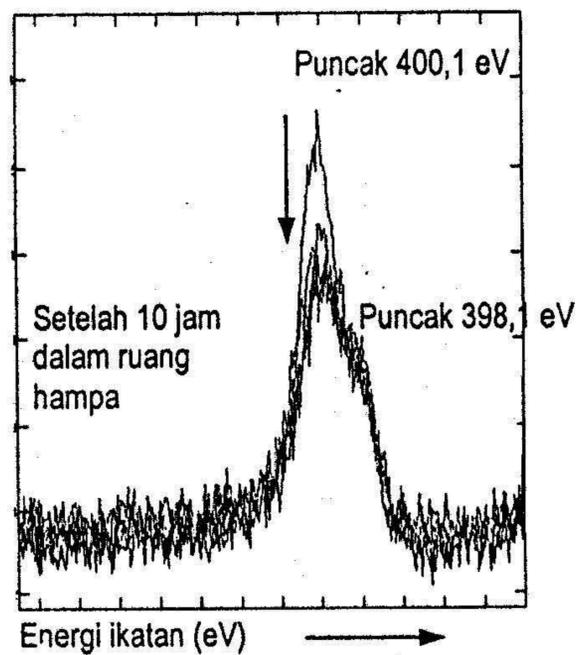
Data komposisi film pasif pada permukaan nikel, setelah dipasifkan pada pH=3, selama 30 menit, pada beda potensial 950 mV_{ESH} dan 1150 mV_{ESH} dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Komposisi film pasif pada permukaan nikel

Potensial pemasifan	Ketebalan NiO (Å)	Ketebalan Ni(OH) ₂ (Å)
650 mV	2,5	3,2
950 mV	4,6	5,0
1150 mV	6,2	4,3

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh H.W Hoppe dan H.H Strewblow (1989 : 123) ketebalan lapisan hidroksida dari nikel tidak tergantung pada potensial dan waktu pemasifan, sedangkan tebal lapisan oksida nikel bervariasi linear dengan potensial pemasifan. Dalam tabel 1, nampak bahwa ada peningkatan tebal lapisan oksida nikel seiring dengan peningkatan potensial pemasifan, sedangkan untuk tebal lapisan hidroksida nikel terjadi peningkatan yang tidak konsisten, ini berarti bahwa ketebalan lapisan tersebut tidak tergantung pada potensial pemasifannya, sesuai yang telah disimpulkan dalam penelitian terdahulu.

Spektra pada daerah N 1s hasil analisis dengan XPS pada film pasif yang telah dialiri gas amoniak 20 mbar selama 25 jam 23 menit (total) dapat dilihat pada gambar 3. Hasil dekomposisi spektra tersebut memperlihatkan 2 puncak, yaitu di sekitar energi ikatan 400,1 eV dan di daerah energi ikatan 398,1 eV. Pengamatan yang dilakukan penambahan amoniak sebagai fungsi waktu memperlihatkan bahwa terjadi peningkatan spesi 400,1 eV setiap penambahan. Sedangkan pengamatan yang dilakukan selama analisis kontinyu ±10 jam memperlihatkan terjadinya penurunan puncak yang berada pada daerah energi ikatan 400,1 eV seperti yang dapat dilihat pada gambar 3, sedangkan puncak pada energi ikatan yang lebih rendah (398,1 eV) meningkat, hingga pada suatu keadaan tertentu (setelah 5 jam) tidak terjadi lagi peningkatan puncak spesi 398,1, namun masih terjadi penurunan spesi 400,1 eV. Hal ini menunjukkan bahwa spesi 400,1 eV tidak stabil, sebagian mengalami perubahan menjadi spesi 398,1 eV dan sebagian lagi terdesorpsi, dan sebagian lagi tinggal pada permukaan. Hal ini mengindikasikan bahwa ikatan yang terjadi antara spesi 400,1 eV dan permukaan adalah sangat lemah. Pengamatan ini juga terlihat pada permukaan yang dipasifkan dengan beda potensial 650 eV dan 950 eV.



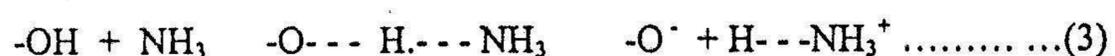
Gambar 3. Spektra N 1s setelah pengaliran amoniak 20 mbar selama 25 jam 23 menit pada permukaan nikel yang dipasifkan pada beda potensial 1150 mV_{ESH}.

Identifikasi spesi amoniak pada spektra XPS N 1s yang dilakukan oleh beberapa peneliti terdahulu pada berbagai jenis permukaan dapat diamati pada tabel 2. Dalam tabel tersebut nampak bahwa spesi yang sama bisa saja muncul pada daerah energi ikatan yang berbeda, bergantung pada jenis permukaannya, atau perlakuan yang diberikan. Bila tabel 2 dibandingkan dengan hasil dekomposisi spektra N 1s yang dihasilkan, yaitu spesi 400,1 eV dan 398,1 eV, maka tidak didapat kedekatan antara hasil dekomposisi yang telah dilakukan dengan hasil dekomposisi dalam penelitian ini.

Tabel 2. Dekomposisi spektra N 1s oleh beberapa peneliti terdahulu

Jenis permukaan	Perlakuan yang diberikan	Spesi yang dihasilkan	Energi ikatan N 1s
Zéolithes (mordénites) (Remy et al : 1994)	NH ₃ à 300 K	NH ₄ ⁺ pada site asam (Brönsted)Si-OH-Al	402,4 ± 0,3
		NH ₄ ⁺ pada site asam lemah (Brönsted)Al-OH	400,4 ± 0,2
		NH ₃ pada site asam Lewis	399,4 ± 0,2
Lapisan pasif dari Cr, Mo, Ni, Fe (Willenbruche t al, 1990)	NH ₃ pada 300K	NH ₄ ⁺ NH ₄ ⁺ NH ₄ ⁺ NH ₄ ⁺	399,6 399,9 399,7 399,8

Adanya evolusi spesi yang berenergi ikatan tinggi mengindikasikan bahwa ikatan antara spesi tersebut dengan permukaan adalah sangat lemah. Berdasarkan penelitian yang dilakukan E. Laksono (2003 : 52) pada permukaan Ni(111) berlapis dua fasa (*layer biphas*), ikatan yang sangat lemah merupakan adsorpsi amoniak molekuler pada permukaan, yang ditemukan pada daerah energi ikatan 399,8 ± 0,2 eV, maka dapat dikatakan bahwa spesi yang ditemukan pada daerah energi ikatan 400,1 eV dari penelitian ini adalah NH₃. Sedangkan spesi yang berenergi ikatan 398,1 eV merupakan NH₄⁺ yang muncul akibat adanya ikatan antara amoniak dengan atom hidrogen yang berasal dari gugus hidroksida pada permukaan film pasif, menurut reaksi :



dengan demikian permukaan nikel yang dilapisi film pasif merupakan site asam Bronsted. Adanya gugus OH yang berasal dari pemasifan permukaan, akan menyebabkan permukaan bersifat asam Bronsted.

Proses korosi sumuran dalam larutan asam klorida pada permukaan logam yang memiliki gugus logam dimulai dengan adanya substitusi gugus OH dengan ion klorida, akibat adsorpsi ion tersebut pada permukaan, dalam suasana basa. Namun hasil penelitian menunjukkan bahwa permukaan nikel berlapis film pasif bersifat asam, walaupun memiliki gugus OH, tentu saja akan mempunyai efek yang berbeda. Konsekuensi sifat asam Bronsted pada permukaan nikel berlapis film pasif yaitu tidak terbentuknya patahan pada proses pemasifan dengan HCl yang berakibat terjadinya korosi sumuran (*pitting corrosion*). Sifat ini akan menghalangi penggantian gugus OH dengan Cl⁻ pada proses terjadinya korosi sumuran dalam larutan asam klorida, atau dapat dikatakan bahwa permukaan akan tahan terhadap pembentukan korosi sumuran dalam HCl.

SIMPULAN

Simpulan yang didapat pada pengujian sifat asam basa pada film pasif yang terbentuk pada nikel menggunakan amoniak dan dianalisis dengan XPS adalah :

1. Pemasifan logam nikel secara elektrokimia dalam larutan H₂SO₄ (pH= 3) menghasilkan lapisan oksida yang melekat pada logam dan lapisan hidroksidanya di bagian luar.
2. Pengujian dengan amoniak mendapatkan bahwa permukaan film pasif pada nikel merupakan site asam Bronsted, yang dapat menghalangi terbentuknya korosi sumuran dalam larutan asam klorida.

DAFTAR PUSTAKA

- Adriano Zecchina, Carlo Lamberti, Silvia Bordiga, 1998, *Surface Acidity and Basicity : General Concepts*, Catalysis Today, 41, 169-177
- Cotton dan Wilkinson, 1976, *Basic Inorganic Chemistry*, New York : John Willey and Sons
- C. Noguera, 1995, *Physique et Chimie des Surfaces d'Oxydes*, Saclay : Eyrolles .
- D. Zuili, V. Maurice, P. Marcus, 1999, *J. Phys.Chem.B*.103, 7896
- E. Laksono, 2002, Prosiding Seminar Nasional Kimia , FMIPA, UNY, 49-55
- E. Laksono, 2003, *Adsorption of NH₃ on oxygen pre-treated Ni(111)*, Surface Science, 530, 37-54
- E. McCafferty dan J.P. Wightman, 1998, *Determination of the Concentration of Surface Hydroxyl Groups on Metal Oxide Films by a Quantitative XPS Method*, Surface and Interface Analysis, 26:549-564
- H.Ma, Y. Berthier, P.Marcus, 2002, *NH₃ Probing of The Surface Acidity of Passive Films on Chromium*, Corrossion Science, 171-178
- Marcus,P. J.Oudar, I.Olefjord, 1979, *J. Microsc. Spectrosc. Electron*, 4, 63
- Marcus, P. Maurice. V. 2000. *Materials Science and Technology* , edited by M.Schütze, vol 19, London , Willey-VCH, 131-169
- M. Kaltchev dan W.T. Tysoe, 1999, *An Infrared Spectroscopy Investigation of Thin Alumina Films: Measurement of Acid Sites and Surface Reactivity*, Surface Science, 430, 29-36
- Remy, M.J. Genet, M.J. P. F. Lardinois, P. P. Notté, G. Poncelet.1994. *Acidity of the Outer Surface of Dealuminated Modernites as Studied by X-ray Photoelectron Spectroscopy of Chemisorbed Ammonia* Surf. Interf. Anal., 21, 643.
- Willenbruch, R. D, Clayton, C. R. M. Oversluizen, D. Kim, Y. Lui.1990. *Interaction of ammonia on passive films on Cr, Mo, Ni, Fe*. Corrosion Sci., 31, 179.