

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
DISERTASI	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
HALAMAN MOTO DAN PERSEMBAHAN	v
PRAKATA.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR PUBLIKASI.....	xii
INTISARI.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Tujuan Penelitian	5
II.2.1 Tujuan umum	5
II.2.2 Tujuan khusus	5
I.3 Manfaat Penelitian	5
I.4 Keaslian Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN PERUMUSAN HIPOTESIS	7
II.1 Tinjauan Pustaka	7
II.1.1 Grafena Oksida Tereduksi	7
II.1.2. Reaksi Reduksi Oksigen	12
II.1.3 Katalis bimetal Pd-Ni pada Reaksi Reduksi Oksigen	15
II.2 Perumusan Hipotesis dan Rancangan Penelitian	18
II.2.1 Perumusan Hipotesis 1	18
II.2.2 Perumusan Hipotesis 2	18
II.2.3 Perumusan hipotesis 3	19
II.2.4 Perumusan hipotesis 4	19
II.2.5 Rancangan Penelitian	20
BAB III METODE PENELITIAN.....	23
III.1 Bahan dan alat penelitian	23
III.1.1 Bahan	23
III.1.2 Alat	23
III.2 Prosedur	24
III.2.1 Sintesis GO	24
III.2.2 Sintesis grafena oksida tereduksi (rGO)	24

III.2.3 Sintesis material katalis	25
III.2.4 Uji Katalik ORR	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	29
IV.1 Sintesis dan Karakterisasi GO-1, GO-6, GO-12,.....	29
IV.2 Sintesis dan Karakterisasi GO-3,5-6, rGO-AA, rGO-AG	44
IV.3 Sintesis dan Karakterisasi NPS-rGO	60
IV.4 Aplikasi ORR.....	73
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	82
V.1 Kesimpulan	82
V.2 Saran.....	83
DAFTAR PUSTAKA	84
LAMPIRAN	100

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1	Struktur Grafena Oksida	7
Gambar II.2	Mekanisme Pembentukan GO	9
Gambar II.3	Ilustrasi metode Hummers termodifikasi atau Tour	10
Gambar II.4	Reaksi Reduksi GO	11
Gambar II.5	Ilustrasi cara kerja alkali PEM.....	12
Gambar II.6	Mekanisme ORR menggunakan Pt pada media basa	14
Gambar II.7	Ilustrasi pembentukan Pd-rGO dengan CTAB	17
Gambar II.8	Struktur CTAB	17
Gambar II.9	Struktur HMTA	17
Gambar IV.1	Diffraktogram dari material a) grafit, b) GO-1, c).....	30
Gambar IV.2	Spektra FTIR dari material a) grafit, b) GO-1, c)	33
Gambar IV.3	Spektra UV-Vis dari sampel a) GO-1, b) GO-6, c).....	35
Gambar IV.4	Citra SEM dari sampel a) grafit, b) GO-1, c) GO-6	37
Gambar IV.5	Gambar EDX dari sampel a) grafit, b) GO-1,.....	38
Gambar IV.6	Citra TEM dari sampel a) grafit, b) GO-1, c) GO-6	41
Gambar IV.7	SAED dari sampel a) grafit, b) GO-1, c) GO-6,	42
Gambar IV.8	Spektra XRD dari sampel a) GO-3,5-6 , b) rGO-AA	44
Gambar IV.9	Spektra FT-IR dari sampel a) GO-3,5-6 , b) rGO-AA.....	46
Gambar IV.10	Spektra Raman dari sampel a) GO-3,5-6 , b) rGO-AA	47
Gambar IV.11	Spektra UV-Vis dari sampel a) GO-3,5-6 , b) rGO-AA	49
Gambar IV.12	Isoterm adsorpsi-desorpsi nitrogen a) GO-3,5-6, b) rGO-AA	51
Gambar IV.13	Distribusi ukuran pori a) GO-3,5-6, b) rGO-AA, c) rGO-AG	52
Gambar IV.14	Citra SEM a) GO-3,5-6, b) rGO-AA, c) rGO-AG, dan	54
Gambar IV.15	Citra TEM a) GO-3,5-6, b) rGO-AA, c) rGO-AG,	55
Gambar IV.16	Grafik hubungan antara luas permukaan dan konduktivitas	57
Gambar IV.17	Kurva TGA dari a) GO-3,5-6, b) rGO-AA, c) rGO-AG dan	58
Gambar IV.18	Difraktogram XRD dari a) Pd-rGO, b) Ni-rGO c) Pd-Ni-rGO....	60
Gambar IV.19	Spektra Raman a) Pd-rGO, b) Ni-rGO c) Pd-Ni-rGO	61
Gambar IV.20	Spektra FT-IR dari a) Pd-rGO, b) Ni-rGO c) Pd-Ni-rGO	62
Gambar IV.21	Spektra UV-Vis dari a) Pd-rGO, b) Ni-rGO c) Pd-Ni-rGO	64
Gambar IV.22	Isoterm adsorpsi-desorpsi nitrogen dari a) Pd-rGO, b) Ni-rGO ...	66
Gambar IV.23	Citra SEM elemental color mapping dari a) Pd-rGO	69
Gambar IV.24	Citra TEM dari a) Pd-rGO, b) Ni-rGO c) Pd-Ni-rGO,	71
Gambar IV.25	Kurva LSV dari a) G-O-3,5-6, b) Pd-rGO, c) Ni-rGO	74
Gambar IV.26	Kurva LSV Koutecky-Levich dari a) G-O-3,5-6,	75
Gambar IV.27	Diagram luas permukaan, konduktivitas, dan n transfer.....	79

Gambar IV.28 Kurva stabilitas dari a) Pd-rGO dan b) H-Pd-Ni-rGO 80

DAFTAR TABEL

Tabel I.1	Beberapa penelitian mengenai ORR.....	4
Tabel IV.1	Perhitungan H (ketinggian rata-rata sampel GO susun.....	31
Tabel IV.2	Puncak absorpsi dari sampel grafit, GO-1, GO-6, GO-12.....	35
Tabel IV.3	Unsur-unsur yang terdapat pada sampel grafit,	39
Tabel IV.4	Perhitungan D (diameter rata-rata), d (jarak rata-rata.....	45
Tabel IV.5	Puncak serapan GO-3,5-6, rGO-AA, rGO-AG, dan rGO-NS	47
Tabel IV.6	Rasio I_D/I_G dari material GO-3,5-6, rGO-AA, rGO-AG.....	48
Tabel IV.7	Luas permukaan, diameter pori, dan volume pori total	52
Tabel IV.8	Rasio C/O dari GO-3,5-6, rGO-AA, rGO-AG, dan rGO-NS	55
Tabel IV.9	Konduktivitas dari material GO-3,5-6, rGO-AA, rGO-AG.....	56
Tabel IV.10	Perhitungan %massa yang hilang dari material GO-3,5-6	59
Tabel IV.11	Perhitungan nilai I_D/I_G dari material Pd-rGO, Ni-rGO, Pd-Ni-rGO .	62
Tabel IV.12	Puncak serapan dari material Pd-rGO, Ni-rGO, Pd-Ni-rGO	64
Tabel IV.13	Panjang gelombang dari material Pd-rGO, Ni-rGO, Pd-Ni-rGO	65
Tabel IV.14	Hasil analisis BET dari material Pd-rGO, Ni-rGO, Pd-Ni-rGO	67
Tabel IV.15	Perhitungan rasio C/O dari material Pd-rGO, Ni-rGO, Pd-Ni-rGO .	70
Tabel IV.16	Konduktivitas dari material Pd-rGO, Ni-rGO, Pd-Ni-rGO	72
Tabel IV.17	Nilai $1/J$ dan $1/\omega^{1/2}$ dari material GO-3,5-6, Pd-rGO, Ni-rGO,	76
Tabel IV.18	Perhitungan ECSA, <i>Limiting current density</i> , <i>onset potential</i> , n.....	77

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan d , D , H , dan n dalam XRD	100
1.1 Perhitungan d	100
1.2 Perhitungan H	100
1.3 Perhitungan D	100
1.4 Perhitungan n	101
Lampiran 2. Data JCPDS	102
2.1 Data JCPDS Grafit No.75-2078.....	102
2.2 Data JCPDS Pd No. 46-1043	103
2.3 Data JCPDS Ni No. 04-0850	104
Lampiran 3. Perhitungan ECSA.....	105
Lampiran 4. Difraktogram XRD hasil sintesis.....	106
4.1 Difraktogram XRD GO-1	106
4.2 Difraktogram XRD GO-6	106
4.3 Difraktogram XRD GO-12	106
4.4 Difraktogram XRD GO-18	107
4.5 Difraktogram XRD GO-24	107
4.6 Difraktogram XRD RGO-AA.....	108
4.7 Difraktogram XRD RGO-AG.....	108
4.8 Difraktogram XRD RGO-NS	109
4.10 Difraktogram XRD Ni-rGO.....	110
4.11 Difraktogram XRD Pd-Ni-rGO	110
Lampiran 5. Spektra FTIR hasil sintesis	111
5.1 Spektrum FTIR Grafit.....	111
5.2 Spektrum FTIR GO-1	111
5.3 Spektrum FTIR GO-6	112
5.4 Spektrum FTIR GO-12	112
5.5 Spektrum FTIR GO-18	113
5.6 Spektrum FTIR GO-24	113
5.7 Spektrum FTIR rGO-AA	114
5.8 Spektrum FTIR rGO-AG	114
5.9 Spektrum FTIR rGO-NS.....	115
5.10 Spektrum FTIR Pd-rGO.....	115
5.11 Spektrum FTIR Ni-rGO.....	116
5.12 Spektrum FTIR Pd-Ni-rGO	116
5.13 Spektrum FTIR C-Pd-Ni-rGO	117
5.14 Spektrum FTIR H-Pd-Ni-rGO	117
5.15 Spektrum FTIR CH-Pd-Ni-rGO	118
Lampiran 6. Data SAA.....	119
6.1 Data SAA GO-3,5-6	119
6.2 Data SAA rGO-AA.....	120
6.3 Data SAA rGO-AG.....	121

6.4 Data SAA rGO-NS	122
6.5 Data SAA Pd-rGO	123
6.6 Data SAA Ni-rGO	124
6.7 Data SAA Pd-Ni-rGO	125
6.8 Data SAA C-Pd-Ni-rGO	126
6.9 Data SAA H-Pd-Ni-rGO	127
6.10 Data SAA CH-Pd-Ni-rGO	128
Lampiran 7. Data Konduktivitas	129
7.1 Data Konduktivitas GO-3,5-6	129
7.2 Data Konduktivitas RGO-AA	130
7.3 Data Konduktivitas RGO-AG	131
7.4 Data Konduktivitas RGO-NS	132
7.5 Data Konduktivitas Pd-rGO	133
7.6 Data Konduktivitas Ni-rGO	134
7.7 Data Konduktivitas Pd-Ni-rGO	135
7.8 Data Konduktivitas C-Pd-Ni-rGO	136
7.9 Data Konduktivitas H-Pd-Ni-rGO	137
7.10 Data Konduktivitas CH-Pd-Ni-rGO	138
Lampiran 8. Gambar GO dan rGO	139
8.1 Gambar GO	139
8.2 Gambar rGO	139